

**ACADEMIC SCIENTIFIC
JOURNAL OF CHEMISTRY**

ISSN: 2224-5286 (Print)
ISSN: 2518-1491 (Online)

**№3
2026**

ISSN 2518-1491 (Online),
ISSN 2224-5286 (Print)



ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY

3 (468)

JULY – SEPTEMBER 2026

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947
PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY

Editor in chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of IAAS and NAS RK, General Director of the Research Institute of Petroleum Refining and Petrochemicals (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

Editorial board:

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich (deputy editor-in-chief) doctor of chemical sciences, professor, academician of NAS RK, director of the JSC "Phytochemistry Research and Production Center" (Karaganda, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

AGABEKOV Vladimir Enokovich (deputy editor-in-chief), doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Belarus, honorary director of the Institute of Chemistry of new materials (Minsk, Belarus) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004624845>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/28920574>

STRNAD Miroslav, head of the laboratory of the Institute of Experimental Botany of the Czech Academy of Sciences, professor (Olomouc, Czech Republic), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36789185000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/18379>

BURKITBAYEV Mukhambetkali, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/691218>

HOHMANN Judith, head of the department of pharmacognosy, faculty of Pharmacy, University of Szeged, director of the interdisciplinary center for Life sciences (Szeged, Hungary), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004457196>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/15630788>

ROSS Samir, Ph.D, professor, school of Pharmacy, National Center for scientific research of Herbal Products, University of Mississippi (Oxford, USA), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7401610128>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/47926269>

KHUTORYANSKY Vitaly, Ph.D, pharmacist, professor at the University of Reading (Reading, England), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35606915700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/221621>

TELTAYEV Bagdat Burkhanbayuly, doctor of technical sciences, professor, academician of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506225641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/72161>

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid college of Oriental medicine, faculty of Oriental medicine, Hamdard University (Karachi, Pakistan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55884056900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1796996>

FAZYLOV Serik Drakhmetovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, deputy director of the Institute of Organic Synthesis and Coal Chemistry (Karaganda, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701472056>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1541357>

ZHOROBEKOVA Sharipa Zhorobekovna, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Kyrgyzstan, Institute of Chemistry and chemical technology of NAS KR (Bishkek, Kyrgyzstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602652060>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/31723468>

KHALIKOV Jurabay Khalikovich, doctor of chemistry, professor, academician of the Academy of Sciences of Tajikistan, V.I. Nikitin Institute of Chemistry AS RT (Tajikistan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603735641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/9567106>

FARZALIEV Vagif Medzhid ogly, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Azerbaijan (Azerbaijan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6601962486>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/21617033>

GARELIK Hemda, PhD in chemistry, president of the department of Chemistry and Environment of the International Union of Pure and Applied Chemistry (London, England), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56010090400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29866743>

ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Owner: «Central Asian Academic Research Center» LLP (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan № KZ23VPY00121156, issued 05.06.2025

Thematic scope: *organic chemistry, inorganic chemistry, catalysis, electrochemistry and corrosion, pharmaceutical chemistry and technology.*

Periodicity: 4 times a year.

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© «Central Asian Academic Research Center» LLP, 2026

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ХФАҚ және ҚР ҰҒА академигі, Мұнай өңдеу және мұнай-химиясы ғылыми-зерттеу институтының бас директоры (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=66021779606>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

Редакция алқасы:

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мыңжасарұлы (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, "Фитохимия" ғылыми-өндірістік орталығы" АҚ директоры (Қарағанды, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

АГАБЕКОВ Владимир Енокович (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі, Жаңа материалдар химиясы институтының құрметті директоры (Минск, Беларусь), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004624845>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/28920574>

СТРНАД Мирослав, профессор, Чехия ғылым академиясының Эксперименттік ботаника институтының зертхана меңгерушісі (Оломоуц, Чехия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36789185000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/18379>

БҮРКІТБАЕВ Мұхамбетқали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/691218>

ХОХМАНН Джудит, Сегед университетінің Фармацевтика факультетінің Фармакогнозия кафедрасының меңгерушісі, Жаратылыстану ғылымдарының пәнаралық орталығының директоры (Сегед, Венгрия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004457196>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/15630788>

РОСС Самир, PhD, Миссисипи университетінің Өсімдік өнімдерін ғылыми зерттеу ұлттық орталығы, Фармация мектебінің профессоры (Оксфорд, АҚШ), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7401610128>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/47926269>

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, философия докторы (PhD, фармацевт), Реддинг университетінің профессоры (Реддинг, Англия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35606915700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/221621>

ТЕЛТАЕВ Бағдат Бұрханбайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506225641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/72161>

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдард университетінің Шығыс медицина факультеті (Карачи, Пәкістан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55884056900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1796996>

ФАЗЫЛОВ Серік Драхметұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Органикалық синтез және көмір химиясы институты директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары (Қарағанды, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701472056>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1541357>

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробекқызы, химия ғылымдарының докторы, профессор, Қырғызстан ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА Химия және химиялық технология институты (Бішкек, Қырғызстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602652060>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/31723468>

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, химия ғылымдарының докторы, профессор, Тәжікстан ҒА академигі, В.И. Никитин атындағы Химия институты (Душанбе, Тәжікстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603735641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/9567106>

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджидоглы, химия ғылымдарының докторы, профессор, АҰҒА академигі (Баку, Әзірбайжан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6601962486>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/21617033>

ГАРЕЛИК Хемда, философия докторы (PhD, химия), Халықаралық таза және қолданбалы химия одағының Химия және қоршаған орта бөлімінің президенті (Лондон, Англия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56010090400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29866743>

«ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ23VPY00121156, выданное 05.06.2025 г.

Тематическая направленность: *органическая химия, неорганическая химия, катализ, электрохимия и коррозия, фармацевтическая химия и технологии.*

Периодичность: 4 раз в год.

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arithv>

© ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр», 2026

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик МАН и НАН РК, Генеральный директор НИИ нефтепереработки и нефтехимии (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

Редакционная коллегия:

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор АО «Научно-производственного центра» Фитохимия» (Караганда, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

АГАБЕКОВ Владимир Енокович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН Беларуси, почетный директор Института химии новых материалов (Минск, Беларусь), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004624845>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/28920574>

СТРНАД Мирослав, профессор, заведующий лабораторией института Экспериментальной ботаники Чешской академии наук (Оломоуц, Чехия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36789185000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/18379>

БУРКИТБАЕВ Мухамбеткали, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/691218>

ХОХМАНН Джудит, заведующий кафедрой Фармакогнозии Фармацевтического факультета Университета Сегеда, директор Междисциплинарного центра естественных наук (Сегед, Венгрия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004457196>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/15630788>

РОСС Самир, PhD, профессор Школы Фармации национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7401610128>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/47926269>

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, доктор философии (Ph.D, фармацевт), профессор Университета Рединга (Рединг, Англия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35606915700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/221621>

ТЕЛЫТАЕВ Багдат Бурханбайұлы, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Министерство Индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506225641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/72161>

ФАРУК Ахсана Дар, профессор колледжа Восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет Восточной медицины университета Хамдарда (Карачи, Пакистан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55884056900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1796996>

ФАЗЫЛОВ Серик Драметович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, заместитель директора по научной работе Института органического синтеза и углехимии (Караганда, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701472056>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1541357>

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробековна, доктор химических наук, профессор, академик НАН Кыргызстана, Институт химии и химической технологии НАН КР (Бишкек, Кыргызстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602652060>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/31723468>

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, доктор химических наук, профессор, академик АН Таджикистана, Институт химии имени В.И. Никитина АН РТ (Душанбе, Таджикистан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603735641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/9567106>

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджид оглы, доктор химических наук, профессор, академик НАНА (Баку, Азербайджан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6601962486>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/21617033>

ГАРЕЛИК Хемда, доктор философии (Ph.D, химия), президент Отдела химии и окружающей среды Международного союза чистой и прикладной химии (Лондон, Англия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56010090400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29866743>

«ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY»

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС (Алматы қ.).

Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 05.06.2025 ж. берілген № KZ23VPY00121156 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *органикалық химия, бейорганикалық химия, катализ, электрохимия және коррозия, фармацевтикалық химия және технологиялар.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС, 2026

CONTENTS

Abdugaliyev A.Sh., Jalmakhanbetova R.I., Mukusheva G.K. Atomistic insight into solvent effects on the chemical structure of betulonic acid.....	11
Assembayeva E.K., Shadi D.K., Nurmukhanbetova D.E., Bozhbanov A.Zh., Gabdullina E.Zh. Effect of inulin on the quality characteristics of a fermented cheese whey-based beverage	25
Asylbekova D.D., Toktibayeva Kh.R., Kaldybayeva A.R., Zhurkhabayeva L., Tukibayeva A.S. Electrochemical behavior of phosphorous acid on a platinum electrode and its galvanostatic anodic oxidation using a lead anode	39
Auyeshov A.P., Yeskibayeva Ch.Z., Ibrayeva A.M., Alzhanov K.B., Dzholdasova E.M. Investigation of the adsorption characteristics of silica obtained from serpentinite by a combined acid–alkali method	58
Galymzhan A., Kozhabekov S., Kuanyshev A., Sansyzbay N., Abdrasilova A. Effect of octadecyl methacrylate–maleic anhydride copolymer composition on crude oil rheological properties	78
Darmenbayeva A.S., Rajasekharan R. Investigation of the structural properties of nanocellulose membranes derived from agricultural waste	95
Dmitriyeva E.A., Medvedev A., Kemelbekova A. Development of a low-temperature gas sensor based on SnO ₂ thin films and a precision measurement system for high-resistance detection	109
Dzheldybaeva I.M., Kairbekov Zh., Esenalieva M.Z., Dossumova B.T., Suimbaeva S.M. Influence of ultrasonic treatment on the structure and physicochemical properties of brown coal humic acids	125
Jumadilov T.K., Khimersen Kh., Imangazy A. Features of heavy metal ion sorption by interpolymer systems formed from homogeneous polyelectrolytes	140
Zhylykybek M., Orazbekova R.S., Yerkibaeva M.K., Aidarova A.O., Baizhumanova T.S. Co–Mg oxide catalysts for deep oxidation of methane: synthesis, structure, and catalytic activity.....	154
Imangaliyeva B., Rakhmetova G., Dossanova B., Sovet N. Technology of biological fertilizer production by hydrolysis treatment of polymer waste.....	169
Karar M.E., Beisenbayev O.K., Alibekov R.S., Shamsudin R. Starch extraction from Baidaly rice and Gala potatoes for application in biodegradable materials.....	186
Kudaibergenova G.N., Azimbayeva G.E., Kamysbayeva A.K., Izteleu B.M., Kurbanbayeva N.M. Fatty acid composition of <i>Helianthus tuberosus</i> flowers	204
Massenova A.T., Sass A.S., Torlopov I.I., Rakhmetova K.S., Malgazhdarova M.K. Tuning of surface acidity in Zn–Me-modified shaped ZSM-5–Al ₂ O ₃ alkylation catalysts.....	219
Nurislamov R.M., Nefedov A.N., Beissenbayev D.K., Leontyeva X.A., Imashev B.K. Effect of oxide films on the corrosion resistance of iron: modeling in COMSOL Multiphysics 6.2.....	238

Nurlybayev O., Kudaibergenova R., Taubayeva R., Bekaulova A., Seitmanbetova A. Textural properties of bentonite–sawdust carbon composites after metal-chloride-assisted carbonization.....	250
Puzikova D.S., Bessonova G.V., Kenzin N.R., Zhurinov M.Zh., Torlopov I.I. Modeling cavitation of oil-containing media in various hydrodynamic configurations.....	263
Rakhimov A., Zhanikulov N., Taimasov B., Potapova E., Sarsenbaev B. Calculation of the raw material composition for cement clinker with the addition of lead slag processing waste.....	285
Ryskalieva D., Baibulanova A., Yessenamanova M., Mustafina A., Samat A. Hydrogen sulfide pollution in the atmosphere of an industrial city: the potential role of evaporation fields (Atyrau, Kazakhstan)	299
Serikbayeva K.T., Chalov T.K., Sadykov K.A. Rubidium sorption from aqueous solutions by VEMEA–AGE–PEI anion exchangers.....	322
Seitkazinova A.R., Nazhipkyzy M., Yeleuov M.A., Zhaparov A.A., Kalybayeva A.K. Orange peel-derived porous activated carbon	334
Samadun A.I., Taussarova B.R., Asrakulova D.I., Nurmukhanbetova D.E. Biodegradable packaging films with copper nanoparticles: effect of NaBH ₄ concentration on morphology and antifungal properties	351
Khamitova T.O., Tyanakh S., Bolatbay A.N., Ma Fengyun, Aitbekova D.E. Linking geological genesis to the molecular and optical traits of humic acids from coal wastes.....	370
Talgatov E., Zamanbekova A., Abilmagzhanov A., Auyezkhanova A., Akhmetova S. Polymer-modified supported catalysts for the oxidation of cyclohexane with hydrogen peroxide.....	389

МАЗМҰНЫ

Абдугалимов А.Ш., Джалмаханбетова Р.И., Мукушева Г.К.

Бетулон қышқылының химиялық құрылымына еріткіштер әсерін атомистикалық тұрғыдан зерттеу11

Асембаева Э.К., Шәді Д.Қ., Нурмуханбетова Д.Е., Божбанов А.Ж., Габдуллина Е.Ж.

Инулиннің ірімшік сарысуы негізіндегі ашытылған сусынның сапа көрсеткіштеріне әсері.....25

Асылбекова Д.Д., Токтыбаева Х.Р., Қалдыбаева А.Р., Журхабаева Л., Түкібаева А.С.

Фосфорлы қышқылдың платина электродындағы электрохимиялық қасиеттері және оны қорғасын анодын қолданып гальваностатикалық анодты тотықтыру.....39

Ауешов А.П., Ескибаева Ч.З., Ибраева А.М., Алжанов К.Б., Джолдасова Э.М.

Қышқылды-сілтілі комбинациялық әдіспен серпентиниттен алынған кремнеземнің адсорбциялық сипаттамаларын зерттеу58

Ғалымжан А., Қожабеков С., Қуанышев А., Сансызбай Н., Абдрасилова А.

Октадецилметакрилат пен малеин ангидридi сополимерлері құрамының мұнайдың реологиялық қасиеттеріне әсері78

Дарменбаева А.С., Rajasekharan R. Агроқалдықтардан алынған наноцеллюлозалы

мембраналардың құрылымдық қасиеттерін зерттеу.....95

Дмитриева Е.А., Медведев А., Кемелбекова А.

SnO₂ жұқа қабықшалары негізіндегі төмен температуралы газ сенсорын және жоғары кедергілерді тіркеуге арналған прецизионды өлшеу жүйесін әзірлеу.....109

Джелдыбаева И.М., Қайырбеков Ж., Есеналиева М.З., Досумова Б.Т., Суймбаева С.М.

Ультрадыбыстық өңдеудің қоңыр көмір гумин қышқылдарының құрылымы мен физика-химиялық қасиеттеріне әсері.....125

Джумадилов Т.К., Химэрсэн Х., Иманғазы А.

Біртекті полиэлектролиттерден құрылған интерполимерлік жүйелердің ауыр металл иондарын сорбциялау ерекшеліктері.....140

Жылқыбек М., Оразбекова Р.С., Еркибаева М.К., Айдарова А.О., Байжұманова Т.С.

Метанды терең тотықтыруға арналған Co–Mg оксидті катализаторлар: синтезі, құрылымы және каталитикалық белсенділігі.....154

Иманғалиева Б., Рахметова Г., Досанова Б., Совет Н.

Полимер қалдықтарын гидролиздік өңдеу арқылы биологиялық тыңайтқыш алу технологиясы.....169

Қарар М.Е., Бейсенбаев О.К., Алибеков Р.С., Роснах Шамсудин.

Байдалы күрішпен және Гала сортты картоптан крахмал алу және оны биоыдырайтын материалдарда қолдану.....186

Құдайбергенова Г.Н., Азимбаева Г.Е., Камысбаева А.К., Ізтелеу Б.М., Құрбанбаева Н.М.

Топинамбур гүлдерінің май қышқылдық құрамы204

Масенова А.Т., Сасс А.С., Торлопов И.И., Рахметова К.С., Малгаждарова М.К. Zn–Me-модификацияланған қалыпталған ZSM-5–Al ₂ O ₃ алкилдеу катализаторларының беттік қышқылдығын реттеу.....	219
Нурисламов Р.М., Нефедов А.Н., Бейсенбаев Д.К., Леонтьева К.А., Имашев Б.К. Темірдің коррозияға төзімділігіне оксидтік қабықшалардың әсері: COMSOL Multiphysics 6.2 бағдарламасында модельдеу.....	238
Нурлыбаев О., Кудайбергенова Р., Таубаева Р., Бекаулова А., Сейтманбетова А. Металл хлоридтері қатысында карбонизацияланған бентонит–ағаш үгіндісі көміртекті композиттерінің текстуралық қасиеттері.....	250
Пузикова Д.С., Бессонова Г.В., Кензин Н.Р., Жұрынов М.Ж., Торлопов И.И. Өртүрлі гидродинамикалық конструкциялардағы мұнай құрамды орталардың кавитация процесін модельдеу	263
Рахимов А., Жаникулов Н., Таймасов Б., Потапова Е., Сәрсенбаев Б. Қорғасын қожын өндеу қалдықтары қосылған цемент клинкерінің шикізат шихтасының құрамын есептеу	285
Серікбаева К.Т., Чалов Т.К., Садықов К.А. Сулы ерітінділерден рубидийді ВЭМЭА–АГЭ–ПЭИ аниониттерімен сорбциялау.....	299
Сейтказинова А.Р., Нажипқызы М., Елеуов М.А., Жапаров А.А., Қалыбаева А.Қ. Апельсин қабығынан алынған кеуекті белсендірілген көмір.....	322
Самадун А.И., Таусарова Б.Р., Асракулова Д.И., Нурмұханбетова Д.Е. Мыс нанобөлшектері бар биоыдырайтын қаптамалық үлдірлер: NaBH ₄ концентрациясының морфологияға және саңырауқұлаққа қарсы қасиеттеріне әсері.....	334
Хамитова Т.О., Тянах С., Болатбай А.Н., Ма Фэньюнь, Айтбекова Д.Е. Көмір қалдықтарынан бөлінген гумин қышқылдарының геологиялық генезисі мен молекулалық және оптикалық қасиеттерінің байланысы	351
Рысқалиева Д.К., Байбуланова А.А., Есенаманова М.С., Мұстафина А.Ж., Самат А.С. Өнеркәсіптік қала атмосферасының күкіртсутекпен ластануы: булану алаңдарының ықтимал рөлі (Атырау, Қазақстан)	370
Талғатов Э.Т., Заманбекова А.Т., Абильмагжанов А.З., Әуезханова А.С., Ахметова С.Н. Циклогександы сутек пероксидімен тотықтыруға арналған полимермен модификацияланған тасымалдағышқа бекітілген катализаторлар	389

