

ISSN 2518-1483 (Online),
ISSN 2224-5227 (Print)

2023 • 3



ҚАЙЫРЫМДЫЛЫҚ ҚОРЫ

HALYK

CHARITY FOUNDATION

«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ
«ХАЛЫҚ» ЖҚ

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»
ЧФ «ХАЛЫҚ»

REPORTS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
«Halyk» Private Foundation

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK



ЧФ «ХАЛЫҚ»

В 2016 году для развития и улучшения качества жизни казахстанцев был создан частный Благотворительный фонд «Халык». За годы своей деятельности на реализацию благотворительных проектов в областях образования и науки, социальной защиты, культуры, здравоохранения и спорта, Фонд выделил более 45 миллиардов тенге.

Особое внимание Благотворительный фонд «Халык» уделяет образовательным программам, считая это направление одним из ключевых в своей деятельности. Оказывая поддержку отечественному образованию, Фонд вносит свой посильный вклад в развитие качественного образования в Казахстане. Тем самым способствуя росту числа людей, способных менять жизнь в стране к лучшему – профессионалов в различных сферах, потенциальных лидеров и «великих умов». Одной из значимых инициатив фонда «Халык» в образовательной сфере стал проект *Ozgeris powered by Halyk Fund* – первый в стране бизнес-инкубатор для учащихся 9-11 классов, который помогает развивать необходимые в современном мире предпринимательские навыки. Так, на содействие малому бизнесу школьников было выделено более 200 грантов. Для поддержки талантливых и мотивированных детей Фонд неоднократно выделял гранты на обучение в Международной школе «Мирас» и в *Astana IT University*, а также помог казахстанским школьникам принять участие в престижном конкурсе «*USTEM Robotics*» в США. Авторские работы в рамках проекта «Тәлімгер», которому Фонд оказал поддержку, легли в основу учебной программы, учебников и учебно-методических книг по предмету «Основы предпринимательства и бизнеса», преподаваемого в 10-11 классах казахстанских школ и колледжей.

Помимо помощи школьникам, учащимся колледжей и студентам Фонд считает важным внести свой вклад в повышение квалификации педагогов, совершенствование их знаний и навыков, поскольку именно они являются проводниками знаний будущих поколений казахстанцев. При поддержке Фонда «Халык» в южной столице был организован ежегодный городской конкурс педагогов «*Almaty Digital Ustaz*».

Важной инициативой стал реализуемый проект по обучению основам финансовой грамотности преподавателей из восьми областей Казахстана, что должно оказать существенное влияние на воспитание финансовой грамотности и предпринимательского мышления у нового поколения граждан страны.

Необходимую помощь Фонд «Халык» оказывает и тем, кто особенно остро в ней нуждается. В рамках социальной защиты населения активно проводится работа по поддержке детей, оставшихся без родителей, детей и взрослых из социально уязвимых слоев населения, людей с ограниченными возможностями, а также обеспечению нуждающихся социальным жильем, строительству социально важных объектов, таких как детские сады, детские площадки и физкультурно-оздоровительные комплексы.

В копилку добрых дел Фонда «Халык» можно добавить оказание помощи детскому спорту, куда относится поддержка в развитии детского футбола и карате в нашей стране. Жизненно важную помощь Благотворительный фонд «Халык» оказал нашим соотечественникам во время недавней пандемии COVID-19. Тогда, в разгар тяжелой борьбы с коронавирусной инфекцией Фонд выделил свыше 11 миллиардов тенге на приобретение необходимого медицинского оборудования и дорогостоящих медицинских препаратов, автомобилей скорой медицинской помощи и средств защиты, адресную материальную помощь социально уязвимым слоям населения и денежные выплаты медицинским работникам.

В 2023 году наряду с другими проектами, нацеленными на повышение благосостояния казахстанских граждан Фонд решил уделить особое внимание науке, поскольку она является частью общественной культуры, а уровень ее развития определяет уровень развития государства.

Поддержка Фондом выпуска журналов Национальной Академии наук Республики Казахстан, которые входят в международные фонды Scopus и Wos и в которых публикуются статьи отечественных ученых, докторантов и магистрантов, а также научных сотрудников высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов нашей страны является не менее значимым вкладом Фонда в развитие казахстанского общества.

**С уважением,
Благотворительный Фонд «Халык»!**

Б А С Р Е Д А К Т О Р :

БЕНБЕРИН Валерий Васильевич, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Президенті Іс Басқармасы Медициналық орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 11

Р Е Д А К Ц И Я Л Ы Қ А Л Қ А :

РАМАЗАНОВ Тілекқабил Сәбитұлы, (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 26

РАМАНҚҰЛОВ Ерлан Мирхайдарұлы, (бас редактордың орынбасары), профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Ph.D биохимия және молекулалық генетика саласы бойынша Ұлттық биотехнология орталығының бас директоры (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 23

САНГ-СУ Квак, Ph.D (биохимия, агрохимия), профессор, Корея биоғылым және биотехнология ғылыми-зерттеу институты (KRIBB), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері, (Дэчон, Корея), Н = 34

БЕРСІМБАЕВ Рахметқажы Ескендірұлы, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Еуразия ұлттық университеті. Л.Н. Гумилев (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 12

ӘБИЕВ Руфат, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны онтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей), Н = 14

ЛЮКШИН Вячеслав Нотанович, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «PERSONA» халықаралық клиникалық репродуктология орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 8

СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич, биология ғылымдарының докторы, профессор, Чуваш республикасының еңбек сіңірген ғылым қайраткері, «Чуваш мемлекеттік аграрлық университеті» Федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары білім беру мекемесі Акушерлік және терапия кафедрасының меңгерушісі, (Чебоксары, Ресей), Н = 23

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Хамдар университетінің шығыс медицина факультеті, Шығыс медицинасы колледжінің профессоры, (Карачи, Пәкістан), Н = 21

ЩЕПЕТКИН Игорь Александрович, медицина ғылымдарының докторы, Монтана штаты университетінің профессоры (Монтана, АҚШ), Н = 27

КАЛАНДРА Пьетро, Ph.D (физика), нанокұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), Н = 26

МАЛЫМ Анна, фармацевтика ғылымдарының докторы, профессор, Люблин медицина университетінің фармацевтика факультетінің деканы (Люблин, Польша), Н = 22

БАЙМҰҚАНОВ Дастан Асылбекұлы, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, ҚР ҰҒА корреспондент мүшесі, "Мал шаруашылығы және ветеринария ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШС мал шаруашылығы және ветеринарлық медицина департаментінің бас ғылыми қызметкері (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 1

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), Н = 42

КАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәліұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 7

БОШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 10

QUEVEDO Hernando, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), Н = 28

ЖУСНОВ Марат Абжанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 7

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), Н = 5

ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 5

ХАРИН Станислав Николаевич, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан-Британ техникалық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 10

ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 12

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № KZ93VPY00025418 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік. Тақырыптық бағыты: *өсімдік шаруашылығы, экология және медицина саласындағы биотехнология және физика ғылымдары.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет. Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28; 219 бөл.; тел.: 272-13-19

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

БЕНБЕРИН Валерий Васильевич, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан (Алматы, Казахстан), Н = 11

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), Н = 26

РАМАНКУЛОВ Ерлан Мирхайдарвич, (заместитель главного редактора), профессор, член-корреспондент НАН РК, Ph.D в области биохимии и молекулярной генетики, Генеральный директор Национального центра биотехнологии (Нур-Султан, Казахстан), Н = 23

