

ISSN 2224-5308

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**БИОЛОГИЯ ЖӘНЕ МЕДИЦИНА
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ
БИОЛОГИЧЕСКАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ**



**SERIES
OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

5 (311)

**ҚЫРКҮЙЕК – ҚАЗАН 2015 ж.
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2015 г.
SEPTEMBER – OCTOBER 2015**

**1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963**

**ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR**

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

Ж. А. Арзықұлов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Айтхожина Н.А.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байгулин И.О.** (бас редактордың орынбасары); биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Берсімбаев Р.И.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бишімбаева Н.К.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Күзденбаева Р.С.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Рахышев А.Р.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ақшолақов С.К.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Алшынбаев М.К.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Березин В.Э.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ботабекова Т.К.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жамбакин К.Ж.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қайдарова Д.Р.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Локшин В.Н.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Огарь Н.П.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рахыпбеков Т.К.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Абжанов Архат (Бостон, АҚШ); **Абелев С.К.** (Мәскеу, Ресей); **Лось Д.А.** (Мәскеу, Ресей); **Бруно Луненфелд** (Израиль); доктор, проф. **Харун Парлар** (Мюнхен, Германия); философия докторы, проф. **Стефано Перни** (Кардиф, Ұлыбритания); **Саул Пуртон** (Лондон, Ұлыбритания); **Сапарбаев Мурат** (Париж, Франция); **Сарбассов Дос** (Хьюстон, АҚШ); доктор, проф. **Гао Энджун** (Шэньян, ҚХР)

Главный редактор

академик НАН РК

Ж. А. Арзыкулов

Редакционная коллегия:

доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.А. Айтхожина**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **И.О. Байтулин** (заместитель главного редактора); доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Р.И. Берсимбаев**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.К. Бишимбаева**; доктор мед. наук, проф., академик НАН РК **Р.С. Кузденбаева**, доктор мед. наук, проф., академик НАН РК **А.Р. Рахисhev**, доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **С.К. Акшулаков**, доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.К. Алчинбаев**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Э. Березин**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.К. Ботабекова**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Ж. Жамбакин**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Д.Р. Кайдарова**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Локшин**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.П. Огарь**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.К. Рахыпбеков**

Редакционный совет:

Абжанов Архат (Бостон, США); **С.К. Абелев** (Москва, Россия); **Д.А. Лось** (Москва, Россия); **Бруно Луненфельд** (Израиль); доктор, проф. **Харун Парлар** (Мюнхен, Германия); доктор философии, проф. **Стефано Перни** (Кардиф, Великобритания); **Саул Пуртон** (Лондон, Великобритания); **Сапарбаев Мурат** (Париж, Франция); **Сарбассов Дос** (Хьюстон, США); доктор, проф. **Гао Энджун** (Шэньян, КНР)

«Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская». ISSN 2224-5308

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5546-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz/biological-medical.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

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

Editor in chief

Zh.A. Arzykulov,
academician of NAS RK

Editorial board:

N.A. Aitkhozhina, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **I.O. Baitulin**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK (deputy editor); **R.I. Bersimbayev**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **N.K. Bishimbayeva**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **R.S. Kuzdenbayeva**, dr. med. sc., prof., academician of NAS RK; **A.R. Rakhishev**, dr. med. sc., prof., academician of NAS RK; **S.K. Akshulakov**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.K. Alchinbayev**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.E. Berezin**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.K. Botabekova**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **K.Zh. Zhambakin**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **D.R. Kaidarova**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Lokshin**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.P. Ogar**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.K. Rakhypbekov**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

Abzhanov Arkhat (Boston, USA); **S.K. Abelev** (Moscow, Russia); **D.A. Los** (Moscow, Russia); **Bruno Lunenfeld** (Israel); **Harun Parlar**, dr., prof. (Munich, Germany); **Stefano Perni**, dr. phylos., prof. (Cardiff, UK); **Saparbayev Murat** (Paris, France); **Saul Purton** (London, UK); **Sarbassov Dos** (Houston, USA); **Gao Endzhun**, dr., prof. (Shenyang, China)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of biology and medicine.
ISSN 2224-5308

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5546-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/biological-medical.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 5, Number 311 (2015), 5 – 11

**MARKERS GENES AND EVOLUTION CHARACTERISTICS
OF WATER ECOSYSTEMS BACTERIOPHAGES****M. S. Alexyuk, A. S. Turmagambetova, P. G. Alexyuk, A. P. Bogoyavlenskiy, V. E. Berezin**

RSE «Institute of microbiology and virology» SC MES RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: virprot@mail.ru

Keywords: ecology, biodiversity, bacteriophage, markers genes.

Abstract. In recent decades, interest in the study of viral communities of aquatic ecosystems has been steadily increasing due to their role in the global ecological interactions of the hydrosphere of the planet. In turn, the study of bacteriophages is complicated by the fact that they have a pronounced heterogeneity of genetic material, characterized by a large variety of sizes of the genome, which complicates the classification of bacteriophages and creates the need for new approaches in the study of phylogenetic relationships.

A short review is dedicated to assessing the possibility of a comparative study of the nucleotide sequences of bacteriophage aquatic ecosystems for understanding evolutionary processes of picophytoplankton. It is shown that the use of one or more marker genes allows an adequate picture of the phylogenetic relationships bacteriophages isolated from marine or freshwater systems, and in the case of reducing the cost, enables a new generation sequencing become the gold standard in the study of the diversity of phages.

УДК 578.832

**ГЕНЫ МАРКЕРЫ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
БАКТЕРИОФАГОВ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ****М. С. Алексюк, А. С. Турмагамбетова, П. Г. Алексюк, А. П. Богоявленский, В. Э. Березин**

РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, Алматы

Ключевые слова: экология, биоразнообразие, бактериофаг, гены маркеры.

Аннотация. В последние десятилетия интерес к изучению вирусных сообществ водных экосистем неуклонно растет, что обусловлено их глобальной ролью в экологических взаимодействиях гидросферы планеты. В свою очередь изучение бактериофагов осложняется тем, что они обладают ярко выраженной гетерогенностью генетического материала, характеризующейся большим разнообразием размеров генома, что затрудняет классификации бактериофагов и создаёт необходимость поиска новых подходов в изучении их филогенетических взаимоотношений.

Краткий обзор посвящен оценке возможности сравнительного изучения нуклеотидных последовательностей бактериофагов водных экосистем для понимания эволюционных процессов пикофитопланктона. Показано, что использование одного или нескольких маркерных генов позволяет получить адекватную картину филогенетических взаимоотношений бактериофагов, выделенных из морских или пресноводных экосистем и, в случае снижения стоимости, дает возможность секвенированию нового поколения стать золотым стандартом при изучении разнообразия бактериофагов.

В конце прошлого века было установлено, что численность вирусов в морях и океанах, достигает величин до 10^8 единиц в 1 мл воды. Из их числа бактериофаги, поражающие микроорганизмы, входящие в состав планктона и бентоса, оказались самыми многочисленными компонентами водных экосистем, что позволяет им играть ключевую роль в контроле численного

и видового многообразия простейших. Ежедневно бактериофаги приводят к гибели около 20 % гетеротрофных бактерий и 3–5 % фитопланктонных прокариот [1].

В последние десятилетия интерес к изучению вирусных сообществ водных экосистем неуклонно растет, что обусловлено их глобальной ролью в экологических взаимодействиях гидросферы планеты. В особенности это относится к цианофагам – вирусам, инфицирующим цианобактерии и тем самым регулирующим плотность бактериальных популяций и их видовой состав. Кроме того, являясь переносчиками генетического материала, цианофаги способны вызывать изменения в геноме сине-зелёных водорослей, влияя на их эволюционное развитие. Таким образом, бактериофаги можно отнести к мощному биологическому фактору, определяющему формирование микробных сообществ гидроэкосистем. Эти новые знания о роли бактериофагов в циркуляции органического углерода в Мировом океане перевернули сложившиеся ранее представления о структуре и функционировании «микробной пищевой петли» в водных экосистемах, и многократно увеличили интерес к исследованиям вирусных сообществ водных экосистем [2, 3].

Проведенные за последние 2 десятилетия исследования показали, что большинство известных бактериофагов обитающих в водных экосистемах принадлежат к трём семействам характеризующимся наличием хвостового отростка (отряд *Caudovirales*): *Myoviridae*, *Podoviridae* и *Siphoviridae* [4].

Отряд *Caudovirales* (лат. *cauda* — «хвост»; англ. *Tailed bacteriophages*, Хвостатые фаги) представляет собой ДНК-содержащие бактериофаги, вирионы которых имеют икосаэдрическую форму головки и спиральный отросток (рисунок 1) [5]. Геном этих фагов представлен одной несегментированной линейной двухцепочной молекулой ДНК. В некоторых случаях линейная молекула может приобретать форму кольцевой ДНК, а также в двухцепочной структуре могут встречаться одноцепочные промежутки. Концы молекулы ковалентно связаны с терминальными белками. Геном может содержать от 18 до 500 тысяч пар нуклеотидов и кодирует как структурные, так и не структурные белки [5, 6].

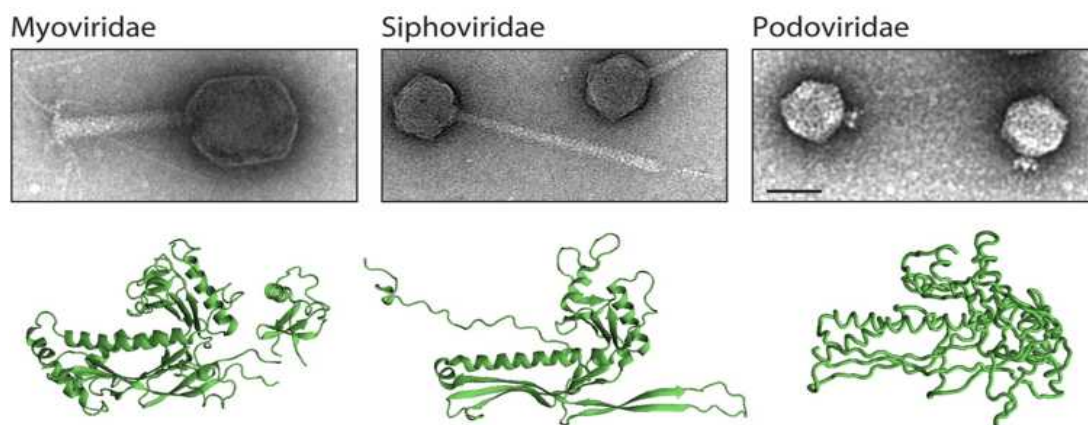


Рисунок 1 – Электронная микроскопия вирусов отряда *Caudovirales*

Согласно VIII докладу Международного комитета по вирусной таксономии (ICTV, International Committee on the Taxonomy of Viruses) семейство *Myoviridae* включает 3 подсемейства: *Teequatrovirinae*, *Pedovirinae* и *Spounavirinae*, пять родов бактериофагов: *MU*, *P1*, *P2*, *SPO1*, *T4*-подобные вирусы и один род вирусов архей [7].

Подсемейство *Teequatrovirinae* названо в честь ее видового фага энтеробактерий T4. Члены этого подсемейства морфологически неотличимы, обладают умеренно удлинённой головкой около 110 нм в длину, длинным хвостом размером 114 нм и базальной пластинкой с короткими шипами.

Согласно кластерной дендограмме ICTV подсемейство *Teequatrovirinae* можно подразделить на две группы: фаги типа T4 и KVP40 подобные вирусы [9, 10].

T4 подобные вирусы состоят из икосаэдральной головки, содержащей вирусную ДНК, ствола, основания ствола и ствольных отростков – шести длинных и шести коротких. Длинные отростки

вначале находят клетку бактерии, а, затем короткие прочно прикрепляются к ней. Основание при этом передает импульс в ствол, который сокращается, как мускул, выдавливая из себя вирусную ДНК в клетку-хозяина. Основание вируса управляет прокалывающим устройством, расположенным у ствола, и энзимом, режущим мембрану клетки бактерии. Этот энзим делает наноразмерное отверстие в мембране клетки, через которое вирусная ДНК поступает в цитоплазму. Таким образом, производится инфицирование бактерии, после чего ее биохимическая система начинает синтезировать новые фаговые частицы. В конце концов, клетка истощается, лизируется и происходит высвобождение новой генерации бактериофагов [11, 12].

Группа KVP40 вирусов состоит из двух морских вибриофагов: KVP40 и NT-1, с геномами примерно 246 кб. Вирус KVP40 был выделен из морской воды и является облигатным паразитом *Vibrio parahaemolyticus*. *Vibrio parahaemolyticus* - паразитический вибрион – это условно патогенный микроорганизм, обитающий в соленых водоемах. Выделяют его из морской воды, рыб, крабов, креветок, мидий, устриц, омаров. Фаг NT -1 паразитирует на *Vibrio natriegens* и выделяется из прибрежных болот. Данная группа фагов отличается от T-чёрных фагов по длине головки (137 нм против 111 нм), но имеет идентичную морфологию хвостового отростка [13, 14].

Подсемейство *Peduvirinae* представляют собой вирионы с головкой размером 60 нм в диаметре и хвостом размером в 135×18 нм. Характерной особенностью данного подсемейства является то, что после сокращения и введения в клетку-хозяина нуклеиновой кислоты происходит соскальзывание чехла со стержня отростка [15].

Бактериофаги подсемейства *Spounavirinae* - обладают изометрической головкой 87-94 нм в диаметре, длинным хвостом размером 140-219 нм и двойной базальной пластинкой. *Spounavirinae* являются паразитами бактерий типа *Firmicutes*. Члены этого подсемейства, как правило, обладают большим (127-142 кб) геномом с 3.1-20 кб концевой избыточностью. Название данного подсемейства является производным от SPO плюс Una (от латинского «один») [16-18].

Из выше перечисленного видно, что бактериофаги семейства *Myoviridae*, имеют различное строение вирусной частицы и обладают ярко выраженной гетерогенностью генетического материала, характеризующейся большим разнообразием размеров генома (рисунок 2) [19]. Что в свою очередь осложняет классификацию бактериофагов данного семейства и создает необходимость поиска новых подходов в изучении их филогенетических взаимоотношений.

При анализе нуклеотидных последовательностей бактериофагов установлено, что более 60% белков вирионов являются протеинами неустановленной функциональности. Кроме того, при сравнительном изучении 105 белков с выясненной функциональностью установлено, что у бактериофагов нет ни одного гена, встречающегося у большинства этих фагов, что в значительной степени осложняет филогенетические исследования вирусов.

Возможность сравнительного изучения эволюции вирусов по структуре одного гена ограничена большей или меньшей группой вирусов, однако использование подобных маркерных генов остается единственной возможностью изучения эволюционных изменений бактериофагов. На сегодняшний день существует более 10 подобных маркерных генов, формирующих три основные группы: гены, кодирующие структурные белки капсида или отростка вируса, гены полимеразного комплекса, участвующие в процессе репликации вируса и вспомогательные метаболические гены, придающие бактериофагам уникальные свойства (рисунок 3) [20].

При изучении генов первой группы – структурных генов, отвечающих за синтез головки или отростка фага, было установлено, что морфология капсида вируса в силу мозаичности структуры гена может изменяться в пределах одной группы бактериофагов. Изменение морфологии капсида вируса за счет дополнительных вставок олигонуклеотидов, по-видимому, позволяет вирусу приспосабливаться к разным бактериальным клеткам. Такая же закономерность обнаружена при сравнительном изучении генов, отвечающих за структуру отростка вириона. На основании сравнительного изучения генов структурных белков, все исследованные бактериофаги можно условно разделить на 11 групп, 9 из которых относятся к вирусам, выделенным из морских или океанических образцов, а 2 получены из пресноводных водоемов. Установлено, что бактериофаги относятся к древним биологическим объектам, так как фаги из пресноводных остатков океанов (оз Байкал) находятся в достаточно близком родстве с вирусами, выделенными в тихом и атлантическом океанах. Показано, что эволюция данных групп фагов происходит не столько по горизонтальному

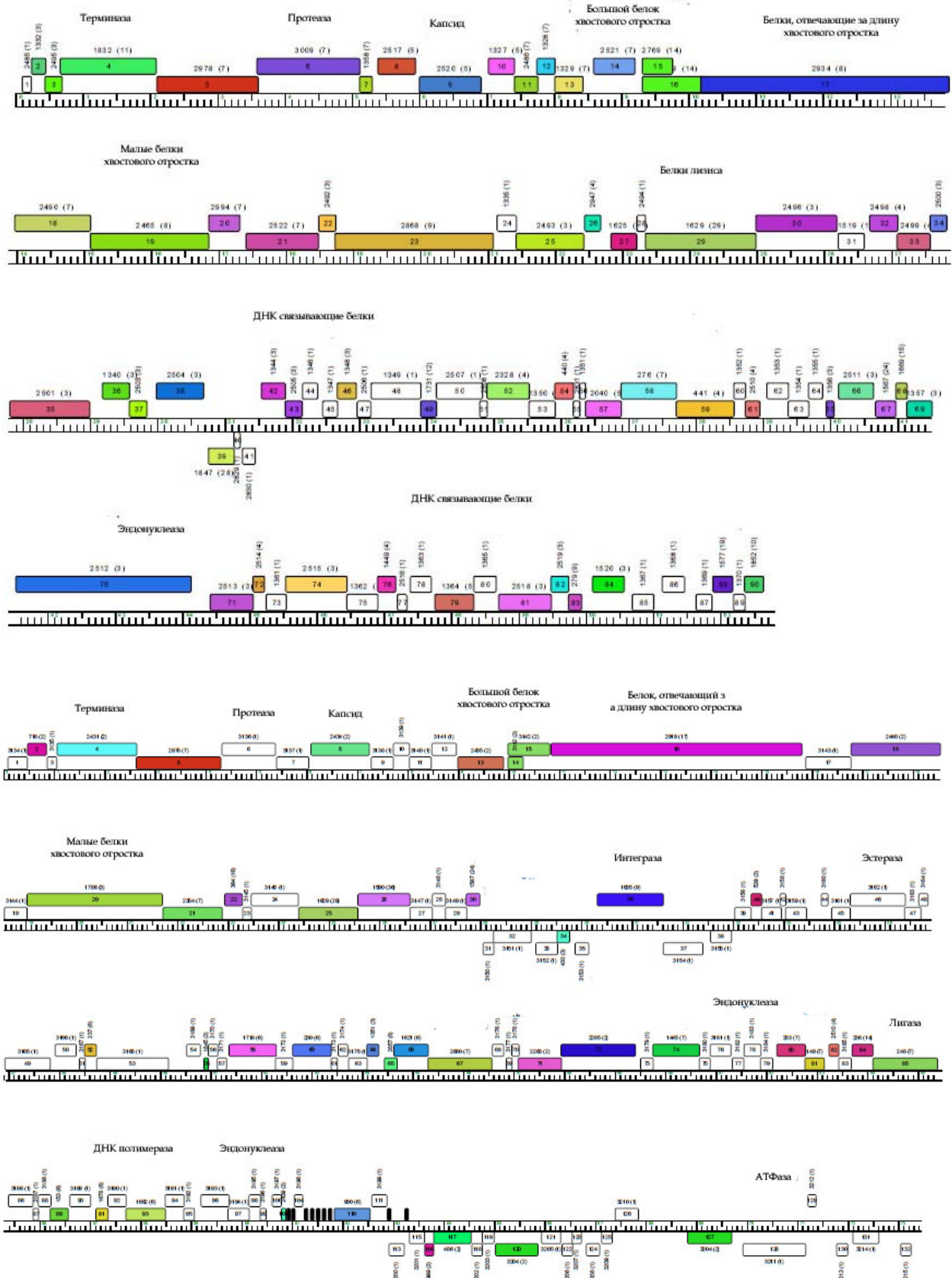


Рисунок 2 – Карта геномов разных бактериофагов семейства Myoviridae

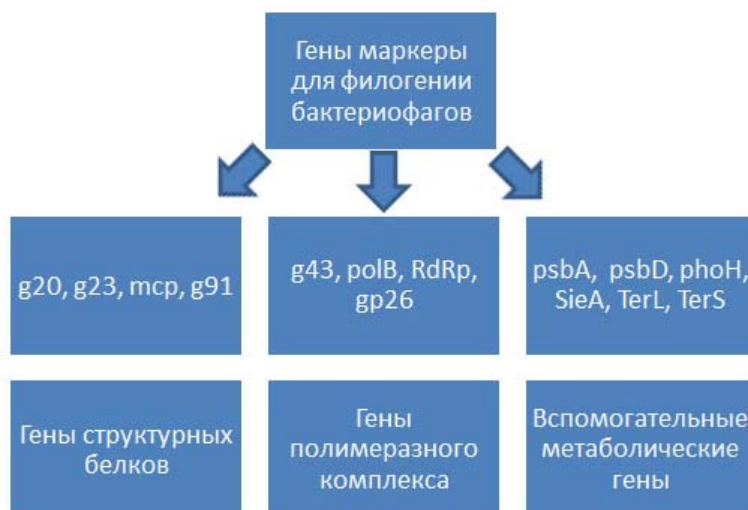


Рисунок 3 – Гены маркеры бактериофагов

направлению (географическому), сколько по вертикальному (глубина), что соответствует основным принципам структурной биологии, характерным для большинства обитателей водных экосистем (изменение структурных белков в соответствии с повышением давления на единицу поверхности организма) [21].

