

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

2022 • 2

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

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

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK

БАС РЕДАКТОР:

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

РЕДАКЦИЈАЛЫҚ АЛҚА:

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, Корей 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 оңтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей), Н = 14

ЛОКШИН 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 Хамдард университетінің шығыс медицина факультеті, Шығыс медицинасы колледжінің профессоры, (Карачи, Пәкістан), Н = 21

ЦЕЛЕТКИН 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

ҚАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрділұлы, 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

ЖҮСПНОВ 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 Аскар 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>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2022
Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

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

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

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

ЩЕПЕТКИН 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

МАЛЬМ 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 ветеринарной медицины ТОО «Научно-производственный центр 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 Nemando, 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>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2022

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

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>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2022

Address of printing house: ST «Aruna», 75, Muratbayev str., Almaty.

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

ISSN 2224-5227

Volume 2, Number 342 (2022), 48-60

<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1483.147>

UDC: 632.42: 633:576.3/7.086.83:581.4

IRSTI 68.37.31; 34.23.37; 34.15.23

A. Kokhmetova*, **A. Malysheva**, **M. Kumarbayeva**, **A. Bolatbekova**,
A. Kokhmetova

Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: gen_kalma@mail.ru

EVALUATION OF THE WHEAT RECOMBINANT INBRED LINES FOR RESISTANCE TO LEAF RUST

Abstract. Wheat leaf rust, caused by *Puccinia triticina* Erikss., is one of the major diseases in major wheat-growing regions of the world. It is one of the major diseases of wheat in Kazakhstan. The aim of study was to phenotype and genotype the Kazakh mapping population of recombinant inbred wheat lines (RIL) Almaly/Anza for resistance to *Puccinia triticina*. The evaluation of the adult plant resistance of the RIL Almaly/Anza wheat population in the field to *P. recondita* made it possible to rank the studied genotypes according to the level of resistance. It was found that the frequency of occurrence of resistant wheat samples was 50.8%, and those susceptible to leaf rust – 49.2%, i.e., the ratio of the group of disease-resistant to susceptible genotypes was approximately the same number. Genotyping the most resistant in the field lines Almaly/Anza with three Lr genes linked molecular markers showed that the most frequent Lr gene, identified individually or in combination, was Lr1. The expected marker fragment associated with Lr1 was found in five of the lines studied. The marker linked to Lr28 was found in two lines. The marker linked to Lr34 was found four RIL. These identified wheat lines also showed a moderate and high level of adult plant resistance to leaf rust. This study identified some wheat genotypes highly resistant to leaf rust that may contribute to the improvement resistance to the pathogen. Obtained in this research data of the Kazakh mapping population of RIL Almaly/Anza for resistance

to leaf rust will become the basis for subsequent genotyping and QTL mapping of this wheat population.

Key words: wheat, leaf rust, *Puccinia triticina*, resistance genes, molecular markers.

**А. Кохметова*, А. Малышева, М. Кумарбаева, А. Болатбекова,
А. Кохметова**

Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты,
Алматы, Қазақстан.

E-mail: gen_kalma@mail.ru

БИДАЙДЫҢ РЕКОМБИНАНТТЫ ИНБРИДТІ ЛИНИЯЛАРЫНЫҢ ҚОҢЫР ТАТҚА ТӨЗІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ

Аннотация. *Puccinia triticina* Erikss қоздыратын бидай жапырағы таты әлемнің негізгі бидай өсіретін аймақтарындағы негізгі аурулардың бірі болып табылады. Бұл Қазақстандағы негізгі бидай ауруларының бірі. Зерттеудің мақсаты: Алмалы/Анза рекомбинантты инбредтік бидай линияларының (RIL) қазақстандық қарталанған популяциясының *P. triticina*-ға төзімділігіне фенотиптеу және генотиптеу жүргізу. Алқаптағы RIL бидай популяциясының *P. triticina*-ға төзімділігін бағалау төзімділік деңгейі бойынша зерттелетін генотиптерді ранжирлеуге мүмкіндік берді. Бидайдың төзімді үлгілерінің пайда болу жиілігі 50,8%, ал жапырақ татына сезімталдары 49,2%, яғни, ауруға төзімді генотиптердің ауруға төзімді тобының арақатынасы шамамен бірдей болды. Lr гендерімен байланысқан үш молекулалық маркерлерді пайдалана отырып, өріске ең төзімді Almaly/Anza линияларын генотиптеу жалғыз немесе басқа гендермен біріктірілген ең көп таралған геннің Lr1 екенін анықталды. Күтілетін маркер фрагменті Lr1-мен ассоциацияланған бес зерттелген линияда табылды. Lr28-бен тіркескен маркер екі линияда табылды. Lr34-пен тіркескен маркер төрт RIL-де табылды. Бұл таңдалған бидай линиялары да ересек өсімдіктердің жапырақ татына төзімділігінің орташа және жоғары деңгейін көрсетті. Зерттеу нәтижесінде, бидайдың патогенге төзімділігін арттыруға ықпал ете алатын, жапырақ татына төзімділігі жоғары бидай генотиптері анықталды. Осы зерттеуде алынған қазақстандық қарталанатын RIL Алмалы/Анза бидай популяциясының

қоңыр татқа төзімділігіне фенотиптік деректері, осы популяцияның кейінгі генотиптеуіне және QTL карталауына негіз болады.

Түйін сөздер: бидай, қоңыр тат, *Puccinia triticina*, төзімділік гендері, молекулалық маркерлер.

**А. Кохметова*, А. Малышева, М. Кумарбаева, Болатбекова,
А. Кохметова**

Институт биологии и биотехнологии растений,
Алматы, Казахстан.
E-mail: gen_kalma@mail.ru

ОЦЕНКА РЕКОМБИНАНТНЫХ ИНБРЕДНЫХ ЛИНИЙ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ

Аннотация. Листовая ржавчина пшеницы, вызываемая *Puccinia triticina* Erikss., является одним из основных заболеваний в основных регионах мира, возделывающих пшеницу. Это одна из основных болезней пшеницы в Казахстане. Целью исследования было фенотипирование и генотипирование казахстанской картированной популяции рекомбинантных инбредных линий пшеницы (RIL) Almaly/Anza на устойчивость к *P. triticina*. Оценка устойчивости популяции пшеницы RIL в полевых условиях к *P. triticina* позволила ранжировать изучаемые генотипы по уровню устойчивости. Выявлено, что частота встречаемости устойчивых образцов пшеницы составила 50,8%, а восприимчивых к бурой ржавчине - 49,2%, т.е. соотношение группы устойчивых к восприимчивым к болезням генотипов было примерно одинаково. Генотипирование наиболее устойчивых в полевых условиях линий Almaly/Anza с использованием трех молекулярных маркеров, сцепленных с Lr генами, показало, что наиболее часто встречающимся геном, идентифицированным индивидуально или в комбинации с другими генами, был Lr1. Ожидаемый маркерный фрагмент, ассоциированный с Lr1, обнаружен у пяти исследованных линий. Маркер, сцепленный с Lr28, обнаружен у двух линий. Маркер, сцепленный с Lr34, выявлен у четырех RIL. Эти отобранные линии пшеницы также показали средний и высокий уровень устойчивости взрослых растений к бурой ржавчине. В результате исследования идентифицированы генотипы пшеницы, обладающие высокой устойчивостью к бурой ржавчине, что может способствовать повышению устойчивости пшеницы к патогену. Данные фенотипирования казах-

станской картирующей популяции пшеницы RIL Almaly/Anza на устойчивость к бурой ржавчине, полученные в данном исследовании, станут основой для последующего генотипирования и QTL-картирования этой популяции.

Ключевые слова: пшеница, бурая ржавчина, *Puccinia triticina*, гены устойчивости, молекулярные маркеры.

Introduction. According to FAO experts, the world's population will double by 2050. World grain production has been increasing in recent years, but the loss of wheat in the world from disease is about 10% of the potential yield (FAOSTAT data, 2016). Wheat leaf rust, caused by *Puccinia triticina* Erikss. (Ptr), is one of the major diseases in major wheat-growing regions of the world. It is one of the major diseases of wheat in Kazakhstan. Annual losses of yield in Kazakhstan from leaf rust are from 10 to 30%, and in the years of epiphytotic – up to 50%. In the period from 2001 to 2009, LR epidemics occurred in Northern Kazakhstan five times (2002, 2003, 2005, 2007 and 2009), and the loss of wheat yield on susceptible varieties reached 20-30% (Koishibayev, 2018; Morgounov et al, 2015). Resistance to Ptr helps to reduce production costs and protect the environment. Production of wheat in Kazakhstan and Russia is being constrained also by tan spot (Kokhmetova et al, 2018a, 2019a, 2019b, 2020, 2021a, 2021b; Kremneva et al, 2019, 2021), Septoria (Babkenova et al, 2020) and common bunt (Madenova et al, 2021). Dominant position, as a part of the pathogenic complex of wheat in Kazakhstan, is taken by rusts (yellow, stem, and leaf rust) (Sharma et al, 2013; Kokhmetova et al, 2018b, 2011, 2021c; Rsaliyev et al, 2018).

The diversity of Lr genes in wheat varieties is of great importance for the fight against epidemics of leaf rust in the region. However, resistance to leaf rust can be overcome by changing the virulence of new pathogen races (Kolmer et al, 2016). Therefore, the search and development of new donors of resistance is an important task for effective disease control.

Symptom-based phytopathological methods are not always effective for the development of varieties with resistance genes. Field evaluation is expensive, time-consuming and highly affected by environmental conditions. Incorporation of the resistance genes is an eco-friendly system that does not place any cost burden on the growers. Molecular markers associated with disease resistance will be a more effective way to identify disease resistance factors. The advent of relatively inexpensive, high throughput molecular marker platforms makes marker-assisted selection

(MAS) a viable approach to tracking resistance genes (Sharma-Poudyal et al., 2013).

The development of mapping wheat populations to map genes and quantitative trait loci (QTLs) that control disease resistance is an important step in breeding programs. The aim of this study is to phenotype and genotype the Kazakh mapping population of recombinant inbred wheat lines (RIL) Almaly/Anza for resistance to *Puccinia triticina*. Phenotyping data of the Kazakh mapping population of RIL Almaly/Anza wheat for resistance to leaf rust in this research will become the basis for subsequent genotyping and QTL mapping of the wheat RIL population.

In connection with the above, the aim of the research is to phenotype and genotype the population of recombinant inbred wheat lines Almaly/Anza for resistance to *Puccinia triticina*.

Research materials and methods. Objects of research is a collection of 205 recombinant inbred lines of wheat Almaly/Anza (RIL). This material was developed from crossing the winter wheat cultivar Almaly from Kazakhstan and Anza spring wheat cultivar from the United States based on of single-seed descent approach (SSD). This is the first mapping population developed in Kazakhstan. Parental forms are contrasted in terms of resistance to Ptr and productivity traits. This study assessed 205 RIL, which were evaluated for Ptr resistance in the field tests. Evaluation of field resistance to leaf rust was carried out under conditions of the Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Plant Growing (KazNIIZiR), (Almalybak, 43°13'09" N, 76°36'17" E, Almaty region) in Southeast Kazakhstan, Almaty region, during 2020 cropping seasons. Experiments were conducted with a completely randomized design with two replicates in 1 m². The Ptr-susceptible cultivar Morocco was planted in every 10th row and as a spreader border around the nursery to ensure uniform infection. The growing conditions were favorable for the development of rust. Infection type and severity data were recorded according to the method developed at the CIMMYT (Roelfs et al., 1992). Five types of infection were evaluated, IT, including immune, resistant, moderately resistant, moderately susceptible and susceptible reactions. Field resistance was assessed at boot and milk stages, respectively (Peterson et al., 1948).

Genomic DNA was extracted from wheat at the two-leaf seedling stage for each genotype using the CTAB method (Riede et al., 1996). The presence of molecular markers to resistance genes Lr1 (pTAG), Lr28 (Wmc313) and Lr34/Sr57/Yr18 (csLV34) was determined as described by Feuillet et al. (1995), Vikal et al. (2004), and Lagudah et al. (2006) (Feuillet et al.,

1995; Vikal et al., 2004; Lagudah et al., 2006). Polymerase chain reaction (PCR) was carried out in accordance with the protocols described for each Lr gene in the references. PCR reactions were carried out in a Bio-Rad T100™ Thermal Cycler (Bio-RAD, Hercules, California, USA). The PCR mixture (25 µL) contained 2.5 µL of genomic DNA (30 ng), 1 µL of each primer (1 pM/ µL) (SigmaAldrich, St. Louis, MI, USA), 2.5 µL of dNTP mixture (2.5 mM, dCTP, dGTP, dTTP and dATP aqueous solution) (ZAO Sileks, Russia), 2.5 µL MgCl₂ (25 mM), 0.2 µL Taq polymerase (5 units µL) (ZAO Sileks, Russia), 2.5 µL 10X PCR buffer and 12.8 µL ddH₂O. PCR amplification was done using a Mastercycler (Eppendorf, Hamburg, Germany) with initial denaturation at 94°C for 3 min, 45 cycles: 94°C for 1 min, annealing at 60°C for 1 min, 72°C for 2 min, and final elongation at 72°C for 10 min. The PCR products were separated on 2% agarose gel in TBE buffer (45 mM Tris-borate, 1 mM EDTA, pH 8) with the addition of ethidium bromide. To determine the length of the amplification fragment, a 100-bp DNA ladder (Fermentas, Vilnius, Lithuania) was included. Results were visualized using the Gel Documentation System (Gel Doc XR+, BIO-RAD, Hercules, California, USA).

