

**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 Бурханбайулы, 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

Abdugalimov 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 ангидриді 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., Нурмуханбетова 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
Талгатова Э.Т., Заманбекова А.Т., Абильмагжанов А.З., Ауезханова А.С., Ахметова С.Н. Полимер-модифицированные нанесённые катализаторы окисления циклогексана пероксидом водорода	389

© **Imangaliyeva B.***, **Rakhmetova G.**, **Dossanova B.**, **Sovet N.**, 2026.

Aktobe Regional University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan.

E-mail: nur_b_70@mail.ru

TECHNOLOGY OF BIOLOGICAL FERTILIZER PRODUCTION BY HYDROLYSIS TREATMENT OF POLYMER WASTE

Imangaliyeva Bazarkhan — Candidate of Pedagogical Sciences, K. Zhubanov Aktobe Regional State University, Professor, Aktobe, Kazakhstan,

E-mail: nur_70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3121-3135>;

Gulsim Rakhmetova — Senior teacher, K. Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan,

E-mail: rak_g_62@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-8152-2777>;

Dossanova Bibigul — Candidate of Pedagogical Sciences, K. Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan,

E-mail: b_dosanova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-9723-7312>;

Sovet Nuray — K. Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan,

E-mail: sovetnuray2006@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-7763-6559>.

Abstract. The article examined the possibility of processing plastic waste, in particular polyethylene terephthalate (PET) by hydrolysis and obtaining fertilizers based on the resulting product. The relevance of the work is currently due to the increasing negative impact of plastic waste on the environment and the need to recycle it in an environmentally friendly way. This technology not only reduces the harm of waste to the environment, but also makes it possible to recycle valuable products from them by obtaining biological fertilizers. Hydrolysis treatment enables the breakdown of polymer structures into biologically active compounds. This approach not only addresses plastic waste disposal but also creates opportunities for producing biological fertilizers suitable for agricultural use. Such fertilizers enhance soil fertility, stimulate plant growth, and reduce reliance on mineral fertilizers. The study analyzes the structure, properties, and applications of polymer materials, as well as the environmental consequences of plastic pollution. Innovative waste recycling methods are reviewed, and the theoretical basis of hydrolysis is described, highlighting its effectiveness in chemical recycling of plastics. In the experimental part, a fertilizer sample was synthesized by adding sodium tripolyphosphate to PET hydrolysis products. The effect of the obtained fertilizer on plant growth was investigated, confirming its agrochemical effectiveness. The results of the work form the scientific basis for the effective disposal of plastic waste and its

use as fertilizers in agriculture. The research is aimed at reducing the environmental burden and improving waste recycling technologies in accordance with the principles of sustainable development. The study of the technology of obtaining biological fertilizers by hydrolysis treatment of polymer waste is an urgent and promising area aimed at solving environmental problems, saving resources and implementing the principles of a "green" economy.

Keywords: plastic waste, polymer, polyethylene terephthalate (PET), hydrolysis, recycling, fertilizer, sodium tripolyphosphate ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$), waste utilization, agrochemical efficiency

For citations: Imangaliyeva B., Rakhmetova G., Dossanova B., Sovet N. Technology of biological fertilizer production by hydrolysis treatment of polymer waste. Academic Scientific Journal of Chemistry, 2026. — No. 3. — P. 169–185. DOI: <https://doi.org/10.32014/2026.2518-1491.394>.

© Имангалиева Б.*, Рахметова Г., Досанова Б., Совет Н., 2026.

Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, Қазақстан.

E-mail: nur_b_70@mail.ru

ПОЛИМЕР ҚАЛДЫҚТАРЫН ГИДРОЛИЗДІК ӨНДЕУ АРҚЫЛЫ БИОЛОГИЯЛЫҚ ТЫҢАЙТҚЫШ АЛУ

Имангалиева Базархан — педагогика ғылымдарының кандидаты, профессор, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, Қазақстан,

E-mail: nur_b_70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3121-3135>;

Рахметова Гүлсім — аға оқытушы, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, Қазақстан,

E-mail: rak_g_62@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-8152-2777>;

Досанова Бибігүл — педагогика ғылымдарының кандидаты, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, Қазақстан,

E-mail: b_dosanova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-9723-7312>;

Совет Нұрай — Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, Қазақстан,

E-mail: sovetnurai2006@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-7763-6559>.

Аннотация. Мақалада пластикалық қалдықтарды, атап айтқанда полиэтилентерефталатты (PET) гидролиздік әдіспен қайта өңдеу және алынған гидролиз өнімдері негізінде тыңайтқыш алу мүмкіндігі зерттелді. Жұмыстың өзектілігі пластикалық қалдықтардың қоршаған ортаға түсіретін жүктемесінің артуымен және оларды экологиялық тұрғыдан қауіпсіз қайта өңдеу технологияларын жетілдіру қажеттілігімен байланысты. Зерттеу барысында полимер материалдарының құрылымы, қасиеттері мен қолданылу салалары, пластикалық ластанудың экологиялық салдары және қалдықтарды химиялық қайта өңдеудің заманауи тәсілдері қарастырылды. PET гидролизінің теориялық негіздері сипатталып, оның полимер қалдықтарын қайта өңдеудегі маңызы талданды. Тәжірибелік бөлімде PET қалдықтары гидролизденіп, алынған өнімге

натрий триполифосфаты ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) қосу арқылы тыңайтқыш үлгісі дайындалды. Кейін алынған құрамның өсімдіктің өсуіне әсері бағаланды. Нәтижелер дайындалған тыңайтқыштың өсімдік дамуына оң әсер еткенін көрсетті және гидролиз өнімдерін тиісті құрамда ауыл шаруашылығында қолдану мүмкіндігін негіздейді. Ұсынылған тәсіл пластикалық қалдықтарды кәдеге жарату мен ауыл шаруашылығына пайдалы өнім алуды ұштастырады және ресурстарды тиімді пайдалану мен тұрақты даму қағидаттарына сәйкес келеді. Болашақта гидролиз жағдайлары мен тыңайтқыш құрамын оңтайландырып, технологияны ауқымды деңгейде қолдану мүмкіндігін бағалау қажет.

Түйін сөздер: пластикалық қалдықтар, полимер, полиэтилентерефталат (PET), гидролиз, қайта өңдеу, тыңайтқыш, натрий триполифосфаты ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$), қалдықтарды кәдеге жарату, агрохимиялық тиімділік

© Имангалиева Б.*, Рахметова Г., Досанова Б., Совет Н., 2026.

Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова,
Актобе, Казахстан.