САНГ-СУ Квак, доктор философии (Ph.D, биохимия, агрохимия), профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инженерных систем растений, Корейский научно-исследовательский институт бионауки и биотехнологии (KRIBB), (Дэчон, Корея), Н = 34

БЕРСИМБАЕВ Рахметкажи Искендерович, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Нур-Султан, Казахстан), Н = 12

АБНЕВ Руфат, доктор технических наук (биохимия), профессор, заведующий кафедрой «Оптимизация химической и биотехнологической аппаратуры», Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Санкт-Петербург, Россия), Н = 14

ЛЮКШИН Вячеслав Нотанович, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного клинического центра репродуктологии «PERSONA» (Алматы, Казахстан), Н = 8

СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Чувашской Республики, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет» (Чебоксары, Чувашская Республика, Россия), Н = 23

ФАРУК Асава Дар, профессор Колледжа восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет восточной медицины Университета Хамдарда (Карачи, Пакистан), Н = 21

ЦЕЛЕТКИН Игорь Александрович, доктор медицинских наук, профессор Университета штата Монтана (США), Н = 27

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), Н = 26

МАЛЫМ Анна, доктор фармацевтических наук, профессор, декан фармацевтического факультета Люблинского медицинского университета (Люблин, Польша), Н = 22

БАЙМУКАНОВ Дастанбек Асылбекович, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент НАН РК, главный научный сотрудник Департамента животноводства и ветеринарии (Нур-Султан, Казахстан), Н = 1

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), Н = 42

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), Н = 7

БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 10

QUEVEDO Hemando, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), Н = 28

ЖУСУПОВ Марат Абжанович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 7

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), Н = 5

ТАКИБАЕВ Нургали Жабгаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 5

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстано-Британский технический университет (Алматы, Казахстан), Н = 10

ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 12

Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы). Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № **KZ93VPY00025418**, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *биотехнология в области растениеводства, экологии, медицины и физические науки.*

Периодичность: 4 раз в год. Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28; ком. 219; тел. 272-13-19

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

EDITOR IN CHIEF:

BENBERIN Valery Vasilievich, Doctor of Medicine, Professor, Academician of NAS RK, Director of the Medical Center of the Presidential Property Management Department of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan), H = 11

EDITORIAL BOARD:

RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 26

RAMANKULOV Erlan Mirkhaidarovich, (Deputy Editor-in-Chief), Professor, Corresponding Member of NAS RK, Ph.D in the field of biochemistry and molecular genetics, General Director of the National Center for Biotechnology (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 23

SANG-SOO Kwak, PhD in Biochemistry, Agrochemistry, Professor, Chief Researcher, Plant Engineering Systems Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), (Daecheon, Korea), H = 34

BERSIMBAEV Rakhmetkazhi Iskendirovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of NAS RK, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 12

ABIYEV Rufat, Doctor of Technical Sciences (Biochemistry), Professor, Head of the Department of Optimization of Chemical and Biotechnological Equipment, St. Petersburg State Technological Institute (St. Petersburg, Russia), H = 14

LOKSHIN Vyacheslav Notanovich, Professor, Academician of NAS RK, Director of the PERSONA International Clinical Center for Reproductology (Almaty, Kazakhstan), H = 8

SEMENOV Vladimir Grigorievich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Chuvash Republic, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy, Chuvash State Agrarian University (Cheboksary, Chuvash Republic, Russia), H = 23

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid College of Oriental Medicine. Faculty of Oriental Medicine, Hamdard University (Karachi, Pakistan), H = 21

TSHEPETKIN Igor Aleksandrovich, Doctor of Medical Sciences, Professor at the University of Montana (Montana, USA), H = 27

CALANDRA Pietro, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy), H = 26

MALM Anna, Doctor of Pharmacy, Professor, Dean of the Faculty of Pharmacy, Lublin Medical University (Lublin, Poland), H = 22

BAIMUKANOV Dastanbek Asylbekovich, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the NAS RK, Chief Researcher of the department of animal husbandry and veterinary medicine, Research and Production Center for Livestock and Veterinary Medicine Limited Liability Company (Nur-Sultan, Kazakhstan), H=1

TIGHINEANU Ion Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), H = 42

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 7

BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

QUEVEDO Hemando, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), H = 28

ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 7

KOVALEV Alexander Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine), H = 5

TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 5

KHARIN Stanislav Nikolayevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

DAVLETOV Askar Erbulanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 12

Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (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 No. **KZ93VPY00025418**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *biotechnology in the field of crop research, ecology and medicine and physical sciences.*

Periodicity: 4 times a year. Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

PHYSICAL SCIENCES

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC
OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 3. Number 347 (2023), 7–19

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.220>

HTAMP 14.33.09

© **M. Yessenamanova***, **Zh. Yessenamanova**, **A. Tlepbergenova**,
M. Makhambet, **N. Baitemirova**, 2023

Kh. Dosmukhamedov Atyrau State University, Atyrau, Kazakhstan.

E-mail: mansiya.73@mail.ru

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE VALUES OF ACIDITY AND ELECTRICAL CONDUCTIVITY IN A HYDROPONIC INSTALLATION

Yessenamanova Mansiya — candidate of Technical Sciences, Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: mansiya.73@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5423-2857>;

Yessenamanova Zhanar — master of Engineering and Technology "Applied ecology", doctoral candidate of the PhD "Ecology" of Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: zhanyessen@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0003-3868-4092>;

Tlepbergenova Anar — candidate of Pedagogical Sciences, Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: anar_2808@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0001-7373-8944>;

Makhambet Moldir — master of Natural Sciences, Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: moldir_mahambet@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7881-873X>;

Baitemirova Nurgul — Master of Pedagogical Sciences, Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: n.baytemirova@asu.edu.kz; <https://orcid.org/0000-0003-1411-620X>.

Abstract. The article analyzes the relationship between these values of acidity and electrical conductivity in a closed system of a hydroponic installation. Research on the cultivation of vegetable crops on a hydroponic installation created by students of Kh. Dosmukhamedov Atyrau University showed that for plant growth it is necessary to control the acidity and electrical conductivity of a container with a mineral solution of a hydroponic device. The electrical conductivity content in the mineral solution of the hydroponic device ranges from 855 to 1886. The average figures are 1149.94 ppm. The acidity content in the mineral solution of the hydroponic device was in the range of 5.92–8.56. The average content is 6.89. Consequently, studies show that optimal conditions for the acidity content are observed in the hydroponic device. The analysis carried out within three months showed that the optimal ratio of pH and TDS. Calculations show that the correlation between acidity and electrical conductivity is 0.07, which according

to the gradation table shows that the relationship between acidity and electrical conductivity is average, positive. Thus, an increase in acidity leads to an increase in electrical conductivity, i.e., to an increase in the level of salt mineralization.

Keywords: hydroponic installation system, acidity value, electrical conductivity value, correlation dependence

© М.С. Есенаманова*, Ж.С. Есенаманова, А.Е. Глепбергена,
М. Махамбет, Н.Б. Байтемирова, 2023

Х. Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті,
Атырау, Қазақстан.