Results. A study of the Kazakhstan population of recombinant inbred lines of wheat Almaly/Anza for adult plant resistance to the *P. recondita* was carried out. The Almaly variety is a Kazakh variety of common winter wheat, developed by the KazNIIZiR in 2002, with a pedigree (R6862 x 50431) x Bezostaya1. It is widely used as a parent in breeding programs in Kazakhstan and Central Asian countries and cultivated as a commercial wheat variety. Almaly has a high yield potential and moderately high resistance to leaf, stripe and stem rust. It is a carrier of the Lr1, Lr28 and Lr34 genes (Table 1). The pedigree of the variety contains Bezostaya1, a carrier of the Lr34, Lr3a and Lr13 resistance genes (WheatCAP <https://maswheat.ucdavis.edu>). The Lr34 gene is also present in the second parent of recombinant inbred lines population, Anza (spring wheat), which is widely used in commercial breeding around the world. Anza, developed by the University of California (USA) in 1971, has high yield potential and is moderately resistant to a number of diseases, including leaf rust (WheatCAP <https://maswheat.ucdavis.edu>).

Table 1. Characterization of the resistance of parental cultivars of RIL Almaly/Anza to the *Puccinia triticina* and presence of Lr-genes.

Parental entries	Adult plant resistance	Presence of Lr-genes
♀ Almaly (winter wheat)	10MR-20MR	Lr1, Lr28, Lr34
♂ Anza (spring wheat)	30MR-30MS	Lr34

Evaluation of the adult plant resistance resistance of the wheat population RIL Almaly/Anza to Puccinia triticina in field conditions showed the following. A high level of resistance with infectious type IT – 0 was found in 84 lines of RIL Almaly/Anza, which amounted to 44.92%. Among them are the lines: 331-670, 332-671, 333-672, 334-673, 335-674, etc. (Table 2, Fig. 1). With a percentage of defeat 1-20%, i.e., 11 wheat genotypes (5.88%) were identified as moderately resistant to leaf rust with an assessment of “MR”: RIL Almaly/Anza-450-793, RIL Almaly/Anza-453-796, RIL Almaly/Anza-454-797, etc.

Table 2. Evaluation to leaf rust of the RIL Almaly/Anza (Almalybak, 2021).

Leaf rust resistant entries rated "0-R"	Moderately resistant to leaf rust entries rated "MR"	Moderately susceptible to leaf rust entries rated "MS"	Susceptible to leaf rust entries rated "S"
RIL Almaly/Anza-332-671, 333-672, 334-673, 335-674, 342-681, 344-683, 345-684, 355-694, 356-695, 357-696, 358-697, 360-699, 361-700, 363-702, 364-703, 368-707, 383-723, 387-728, 397-738, 398-739, 399-740, 400-742, 401-743, 402-744, 405-747, 408-750, 409-751, 410-752, 411-753, 412-755, 414-757, 415-758, 416-759, 417-760, 418-761, 422-765, 425-768, 426-769, 427-770, 428-771, 430-773, 432-775, 441-784, 442-785, 451-794, 455-798, 456-799, 457-800, 463-806, 464-807, 465-808, 466-809, 467-810, 475-819	RIL Almaly/Anza-331-670, 340-679, 341-680, 362-701, 367-706, 370-709, 381-721, 404-746, 469-812, 470-813, 483-827	RIL Almaly/Anza-337-676, 343-682, 346-685, 347-686, 348-687, 349-688, 350-689, 351-690, 352-691, 353-692, 359-698, 365-704, 366-705, 369-708, 371-710, 372-711, 373-712, 374-713, 375-714, 384-724, 385-726, 386-727, 388-729, 389-730, 390-731, 391-732, 392-733, 393-734, 394-735, 395-736, 396-737, 403-745, 406-748, 407-749, 419-762, 421-764, 423-766, 433-776, 437-780, 438-781, 439-782, 440-783, 443-786, 447-790, 450-793, 452-795,	RIL Almaly/Anza-376-715, 377-717, 378-718, 379-719, 380-720, 382-722, 424-767, 434-777, 435-778, 436-779, 444-787, 446-789, 448-791, 459-802, 460-803, 461-804, 481-825, 482-826

Table 2 continue

RIL Almaly/Anza- 477-821, 478-822, 484-828, 485-829, 486-830, 488-832, 489-833, 490-834, 491-835, 493-837, 494-838, 496-840, 497-841, 499-843, 502-846, 504-848, 508-852, 509-853, 511-855, 513-857, 514-859, 515-860, 519-865, 520-866, 521-867, 524-870, 528-874, 530-876, 531-877, 535-881		RIL Almaly/Anza 453-796, 458-801, 462-805, 468-811, 471-814, 472-815, 474-818, 476-820, 479-823, 480-824, 487-831, 500-844, 501-845, 503-847, 505-849, 506-850, 507-851, 510-854, 512-856, 516-862, 517-863, 518-864, 522-868, 523-869, 525-871, 526-872, 532-878, 533-879	
---	--	--	--

Figure 1. Frequency of occurrence of wheat genotypes by reaction to leaf rust in the field

Thus, the carried out phytopathological screening in the population of recombinant inbred lines Almaly/Anza for resistance to leaf rust made it possible to rank the studied genotypes according to the level of adult plant resistance. It was found that the frequency of occurrence of resistant wheat entries (groups R, MR) was 50.8% (95 genotypes), and susceptible to leaf rust (groups MS, S) - 49.2% (92 genotypes). The ratio of the number of genotypes in the groups of resistant versus susceptible to the disease was approximately the same.