E-mail: nur_b_70@mail.ru

ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ ПУТЕМ ГИДРОЛИЗНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

Имангалиева Базархан — кандидат педагогических наук, профессор, Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, Актобе, Казахстан,

E-mail: nur_b_70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3121-3135>;

Рахметова Гүлсім — старший преподаватель, Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, Актобе, Казахстан,

E-mail: rak_g_62@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-8152-2777>;

Досанова Бибигуль — кандидат педагогических наук, Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, Актобе, Казахстан,

E-mail: b_dosanova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-9723-7312>;

Совет Нурай — Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, Актобе, Казахстан,

E-mail: sovetnurai2006@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-7763-6559>.

Аннотация. В статье исследована возможность переработки пластиковых отходов, в частности полиэтилентерефталата (ПЭТ), методом гидролиза с последующим получением удобрения на основе продуктов гидролиза. Актуальность работы обусловлена увеличением экологической нагрузки, связанной с накоплением пластиковых отходов, и необходимостью разработки экологически приемлемых технологий их переработки. В ходе исследования рассмотрены структура, свойства и области применения полимерных материалов, экологические последствия пластикового загрязнения, а также современные подходы к химической переработке отходов. Описаны теоретические основы гидролиза ПЭТ и проанализирована его применимость для утилизации полимерных отходов. В экспериментальной части ПЭТ подвергали гидролизу, после чего к полученному продукту добавляли триполифосфат натрия ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) для получения удобренной композиции. Затем оценивали влияние полученного

состава на рост растений. Результаты показали положительное воздействие разработанной композиции на развитие растений и подтверждают возможность дальнейшего изучения продуктов гидролиза ПЭТ как основы для получения удобрений. Предлагаемый подход сочетает утилизацию полимерных отходов с получением продукта, потенциально пригодного для сельскохозяйственного использования, и соответствует принципам ресурсосбережения и устойчивого развития. Для практического масштабирования технологии требуется дальнейшая оптимизация условий гидролиза и состава удобрения.

Ключевые слова: пластиковые отходы, полимер, полиэтилентерефталат (ПЭТ), гидролиз, переработка, удобрение, триполифосфат натрия (Nappoo)), утилизация отходов, агрохимическая эффективность

Кіріспе. Қазіргі таңда пластикалық қалдықтардың қоршаған ортаға тигізетін зияны айтарлықтай артып келеді. Мұнай негізіндегі пластиктер табиғи жағдайда ұзақ уақыт ыдырамайды, бұл экологиялық мәселелердің, соның ішінде топырақ пен су көздерінің ластануы, тіршілік иелерінің денсаулығына кері әсер етуі және климат өзгерісі сияқты салалардың негізгі себептерінің бірі болып отыр. Осыған байланысты экологиялық таза, биологиялық тұрғыдан ыдырайтын балама материалдарды әзірлеу өзекті мәселе болып табылады. Пластикалық қалдықтарды қайта өңдеудің инновациялық әдістерінің бірі - гидролиз әдісі. Бұл әдістің ерекшелігі - полимерлік тізбектердің судың немесе сілті ерітіндісінің әсерінен бұзылып, қарапайым, биологиялық жағынан қауіпсіз қосылыстарға айналуы. Гидролиз процесінің нәтижесінде алынған өнімдер ауыл шаруашылығында биотыңайтқыш ретінде тиімді пайдалануға жарамды.

Пластикалық қалдықтарды дәстүрлі әдістермен өртеу немесе көму арқылы жою экожүйеге қосымша зиян келтіреді және қоршаған ортаға қауіпті газдар мен қосалқы қалдықтар бөледі. Ал гидролиз әдісі экологиялық таза, химиялық тұрғыдан тиімді және ресурсты үнемдейтін әдіс болып табылады. Бұл тәсіл арқылы алынған органикалық заттар өсімдіктердің өсуіне оң әсер етеді, топырақтың физика-химиялық қасиеттерін жақсартады және ауыл шаруашылығында тыңайтқыш ретінде қолдануға мүмкіндік береді. *Зерттеудің мақсаты:* полиэтилентерефталат (ПЭТ) қалдықтарын гидролиз әдісі арқылы қайта өңдеу және алынған өнімді биотыңайтқыш ретінде қолданудың тиімділігін анықтау.

Зерттеу барысында гидролиз процесінің теориялық негіздері, алынған өнімдердің химиялық құрамы мен агрохимиялық тиімділігі жан-жақты қарастырылды. Зерттеу нәтижесінде пластикалық қалдықтарды тиімді кәдеге жарату мүмкіндігі және ауыл шаруашылығында тыңайтқыш ретінде қолдану жолдары анықталып, экологиялық таза технологияларды дамытуға үлес қосу көзделеді. Өсімдіктерді қоректендіру үшін азоттың негізгі көзі - азот қышқылы мен аммоний тұздары. Қазіргі уақытта барлық елдерде аммиак-нитрат (аммиак селитрасы, эк-аммиак селитрасы, аммоний сульфаты-нитраты, сұйық аммиакаттар), аммиак (аммоний сульфаты, аммоний хлориді, сұйық аммиак, аммиак суы, көміраммиакаттар), нитрат (натрий нитраты, кальций нитраты)

тыңайтқыштарының бірнеше түрі шығарылады: нитрат, амид (мочевина, кальций цианомиді), мочевино-формальдегид тыңайтқыштары.

Барлық азот тыңайтқыштары суда ериді, олардың ішіндегі топырақта жоғарғы қозғалғыштығымен ерекшеленетін NO_3^- анионынан өсімдіктер азотты жақсы сіңіреді. Аммоний нитраты мен карбамид үлесіне жалпы шығарылатын азот тыңайтқыштарының 60%-тен астамы тиесілі. Ол (мочевина) оңай еритін түссіз кристалды зат, өте құнды тыңайтқыш, құрамында өсімдікке жеңіл сіңірілетін 46 % азот бар. Аммиак селитрасы ақ түсті кристалдық зат, құрамы жағынан 35 % азот бар. Оның 2 түрі бар: аммонийлік NH_4^+ және нитраттық NO_3^- . Екеуі де өсімдіктермен жақсы қабылданады. Өсімдіктер белокты синтездегенде аммонийлік азотты күшті жылдамдықпен сіңіреді. Ал нитрат топырақта қалады, сондықтан олар топырақтан оңай шайылып кетеді және буланған жағдайда жер бетіне ауысады. Аммиак селитрасы физиологиялық жағынан қышқыл тыңайтқышқа жатады, сондықтан оны көп қолданса оның қышқылдық әсері топырақта байқалады.