СОДЕРЖАНИЕ

Абдугалимов А.Ш., Джалмаханбетова Р.И., Мукушева Г.К. Атомистическое исследование влияния растворителей на химическую структуру бетулоновой кислоты.....	11
Асембаева Э.К., Шади Д.К., Нурмуханбетова Д.Е., Божбанов А.Ж., Габдуллина Е.Ж. Влияние инулина на показатели качества ферментированного напитка на основе сырной сыворотки	25
Асылбекова Д.Д., Токтибаева Х.Р., Калдыбаева А.Р., Журхабаева Л., Тукибаева А.С. Электрохимическое поведение фосфористой кислоты на платиновом электроде и её гальваностатическое анодное окисление с использованием свинцового анода.....	39
Ауешов А.П., Ескибаева Ч.З., Ибраева А.М., Алжанов К.Б., Джолдасова Э.М. Исследование адсорбционных характеристик кремнезёма, полученного из серпентинита комбинированным кислотно-щелочным методом	58
Галымжан А., Кожабеков С., Куанышев А., Сансызбай Н., Абдрасилова А. Влияние состава сополимеров октадецилметакрилата и малеинового ангидрида на реологические свойства нефти	78
Дарменбаева А.С., Rajasekharan R. Исследование структурных свойств наноцеллюлозных мембран, полученных из агроотходов.....	95
Дмитриева Е.А., Медведев А., Кемелбекова А. Разработка низкотемпературного газового сенсора на основе тонких плёнок SnO_2 и прецизионной измерительной системы для регистрации высокоомных сопротивлений.....	109
Джелдыбаева И.М., Каирбеков Ж., Есеналиева М.З., Досумова Б.Т., Суймбаева С.М. Влияние ультразвуковой обработки на структуру и физико-химические свойства гуминовых кислот бурого угля	125
Джумадилов Т.К., Химэрсэн Х., Имангазы А. Особенности сорбции ионов тяжёлых металлов интерполимерными системами, сформированными из однородных полиэлектролитов.....	140
Жылкыбек М., Оразбекова Р.С., Еркибаева М.К., Айдарова А.О., Байжуманова Т.С. Co–Mg оксидные катализаторы для глубокого окисления метана: синтез, структура и каталитическая активность	154
Имангалиева Б., Рахметова Г., Досанова Б., Совет Н. Технология получения биологического удобрения путём гидролизной обработки полимерных отходов	169
Карар М.Е., Бейсенбаев О.К., Алибеков Р.С., Роснах Шамсудин. Получение крахмала из риса «Байдалы» и картофеля сорта «Гала» и его применение в биоразлагаемых материалах	186
Кудайбергенова Г.Н., Азимбаева Г.Е., Камысбаева А.К., Изтелеу Б.М., Курбанбаева Н.М. Жирнокислотный состав цветков топинамбура	204

Масенова А.Т., Сасс А.С., Торлопов И.И., Рахметова К.С., Малгаждарова М.К. Регулирование поверхностной кислотности Zn–Me-модифицированных формованных ZSM-5–Al ₂ O ₃ катализаторов алкилирования	219
Нурисламов Р.М., Нефедов А.Н., Бейсенбаев Д.К., Леонтьева К.А., Имашев Б.К. Влияние оксидных плёнок на коррозионную стойкость железа: моделирование в COMSOL Multiphysics 6.2	238
Нурлыбаев О., Кудайбергенова Р., Таубаева Р., Бекаулова А., Сейтманбетова А. Текстурные свойства бентонит–углеродных композитов после карбонизации в присутствии хлоридов металлов	250
Пузикова Д.С., Бессонова Г.В., Кензин Н.Р., Журинов М.Ж., Торлопов И.И. Моделирование процесса кавитации нефтесодержащих сред в различных гидродинамических конструкциях.....	263
Рахимов А., Жаникулов Н., Таймасов Б., Потапова Е., Сарсенбаев Б. Расчёт состава сырьевой шихты для цементного клинкера с добавлением отходов переработки свинцового шлака	285
Серикбаева К.Т., Чалов Т.К., Садыков К.А. Сорбция рубидия из водных растворов анионитами ВЭМЭА–АГЭ–ПЭИ.....	299
Сейтказинова А.Р., Нажипкызы М., Елеуов М.А., Жапаров А.А., Калыбаева А.К. Пористый активированный углерод, полученный из апельсиновой кожуры.....	322
Самадун А.И., Таусарова Б.Р., Асракулова Д.И., Нурмуханбетова Д.Е. Биоразлагаемые упаковочные плёнки с наночастицами меди: влияние концентрации NaBH ₄ на морфологию и антигрибковые свойства	334
Хамитова Т.О., Тянах С., Болатбай А.Н., Ма Фэньюнь, Айтбекова Д.Е. Связь геологического генезиса с молекулярными и оптическими характеристиками гуминовых кислот из угольных отходов	351
Рыскалиева Д.К., Байбуланова А.А., Есенаманова М.С., Мустафина А.Ж., Самат А.С. Загрязнение атмосферы промышленного города сероводородом: потенциальная роль полей испарения (Атырау, Казахстан)	370
Талгатов Э.Т., Заманбекова А.Т., Абильмагжанов А.З., Ауезханова А.С., Ахметова С.Н. Полимер-модифицированные нанесённые катализаторы окисления циклогексана пероксидом водорода	389

© **Assembayeva E.K.^{1*}, Shadi D.K.¹, Nurmukhanbetova D.E.²,
Bozhbanov A.Zh.¹, Gabdullina E.Zh.¹, 2026.**

¹Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan;

²Narxoz University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: asembayevae@bk.ru

EFFECT OF INULIN ON THE QUALITY CHARACTERISTICS OF A FERMENTED CHEESE WHEY-BASED BEVERAGE

Assembayeva Elmira — PhD, Almaty Technological University, Department of Applied Biotechnology, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: asembayevae@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7964-7736>;

Shadi Dariga — Almaty Technological University, Department of Applied Biotechnology, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: dariga1611@icloud.com, <https://orcid.org/0009-0002-6563-2263>;

Nurmukhanbetova Dinara — candidate of technical sciences, Narxoz University, EP "Restaurant and hotel business" Almaty, Kazakhstan,

E-mail: dinara.nurmukhanbetova@narxoz.kz, <https://orcid.org/0000-0002-8939-6325>;

Bozhbanov Alikhan — candidate of biological sciences, Almaty Technological University, Department of Applied Biotechnology, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: bozhbanov2011@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2139-4523>;

Gabdullina Elzada — doctor of Biological Sciences, associate, Almaty Technological University, Department of Applied Biotechnology, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: elzadag@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8255-1070>.

Abstract. The rational utilization of cheese whey and the production of functional foods with high nutritional and biological value based on this secondary dairy raw material are among the current priorities of modern food biotechnology. The presence of whey proteins, lactose, minerals, and other biologically active components in cheese whey makes it a promising secondary dairy raw material for the production of functional beverages. The aim of this study was to develop a technology for an inulin-enriched fermented beverage based on cheese whey and to evaluate its sensory, physicochemical, and structural-mechanical properties. Inulin was used at concentrations of 3%, 4%, and 5%, and the sensory characteristics of the obtained samples were evaluated by profile analysis using a five-point scale. For the optimal sample, active acidity (pH), titratable acidity, and the mass fractions of protein, fat, total solids, lactose, and dietary fiber were determined. Structural-mechanical stability was assessed based on the degree of

syneresis. The results showed that the optimal concentration of inulin was 4%. This sample received the highest overall sensory score of 4.92 points and was characterized by a homogeneous viscous consistency, a balanced fermented milk taste, and a pleasant aroma. The addition of 4% inulin decreased the pH from 4.61 to 4.53, while titratable acidity increased from 76 to 85 °T. The total solids content increased from 6.19% to 9.97%, the dietary fiber content reached 3.78%, whereas the lactose content decreased from 4.41% to 4.25%, which may be attributed to a reduction in the relative proportion of the whey base following inulin addition. In addition, the incorporation of inulin enhanced the water-holding capacity and significantly reduced the intensity of syneresis. The obtained results confirm the effectiveness of using inulin as a functional ingredient in the production of fermented beverages based on cheese whey and support its application in the development of functional products with enhanced nutritional value and improved structural stability.