E-mail: mansiya.73@mail.ru

ГИДРОПОНИКАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫДАҒЫ ҚЫШҚЫЛДЫҚ ПЕН ЭЛЕКТР ӨТКІЗГІШТІК ШАМАЛАРЫНЫҢ ӨЗАРА БАЙЛАНЫСЫ

Аннотация. Мақалада гидропоникалық қондырғының жабық жүйесіндегі қышқылдық пен электр өткізгіштік шамаларының деректері арасындағы байланысты зерттеу бойынша талдау жүргізілді. Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің студенттері құрған гидропоникалық қондырғыда көкөніс дақылдарын өсіру бойынша зерттеулер өсімдіктердің өсуі үшін гидропоникалық құрылғының минералды ерітіндісі бар ыдыстың қышқылдығы мен электр өткізгіштігін бақылау қажет екенін көрсетті. Гидропоникалық құрылғының минералды ерітіндісіндегі электр өткізгіштік мөлшері 855-тен 1886 - ға дейін. Орташа көрсеткіштер 1149,94 промиллені құрайды. Гидропоникалық құрылғының минералды ерітіндісіндегі қышқылдық мөлшері 5,92–8,56 аралығында болды. Орташа мазмұны 6,89 құрайды. Демек, зерттеулер гидропоникалық құрылғыда қышқылдықтың оңтайлы шарттары сақталатынын көрсетеді. Үш ай ішінде жүргізілген талдау оңтайлы рН мен TDS арақатынасын көрсетті. Есептеулер қышқылдық пен электр өткізгіштік арасындағы корреляция 0,07 екенін көрсетеді, бұл градация кестесіне сәйкес қышқылдық пен электр өткізгіштік арасындағы байланыс орташа, оң екенін көрсетеді. Осылайша, қышқылдықтың жоғарылауы электр өткізгіштігінің жоғарылауына, яғни тұздардың минералдану деңгейінің жоғарылауына әкеледі.

Түйін сөздер: гидропоникалық қондырғы жүйесі, қышқылдық мөлшері, электр өткізгіштік мөлшері, корреляциялық тәуелділік

© М.С. Есенаманова*, Ж.С. Есенаманова, А.Е. Тлепбергенова,
М. Махамбет, Н.Б. Байтемирова, 2023

Атырауский государственный университет имени Х. Досмухамедова,
Казахстан, Алматы.
E-mail: mansiya.73@mail.ru

ВЗАИМОСВЯЗЬ ВЕЛИЧИН КИСЛОТНОСТИ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ В ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКЕ

Аннотация. В статье проведен анализ по изучению взаимосвязи между данными величин кислотности и электропроводности в закрытой системе гидропонной установки. Исследования по выращиванию овощных культур на гидропонной установке, созданной студентами Атырауского университета имени Х. Досмухамедова, показали, что для роста растений необходимо контролировать кислотность и электропроводность емкости с минеральным раствором гидропонного устройства. Содержание электропроводности в минеральном растворе гидропонного устройства колеблется от 855 до 1886. Средние показатели составляют 1149,94 промилле. Содержание кислотности в минеральном растворе гидропонного устройства находилось в диапазоне 5,92–8,56. Среднее содержание составляет 6,89. Следовательно, исследования показывают, что в гидропонном устройстве соблюдаются оптимальные условия для содержания кислотности. Проведенный анализ в течение трех месяцев показал оптимальные соотношения pH и TDS. Расчеты показывают, что корреляция между кислотностью и электропроводностью составляет 0,07, что согласно таблице градаций показывает, что зависимость между кислотностью и электропроводностью является средней, положительной. Таким образом, повышение кислотности приводит к увеличению электропроводности, т. е. к повышению уровня минерализации солей.

Ключевые слова: система гидропонной установки, величина кислотности, величина электропроводности, корреляционная зависимость

Введение

Мир меняется, и образование не должно стоять на месте. Каждый день появляются новые виды работы и технологии, и современный учитель должен думать о том, какие знания и навыки необходимы в соответствии с требованиями времени (Kayan-Fadlelmula, 2022). Подход STEM учит вас сочетать приобретенные знания с реальными навыками (Yessenamanova, 2021). Изучая природу и природные явления, человек многое перенимает в практику своей жизни. Итак, есть растения, корни которых погружены в воду, и в то же время растение хорошо растет.

Увеличение численности населения требует увеличения количества продовольствия, в то время как почти большая часть сельскохозяйственных угодий имеет проблемы с загрязнением почвы пестицидами и гербицидами,

а также из-за антропогенного воздействия различных химических веществ, таких как тяжелые металлы, загрязнение нефтью отходами других химических производств (Тауова, 2023). Сложность нехватки продовольствия заключается не в чрезмерном потреблении в развитых странах, а в отсутствии нормальных условий для выращивания продуктов питания в бедных. Отсутствие условий связано с большими пустынными территориями; постоянными военными конфликтами; засухой и нашествиями саранчи. На эти трудности накладывается сокращение площади пахотных земель по всей планете (Ryskalieva, 2022; Yessenamanova, 2020). Возникает вопрос: где выращивать продукты питания, если места остается все меньше и меньше? Гидропоника может стать решением этой сложной задачи. Гидропоника — это метод выращивания растений без почвы в воде, содержащей растворенные питательные вещества (Nikolov, 2023). Гидропоника отличается от традиционного сельского хозяйства тем, что растения могут расти на инертном субстрате (керамзит, минеральная вата, кокосовый войлок), который обеспечивает растению физическую поддержку (но не питание!). Питание растений обеспечивается водно-солевым раствором, рецептура которого подбирается в зависимости от сорта растения. В тепличных условиях необходимо учитывать тонкости, которые спонтанно возникают в природе. В природе дождевая вода растворяет кислород до того, как попадает на землю, после чего насыщает корни растений кислородом (Shlomo Sela Saldinger, 2023). Растения без кислорода погибнут. Они, как и животные, нуждаются в нем для дыхания. Поэтому при выращивании растений с помощью гидропоники важно обеспечить корни постоянным поступлением кислорода. Использование технологий, при которых количество растворенного кислорода увеличилось, стало логическим продолжением прошлых идей. Созданная Алленом Купером в 1960-х годах технология nutrient layer учитывала недостатки предыдущей системы, акцент был сделан на насыщении раствора кислородом и масштабируемости. Устройство представляет собой слегка наклонный желоб с отверстиями, расположенными через равные промежутки времени. В отверстия вставляются кубики минеральной ваты с укоренившимися растениями. Из резервуара внизу питательный раствор течет по трубе к противоположному концу желоба. Раствор образует тонкую жидкую пленку, увлажняет субстрат и обеспечивает насыщение корней кислородом. Большая площадь контакта с воздухом позволяет растворять значительное количество кислорода. Раствор из желоба стекает обратно в резервуар и возвращается в цикл.

Выращенные на гидропонике овощи и фрукты не уступают обычным вкусовым качествам при условии строгого соблюдения технологии выращивания. Если овощ или фрукт выращен на гидропонике, но не соблюдаются все условия для оптимального развития этого растения, то овощ или фрукт с такого растения будет невкусным. В гидропонике растениям не приходится конкурировать за питательные вещества, как это происходит при обработке почвы; они получают все необходимое из питательного раствора.

Гидропоника уже давно признана практичным и доступным методом коммерческого и домашнего выращивания растительной пищи (Hesham Mohamed Abdal-Salam Yehi, 2021). В настоящее время более 70 % всей зелени и декоративных цветов, продаваемых в мире, выращивается методами гидропоники. Кроме того, гидропоника активно используется в регионах, где ведение сельского хозяйства невозможно (арктические или засушливые районы планеты). С экологической точки зрения гидропоника способствует экономии водных ресурсов.

Материал и методы

Область исследования. Студенты образовательных программ Атырауский университет имени Х. Досмухамедова приступил к стартап-проектам по созданию гидропонных установок, поэтому студенты образовательных программ 6B06103-Администрирование систем и сетей и 6B05201-Прикладная экология выиграли проект и подготовили гидропонную установку, состоящую из 6 труб размером по 3 м, всего 18 м с 15 углублениями для посадки растений на каждой трубе, в общем, 90 углублений. Все трубы соединены между собой и представляют собой замкнутую систему. Нижний конец системы подсоединен к резервуару, куда сливается вода из всей системы, а верхний конец подсоединен к насосу, который подает питательный раствор из резервуара. В каждом из 90 открытых углублений установлены горшки, в которые высаживаются растения. Внутри каждого горшка насыпается керамзит, который является основой для будущих растений. В каждый горшок высаживают семена овощных культур и зелени. Мы посадили петрушку, укроп, перец, базилик.