К сожалению, данные гены структурных белков бактериофагов могут быть использованы только для сравнительного изучения третьей части изученных бактериофагов. Это обусловлено рядом причин, одной из которых является мозаичность строения данных генов.

Вторая группа маркерных генов, основу которых составляют гены, связанные с фотосинтетическими процессами, обнаружена у бактериофагов, помогающих фотосинтетическим процессам фитопланктона, не менее 10% которого составляют сине-зеленые водоросли *Cyanochoococcus* и *Prochlorococcus*. Анализ эволюционного разнообразия вирусов на основе этих генов показал, что данные маркеры могут быть использованы для классификационных исследований вирусов, но не географических, так как вирусы Средиземного моря и Северного ледовитого океана имеют достаточно близкое эволюционное родство [22, 23].

Наиболее важной группой маркерных генов являются гены полимеразного комплекса, присутствующие практически у всех живых организмов, что позволяет в той или иной степени осуществлять филогенетические исследования разных групп бактериофагов, осуществляя сравнения не только таксономического, но и географического плана. На основе изучения структуры этих генов было показано, что белки полимеразного комплекса бактериофагов разделяются на 3 группы, соответствующих структурным особенностям фермента, что позволяет достаточно легко идентифицировать подклассы полимераз исследуемых вирусов. Вместе с тем подобное исследование не дает ответа на эволюционные изменения в связи с географическим местоположением или воздействиями абиотических факторов [24].

Таким образом, сравнительное изучение нуклеотидных последовательностей бактериофагов водных экосистем необходимо для понимания эволюционных процессов пикофитопланктона. Использование одного или нескольких маркерных генов дает адекватную картину филогенетических взаимоотношений бактериофагов, выделенных из морских или пресноводных экосистем и, в случае снижения стоимости анализа, дает возможность секвенированию нового поколения стать золотым стандартом при изучении разнообразия бактериофагов

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Wommack K.E., Colwell R.R. Virioplankton: viruses in aquatic ecosystems // *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* - 2000. - N 64. - P. 69–114.
- [2] Clokie M.R., Millard A.D., Mann N.H. T4 genes in the marine ecosystem: studies of the T4-like cyanophages and their role in marine ecology // *Virology* - 2010. - № 7. - P. 291

- [3] Дрюккер В. В. Дутова Н. В. Бактериофаги как новое трофическое звено в экосистеме глубоководного озера Байкал // Докл. Акад. наук. - 2009. - Т. 427. - С. 277–281.
- [4] Aksyuk A.A., Rossmann M.G. Bacteriophage Assembly // *Viruses*. - 2011. - №3. - P. 172-203.
- [5] Krupovic M., Prangishvili D., Hendrix R.W., Bamford D.H. Genomics of Bacterial and Archaeal Viruses: Dynamics within the Virosphere // *Microbiology and molecular biology reviews*. - 2011. - P. 610–635.
- [6] King A.M., Adams M.J., Carstens E.B., Lefkowitz E.J. Classification and Nomenclature of Viruses // *Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*.
- [7] Зимин А.А., Микулинская Г.В., Нигматуллина Л.Ф., Назипова Н.Н. Сравнительный анализ аминокислотных последовательностей отдельных доменов белков Нос бактериофагов подсемейства Teequatrovirinae // *Математическая биология и биоинформатика*. - 2012. - Т. 7, № 2. - С. 611–631.
- [8] Lavigne R., Darius P., Summer E.J., Seto D., Mahadevan P., Nilsson A.S., Ackermann H.W., Kropinski A.M. Classification of Myoviridae bacteriophages using protein sequence similarity // *BMC Microbiology*. - 2009. - № 9. - P. 224
- [9] Desplats C., Dez C., Ttart F., Eleaume H., Krisch H.M. Snapshot of the genome of the pseudo-T-even bacteriophage RB49 // *Journal of Bacteriology*. - 2002. - №184. - P. 2789-2804.
- [10] Monod C., Repoilat F., Kutateladze M., Ttart F., Krisch H.M. The genome of the pseudo T-even bacteriophages, a diverse group that resembles T4 // *Journal of Molecular Biology*. - 1997. - № 267. - P. 237-249.
- [11] Tiemann B., Depping R., Gineikiene E., Kaliniene L., Nivinskis R., Ruger W. ModA and ModB, two ADP-ribosyltransferases encoded by bacteriophage T4: catalytic properties and mutation analysis // *Journal of Bacteriology*. - 2004. - №186. - P. 7262-7272.
- [12] Pulitzer J.F., Colombo M., Ciaramella M. New control elements of bacteriophage T4 pre-replicative transcription // *Journal of Molecular Biology*. - 1985. - №182. - P. 249-263.
- [13] Ackermann H.W., DuBow M.S. *Viruses of Prokaryotes* Boca Raton // FL: CRC Press. - 1987.
- [14] Ackermann H.W., Kasatiya S.S., Kawata T., Koga T., Lee J.V., Mbuguino A., Newman F.S., Vieu J.F., Zachary A. Classification of Vibrio bacteriophages // *Intervirology*. - 1984. - Vol. 22. - P 61-71.
- [15] Nilsson A.S., Haggard-Ljungquist E. The P2-like bacteriophages. In the bacteriophages second edition // Oxford University Press. - 2006. - P. 365-390.
- [16] Uchiyama J., Rashel M., Maeda Y., Takemura I., Sugihara S., Akechi K., Muraoka A., Wakiguchi H., Matsuzaki S. Isolation and characterization of a novel Enterococcus faecalis bacteriophage fEF24C as a therapeutic candidate // *FEMS Microbiology Letters*. - 2008. - №278. - P. 200-206.
- [17] Uchiyama J., Rashel M., Takemura I., Wakiguchi H., Matsuzaki S. In silico and in vivo evaluation of bacteriophage fEF24C, a candiBMC date for treatment of Enterococcus faecalis infections // *Applied & Environmental Microbiology*. - 2008. - № 74. - P. 4149-4163.
- [18] Klumpp J., Dorscht J., Lurz R., Biemann R., Wieland M., Zimmer M., Calendar R., Loessner M.J. The terminally redundant, nonpermuted genome of Listeria bacteriophage A511: a model for the SPO1-like myoviruses of gram-positive bacteria // *Journal of Bacteriology*. - 2008. - №190. - P. 5753-5765.
- [19] Adriaenssens E.M., Cowan D.A. Using signature genes as tools to assess environmental viral ecology and diversity // *Appl Environ Microbiol*. - 2014. - Vol. 80, №15. - P. 4470-80.
- [20] Natsuko Nakayama, Susumu Asakawa, Makoto Kimura. Comparison of g23 gene sequence diversity between Novosphingobium and Sphingomonas phages and phage communities in the floodwater of a Japanese paddy field // *Soil Biology and Biochemistry*. - 2009. - Vol. 41, № 2. - P. 179-185
- [21] Huang S., Wang K., Jiao N., Chen F. Genome sequences of siphoviruses infecting marine Synechococcus unveil a diverse cyanophage group and extensive phage-host genetic exchanges // *Environ Microbiol*. - 2012. - Vol. 14, № 2. - P. 540–558.
- [22] Sullivan M.B., Lindell D., Lee J.A., Thompson L.R., Bielawski J.P., Chisholm S.W. Prevalence and evolution of core photosystem II genes in marine cyanobacterial viruses and their hosts // *PLoS Biol*. - 2006. - Vol. 4, № 8. - P. 234.
- [23] Huang S, Zhang S, Jiao N, Chen F. Marine cyanophages demonstrate biogeographic patterns throughout the global ocean // *Appl Environ Microbiol*. - 2015. - № 81(1). - P. 441-52.
- [24] Goldsmith D.B., Crosti G., Dwivedi B., McDaniel L.D., Varsani A., Suttle C.A., Weinbauer M.G., Sandaa R.A., Breitbart M. Development of phoH as a novel signature gene for assessing marine phage diversity // *Appl. Environ. Microbiol*. - 2011. - Vol. 77, №21. - P. 7730-7739.

REFERENCES

- [1] Wommack K.E., Colwell R.R. Virioplankton: viruses in aquatic ecosystems. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* **2000**. N 64. P. 69–114.
- [2] Clokie M.R., Millard A.D., Mann N.H. T4 genes in the marine ecosystem: studies of the T4-like cyanophages and their role in marine ecology. *Viral J.* **2010**. №7. P. 291
- [3] Дрюккер В. В. Дутова Н. В. Бактериофаги как новое трофическое звено в экосистеме глубоководного озера Байкал. *Докл. Акад. наук*. **2009**. Т. 427. С. 277–281 (inRuss.).
- [4] Aksyuk A.A., Rossmann M.G. Bacteriophage Assembly. *Viruses*. **2011**. №3. P.172-203.
- [5] Krupovic M., Prangishvili D., Hendrix R.W., Bamford D.H. Genomics of Bacterial and Archaeal Viruses: Dynamics within the Virosphere. *Microbiology and molecular biology reviews*. **2011**. P. 610–635.
- [6] King A.M., Adams M.J., Carstens E.B., Lefkowitz E.J. Classification and Nomenclature of Viruses. *Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*.
- [7] Зимин А.А., Миклинская Г.В., Нигматуллина Л.Ф., Назипова Н.Н. Сравнительный анализ аминокислотных последовательностей отдельных доменов белков Нос бактериофагов подсемейства Teequatrovirinae. *Математическая биология и биоинформатика*. **2012**. Т. 7, № 2. С. 611–631. (inRuss.).

- [8] Lavigne R., Darius P., Summer E.J., Seto D., Mahadevan P., Nilsson A.S., Ackermann H.W., Kropinski A.M. Classification of Myoviridae bacteriophages using protein sequence similarity. *BMC Microbiology*. **2009**. № 9. P. 224
- [9] Desplats C., Dez C., Ttart F., Eleaume H., Krisch H.M. Snapshot of the genome of the pseudo-T-even bacteriophage RB49. *Journal of Bacteriology*. **2002**. №184. P. 2789-2804.
- [10] Monod C., Repoila F., Kutateladze M., Ttart F., Krisch H.M. The genome of the pseudo T-even bacteriophages, a diverse group that resembles T4. *Journal of Molecular Biology*. **1997**. №267. P. 237-249.
- [11] Tiemann B., Depping R., Gineikiene E., Kaliniene L., Nivinskas R., Ruger W. ModA and ModB, two ADP-ribosyltransferases encoded by bacteriophage T4: catalytic properties and mutation analysis. *Journal of Bacteriology*. **2004**. №186. P. 7262-7272.
- [12] Pulitzer J.F., Colombo M., Ciaramella M. New control elements of bacteriophage T4 pre-replicative transcription. *Journal of Molecular Biology*. **1985**. №182. P. 249-263.
- [13] Ackermann H.W., DuBow M.S. Viruses of Prokaryotes Boca Raton. FL: CRC Press. **1987**.
- [14] Ackermann H.W., Kasatiya S.S., Kawata T., Koga T., Lee J.V., Mbiguino A., Newman F.S., Vieu J.F., Zachary A. Classification of Vibrio bacteriophages. *Intervirology*. **1984**. Vol. 22. P 61-71.
- [15] Nilsson A.S., Haggerd-Ljungquist E. The P2-like bacteriophages. In the bacteriophages second edition. *Oxford University Press*. **2006**. P.365-390.
- [16] Uchiyama J., Rashel M., Maeda Y., Takemura I., Sugihara S., Akechi K., Muraoka A., Wakiguchi H., Matsuzaki S. Isolation and characterization of a novel Enterococcus faecalis bacteriophage fEF24C as a therapeutic candidate. *FEMS Microbiology Letters*. **2008**. №278. P. 200-206.
- [17] Uchiyama J., Rashel M., Takemura I., Wakiguchi H., Matsuzaki S. In silico and in vivo evaluation of bacteriophage fEF24C, a candiBMC date for treatment of Enterococcus faecalis infections. *Applied & Environmental Microbiology*. **2008**. №74. P. 4149-4163.
- [18] Klumpp J., Dorscht J., Lurz R., Biemann R., Wieland M., Zimmer M., Calendar R., Loessner M.J. The terminally redundant, nonpermuted genome of Listeria bacteriophage A511: a model for the SPO1-like myoviruses of gram-positive bacteria. *Journal of Bacteriology*. **2008**. №190. P. 5753-5765.
- [19] Adriaenssens E.M, Cowan D.A. Using signature genes as tools to assess environmental viral ecology and diversity. *Appl Environ Microbiol*. **2014**. Vol. 80, №15. P. 4470-4480.
- [20] Natsuko Nakayama, Susumu Asakawa, Makoto Kimura. Comparison of g23 gene sequence diversity between Novosphingobium and Sphingomonas phages and phage communities in the floodwater of a Japanese paddy field. *Soil Biology and Biochemistry*. **2009**. V. 41, № 2. P. 179-185
- [21] Huang S., Wang K., Jiao N., Chen F. Genome sequences of siphoviruses infecting marine Synechococcus unveil a diverse cyanophage group and extensive phage-host genetic exchanges. *Environ Microbiol*. **2012**. Vol. 14, № 2. P. 540 – 558.
- [22] Sullivan M.B., Lindell D., Lee J.A., Thompson L.R., Bielawski J.P., Chisholm S.W. Prevalence and evolution of core photosystem II genes in marine cyanobacterial viruses and their hosts. *PLoS Biol*. **2006**. Vol. 4, № 8. P. 234.
- [23] Huang S, Zhang S, Jiao N, Chen F. Marine cyanophages demonstrate biogeographic patterns throughout the global ocean. *Appl Environ Microbiol*. **2015**. № 81(1). P. 441-52.
- [24] Goldsmith D.B., Crosti G., Dwivedi B., McDaniel L.D., Varsani A., Suttle C.A., Weinbauer M.G., Sandaa R.A., Breitbart M. Development of phoH as a novel signature gene for assessing marine phage diversity. *Appl. Environ. Microbiol*. **2011**. Vol. 77, №21. P. 7730-7739.

БАКТЕРИОФАГТАРДЫҢ СУЛЫ ЭКОЖҮЙЕДЕГІ ГЕНДІК МАРКЕРІ ЖӘНЕ ЭВОЛЮЦИЯЛЫҚ МІНЕЗДЕМЕСІ

М. С. Алексюк, А. С. Турмагамбетова, П. Г. Алексюк, А. П. Богоявленский, В. Э. Березин

ҚР БҒМ ҒК «Микробиология және вирусология институты», Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: экология, биологиялық әртүрлілік, бактериофаг, гендік маркер.

Аннотация. Соңғы он жылдықта су экожүйелерінің вирустық бірлестіктеріне зерттеу ұдайы өсіп жатыр, ғаламшар гидросферасына экологиялық өзара әрекеттесулері олардың глобалді рөлі. Өз кезегінде бактериофагтарды зерттеу ол генетикалық материалдың жарық бейнеленген гетерогенділіктеріне ие болғанын анықтайды, бактериофагтардың жіктеуін қиындатқан геномның өлшемдерін айқындайтыны бар, және олардың қарым-қатынастарын филогенетикалық зерттеуде жаңа тәсілдерді іздестірудің қажеттілігін жасайды.

Пикофитопланктон эволюциялық процестері үшін сулы экожүйелердің бактериофагтардың нуклеотид тізбектерін салыстырмалы зерттеуді мүмкіндіктеріне арналған бағалауына қысқаша шолу. Көрсеткен, бір немесе бірнеше таңбалық тұқымдарды пайдалану бактериофагтардың филогенез қарым-қатынастары адекватты сипат алуға рұқсат береді, немесе тұщы су экожүйелер және құнның төмендету жағдайында, жаңа ұрпаққа бактериофагты секвенирлеуді зерттеу әр түрлі салада алтын стандарт бола алады.

Поступила 31.07.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 5, Number 311 (2015), 12 – 20

**FEATURES OF BREEDING THE FRY OF PIKEPERCH
IN CONDITIONS OF CHILIK PONDS FARM**

N. S. Badryzlova

“Kazakh scientific and research institute of fishery, Almaty, Kazakhstan”, LLP, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: osztas@mail.ru

Key words: pikeperch, spawning, incubation, spawn, larvae, one-years, fingerlings, pond, cradle, cage, the “Amur” apparatus, lively food, basin, long basin

Abstract. The conditions of making the spawning and incubating the spawn of a pikeperch in the man – made conditions, are described in this article. The database of length the incubation of spawn is presented. The comparison kept results with kept by Hungarian fish-breeders is given. The recommendations according to realization the spawning and incubating the spawn of a pikeperch in fish-breeding farms of Kazakhstan are given. The results of rearing the fingerlings of pikeperch in different fish-breeding reservoirs are presented. The conditions of rearing the pikeperch in different conditions are described. Values of temperature of water, pH, number of oxygen in the water are presented. The characteristic of fish-breeding parameters of fingerlings of pikeperch by rearing in cages, basins, incubation apparatus “Amur” in aspect of comparison is given. The fact that the method of rearing the fingerlings of pikeperch in tanks is best, is determined. The characteristic of fish-breeding parameters of one-years of pikeperch by breeding in the ponds is given. The fact that best values of fish-breeding parameters had one-years which was bred in polyculture with plant-eating fishes by destiny of putting of common carp 150 things/ha, of grass carp 200 things/ha, white silver carp 50 things/ha, is determined. By this fact the value of fish-productivity is achieved to 200 kg/ha. The real possibility of breeding the fry of pikeperch in conditions of fish-breeding farms in south of Kazakhstan is shown.