Keywords: cheese whey, fermented beverage, inulin, sensory properties, physicochemical properties, syneresis, functional foods

For citations: Assembayeva E.K., Shadi D.K., Nurmukhanbetova D.E., Bozhbanov A.Zh., Gabdullina E.Zh. Effect of inulin on the quality characteristics of a fermented cheese whey-based beverage. Academic Scientific Journal of Chemistry, 2026. — No. 3. — P. 25–38. DOI: <https://doi.org/10.32014/2026.2518-1491.385>.

© Асембаева Э.К.^{1*}, Шәді Д.Қ.¹, Нурмуханбетова Д.Е.², Божбанов А.Ж.¹,
Габдуллина Е.Ж.¹, 2026.

¹Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан;

²Нархоз университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: asembayevae@bk.ru

ИНУЛИННІҢ ІРІМШІК САРЫСУЫ НЕГІЗІНДЕГІ АШЫТЫЛҒАН СУСЫННЫҢ САПА КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ӘСЕРІ

Асембаева Эльмира — PhD, Алматы технологиялық университеті, «Қолданбалы биотехнология» кафедрасы, Алматы, Қазақстан,

E-mail: asembayevae@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7964-7736>;

Шәді Дариға — Алматы технологиялық университеті, «Қолданбалы биотехнология» кафедрасы, Алматы, Қазақстан,

E-mail: dariga1611@icloud.com, <https://orcid.org/0009-0002-6563-2263>;

Нурмуханбетова Динара — техника ғылымдарының кандидаты, Нархоз университеті, «Мейрамхана және отель бизнесі» БББ, Алматы, Қазақстан,

E-mail: dinara.nurmukhanbetova@narхоз.kz, <https://orcid.org/0000-0002-8939-6325>;

Божбанов Алихан — биология ғылымдарының кандидаты, Алматы технологиялық университеті, «Қолданбалы биотехнология» кафедрасы, Алматы, Қазақстан,

E-mail: bozhbanov2011@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2139-4523>;

Габдуллина Ельзада — биология ғылымдарының докторы, Алматы технологиялық университеті, «Қолданбалы биотехнология» кафедрасы, Алматы, Қазақстан,

E-mail: elzadag@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8255-1070>.

Аннотация. Ірімшік сарысуын ұтымды пайдалану және оның негізінде тағамдық әрі биологиялық құндылығы жоғары функционалдық өнімдер өндіру қазіргі тағам биотехнологиясының өзекті бағыттарының бірі болып табылады. Ірімшік сарысуының құрамындағы сарысу ақуыздары, лактоза, минералды заттар және басқа да биологиялық белсенді компоненттер оны функционалдық сусындар өндіруге арналған перспективалы екіншілік сүт шикізаты ретінде қарастыруға мүмкіндік береді. Зерттеудің мақсаты - инулинмен байытылған ірімшік сарысуы негізіндегі ашытылған сусын технологиясын әзірлеу және оның органолептикалық, физика-химиялық және құрылымдық-механикалық қасиеттерін бағалау. Зерттеу барысында инулин 3%, 4% және 5% концентрацияларда қолданылды, ал алынған үлгілердің органолептикалық көрсеткіштері бес балдық шкала бойынша профильдік талдау әдісімен бағаланды. Оңтайлы үлгі үшін белсенді қышқылдық (рН), титрленетін қышқылдық, ақуыздың, майдың, құрғақ заттардың, лактозаның және тағамдық талшықтардың массалық үлестері анықталды. Құрылымдық-механикалық тұрақтылық синерезис дәрежесі бойынша бағаланды. Нәтижелер инулиннің оңтайлы концентрациясы 4% екенін көрсетті. Бұл үлгі 4,92 балл жоғары жалпы органолептикалық баға алды және біртекті тұтқыр консистенциясымен, үйлесімді қышқыл сүт дәмімен және жағымды хош иісімен сипатталды. 4% инулин қосылған кезде рН мәні 4,61-ден 4,53-ке дейін төмендеп, титрленетін қышқылдық 76-дан 85 °Т-қа дейін артты. Құрғақ заттардың мөлшері 6,19%-дан 9,97%-ға дейін жоғарылап, тағамдық талшықтардың мөлшері 3,78%-ға жетті. Лактозаның массалық үлесі 4,41%-дан 4,25%-ға дейін төмендеді, бұл инулин қосылғаннан кейін сарысу негізінің салыстырмалы үлесінің азаюымен түсіндірілуі мүмкін. Сонымен қатар, инулин суды ұстау қабілетін арттырып, синерезис қарқындылығын едәуір төмендетті. Алынған нәтижелер инулинді ірімшік сарысуы негізіндегі ашытылған сусындар өндірісінде функционалдық ингредиент ретінде пайдаланудың тиімділігін дәлелдейді және тағамдық құндылығы жоғары, құрылымдық тұрақтылығы жақсартылған функционалдық өнімдер әзірлеуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: ірімшік сарысуы, ашытылған сусын, инулин, органолептикалық қасиеттер, физика-химиялық көрсеткіштер, синерезис, функционалды өнімдер

© Асембаева Э. К.^{1*}, Шади Д.К.¹, Нурмуханбетова Д. Е.², Божбанов А. Ж.¹, Габдуллина Е. Ж.¹, 2026.

¹ Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан;

² Университет Нархоз, Алматы, Казахстан.

E-mail: asembayevae@bk.ru

ВЛИЯНИЕ ИНУЛИНА НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ФЕРМЕНТИРОВАННОГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ СЫРНОЙ СЫВОРОТКИ

Асембаева Эльмира — PhD, Алматинский технологический университет, кафедра «Прикладная биотехнология», Алматы, Казахстан,

E-mail: asembayevae@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7964-7736>;

Шади Дарига — Алматинский технологический университет, кафедра «Прикладная биотехнология», Алматы, Казахстан,

E-mail: dariga1611@icloud.com, <https://orcid.org/0009-0002-6563-2263>;

Нурмуханбетова Динара — кандидат технических наук, Университет Нархоз, ОП «Ресторанный и отельный бизнес», Алматы, Казахстан,

E-mail: dinara.nurmukhanbetova@narxoz.kz, <https://orcid.org/0000-0002-8939-6325>;

Божбанов Алихан — кандидат биологических наук, Алматинский технологический университет, кафедра «Прикладная биотехнология», Алматы, Казахстан,

E-mail: bozhbanov2011@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2139-4523>;

Габдуллина Эльзада — доктор биологических наук, Алматинский технологический университет, «Прикладная биотехнология», Алматы, Казахстан,

E-mail: elzadag@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8255-1070>.

Аннотация. Рациональное использование сырной сыворотки и производство на её основе функциональных продуктов с высокой пищевой и биологической ценностью являются актуальными направлениями современной пищевой биотехнологии. Наличие в составе сырной сыворотки сывороточных белков, лактозы, минеральных веществ и других биологически активных компонентов позволяет рассматривать её как перспективное вторичное молочное сырьё для производства функциональных напитков. Цель исследования заключалась в разработке технологии ферментированного напитка на основе сырной сыворотки, обогащённого инулином, и оценке его органолептических, физико-химических и структурно-механических свойств. В ходе исследования использовали инулин в концентрациях 3%, 4% и 5%, а органолептические показатели полученных образцов оценивали методом профильного анализа по пятибалльной шкале. Для оптимального образца определяли активную кислотность (pH), титруемую кислотность, массовую долю белка, жира, сухих веществ, лактозы и пищевых волокон. Структурно-механическую стабильность оценивали по степени синерезиса. Установлено, что оптимальная концентрация инулина составляет 4%. Данный образец получил наиболее высокую общую органолептическую оценку — 4,92 балла — и характеризовался однородной вязкой консистенцией, гармоничным кисломолочным вкусом и приятным ароматом. При добавлении 4% инулина значение pH снизилось с 4,61 до 4,53, а титруемая кислотность повысилась с 76 до 85 °Т. Содержание сухих веществ увеличилось с 6,19% до 9,97%, содержание пищевых волокон достигло 3,78%, тогда как массовая доля лактозы снизилась с 4,41% до 4,25%, что может быть обусловлено уменьшением относительной доли сывороточной основы при внесении инулина. Кроме того, добавление инулина способствовало повышению водоудерживающей способности и существенному снижению интенсивности синерезиса. Полученные результаты подтверждают эффективность использования инулина в качестве функционального ингредиента при производстве ферментированных напитков на основе сырной сыворотки и обосновывают перспективность его применения для получения продуктов с повышенной пищевой ценностью и улучшенной структурной стабильностью.

Ключевые слова: сырная сыворотка, ферментированный напиток, инулин, органолептические свойства, физико-химические показатели, синерезис, функциональные продукты

Кіріспе. Қазіргі заманауи тамақ өнеркәсібі өндірістің технологиялық процестерін оңтайландырумен қатар дайын өнімнің реологиялық, текстуралық, сенсорлық және тұтынушылық қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік беретін функционалды ингредиенттерді белсенді түрде қолданады. Ең перспективалы функционалды ингредиенттердің бірі – инулин. Ол өнімнің құрылымын қалыптастыруға және текстуралық сипаттамаларын жақсартуға, сондай-ақ қанттың алмастырғышы ретінде пайдалануға мүмкіндік береді. Бұдан басқа, инулиннің пребиотикалық қасиеттері пайдалы ішек микрофлорасының өсуін ынталандырып, адам ағзасына оң физиологиялық әсер көрсетеді (Khetu et al., 2023; Canazza et al., 2025).