Методы. Существует несколько способов проверить уровень pH вашего питательного раствора, таких как бумажные тест-полоски, наборы для определения pH жидкости и цифровые pH-метры.

Цифровой pH-метр — это самый высокотехнологичный метод проверки значения pH. Все, что вам нужно, это опустить электрод в питательный раствор на несколько минут — и значение pH отобразится на жидкокристаллическом дисплее. Цифровые pH-метры работают очень быстро и точно, если они правильно откалиброваны. Однако такие устройства требуют надлежащего ухода, в противном случае они перестают работать: стеклянный шарик должен быть чистым, а некоторые электроды всегда должны находиться в специальном растворе. Перед использованием pH-метр следует проверить и, при необходимости, откалибровать для достижения точности.

Чтобы получить наилучшие результаты в гидропонике, трудно обойтись без измерителя TDS, его также обычно называют кондуктометром или солемером (Ryskaliyeva, 2023). Кондуктометр измеряет уровень электропроводности жидкости. Когда мы добавляем в воду минеральные удобрения, ее электропроводность изменяется, и мы можем приготовить питательный раствор, необходимый для наших растений.

Минерализация — это общее количество растворенных частиц или общее

количество растворенных твердых веществ (TDS). Миллиграмм на литр (мг/л) считается единицей измерения уровня минерализации. Это означает вес всех растворенных веществ (в миллиграммах) в 1 литре воды. Кроме того, уровень минерализации может быть выражен в частицах на миллион частиц воды – сокращенно ppm (частей на миллион – частиц на миллион). Такую аббревиатуру можно найти в европейских источниках. Это означает количество частиц, растворенных в 1 миллионе частиц воды. Соотношение между единицами измерения мг/л и ppm практически одинаково – 1 мг/л = 1 ppm.

С помощью цифрового измерителя TDS вы можете определить количество частей на миллион раствора за считанные секунды. Необходимо только снять колпачок, включить устройство и опустить его в раствор на несколько секунд, слегка помешивая раствор с помощью устройства. Через 5 секунд, когда показания будут установлены, вы сможете записать их.

Любые питательные вещества не сделают растение сильным, если они плохо для него усваиваются.

Корреляционную зависимость между pH и TDS можно описать с помощью уравнения вида (Chimezie, 2016):

$$r = \frac{\overline{xy} - x \times y}{S_x \times S_y} \quad (1)$$

$$\text{где, } S_x = \sqrt{\overline{x^2} - x^2} \text{ and } S_y = \sqrt{\overline{y^2} - y^2}$$

Основные свойства выборочного коэффициента корреляции (Walton, 1989):

1. Коэффициент корреляции двух величин, которые не связаны линейной корреляцией, равен нулю.

2. Коэффициент корреляции двух величин, связанных линейной корреляцией, равен 1 в случае возрастающей зависимости и -1 в случае убывающей зависимости.

3. Абсолютное значение коэффициента корреляции двух величин, соединенных линейной корреляционной зависимостью, удовлетворяет неравенству $r > 1$. В то же время коэффициент корреляции является положительным, если корреляционная зависимость увеличивается, и отрицательным, если корреляционная зависимость уменьшается.

4. Чем ближе r к единице, тем теснее корреляция между значениями Y , X .

Результаты и обсуждение

pH — это водородный показатель, характеризующий концентрацию активных ионов водорода в воде. Для удобства отображения был введен специальный показатель, называемый pH, который представляет собой логарифм концентрации ионов водорода, взятый с противоположным знаком, т.е. $pH = -\log[H^+]$ (Yessenamanova, 2021).

Проще говоря, значение pH определяется количественным соотношением ионов H^+ и OH^- в воде, образующихся при диссоциации воды. Если в воде пониженное содержание свободных ионов водорода ($pH > 7$) по сравнению с ионами OH^- , то вода будет иметь щелочную реакцию; а при повышенном содержании ионов H^+ ($pH < 7$) – кислую. В идеально чистой дистиллированной воде, в которой не растворены газы, эти ионы будут уравновешивать друг друга. В таких случаях вода нейтральна и имеет $pH = 7$.

Значение pH колеблется в диапазоне от 0 до 14 единиц, и следует помнить, что изменение pH на 1 единицу — это 10-кратное изменение кислотных свойств раствора!

Если уровень pH находится в неправильном диапазоне, то растение не сможет усваивать некоторые из необходимых для роста элементов (Yessenamanova, 2021). Все растения имеют свой собственный диапазон значений pH, при котором будет происходить здоровый рост. Это значение варьируется от растения к растению, но все же большинство растений предпочитают кислую среду (от 5,8 до 6,2), в то время как многие растения способны выживать в диапазоне от 5,0 до 7,0.

Растения, выращенные в кислой среде, могут испытывать различные недостатки, включая отравление алюминием (Al), водородом (H) и/или марганцем (Mn), а также дефицит питательных веществ кальция (Ca) и магния (Mg).

В щелочных средах содержание молибдена (Mo) и макроэлементов (кроме фосфора) увеличивается, а содержание фосфора (P), железа (Fe), марганца (Mn), цинка (Zn), меди (Cu) и кобальта (Co) снижается и может негативно повлиять на развитие завод (Akbaeva, 2023).



Рисунок 1. Доступность элементов растениями в зависимости от изменения уровня pH

Из рисунка 1 видно, что каждый элемент может стать более или менее доступным для растения в зависимости от изменения уровня pH. Если значение pH вашего раствора выходит за пределы указанного диапазона, это может привести к нехватке важных элементов, что, в свою очередь, замедлит рост и снизит конечный выход (Rusydi, 2018).

Концентрации питательных веществ (солей) являются показателем степени электропроводности раствора. Растворенные соли дают ионы, которые проводят ток в растворе. Основным компонентом гидропонного раствора являются растворенные соли (Malcolm, 2018). Каждая соль в комплексном растворе обладает разной величиной электропроводности (Tileukeev, 2023).

В течение трех месяцев проводились исследования по определению кислотности и электропроводности в резервуаре с водным минеральным раствором гидропонного устройства, сконструированного в лаборатории гидропоники Х. Атырауский университет имени Досмухамедова. Полученные результаты показаны на рис. 2 и 3.

Как видно из гистограммы, содержание кислотности в минеральном растворе гидропонного устройства находилось в диапазоне 5,92–8,56. Самое высокое значение pH 8,56 было отмечено в начале исследования (Marwa Foad Manher, 2023). Самое низкое значение было отмечено в середине исследования, т. е. 12 июля, и составило 5,92. Среднее содержание составляет 6,89.