УДК 639.3

**ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ
РЫБОПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА СУДАКА
В УСЛОВИЯХ ЧИЛИКСКОГО ПРУДОВОГО ХОЗЯЙСТВА**

Н. С. Бадрызлова

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: судак, нерест, инкубация, икра, личинки, сеголетки, подрощенная молодь, пруд, гнездо, садок, аппарат Амур, живой корм, бассейн, лоток.

Аннотация. В статье описаны условия проведения нереста и инкубации икры судака в искусственных условиях. Представлены данные продолжительности инкубации икры, приведено сравнение полученных результатов с полученными венгерскими рыбоводами. Даны рекомендации по проведению работ по проведению нереста и инкубации икры судака в рыбоводных хозяйствах Казахстана. Приведены результаты подращивания молоди судака в различных рыбоводных емкостях. Описаны условия подращивания молоди судака в различных условиях, в том числе представлены значения температуры воды, активной реакции водной среды, содержания кислорода в воде. Дана сравнительная характеристика рыбоводно-биологических показателей молоди судака при подращивании в садках, бассейне, лотке, инкубационном аппарате «Амур». Наилучшим признан садковый способ подращивания. Дана характеристика рыбоводно-биологических показателей при выращивании сеголеток судака в прудах. В результате исследований выявлено, что лучшие пока-затели имели сеголетки выращенные в поликультуре с двухлетками карпа и растительноядных рыб, при плотности посадки карпа 150 шт./га, белого амура 200 шт./га и белого толстолобика 50 шт./га; при этом рыбопродуктивность по сеголеткам достигает 200 кг/га. Показана реальная возможность выращивания рыбопосадочного материала судака в условиях рыбоводных хозяйств юга Казахстана.

Введение. Расширение ассортимента выращиваемых объектов аквакультуры, рыбоводное освоение высокопродуктивных или особо ценных видов, пользующихся спросом на внешнем рынке, является сегодня объективной необходимостью развития рыбоводства в Казахстане. В настоящее время повышенным вниманием рыбоводов - фермеров пользуется судак.

Актуальность проблемы разведения судака в Казахстане значительно возросла в последние годы. Объективными причинами явилось резкое падение естественных запасов судака, связанного с его сверхинтенсивным промышленным и коммерческим ловом и, в то же время, повышением рыночного спроса на деликатесную рыбную продукцию. Ранее в республике работ по воспроизводству судака не проводилось. Главными факторами, сдерживающими воспроизводство и выращивание судака являются отсутствие практического опыта и биотехнических нормативов выращивания, адаптированных к конкретным технологическим и природно-климатическим условиям. Не решена также проблема разведения судака главным образом из-за трудностей, возникающих на ранних этапах подращивания личинок и его молоди.

Целью исследований явилось изучение особенностей выращивания рыбопосадочного материала судака в условиях прудового хозяйства юга Казахстана.

Материал и методика

Исследования проводились в Чиликском прудовом хозяйстве Алматинской области (VI рыбоводная зона). Материалом для НИР служили личинки, подрощенная молодь, сеголетки судака.

При разведении и выращивании рыбопосадочного материала судака использовалась нормативно-техническая литература, разработанная российскими, белорусскими и венгерскими учеными [1–5].

Для оценки влияния абиотических и биотических факторов среды на воспроизводство судака отслеживалась динамика температурного и кислородного режимов ежедневно (2 раза в сутки), уровень водородного показателя в прудах – 1 раз в 5 дней. Температура воды и содержание кислорода измерялись с помощью термооксиметра. Определение содержания биогенных элементов в прудах проводилось с помощью экспресс-тестов фирмы «Sera» (Германия), 1 раз в 10 дней. Гидрохимический анализ воды из прудов и рыбоводных емкостей проводили по общепринятым методикам [6]. Сбор и обработка гидробиологических проб (зоопланктон, бентос и фитопланктон) осуществлялась согласно существующим методикам [7, 8].

Статистическую обработку материала проводили с применением компьютерных программ.

Результаты исследований и их обсуждение

Для отработки технологии воспроизводства и выращивания рыбопосадочного материала судака в апреле отлавливали производителей судака в Капшагайском водохранилище, адаптировали в садках, расположенных в заливе, затем транспортировали в Чиликское прудовое хозяйство (25 км).

На хозяйстве производителей судака на нерест рассаживали в садки из металлического сита, объемом 1 м³, установленных в карповом пруду площадью 0,2 га, глубиной 1,5 м. Водообеспечение пруда осуществлялось самотеком из водоподающего канала из р. Лавар. Водообмен в данном пруду составлял 4 л/мин.

В течение сезона проводился мониторинг гидрохимических показателей: температуры, содержания кислорода, активной реакции среды (рН) и наличия биогенов. В целом показатели воды в прудах соответствовали нормативным требованиям при выращивании рыбопосадочного материала судака. Значения температуры варьировали от 18,8-26,8 °С. Активная реакция среды (рН) изменялась в пределах от 7,5 до 8,1. Показатели растворенного в воде кислорода в утренние часы не опускались ниже 6 мг/л. Содержание биогенных элементов находилось в пределах допустимых норм [3].

Нерест судака в сезоне 2013 г. продолжался с 11 по 19 апреля.

После нереста икра находилась на искусственных гнездах-«рамках» до стадии вращающегося эмбриона (4 стадия развития). До этой стадии икру судака не рекомендуется трогать, так как это может привести к ее гибели [1, 2].

Контроль за гнездами и развитием икры проводился постоянно, начиная от посадки на нерест первой группы производителей судака, до размещения последнего гнезда с икрой для инкубации в инкубационный аппарат «Амур». По достижении 4 стадии развития икры, гнезда, в специально изготовленных носилках с водой, переносили в инкубационный цех и размещали по одному в аппараты «Амур». С целью профилактики от сапролегнии в аппаратах «Амур» гнезда обрабатывали раствором фиолетового К по принятой в рыбоводстве методике [3].

Инкубация икры и выклев личинок судака. Инкубация икры судака проходила в аппаратах «Амур». В течение инкубации икры в аппаратах «Амур» проводился ежедневный контроль гидрохимических показателей. Значения содержания кислорода в воде не опускались ниже 6 мг/л, проточность составляла 9 л/мин. Данные условия для содержания икры судака в инкубационных аппаратах «Амур» были оптимальными.

Во время инкубации икры судака проведены текущие наблюдения, в результате которых отслежен ход процесса инкубации, определены некоторые рыбоводно-биологические показатели, а также сроки инкубации в прудовых условиях и доинкубации в инкубационном цехе, отслежена динамика выклева личинок и их перехода на смешанное (внешнее) питание. Инкубация икры судака в условиях рыбоводного хозяйства и доинкубация развивающейся икры была проведена в инкубационном цехе Чиликского прудового хозяйства в инкубационных аппаратах «Амур». Результаты по инкубации икры судака приведены в таблице 1 [9].

Таблица 1 – Данные инкубации икры судака в аппаратах «Амур» в условиях Чиликского прудового хозяйства в рыбоводный сезон 2013 г.

№ гнезда	Нерест		Выклев		Продолжительность инкубации дни	Кол-во градусо-дней
	дата	время	дата	время		
М-1	11.04	17.10	16.04	9.20	5	79
М-2	11.04	17.20	16.04	10.40	5	79
М-3	13.04	8.10	18.04	19.10	5	78
М-4	13.04	8.20	17.04	16.10	4	65
М-5	19.04	8.30	24.04	11.00	5	72

Как видно из данных таблицы 1, продолжительность инкубации икры судака в текущем году составила 4-5 дней. Продолжительность инкубации зависит в первую очередь от температурного фактора, а также от качества икры судака. В венгерских нормативах сроки инкубации составляют 6-10 суток [1].

По данным характеризующим сроки инкубации икры судака, полученные в рыбоводный сезон 2013 гг. в Чиликском прудовом хозяйстве, можно констатировать, что рассадка производителей судака на нерест осуществлялась с 11 по 19 апреля. Несмотря на растянутость по времени рассадки производителей судака на нерест (8 дней) продолжительность инкубации составила от 4 до 5 дней, что в пересчете на градусо-дни составило от 65 до 79 градусо-дней.

Подращивание личинок судака в различных условиях. Подращивание молоди судака проходило в рыбоводных емкостях: в аппарате «Амур», лотке ейского типа, в круговом металлическом бассейне. Водообеспечение осуществлялось из пруда-накопителя Чиликского прудового хозяйства.

Аппарат «Амур» предназначен для инкубации икры, выдерживания и подращивания личинок. Принцип действия аппарата основан на инкубации икры и выдерживании личинок в равномерном восходящем потоке воды. Вместимость аппарата 200 л. Расход воды в режиме выдерживания составлял 0,17-0,20 л/с.

Рыбоводный лоток ейского типа – размером 4,5х0,75х0,5, изготовленного из стеклопластика. Водообмен составлял 0,2 л/с, что обеспечивало замену воды в течение 50 минут. Насыщение воды кислородом осуществлялось с помощью аэратора.

В круговом металлическом бассейне подращивание молоди осуществлялось по типу аквариума, т.е. проточности не было. Воду в бассейн ежедневно добавляли в объеме 10%. Аэрация воды осуществлялась с помощью компрессора.

Рыбоводные емкости, предназначенные для подращивания молоди судака, зарыбляли личинками из разных инкубационных аппаратов, перешедшими на смешанное питание в один день (т.е. одноразмерными личинками). При учете личинок использовали метод прямого учета. Период подращивания составил 10 дней.

Известно, что судак на ранних стадиях онтогенеза (икра, личинка, молодь) обладает высокой чувствительностью к отрицательным воздействиям различного рода абиотических и биотических факторов среды. В этой связи мы в своих опытах определенное внимание уделили абиотическим и биотическим факторам среды.

Контроль параметров водной среды осуществлялся постоянно. На протяжении экспериментального подращивания молоди судака проводилось наблюдение за температурой воды, гидрохимическими параметрами водной среды, состоянием молоди в процессе подращивания в различных условиях.

Условия содержания и характеристика проводимых рыбоводных процессов при подращивании молоди судака представлены в таблице 2 [9].

Таблица 2 – Характеристика технологии подращивания молоди судака в различных условиях в Чиликском прудовом хозяйстве

Показатели	Ед. изм	Лоток	Бассейн	Аппарат «Амур»
Уровень воды	см	25	30	100
Расход воды	л/мин	3	Аквариумного типа	10
Содержание кислорода	мгО ₂ /л	6,0	6,5	8,0
pH	–	8,0	8,1	8,0
Температура	°С	18	19	18
Кратность кормления (живые корма)	Раз в сутки	5	5	5
Суточный рацион	% от массы тела	50	50	50
Кратность кормления (стартовый форелевый искусственный корм)	Раз в сутки	2	2	2
Суточный рацион	% от массы тела	10	10	10
Чистка рыбоводных емкостей	Раз в сутки	2	2	2

Как видно из представленных данных, температура воды (18–19⁰С) и содержание кислорода (6,0–8,0 мг/л) при подращивании молоди были удовлетворительными. Показатель суточного рациона, кратность кормления рыбы и чистки рыбоводных емкостей от загрязнений соответствовали нормативным [1].

На протяжении экспериментального подращивания молоди судака в различных рыбоводных емкостях проводилось постоянное наблюдение за ее состоянием. Результаты подращивания молоди судака отражены в таблице 3 [9].

Таблица 3 – Рыбоводно-биологические показатели молоди судака, подращенной в лотке, бассейне и инкубационном аппарате «Амур»

Показатели	Ед. изм.	Лоток ейского типа	Бассейн	Инкубационный аппарат «Амур»
Объем	м ³	1	1	0,2
Плотность посадки личинок	шт./м ³	400	400	80
Продолжительность подращивания	сутки	10	10	10
Начальная средняя длина личинок	мм	3	3	3
Выживаемость молоди	%	37	26	11
	шт.	150	105	45
Конечная средняя длина личинок	мм	6,5	4,4	5,3
Линейный прирост	мм	3,5	1,4	2,3

Как видно из представленных данных, личинки судака в лотке показали наибольшую выживаемость молоди, которая в 1,4 раз и 3,4 раза была выше, чем в бассейне и аппарате «Амур» соответственно. Лучшими в лотке были и размерные показатели молоди, которые на 2,1 и 1,2 мм были выше, чем в бассейне и аппарате «Амур» соответственно.

В сравнительной динамике наибольший прирост молоди был достигнут при подращивании в лотке ейского типа, на втором месте подращивание молоди в инкубационном аппарате «Амур», самый низкий прирост молоди отмечен в бассейне. Это объясняется тем, что дополнительно к вносимым кормам (живому и искусственному) при водоснабжении лотка и инкубационного аппарата из пруда-отстойника с водой также поступали кормовые организмы, из которых были отмечены коловратки, науплии и копеподиты ветвистоусых и веслоногих ракообразных.

После проведения подращивания и определения величин рыбоводно-биологических показателей подрощенной молоди в лотке, бассейне и аппарате «Амур» было проведено зарыбление подрощенной молодью судака карпового пруда, где сеголетки судака выращивались с двухлетками карпа.

Кормили личинок живыми кормами (коловратки, молодь ветвистоусых и веслоногих ракообразных) 5 раз в день. Для этого из «кормовых» прудов отлавливали зоопланктон и процеживали через сачок из сита №17 с целью отделения более мелкого корма (коловраток, науплий и копеподит веслоногих ракообразных). По мере роста личинок размер вносимого зоопланктона увеличивался, т.е. процеживали отловленную культуру через сито №№ 10, 9 и т.д. Кормили молодь мелкими формами зоопланктона (коловратками, науплиями и копеподитами веслоногих ракообразных) по поедаемости. Отсортированный крупный зоопланктон вносили в экспериментальные мальковые пруды, куда впоследствии зарыбили молодь судака. Суточный рацион кормления составлял 50% от массы. Постепенно небольшими порциями в рацион добавляли декапсулированные яйца артемии салина. Суточный рацион кормления составил 10%.

Подращивание молоди судака в садках. В 2013 году был проведен эксперимент с целью определения оптимальной плотности посадки личинок в садки и оптимального показателя выживаемости молоди при подращивании в садках. За основу были взяты значения плотности посадки, принятые при подращивании молоди карпа в садках в условиях прудовых рыбоводных хозяйств [1, 2].

Поскольку выклев личинок судака не единовременный, а растянут во времени, зарыбление садков, предназначенных для подращивания молоди судака, производили личинками из разных инкубационных аппаратов, перешедшими на смешанное питание в один день. Это делалось также из соображений недопущения каннибализма молоди судака при подращивании.

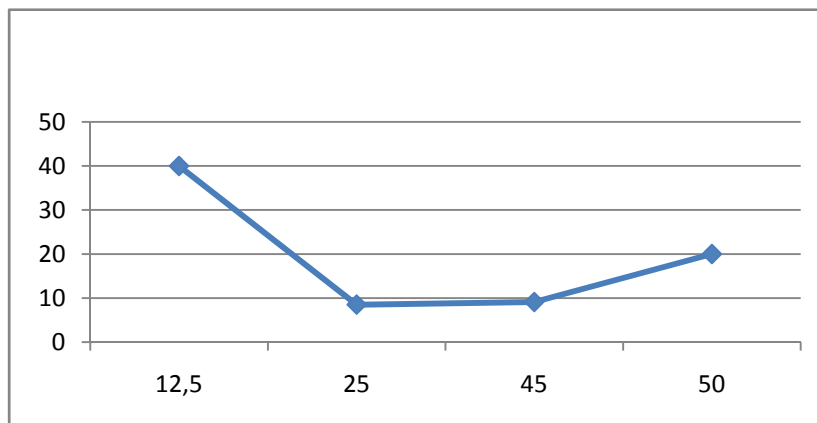
При учете личинок, зарыбляемых в садки, использовали метод объемного счета. При общей оценке рыбоводно-биологических показателей подращивания молоди в садках дополнительно использовали метод экспертных оценок. Рыбоводно-биологические показатели молоди судака по окончании подращивания в садках представлены в таблице 4 [9].

Таблица 4 – Рыбоводно-биологические показатели молоди судака при подращивании в садках

Наименование	Данные облова экспериментальных садков					
	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Объем садка, м ³	0,80	0,80	0,25	0,20	0,25	0,50
Плотность посадки, тыс.шт./м ³	12,5	25,0	26,0	50,0	26,0	44,0
Количество подрощенных личинок, тыс. шт.	4,0	2,0	0,5	2,0	0,5	2,0
Выживаемость молоди, %	40,0	10,0	7,7	20,0	7,7	9,1
Начальная длина, мм	3	3	3	3	3	3
Конечная длина, мм	10	10	7	8	7	8

Как видно из представленных данных, наибольшая выживаемость молоди судака и лучшая средняя длина молоди отмечены при подращивании в садке №1 (40% и 10 мм соответственно). Садок имел следующую конструкцию - газовое сито было прикреплено к каркасу из деревянного бруса, общим объемом 1,0 м³, полезный объем при погружении в воду – 0,8 м³, данный садок удобный в обращении.

На основании полученных данных составлен график зависимости между плотностью посадки личинок и выживаемостью молоди (рисунок) [9].



Зависимость между плотностью посадки личинок судака и процентом выживаемости молоди при подращивании в садках

Как видно из представленного на рисунке, наиболее оптимальным значением плотности посадки личинок судака является 12,5 тыс. шт./м³, при этом достигается 40% выживаемости молоди – оптимальное значение выживаемости при подращивании для других частичковых видов рыб. Значения выживаемости 7,7% (полученные в садках №3 и №5), а также 9,1% (полученное в садке №6) – результаты кормления молоди декапсулированными яйцами артемии салина на 3-й день подращивания. При просмотре под биноклем было видно, что у молоди заполнен кормом только передний отдел пищеварительного тракта, в заднем отделе отмечены только остатки пищи и экскременты. У молоди же, подращиваемой на естественной кормовой базе пруда (колоوراتки, молодь ветвистоусых и веслоногих ракообразных, заходящая в садки) пища была распределена по пищеварительному тракту равномерно.

Анализируя результаты, полученные при подращивании молоди без использования декапсулированных яиц артемии салина, можно заметить, что при кормлении молоди прудовым зоопланктоном значение выживаемости больше.

Культивирование живых кормов. Для кормления молоди судака, перешедшей на активное питание, использовали живые корма (мелкие формы зоопланктона).

Для этого заблаговременно были произведены работы по культивированию живого корма в приспособленных прудах. В два «кормовых» пруда по ложу в марте были внесены органические удобрения (навоз КРС) из расчета 200 кг на пруд, а также минеральные удобрения (аммофос) 20 кг на пруд. В течение сезона по урезу воды в пруды периодически вносили навоз из расчета 50 кг на пруд 1 раз в 2 недели. Кроме того, периодически обновляли маточную культуру дафнии магна.

Отлов зоопланктона производился в период подращивания молоди судака в рыбоводных емкостях и выращивания сеголеток судака в прудах.

Выращивание сеголеток судака в экспериментальных прудах Чиликского прудового хозяйства. В рыбоводный сезон 2013 г. зарыбление экспериментальных прудов М-3 и М-4 было произведено молодью судака, подрощенной в садках. В каждый из двух экспериментальных прудов площадью 0,2 га было посажено по 2,6 тыс. шт. подрощенной молоди судака, плотность посадки составила 13,0 тыс. шт./га.