Әк-аммиак селитрасында 60% аммоний нитраты және 40% әктас бар. Бұл қоспадағы әктас аммоний нитратының физиологиялық қышқылдығын толығымен бейтараптандырады. Бұл селитра барлық дақылдар үшін жақсы тыңайтқыш болып табылады, әсіресе кальций салыстырмалы түрде нашар болатын қышқылды-сулы топырақтарда қолданған дұрыс.

Аммоний сульфаты-аммоний сульфатындағы нитрат тұздарының қоспасы, ондағы азот 25,5-26,5% құрайды. Бұл заттар өнімге аз гигроскопиялық және жақсы ұнтақтылық береді.

Аммоний сульфаты-аммоний сульфатындағы нитрат тұздарының қоспасы, ондағы азот 25,5-26,5% құрайды. Бұл заттар өнімге аз гигроскопиялық және жақсы ұнтақтылық береді.

Аммоний сульфатында 20-21% азот бар, суда оңай ериді, тыңайтқыштың гигроскопиялық қабілеті төмен. Топырақта ол сұйық және қатты топырақ фазаларының катиондарымен алмасу реакцияларына тез енеді, сіңірілген аммоний өсімдіктерге жақсы сіңеді.

Аммоний хлориді құрамында 24-25% азот бар, жақсы физикалық қасиеттерге ие: аз гигроскопиялық, сақтау кезінде кептірілмейді, машиналармен жақсы таралады. Топырақта ол тез ериді, өтеу кешенімен алмасу реакцияларына түседі және оңай нитрификацияланады.

Ауыл шаруашылығында қатты тыңайтқыштармен қатар сұйық аммиак тыңайтқыштары да қолданылады сусыз аммиак және аммиак суы және аммиакаттар.

Сусыз аммиакта 82,3% азот бар. Топыраққа енгізілген ол сұйықтықтан аммиак гидроксидін қалыптастыру үшін топырақ ылғалына сіңетін газға айналады. Өзара әрекеттесу арқылы аммиак әр түрлі тұздар береді. Аммиак нитрификациядан өтеді.

Натрий нитраты құрамында 15-16% азот бар, суда жақсы ериді, айтарлықтай гигроскопиялық, жоғары ылғалдылықта қайта кристалданады және үлкен

кристалдарға айналады. Нитрат азоты топырақта физика-химиялық ыдыруға түспейді, ол микроорганизмдер арқылы сіңіріледі.

Мочевина азотқа бай, құрамында 46% азот бар, сондықтан топыраққа қолданған кезде оның біркелкі таралуына ерекше назар аударылады. Мочевина әртүрлі дақылдарға қолданылады.

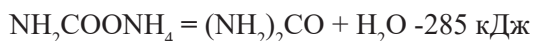
Азотты тыңайтқыштардың құрамында бос аммиак және аминдер (аммиак), аммоний иондары, амин топтары және олардың комбинациялары түріндегі азот болады. Осыған сәйкес азот тыңайтқыштары келесі түрлерге бөлінеді: аммоний, аммоний, нитрат, амид және аммоний селитрасы. Барлық азот тыңайтқыштары суда жақсы ериді, ал өсімдіктер топырақта жоғары қозғалғыш NO_3^- анионнан азотты сіңіреді. Аммиак селитрасы мен несепнәр өндірілетін азот тыңайтқыштарының жалпы көлемінің 60%-дан астамын құрайды. Ол (мочевина) жеңіл еритін түссіз кристалды зат, құрамында 46% азот бар, өсімдіктерге оңай сіңетін өте бағалы тыңайтқыш.

Несепнәр алу үшін шикізат ретінде аммиак пен көмірқышқыл газы қолданылады. Оның синтезі екі кезеңнен тұрады.

Бірінші кезеңде урин қышқылының аммоний тұзы (карбамат) түзіледі:



Әрі қарай карбамат дегидратацияланып, карбамид түзеді:



Мочевина синтезі – кинетикалық аймақта жүретін гетерогенді (Н – С) жүйедегі процесс. Бірінші реакция оңтайлы жағдайда толық және тез жүреді, екінші реакция баяу және толық емес және тек сұйық фазада үдей түседі.

Мочевина шығымын арттыру үшін температура мен қысымды жоғарылату арқылы аммиак мөлшерін стехиометриялық мәннен жоғарылату қажет. Мочевина синтезі өндірісінде 180-200°C температурада және 18-20 МПа қысымда аммиак 100%-дан астам алынады, шығымы 60-70% құрайды, өндіріске әрекеттеспеген аммиак пен көмірқышқыл газы қолданылады. басқа өнімдер немесе өндірістің экономикалық көрсеткіштерін жақсарту үшін процеске қайта жіберіледі.

Оның агрохимиялық қасиеттері барлық азот тыңайтқыштарынан жоғары, ол топырақта ұзақ сақталады және тамыр және жапырақтар арқылы өсімдіктерге таралады. Құны аз, мал азығына азот қоспасы ретінде қосылады. Несепнәр басқа салаларда да қолданылады, мысалы, ағаш жоңқалары, синтетикалық желімдер, фармацевтика, мұнай өңдеу, синтетикалық талшық (Urilon) және т.б. қолданылады.

Аммиак селитрасын өндіру. Аммиак селитрасы ақ түсті кристалды зат, құрамы жағынан 35 % азот бар. Оның 2 түрі бар: аммонийлік NH_4^+ және нитраттық NO_3^- . Екеуі де өсімдіктермен жақсы қабылданады. Өсімдіктер белокты синтездегенде аммонийлік азотты күшті жылдамдықпен сіңіреді. Ал нитрат топырақта қалады, сондықтан олар топырақтан оңай шайылып кетеді және буланған жағдайда

жер бетіне ауысады. Аммиак селитрасы физиологиялық жағынан қышқыл тыңайтқышқа жатады, сондықтан оны көп қолданса оның қышқылдық әсері топырақта байқалады. Оны өндірудің таралған әдісі азот қышқылын аммиакпен бейтараптандыру реакциясына негізделген:



Азот қышқылын 45-48% концентрациясында сұйық күйінде және аммиакты газдық күйде стехиометриялық қатынаста қосады. Реакциялық жылуды толық пайдалану үшін оны азот қышқылы ерітіндісімен бірге келетін суды буландыруға пайдаланады. Аммиак селитрасын бейтараптандырғыш деген аппараттарда алады. Аппарат цилиндр түрінде жасалынған, ішкі цилиндрде тесіктер болады, реакциялық қоспа осы тесіктер арқылы шығып, цилиндр бойымен жоғары көтеріліп, айналмалы қозғалысқа түседі. Газ түрінде 100% аммиак 2,5-3,5 атм. абсолюттік қысыммен беріледі. Азот қышқылы мен аммиак аппаратқа үздіксіз беріледі. Бейтараптану реакциясының жылуы әсерінен қоспа температурасы 110-135°C шамасында сақталады. Аппараттың өнімділігі тәулігіне 700 т астам.