Көптеген зерттеулер ашытылған сүт өнімдеріне, соның ішінде йогурттар мен ашытылған сүтті сусындарға инулинді қосу құрылымдық-механикалық сипаттамаларын жақсартуға, өнімнің тұрақтылығын арттыруға, тағамдық талшықты арттыруға және пробиотикалық микроорганизмдердің өміршеңдігін сақтауға әсер ететінін көрсетті (El-Kholy et al., 2020; Kamel et al., 2021; Soh et al., 2021). Сонымен қатар, инулиннің өнімнің органолептикалық қасиеттері мен тұтынушылық қолайлылығына әсері көбінесе оның мөлшері мен рецепт бойынша құрамымен анықталатыны анықталды, ал шамадан тыс концентрациялар органолептикалық көрсеткіштерін өзгертіп, өнімнің асқазан-ішек жолына кері әсерін тудыруы мүмкін (Iriondo-DeHond et al., 2020).

Бірқатар зерттеулер инулинді қосу ашытылған сүт өнімдерінің тұтқырлығын, гель құрылымының беріктігін, суды ұстау қабілетін және физикалық тұрақтылығын арттыруға, сондай-ақ олардың сапасына, консистенциясына және сақтау мерзіміне оң әсер ететін синерезис дәрежесін төмендетуге әсер ететінін анықтады (Sarwar et al., 2019; Falah et al., 2021; Rahman et al., 2024). Суды байланыстыру, тұрақты кеңістіктік құрылымды қалыптастыру және текстураны қалыптастырушы функцияларды орындау қабілетінің арқасында инулин функционалды ашытылған өнімдерді әзірлеу кезінде перспективалы ингредиент ретінде қарастырылады (Canazza et al., 2025).

Ірімшік сарысуы – ірімшік өндірісінде өндірілетін және құрамында жоғары құнды сарысу ақуыздары, лактоза, минералды заттар, суда еритін витаминдер және басқа да биологиялық белсенді заттарды қоса алғанда, бастапқы сүттің құрғақ заттарының жартысына жуығы бар құнды екіншілік сүт шикізаты. Қоректік заттардың жоғары болуына байланысты ол сүтті өңдеудің жанама өнімі ретінде емес, функционалды тағамдар мен сусындарды дамытудың перспективалық негізі ретінде қарастырылады (Verma et al., 2024; Zeng et al., 2023).

Ірімшік сарысуын ұтымды пайдалану сүт шикізатын кешенді өңдеудің тиімділігін арттыруға, ірімшік өндірісінің жанама өнімдерін пайдаға жаратумен байланысты экологиялық жүктемені азайтуға, сондай-ақ тағамдық, биологиялық

және функционалдық құндылығы жоғары өнімдерді алуға мүмкіндік береді (Verma et al., 2024). Соңғы жылдары ірімшік сарысуы негізіндегі ашытылған сусындарды әзірлеуге көбірек көңіл бөлінуде, өйткені ашыту процесі олардың органолептикалық қасиеттерін жақсартуға, тағамдық құндылығын арттыруға және функционалдық қасиеттерін кеңейтуге әсер етеді (Zeng et al., 2023).

Ірімшік сарысуы негізіндегі ашытылған сусындарды әзірлеуде инулинді қолдану ерекше қызығушылық тудырады, өйткені бұл пребиотик бір уақытта текстураны қалыптастырушы, тұрақтандырғыш және тағамдық талшық көзі ретінде қызмет ете алады, сонымен қатар дайын өнімнің функционалдық құндылығын арттыруға көмектеседі (Khetu et al., 2023; Canazza et al., 2025). Жарияланған зерттеулердің көпшілігі инулинді йогурттарда және басқа да дәстүрлі ашытылған сүт өнімдерінде қолдануға арналған, ал оның ірімшік сарысуына негізделген ашытылған сусындардың физика-химиялық, құрылымдық-механикалық, микробиологиялық және органолептикалық қасиеттеріне әсері туралы ақпарат шектеулі (Zeng et al., 2023). Ол өнімнің органолептикалық сипаттамаларына кері әсерін бермей, ірімшік сарысуы негізіндегі ашытылған сусындардың технологиялық және тұтынушылық қасиеттерін жақсартуды қамтамасыз ететін инулиннің оңтайлы концентрациясы осы уақытқа дейін нақты анықталмады. Осылайша, инулинмен байытылған ірімшік сарысуы негізінде ашытылған сусынның дамуы жаңа буынның функционалды тағамдарын жасау тұрғысынан айтарлықтай ғылыми-практикалық қызығушылық тудырады. Осыған байланысты осы зерттеудің мақсаты инулинмен байытылған ірімшік сарысуы негізінде ашытылған сусын технологиясын әзірлеу, сондай-ақ оның органолептикалық, физика-химиялық және құрылымдық-механикалық көрсеткіштерін бағалау.

Әдебиеттерге шолу. Заманауи зерттеулерге сәйкес, ірімшік сарысуы ірімшік өндірісінің жанама өнімі ғана емес, сонымен қатар тағамдық және технологиялық құндылығы жоғары толыққұнды екіншілік сүт шикізаты болып табылады. Оның құрамында жеңіл сіңімді сарысу ақуыздары, лактоза, минералдар, суда еритін витаминдер және биологиялық белсенді қосылыстар бар, бұл функционалды тамақ өнімдерін әзірлеу кезінде сарысуды қолдану перспективасын анықтайды (Bandara et al., 2023; Verma et al., 2024).

Bandara және т.б. авторлар (2023) ірімшік сарысуы негізіндегі ашытылған сусындарды әзірлеу қазіргі сүт өнеркәсібінің ең перспективалы бағыттарының бірі екенін атап өтті. Авторлардың пікірінше, ферментация процесі органикалық қышқылдардың, биоактивті пептидтердің және сүт қышқылы микроорганизмдерінің басқа метаболиттерінің жиналуына әсер етеді, органолептикалық қасиеттерін, тағамдық құндылығын және сусындардың сақтау мерзімін жақсартады. Сонымен бірге Verma және т.б. авторлар (2024) сүтпен салыстырғанда сарысудағы ақуыз мен майдың төмен мөлшері өнімнің тығыз құрылымын қалыптастыруды шектейтінін, бұл оның технологиялық қасиеттерін жақсартуға қабілетті функционалды ингредиенттерді қолдануды қажет ететіндігін атап көрсетеді.

Khetu және т.б. авторлар (2023) мәліметтері бойынша инулин пребиотикалық

және технологиялық қасиеттердің үйлесімі арқасында ең перспективалы функционалды ингредиенттерге жатады. Авторлар оны қолдану тағамдық талшықтың мөлшерін арттыруға, өнімнің құрылымын жақсартуға және қантты ішінара ауыстыруға мүмкіндік беретінін атап өтті. Өз кезегінде, Canazza және т.б. авторлар (2025) инулин тұтқырлықтың жоғарылауына, консистенцияның жақсаруына және синерезис қарқындылығының төмендеуіне әсер ететін текстураны қалыптастырушы, тұрақтандырғыш және ылғал сақтаушы ретінде қызмет ететінін көрсетті.

Инулинді ашытылған сүт өнімдерінде қолданудың тиімділігі көптеген зерттеулермен расталды. Сонымен, El-Kholy және т.б. авторлар (2020) инулинді қосу майсыз синбиотикалық йогурт құрылымын жақсартуға және синерезисті азайтуға көмектесетінін анықтады. Осындай нәтижелерге Kamel және т.б. авторлар (2021) қол жеткізді, бұл *Bifidobacterium bifidum* өміршеңдігінің жоғарылауын және өнімнің сенсорлық өнімділігінің жақсарғанын көрсетті. Soh және т.б. авторлар (2021) инулин синбиотикалық йогурт сусынының технологиялық, тағамдық және органолептикалық қасиеттерін бір уақытта жақсартады.

Инулиннің ашытылған сүт өнімдерінің реологиялық қасиеттеріне оң әсері де бірқатар зерттеулермен расталды. Sarwar және т.б. авторлар (2019), Falah және т.б. авторлар (2021) және Rahman және т.б. авторлар (2024) инулинді қолдану синерезис дәрежесін төмендете отырып, тұтқырлықты, суды ұстау қабілетін, гель құрылымының беріктігін және өнімнің физикалық тұрақтылығын арттыруға әсер ететінін анықтады. Сонымен қатар, Iqiondo-DeHond және т.б. авторлар (2020) инулиннің органолептикалық көрсеткіштерге әсері оның концентрациясына байланысты екенін көрсетті. Мөлшерінің жоғарылауымен органолептикалық көрсеткіштің өзгеруі және өнімнің тұтынушылық қолайлылығының төмендеуі мүмкін. Осылайша, көптеген зерттеулер инулиннің ашытылған сүт өнімдерінің құрылымдық-механикалық және сенсорлық қасиеттеріне оң әсерін растайды.