Выращивание сеголеток судака проводилось в поликультуре. В экспериментальный пруд М-4 было досажено 40 шт. (200 шт./га) годовиков белого амура; в экспериментальный пруд М-3 -

40 шт. (200 шт./га) годовиков белого амура, 10 шт. (50 шт./га) годовиков белого толстолобика, 30 шт. (150 шт./га) годовиков карпа.

В течение сезона для стимуляции развития естественной кормовой базы на прудах проведен комплекс рыбоводно-мелиоративных мероприятий, включая внесение органических и минеральных удобрений, выкос и удаление мягкой водной растительности.

Темп роста сеголеток судака отслеживался по данным контрольных обловов экспериментальных прудов.

Ввиду определяющего значения естественной кормовой базы для рыбопосадочного материала судака велось наблюдение за динамикой количественных показателей кормовых гидробионтов. В результате проведенных гидробиологических исследований экспериментальные пруды по классификации кормности соответствовали среднекормным [6].

Кормление молоди судака на начальном этапе производилось живыми кормами (зоопланктон, бентос). В дальнейшем в течение июня для кормления сеголеток судака использовали личинок карповых рыб из инкубационного цеха Чиликского прудового хозяйства.

При соблюдении биотехники выращивания сеголеток судака в прудах, результатов контрольных обловов и данных, литературных источников получены значения выживаемости сеголеток судака близкие к нормативным. Полученные показатели рыбопродуктивности также были в пределах значений, представленных в литературных источниках [1, 2].

Рыбоводно-биологические показатели сеголеток судака, выращенных в экспериментальных прудах Чиликского прудхоза в 2013 году представлены в таблице 5 [9].

Как видно из представленных данных, за данный период выращивания сеголетки судака набрали массу, которая превышала нормативную [1, 2]. Средняя масса сеголеток судака, выращенных в условиях «сложной» поликультуры (с посадкой карпа, белого амура, белого толстолобика) в пруду М-3 была на 2,5 г больше, чем у сеголеток судака, выращенных в поликультуре с белым амуром в пруду М-4. Показатели линейного, абсолютного и среднесуточного прироста сеголеток судака в пруду М-3 были выше, чем в пруду М-4 на 0,3 см, 2,5 г и 21 мг соответственно. Значения упитанности по Фультону сеголеток судака из обоих прудов существенно не различались и составили 1,12 и 1,11 соответственно.

Таблица 5 – Рыбоводно-биологические показатели сеголеток судака, выращенных в экспериментальных прудах

Показатели	Ед.изм.	Пруд М-3	Пруд М-4
Период выращивания	сутки	130	130
Посажено подрощенной молоди	шт.	2600	2600
	шт./га	13000	13000
Начальная масса	мг	8	8
Начальная длина	мм	7	7
Конечная масса	г	61,2+6,1	58,7+7,8
Конечная длина $x \pm m_x$	см	16,98+0,62	16,60+0,79
Упитанность по Фультону $x \pm m_x$	ед.	1,12+0,01	1,11+0,01
Выживаемость	шт.	392	296
	шт./га	1960	1470
	%	15,13	11,4
Рыбопродуктивность	кг/га	199,95	86,29

Показатель выживаемости сеголеток судака от подрощенной молоди в пруду М-3 (в условиях «сложной» поликультуры) был выше, чем в пруду М-4 в 1,33 раза. Рыбопродуктивность по судаку в пруду М-3 была больше аналогичного показателя в пруду М-4 на 39%.

В результате выращивания сеголеток судака в экспериментальных прудах Чиликского прудового хозяйства было выявлено, что лучшие показатели имели сеголетки выращенные в поликультуре с двухлетками карпа и растительной рыбы, при плотности посадки карпа 150 шт./га, белого амура 200 шт./га и белого толстолобика 50 шт./га.

Выводы.

1. Из апробированных способов подращивания молоди судака в различных рыбоводных емкостях (аппарат «Амур», лоток ейского типа, круговой бассейн, садки) лучшие показатели были отмечены у молоди подрощенной в садках. При подращивании молоди судака в садках наибольший процент выживаемости отмечен при плотности посадки 12,5 тыс. шт./м³, наибольший штучный выход молоди - при плотности посадки 50 тыс. шт./м³.

2. При выращивании сеголеток судака в прудах наилучшие рыбоводно-биологические показатели отмечены при выращивании их в поликультуре с двухлетками карпа и растительной рыбы. Выживаемость сеголеток судака в «сложной» поликультуре оказалась больше в 1,32 раза, чем в «простой». Лучшим при выращивании в «сложной» поликультуре было и значение показателя рыбопродуктивности, которое превысило аналогичное значение «простой» поликультуры в 2 раза.

В результате проведения НИР в экспериментальных прудах Чиликского прудового хозяйства были выращены крупные сеголетки судака массой от 58,7 до 61,2 г.

Результаты проведенных исследований в Чиликском прудовом хозяйстве показали реальную возможность выращивания рыбопосадочного материала судака в условиях рыбоводных хозяйств юга Казахстана.

Методологию работы составили ихтиологические и рыбоводные методы исследования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Тамаш Г., Хорват Л., Тельг И. Выращивание рыбопосадочного материала в рыбоводных хозяйствах Венгрии / Пер. с нем. – М.: Агропромиздат, 1985. – 128 с.
- [2] Радько М.М., Кончиц В.В., Минаев О.В. Биологические основы выращивания судака в условиях прудовых хозяйств Беларуси. – Минск: Институт рыбного хозяйства. 2011. – 168 с.
- [3] Кох В., Банк О., Йенс Г. Рыбоводство. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – С. 168-169.
- [4] Королев А.Е. Биологические основы получения жизнестойкой молоди судака: Авт. дисс. канд. биол. наук / А.Е. Королев. – СПб., 2000. – 24 с.
- [5] Терешенков И.И. Методические рекомендации по выращиванию жизнестойкой молоди судака / И.И. Терешенков, А.Е. Королев. – СПб.: ГосНИОРХ, 1997. – 26 с.
- [6] Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. – Л., 1984. – 33 с.
- [7] Китаев С. П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. – М.: Наука, 1984. – С. 129-131.
- [8] Руководство по химическому анализу вод. Изд-во Иркутского государственного университета. – Иркутск, 2006. 55 с.
- [9] Разработка биотехнических приемов выращивания новых объектов аквакультуры в условиях рыбоводных хозяйств Казахстана. Отчет о НИР (промежуточный). № ГР 0112РК01394. – Астана, 2013. – 144 с.

REFERENCES

- [1] Tamas G., Horvath G., Tolg I. Vyrashchivaniye ryboposadochnogo materiala v rybovodnykh hozyaystvakh Vengrii [Breeding the fish seeding material in fish-breeding farms of Hungary] / Moscow. Agropromizdat edit., 1985. 128 pp. [in russian]
- [2] Radko M.M., Konchits V.V., Minaev O.V. Biologicheskiye osnovy vyrashchivaniya sudaka v usloviyakh prudovykh hozyajstv Belarusi [The biological bases of breeding the pikeperch in conditions of pond farms of Belarus] Minsk. Edit. Of Institute of fish economy. 2011. 168 pp. [in russian]
- [3] Koch V., Bank O., Yens G. Rybovodstvo [Fish breeding] Moscow: Pishchevaya promyshlennost' edit. 1980. pp.168-169. [in russian]
- [4] Korolev A.E. Biologicheskiye osnovy polucheniya zhiznesteikoiki molodi sudaka [The biological bases of getting the lively fingerlings of a pikeperch] Autoref. of diss. cand. boil. sciences. Saint-Petersburg. 2000. 24 pp. [in russian]
- [5] Tereshchenkov I.I. Metodicheskkiye rekomendacii po vyrashchivaniyu zhiznesteikoiki molodi sudaka [The methodic recommendations according to breeding the lively fingerlings of a pikeperch] Saint-Petersburg. 1977. 26 pp. [in russian]

[6] Metodicheskiye rekomendacii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyah na presnovodnykh vodoemah. Zooplankton i yego produkciya. [The methodic recommendations according to collection and treatment the materials by hydro biological researches on the fresh-water ponds] Leningrad. 1984. 33 pp. [in russian]

[7] Kitayev S.P. Ekologicheskiye osnovy bioproduktivnosti ozer raznyh prirodnyh zon [Ecological bases of biological productivity of lakes of different nature's zones] Moscow. Nauka edit. 1984. pp. 129 – 131. [in russian]

[8] Rukovodstvo po himicheskomu analizu poverhnostnyh vod sushi [The manual according to the chemical analyze of surface waters of dry land] Edit. of Irkutsk state university. Irkutsk. 2006. 55 pp. [in russian]

[9] Razrabotka biotekhnicheskikh priemov vyrashchivaniya novykh objektov akvakultury v usloviyah rybovodnyh hozyajstv Kazakhstana [Elaboration the biotechnical methods of breeding new objects of aquaculture in conditions of fish-breeding farms of Kazakhstan] Scientific report. (intermediate) Astana. 2013. 144 pp. [in russian]

ШЕЛЕК ТОҒАН ШАРУАШЫЛЫҒЫНДА ТІСТІ (КӨКСЕРКЕ) ШАБАҚТАРЫН ӨСІРУДІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Н. С. Бадрызлова

ЖШС «Қазақ балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты», Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: тісті (көксерке), уылдырық шашу, уылдырық алу, құртшабақ, өсіп-шетілдірілген шабақ, тоған, ұя, садок, аппарат Амур, тірі жем, бассейн, лоток.

Аннотация. Мақалада көксерке балығының уылдырығын жасанды жолмен алу және инкубациялауы баяндалған. Уылдырықтың инкубациялау уақыты көрсетілген, алынған нәтижелерді венгерлік балық өсіруші мамандарының мәліметтерімен салыстырылды. Қазақстанның балық шаруашылықтарында көксерке балығының уылдырықтарын инкубациялау мен уылдырық шашу жұмыстары, жұмыстарды орындау ұсыныстары берілді. Көлемі әр түрлі балық өсіретін ыдыстарда көксерке балығының шабақтарын өсіру нәтижелері көрсетілген. Әр түрлі жағдайда көксерке балығының шабақтарын өсіру сипатталған, сол сияқты судың температурасының маңыздылығы, су ортасының активті әсері, судағы оттегі мөлшері. Инкубациялық «Амур» аппаратында, лотоктарда, бассейндерде, шарбақтарда көксерке балығының шабақтарынан биологиялық көрсеткіштеріне салыстырмалы сипаттама берілді. Ең үздік көрсеткішті шарбақтық әдіспен өсіру көрсетілген. Тоғанда өсірілген осы жаздық көксерке балықтарына биологиялық көрсеткіштеріне сипаттама берілді. Зерттеу нәтижесінің көрсеткені, поликультура жағдайында өсімдік қоректі және екі жастық тұқы балықтарын осы жаздық көксерке балықтарымен бірге өсірген жоғары көрсеткішке ие болған, отырғызылатын балықтың тығыздығына байланысты, тұқы балығы 150 дана/га, ақ амур 200 дана/га және ақдөңмаңдай 50 дана/га; осыған қарамастан осы жаздық балықтардың өнімділігі 200 кг/га. Көксерке балығының Қазақстанның оңтүстік балық шаруашылықтарында өсіруге болатыны туралы нақты мүмкіншіліктері көрсетілген.

Поступила 31.07.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 5, Number 311 (2015), 21 – 26

UDC 591.524.11

***DIAPTOMUS (CHAETODIAPTOMUS) MIRUS* LILLJEBORG
IN GUERNE ET RICHARD, 1889 –
NEW SPECIES OF CALANOIDA (CRUSTACEA: COPEPODA)
IN FAUNA OF KAZAKHSTAN**

Elena Krupa¹, Sophia Barinova²

¹Republican State Enterprise "Institute of Zoology", Almaty, Kazakhstan,

²Institute of Evolution, University of Haifa, Haifa, Israel

Keywords: Copepoda, Calanoida, Chaetodiaptomus, Kazakhstan.

Abstract. Only one species of *Diaptomus* was previously known in Kazakhstan up until recently – *Diaptomus (Diaptomus) castor* (Jurine, 1820). A description of *Diaptomus (Chaetodiaptomus) mirus* Lilljeborg in Guerne et Richard, 1889, female and male, new species of Calanoida within the fauna of Kazakhstan, is outlined below. The new species inhabit low mineralized low-to-middle organically polluted waters, Class of Water Quality II-IV.

Introduction. *Diaptomus* originally comprised around 200 species of the order Calanoida. During the continued revisions, different genera of *Diaptomus* were singled out, such as *Eudiaptomus*, *Neurodiaptomus*, *Arctodiaptomus*, *Mixodiaptomus*, *Eodiaptomus*, and others. According to various sources, the world's fauna includes from 12 [1] to 60 species [2] of *Diaptomus*. All of them inhabit the Palearctic. The geographic range of the species extends from the tundra to the steppes and deserts. They mainly inhabit temporary water bodies and are much less common in the littoral areas of lakes. *D. glacialis* Lilljeborg, 1889 was found in large tundra lakes [3], *D. cyaneus* Gurney, 1909 – in mountain lakes of Africa [4].

Genus is divided into two subgenus – *Diaptomus* Westwood, 1836 and *Chaetodiaptomus* Stepanova, 1991. Males of *Diaptomus* subgenus have short internal setae and short distal process on the 2nd segment of exopodite on the left leg of 5th pair, unlike the males of *Chaetodiaptomus*, which have shorter setae and longer process.

Only one species of *Diaptomus* has been previously registered in Kazakhstan and neighboring countries – *D. (Diaptomus) castor* (Jurine) [1; 5-7]. The description of *Diaptomus (Chaetodiaptomus) mirus* Lilljeborg in Guerne et Richard expands our understanding of the diversity of fauna of Calanoida in Kazakhstan and Central Asia.

Materials and methods

Zooplankton samples were taken in the period from 30 May to 3 June 2010 in a small steppe water body called Aidarly, located 400 km to the west from Uralsk city, Western Kazakhstan (coordinates N 50°07'02.0 E 047°32'05.2). Samples were collected using Juday net with 12 cm diameter of the upper ring. The samples were fixed with 4% formalin. The samples were processed with standard methods [8].

For descriptions and photographs of the male and female species, Cannon 1000D camera and microscope Axiolab.A1 were used. When photographing at high magnification, the object was located in different planes, so it was impossible to achieve the same image clarity for all the details. Therefore, series of pictures were made with alternate focusing on individual components (spines, setae, rami, segment as a whole, etc.). Image processing (cleaning background, juxtaposition) was performed using the program Adobe Photoshop and Corel Draw.

We involved bio-indication results of accompanying zooplankton species in the pool community for ecological characteristics of new species habitat. Species-specific indices come from recent references [9-12]. Water chemistry was classified from ecological point of view according to Barinova et al [13].

Results

Description of the water body. Aidarly is an artificial body of water, formed by the clay dam with three sides that catch melt-water. It is rectangular in shape. The lake is 130 m in length, 60 m in width, 2.0-2.5 m in depth. The transparency of the water does not exceed 0.2 m. The soil is gray mud, clay. The banks are clay. Weediness of the surface of water is not more than 5-7%. The water body is used as a watering place for domestic animals. Mineralization of water during the study period was 0.25 g/dm³. High concentration of copper was found in the water – on average, 0.028 mg /dm³.

Description of *Diaptomus (Chaetodiaptomus) mirus* Lilljeborg in Guerne et Richard, 1889.

Female (Figure 1). Rostrum is small. Pediger 4 is with hair-like setae on its dorsal side, on the hunch-like distal part; pediger 5 is with small blades having two spines on each. Genital segment is rounded, with small hyaline spines; anal segment is elongated. Caudal rami on the back, inner and outer sides are thickly covered with hair-like setae. Antennules reach the end of cephalothorax; 10th segment of antennule is with 2 setae, which is uncharacteristic of other types of diaptomids except for *Diaptomus falsomirus*. Coxa of the fifth pair of legs is with a large spine on the outer distal corner. Basis is with small setae on its outer side. The 1st exopodite-segment in its lower third part has the spine sitting on the elevation. Endopodite is with two long setae, extended beyond the distal edge of the 1st segment.

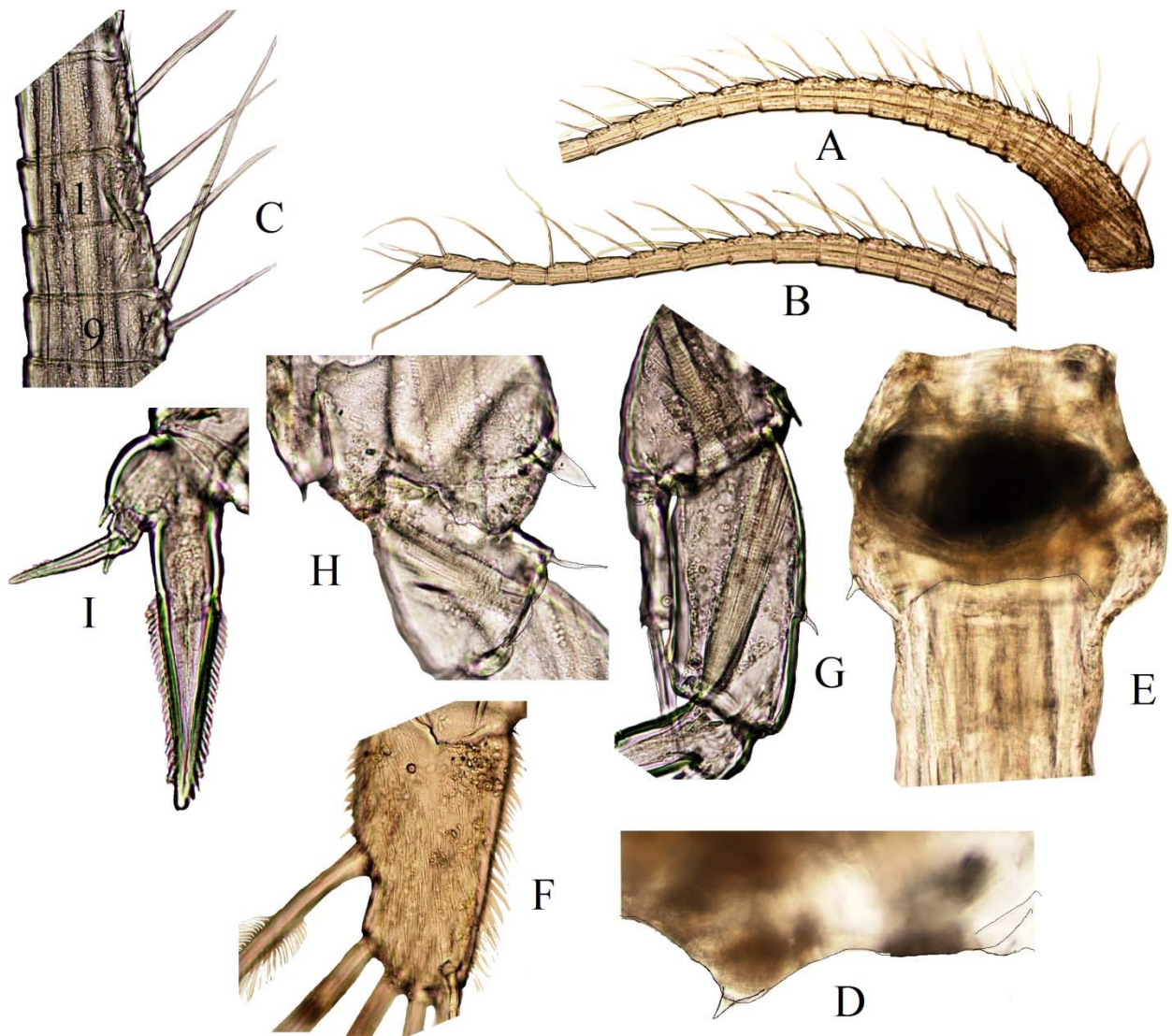
Male (Figure 2). Rostrum with processes, wide at the base. Pediger 5 with small sensory spines. Genital segment is moderately expanded. Caudal rami are like those of females, but without hair-like setae. Right antennule with spines on the 10th, 11th and 13th segments; processes of the 10th and 11th segments are long; processes of the 15th and 16th segments are reduced [14]; the third segment from the end has thin a hyaline membrane. 11th segment of the left antennule with 2 setae. The right leg of the fifth pair. The distal part of coxa with large process and hyaline spine; basis's length is about 1.5 times longer than the width; middle of the inner edge has an elongated, slightly rounded hyaline plate; near the inner distal angle is chitinous process. The outer distal corner of the 1st exopodite-segment is small; relatively short lateral spine of the 2nd segment is located distally from the middle of the outer edge. Endopodite is relatively short, slightly longer than the 1st exopodite-segment. The left leg of the fifth pair. Hyaline spine of coxa is small.