Калий минералды тыңайтқыштары – құрамында K^+ қоректік затының иондары бар табиғи немесе синтетикалық тұздар. Анионның табиғатына қарай калий тыңайтқыштары хлоридті және хлоридсіз болып бөлінеді. Шикізат ретінде табиғи калий тұздары мен өсімдік күлі қолданылады.

Хлоридті типті калий тыңайтқыштарына табиғи минералдар (кайнит, сильвинит), өнеркәсіптік минералды өңдеу өнімдері (калий хлориді), электролиттік ерітінділер (карналлит электролизінің жанама өнімі), калий хлориді мен табиғи минералдарды араластыру арқылы алынған аралас калий тұздары жатады. Хлоридсіз калий тыңайтқыштарына калий сульфаты және калий магний (калий мен магний сульфатының қос тұзы) жатады.

Барлық калий тыңайтқыштары суда ериді. Оларды кристалды және түйіршікті түрде шығарады. Табиғи минералдағы қоректік заттардың мөлшері (K_2O есебімен) шамамен 10%, ал концентрлі тыңайтқышта (калий хлориді) - шамамен 60%.

Калий хлоридін алу үшін шикізат ретінде K_2O -мен салыстырғанда калий мөлшері 22-25% табиғи сильвинит $\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$ минералы қолданылады. Құрамында шамамен 17% K_2O калий хлориді бар карналлиттен алынған $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ өте сирек кездеседі.

Барлық калий тыңайтқыштары ерімтал, көп тараған түрі калий хлориді (63,1% K_2O есептегенде), сильвинитте 22 – 25% K_2O бар.

Сильвиниттен калий хлоридін алудың 2 әдісі бар: кристалдану және флотациялық (80%).

Кристалдану әдісі температураға байланысты KCl және NaCl әртүрлі ерігіштіктеріне негізделген. Нөл градустан жүз градусқа дейін NaCl ерігіштігі өзгермейді, ал KCl ерігіштігі температура жоғарылаған сайын артады, 26°C-та KCl және NaCl ерігіштігі бірдей. Егер ол жүз градуста балқыса, онда ол KCl , NaCl - дан 2 есе артық болады. Салқындаған кезде тек KCl кристалданады.

Флотация әдісі судағы сильвинит KCl және галит $NaCl$ минералының қасиеттеріне негізделген және қалыпты температурада минералдың қаныққан ерітіндісінде жүреді.

Материалдар мен әдістер. *Полимерлі материалдар* - жоғары молекулалық қосылыстар (ЖМҚ) болып табылатын ерекше заттар тобы. Олар көптеген қайталанатын құрылымдық буындардан (мономерлерден) құралған және осы мономерлердің ұзын тізбектелген құрылымы олардың ерекше физика-химиялық қасиеттерін айқындайды. Полимерлердің молекулалық массасы өте жоғары (10^4 – 10^7 шамасында), сондықтан олар тұтқырлығы жоғары, созылғыш әрі серпімді материалдар болып келеді (Zagitov, 2020).

Полимерлердің жалпы сипаттамасы:

Табиғи полимерлер - тірі организмдерде немесе табиғатта дайын күйінде кездесетін жоғары молекулалық қосылыстар. Олар биологиялық процестердің негізгі құрамдас бөлігі болып табылады және тірі ағзалардың құрылымдық, энергия және ақпараттық функцияларын атқарады.

Целлюлоза ($C_6H_{10}O_5$)_n - өсімдіктердің жасуша қабығының негізгі компоненті, талшықтар мен қағаз өндірісінде пайдаланылады;

Крахмал ($C_6H_{10}O_5$)_n - өсімдіктердің қоректік полисахариді, биопластиктер мен биоыдырайтын материалдар өндірісінде шикізат ретінде қолданылады;

Жасанды полимерлер - табиғи полимерлерді химиялық немесе физика-химиялық өңдеу арқылы алынған өнімдер болып табылады. Бұл топтағы полимерлер табиғи материалдардың құрылымын сақтай отырып, олардың қасиеттерін жақсартуға немесе жаңа функционалды сипат беру үшін модификацияланады.

Нитроцеллюлоза (нитратцеллюлоза) - целлюлозаны азот қышқылымен нитрлеу арқылы алынатын өнім, лак-бояу, киноплёнка және жарылғыш заттар өндірісінде қолданылады;

Ацетатцеллюлоза (целлюлоза ацетаты) - целлюлозаны сірке ангидридімен өңдеу арқылы түзіледі, талшық, пластмасса және фотоүлдір өндіруде пайдаланылады;

Синтетикалық полимерлер - төмен молекулалы мономерлердің полимерлену немесе поликонденсация реакциялары нәтижесінде жасанды жолмен алынған жоғары молекулалық қосылыстар. Бұл топ қазіргі заманғы өнеркәсіптік және тұрмыстық материалдардың негізгі бөлігін құрайды. Синтетикалық полимерлердің өндірісі мұнай-химия өнеркәсібімен тығыз байланысты, себебі олардың көпшілігі этилен, пропилен, стирол, винилхлорид сияқты мұнай өнімдерінің туындыларынан алынады.

Полиэтилен ($-CH_2-CH_2-$)_n - ең кең таралған синтетикалық полимер, қаптама, пленка, құбыр және тұрмыстық бұйымдар өндірісінде қолданылады;

Полипропилен ($-CH_2-CH(CH_3)-$)_n - жоғары температура мен химиялық әсерге төзімді полимер, контейнерлер, талшықтар, тұрмыстық ыдыстар өндірісінде пайдаланылады;

Синтетикалық полимерлердің басты артықшылығы - жоғары механикалық беріктік, химиялық төзімділік және өндірістік икемділік. Алайда олардың басты кемшілігі - биологиялық ыдырамауы және қоршаған ортада жиналып, ластану тудыруы (Кукеев, 2022).

Гидролиз – күрделі органикалық немесе бейорганикалық қосылыстардың су молекулаларының әсерінен ыдырау реакциясы. Бұл процесс химиялық тұрғыдан молекуланың құрамындағы байланыстардың (мысалы, эфирлік, амидтік, немесе күрделі эфир байланыстарының) үзілуін қамтиды. Гидролиз реакциясы биологиялық, экологиялық және өнеркәсіптік процестердің маңызды кезеңдерінің бірі болып саналады. Сонымен қатар, гидролиз нәтижесінде алынған өнімдер қайта өңдеуге жарамды және кейбір жағдайларда ауыл шаруашылығында немесе химиялық өнеркәсіпте қолдануға мүмкіндік береді.