Genotyping of parental entries and the most resistant in the field RIL Almaly/Anza with three leaf rust resistance genes linked markers is shown in Table 3. The most frequent Lr gene, identified in the material studied individually or in combination, was Lr1. The expected marker fragment associated with Lr1 was found in 5 (45,4%) of the lines, including 398-739, 496-840, 515-860, 528-874 and 450-793. The marker linked to Lr28 was found in two (18,2%) lines (451-794 and 474-818). The marker linked to Lr34 was found in four (36,4%) RIL, including 513-857, 511-855, 510-854 and 501-845.

Table 3. Molecular screening for the Lr genes in recombinant inbred lines Almaly/Anza.

Entries	Molecular marker test			
	Lr1 (pTAG)	Lr28 (Wmc313)	Lr34 (csLV34)	Lr genes detected based on linked marker
♀ Almaly (winter wheat)	1	1	1	Lr1, Lr28, Lr34
♂ Anza (spring wheat)	0	0	1	Lr34

Table 3 continue

RIL Almaly/Anza				
398-739	1	0	0	Lr1
451-794	0	1	0	Lr28
513-857	0	0	1	Lr34
496-840	1	0	0	Lr1
511-855	0	0	1	Lr34
515-860	1	0	0	Lr1
528-874	1	0	0	Lr1
474-818	0	1	0	Lr28
510-854	0	0	1	Lr34
450-793	1	0	0	Lr1
501-845	1	0	1	Lr1, Lr34
AVOCET'S' (negative control)	0	0	0	0

Note: “1”, “0” – indicate the presence and absence allele of corresponding gene, respectively

The expected marker fragment associated with Lr1 was found in 5 (45,4%) of the 14 lines, including 398-739, 496-840, 515-860, 528-874 and 450-793. The marker linked to Lr28 was found in two (18,2%) lines (451-794 and 474-818). The marker linked to Lr34 was found in four (36,4%) RIL, including 513-857, 511-855, 510-854 and 501-845.

Discussion. As a result of the studies, leaf rust resistance in recombinant inbred wheat lines and their diversity in Lr genes were characterized. Leaf rust is one of the major problems for spring and winter wheat in Russia and Central Asia, including Kazakhstan (Morgounov et al, 2007; Rsaliev et al, 2011; Gulyaeva et al, 2018; Morgounov et al, 2020), and Ptr populations are diverse and highly virulent (Kokhmetova et al, 2021d). The evaluation of the adult plant resistance of the RIL Almaly/Anza in the field to leaf rust made it possible to rank the studied genotypes according to the level of resistance. It was found that the frequency of occurrence of resistant wheat samples (groups R, MR) was 50.8% (104 genotypes), and those susceptible to leaf rust (groups MS, S) - 49.2% (101 genotypes), i.e., the ratio of the group of disease-resistant to susceptible genotypes was approximately the same number.

In previous studies, the sources of Lr resistance genes (Lr19, Lr26, Lr37, Lr34, Lr1, Lr26, Lr34, Lr10, Lr37, Lr19, and Lr68 genes) were identified in winter wheat breeding material (Kokhmetova et al, 2021d; Yessenbekova et al, 2014). In this research, molecular screening of wheat entries showed differences in the frequencies of three important Lr genes.

In this study among the 11 entries, 5 carried resistance gene Lr1, 2 had Lr28 and Lr34 was found in 4 wheat lines.

Recent studies in Kazakhstan have shown that with the advent of new virulent races of the pathogen, many Lr genes have become ineffective (Kokhmetova et al, 2021d). Therefore, new knowledge about the mechanisms and genetic bases of resistance to this dangerous disease for Kazakhstan is needed. This study identified some wheat genotypes highly resistant to leaf rust that may contribute to the improvement of leaf rust resistance. Phenotyping data of the Kazakh mapping population of RIL Almaly/Anza for resistance to leaf rust obtained in this research will become the basis for subsequent genotyping and QTL mapping of the wheat RIL population.

Conclusion. The results of field phytopathological screening of 205 RIL Almaly/Anza to *Puccinia triticina* in field conditions allowed ranking the studied material according to the level of resistance. It was found that the frequency of occurrence of resistant wheat samples was 50.8% and those susceptible to leaf rust 49.2%, i.e., the ratio of the group of disease-resistant to susceptible genotypes was approximately the same number. Based on the results of molecular screening among the entries studied, 5 carried Lr1, 2 had Lr28 and Lr34 resistance gene was found in 4 wheat lines. Phenotyping data of the Kazakh mapping population of RIL Almaly/Anza for resistance to leaf rust will become the basis for subsequent genotyping and QTL mapping of this population.

Funding: *This work is supported by the Project of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Grant №AP09258991 “Mapping of loci of quantitative traits associated with resistance to leaf rust in the population of recombinant inbred wheat lines from Kazakhstan” (2021-2023).*

Conflict of interest. *The authors declare no conflict of interest.*

Information about authors:

Alma Kokhmetova – Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; gen_kalma@mail.ru; Orchid ID: <https://orcid.org/0000-0002-0186-7832>; Scopus Author ID: 36010765900; ResearcherID: M-6618-2015;

Angelina Malysheva – Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; malysheva_angelina@list.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9840-9570>;

Madina Kumarbayeva – Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; madina_kumar90@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5588-6772>;

Ardak Bolatbekova – Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; ardashka1984@mail.ru;

Asia Kokhmetova – Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; asia.k68@mail.ru.

REFERENCES

Babkenova S.A., Babkenov A.T., Pakholkova E.V., Kanafin B.K. (2020). Pathogenic complexity of septoria spot disease of wheat in northern Kazakhstan, *Plant Science Today*, 7(4):601–606. DOI:10.14719/pst.2020.7.4.798 (in Eng.).

Feuillet C., Messmer M., Schachermayr G., Keller B. (1995) Genetic and physical characterization of the Lr1 leaf rust resistance locus in wheat (*Triticum aestivum* L.), *Molecular Genetics and Genomics*, 248:553–562. DOI:10.1007/BF02423451 (in Eng.).

Gulyaeva E.I., Shaydayuk E.L., Shamanin V.P., Akhmetova A.K., Tyunin V.A., Shreyder E.R., Kashina I.V., Eroshenko L.A., Sereda G.A., Morgunov A.I. (2018) Genetic structure of Russian and Kazakhstani leaf rust causative agent *Puccinia triticina* Erikss. populations as assessed by virulence profiles and SSR markers, *Agricultural Biology*, 5:85–95. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.1.85eng (in Eng.).

Koishibaev M.K. (2018) *Wheat diseases*. FAO, Ankara. ISBN:978-92-5-130142-5

Kokhmetova A., Ali S., Sapahova Z., Atishova M.N. (2018a) Identification of genotypes – carriers of resistance to toxins Ptr ToxA and Ptr ToxB *Pyrenophora tritici-repentis* in collection of common wheat, *Vavilov journal of genetics and breeding*, 22(8):978-986. DOI 10.18699/VJ18.440. (in Russ).