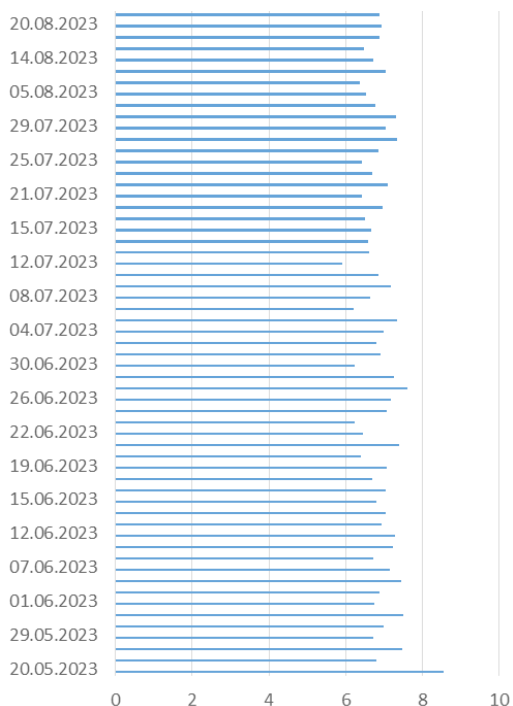


Рисунок 2. Определение содержания кислоты в резервуаре с водным минеральным раствором гидропонного устройства, сконструированного в Лаборатории гидропоники Х. Атырауский университет имени Досмухамедова

Согласно рисунку 1, мы видим, что оптимальное содержание кислотности составляет от 5,0 до 7,0, следовательно, исследования показывают, что в гидропонном устройстве соблюдаются оптимальные условия для содержания кислотности и лишь иногда отмечалось небольшое превышение выше 7,0, например, 26 мая оно составляло 7,46, 31 мая – 7,5, 6 июня – 7.45, 27 июня - 7.61, 5 июля – 7,34, 28 июля – 7,33, 31 июля – 7,31.

Столбчатая диаграмма показывает, что содержание электропроводности в минеральном растворе гидропонного устройства колеблется от 855 до 1886 (Wicaksono, Wicaksono, 2022).

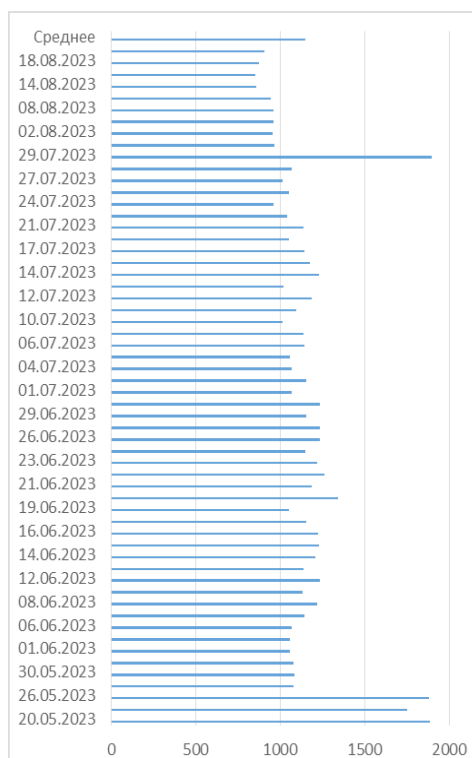


Рисунок 3. Определение электропроводности в резервуаре с водным минеральным раствором гидропонного устройства, сконструированного в Лаборатории гидропоники Х. Атырауский университет имени Досмухамедова

Самые высокие показатели характерны для начала исследования и составили 20 мая 1886 г., 23 мая – 1774 промилле и 26 мая - 1882 промилле. Низкие показатели электропроводности были отмечены в августе, начиная с 31 июля, и все показатели не превышали 1000 промилле, но 29 июля этот показатель был увеличен и составил 1896 промилле. Средние показатели составляют 1149,94 промилле. Оптимальная электропроводность для большинства элементов составляет от 100 до 1000 частей на миллион, а по

некоторым источникам - от 300 до 1300 частей на миллион. Следовательно, исследования показывают, что в гидропонном устройстве соблюдаются оптимальные условия электропроводности, за исключением тех дней, когда были зафиксированы превышения с 20 по 26 мая и 29 июля.

Корреляцию между кислотностью и электропроводностью рассчитывали по формуле 1:

$$\begin{aligned}
 S_x &= \sqrt{48,933 - 6.89^2} = \sqrt{48,933 - 47,4721} = \sqrt{1,4609} = 1,208 \\
 S_y &= \sqrt{1381997,614 - 1149,94^2} = \sqrt{1381997,614 - 1322362,0036} = \sqrt{59635,6104} = 244,204 \\
 r &= \frac{7944,845 - 6.89 \cdot 1149,94}{1,208 \cdot 244,204} = \frac{7944,845 - 7923,0866}{294,998432} = \\
 &= \frac{21,7584}{294,998432} = 0,0737
 \end{aligned}$$

Расчеты показывают, что корреляция между кислотностью и электропроводностью составляет 0,07. Используя таблицу градаций для оценки взаимосвязи, мы делаем следующие выводы: зависимость x и y является средней, положительной между кислотностью и электропроводностью. Таким образом, повышение кислотности приводит к увеличению электропроводности, т.е. к повышению уровня минерализации солей (Al Dahaan, 2016).

При правильном выращивании растения значения pH и ppm не должны изменяться. При правильном освещении и влажности растение потребляет питательные вещества и воду в равной степени, а количество промилле не меняется. Если растение потребляет больше питательных веществ, чем воды, количество промилле уменьшается, в то время как pH обычно повышается. Часто такие проблемы, как пожелтение старых листьев, покраснение черешков и стеблей, могут быть вызваны избытком питательных веществ или сильным отклонением pH.

Для регулирования кислотности рабочего гидропонного раствора используются растворы для ее увеличения или уменьшения: для регулирования кислотности рабочего гидропонного раствора используются растворы для ее увеличения или уменьшения (Wright, 2015):

Понижение уровня pH

Фосфорная кислота

Серная кислота (электролит)

Азотная кислота

Лимонная кислота

Увеличение уровня pH

Гидроксид калия (едкий калий)

Карбонат калия (поташ)

Пищевая сода

Для повышения или понижения рН используются специальные растворы рН Up и рН Down из расчета 3 мл на 10 л для повышения или понижения на 1 балл. Например, у вас есть рН воды 4,0, и вам нужно повысить его до 5,5. Производится следующий расчет:

$5,5 - 4,0 = 1,5 \times 3 = 4,5$ мл рН Up на 10 литров воды (Yessenamanova, 2022).

Эти параметры являются совокупными, т. е. чистая вода + внесенные удобрения. Многие люди пользуются водопроводной водой, поэтому электропроводность воды для черенков часто превышает эти пределы. Затем необходимо разбавить вашу воду деионизированной водой (полученной методом обратного осмоса или дистиллята).

Если электропроводность в исходной воде составляет до 300 частей на миллион, то просто возьмите значение верхнего предела для каждой ступени (его можно немного превысить без особого вреда). Кроме того, вам придется смешать исходную воду с чистой или отфильтрованной водой (не используйте только фильтрованную воду или дистиллят, смешайте с обычной водой).

У некоторых видов растений визуальным индикатором неусвоения служат, при избытке удобрений, кончики листьев скручиваются вниз. Вам следует вылить питательный раствор и начать с пресной воды и скорректированного рН, подождать несколько дней, прежде чем снова подкармливать растения удобрениями.

На растения и их рост также можно повлиять, увеличив или уменьшив концентрацию удобрений в растворе. Чем больше растворено соли, тем труднее растению усваивать воду. Если концентрация солей будет повышена слишком сильно, вода будет вытекать из растения обратно в питательный раствор. Отрегулируйте электропроводность в соответствии с температурой. Летом (или когда в помещении жарко) растениям необходимо поглощать много воды. Им можно помочь, поддерживая электропроводность на низком уровне или даже ниже рекомендуемого. Энергичное движение, создаваемое поглощением воды, приведет в соприкосновение питательные вещества и корни: растение не будет страдать от недостатка. И наоборот, если в помещении холодно, можно повысить электропроводность до верхнего предела шкалы; небольшая транспирация и снижение поглощения вызовут необходимость в более крепком растворе, чтобы растения получали все необходимые элементы.