Полиэтилентерефталат (PET) сияқты синтетикалық полимерлер гидролиз кезінде мономерлік немесе олигомерлік өнімдерге дейін ыдырай алады. Мұндай реакция барысында PET тізбегіндегі күрделі эфир байланысы су молекулаларымен әрекеттесіп, терефтал қышқылы мен этиленгликоль түзеді. Гидролиз процесінің жүру тиімділігіне температура, қысым, катализатордың табиғаты мен концентрациясы, сондай-ақ реакция ортасының рН мәні айтарлықтай әсер етеді. Химиялық гидролиздің негізгі үш түрі ажыратылады:

1. Қышқылдық гидролиз – түрі күшті қышқылдардың (мысалы, H_2SO_4 , HCl) қатысуымен жүреді. Қышқыл молекулалары полимерлік тізбектегі эфир немесе амид байланыстарын үзіп, мономерлерге немесе олигомерлерге дейін ыдыратуға мүмкіндік береді. Бұл процесс әдетте төмен температурада жүргізіліп, жылдамдықты қышқыл концентрациясы мен температура анықтайды. Қышқылдық гидролиз көбінесе күрделі органикалық қосылыстардың зертханалық немесе өнеркәсіптік ыдырауында қолданылады.

2. Сілтілік гидролиз – натрий ($NaOH$) немесе калий гидроксиді (KOH) ерітінділерінде жүзеге асырылады. Сілтілер полимер молекулаларының байланыстарын гидролиздеп, суда еритін немесе оңай сіңірілетін қосылыстар түзеді. Мысалы, PET сияқты полиэфирлер сілтілік гидролиз кезінде терефтал қышқылы мен этиленгликольге дейін ыдырайды. Бұл процесс экологиялық тұрғыдан тиімді болып, алынған өнімдер қайта өңдеуге немесе ауыл шаруашылығында тыңайтқыш ретінде пайдалануға жарамды.

3. Бейтарап (жоғары температуралы) гидролиз – катализаторсыз, негізінен $200\text{--}250^\circ C$ температурада жүргізіледі. Мұндай жағдайда полимер молекулалары өздігінен немесе су буының қатысуымен ыдырап, мономерлік қосылыстарға бөлінеді. Бейтарап гидролиз көбінесе катализаторды қажет етпейтін экологиялық таза процесс болып есептеледі, бірақ температура мен қысымның жоғары болуы энергетикалық шығындарды арттырады.

Гидролиздің барлық түрлері полимерлерді химиялық қайта өңдеудің тиімді әдісі болып табылады. Әрбір әдістің өз артықшылықтары мен қолдану салалары бар: қышқылдық гидролиз зертханалық талдауларға, сілтілік гидролиз өнеркәсіптік қалдықтарды қайта өңдеуге, ал бейтарап гидролиз экологиялық таза өндіріс процестеріне қолданылады.

PET гидролизі арқылы алынған терефтал қышқылы мен этиленгликоль қайтадан жаңа полимер синтезіне пайдаланылып, қалдықтардың қоршаған ортаға әсерін азайтуға мүмкіндік береді. Бұл әдіс экологиялық тұрғыдан тиімді және

қайта өңдеудің заманауи «жасыл химия» принциптеріне сай келеді (Tarasov et al, 2020).

Тыңайтқыштар - өсімдіктердің қоректік заттарға деген физиологиялық қажеттілігін қамтамасыз ету, топырақтың құнарлылығын арттыру және ауыл шаруашылығы дақылдарының өнім сапасын жақсарту мақсатында қолданылатын заттар. Олардың құрамында өсімдіктердің өсуі мен дамуына қажетті макро және микроэлементтер болады. Тыңайтқыштар өсімдіктердің метаболизмін белсендіреді, фотосинтез процесін күшейтеді, және топырақтағы биохимиялық тепе-теңдікті қалпына келтіреді.

Минералды тыңайтқыштар - бейорганикалық қосылыстардан жасалған, өсімдіктерге қажетті элементтерді (азот, фосфор, калий және т.б.) оңай сіңірілетін формада беретін химиялық заттар. Олар топыраққа енгізілгеннен кейін тез еріп, өсімдік тамырларымен сіңіріледі.

Минералды тыңайтқыштар үш негізгі топқа бөлінеді:

Азотты тыңайтқыштар - өсімдіктің жасуша құрылымының дамуына және белок түзілу процесіне қатысады. Негізгі түрлері: аммиак селитрасы (NH_4NO_3), мочевины ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$), аммоний сульфаты ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$).

Сұйық аммиак тыңайтқыштары. Ауыл шаруашылығында қатты азот тыңайтқыштарымен қатар сұйық азот тыңайтқыштары да қолданылады: аммиак (сұйық) аммиак, су аммиак (аммиак суы), аммиакаттар.

Сусыз аммиак құрамында 82.3% азот бар. Топыраққа енгізілген ол сұйықтықтан аммоний гидроксиді түзу үшін топырақ ылғалымен сіңетін газға айналады. Топырақ ерітіндісінің аниондарымен әрекеттесу арқылы аммиак әртүрлі тұздар шығарады және топырақ коллоидтарымен физика-химиялық реакцияларға еніп, топырақтың қатты фазасына сіңеді. Аммиак нитрификацияға ұшырайды, онда әлсіз қозғалады, бірақ тез нитрификацияланады, үлкен ұтқырлыққа ие болады. Аммиакаттарда 30-35% азот бар. Оларды аммиак селитрасы мен кальций нитраты немесе аммиак селитрасы мен мочевины сұйық аммиакта еріту арқылы алады. Аммиакаттар негізінен аммиак-нитрат тыңайтқыштарымен бірдей физика-химиялық қасиеттерге ие. Олардың құрамында азот аммиак және нитрат түрінде болады. Бұл тыңайтқышты әр түрлі топырақта, барлық дақылдарға қолдануға болады.

Нитрат тыңайтқыштары.

NaNO_3 натрий нитраты құрамында 15-16% азот бар, суда жақсы ериді, айтарлықтай гигроскопиялық, жоғары ылғалдылықта қайта кристалданады және үлкен кристалдарға айналады. Нитрат азоты топырақта физикалық-химиялық сіңірілмейді, оны микроорганизмдер сіңіреді. Бұл тыңайтқыш сілтілі. Бірнеше рет қолдану, ол гидролитикалық қышқылдықты және метаболизмді азайтады, бірақ топырақтың негіздермен қанығу дәрежесін арттырады.