Basis with inner process. The 1st exopodite-segment on the inner edge has a roller of hair-like setae and a spine on the outer edge; inner seta of the 2nd segment is large, slightly arched, with armour on the inside, slightly longer than the fingerlike process. Endopodite is relatively long, vaguely two-segmented. The length of the females from Aidarly water body is 3.1-3.2 mm, for males it is 2.4-2.6 mm. According to the literature [1], body size of *Diaptomus (Chaetodiaptomus) mirus* is in the same range: 3.10-3.25 mm for females, and 2.75-2.85 mm for males.

Discussion. Individuals of *Diaptomus (Chaetodiaptomus) mirus* from Aidarly water body are no different from existing morphological descriptions of this species [1; 3; 15-18]. In comparison with species from other habitats, males from Aidarly water body have the lateral spine on the 2nd segment of the 5th pair of legs located less distally.

D.(Ch.) mirus is distributed in the vicinity of Ufa, Chelyabinsk region, Western and Eastern Siberia [1]. O.V. Dobrokhotova [19] mentioned the possibility of finding the species in the waters of Kazakhstan. Currently *Diaptomus (Chaetodiaptomus) mirus* has been found only in the above-mentioned steppe reservoir, located near the border between Kazakhstan and Russia.

D.(Ch.) mirus is typical for small steppe water bodies, including temporary. In the estuaries of the Saratov region, it occurs together with bare Branchiopoda *Pristicephalus josephinae* Grube, 1853, *Chirocephalus horribilis* S. Smirnov, 1948, *Branchinecta orientalis* G.O. Sars, *Branchipus schaefferi* Fischer, 1834, and exists as spring monocyclic form [20-21]. In the context of increased lifespan of water body, the proportion of its male population drops from 86 to 65%. According to morphological and functional features of mouth parts that were studied by the above-mentioned author, *Diaptomus (Chaetodiaptomus) mirus* relates to the filterers-grabbers. Their main food is phytoplankton and zooplankton.

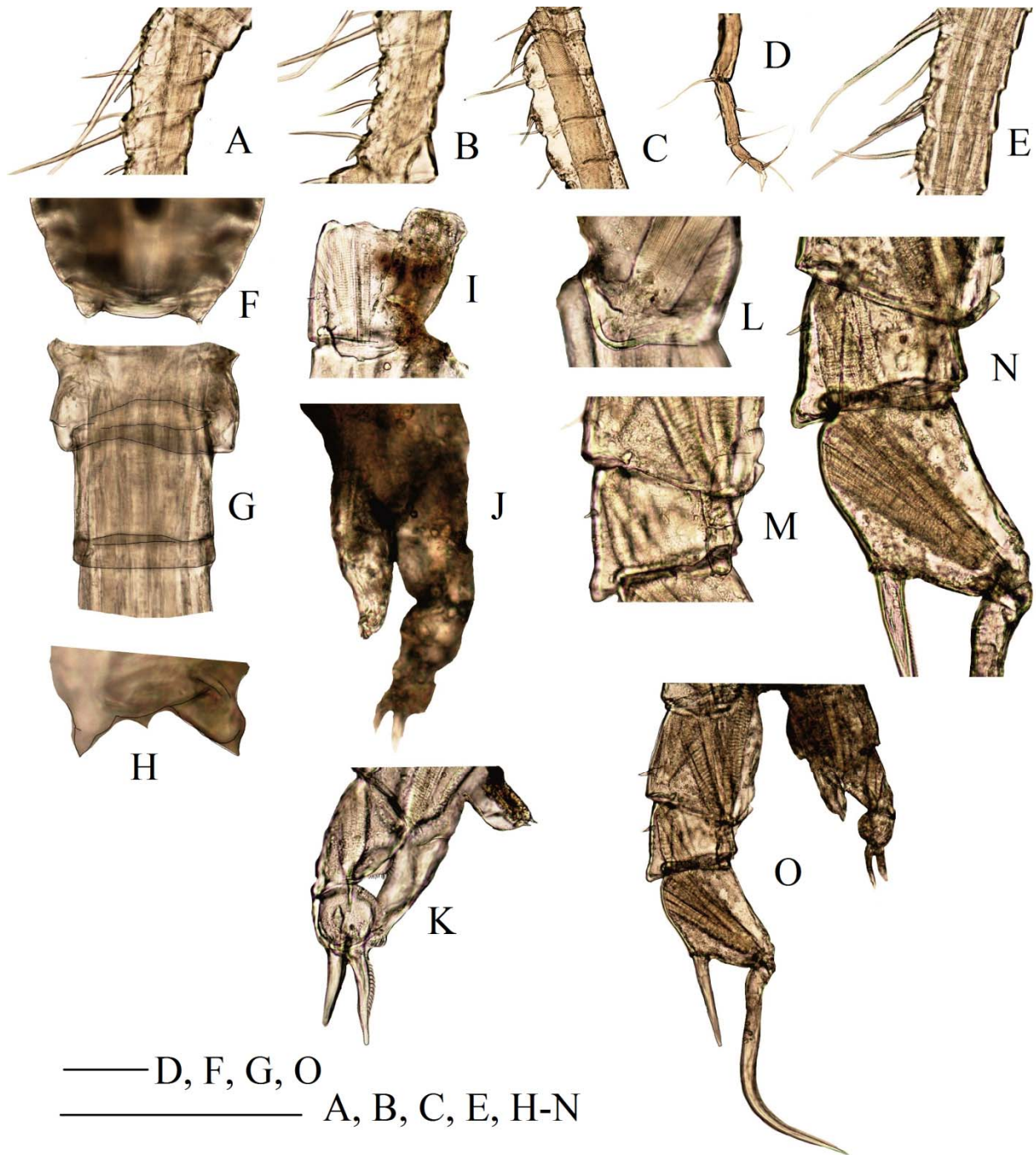


— A, B
 — D, E, F
 — C, G, H, I

A. Spines of the pediger 4; B. 1-19th segments of the antennule; C. Distal end of the antennule; D. 8-12th segments of the antennule; E. Genital segment; F. Caudal rami; G. Coxa and basis of the 5th pair of legs; H. The 1st segment of the 5th pair of legs; I. Distal segment of the 5th pair of legs.

Scale bars: 100 μ m.

Figure 1 – *Diaptomus (Chaetodiaptomus) mirus* Lilljeborg in Guerne et Richard, 1889, female



A. 7-9th segments of right antennule; B. 9-12th segments of right antennule; C. 13-16th segments of right antennule; D. Distal end of right antennule; E. 9-12th segments of left antennule; F. Pediger 5 with wings; G. Genital segment; H. Rostrum; I. Coxa of the left leg of 5th pair; J. Left leg of the 5th pair; K. Distal part of the left leg of the 5th pair; L. Coxa of the right leg of the 5th pair; M. Coxa with endopodite and the 1st segment of the right leg of the 5th pair; N. Right leg of the 5th pair; O. 5th pair of legs.

Scale bars: 100 μ m.

Figure 2 – *Diaptomus (Chaetodiaptomus) mirus* Lilljeborg in Guerne et Richard, 1889, male

Ecological data for new species are minimal that because we try to characterize their environment by bio-indication methods which give an integral characteristic of habitat. Known data about water chemistry of the Aidarly pool [22] can be characterize the new species as surviving in low mineralized but with high TSS water, hydrocarbonate-calcium, with low salinity and low nutrients concentration, Class of Water quality I-II. In the pool was not recognized any pesticides. Heavy metals also stay in lower concentration except zinc (Class of Water Quality IV). Pool water was enriched also by ammonia (up to Class IV) as a result of grazing.

We used zooplankton community as indicators of the Aidarly pool environment. Invertebrate community is not so rich in species number and presented by 13 species, five from them are indicators of organic pollution. Species-specific Index of saprobity of the pool invertebrates' community [9-12] varied between 1.14 and 2.28 in the range of beta-alpha-mesosaprobic group. It characterizes the pool environment as moderate organically polluted, Class of Water Quality III-IV.

Conclusion. Including *Diaptomus (Chaetodiaptomus) mirus*, Kazakhstan's Calanoida comprises 37 species from 18 genera and 5 families. Kazakhstan's male *D. (Ch.) mirus* are characterized by less distal location of the lateral spine on the 2nd segment of the 5th pair of legs, compared to individuals from other habitats. The new species inhabit low mineralized low-to-middle organically polluted waters, Class of Water Quality II-IV.

Acknowledgements. The author expresses her gratitude to the head of the Laboratory of Hydrobiology of Kazakhstan, Agency of Applied Ecology (Almaty, Kazakhstan), D.A. Smirnova for the opportunity to photograph.

REFERENCES

- [1] Borutsky E.V., Stepanova L.A., Kos M.S. Determinant of Calanoida in fresh water. St. Petersburg: Science, 1991. 504 p.
- [2] Walter T.Ch., Boxshall G. "Diaptomus Westwood, 1836". World Copepoda database. World Register of Marine Species. Retrieved February 19. 2010.
- [3] Lilljeborg W. Description de deux especes nouvelles de Diaptomus du nord de l'Europe. Article in French // Bul. de la Soc. Zool. de France. 1889. 13. Pp. 71-75.
- [4] Gurney R. On the freshwater Crustacea of Algeria and Tunisia // J. Roy. microscopical Soc. 1909. Pp. 273-305.
- [5] Cadastre of the genetic fund of Kyrgyzstan. V. 2. Bishkek, 1996. 160 p.
- [6] Krupa E.G., Stuge T.S., Troshina T.T. Findings of the inventory of the fauna of copepods (Sopepoda: Cyclopoida, Calanoida) of Kazakhstan // Some aspects of hydro-ecological problems in Kazakhstan. Almaty: Kaganat, 2011. p. 236-246.
- [7] Mirabdullaev I.M., Abdurahimova A.N., Abdinazarov H.H. Determinant of copepods form order of Calanoida (Crustacea, Copepoda) in fauna of Uzbekistan // Zoological Research during 20 years of independence of the Republic of Kazakhstan. Almaty. 2011. Pp. 144-146.
- [8] Kiselev I.A. Plankton of seas and continental waters. Vol. 1. Leningrad, 1969. 658 pp.
- [9] Ermolaeva N.I., Dvurechenskaya S.Ya. Regional indices of the indicator significance of zooplanktonic organisms in water bodies of Southern Western Siberia // Russian Journal of Ecology 44(6): 526-530. Original Russian Text published in *Ekologiya*, 2013. 6. Pp. 476-480.
- [10] Standardized methods for studying water quality. In: Methods of biological water analysis. Part III. Publishing House of the CMEA, Moscow, 1976. Pp. 35-45.
- [11] Shibaeva M.N., Masyutkina E.A., Matveeva E.P., Okhapkina A.A. Diversity of zooplankton like an evidence of ecological status of water bodies in Kaliningrad region // Proceedings of the Kaliningrad State Technical University. Kaliningrad. 2013. Pp.153-163.
- [12] Levich A.P., Bulgakov N.G. Informatico-Analytical System "Ecological control of the natural environment with data of biological and physic-chemical monitoring". Article in Russian. <http://ecograde.bio.msu.ru/db/description/saprob/zoo/index.html>. Available at 21.04.2015.
- [13] Barinova S.S., Medvedeva L.A., Anissimova O.V. Diversity of algal indicators in environmental assessment. Tel Aviv: Pilies Studio, 2006. 246 p.
- [14] Stepanova L.A. Comparative morphology of right antennule of freshwater Calaniformes (Crustacea: Copepoda) and justification of its significance for taxonomy through the example of Russia's Calanoida // Biodiversity of aquatic invertebrates in inland waters. Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, 2011. Pp. 46-58.
- [15] Rilov V.M. Freshwater Calanoida in USSR. Vol. 1. Leningrad: Science, 1930. 288 pp.
- [16] Kiefer F. Das Zooplankton der Binnengewässer. Freilebende Copepoda. Stuttgart, 1978. 343 s.
- [17] Dussart B., Defaye D. World Directory of Crustacea Copepoda of Inland Waters. Calaniformes. Leiden: Backhuys Publ., 2002. 276 p.
- [18] Borutsky E.V. Determinant of wild copepods in USSR and neighboring countries according to fragments in the intestines of fish. Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1960. 218 p.
- [19] Dobrokhotova O.V. Host-parasite system of gimenolipidid larvae - copepods and ostracods in water bodies of Kazakhstan // Proceedings of the Institute of Zoology. Alma-Ata, 1984. V. 41. Pp. 137-152.

[20] Evdokimov N.A. Lifecycle features of *Diaptomus mirus* Lilljeborg, 1989 (Copepoda, Calanoida) in temporary water bodies of Saratovsky trans-Volga region // Questions of biology, ecology, chemistry and teaching methods: Collection of scientific articles. Vol. 5. Academic Book, Saratov, 2002. Pp. 51-54.

[21] Evdokimov N.A. Ecological structure of zooplankton in temporary water bodies of Saratov Region: Thesis abstract... PhD. Saratov, 2006. 25 p.

[22] Krupa E.G. Diversity and quantity of zooplankton small steppe reservoirs of West Kazakhstan region // Kazakh National University Bulletin, ecological series. 2012. (33). Pp.182-185.

**DIAPTOMUS (CHAETODIAPTOMUS) MIRUS LILLJEBORG IN GUERNE ET RICHARD, 1889 –
CALANOIDA (CRUSTACEA: COPEPODA) ҚАЗАҚСТАН ФАУНАСЫНДАҒЫ ЖАҢА ТҮР**

Е. Г. Крупа¹, С. М. Баринава²

¹РГМ Зоология институты, ҒК БҒМ, Алматы, Қазақстан,

²Эволюция институты, Хайфа қ. университеті, Израиль

Тірек сөздер: Copepoda, Calanoida, *Chaetodiaptomus*, Қазақстан.

Аннотация. Қазақстанда бұрын *Diaptomus* туысының жалғыз ғана түрі – *D.(Diaptomus) castor* (Jurine) белгілі болған. Қазақстан фаунасындағы Calanoida – жаңа түрі *Diaptomus (Chaetodiaptomus) mirus*-н, аталығы мен аналығына сипаттама берілген. Сипатталып отырған түр әлсіз минералданған, орташа және төмен деңгейдегі органикалық ластанған су сапасы II-IV кластағы суқоймаларда мекендейді.

**DIAPTOMUS (CHAETODIAPTOMUS) MIRUS LILLJEBORG IN GUERNE ET RICHARD, 1889 –
НОВЫЙ ВИД CALANOIDA (CRUSTACEA: COPEPODA) В ФАУНЕ КАЗАХСТАНА**

Е. Г. Крупа¹, С. М. Баринава²

¹РГП «Институт зоологии» МОН КН РК, Алматы, Казахстан,

²Институт эволюции, Университет г. Хайфа, Израиль

Ключевые слова: Copepoda, Calanoida, *Chaetodiaptomus*, Казахстан.

Аннотация. В Казахстане ранее был известен единственный вид рода *Diaptomus* – *D.(Diaptomus) castor* (Jurine). Приводятся описание самок и самцов *Diaptomus (Chaetodiaptomus) mirus*, нового вида Calanoida для фауны Казахстана. Описываемый вид населяет мелкие слабо минерализованные водоемы с низким и умеренным уровнем органического загрязнения, класс качества вод II-IV.

Поступила 31.07.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 5, Number 311 (2015), 27 – 35

**ANTIFLU ACTION OF THE DRUG FS-1
IN EXPERIMENT WITH CHICKENS****M. E. Kulmanov, L. N. Ivanova, N. N. Sokolova,
I. S. Korotetskiy, B. F. Kerimzhanova, A. I. Ilin.**

JSC “Scientific Center for Anti-Infectious Drugs”, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: scaid@mail.ru

Keywords: acute toxicity, antiviral activity, preventive and therapeutic action.

Abstract. The work presents results of own studies on antiviral activity of the new synthesized medical substance FS-1 in the chicken model in experimental influenza infection by strain A/FPV/Rostock/34. The estimation of medical substance toxicity FS-1. It was established that the medical substance FS-1 in a concentration of 2.916 mg/kg of the active substance has an acute toxicity when administered subcutaneously, causing the death of 60 % of the animals, and after oral administration, this concentration causes the death of 40 % of the chickens. Hereby, the concentration of 2.916 mg/kg of active compound is dose LD₅₀, necessary for calculating the concentrations used in the experiment to determine the antiviral activity of the medical substance FS-1. Evaluation of the antiviral activity was performed on survival by passaging the MDCK cells culture of material from experimental animals and determining the presence of the virus in the supernatant in the haemagglutination test. The obtained results of the studies showed that the use of a medical substance FS-1 at a concentration of 1.458 mg/kg of the active substance has a therapeutic activity and expressed prophylactic efficacy (0.290 mg/kg) against influenza virus A, in comparison with the commercial antiviral drug rimantadine.

УДК 615.281.8

**АНТИГРИППОЗНОЕ ДЕЙСТВИЕ ЛЕКАРСТВЕННОГО
ВЕЩЕСТВА ФС-1 В ЭКСПЕРИМЕНТЕ НА ЦЫПЛЯТАХ****М. Е. Кулманов, Л. Н. Иванова, Н. Н. Соколова,
И. С. Коротецкий, Б. Ф. Керимжанова, А. И. Ильин**

АО «Научный центр противоиных препаратов», Алматы, Казахстан

Ключевые слова: острая токсичность, антивирусная активность, профилактический и терапевтический эффект.

Аннотация. В работе представлены результаты исследований по изучению антивирусного действия нового синтезированного лекарственного средства ФС-1 на модели цыплят при экспериментальной гриппозной инфекции. Установлено в опытах *in vivo*, что ФС-1 при пероральном применении обладает малой токсичностью, выраженным профилактическим действием в отношении вируса гриппа А/FPV/Rostock/34 и высокой терапевтической активностью в сравнении с коммерческим антивирусным препаратом ремантадин.