Инулинді йогурттарда және басқа да дәстүрлі ашытылған сүт өнімдерінде қолдану туралы көптеген зерттеулерге қарамастан, оны ірімшік сарысуы негізіндегі ашытылған сусындарда қолдану туралы мәліметтер шектеулі. Жарияланған жұмыстарда ашыту мәселелеріне, ашытқы дақылдарын таңдауға және сарысуды өңдеудің жалпы технологиялық аспектілеріне назар аударылады, ал инулиннің әртүрлі концентрациясының сарысудан ашытылған сусындардың органолептикалық, физика-химиялық, құрылымдық-механикалық және микробиологиялық көрсеткіштеріне әсері жеткілікті зерттелмеген (Zeng et al., 2023; Verma et al., 2024). Демек, инулинмен байытылған ірімшік сарысуы негізінде ашытылған сусын технологиясын әзірлеу, сондай-ақ оның оңтайлы мөлшерін таңдау теориялық және практикалық маңызы бар өзекті ғылыми міндет болып саналады.

Зерттеу нысаны мен әдістері. Зерттеу нысанына функционалды ингредиент ретінде инулин қосылған ірімшік сарысуы негізінде жасалған ашытылған сусын үлгілері алынды. Сүт негізі ретінде ірімшіктен алынған екіншілік жанама өнім ірімшік сарысуы қолданылды. Қолданар алдында сарысу механикалық

қоспаларды кетіру үшін сүзіліп, 85 ± 2 °C температурада 15 минут пастерленеді, содан кейін ашыту температурасына (37 ± 1 °C) дейін салқындатылады.

Пребиотикалық компонент ретінде цикорий тамырынан алынған инулин ұнтағы алынды. Оңтайлы концентрацияны анықтау үшін төрт ашытылған сусын үлгілері дайындалды: бақылау (инулин қосылмаған), қоспаның массасының 3 %, 4% және 5% инулині бар ашытылған сусын үлгілері.

Ұйытқы ретінде *Streptococcus thermophilus* және *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* микроорганизмдерінен тұратын классикалық йогурт ұйытқысы қолданылды. Ұйытқы енгізілгеннен кейін үлгілер белсенді қышқылдығы pH 4,5–4,6 мәніне жеткенше 37 ± 1 °C температурада ферменттелді. Ферментация аяқталғаннан кейін алынған ұйынды 4 ± 2 °C температураға дейін салқындатылып, біртекті консистенция түзілгенше араластырылды. Одан кейін тәжірибелік үлгілерге дайын өнім массасының 3, 4 және 5%-ы мөлшерінде инулин ұнтағы енгізілді. Бақылау үлгісі инулин қоспай дайындалды.

Органолептикалық бағалау MEMCT 31454-2012 «Ашытылған сүт өнімдері. Жалпы техникалық шарттар». Дегустацияны дайындалған сарапшылардан тұратын комиссия жүзеге асырды. Бағалау бес балдық шкала бойынша жүргізілді. Бағалау барысында өнімнің сыртқы түрі, консистенциясы, түсі, дәмі және иісі негізгі сенсорлық көрсеткіштер ретінде қарастырылды. Алынған жеке бағалар негізінде зерттелген үлгілердің органолептикалық профилі құрастырылып, инулин концентрациясының сусынның сенсорлық қасиеттеріне әсері салыстырылды. Органолептикалық бағалау нәтижелері инулиннің оңтайлы концентрациясын таңдаудың негізгі критерийлерінің бірі ретінде пайдаланылды.

Белсенді қышқылдық (pH) зертханалық pH-метрді қолдана отырып, потенциометриялық әдіспен анықталды. Титрлеу қышқылдығы MEMCT 3624-92 бойынша анықталды және Тернер градусымен (°T) көрсетілді. Өлшеу алдында pH-метр тиісті стандартты буферлік ерітінділер бойынша калибрленіп, электрод зерттелетін үлгіге енгізілді. Көрсеткіш тұрақталғаннан кейін pH мәні тіркелді. Белсенді қышқылдықты анықтау ашыту процесінің жүру қарқындылығын және дайын өнімдегі қышқылдық ортаның қалыптасуын бағалауға мүмкіндік берді. Титрлеу қышқылдығы өнім құрамында ашыту барысында түзілген қышқылдардың жалпы мөлшерін сипаттау және бақылау мен тәжірибелік үлгілер арасындағы айырмашылықтарды бағалау үшін қолданылды.

Ақуыздың массалық үлесі Кьелдаль әдісімен, майдың массалық үлесі Гербер әдісімен, лактозаның массалық үлесі рефрактометриялық әдіспен, құрғақ заттардың массалық үлесі тұрақты массаға дейін кептіру әдісімен анықталды.

Тағамдық талшықтың құрамы енгізілген инулин мөлшерін ескере отырып есептелді және ферментативті-гравиметриялық әдіспен анықталды.

Синерезис дәрежесі қағаз сүзгісі арқылы алдын ала бұзылған ұйындының 100 см³ көлемін сүзу кезінде бөлінген сарысу көлеміне сәйкес сүзу әдісімен анықталды. Өлшеу әр сағат сайын бөлінген сарысу көлемін тіркей отырып, бөлме температурасында 5 сағат бойы жүргізілді. Алынған нәтижелер см³ түрінде көрсетілді.

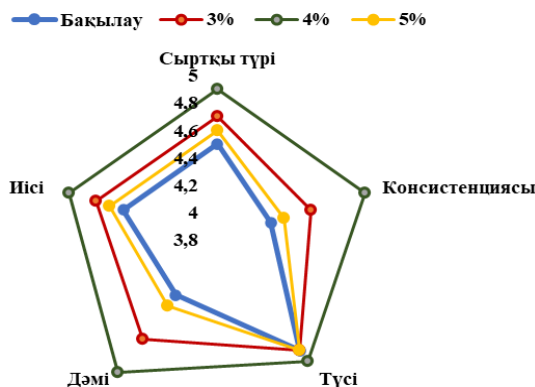
Зерттеу нәтижелері. Ашытылған сүт сусыны дәстүрлі технология бойынша алынды. Ерекшелігі ашытқы дақылдары мен инулин ұнтағын дайындау және қосу. Органолептикалық көрсеткіштер ашытылған сүт өнімдерінің сапасын бағалаудың маңызды критерийі болып табылады, өйткені олар тұтынушылық қасиеттерін көрсетеді және қосылатын инулиннің оңтайлы мөлшерін анықтауға мүмкіндік береді. Ферментация аяқталып, ұйынды 4 ± 2 °C температураға дейін салқындатылғаннан және араластырылғаннан кейін тәжірибелік үлгілерге дайын өнім массасының 3,0, 4,0 және 5,0%-ы мөлшерінде инулин ұнтағы енгізілді. Инулиннің ашытылған сусынның сенсорлық сипаттамаларына әсерін бағалау үшін бақылау және тәжірибелік үлгілерге органолептикалық бағалау жүргізілді. Зерттеу нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1 – Ірімшік сарысуы негізіндегі ашытылған сусындардың органолептикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Бақылау (инулинсіз)	3% инулин қосылған сусын	4% инулин қосылған сусын	5% инулин қосылған сусын
Сыртқы түрі	Біртекті, аздап сұйықтау сұйықтық	Біртекті, аздап тұтқыр	Біртекті, тұтқыр	Біртекті, шамадан тыс тұтқыр
Консистенциясы	Сұйық	Орташа тұтқыр	Біртекті, нәзік, тұтқыр	Қою, тығыз
Түсі	Ашық сары	Ашық крем түсті	Ашық крем түсті	Крем түсті
Дәмі	Таза ашытылған сүт дәмі бар, сарысуға тән дәмі айқын	Таза ашытылған сүт дәмі бар, аздап тәттілеу	Үйлесімді ашытылған сүт дәмі бар, бөгде дәмсіз	Аздап тәттілеу, қою консистенцияға байланысты дәмінің үйлесімділігі төмендеген
Иісі	Таза ашытылған сүт иісі мен сарысуға тән иісі айқын	Таза ашытылған сүт иісі бар, бөгде иіссіз	Таза ашытылған сүт иісі бар, бөгде иіссіз	Ашытылған сүт иісі сақталған, сарысуға тән хош иісі әлсіз

Алынған нәтижелерден инулинді қосу ашытылған сусынның органолептикалық қасиеттеріне айтарлықтай әсер еткенін көруге болады. Бақылау үлгісі сұйық консистенциямен және сарысудың айқын дәмімен сипатталды. Инулинді 3 % қосқан кезде консистенциясы мен дәмдік сипаттамалары жақсарды. Ең жоғары органолептикалық көрсеткіштер 4% инулин қосылған үлгіде байқалды, ол біртекті тұтқыр консистенциямен, үйлесімді ашытылған сүт дәмімен және бөгде дәмнің болмауымен ерекшеленді. Инулинді 5% қосу тұтқырлықтың шамадан тыс жоғарылауына және тәтті дәмнің пайда болуына әкелді, бұл өнімнің жалпы сенсорлық бағасын біршама төмендетті.