Фосфорлы тыңайтқыштар - энергия алмасуға, тамыр жүйесінің дамуына және гүлдеу процесіне әсер етеді. Мысалы: суперфосфат ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$), фосфорит ұны ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), натрий триполифосфаты ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$).

Фосфордың жаратылыста кең мөлшерде кездесетін қосылыстары фосфорит

пен апатит, екеуінде де фосфор кальций фосфаты $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ түрінде болады. Бұл түрінде өсімдікке сіңімсіз, сондықтан оны $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ айналдырады.

Фосфоритті сілтілік металдардың тұздарымен жоғары температурада қыздырса, құрамында CaNaPO_4 оны термофосфат деп атайды.

Қазіргі кезде пайдаланылып жүрген бірнеше фосфорлы тыңайтқыштар бар:

Қож - металлургия өндірісінің қалдығы, оның құрамында 17-18% P_2O_5 болады.

Сүйек ұны - тазартылған сүйекті ұнтақтау арқылы алынады, оның ішінде 25%-ға дейін P_2O_5 кездеседі.

Фосфорит, немесе апатит ұны - ұсақ ұнтақталған фосфорит не апатит, құрамында 20%-дай P_2O_5 болады.

Күрделі құрамды тыңайтқыштар, олар:

Аммофос $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ - моноаммоний фосфат, ішінде 11% (N)азот, 44% P_2O_5 (фосфор V оксиді) болады.

Диаммофос $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ішінде 20% азот (N), 52% P_2O_5 бар.

Азофоска - диаммоний фосфатпен $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, калий нитратын KNO_3 араластырып даярлайды, оның құрамында N (азот), P(фосфор) және K (калий) бар тыңайтқыш түзіледі

Калийлі тыңайтқыштар - судың өсімдік бойындағы қозғалысын реттейді, ферменттердің белсенділігін арттырады. Түрлері: калий хлориді (KCl), калий сульфаты (K_2SO_4).

Минералды тыңайтқыштардың артықшылығы - әсер ету жылдамдығы жоғары, бірақ оларды шамадан тыс қолдану топырақтың тұздануына және экожүйенің тепе-теңдігін бұзуға әкелуі мүмкін.

Калий минералдық тыңайтқыштары құрамында қоректік элемент K^+ иондары болатын, табиғи немесе синтездік тұздар болып табылады. Анионның табиғатына байланысты калий тыңайтқыштары хлоридті және хлоридсіз деп бөлінеді. Шикізат ретінде табиғи калий тұздарын және өсімдіктердің күлін қолданады.

Хлоридті типті калий тыңайтқыштарына табиғи минералдар (каинит, сильвинит), минералдарды өнеркәсіптік өңдеу өнімдері (калий хлориді), электролиттік ерітінділер (карналлит электролизінің қосымша өнімі), калий хлориді мен табиғи минералды араластырып алынған аралас калий тұздары жатады. Хлоридсіз калий тыңайтқыштарына калий сульфаты және калий магнезиясы (калий мен магний сульфатының қос тұзы) жатады.

Барлық калий тыңайтқыштары суда ериді. Оларды кристалдық және түйіршіктелген түрде шығарады. Табиғи минералда қоректік элементтің мөлшері (K_2O -мен есептегенде) 10%-ке жуық, ал концентрленген тыңайтқышта (калий хлоридінде) 60%-тей болады.

Калий тыңайтқышы өндірісі

Калий тыңайтқыштары табиғи немесе синтетикалық тұздар құрамында K^+ ионы бар. Тегіне қарай хлоридті және хлоридсіз болып бөлінеді.

Хлоридті түріне табиғи минералдар (сильвинит, каинит) минералды өндірістік өңдеу өнімдері (калий хлориді), аралас (табиғи тұз қышқылы)

Хлоридсіз түріне K_2SO_4 және калиймагнезия (K_2SO_4 пен $MgSO_4$ қос тұзы) жатады.

Барлық калий тыңайтқыштары ерімтал (түйіршік, гранулы)

Қоректік элемент (K_2O есептегенде) 10% - 60% дейін болады.

Көп тараған түрі калий хлориді (63,1% K_2O есептегенде)

Сильвинит – 22 – 25 % K_2O

Сильвиниттен калий хлоридін алудың 2 әдісі бар: кристалдану және флотациялық (80%)

Органикалық тыңайтқыштар — өсімдік пен жануар қалдықтарынан алынған табиғи тектес заттар. Олардың құрамында көміртек, азот, фосфор, калий және микроэлементтер табиғи байланысқан формада болады. Органикалық тыңайтқыштар топырақ құрылымын жақсартып, микроорганизмдердің белсенділігін арттырады, сондықтан топырақтың биологиялық құнарлылығын ұзақ уақыт бойы сақтайды. Топырақтың физикалық және химиялық қасиеттерін жақсартады, суды ұстап тұру қабілетін арттырады, ал кемшілігі — әсері баяу және қоректік заттар мөлшері аз.

Негізгі түрлері: көң, құс саңғырығы, компост, шірінді (гумус), биогумус және өсімдік қалдықтары (Vasil'ev et al, 2022).

Микроэлементтік тыңайтқыштар

Микроэлементтік тыңайтқыштар құрамында өсімдікке өте аз мөлшерде қажет, бірақ физиологиялық тұрғыдан аса маңызды элементтер бар. Бұл элементтер фотосинтез, тыныс алу, ферменттік реакциялар және нуклеин қышқылдарының түзілу процестеріне қатысады.

Маңызды микроэлементтерге темір (Fe), мырыш (Zn), мыс (Cu), бор (B), марганец (Mn), молибден (Mo), және кобальт (Co) жатады.

Мысалы, бор тыңайтқыштары гүл мен жеміс түзілуін жақсартады, ал мырыш пен мыс өсімдіктің иммунитетін арттырады.

Микроэлементтік тыңайтқыштар көбінесе хелат түрінде (Fe-EDTA, Zn-EDTA) немесе ерімтал тұздар түрінде қолданылады. Олар өсімдікке тез сіңіп, физиологиялық жетіспеушіліктің алдын алады.

Кешенді тыңайтқыштар – құрамында екі немесе одан да көп қоректік элементтер бар көпкомпонентті заттар. Мұндай тыңайтқыштар өсімдіктің өсу кезеңінде бір мезгілде бірнеше элементке деген қажеттілігін өтейді.

Кешенді тыңайтқыштарға нитроаммофос ($(NH_4)H_2PO_4 + NH_4NO_3$), аммофос ($NH_4H_2PO_4$) және натрий триполифосфаты ($Na_5P_3O_{10}$) негізіндегі фосфат тыңайтқыштары жатады. Бұл қосылыстар топырақта баяу ериді, бірақ ұзақ мерзімді әсер береді.