На ранней стадии вегетации, если вы поместите укоренившийся черенок в среду с электропроводностью выше рекомендуемой, вы получите укороченное растение с небольшим расстоянием между междоузлиями. И наоборот, если электропроводность слишком низкая, в результате получится стройное, удлиненное растение без жесткой структуры. Та же картина наблюдается, когда источник света находится далеко или недостаточно силен, поэтому, прежде чем увеличивать электропроводность, убедитесь в правильности диагноза.

В самом конце созревания вы также можете поэкспериментировать с электропроводностью, чтобы улучшить качество и немного увеличить количество.

Выводы

В заключение следует отметить, что гидропонное устройство оптимально для выращивания овощных растений в регионах с неблагоприятными условиями для роста и развития растений, таких как Атырауская область Республики Казахстан. Исследования по выращиванию овощных культур на гидропонной установке, созданной студентами Атырауского университета имени Х. Досмухамедова, показали, что для роста растений необходимо контролировать кислотность и электропроводность емкости с минеральным раствором гидропонного устройства. Этот анализ позволяет контролировать содержание минеральных растворов, поддерживая оптимальные соотношения pH и TDS. Кислотность раствора для большинства овощных культур должна находиться в диапазоне от 6,0 до 7,0. Электропроводность минерального раствора гидропонного устройства должна находиться в диапазоне от 300 до 1300. Поддержание таких показателей способствует тому, что корреляция между этими показателями будет положительной и минералы в растворе будут доступны для всех овощных культур. В случае повышения pH и TDS следует добавлять растворы кислот, чтобы снизить их. Если показатели кислотности и электропроводности снижены, то необходимо добавлять щелочные растворы. Соотношение должно составлять 3 мл на 10 литров воды. Создание оптимальных условий позволяет получать хорошие результаты выращивания овощных культур.

REFERENCES

- Anna F. Rusydi. Correlation between conductivity and total dissolved solid in various type of water: A review. // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2018. 118 (012019), <https://doi.org/10.1088/1755-1315/118/1/012019>
- Damilya Ryskalieva, Mansiya Yessenamanova, Samal Syrlybekkyzy, Elena G. Koroleva, Zhanar Yessenamanova, Anar Tlepbergenova, Amanbay Izbassarov, Rimma Turekeldiyeva Environmental Assessment of the Impact of Atmospheric Air Pollution with Hydrogen Sulfide on the Health of the Population of Atyrau, Republic of Kazakhstan. // International Journal of Sustainable Development and Planning. 2023. 18 (7): 2199–2206, <https://doi.org/10.18280/ijstdp.180724>
- Dirisu Chimezie G., Mafiana M.O., Dirisu G.B. Level of pH in drinking water of an oil and gas producing community and perceived biological and health implications. // European Journal of Basic and Applied Sciences. 2016. 3(3): 53–60, ISSN 2059-3058.
- Fatma Kayan-Fadlelmula, Abdellatif Sellami, Nada Abdelkader, Salman Umer A systematic review of STEM education research in the GCC countries: trends, gaps and barriers. // International Journal of STEM Education. 2022. 9 (2). <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00319-7>
- Hesham Mohamed, Abdal-Salam Yehia, Said Mahmoud Said. Drinking Water Treatment: pH Adjustment Using Natural Physical Field. // Journal of Biosciences and Medicines. 2021. 9(6): 55–66, <https://doi.org/10.4236/jbm.2021.96005>
- Kellie F. Wright. Is your drinking water acidic? a comparison of the varied ph of popular bottled waters. // American Dental Hygienists' Association. 2015. 89 (2): 6–12.
- Lyailya Akbayeva, Raikhan Beisenova, Rumiya Tazitdinova, Nazira Kobetaeva, Nurgul Mamytova. Hydrobiological Assessment of Water Quality in the Yesil River, Astana Region: An Environmental Evaluation. // International Journal of Design and Nature and Ecodynamics. 2023. 18 (3): 557–564. <https://doi.org/10.18280/ijdne.180307>
- Malcolm Taylor, Herschel A Elliott, Laura O Navitsky. Relationship between total dissolved

solids and electrical conductivity in Marcellus hydraulic fracturing fluids. // *Water science and technology: a journal of the International Association on Water Pollution Research*. 2018. 77(7-8):1998–2004. <https://doi.org/10.2166/wst.2018.092>.

Marwa Foad Manher, Hussam Ali Mohammed, Hussein Abad Gazi Jaaz, Ali Fadhil Naser, Ayad Ali Mohammed. Structural Performance Evaluation of Reinforced Concrete Anaerobic Digester Tank in Sewage Treatment Plant: Investigational and Theoretical Study. // *International Journal of Sustainable Development and Planning* 2023. 18 (7): 2079–2088, <https://doi.org/10.18280/ijstdp.180710>

Neiko V. Nikolov, Atanas Z. Atanasov, Boris I. Evstatiev, Valentin N. Vladut, Sorin-Stefan Biris. Design of a Small-Scale Hydroponic System for Indoor Farming of Leafy Vegetables. // *Agriculture*. 2023. 13 (1191). <https://doi.org/10.3390/agriculture13061191>

N.R.G. Walton. Electrical Conductivity and Total Dissolved Solids—What is Their Precise Relationship? // *Desalination*. 1989. 72 (3): 275–292, [https://doi.org/10.1016/0011-9164\(89\)80012-8](https://doi.org/10.1016/0011-9164(89)80012-8)

Ryskalieva D., Yessenamanova M., Koroleva E.G., Yessenamanova Z., Tlepbergenova A., Amanzholkyzy S., Turekeldiyeva R. Monitoring study of the effect of Atyrau evaporation fields on the content of hydrogen sulfide in the air. // *International Journal of Sustainable Development and Planning*. 2022. 17 (6): 1789–1796, <https://doi.org/10.18280/ijstdp.170613>

S.A.M. Al Dahan, Nadhir Al-Ansari, Sven Knutsson. Influence of Groundwater Hypothetical Salts on Electrical Conductivity Total Dissolved Solids. // *Engineering*. 2016. 8 (11), <https://doi.org/10.4236/eng.2016.811074>

Shlomo Sela Saldinger, Victor Rodov, David Kenigsbuch, Asher Bar-Tal Hydroponic Agriculture and Microbial Safety of Vegetables: Promises, Challenges, and Solutions. // *Horticulturae*. 2023. 9 (1): 51. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010051>

Tauova N., Yessenamanova M., Kossarbay K., Yessenamanova Zh., Tlepbergenova A., Shamshedenova S., Batyrbayeva G., Maden S. Chemical Analysis of Groundwater and Wastewater in the Area of the Tengiz Deposit of the Atyrau Region of the Republic of Kazakhstan. // *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*. 2022. 17 (5): 691–700. <https://doi.org/10.18280/ij dne.170506>

Wicaksono I.T., Nurwidayati R. The Effect of pH Water on the Concrete Mixtures and Curing Condition on the Compressive Strength of Concrete. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022. 999 (012006), <https://doi.org/10.1088/1755-1315/999/1/012006>

Yessenamanova M.S., Bissenov U.K., Nurgazy K.S., Dyussegaliev M.Z., Makhambet M. Physical and chemical properties of soils and plant biology of the territory of Atyrau region. // *AIP Conference Proceedings*. 2021. 2402: 060002.

Yessenamanova M.S., Kulzhanova G., Tlepbergenova A.E., Yessenamanova Z.S., Batyrbayeva G. Environmental monitoring of water quality in the interstate Ural river. // *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. 1889(3): 032007.