Kokhmetova A., Atishova M., Kumarbayeva M., Leonova I. (2019a) Phytopathological screening and molecular marker analysis of wheat germplasm from Kazakhstan and CIMMYT for resistance to tan spot, *Vavilov journal of genetics and breeding*, 23(7):879-886. DOI 10.18699/VJ19.562 (in Russ).

Kokhmetova A., Atishova M., Madenova A., Kumarbayeva M. (2019b) Genotyping of wheat germplasm for resistance to toxins of tan spot *Pyrenophora tritici-repentis*, *Journal of Biotechnology*, 305:53. DOI:10.1016/j.jbiotec.2019.05.188 (in Eng.).

Kokhmetova A., Kovalenko N.M., Kumarbaeva M.T. (2020) *Pyrenophora tritici-repentis* population structure in the Republic of Kazakhstan and identification of wheat germplasm resistant to tan spot, *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 24:722–729. DOI:10.18699/VJ20.666 (in Russ.).

Kokhmetova A., Sehgal D., Ali S., Atishova M., Kumarbayeva M., Leonova I., Dreisigacker S. (2021a) Genome-wide association study of tan spot resistance in a hexaploid wheat collection from Kazakhstan, *Frontiers in Genetics*, 11:581214. DOI:10.3389/fgene.2020.581214 (in Eng.).

Kokhmetova A., Kumarbayeva M., Atishova M., Nehe A., Riley I.T., Morgounov A. (2021b) Identification of high-yielding wheat genotypes resistant to *Pyrenophora tritici-repentis* (tan spot), *Euphytica*, 217:97. DOI:10.1007/s10681-021-02822-y (in Eng.).

Kokhmetova A., Sharma R., Rsaliyev S., Galymbek K., Baymagambetova K., Ziyaev Z., Morgounov A. (2018b) Evaluation of Central Asian wheat germplasm for stripe rust resistance, *Plant Genetic Resources*, 16(2):178-184. DOI:10.1017/S1479262117000132 (in Eng.).

Kokhmetova A.M., Morgounov A., Rsaliyev Sh., Yessenbekova G., Tyupina L. (2011) Wheat germplasm screening for stem rust resistance using conventional and molecular techniques, *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 47: 146-154 (in Eng.).

Kokhmetova A., Rsaliyev A., Malysheva A., Atishova M., Kumarbayeva M., Keishilov Z. (2021c) Identification of stripe rust resistance genes in common wheat cultivars and breeding lines from Kazakhstan, *Plants*, 10:2303. DOI:10.3390/plants10112303 (in Eng.).

Kokhmetova A., Rsaliyev S., Atishova M., Kumarbayeva M., Malysheva A., Keishilov Z., Zhanuzak D., Bolatbekova A. (2021d) Evaluation of wheat germplasm for resistance to leaf rust (*Puccinia triticina*) and Identification of the Sources of Lr Resistance Genes Using Molecular Markers, *Plants*, 10(7):1484. DOI:10.3390/plants10071484 (in Eng.).

Kolmer J.A., Hughes M.E. (2016) Physiologic specialization of *Puccinia triticina* on wheat in the United States in 2014, *Plant Disease*, 100:1768-1773. DOI:10.1094/PDIS-12-15-1461-SR (in Eng.).

Kremneva O.Yu., Mironenko N.V., Volkova G.V., Baranova O.A., Kim Y.S., Kovalenko N. M. (2021) Resistance of winter wheat varieties to tan spot in the North Caucasus region of Russia, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(3):1787-1794. DOI: 10.1016/j.sjbs.2020.12.021 (in Eng.).

Kremneva O.Yu., Volkova G.V., Kovalenko N.M. (2019) The Dynamics of the race structure of *Pyrenophora tritici-repentis* in the North Caucasus Region, *Mycology and phytopathology*, 53(4):246-253. DOI:10.1134/S0026364819040056 (in Russ.).

Lagudah E.S., McFadden H., Singh R.P., Huerta-Espino J., Bariana H.S., Spielmeier W. (2006) Molecular genetic characterization of the Lr34/Yr18 slow rusting resistance gene region in wheat, *Theoretical and Applied Genetics*, 114:21–30. DOI:10.1007/s00122-006-0406-z (in Eng.).

Madenova A., Sapakhova Z., Bakirov S., Galymbek K., Yernazarova G., Kokhmetova A., Keishilov Z. (2021) Screening of wheat genotypes for the presence of common bunt resistance genes, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(5):2816-2823 (in Eng.).

Morgounov A., Akin B., Demir L., Keser M., Kokhmetova A., Martynov S., Orhan Ş., Özdemir F., Özseven İ., Sapakhova Z., Yessimbekova M. (2015) Yield gain due to fungicide application in varieties of winter wheat (*Triticum aestivum*) resistant and susceptible to leaf rust, *Crop and Pasture Science*, 66:649-659. DOI:10.1071/CP14158(in Eng.).

Morgounov A., Pozherukova V., Kolmer J., Gulyaeva E., Abugaliev A., Chudinov V., Kuzmin O., Rasheed A., Rsymbetov A., Shepelev S. (2020) Genetic basis of spring wheat resistance to leaf rust (*Puccinia triticina*) in Kazakhstan and Russia, *Euphytica*, 216:170. DOI:10.1007/s10681-020-02701-y (in Eng.).

Morgounov A., Rosseeva L., Koyshibayev M. (2007) Leaf rust of spring wheat in Northern Kazakhstan and Siberia: Incidence, virulence, and breeding for resistance, *Australian Journal of Agricultural Research*, 58:847–853. DOI:10.1071/AR07086 (in Eng.).

Peterson R.F., Champbell A.B., Hannah A.E. (1948) A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals, *Canadian Journal of Research*, 26:496–500 (in Eng.).

Riede C.R., Anderson J.A. (1996) Linkage of RFLP markers to an aluminum tolerance gene in wheat, *Crop Science*, 36:905–909 (in Eng.).

Roelfs A.P., Singh R.P., Saari E.E. (1992) Rust diseases of wheat: concept and methods of disease management. CIMMYT, Mexico, DF, USA. ISBN: 968-6127-47-X.