Введение. Грипп и острые респираторные инфекции на сегодняшний день остаются лидирующими в мире среди других инфекционных заболеваний. Вирус гриппа вызывает ежегодные эпидемии, во время которых, поражает от 5 до 15 % населения земного шара, и уносит от 250 000 до 500 000 жизней в год [1-3]. Ученые сегодня активно изучают вирус гриппа, выделяя несколько подтипов, которые особенно опасны для людей в эпидемическом плане.

Вирус гриппа типа А – поражает человека и некоторых животных (свиньи, хорьки, лошади, птицы). Именно этот тип вызывает эпидемии и пандемии средней и сильной тяжести.

Вирус гриппа В – встречается исключительно у людей, чаще у детей. Данный тип не вызывает эпидемий и пандемий, в основном это локальные вспышки заболевания.

Вирус гриппа типа С – на сегодняшний день практически не изучен. Известно, что он также, как вирус типа В, поражает только человека и не вызывает заболевания сильной тяжести. Его симптомы обычно проявляются слабо, либо не проявляются вовсе. Подвержены заражению в основном дети из-за ослабленного иммунитета. Чаще всего вспышки этого типа вируса совпадают с эпидемиями, вызванными типом А [4].

По данным Федерального Центра гриппа РФ, во время ежегодных эпидемий доля гриппозной инфекции и его осложнений в общей смертности составляет до 40 % случаев. Как в США, так и в России, большинство смертельных исходов приходится на пациентов в возрасте старше 65 лет и детей в возрасте до 2 лет (35 % случаев), причем этот показатель превышает смертность среди взрослых в десятки раз. Это связано с тем, что у маленьких детей полностью отсутствует иммунитет против гриппа, поскольку в возрасте 2 лет ребенок мог ни разу не переболеть этой инфекцией.

По данным ВОЗ за период с 20.04.2014 по 03.05.2014 в 81 стране мира было лабораторно подтверждено 3739 случаев гриппа, из них 45,4 % составил грипп А и 54,6 % – грипп В. При субтипировании вирусов гриппа типа А в 31,2 % случаев был идентифицирован вирус гриппа А/Н1N1/pdm09, в 68,8 % – вирус гриппа А/Н3N2/. Из 55 изученных вирусов гриппа типа В 49 (89,1 %) штаммов были отнесены к линии Ямагата и 6 (10,9 %) штаммов – к Викторианской линии [2-5].

По данным эпиднадзора в Республике Казахстан ежегодно регистрируется от 1 до 1,5 млн. случаев заболеваний вирусом гриппа и ОРВИ.

С начала эпидемиологического сезона (с 1 октября 2014 года) в Республике Казахстан зарегистрировано 240 859 случаев ОРВИ, основную долю заболевших (71 %) составляют дети до 14 лет. Зарегистрировано 43 случая заболевания гриппом. По состоянию на 12 января 2015 года установлена циркуляция вируса гриппа А1, А3 и типа В в Актюбинской, Атырауской, Мангистауской, Северо-Казахстанской, Южно-Казахстанской областях и в городах Алматы и Астана [6].

Вирус понижает устойчивость и сопротивляемость организма, провоцирует латентно протекающие заболевания и приводит к обострению хронических инфекций, такие как пневмония, бронхиты, осложнения со стороны нервной и сердечнососудистой систем [7], а также вирус гриппа становится причиной роста случаев выкидышей, преждевременных родов, мертворождений и врожденных пороков развития плода [8-10].

Сегодня учеными разработано большое количество противовирусных препаратов. Однако эти препараты эффективны только на ранних стадиях заражения. Некоторые при частом применении вызывают привыкание, которое усугубляется проявлением многочисленных побочных эффектов.

Вместе с тем вирус гриппа проявляет уникальную способность к изменению антигенной структуры, в результате чего применяемые противовирусные препараты становятся неэффективными в терапии заболевания.

Антигенная изменчивость вызывает изменение фенотипа, при этом появляются штаммы вируса с новым антигенным подтипом соответствующего белка [11-13]. Подобные штаммы вируса вызывают ежегодные эпидемии гриппа. Одновременная циркуляция различных типов и подтипов вирусов гриппа и других респираторных заболеваний создает трудности в разработке этиотропной терапии. За последние годы значительно расширился поиск противовирусных препаратов широкого спектра [14, 15].

В лечении и профилактике данной инфекции используют также неспецифические противовирусные препараты, такие как: интерферон и индуктор интерферона; иммуноглобулины. Следует отметить, что данные препараты обладают узким спектром действия и только против штаммов вируса гриппа типа А для профилактики и раннего лечения инфекции. Уже к пятому дню инфекции у больного формируется резистентность и данные препараты становятся неэффективными. В связи с тем, что вирус гриппа постоянно изменяется на сегодняшний день радикальных средств для лечения гриппа нет. Существует две группы противовирусных препаратов, обладающих специфическим противовирусным действием с доказательной клинической эффективностью:

- амантадин, ремантадин и их аналоги;
- занамивир, озелельтамивир [16-19].

Однако, несмотря на всемирные усилия по созданию средств химиотерапии и вакцин, пандемия, вызванная вирусом гриппа А/Н1N1/pdm/2009, показала крайнюю ограниченность и недостаточную эффективность данных препаратов.

Целью настоящей работы являлось определение токсических свойств и изучение противовирусной активности лекарственного средства ФС-1 на модели гриппозной инфекции в организме цыплят.

Материалы и методы исследования

Для изучения противовирусной активности использовали лекарственное средство ФС-1 [20].

Контролем для сравнения в исследованиях служил противовирусный препарат ремантадин, производство «Olain Farm».

Тест – системой для определения острой токсичности являлись 7-дневные цыплята в количестве 170 голов, прошедшие акклиматизационный период, согласно рекомендациям OECD (Guidelines for the testing of chemicals. 223 Avian Acute Oral Toxicity test) по тестированию химических соединений. Использовали два способа введения исследуемого средства ФС-1: подкожный и пероральный в объеме по 0,1 мл. Срок наблюдения составил 14 дней. Для оценки острой токсичности исследуемого препарата ФС-1 использовали семь разведений: 1:2,5 соответствует 2,916 мг/кг, 1:5 соответствует 1,458 мг/кг, 1:10 соответствует 0,725 мг/кг, 1:20 соответствует 0,363 мг/кг, 1:40 соответствует 0,181 мг/кг, 1:80 соответствует 0,091 мг/кг, 1:160 соответствует 0,045 мг/кг. В качестве контроля служили цыплята, которые не получали препарат.

Определение противовирусного (профилактического и терапевтического) действия ФС-1 в эксперименте на цыплятах проводили согласно руководству по доклиническому исследованию (Миронов А.Н. 2007 г, с 525-563).

Изучение профилактической активности проводили на цыплятах однодневных весом 50-60 мг, обоего пола, не имеющие антитела к вирусу гриппа А. Всего использовано 70 голов цыплят, которые были распределены на 5 групп по 14 голов в каждой. Цыплятам первой группы – перорально вводили средство ФС-1 в дозе 0,290 мг/мл активного вещества в течение 7 дней.

Цыплятам второй группы – перорально вводили средство ФС-1 в дозе 0,583 мг/мл активного вещества в течение 7 дней.

Цыплятам третьей группы – перорально вводили средство ФС-1 в дозе 1,458 мг/мл активного вещества в течение 7 дней.

Цыплятам четвертой группы (контрольной) вводили перорально противовирусный препарат ремантадин в дозе 8,330 мг/кг в течение 7 дней.

На 7-ой день провели заражение интраназально всех цыплят в дозе 100 ЭИД₅₀/ 0,1 мл на цыпленка под легким эфирным наркозом. В эксперименте использовали вирус гриппа птиц штамм А/FPV/Rostock/34 предоставленный лабораторией экологии вирусов ИМиВ МОНРК.

Цыплята пятой группы (контрольной) оставались зараженными без приема препарата.

За экспериментальными животными вели наблюдение в течении 14 дней. Эффективность профилактического действия лекарственного средства ФС-1 учитывали двумя способами:

- по количеству выживших животных по формуле:

$$\% \text{ выживания} = \frac{N_1}{N} \times 100\% ,$$

где N - количество выживших животных; N₁ - общее количество животных в группе; - по оценке остаточного вируса путем титрования патологоанатомического материала на культуре клеток MDCK. Результаты титрования выявляли в реакции гемагглютинации (РГА) по стандартной методике [21].

Определение противовирусного терапевтического действия ФС-1 проведены также в эксперименте на цыплятах. Всего использовано 70 цыплят весом 50-60 мг, обоего пола, не имеющие антитела к вирусу гриппа А и распределены на 5-ть групп по 14 голов в каждой. Все цыплята с 1-ой по 4 -ой группы были заражены вирусом гриппа А/FPV/Rostock/34 в дозе 100 ЭИД₅₀/0,1 мл на

цыпленка. Через 24 часа после заражения было начато лечение цыплят путем перорального введения лекарственного средства ФС-1. Цыплятам 1 группы вводили лекарственное средство ФС-1 в дозе 0,290 мг/мл активного вещества в течение 7 дней.

Цыплятам 2 группы - перорально вводили средство ФС-1 в дозе 0,583 мг/мл активного вещества в течение 7 дней.

Цыплятам 3 группы - перорально вводили средство ФС-1 в дозе 1,458 мг/мл активного вещества в течение 7 дней.

Цыплятам 4 группы (контрольной) вводили перорально противовирусный препарат ремантадин в дозе 8,330 мг/кг в течение 7 дней.

Цыплята 5 группы (контрольной) оставались зараженными без приема препарата. За экспериментальными животными вели наблюдение в течении 14 дней от начала эксперимента.

Животные содержались в клетках с подстилкой из бумаги, предварительно выдержанной под воздействием УФ лучей. Подстилка менялась 2 раза в день. Условия содержания животных соответствовали общепринятым нормам – температура окружающей среды составила (21±2) °С, влажность (50±10) %, искусственный световой режим (12:12). Для цыплят был подобран рацион, включающий преимущественно коммерческий стартовый комбикорм для птиц с добавлением вареных куриных яиц. Кормление животных проводили 4 раза в день, в одно и те же время суток. Водой свободный.

Эффективность терапевтического действия учитывали по количеству выживших животных по описанной выше формуле и по оценке остаточного вируса в реакции гемагглютинации, как описано выше.

Результаты проведенных исследований подвергали статистической обработке с помощью программы Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и обсуждение

С целью определения максимальных концентраций, не обладающих токсическими свойствами, проведено изучение острой токсичности лекарственного средства ФС-1. Для оценки острой токсичности использовали недельных цыплят. Каждая экспериментальная группа содержала по 10 цыплят. Были приготовлены серийные разведения препарата ФС-1 в дозах: 2,916 мг/кг, 1,458 мг/кг; 0,725 мг/кг; 0,363 мг/кг; 0,181 мг/кг; 0,091 мг/кг; 0,045 мг/кг из расчета на кг веса живой массы. ФС-1 вводили в объеме 0,1 мл двумя способами: подкожно и перорально. В качестве негативного контроля использовали цыплят, которым вводили физиологический раствор. Обобщенные данные опытов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Острая токсичность лекарственного средства ФС-1 в эксперименте на цыплятах

Наименование препарата	Номер группы	Кол-во животных, шт.	Способ введения	Концентрация активного вещества ФС-1, мг/кг	Количество павших цыплят, шт.
ФС-1	1	10	per os	2,916	4 (40 %)
		10	подкожно		6 (60 %)
	2	10	per os	1,458	0
		10	подкожно		1 (10 %)
	3	10	per os	0,725	0
		10	подкожно		1 (10 %)
	4	10	per os	0,363	0
		10	подкожно		1 (10 %)
	5	10	per os	0,181	0
		10	подкожно		0
	6	10	per os	0,091	0
		10	подкожно		0
	7	10	per os	0,045	0
		10	подкожно		0
Ремантадин	8	10	per os	16,7	5 (50 %)
		10	подкожно	16,7	8 (80 %)
Контроль	9	10	–	–	0

Из данных представленных в таблице 1 видно, что при подкожном способах введения лекарственное средство ФС-1 в концентрации 2,916 мг/кг активного вещества обладает острой токсичностью 60 %. Клиническая картина интоксикации животных после введения смертельной дозы ФС-1 равной 2,916 мг/кг активного вещества проявлялась в виде нарушения координации движения, шатающейся походки взъерошенности перьевого покрова, отказа от пищи.

Среднетоксичные свойства установлены при подкожном введении средства ФС-1 в концентрациях от 0,363 до 1,458 мг/кг активного вещества.

В тоже время токсичная концентрация противовирусного препарата ремантадина, вызывающая гибель 50 % цыплят была зафиксирована в дозе 16,7 мг/кг при пероральном способе введения. Отсюда для дальнейшего эксперимента была выбрана одна концентрация ремантадина, равная 8,330 мг/мл и соответствующая 1/2 LD₅₀.

Проведенные исследования острой токсичности показали, что для ФС-1 – доза LD₅₀ составила 2,916 мг/мл активного вещества при пероральном введении.

Изучение антивирусной активности средства ФС-1 проводили, как было отмечено выше на семидневных цыплятах весом 50-60 г. Лекарственное средство ФС-1 использовали в трех концентрациях 0,290 мг/мл активного вещества, соответствующего 1/10 LD₅₀; 0,583 мг/мл активного вещества, соответствующего 1/5 LD₅₀; 1,458 мг/мл активного вещества соответствующего 1/2 LD₅₀. Вирус гриппа птиц штамм A/FPV/Rostock/34 размножали на 9 суточных куриных эмбрионах путем введения 0,2 мл вируса в аллантоисную полость. Зараженные эмбрионы инкубировали, в термостате в течение 48 часов при 37 °С. Аллантоисную жидкость собирали в отдельные пробирки с последующим титрованием в реакции гемагглютинации (РГА).

Определение профилактического эффекта в однократном ежедневном введении перорально средства ФС-1 в течение 7 дней в трех концентрациях:

1 группа: 0,290 мг/мл соответствующего 1/10 LD₅₀ активного вещества;

2 группа: 0,583 мг/мл 1/5 LD₅₀, активного вещества;

3 группа: 1,458 мг/мл 1/2 LD₅₀ активного вещества.

4 группе цыплят в качестве сравнения вводили перорально коммерческий препарат ремантадин в концентрации 8,330 мг/кг 1/2 от LD₅₀.

5 группа – контрольная. Цыплята были заражены вирусом гриппа птиц и не получали препараты. Под легким эфирным наркозом введено в носовые ходы цыплят по 0,1 мл аллантоисной жидкости, содержащей 100 LD₅₀ вируса гриппа птиц A/FPV/Rostock/34.

На 7-ой день всех цыплят с 1-ой по 4-ую группы заразили вирусом гриппа в дозе 100 ЭИД₅₀/0,1 мл на цыпленка под легким эфирным наркозом. Наблюдение вели в течение 7 дней после заражения.

Результаты исследования профилактического эффекта суммированы в таблице 2.

Таблица 2 – Профилактический эффект ФС-1 на модели вируса гриппа штамм A/FPV/Rostock/34

№ группы	Наименование препарата	Концентрация активного вещества, мг/кг	Число павших цыплят / общее количество цыплят, гол	% выживших
1	ФС-1	1,458	0/14	100
2	ФС-1	0,583	0/14	100
3	ФС-1	0,290	0/14	100
4	Ремантадин	8,330	10/14	28
5	Контроль зараженные цыплята	–	14/14	0

Из таблицы 2 видно, что индекс защиты зараженных цыплят после приема профилактической дозы ФС-1 в концентрациях 0,290 мг/мл, 0,583 мг/мл и 1,458 мг/мл активного вещества составил 100 %. В то же время после приема коммерческого препарата ремантадина индекс защиты цыплят от инфекции составил только 28 %. Все контрольные цыплята зараженные вирусом, не получавшие препараты погибли (100 % смертность).

После 7 дней наблюдения все цыплята опытных групп были подвергнуты эвтаназии эфирным наркозом. Проводили патологоанатомическое вскрытие, взятие материала для лабораторных исследований. Проведено титрование органов на культуре клеток MDCK с целью выявления остаточного вируса гриппа. Наличие или отсутствие вируса подтверждали путем постановки реакции гемагглютинации. Установлено, что титр в РГА остаточного вируса положительного контроля (зараженные и не леченые цыплята) составил 8,0 log. Все исследуемые дозы ФС-1 полностью подавляют репродукцию вируса гриппа. У цыплят зараженных вирусом и получавших препарат ремантадин в концентрации 8,330 мг/мл подавление репродукции вируса составило на 2,0 log ниже 8,0 log положительного контроля.

Таким образом, полученные результаты показали, что лекарственное средство ФС-1 проявляет выраженную профилактическую эффективность в концентрациях 0,290 мг/мл; 0,583 мг/мл и 1,458 мг/мл активного вещества против вируса гриппа у зараженных цыплят.

Терапевтическую эффективность лекарственного средства ФС-1 изучали на модели экспериментального гриппа птиц в организме цыплят, вызванного путем перорального заражения вирусом гриппа А штамм А/FPV/Rostock/34.

Цыплят всех групп заразили вирусом гриппа А штамм А/FPV/Rostock/34 в дозе 100 ЭИД₅₀/0,1 мл на цыпленка. Через 24 часа после заражения цыплятам 1-ой группы вводили лекарственное средство ФС-1 в дозе 0,290 мг/кг активного вещества.

Цыплятам второй группы вводили лекарственное средство ФС-1 в дозе 0,583 мг/кг активного вещества;

Цыплятам третьей группы вводили лекарственное средство ФС-1 в дозе 1,458 мг/кг активного вещества.

Цыплятам четвертой группы вводили перорально коммерческий препарат ремантадин в концентрации 8,330 мг/кг 1/2 от LD₅₀.

Цыплята пятой группы были заражены вирусом, но не получали препаратов.

Полученные результаты опытов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Терапевтическая эффективность ФС-1 на модели вируса гриппа штамм А/FPV/Rostock/34

№ группы	Наименование препарата	Концентрация активного вещества, мг/кг	Число павших цыплят / общее количество цыплят, гол	Процент выживших, %
1	ФС-1	1,458	1/14	100
2	ФС-1	0,583	3/14	78
3	ФС-1	0,290	8/14	43
4	Ремантадин	8,330	8/14	43
5	Контроль зараженные цыплята	–	14/14	0

Из представленных в таблице 3 – данных видно, что терапевтическая доза лекарственного средства ФС-1 при ежедневном приеме средства ФС-1 в течение 7 дней в концентрации 1,458 мг/кг активного вещества привела к 100 % сохранению поголовья зараженных вирусом гриппа цыплят, тогда как при приеме коммерческого препарата ремантадин в эти же сроки выживаемость цыплят составила только 43 %.

Прием в течение 7 дней концентрации 0,583 мг/мл активного вещества показал меньшую терапевтическую эффективность в сравнении с противовирусной активностью первой группы (78 %). В тоже время данный показатель активности в два раза больше, чем эффективность коммерческого препарата ремантадин.

Концентрация 0,290 мг/кг активного вещества лекарственного средства ФС-1 проявила наименьшую эффективность терапии в сравнении с результатами 1-ой и 2-ой групп цыплят и составила 43 %, что аналогично эффективности применяемого коммерческого препарата.

Цыплята пятой группы, зараженные вирусом, но не получавшие препаратов погибли от гриппозной инфекции. Смертность составила 100 %.

Через 7 дней после прекращения лечения все животные были подвергнуты эвтаназии эфирным наркозом. Оценку терапевтической эффективности проводили путем посева на культуру клеток MDCK материала полученного от животных. Наличие вируса в культуральной жидкости регистрировали в РГА.