Yessenamanova M., Lukyanets A., Golovina E., Topornin N. Environmental Auditing: The EU Practice in the Context of Pursuing Sustainable Development Policy. // *European Energy and Environmental Law Review*. 2022. 31(4): 211–222.

Yessenamanova M.S., Sangajieva L.K., Yessenamanova Z.S., Tlepbergenova A.E. Migratory activity at the landfill site of microelements of the caspian depression. // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*. 2020. 1(439): 155–163.

Yessenamanova M.S., Tlepbergenova A.E., Yessenamanova Zh.S., Gilmanov E.R. Analysis of studying ecological education in Kazakhstan. // *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. 1691: 012036. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1691/1/012036>

Yessenamanova M.S., Yessenamanova Zh.S., Tlepbergenova A.E., Abdinov R.Sh., Ryskalieva D.K. Desertification assessment of the territory of Atyrau region. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. 421(6), 062005 ISSN 1755-1315

Zhambyl Tileukeev, Alibek Nesipbek, Alima Imashbai Evaluating and Optimizing Energy-Efficient Microclimate Control Systems in Vegetable Storage Facilities. // *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*. 2023. 18 (3): 623-630. <https://doi.org/10.18280/ij dne.180314>

**МАЗМУНЫ
ФИЗИКА**

М.С. Есенаманова, Ж.С. Есенаманова, А.Е. Глепбергенова, М. Махамбет, Н.Б. Байтемирова ГИДРОПОНИКАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫДАҒЫ ҚЫШҚЫЛДЫҚ ПЕН ЭЛЕКТР ӨТКІЗГІШТІК ШАМАЛАРЫНЫҢ ӨЗАРА БАЙЛАНЫСЫ.....	7
Е.А. Жақанбаев, В.Н. Володин, Ю.Ж. Тулеушев ГАФНИЙ-КАДМИЙ ЖҮЙЕСІНДЕГІ НАНОБӨЛШЕКТЕРДІҢ БАЛҚУ ТЕМПЕРАТУРАСЫН ЖӘНЕ БАЛҚЫМА-КРИСТАЛ ШЕКАРАСЫНДАҒЫ БЕТТІК КЕРІЛҮДІ АЗАЙТУ.....	20
А.С. Ларионов, А.С. Диков, Л.А. Дикова, С.О. Ақаев, Р.В. Кирьянов СУТЕКТІ САҚТАУ ҮШІН ҰЗАҚ ПАЙДАЛАНУДАН КЕЙІН КОНТЕЙНЕР МАТЕРИАЛЫН ЗЕРТТЕУ.....	28
Е.М. Мырзакулов, Г.Т. Ергалиева БАРДИН-ЯНГ-МИЛЛС ҚАРА ҚҰРДЫМДАРЫНЫҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ.....	36
В.М. Терещенко 8 ^m -10 ^m СПЕКТРОФОТОМЕТРЛІК СТАНДАРТТАР.VI. +40° АЙМАҚ.....	47
А.Ж. Тычenguлова, К.А. Катпаева MN НЕГІЗІНДЕ ӨТПЕЛІ МЕТАЛДАР КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДАҒЫ ФОТОАКТИВАЦИЯНЫҢ БАСТАПҚЫ КЕЗЕҢІ ЗЕРТТЕУ.....	58
И. Хромущин, Т. Аксенова, Е. Слямжанов, К. Мунасбаева БАРИЙ ЦЕРАТЫ ЖӘНЕ ЛАНТАН СКАНДАТЫ НЕГІЗІНДЕГІ ПРОТОНДЫ ӨТКІЗГІШТЕРДІ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ.....	71
ХИМИЯ	
А. Абдрахманова, Н. Омарова, А. Сабитова ЭЛЕКТРОЛИТ ҚҰРАМЫНЫҢ АНОДЫ ЖОҚ ЛИТИЙ-ИОНДЫ ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ӘСЕРІ.....	83
М.Ә. Дәуренбек ШЕТЕЛДІК ЗЕРТТЕУЛЕР АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАРТУ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ШЕҢБЕРІНДЕ ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН СУЛЬФИДТЕРДІҢ КЕШЕНДІ ҚОСЫЛЫСТАРЫ ТУРАЛЫ.....	94
С.Ж. Егембердиева, Н.Х. Халдаров, М.Н. Рахимов БУТИЛ СПИРТТЕРІНІҢ ӨРТҮРЛІ ӘДІСТЕРМЕН СИНТЕЗІНЕ КЕШЕНДІ ШОЛУ.....	106
А.Т. Кабылбекова, Е. Тілеуберді ПОЛИМЕРҚҰРАМДЫ ТҰРМЫСТЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДЫҢ БИТУМ ТОТЫҚТЫРУҒА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ: ШОЛУ.....	119
З.И. Кобжасарова, М.К. Касымова, Г.Э. Орымбетова ҚҰРАМЫ БАЙЫТЫЛҒАН НАННЫҢ ЖАҢА ТҮРІН ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ.....	134
А. Қуандықова, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, Б. Жакибаев ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ КЛИНКЕРІН АЛУДА АЩІСАЙ МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ЗАУЫТЫНЫҢ КЛИНКЕРІН РЕТТЕУШІ ҚОСПА РЕТІНДЕ ҚОЛДАНУДЫ ЗЕРТТЕУ.....	146
Г.М. Мадыбекова, Б.Ж. Муталиева, Э.М. Туркеева, А.Б. Исаева ПРОБИОТИКАЛЫҚ МИКРООРГАНИЗМДЕРДІҢ ТУРАҚТЫЛЫҒЫ МЕН ӨМІР СҮРУІН АРТТЫРУ ҮШІН МИКРОКАПСУЛДАУ.....	157
Ж.Ш. Рахимбердиева, С.Д. Арыстанова, У.Т. Жуматаева ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ӨңІРІНІҢ <i>ARTEMISIA L.</i> ТУЫСЫНЫҢ ТҮРЛЕРІНІҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ.....	172
Н. Сағдоллина, М. Ибраева, Ж. Мукажанова, М. Ozturk <i>ASTERACEAE</i> ТҰҚЫМДАСЫНА ЖАТАТЫН КЕЙБІР ӨСІМДІКТЕРДІҢ ҚЫШҚЫЛДЫҚ ҚҰРАМЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ.....	181
А.С. Унгарбаева, А.Т. Кабылбекова, Е. Тілеуберді, Х.И. Акбаров АУЫР МҰНАЙДЫҢ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН КОКС АЛУ ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ.....	191
А.А. Шинибекова, Х.Л. Диаз де Туеста, Б.К. Масалимова ТАБИҒИ РЕСУРСТАРДАН КӨМІРТЕКТІ МАТЕРИАЛДАРДЫ АЛУ: ШОЛУ.....	210