Зерттелетін үлгілердің органолептикалық көрсеткіштерін нақты салыстыру үшін сенсорлық сипаттамалардың профилі бейнеленді (1-сурет). Нәтижелер бес балдық шкала бойынша анықталды.



Сурет 1 – Инулиннің әртүрлі мөлшерімен байытылған ашытылған сусындардың органолептикалық көрсеткіштерінің профілі

Органолептикалық көрсеткіштерді профильдік талдау инулинді қосу ашытылған сусынның сенсорлық қасиеттеріне оң әсер ететінін көрсетті (1-сурет). Ең жоғары кешенді органолептикалық бағаны 4% инулин қосылған үлгі алды, оның орташа балы 4,92 болды. Бақылау үлгісі үшін бұл көрсеткіш 4,46 баллды, 3% инулин қосылған үлгі үшін – 4,68 баллды құрады, ал инулин концентрациясы 5% дейін жоғарылатқан кезде 4,54 баллға дейін төмендеді. Нәтижелер 4% инулинді қосу зерттелетін сусынның сыртқы түрін, консистенциясын, дәмін, иісін және түсін оңтайлы үйлестіруді қамтамасыз ететінін көрсетеді. Инулин концентрациясының одан әрі жоғарылауымен сенсорлық бағалаудың біршама төмендеуі байқалды, бұл тұтқырлықтың шамадан тыс жоғарылауымен және айқын тәтті дәмнің пайда болуымен байланысты болуы мүмкін. Алынған нәтижелер El-Kholy et al, (2020), Kamel et al. (2021) және Soh et al. (2021) мәліметтеріне сәйкес келеді. Олар сонымен қатар инулинді оңтайлы концентрацияда қосу ашытылған сүт өнімдерінің органолептикалық сипаттамаларын жақсартатынын, ал оның артық мөлшері дәм мен консистенцияға теріс әсер ететінін көрсетті.

1-кестеде және 1-суретте көрсетілген органолептикалық бағалау нәтижелері негізінде 4% инулин бар үлгі ең оңтайлы деп тандалды. Одан әрі физика-химиялық талдаулар үшін осы үлгі алынды.

Физика-химиялық көрсеткіштер ашытылған сүт өнімдерінің сапасын бағалаудың маңызды критерийлері болып табылады, өйткені ол құрамын, тұрақтылығын және тағамдық құндылығын сипаттайды. Осыған байланысты 4% инулин қосылған бақылау үлгісі мен ашытылған сусынның негізгі физика-химиялық көрсеткіштеріне талдау жүргізілді. Алынған нәтижелер 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2 – Ашытылған сусындардың физика-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Бақылау (инулинсіз)	4% инулин қосылған сусын
pH	4,61±0,02	4,53±0,03
Титрлеу қышқылдығы, °T	76±0,5	85±1

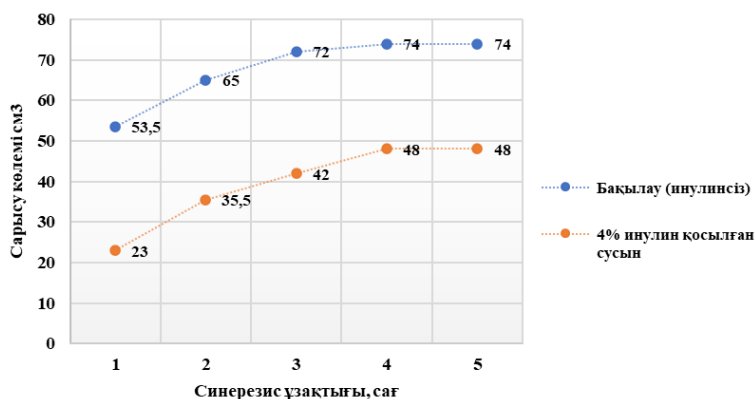
Ақуыз, %	0,82±0,01	0,84±0,02
Май, %	0,28±0,01	0,28±0,01
Құрғақ зат, %	6,19±0,05	9,97±0,06
Лактоза, %	4,41±0,04	4,25±0,03
Тағамдық талшықтар, %	0,00	3,78±0,02

Талдау нәтижелерінен 4% инулинді қосу ашытылған сусынның бірқатар физика-химиялық көрсеткіштерінің өзгеруімен қатар жүрді. рН мәні $4,61 \pm 0,02$ -ден $4,53 \pm 0,03$ дейін төмендеді, сәйкесінше титрлеу қышқылдығы $76 \pm 0,5$ -тен 85 ± 1 °Т дейін өсті. Ақуыздың массалық үлесі бақылау үлгісінде $0,82 \pm 0,01\%$, ал сәйкесінше инулин қосылған үлгіде $0,84 \pm 0,02\%$, екі үлгідегі майдың массалық үлесі бірдей – $0,28\%$. Құрғақ заттардың массалық үлесі $6,19 \pm 0,05$ -тен $9,97 \pm 0,06\%$ дейін өсті, ал лактозаның массалық үлесі $4,41 \pm 0,04$ -тен $4,25 \pm 0,03\%$ дейін төмендеді. Бақылау үлгісінде тағамдық талшық болмады, ал инулин қосылған үлгіде олардың мөлшері $3,78 \pm 0,02\%$.

Құрылымдық-механикалық қасиеттер органолептикалық қасиеттермен бірге тұтынушының өнімді таңдауда маңызды рөл атқарады. Синерезис дәрежесі ашытылған сүт өнімдерінің құрылымдық-механикалық қасиеттерінің көрсеткіштерінің бірі болып табылады. Сүт өнімдерінің синерезисі – бұл ұйындыдан сарысудың өздігінен бөлінуі. Кейбір сүт өнімдері үшін бұл қажет (сүзбе, ірімшік), ал басқалары үшін – мысалы, ашытылған сүт сусындары керісінше – консистенция ақауларын тудыруы мүмкін. Сарысудың бөлінуі – шикізаттың қанағаттанарлықсыз сапасының, сүтті гомогенизациялау мен пастерлеудің қалыпты режимінен ауытқудың салдары. Өнімнің түріне байланысты бөлінген сарысу 2-3% асатын ашытылған сүт өнімдерін сатуға рұқсат етілмейді (Голубева и др., 2015; Долматова и др., 2024).

Синерезис бөлме температурасында 5 сағат ішінде қағаз сүзгісі арқылы бұзылған ұйындының 100 см^3 сүзу кезінде бөлінген сарысу мөлшерін өлшеу арқылы сүзу әдісімен анықталды.

2-суретте ашыған сүт сусындарының синерезисінің динамикасы көрсетілген.



Сурет 2 – Бұзылған ұйындыны сүзу кезінде сарысудың бөліну динамикасы

2-суреттен сарысудың ең қарқынды бөлінуі сүзудің алғашқы үш сағатында байқалды. ары қарай сарысудың бөліну жылдамдығы төмендейді, ал төрт сағаттан кейін өзгерістер айтарлықтай болмады. Барлық уақыт аралықтарында 4% инулин қосылған үлгідегі бөлінген сарысудың көлемі бақылау үлгісіне қарағанда айтарлықтай төмен болды, бұл суды ұстау қабілетінің жоғарылауын және синерезис дәрежесінің төмендеуін көрсетеді.

Талқылау. Алынған нәтижелер 4 % инулинді қосу ірімшік сарысуы негізіндегі ашытылған сусынның физика-химиялық қасиеттеріне кешенді әсер ететінін көрсетті. Белсенді қышқылдықтың (pH) 4,61-ден 4,53-ке дейін төмендеуі және титрлеу қышқылдығының 76 °T -ден 85 °T-қа дейін жоғарылауы сүтқышқылды ашу процесінің қарқындылығын көрсетеді. Инулиннің пребиотикалық қасиеттері сүтқышқылды микроорганизмдердің өсуі мен метаболикалық белсенділігін ынталандырып, органикалық қышқылдардың қарқынды түзілуіне ықпал етеді. Осындай үрдіс El-Kholy et al. (2020), Kamel et al. (2021) және Soh et al. (2021) зерттеулерінде де байқалған, онда инулинмен байытылған ашытылған сүт өнімдерінде pH төмендеуі және титрлеу қышқылдығының жоғарылауы анықталған.

Инулинді қосу ақуыз бен майдың массалық үлесіне айтарлықтай әсер етпеді. Ақуыздың массалық үлесінің 0,82-ден 0,84 %-ға дейінгі шамалы артуы құрғақ заттардың концентрациясының жоғарылауымен түсіндіріледі, ал майдың массалық үлесі екі үлгіде де өзгеріссіз қалды. Бұл инулиннің ақуыз немесе липид көзі болмауына және олардың сүт шикізатындағы құрамын өзгертпеуіне байланысты.

Ең айқын өзгерістер құрғақ заттардың мөлшерінен байқалды: олардың үлесі 6,19-дан 9,97 %-ға дейін жоғарылады. Бұл инулиннің жоғары құрғақ зат құрамына және суды байланыстырып, өнімде тұрақты кеңістіктік құрылым қалыптастыру қабілетіне байланысты. Құрғақ заттардың көбеюі өнімнің консистенциясын жақсартып, құрылымының тұрақтылығын арттырады. Осындай мәліметтер Canazza et al. (2025), Iriondo-DeHond et al. (2020) және Soh et al. (2021) еңбектерінде де келтірілген.