Rsaliev S., Kokhmetova A.M., Sedlovsky A., Rsaliev A., Tileubaeva Z.S., Tyupina, L.N., Esenbekova G.T., Atishova M.N., Agabaeva A.C. (2011) Catalog of varieties and samples of wheat with genes for resistance to leaf rust. Guidelines: Almaty, Kazakhstan.

Rsaliyev A.S., Rsaliyev Sh.S. (2018) Principal approaches and achievements

in studying race composition of wheat stem rust, Vavilov journal of genetics and breeding,22(8):967-977. DOI:10.18699/VJ18.439 (in Russ.).

Sharma R.C., Rajaram S., Alikulov S., Ziayev Z., Hazaratkulova S., Khordarahami M., Nazeri S.M., Belen S., Khalikulov Z., Mosaad M., Kaya Y., Keser M., Eshonova Z., Kokhmetova A., Ahmedov M.G., Jlal Kamali M.R., Morgounov A.I. (2013) Improved winter wheat genotypes for Central and West Asia, Euphytica, 190(1): 19-31. DOI 10, 1007/s10681-012-0732-y (in Eng.).

Sharma-Poudyal D., Chen X.M., Wan A.M., Zhan G.M., Kang Z.S., Cao S.Q., Jin S.L., Morgounov A., Akin B., Mert Z. (2013) Virulence characterization of international collections of the wheat stripe rust pathogen, *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, Plant Disease, 97:379–386. DOI:10.1094/PDIS-01-12-0078-RE (in Eng.).

Vikal Y., Chhuneja P., Singh R., Dhaliwal H.S. (2004) Tagging of an *Aegilops speltoides* derived leaf rust resistance gene Lr28 with a microsatellite marker in wheat, Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology, 13:47–49. DOI:10.1007/BF03263190 (in Eng.).

Yessenbekova G., Kokhmetova A., Madenova A., Amanov O., Dutbayev Y., Kampitova G. (2014) Identification of Lr34/Yr18 gene in wheat germplasm in Kazakhstan. Proceedings of the 2014 APS-CPS Joint meeting, Minneapolis, MN, USA, P. 9–13.

ПАМЯТИ

АНДРЕЯ ЛЕОНИДОВИЧА КУНИЦЫНА

19 января 2022 г. на 86 году жизни скончался известный ученый, член Национального комитета по теоретической и прикладной механике РФ профессор Андрей Леонидович Куницын.

Куницын А.Л. родился 26 июля 1936 г. в Саратове. Там же прошли его детские годы. Папа был врачом. Он погиб на фронте. Все заботы о сыне легли на плечи мамы. Род Куницыных известен с конца 18-го века. Кира Владимировна поощряла тягу сына к знаниям и спорту, воспитывала высокопорядочного юношу, отличающегося исключительной честностью. Школу Андрей закончил с золотой медалью на Сахалине, куда его мама уезжала работать. Интерес к полетам привел Андрея Куницына в Московский авиационный институт, куда он поступил в 1954 г.

Приоритетной в обществе в то время была космическая тематика. Лучших выпускников вузов распределяли в соответствующие ОКБ. Так в 1960 г. А.Л. Куницын начал работать специалистом по траекториям спутников и других космических аппаратов. Интерес к проекту самолета, летающего на высоте ближнего космоса, привел его к мысли о необходимости дальнейшей теоретической подготовки в аспирантуре. Аспирантуру Куницын А.Л. проходил под руководством Г.В. Каменкова – ректора МАИ, одного из организаторов Казанского авиационного института. Каменков Г.В. существенно развил теорию устойчивости Ляпунова в критических случаях. При этом за рамками рассмотрения остались случаи внутреннего резонанса – наличия целочисленного соотношения между частотами линейной системы.

Научные интересы А.Л. Куницына на много лет стали связаны с теорией внутреннего резонанса и её приложениями в задачах механики. В 70-х годах прошлого века началось интенсивное изучение систем, которые со времени создания А.М. Ляпуновым теории устойчивости вызывали принципиальные трудности. Тем не менее, такие системы имеют важное значение в объяснении резонансных эффектов, встречающихся как в природе, так и в математических моделях. Куницын А.Л. получил результаты для наиболее важных случаев

резонанса низших порядков для автономных и периодических систем общего вида. Исследования подытожены в монографии «Некоторые задачи устойчивости нелинейных резонансных систем» (совместно с Ташимовым Л.Т.) и обзоре «Устойчивость в резонансных случаях» (совместно с Маркеевым А.П.). Сегодня в научном мире имя Куницына А.Л. связывают с разработкой теории устойчивости резонансных систем общего (негамильтонового) вида.

Исследования Куницына А.Л. всегда были связаны с небесной механикой и космонавтикой. Его работы по геостационарному спутнику, треугольным точкам либрации неограниченной задачи трех тел, стабилизации спутника в коллинеарных точках либрации в системе Земля-Луна, движению тела в гравитационно-репульсивном поле (фотогравитационная задача трех тел) хорошо известны в научном мире. В неограниченной задаче трех тел Куницыным А.Л. дана геометрическая интерпретация для треугольных точек либрации в нелинейной постановке и получены результаты по устойчивости. В фотогравитационной круговой задаче трех тел с одним и двумя излучающими телами им (совместно с Турешбаевым А.Т.) удалось описать все устойчивые множества точек либрации. В звездной динамике он предложил модель, которая впоследствии позволила предсказывать существование гигантских облачных скоплений микрочастиц. А.Л. Куницын был признанным авторитетом по фотогравитационной небесной механике. Его обзор по фотогравитационной задаче трех тел (совместно с Поляховой Е.Н.) не теряет актуальности и поныне. Работы А.Л. Куницына отличаются ясностью постановки задачи, аналитическая глубина и изящество геометрической интерпретации.

Он автор и соавтор более 100 работ, включая 3 монографии. В 1966 г. Куницын А.Л. был приглашен проф. Шевченко К.Н. в МИФИ на кафедру, где начали готовить специалистов по космической тематике. Здесь во всей полноте проявился педагогический талант Андрея Леонидовича, увлекший наукой Медведева С.В., Красильникова П.С., Пережогина А.А., Тхай В.Н. – студентов старших курсов. В это же время кандидатскую диссертацию защитил Мырзабеков Т. – первый ученик из Казахстана. В 1977 г. А.Л. Куницын вернулся в альма-матер на кафедру теоретической механики, где работал профессором до ухода на пенсию. Докторскую диссертацию он защитил в 1980 г. Звание профессора ему присвоено в 1983 г. В 2006 г. избран в Национальный комитет по теоретической и прикладной механике РФ. Филиал МАИ в г. Ленинск привлекает талантливую молодежь из

Казахстана. В результате А.Л. Куницыным создана научная школа в Казахстане. Всего под руководством А.Л. Куницына в МАИ защитились 8 ученых из Казахстана. Видный представитель школы Ташимов Л.Т. стал доктором наук, профессором, академиком НАН РК (скончался в 2021 г). В студенческие годы А.Л. Куницын был известен как чемпион Москвы по штанге, сейчас в youtube <https://youtu.be/WJh7Nrwwq68> слушают песню на его стихи. Он любил песни, навеянные широкими просторами Волги, пел романсы. Он полюбил казахскую культуру.