Кешенді тыңайтқыштардың басты артықшылығы – олардың теңдестірілген құрамында. Олар өсімдіктің қоректенуін оңтайландырып, еңбек шығынын азайтады және өнім сапасын арттырады. Сонымен қатар, экологиялық таза технологиялар арқылы алынған кешенді тыңайтқыштар топырақтың ластануын азайтып, тұрақты егіншілік жүйесін дамытуға мүмкіндік береді.

Кесте 1 — Тыңайтқыштардың түрлері және қолдану ерекшеліктері

Тыңайтқыш түрі	Құрамы/Элементтері	Негізгі әсері	Артықшылығы
Минералды	N, P, K	Өсімдіктің өсуін жылдамдатады, топыраққа тез әсер етеді	Жылдам әрекет етеді
Органикалық	C,N,P,K микроэлементтер	Топырақ құрылымын жақсартады, микроорганизмдерді ынталандырады	Ұзақ мерзімді әсер
Микроэлементтік	Fe, Zn, Cu, B, Mn, Mo	Физиологиялық маңызды элементтерді қамтамасыз етеді	Аз мөлшерде қажет, тиімді
Кешенді	N+P+K, кейде микроэлементтер	Бір мезгілде бірнеше элементті береді, өнімді арттырады	Өсімдік қоректенуін оңтайландырады

Зертеу жүргізу және нәтижелерін өңдеу. PET пластикін гидролиздеу процесі:

PET пластикті майдаланып, таза етіп жуылып, құрғатылды. Колбаға 100 мл 1 М NaOH ерітіндісін құйылып, ерітіндіге 10 г пластикті салынып, шыны таяқшамен араластырылды. Колбаны су моншасына орналастырып, 80–90°C температурада 4–5 сағат қыздырылды. Қоспа түсі өзгеріп, пластик біртіндеп ерітіліп, тұнба түзіледі. Қоспаны суытылып, сүзгі қағазы арқылы сүзіледі. Алынған ерітінді -гидролиз өнімдері: терефталъ қышқылы тұздары мен этиленгликоль қоспасы.



Сурет 1 — Қажетті құрал-жабдықтар

 $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_{10}$ қосу арқылы тыңайтқыш алу әдістемесі

Қажетті құралдар мен реактивтер:

1-тәжірибеден алынған гидролиз өнімі-100 мл, натрий триполифосфаты ($\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_{10}$) -2-3 г

Жұмыс барысы:

1-тәжірибеден алынған ерітіндіні шыны стақанға құйылды. Сол ерітіндіге 2–3

г $\text{Na}_3\text{P O}_1$ қосып, толық ерігенше араластыру. Тыңайтқыш ерітіндісі дайын болған соң, оны 1:5 қатынасында сумен сұйылтылды (мысалы, 20 мл тыңайтқыш + 100 мл су).



Сурет 2 — Тыңайтқыш алу барысы.

Кесте 2 — Тыңайтқыш құрамы

Компонент	Құрамы	Рөлі
$\text{Na}_2\text{C}_8\text{H}_4\text{O}_4$ (натрий терефталаты),	Топырақ құрылымын жақсартады	Органикалық тұз микроорганизмдердің дамуына жағдай жасайды
$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ (натрий триполифосфаты)	Фосфор көзі	Өсімдіктің энергия алмасуына, тамыр дамуына және гүлдеуіне әсер етеді
NaOH қалдығы	Сілті	Артық болған жағдайда зиян болуы мүмкін, бірақ бейтараптандырылса қауіпсіз болады

Тыңайтқышты өсімдікке пайдалану. Талқылау.

Қажетті құрал-жабдықтар:

- Дайын тыңайтқыш ерітіндісі (қажетті концентрацияда)
- Топырақ (таза, бірдей мөлшерде) – 6 дана ыдысқа
- Өсімдік тұқымдары (шалғам және аскөк) – әр ыдысқа бірдей мөлшерде
- Су құятын ыдыс
- Бақылау тобына арналған таза су
- Маркер (ыдыстарды белгілеу үшін)

Зерттеу әдістемесі

Тәжірибені жүргізу үшін бірдей көлемдегі алты ыдыс дайындалып, олардың әрқайсысына таза топырақ тең мөлшерде салынды. Әр ыдысқа 5 данадан шалғам және аскөк тұқымдары отырғызылды. Тәжірибелік және бақылау топтарын ажырату үшін ыдыстар белгіленді. Бірінші топтағы өсімдіктер дайын тыңайтқыш ерітіндісімен, ал екінші топтағы өсімдіктер тек таза сумен суарылды. Барлық

өсімдіктер бірдей жағдайларда өсіріліп, күн сайын бірдей көлемде суарылып отырды. Өсімдіктердің өсу процесі 14 күн бойы бақыланды. Бақылау барысында өсімдіктің биіктігі, жапырақтарының түсі және өсу қарқыны күнделікті тіркеліп отырды. Алынған мәліметтер тәжірибелік және бақылау топтары арасында салыстырмалы түрде талданды.



Сурет 3 — Тыңайтқышты өсімдікке пайдалану 3-күн



Сурет 4 — Тыңайтқышты өсімдікке пайдалану 10 күн



Сурет 5 — 14 күннен кейінгі нәтиже(шалғам)



Сурет 6 — 14 күннен кейінгі нәтиже (аскөк)

Кесте 3 — Бақылау нәтижелері

Күн	Өсімдік түрі	Тыңайтқышсыз(см)	Тыңайтқышпен(см)
3	Шалғам	1.0	1.3
5	Шалғам	2.2	2.5
7	Шалғам	4.3	4.8
10	Шалғам	5.5	6.4
14	Шалғам	7.1	8.3
3	Аскөк	0.8	1.2
5	Аскөк	1.5	2.4
7	Аскөк	3.2	4.3
10	Аскөк	4.5	6.1
14	Аскөк	5.8	7.6

Бұл зерттеу жұмысы пластикалық қалдықтарды гидролиз әдісі арқылы қайта өңдеу және алынған өнімді тыңайтқыш ретінде пайдалану мүмкіндіктерін қарастырды. Жүргізілген тәжірибелер пластикті гидролиздеу нәтижесінде пайдалы органикалық қосылыстар түзілетінін және олардың топыраққа оң әсер ететінін көрсетті.

Зерттеу барысында келесі негізгі **қорытындылар** жасалды:

1. Гидролиз әдісінің тиімділігі – пластикалық қалдықтарды гидролиз арқылы ыдырату олардың құрамындағы органикалық қосылыстарды өсімдіктерге қажетті элементтерге айналдыруға мүмкіндік береді. Бұл әдіс экологиялық тұрғыдан қауіпсіз әрі тиімді қайта өңдеу тәсілдерінің бірі болып табылады.