Лактозаның массалық үлесінің 4,41%-дан 4,25%-ға дейін төмендеуін өнімнің рецептуралық құрамының өзгеруін ескере отырып түсіндіру қажет. Инулин ферментация аяқталғаннан кейін енгізілгендіктен, лактоза мөлшерінің байқалған төмендеуі сүтқышқылды микроорганизмдердің белсенділігімен емес, дайын сусынға 4% инулин қосу нәтижесінде бастапқы сарысу негізінің салыстырмалы үлесінің азаюымен байланысты болуы мүмкін. Сондықтан алынған нәтижелер инулиннің сүтқышқылды микроорганизмдердің лактозаны пайдалану қарқындылығына әсері туралы біржақты қорытынды жасауға мүмкіндік бермейді.

Тағамдық талшықтар бақылау үлгісінде анықталмады, ал 4 % инулин қосылған үлгіде олардың массалық үлесі 3,78 % құрады. Бұл әзірленген сусынның функционалдық құндылығын айтарлықтай арттырады, себебі тағамдық талшықтар ішек микробиотасының қалыпты құрамын сақтауға, ас қорыту жүйесінің қызметін жақсартуға және өнімді профилактикалық тағам

ретінде пайдалануға мүмкіндік береді. Sarwar et al. (2019), Falah et al. (2021) және Rahman et al. (2024) мәліметтері бойынша тағамдық талшықтардың 3–4 % мөлшерде болуы өнімнің тұтынушылық қасиеттерін нашарлатпай, айқын пребиотикалық әсер береді.

Синерезис нәтижелері 4 % инулин қосылған үлгіде сарысудың бөлінуі бақылау үлгісіне қарағанда едәуір төмен болғанын көрсетті. Бұл инулиннің бос суды байланыстырып, сарысудың бөлінуіне кедергі келтіретін тұрақты кеңістіктік құрылым түзу қабілетімен түсіндіріледі. Осындай қорытындылар Sarwar et al. (2019), Falah et al. (2021) және Canazza et al. (2025) зерттеулерінде де келтірілген. El-Kholy et al. (2020) құрылымдық тұрақтылықтың артуын инулиннің ақуызбен өзара әрекеттесуі нәтижесінде ылғалдың тиімді ұсталуымен байланыстырады.

Осылайша, жүргізілген зерттеу 4 % инулинді қосу технологиялық тұрғыдан негізделген шешім екенін көрсетті. Бұл концентрация өнімнің физика-химиялық көрсеткіштерін жақсартып, құрғақ заттар мен тағамдық талшықтардың массалық үлесін арттыруға, қышқыл түзілуін оңтайландыруға және синерезисті төмендетуге мүмкіндік берді. Сонымен қатар, ақуыз бен майдың массалық үлесі іс жүзінде өзгеріссіз қалды, бұл инулинді ірімшік сарысуы негізіндегі ашытылған сусындар өндірісінде перспективалы функционалдық ингредиент ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Қорытынды. Зерттеу нәтижесінде инулинмен байытылған ірімшік сарысуы негізінде ашытылған сусын үлгілері әзірленді. Инулиннің оңтайлы концентрациясы 4% құрайды, осы мөлшері қосылған ашытылған сусын ең жоғары органолептикалық көрсеткіштерге ие болды. Инулиннің қосылуы ақуыз бен майдың құрамына айтарлықтай әсер етпей, құрғақ заттар мен тағамдық талшықтардың массалық үлесінің артуына, титрлеу қышқылдығының жоғарылауына әсер етті. Сонымен қатар, инулинді қолдану синерезис қарқындылығының төмендеуін қамтамасыз етті, бұл өнімнің құрылымдық-механикалық тұрақтылығының жоғарылауын көрсетеді. Алынған нәтижелер инулинді ірімшік сарысуы негізіндегі ашытылған сусындар өндірісінде функционалды ингредиент ретінде қолданудың тиімділігін дәлелдейді және оны жоғары тағамдық құндылығы мен құрылымдық-механикалық тұрақтылығы бар функционалды өнімдерді өндіруде пайдалануға мүмкіндік береді.

References

- Bandara T.A., Munasinghe-Arachchige S.P., & Gamlath C.J. (2023) Fermented whey beverages: A review of process fundamentals, recent developments and nutritional potential. *International Journal of Dairy Technology*, 76(4). — P. 737–757. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12993> (in Eng.)
- Canazza E., Grauso M., Mihaylova D., & Lante A. (2025). Techno-functional properties and applications of inulin in food systems. *Gels*, 11(10). — P. 829. <https://doi.org/10.3390/gels11100829> (in Eng.)
- Dolmatova O.I., & Muhorkina S.V. (2024). Izuchenie reologicheskikh svojstv kislomolochnogo napitka. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologij* [Study of rheological properties of fermented milk potion. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*], 86(2). — P. 160–165. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2024-2-160-165> (in Russ.)
- El-Kholy W., Aamer R.A., & Ali A. (2020) Utilization of inulin extracted from chicory (*Cichorium*

intybus L.) roots to improve the properties of low-fat synbiotic yoghurt. *Annals of Agricultural Sciences*, 65. — P. 59–67. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2020.02.002> (in Eng.)

Falah F., Vasiee A., Yazdi F. T., & Behbahani B. A. (2021) Preparation and functional properties of synbiotic yogurt fermented with *Lactobacillus brevis* PML1 derived from a fermented cereal-dairy product. *BioMed Research International*, 2021(1). — P. 1057531. <https://doi.org/10.1155/2021/1057531> (in Eng.)

Golubeva L.V., Dolmatova O. I., Gubanova A.A., & Grebenkina A.G. (2015) Izuchenie processa sinerezisa kislomolochnyh napitkov. *Pishchevaya promyshlennost'* [Study of the syneresis process of fermented milk drinks. *Food industry*], (4). — P. 42–43. (in Russ.)

Iriondo-DeHond M., Iriondo-DeHond A., Herrera T., Fernández-Fernández A.M., Sorzano C.O.S., Miguel E., & Del Castillo M.D. (2020) Sensory acceptance, appetite control and gastrointestinal tolerance of yogurts containing coffee-cascara extract and inulin. *Nutrients*, 12(3). — P. 627. <https://doi.org/10.3390/nut12030627> (in Eng.)

Kamel D. G., Hammam A., Alsaleem K., & Osman D. M. (2021). Addition of inulin to probiotic yogurt: Viability of probiotic bacteria (*Bifidobacterium bifidum*) and sensory characteristics. *Food Science & Nutrition*, 9. — P. 1743–1749. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2154> (in Eng.)

Kheto A., Bist Y., Awana A., Kaur S., Kumar Y., & Sehrawat R. (2023). Utilization of inulin as a functional ingredient in food: Processing, physicochemical characteristics, food applications, and future research directions. *Food Chemistry Advances*, 3. — P. 100443. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100443> (in Eng.)

Rahman M.S., Emon D.D., Nupur A.H., Mazumder M.A.R., Iqbal A., & Alim M.A. (2024) Isolation and characterization of probiotic lactic acid bacteria from local yogurt and development of inulin-based synbiotic yogurt with the isolated bacteria. *Applied Food Research*, 4(2). — P. 100457. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100457> (in Eng.)

Sarwar A., Aziz T., Al-Dalali S., Zhao X., Zhang J., ud Din J., ... & Yang Z. (2019) Physicochemical and microbiological properties of synbiotic yogurt made with probiotic yeast *Saccharomyces boulardii* in combination with inulin. *Foods*, 8(10). — P. 468. <https://doi.org/10.3390/foods8100468> (in Eng.)

Soh J.I.X., Wilian M., & Yan S.W. (2021) Inulin enhances nutritional, sensorial and technological characteristics of synbiotic yogurt drink. *British Food Journal*, 123(7). — P. 2571–2581. <https://doi.org/10.1108/BFJ-11-2020-1044> (in Eng.)

Verma D.K., Patel A.R., Tripathy S., Gupta A.K., Singh S., Shah N., ... & Aguilar C.N. (2024) Processing and formulation technology of nutritional and functional food products by utilizing cheese and/or paneer whey: A critical review. *Journal of King Saud University – Science*, 36(11). — P. 103508. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2024.103508> (in Eng.)

Zeng X., Wang Y., Yang S., Liu Y., Li X., & Liu D. (2024) The functionalities and applications of whey/whey protein in fermented foods: a review: X. Zeng et al. *Food Science and Biotechnology*, 33(4). P. 769-790. <https://doi.org/10.1007/s10068-023-01460-5> (in Eng.)

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the «Central Asian Academic Research Center» LLP (Almaty)**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Requirements for articles design for publication in the journal are available on the websites:

www.nauka-nanrk.kz

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

ISSN 2518-1491 (Online), ISSN 2224-5286 (Print)

*Managing Editor: A.Shormakova
Editors: D.S. Alenov, T. Apendiev
Computer layout: G.D. Zhadyranova*

Signed for print: September 23, 2026

Format: 70×90 1/16. 24.0 printed sheets. Order No. 3