П.С. Красильников (профессор МАИ), А.П. Маркеев (профессор МФТИ), С.В. Медведев (профессор МАИ), Е.Н. Поляхова (профессор СПбГУ), В.Н. Тхай (главный научный сотрудник ИПУ РАН, профессор), А.А. Пережогин (профессор МАИ), А.С. Муратов (профессор ЮКУ), А.Т. Турешбаев (профессор КУ им. Коркыт Ата), А.А. Туякбаев (профессор КУ им. Коркыт Ата).

МАЗМҰНЫ

БИОТЕХНОЛОГИЯ

А.Н. Аралбаев, З.Ж. Сейдахметова, Н.К. Аралбай
КОЧИ ҚАТЫРАНЫ (*CRAMBE KOTSCHYANA*) ТАМЫРЛАРЫНЫҢ
ТАҒАМДЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ.....5

**Н.М. Ибишева, А.С. Нурмаханова, С.Ж. Атабаева, Б.М. Тыныбеков,
Э.С. Бөрібай**
ОҢТҮСТІК БАЛҚАШ ӨңІРІНІҢ ТОПЫРАҚ ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ
ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ.....21

**А.М. Қожахметова, Қ.Т. Жантасов, Н.Д. Төрбай, М.Т. Байжанова,
А.Б. Сейтханова**
ӨНДІРІСТІҢ ҚАТТЫ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН КЕШЕНДІ ТЫҢАЙТҚЫШТАР
АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӨЗІРЛЕУ.....40

**А. Кохметова, А. Малышева, М. Кумарбаева, А. Болатбекова,
А. Кохметова**
БИДАЙДЫҢ РЕКОМБИНАНТТЫ ИНБРИДТІ ЛИНИЯЛАРЫНЫҢ
ҚОҢЫР ТАТҚА ТӨЗІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ.....48

А. Нурдаулетова, Г.И. Байгазиева, Н.Б. Батырбаева
ГИДРОБИОНТ ТҰНБАЛАРЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ АРАҚТЫҢ
БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІН АРТТЫРУ.....61

**К.Ж. Тлеуова, А.У. Шингисов, С.С. Ветохин, А.К. Тулекбаева,
А.Е. Отуншиева**
ҚЫШҚЫЛ СҮТ ӨНІМДЕРІН АЛУ ҮШІН ТАҒАЙЫНДАЛҒАН СҮТ
ШИКІЗАТЫН ҚҰРАМДАСТЫРУДЫҢ ТИІМДІ ҚАТЫНАСЫН
ТАҢДАУ.....75

Ш.Г. Чильманбетов, А.К. Кекибаева
СУСЫНДАР ӨНДІРІСІНДЕ ҚОЛДАНУ ҮШІН ШЫРҒАНАҚТАН
ӨЗДІГІНЕН АҚҚАН ШЫРЫННЫҢ САПАСЫН ЗЕРТТЕУ.....88

ФИЗИКА

**Н.Н. Жантурина, З.К. Аймаганбетова, В. Дроздовски, Л. Таймуратова,
А. Сейтмуратов**
КВr ЖӘНЕ КСІ КРИСТАЛДАРЫНДАҒЫ ТЕРМОСТИМУЛЬДЕНГЕН
ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯНЫҢ ҚАРМАУ ОРТАЛЫҚТАРЫНЫҢ
ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ.....99

А. Жумагельдина, Қ. Есмаханова ЫҒЫСҚАН ЛОКАЛДЫ ЕМЕС СЫЗЫҚСЫЗ ШРЕДИНГЕР ЖӘНЕ МАКСВЕЛЛ-БЛОХ ТЕНДЕУІ: ДАРБУ ТҮРЛЕНДІРУІ ЖӘНЕ ШЕШІМІ.....	108
А.Е. Кемелбекова, А.Қ. Шонғалова, С.Қ. Шегебай, М. Қарибаев, Ж. Сайлау, А.С. Серикканов ZnO КРИСТАЛДЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫНА СКРИНИНГТІК ЕСЕПТЕУЛЕР ЖҮРГІЗУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ПЕРОВСКИТТИ КҮН ЭЛЕМЕНТІНЕ ҚОЛДАНЫЛУЫН ЗЕРТТЕУ.....	122
С. Сырлыбекқызы, А.К. Курбаниязов, С.Е. Койбакова, Н.Ш. Джаналиева, А.Ш. Аккенжеева, А.Е. Жидебаева АҚТАУ КЕНТІ – "ҚҰРЫҚ" ӨК ҚИМАСЫНДАҒЫ ОРТА КАСПИЙДЕГІ ТЕҢІЗ АҒЫСТАРЫ ТУРАЛЫ ЖАҢА ДЕРЕКТЕР ЖӘНЕ КЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙЛАРҒА БАЙЛАНЫСТЫ ОЛАРДЫҢ ӨЗГЕРГІШТІГІ.....	134
И. Т. Султанғалиева, Р.Р. Бейсенова ҰЯЛЫ ТЕЛЕФОНДАРДЫҢ ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК СӘУЛЕЛЕНУДІҢ ГИДРОБИОНТТАРҒА ӘСЕРІН БИОТЕСТІЛЕУ ӘДІСІМЕН БАҒАЛАУ.....	146
ҒАЛЫМДЫ ЕСКЕ АЛУ	
Андрей Леонидович Куницынды еске Алу.....	158

СОДЕРЖАНИЕ

БИОТЕХНОЛОГИЯ

А.Н. Аралбаев, З.Ж. Сейдахметова, Н.К. Аралбай
ОЦЕНКА ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ КОРНЕЙ
КАТРАНА КОЧИ (*CRAMBE KOTSCHYANA*).....5

**Н.М. Ибишева, А.С. Нурмаханова, С.Ж. Атабаева, Б.М. Тыныбеков,
Э.С. Бөрібай**
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЮЖНОГО
ПРИБАЛХАШЬЯ.....21