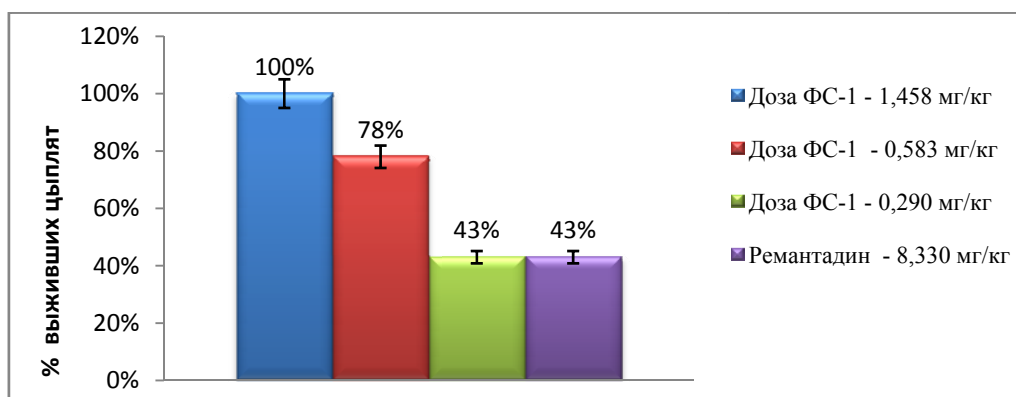
Установлено, что титр в РГА остаточного вируса положительного контроля (зараженные и не леченые цыплята) составил 8,0 log. В образцах, полученных от цыплят принимавших ФС-1 в концентрации 1,458 мг/мл активного вещества установлено, что средство ФС-1 подавляет репродукцию вируса на 8,0 log. Тогда как у цыплят зараженных вирусом и получавших препарат ремантадин подавление репродукции вируса отмечено только на 2,0 log.

В концентрации равной 0,583 мг/мл активного вещества подавление репродукции вируса лекарственным веществом ФС-1 установлено на 4.0 log.

В тоже время минимальная концентрация активного вещества лекарственного средства ФС -1 равная 0,290 мг/мл подавляет репродукцию вируса на 2,0 log, что соответствует терапевтической активности коммерческого препарата ремантадин против вируса гриппа.

Зараженные цыплята, не получавшие препаратов в РГА имели титр вируса 8,0 log, что свидетельствовало о положительном контроле вирусом гриппа А/FPV/Rostock/34.

На рисунке схематично показан терапевтический эффект действия лекарственного средства ФС-1.



Терапевтический эффект действия лекарственного средства ФС-1

Из представленного рисунка видно, что лекарственное средство ФС-1 оказывает выраженное противовирусное терапевтическое действие в исследуемых концентрациях. Применение ФС-1 в качестве лечебного средства в концентрации 1,458 мг/кг активного вещества приводит к 100 % выживаемости цыплят, тогда как применяемый на практике препарат ремантадин в терапевтической дозе оказывает выживаемость всего 43 % поголовья.

Таким образом, изучение противовирусной активности лекарственного средства ФС-1 в эксперименте на цыплятах, зараженных вирусом гриппа штамм А/FPV/Rostock/34 путем проведенных исследований на выживаемость, культивирования на куриных эмбрионах и постановкой реакции гемагглютинации показали высокую терапевтическую эффективность, более чем в два раза превышающую активность противовирусного препарата ремантадин. Также проведенными исследованиями установлено, что лекарственное средство ФС-1 проявляет выраженную профилактическую активность, в исследуемых дозах превышающую почти в три раза активность противовирусного препарата ремантадин.

ЛИТЕРАТУРА

[1]Morens D.M., Fauci A. S. / The 1918 Influenza Pandemic: Insights for the 21st Century // The Journal of Infectious Diseases. 2010. - Vol. 195, Issue 7. - P. 1018-1028.

[2]Sominina A, Burtseva E, Eropkin M. et al. / Influenza surveillance in Russia based on epidemiological and laboratory data for the period from 2005 to 2012 / American Journal of Infectious Diseases. – 2013. – Vol. 9. - P 77-93.

- [3]Еженедельный бюллетень информационного мониторинга ситуации по гриппу. / ВОЗ. Выпуск № 262 за период 25.04.2015-30.04.2015.
- [4]Иванников Ю.Г. Грипп. Руководство по эпидемиологии инфекционных болезней. Частная эпидемиология. - М.: Изд-во Медицина, -1993. – Т. 2., - С. 182-196.
- [5]Neumann G., Kawaoka Y. / The first influenza pandemic of the new millennium // *Influenza and Other Respiratory Viruses*. – 2011. -Vol. 5(3). - P. 157–166.
- [6]МЗ РК Госсанэпиднадзор, прогноз циркуляции популяций гриппа на 2014-2015 гг. <http://online.zakon.kz/>.
- [7]Morens D. M., Taubenberger J. K., Folkers G. K., Fauci A. S. / Pandemic influenzas 500th anniversary // *Clinical Infectious Diseases*. - 2010. Vol. 51(12), - P.1442–1444.
- [8]Sinopal'nikov AI, Zaitsev AA, Tokmachev EV. / Prophylaxis of acute respiratory viral infections in organized communities. // *Военно-медицинский журнал*. - 2009, № 330(10), P.31-37.
- [9]Жубанышева К.Б. Клинико-иммунологическая характеристика новорожденных от матерей с персистой гриппозной инфекцией: автореф. дисс. канд. мед. наук. – Алматы, Атамур, - 1995. - 21 с.
- [10]Piedra P.A. Influenza virus pneumonia: pathogenesis, treatment, and prevention. // *Clinical Infectious Diseases*. – 1995, - Vol. 10, - P. 216-233.
- [11]Matrosovich M.N., Tusikov A., Bovin N. et al. / Early alterations of the receptor-binding properties of H1, H2, H3 avian influenza virus hem agglutinins after their introduction into mammals. // *Journal of Virology*. - 2000. -Vol. 74. - P. 8502-8512.
- [12]Moorman J.P. Viral characteristics of influenza. // *South Med. J.* - 2003. -Vol. 96. - P. 758-761.
- [13]Treanor J. Influenza vaccine – outmaneuvering antigenic shift and drift. // *New Engl. J. Med.* - 2004. - Vol. 350. - P. 218-220.
- [14]Бурбелло А.Т., Шавров А.В., Денисенко П.П. Современные лекарственные средства. / Клинико-фармакологический справочник практического врача. – СПб, 2003.
- [15]Бурцева Е.И., Шевченко Е.С., Белякова Н.В. и др. / Мониторинг чувствительности выделенных в России эпидемических штаммов вируса гриппа к этиотропным химиопрепаратам. // *Вопр вирусологии*. - 2009. - № 5. - С.24-28.
- [16]Hay A. Amantadine and rimantadine-mechanisms // *Antiviral Drug Resistance* / -1996. – P. 44 – 58.
- [17]McKimm-Breschkin J., Trivedi T., et al. / Neuraminidase sequence analysis and susceptibilities of influenza virus clinical isolates to zanamivir and oseltamivir // *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. – 2003. - Vol. 47(7). - P. 2264–2272.
- [18]Hayden F.C., Gubareva L.V., Monto A.S., et al. Inhaled zanamivir for prevention of influenza in families. *Zanamivir Family tudy Group* // *N. Eng. J.Med.* - 2000. - Vol./ 343. - P. 1282 - 1289.
- [19]Страчунский Л. С., Белоусова Ю. Б., Козлова С. Н. Противогриппозные химиопрепараты. Практическое руководство по антиинфекционной химиотерапии. - Смоленск: МАКМАХ, - 2007. - 464 с.
- [20]Ильин А.И., Кулманов М.Е. / Патент № 28746. Антибактериальный агент для лечения инфекционных заболеваний бактериальной природы и способ его применения.
- [21]Spalatin J., Hanson R.P., Beard P.D. The haemagglutination-elution pattern as a marker in characterizing Newcastle disease virus // *Avian Dis.* – 1970. - Vol. 14. - P.542-549.

REFERENCES

- [1] Morens D.M., Fauci A.S. / The 1918 Influenza Pandemic: Insights for the 21st Century // *The Journal of Infectious Diseases*. **2010**, Vol. 195, Issue 7, P. 1018-1028.
- [2]Sominina A, Burtseva E, Erokin M. et al. / Influenza surveillance in russia based on epidemiological and laboratory data for the period from 2005 to 2012 // *American Journal of Infectious Diseases*. **2013**, Vol, 9, P 77-93. (in Eng).
- [3]WHO. Ezhenedelnyy bylleten informatsionnogo monitoringa situatsii po grippu. Vipysk No. 201 za period 21.02.2014-27.02.2014. (in Russ).
- [4]Ivannikov IY.G. Gripp. Rukovodstvo po epidemiologii infektsionnyih boleznej. CHastnaya epidemiologiya. M.: *Izd-vo Meditsina*, **1993**,Т. 2., S, 182-196. (in Russ).
- [5]Neumann G., Kawaoka Y. / The first influenza pandemic of the new millennium // *Influenza and Other Respiratory Viruses*. **2011**, Vol, 5(3),P. 157–166. (in Eng).
- [6]МЗ РК Госсанэпиднадзор, прогноз tsirkulyatsii populyatsiji grippa na 2014-2015 gg. <http://online.zakon.kz/>. (in Russ).
- [7]Morens D. M., Taubenberger J. K., Folkers G. K., Fauci A. S. / Pandemic influenzas 500th anniversary // *Clinical Infectious Diseases*. **2010**, Vol, 51(12), P.1442–1444. (In Eng).
- [8]Sinopalnikov AI, Zaitsev AA, Tokmachev EV. / Prophylaxis of acute respiratory viral infections in organized communities. // *Voенno-meditsinskij zhurnal*. **2009**, № 330(10), P.31-37. (in Russ).
- [9]ZHubanyisheva K.B. Kliniko-immunologicheskaya harakteristika novorozhdennyih ot matereji s persistentnoji grippoznoji infektsieji: avtoref. diss. kand. med. nauk. Almaty, Atamura, **1995**, 21 s. (in Russ).
- [10]Piedra P.A. Influenza virus pneumonia: pathogenesis, treatment, and prevention. // *Clinical Infectious Diseases*. **1995**, Vol, 10, P. 216-233. (in Eng).
- [11]Matrosovich M.N., Tusikov A., Bovin N. et al. / Early alterations of the receptor-binding properties of H1, H2, and H3 avian influenza virus hem agglutinins after their introduction into mammals. // *Journal of Virology*. **2000**, Vol, 74, P. 8502-8512. (in Eng).
- [12]Moorman J.P. Viral characteristics of influenza. // *South Med. J.* **2003**, Vol ,96, P. 758-761. (in Eng).
- [13]Treanor J. Influenza vaccine – outmaneuvering antigenic shift and drift. // *New Engl. J. Med.* **2004**, Vol, 350, P. 218-220. (in Eng).

- [14] Burbello A.T., SHavrov A.V., Denisenko P.P. Sovremennyyie lekarstvennyie sredstva. Kliniko-farmakologicheskij spravochnik prakticheskogo vracha. SPb, **2003**. (in Russ).
- [15] Burtseva E.I., SHEvchenko E.S., Belyakova N.V. i dr. Monitoring chuvstvitelnosti vyidelennyih v Rossii epidemicheskikh shtammov virusa grippa k etiotronnyim himiopreperatam. // Vopr virusologii. **2009**, 5, S. 24-28. (in Russ).
- [16] Hay A. Amantadine and rimantadine-mechanisms // *Antiviral Drug Resistance*, **1996**. P. 44 – 58. (in Eng).
- [17] McKimm-Breschkin J., Trivedi T., et al. / Neuraminidase sequence analysis and susceptibilities of influenza virus clinical isolates to zanamivir and oseltamivir // *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. **2003**, Vol, 47(7), P. 2264–2272. (in Eng).
- [18] Hayden F.C., Gubareva L.V., Monto A.S., et al. Inhaled zanamivir for prevention of influenza in families. Zanamivir Family tudy Group // *N. Eng. J.Med.* **2000**, Vol, 343, P. 1282 - 1289. (in Eng).
- [19] Strachunskij L. S., Belousova IY. B., Kozlova S. N. Protivogrippoznyie himiopreparatyii. Prakticheskoe rukovodstvo po antiinfekcionnoj himioterapii. Smolensk: МАКМАН, **2007**. 464 s. (in Russ).
- [20] Ilin A.I., Kulmanov M.E. Patent 28746. Antibakterialnyiji agent dlya lecheniya infekcionnyih zabolevaniji bakterialnoji prirodyi i sposob ego primeneniya. (in Russ).
- [21] Spalatin J., Hanson R.P., Beard P.D. The haemagglutination-elution pattern as a marker in characterizing Newcastle disease virus // *Avian Dis.* **1970**, Vol,14, P.542-549. (in Eng).

БАЛАПАНДАРҒА ЭКСПЕРИМЕНТ КЕЗІНДЕГІ ФС-1 ДӘРЛІК ЗАТЫНЫҢ ТҰМАУҒА ҚАРСЫ ӘСЕРІ

**М. Е. Кулманов, Л. Н. Иванова, Н. Н. Соколова,
И. С. Коротецкий, Б. Ф. Керимжанова, А. И. Ильин**

АҚ "Инфекцияға қарсы препараттар ғылыми орталығы", Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: жіті уыттылық, вирусқа қарсы белсенділік, сауықтыру, емдеу.

Аннотация. Жұмыста жаңа синтезделген дәрілік зат ФС-1 балапандар моделіндегі экспериментальді тұмау инфекциясының вирусқа қарсы әсерін зерттеудегі қортындылары ұсынылған. In vivo тәжірибесінде ФС-1 дәрілік заты ауыз қуысына енгізу кезінде А/FPV/Rostock/34 тұмау вирусына қатысты аз уытты, сауықтыру әсері орнықтырылды және ремантадинмен салыстырғанда жоғары емдеу белсенділігін көрсетті.

Поступила 31.07.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 5, Number 311 (2015), 36 – 40

**NEODIAPTOMUS SCHMACKERI (POPPE ET RICHARD, 1892) –
THE NEW SPECIES OF CALANOIDA (COPEPODA: CRUSTACEA)
IN KAZAKHSTAN AND CENTRAL ASIA**

E. G. Krupa

Republican State Enterprise "Institute of Zoology", Almaty, Kazakhstan

Keywords: Copepoda, Calanoida, *Neodiaptomus schmackeri*, new species, Kazakhstan, Central Asia.

Abstract. The paper provides the description of *Neodiaptomus schmackeri* (Poppe et Richard, 1892), a new species of Calanoida in Kazakhstan and Central Asia. *Neodiaptomus schmackeri* is spread in India, Sri Lanka, Bangladesh, Malaysia, Singapore, Thailand, Philippines, Korea, China, Eastern Siberia. It has been found in Albania in a distance of more than 6000 km from the typical habitat in recent years. The dispersal of species in west direction authors explains as fish invasion in water bodies of Albania in 60s of the last century. Obviously, in water bodies of Kazakhstan *Neodiaptomus schmackeri* has been possessed recently. Its appearance in Kazakhstan may also be due to acclimatization measures carried out earlier, in which water withdrawal and fry were from the Amur River (Far East), where it is common.

УДК 591.524.11

**NEODIAPTOMUS SCHMACKERI (POPPE ET RICHARD, 1892) –
НОВЫЙ ВИД CALANOIDA (COPEPODA: CRUSTACEA)
В ФАУНЕ КАЗАХСТАНА И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**

Е. Г. Крупа

РГП на ПХВ «Институт зоологии» МОН КН РК, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: Copepoda, Calanoida, *Neodiaptomus schmackeri*, новый вид, Казахстан.

Аннотация. Приводится описание *Neodiaptomus schmackeri* (Poppe et Richard, 1892) – нового вида Calanoida в фауне Казахстана и Центральной Азии. Предполагается, что, как и в других новых для вида местах обитания, появление *Neodiaptomus schmackeri* в Казахстане связано с проводимыми ранее акклиматизационными мероприятиями.

Антропогенное преобразование водных экосистем, транспортное сообщение, акклиматизационные мероприятия наряду с происходящими климатическими изменениями расширяют возможность проникновения видов в новые, ранее нехарактерные местообитания. В фауне Calanoida Казахстана в настоящее время известно 4 вида-вселенца. *Calanipeda aquaedulcis* – средиземноморский вид, впервые был обнаружен в Каспийском море в 1905 г. Предполагается, что проник в Каспий из Черного моря с балластными водами судов. *Acartia tonsa* Dana появилась в Каспийском море в 1981 г. [1]. Сравнительно недавно в водоемы южной и юго-восточной частей Казахстана вселился *Sinodiaptomus sarsi* (Rylov) [2], ранее известный из пограничных с Казахстаном территорий [3].

В работе приводится описание еще одного нового для фауны Казахстана и Центральной Азии вида – *Neodiaptomus schmackeri* Poppe et Richard. Ранее он был известен с Дальнего Востока [3].

Neodiantomus schmackeri обнаружен автором в Шардаринском водохранилище (Южный Казахстан) впервые в 2003 г., затем в 2007 г. В 2011 г. этот вид был зарегистрирован уже в низовье реки Сырдарья, перед ее впадением в Аральское море.

Материал и методы

Пробы зоопланктона отобраны в Шардаринском водохранилище летом и осенью 2003–2007 гг., в реке Сырдарье – летом 2011 г. Пробы отбирали и обрабатывали стандартными методами [4]. Для описания самок и самцов выполнены фотографии с использованием фотоаппарата Cannon 1000D и микроскопа Axiolab.A1. При фотографировании при большом увеличении объект располагается в разных плоскостях, вследствие чего было невозможно добиться одинаковой четкости изображения для всех морфологических деталей. Поэтому делали серию снимков интересующего признака с поочередным наведением резкости на отдельные детали (шипики, щетинки, выросты, членик в целом и т.д.). Последующую обработку снимков (очистка фона, совмещение деталей) проводили с помощью программ Adobe Photoshop и Corel Draw.

Описание *Neodiantomus schmackeri* (Poppe et Richard, 1892) (рисунок).

Самка. Последний торакальный сегмент со слабо развитыми боковыми лопастями, из которых левая несколько более округлая по сравнению с правой. Правая выпуклость генитального сегмента больше левой, правый сенсорный шип расположен выше левого. Наружный край выроста 2-го членика экзоподита пятой пары ног без шипов или с 1-4-мя шипиками; 3-й членик маленький. Эндоподит несколько заходит за середину длины 1-го членика экзоподита или достигает его конца.

Самец. Отросток третьего от конца членика геникулирующей антеннулы с оттянутым наружу концом, равен по длине следующему членику или несколько длиннее. Соединительная пластинка в дистальной части коксиподита на брюшной поверхности правой ноги пятой пары в виде крупного пластинчатого двулопастного придатка; кутикулярный вырост вблизи наружного края базиподита широкий, округлый.