2. Тыңайтқыштың құрамы мен әсері – алынған тыңайтқыш топырақтың құнарлылығын арттырып, өсімдіктердің өсуіне жағымды әсер ететіні анықталды. Оның құрамындағы пайдалы элементтер өсімдіктердің қалыпты дамуына қажетті қоректік заттармен қамтамасыз ете алады.

3. Экологиялық және экономикалық маңызы – Пластикалық қалдықтарды осылайша қайта өңдеу олардың қоршаған ортаға тигізетін зиянын азайтады және қалдықтарды кәдеге жарату мәселесін шешуге көмектеседі. Сонымен қатар, бұл әдіс тыңайтқыш өндірудің балама және үнемді жолы ретінде қарастырылады.

Биологиялық тыңайтқыштар жасушадағы протоплазманың маңызды бөлігін түзеді, тірі ағзаның өсіп өнуіне қатысатын түрлі органикалық заттардың құрамында болады. Яғни тіршілік процестеріне үлкен әсер ететін - фермент, гормон, дәрумендердің құрамына кіреді, осылайша өнімнің сапасын жақсартады. Сондықтан да оларды қолдануды қарастырған жөн. Полимер қалдықтарын гидролиздеп өңдеу арқылы биобактерияларды қосу, биостимуляторлар алып топырақты құнарландыру, өсімдіктердің түрлі экологиялық әсерге төзімділігін арттыруға мүмкіндік беретіні сөзсіз.

Зерттеу пластикалық қалдықтарды тиімді пайдаланудың жаңа мүмкіндіктерін көрсетіп, оларды ауыл шаруашылығында қолданудың әлеуетін дәлелдеді. Болашақта гидролиз әдісін жетілдіру арқылы алынатын тыңайтқыштардың сапасын арттырып, оны ауқымды өндірісте қолдану мүмкіндіктерін қарастыру қажет. Осылайша, бұл технология экологиялық таза ауыл шаруашылығын дамытуға және қоршаған ортаны қорғауға өз үлесін қоса алады.

References

- Caraceni F., Arfelli F., Sansi R., Ballarino A., Brondi C., Cespi D., & Passarini F. (2026) Environmental Impacts of PET Chemical recycling: A case study on alkaline hydrolysis and Systemic evaluation. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 14(9). — P. 4499–4509. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.5c12048>. (in Eng.).
- Duzelbaeva S., Imangaliyeva B., Nurlybaev I., Sovet N., Baqtiyarov B. (2025) Zhasandy polimerge balama retinde krahmaldan biopolimer alu zhane onyn bioydyrau qasiyterin zertteu [Obtaining a biopolymer from starch as an alternative to an artificial polymer and studying its biodegradability properties]. *Academic Scientific Journal of Chemistry*, 3(464):41–63. URL: <https://journals.nauka-nanrk.kz/chemistry-technology/article/view/7603/5166> (in Kazakh).
- Fertilizer: definition, types, advantages, disadvantages, uses (2022) Science Info. (in Eng.).
- Francis R. (2016) *Recycling of polymers: methods, characterization and applications*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim: 55–59. (in Eng.).
- Grigore M. (2017) Methods of recycling, properties and applications of recycled thermoplastic polymers. *Composites Part B: Engineering*, 117:265–273. (in Eng.).
- International Fertilizer Association (n.d.) Fertilizers and their efficient use. — P. 13–15. (in Eng.).
- Ishalina O.V., Lakeev S.N., Minnigulov R.Z., Maidanova I.O. (2015) Analiz metodov pererabotki otkhodov polietilenterefalata [Analysis of methods for recycling polyethylene terephthalate waste]. *Promyshlennoe proizvodstvo i ispolzovanie elastomerov*, (3):39–45. (in Russ.).
- Ko W.B., Kydryali A., Ko J.W., Zhambolova A., Ubaidulayeva N., Imangaliyeva B., Yerkibayeva M., Ongarbayev Y. (2026) Integration of STEM technologies in chemistry education: opportunities, challenges, and future directions. *Frontiers in Education*, 11. DOI: 10.3389/educ.2026.1823241 (in Eng.).
- Kukeev Zh.K., Shomshekeeva A.K. (2022) Analiz metodov vtorichnoy pererabotki otkhodov polietilenterefalata [Analysis of methods for secondary recycling of polyethylene terephthalate waste]. *Ekonomika i obshchestvo*, 4(95). (in Russ.).
- Kumar G., & Bharti A. (2025) Chemical upcycling of waste polyethylene terephthalate via Cosolvent-Assisted alkaline hydrolysis. *Journal of the Mexican Chemical Society*. — P. 555–570. <https://doi.org/10.29356/jmcs.v69i3.2206>. (in Eng.).
- Liu S., Fu C., Shen B., Zhang J., Xu M., You S., Qi W., & Wang M. (2025) Efficient hydrolysis of polyethylene terephthalate and product extraction using an aqueous Two-Phase system. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 64(10). — P. 5756–5764. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.4c04596>. (in Eng.).
- Pan S., Hsiao Y., Negi S., Matsagar B.M., & Wu K.C. (2024) Green Synthesis of Waste-Derived Metal–Organic Frameworks for Organic Substance Extraction from Piggery Wastewater as Biofertilizers. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 12(49). — P. 17793–17805. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.4c07030>. (in Eng.).
- Plastic pollution in oceans and on land (2025) *Encyclopaedia Britannica*. (in Eng.).
- Plasticheskie massy [Plastics] (2023) *Bolshaya rossiyskaya entsiklopediya*. (in Russ.).
- Tarasov F.I., Orlova N.Yu. (2020) Polimernye materialy: sovremennoe sostoyanie, primeneniye i perspektivy razvitiya [Polymer materials: current state, application and development prospects]. *Snezhinsky Physics and Technology Institute, Snezhinsk*. (in Russ.).
- Thermochemical and chemo-biological molecular recycling of plastic waste and plastic-biomass waste mixtures: an updated review (2025) *MDPI*, 14(3):225–246. (in Eng.).
- Vasil'ev M.V. (2022) *Metody pererabotki izdeliy iz bioplastika* [Methods for processing products from bioplastic]. *CyberLeninka*. (in Russ.).
- Zagitov E.S. (2020) *Progressivniy glyymi zertteuler: teoriya, adisteme zhane qoldanu praktikasy* [Progressive scientific research: theory, methodology and application practice]. *Aeterna*, Ufa: 5–7. (in Kazakh).

**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