СОДЕРЖАНИЕ
ФИЗИКА

М.С.Есенаманова, Ж.С.Есенаманова, А.Е.Тлепбергенова, Махамбет М., Байтемирова Н.Б. ВЗАИМОСВЯЗЬ ВЕЛИЧИН КИСЛОТНОСТИ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ В ГИДРОПИОННОЙ УСТАНОВКЕ.....	7
Е.А. Жаканбаев, В.Н. Володин, Ю.Ж. Тулеушев ПОНИЖЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАВЛЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ И ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ НА ГРАНИЦЕ РАСПЛАВ – КРИСТАЛЛ В СИСТЕМЕ ГАФНИЙ – КАДМИЙ.....	20
А.С. Ларионов, А.С. Диков, Л.А. Дикова, С.О. Акаев, Р.В. Кирьянов ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛА КОНТЕЙНЕРА ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА.....	28
Е.М. Мырзакулов, Г.Т. Ергалиева ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЧЕРНЫХ ДЫР БАРДИНА-ЯНГА-МИЛЛСА.....	36
В.М. Терещенко СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ 8 ^m -10 ^m . VI. ЗОНА +40°.....	47
А.Ж. Тычenguлова, К.А. Катпаева ИССЛЕДОВАНИЕ НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ФОТОАКТИВАЦИИ В КАТАЛИЗАТОРАХ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ MN.....	58
И. Хромушин, Т. Аксенова, Е. Слямжанов, К. Мунасбаева СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОТОННЫХ ПРОВОДНИКОВ НА ОСНОВЕ ЦЕРАТА БАРИЯ И СКАНДАТА ЛАНТАНА.....	71
ХИМИЯ	
А. Абдрахманова, Н. Омарова, А. Сабитова ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗАНОДНЫХ ЛИТИЙ-ИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	83
М.А. Дауренбек О ЗАРУБЕЖНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СУЛЬФИДОВ В РАМКАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.....	94
С.Ж. Егембердиева, Н.Х. Халдаров, М.Н. Рахимов КОМПЛЕКСНЫЙ ОБЗОР СИНТЕЗА БУТИЛОВЫХ СПИРТОВ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ.....	106
А.Т.Кабылбекова, Е.Тілеуберді ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИМЕРОСОДЕРЖАЩИХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ОКИСЛЕНИЕ БИТУМА: ОБЗОР.....	119
З.И. Кобжасарова, М.К. Касымова, Г.Э. Орымбетова РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НОВОГО ВИДА ХЛЕБА С ОБОГАЩЕННЫМ СОСТАВОМ.....	134
А. Куандыкова, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, Б. Жакипбаев ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛИНКЕРА АШЧИСАЙСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА В КАЧЕСТВЕ ДОБАВКИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА.....	146
Г.М. Мадыебекова, Б.Ж. Муталиева, Э.М. Туркеева, А.Б. Исаева МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ СТАБИЛЬНОСТИ И ВЫЖИВАЕМОСТИ.....	157
Ж.Ш. Рахимбердиева, С.Д. Арыстанова У.Т. Жуматаева ФИТОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВИДОВ РОДА <i>ARTEMISIA L.</i> ЮЖНОГО КАЗАХСТАНСКОГО РЕГИОНА.....	172
Н. Сагдоллина, М. Ибраева, Ж. Мукажанова, М. Ozturk СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КИСЛОТНОГО СОСТАВА НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА <i>ASTERACEAE</i>	181
А.С. Унгарбаева, А.Т. Кабылбекова, Е.Тілеуберді, Х.И. Акбаров ОБЗОР МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ КОКСА ИЗ ОСТАТКОВ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ.....	191
А.А. Шинибекова, Х.Л. Диаз де Туеста, Б.К. Масалимова ОБЗОР: РАЗРАБОТКА УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	210

PHYSICAL SCIENCES

M. Yessenamanova, Zh. Yessenamanova, A. Tlepbergenova, M. Makhambet, N. Baitemirova THE RELATIONSHIP BETWEEN THE VALUES OF ACIDITY AND ELECTRICAL CONDUCTIVITY IN A HYDROPONIC INSTALLATION.....	7
Y.A. Zhakanbaev, V.N. Volodin, Yu.Zh. Tuleushev DECREASING THE MELTING TEMPERATURE OF NANOPARTICLES AND SURFACE TENSION AT THE MELT-CRYSTAL BOUNDARY IN THE HAFNIUM-CADMIUM SYSTEM.....	20
A.S. Larionov, A.S. Dikov, L.A. Dikova, S.O. Akayev, R.V. Kiryanov RESEARCH OF CONTAINER MATERIAL AFTER LONG-TERM USAGE FOR HYDROGEN STORAGE.....	28
Y. Myrzakulov, G. Yergaliyeva THERMODYNAMIC STRUCTURE OF BARDEEN-YANG-MILLS BLACK HOLES.....	36
V.M. Tereschenko SPECTROPHOTOMETRIC STANDARDS 8 ^m - 10 ^m . VI. ZONE +40°.....	47
A.Z. Tychengulova, K.A. Katpayeva INVESTIGATION OF THE INITIAL STAGE OF PHOTOACTIVATION IN MN-BASED TRANSITION METAL CATALYSTS.....	58
I. Khromushin, T. Aksenova, E. Slyamzhanov, K. Munasbaeva COMPARATIVE ANALYSIS OF PROTON CONDUCTORS BASED ON BARIUM CERATE AND LANTHANUM SCANDATE.....	71
CHEMISTRY	
A. Abdrakhmanova, N. Omarova, A. Sabitova THE EFFECT OF THE COMPOSITION OF ELECTROLYTES ON THE ELECTROCHEMICAL PARAMETERS OF ANODE-FREE LITHIUM-ION BATTERIES.....	83
M.A. Daurenbek ABOUT FOREIGN RESEARCH OF COMPLEX SULFIDE COMPOUNDS AS PART OF THEIR USE IN WASTEWATER PURIFICATION TECHNOLOGIES.....	94
S. Yegemberdiyeva, N. Khaldarov, M. Rakhimov A COMPREHENSIVE REVIEW ON BUTYL ALCOHOLS SYNTHESIS THROUGH DIFFERENT METHODS.....	106
A.T. Kabyzbekova, Ye. Tileuberdi STUDY OF THE INFLUENCE OF POLYMER-CONTAINING HOUSEHOLD WASTE ON BITUMEN OXIDATION: REVIEW.....	119
Z. Kobzhasarova, M. Kassymova, G. Orymbetova DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF A NEW TYPE OF BREAD WITH AN ENRICHED COMPOSITION.....	134
A. Kuandykova, N. Zhanikulov, B. Taimasov B. Zhakipbayev INVESTIGATION OF THE USE OF CLINKER OF THE ASHCHISAI METALLURGICAL PLANT AS ADDITIVE IN THE PRODUCTION OF PORTLANDCEMENT CLINKER.....	146
G.M. Madybekova, B.Zh. Mutaliyeva, E.M. Turkeyeva, A.B. Issayeva MICROCAPSULATION OF PROBIOTIC MICROORGANISMS TO INCREASE THEIR STABILITY AND SURVIVAL.....	157
Zh.Sh. Rakhimberdiyeva, S.D. Arystanova U.T. Zhumataeva FITOCHEMICAL COMPOSITION OF SPECIES OF THE GENUS ARTEMISIA L. IN THE SOUTHERN KAZAKHSTAN REGION.....	172
N. Sagdollina, M. Ibrayeva, Zh. Mukazhanova, M. Ozturk COMPARATIVE ACIDIC COMBINATION ANALYSIS OF SELECTED <i>ASTERACEAE</i> FAMILY SPECIES.....	181
A.S. Ungarbayeva, A.T. Kabyzbekova, Ye. Tileuberdi, Kh.I. Akbarov REVIEW OF METHODS FOR OBTAINING COKE FROM HEAVY OIL WASTES.....	191
A.A. Shinibekova, J.L. Diaz de Tuesta, B.K. Massalimova REVIEW: DEVELOPMENT OF CARBON-BASED MATERIALS FROM NATURAL RESOURCES.....	210

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

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 work described 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 originality detection service Cross Check <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.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

Подписано в печать 30.09.2023.

Формат 60x88^{1/8}. Бумага офсетная. Печать - ризограф.

22,0 п.л. Тираж 300. Заказ 3.