**А.М. Кожаметова, К.Т. Жантасов, Н.Д. Торейбай, М.Т. Байжанова,
А.Б. Сейтханова**
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО
УДОБРЕНИЯ ИЗ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА.....40

А. Кохметова, А. Малышева, М. Кумарбаева, Болатбекова, А. Кохметова
ОЦЕНКА РЕКОМБИНАНТНЫХ ИНБРЕДНЫХ ЛИНИЙ ПШЕНИЦЫ
НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ.....48

А. Нурдаулетова, Г.И. Байгазиева, Н.Б. Батырбаева
ПОВЫШЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ВОДКИ
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ НАСТОЕВ ГИДРОБИОНТОВ.....61

**К.Ж. Тлеуова, А.У. Шингисов, С.С. Ветохин, А.К. Тулекбаева,
А.Е. Отуншиева**
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ КОМБИНИРОВАНИЯ
МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА.....75

Ш.Г. Чильманбетов, А.К. Кекибаева
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА СОКА-САМОТЕКА ОБЛЕПИХИ
ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ НАПИТКОВ.....88

ФИЗИКА

**Н. Жантурина, З. Аймаганбетова, В. Дроздовский, Л.Таймуратова,
А. Сейтмуратов**
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЦЕНТРОВ ЗАХВАТА
ТЕРМОСТИМУЛИРОВАННОЙ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ
В КРИСТАЛЛАХ KBr И KCl99

А. Жумагельдина, К. Есмаханова СМЕЩЕННОЕ НЕЛОКАЛЬНОЕ НЕЛИНЕЙНОЕ УРАВНЕНИЕ ШРЕДИНГЕРА И МАКСВЕЛЛА-БЛОХА: ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДАРБУ И РЕШЕНИЕ.....	108
А.Е. Кемелбекова А.Қ. Шонғалова, С.Қ. Шегебай, М. Кармбаев, Ж. Сайлау, А.С. Серикканов ПРОВЕДЕНИЕ СКРИНИНГОВЫХ РАСЧЕТОВ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ZnO И ИЗУЧЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ В ПЕРОВСКИТНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ.....	122
С. Сырлыбеккызы, А.К. Курбаниязов, С.Е. Койбакова, Н.Ш. Джаналиева, А.Ш. Аккенжеева, А.Е. Жидебаева НОВЫЕ ДАННЫЕ О МОРСКИХ ТЕЧЕНИЯХ В СРЕДНЕМ КАСПИИ НА РАЗРЕЗЕ п. АКТАУ-ПК «КУРЫК» И ИХ ИЗМЕНЧИВОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ.....	134
И. Т. Султангалиева, Р. Р. Бейсенова ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ СОТОВЫХ ТЕЛЕФОНОВ НА ГИДРОБИОНТЫ МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ.....	146
ПАМЯТИ УЧЕНОГО	
Памяти Андрея Леонидовича Куницына.....	158

CONTENTS

BIOTECHNOLOGY

A.N. Aralbayev, Z.Zh. Seidakhmetova, N.K. Aralbay
THE ESTIMATION OF *CRAMBE KOTSCHYANA* ROOTS NUTRITIONAL
AND BIOLOGICAL VALUE.....5

**N.M. Ibisheva, A.S. Nurmahanova, S.Zh., Atabayeva, B.M. Tynybekov,
E.S. Boribay**
THE CURRENT STATE OF THE SOIL COVER OF THE SOUTHERN
BALKHASH REGION.....21

**A.M. Kozhakhmetova, K.T. Zhantasov, N.D. Torebay, M.T. Baizhanova,
A. B. Seitkhanova**
DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING INTEGRATED
FERTILIZER FROM SOLID WASTE OF PRODUCTION.....40

**A. Kokhmetova, A. Malysheva, M. Kumarbayeva, A. Bolatbekova,
A. Kokhmetova**
EVALUATION OF THE WHEAT RECOMBINANT INBRED LINES
FOR RESISTANCE TO LEAF RUST.....48

A. Nurdauletova, G.I. Baigaziev, N.B. Batyrbaeva
INCREASING THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF VODKA WITH
THE APPLICATION OF HYDROBIONTS INFUSIONS.....61

**K.Zh. Tleuova, A.U. Shingisov, S.S. Vetokhin, A.K. Tulekbayeva,
A.E. Otunshieva**
SELECTION OF THE OPTIMAL RATIO OF COMBINATION OF MILK RAW
MATERIALS DESIGNED FOR OBTAINING A SOUR MILK PRODUCT.....75

Sh.G. Chilmanbetov, A.K. Kekilbaeva
RESEARCH OF THE QUALITY OF SEA BUCKTHORN JUICE FOR
APPLICATION IN THE PRODUCTION OF BEVERAGES.....88

PHYSICAL SCIENCES

**N. Zhanturina, Z. Aimaganbetova, W. Drozdowski, L. Taimuratova,
A. Seitmuratov**
DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF CAPTURE CENTERS OF
THERMALLY STIMULATED LUMINESCENCE IN KBr AND
KCl CRYSTALS.....99

A. Zhumageldina, K. Yesmakhanova SHIFTED NONLOCAL NONLINEAR SCHRÖDINGER AND MAXWELL- BLOCH EQUATION: DARBOUX TRANSFORMATION AND SOLUTION.....	108
A.E. Kemelbekova, A.K. Shongalova, S.K. Shegebay, M. Karibaev, J. Sailau, A.S. Serikanov COMPUTATIONAL SCREENING OF ZnO CRYSTAL STRUCTURE FOR THE PEROVSKITE SOLAR CELL APPLICATION.....	122
S. Syrlybekkyzy, A.K. Kurbaniyazov, S. Koibakova, N.Sh. Janaliyeva, . Akkenzheyeva, A. Zhidebaeva NEW DATA ON SEA CURRENTS IN THE MIDDLE CASPIAN SEA IN THE SECTION OF AKTAU-PK "KURYK" AND THEIR VARIABILITY DEPENDING ON CLIMATIC CONDITIONS.....	134
I.T. Sultangaliyeva, R.R. Beisenova ASSESSMENT OF THE EFFECT OF ELECTROMAGNETIC RADIATION FROM CELL PHONES ON HYDROBIONTS BY BIOTESTING.....	146

MEMORY OF SCIENTISTS

In memory of Andrey Leonidovich Kunitsyn.....	158
--	-----

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>

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*
Заместитель директор отдела издания научных журналов НАН РК *Р. Жәліқызы*

Редакторы: *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 08.07.2022.

Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать - ризограф.

10,5 п.л. Тираж 300. Заказ 2.