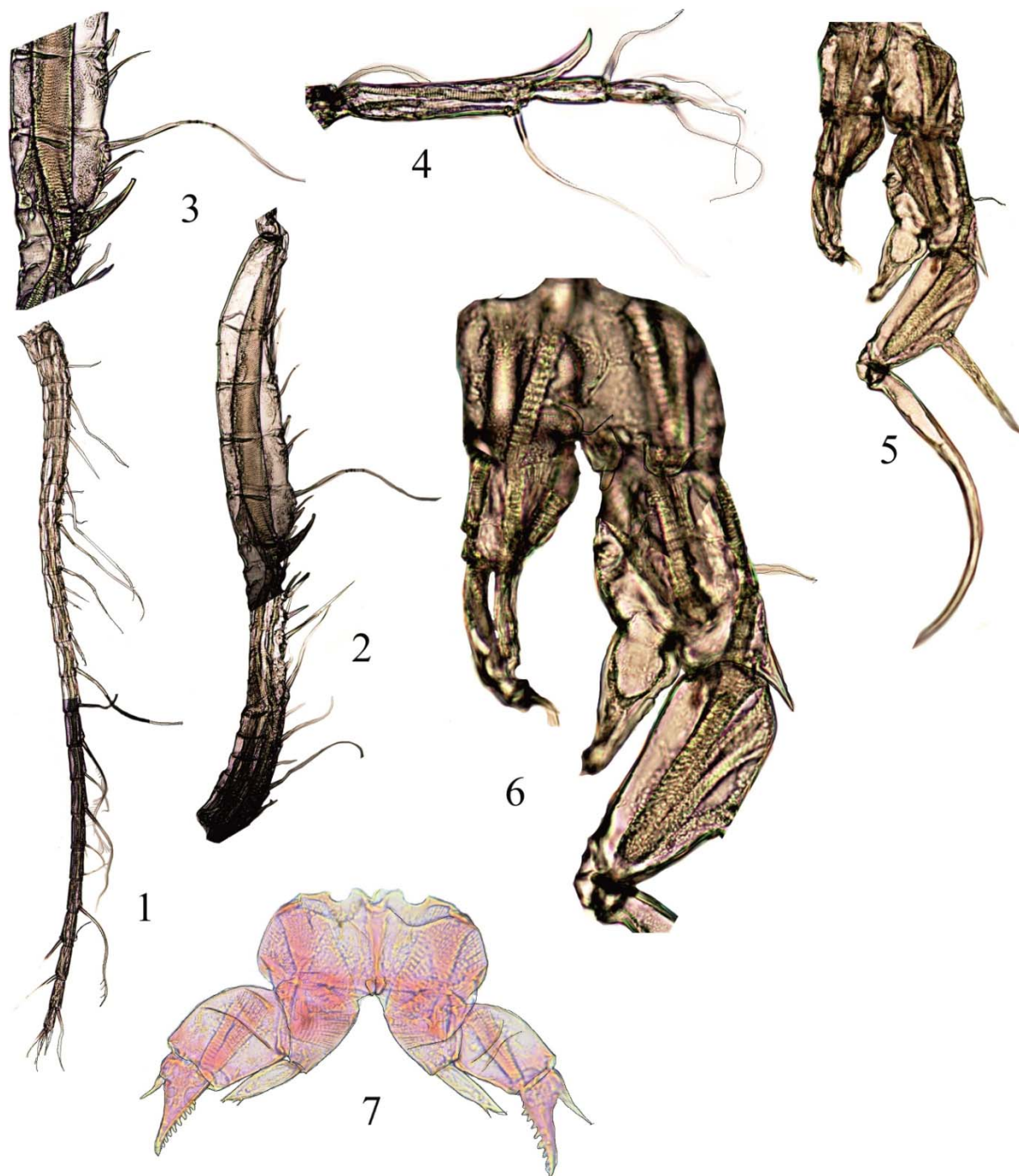
Крепкий, прямой боковой шип 2-го членика экзоподита приблизительно равен по длине членику; расположен несколько дистальнее середины наружного края. Хватательный коготь изогнут в дистальной половине. Эндоподит большой, заходит за середину внутреннего края 2-го членика, с короткими шипиками на конце. Левая нога пятой пары относительно короткая. 1-й членик экзоподита удлинённый, 2-й членик округлый, с очень коротким конусовидным дистальным отростком и изогнутой боковой щетинкой, которая несет пучок тонких волосков на дистальном конце. Эндоподит одночлениковый, заостренный. Средняя длина самок 1,38, самцов 1,25 мм.

По своей морфологии самки и самцы *Neodiantomus schmackeri* из Казахстана не отличались от ранее приведенных описаний [5-8].

Обсуждение

Neodiantomus schmackeri распространен в Индии, Шри-Ланка, Бангладеш, Малазии, Сингапуре, Таиланде, Филиппинах, Корее, Китае, восточной Сибири [3; 8-10]. В последние годы обнаружен в Албании [11]. Находку неодиантомуса в странах Средиземноморья, на расстоянии более чем 6000 км от типичных мест обитания, авторы объясняют вселением в водоемы Албании рыб, проводимым в 60-х годах прошлого века. В водоемы Казахстана *Neodiantomus schmackeri* вселился, очевидно, недавно [12; 13]. Его появление в Казахстане может быть также связано с проводимыми ранее акклиматизационными мероприятиями, в ходе которых производился забор воды и мальков рыб из р. Амур (Дальний Восток) [14], где этот вид является обычным.

В Таиланде *Neodiantomus schmackeri* встречается в водохранилищах, рыборазводных прудах, постоянных водоемах [15]. В Индии населяет в основном временные водоемы [9; 17]. В Албании характерен для мелких постоянных эвтрофных озер с мутной водой, глубиной от 2 до 29 м и рН 7,80-9,06 [11]. Численность *Neodiantomus schmackeri* в озерах Албании достигала 100-10000 экз/м³, а доминирующего положения в зоопланктоне в некоторых из этих озер вид занимал в сентябре. В Шардаринском водохранилище (Южный Казахстан) *Neodiantomus schmackeri* встречался только в



Самец: 1. Левая антеннула; 2. Базальная и средняя часть геникулирующей антеннулы; 3. Средняя часть геникулирующей антеннулы; 4. Дистальная часть геникулирующей антеннулы; 5-6. Ноги пятой пары.

Самка: 7. Ноги пятой пары.

Neodiaptomus schmackeri (Poppe et Richard, 1892) из Шардаринского водохранилища

осеннем зоопланктоне (сентябрь), весной и летом 2003-2007 гг. отсутствовал. Численность популяции находилась на невысоком уровне – 1675 экз/м³ в 2003 г. и 140 экз/м³ в 2007 г. [12]. В нижнем течении р. Сырдарии, перед ее впадением в Малое Аральское море, численность неодиаптомуса в августе 2011 г. достигала 938-1740 экз/м³ [15].

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность заведующей лабораторией гидробиологии Казахского Агентства Прикладной Экологии (Алматы, Казахстан) Д. А. Смирновой за предоставленные возможности фотографирования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Прусова И.Ю., Губанова А.Д., Шадрин Н.В., Курашева Е.К., Тиненкова Д.Х. *Acartia tonsa* (Copepoda, Calanoida) – новый вид в зоопланктоне Каспийского и Азовского морей // *Vestnik zoologii*. 2002. 36 (5). С.65-68.
- [2] Шарاپова Л.И. Состояние зоопланктоценозов нижней дельты р. Или в условиях антропогенного воздействия. Алма-Ата, 1989. 12 с. Деп. в КазНИИТИ 12.05.89, № 2885 Ка-89.
- [3] Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Кос М.С. Определитель Calanoida пресных вод. СПб.: Наука, 1991. 504 с.
- [4] Киселев И.А. Методы изучения планктона // *Жизнь пресных вод*. М.-Л.: Наука, 1956. С. 183-226.
- [5] Kiefer F. Versuch eines Systems der Diaptomiden (Copepoda Calanoida) // *Zool. Jahrb. Syst.* 1932. Bd. 63. N. 4. S. 451-520.
- [6] Shen C.J., Song D.X. Calanoida. Fauna Sinica. Crustacea. Freshwater Copepoda. Peking: Science Press, 1979. 450 p.
- [7] Dussart B., Defaye D. Repertoire mondial des crustaces copepods des eaux interieures. Calanoides. Paris, 1983. 224 p.
- [8] Fernando C.H. The freshwater zooplankton of Sri Lanka, with a discussion of tropical freshwater zooplankton composition // *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 1980. Vol. 65, №1. P. 85-125.
- [9] Reddy Y.R. Copepoda: Calanoida: Diaptomidae. Key to the genera *Heliodiaptomus*, *Allodiaptomus*, *Neodiaptomus*, *Phyllodiaptomus*, *Eodiaptomus*, *Arctodiaptomus* and *Sinodiaptomus*. SPB Academic Publishing, 1994. 222 p.
- [10] Chang Ch.Y., Kim H.S. The freshwater Calanoida (Crustacea: Copepoda) of Korea // *The Korean J. of Systematic Zoology*. 1986. Vol. 2, № 1. P. 49-60.
- [11] Alfonso G., Russo R., Belmonte G. First record of the Asian diaptomid *Neodiaptomus schmackeri* (Poppe & Richard, 1892) (Crustacea: Copepoda: Calanoida) in Europe // *J. Limnol.* 2014. 73(3). P. 584-592.
- [12] Крупа Е.Г. Зоопланктон лимнических и лотических экосистем Казахстана. Структура, закономерности формирования. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing. 2012. 346 с.
- [13] Димеева Л.А., Султанова Б.М., Березовиков Н.Н., Есенбекова П.А., Крупа Е.Г., Ермаханов З., Алимбетова З.Ж., Малахов Д.В. Сохранение биоразнообразия водно-болотных угодий авандельты реки Сырдарья // *Вестн. КазНУ, сер. экол.* 2012. № 1(33). С. 220-222.
- [14] Карпевич А.Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. Москва: Пищевая Промышленность, 1975. 432 с.
- [15] Krupa E.G. Biodiversity of wetland in the Syrdarya River delta front. “Ecosystems”, “Water invertebrates”, “Uniqueness and significance of nature complexes in the Syrdaria Delta front”, “Proposal for biodiversity conservation”. Almaty, 2012. 65 p.
- [16] Lai H.C., Fernando C.H. The freshwater Calanoida (Crustacea: Copepoda) of Thailand // *Hydrobiologia*. 1981. 76. Pp.161-178.
- [17] Manickam N, Saravana Bhavan P, Santhanam P, Muralisankar T, Srinivasan V, Radhakrishnan S, Vijayadevan K, Chittararu P and Jawahar Ali A. Seasonal Variations of Zooplankton Diversity in a Perennial Reservoir at Thoppaiyar, Dharmapuri District, South India // *Austin Journal of Aquaculture and Marine Biology*. 2014. 1(1):7. www.austinpublishinggroup.com

REFERENCES

- [1] Prusova I.Yu., Gubanova A.D., Shadrin N.V., Kurashева E.K., Tinenkova D.H. *Acartia tonsa* (Copepoda, Calanoida) – new species of zooplankton of the Caspian Sea and the Azov Sea // *Zoology bulletin*. 2002. 36 (5). P.65-68 (in Russ.).
- [2] Sharapova L.I. The state of zooplanktocenosis of lower delta of the Ile River under the anthropogenic impact. Almaty, 1989. 12 p. Dep. in KazNIINTI 12.05.89, 2885 Ka-89. (in Russ.).
- [3] Borutsky E.V., Stepanova L.A., Kos M.S. Key to the Calanoida of fresh water. St. Petersburg: Science, 1991. 504 p. (in Russ.).
- [4] Kiselev I.A. The methods of studying plankton // *Life of fresh water*. M.-L.: Nauka, 1956. P. 183-226. (in Russ.).
- [5] Kiefer F. Versuch eines Systems der Diaptomiden (Copepoda Calanoida) // *Zool. Jahrb. Syst.* 1932. Bd. 63. N. 4. S. 451-520. (in Germany).
- [6] Shen C.J., Song D.X. Calanoida. Fauna Sinica. Crustacea. Freshwater Copepoda. Peking: Science Press, 1979. 450 p.
- [7] Dussart B., Defaye D. Repertoire mondial des crustaces copepods des eaux interieures. Calanoides. Paris, 1983. 224 p.
- [8] Fernando C.H. The freshwater zooplankton of Sri Lanka, with a discussion of tropical freshwater zooplankton composition // *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 1980. Vol. 65, №1. P. 85-125.
- [9] Reddy Y.R. Copepoda: Calanoida: Diaptomidae. Key to the genera *Heliodiaptomus*, *Allodiaptomus*, *Neodiaptomus*, *Phyllodiaptomus*, *Eodiaptomus*, *Arctodiaptomus* and *Sinodiaptomus*. SPB Academic Publishing, 1994. 222 p.
- [10] Chang Ch.Y., Kim H.S. The freshwater Calanoida (Crustacea: Copepoda) of Korea // *The Korean J. of Systematic Zoology*. 1986. Vol. 2, № 1. P. 49-60.
- [11] Alfonso G., Russo R., Belmonte G. First record of the Asian diaptomid *Neodiaptomus schmackeri* (Poppe & Richard, 1892) (Crustacea: Copepoda: Calanoida) in Europe // *J. Limnol.* 2014. 73(3). P. 584-592.
- [12] Krupa E.G. Zooplankton of limnetic and lotic ecosystems of Kazakhstan. The structure, patterns of formation. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing. 2012. 346 p. (in Russ.).

[13] Dimeeva L.A., Sultanova B.M., Berezovikov N.N., Esenbekova P.A., Krupa E.G., Ermahanov Z., Alimbetova Z.Zh., Malahov D.V. Wetland biodiversity conservation of the Syrdarya River Delta // Bulletin of KazNU, ecology series. **2012**. 1(33). P. 220-222. (in Russ.).

[14] Karpevich A.F. The theory and practice of aquatic organisms acclimatization. Moscow: Food Industry, **1975**. 432 p. (in Russ.).

[15] Krupa E.G. Biodiversity of wetland in the Syrdarya River delta front. "Ecosystems", "Water invertebrates", "Uniqueness and significance of nature complexes in the Syrdaria Delta front", "Proposal for biodiversity conservation". Almaty, **2012**. 65 p.

[16] Lai H.C., Fernando C.H. The freshwater Calanoida (Crustacea: Copepoda) of Thailand // Hydrobiologia. **1981**. 76. Pp.161-178.

[17] Manickam N., Saravana Bhavan P., Santhanam P., Muralisankar T., Srinivasan V., Radhakrishnan S., Vijayadevan K., Chitrarasu P., Jawahar Ali A. Seasonal Variations of Zooplankton Diversity in a Perennial Reservoir at Thoppaiyar, Dharmapuri District, South India // Austin Journal of Aquaculture and Marine Biology. **2014**. 1(1):7. www.austinpublishinggroup.com

**ҚАЗАҚСТАН ЖӘНЕ ОРТАЛЫҚ АЗИЯ ФАУНАСЫНДА CALANOIDA –
ЖАҢА ТҮРІ NEODIAPTOMUS SCHMACKERI (POPPE ET RICHARD, 1892)**

Е. Г. Крупа

PFM Зоология Институты, FK БФМ, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: Copepoda, Calanoida, *Neodiantomus schmackeri*, жаңа түр, Қазақстан.

Аннотация. Қазақстан және Орталық Азия фаунасында *CALANOIDA* – жаңа түрінің *Neodiantomus schmackeri* (Poppe et Richard, 1892) сипаттамасы берілген. Басқа жаңа түрлер сияқты *Neodiantomus schmackeri* – Қазақстанда пайда болуы бұрын жүргізілген акклиматизациялық іс-шаралармен байласыты деп болжам жасалынған.

Поступила 31.07.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 5, Number 311 (2015), 41 – 47

**SURVEILLANCE FOR CIRCULATION OF ORTHOMYXO-
AND MORBILLIVIRUSES AMONG SEALS
IN THE KAZAKH PART OF NORTHERN CASPIAN (2007–2014)****Aidyn I. Kydyrmanov¹, Kobey Karamendin¹, Yermukhammet Kassymbekov¹,
Marat Kh. Sayatov¹, Simon J. Goodman²**¹Institute of Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan,²Institute of Integrative and Comparative Biology, Leeds University, Leeds, UK.E-mail: kydyrmanov@yandex.kz; kobey@nursat.kz; kassymbek.ermuxan@mail.ru;
ecovir@nursat.kz; s.j.goodman@leeds.ac.uk**Keywords:** influenza virus, morbillivirus, monitoring, epizooty, serology, seal, Pinniped.

Abstract. The information on virology surveillance of orthomyxo- and morbilliviruses circulation among seals in the Kazakh part of Caspian sea since 2007 until 2014 are presented in this paper. Virological and serological data about influenza A virus subtypes H4N6 and H7N7 circulation among Caspian seals are given. The fact of morbilliviruses circulation in population of Caspian seals in 2008 is described. The close relatedness of morbillivirus interepizootic variant CDV/Caspian seal/KZ/2008 to epizootic strains isolated during seal mass die-offs in 1997 and 2000 by phosphoprotein gene (P gene) is proved by molecular-biology methods. The necessity for integrated environmental and virological monitoring of influenza and morbilliviruses circulating in the population of seals in the Kazakh sector of the Caspian Sea is concluded.

УДК 578.832.1.083.2

**СЛЕЖЕНИЕ ЗА ЦИРКУЛЯЦИЕЙ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ОРТОМИКСО-
И МОРБИЛЛИВИРУСНЫХ ИНФЕКЦИЙ СРЕДИ ТЮЛЕНЕЙ
В КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ (2007–2014 гг.)****А. И. Кыдырманов¹, К. О. Карамендин¹, Е. Т. Касымбеков¹,
М. Х. Саятов¹, С. Гудман²**¹РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан;²Институт Интегративной и Сравнительной Биологии, Университет Лидса, Лидс, Великобритания**Ключевые слова:** вирус гриппа, морбилливирус, мониторинг, эпизоотия, серология, тюлень, ластоногие.

Аннотация. В статье представлены сведения по вирусологическому мониторингу возбудителей ортомиксо- и морбилливирусных инфекции среди каспийских тюленей в казахстанской части Каспийского моря в период с 2007 по 2014 гг. Приводятся вирусологические и серологические данные инфицированности морских млекопитающих вирусами гриппа А с антигенными формулами H4N6 и H7N7. Описывается факт циркуляции морбилливирусов в популяции каспийских тюленей в 2008 г. Молекулярно-биологическими методами доказано близкое родство по гену фосфопротеина (P ген) межэпизоотического варианта морбилливируса CDV/Caspian seal/KZ/2008 с эпизоотическими штаммами, выделенными во время массовой гибели тюленей в 1997 и 2000 гг. Делается заключение о необходимости проведения комплексного эколого-вирусологического мониторинга вирусов гриппа и морбилливирусов, циркулирующих в популяциях тюленей в казахстанской акватории Каспийского моря.

Каспийский тюлень – *Phoca caspica* (Gmelin, 1788) является единственным морским млекопитающим Каспийского моря. В настоящее время он входит в список видов Международного Союза Охраны Природы, находящихся под угрозой исчезновения [1]. В начале XX столетия численность каспийского тюленя составляла около 1 млн. особей, в конце 60-х годов она уменьшилась до 500 тыс. голов. В результате интенсивного промысла, проводившегося до середины 1990-х годов, размер их популяции в настоящее время едва превышает 100 тыс. особей [2].

Вирусные заболевания играют важную роль в регулировании динамики численности популяций диких животных, ограничивая их увеличение и усиливая селекцию на генетическом уровне. Воздействие вирусов становится еще более существенным для популяций находящихся под угрозой исчезновения или фрагментированных в результате деятельности человека. Возбудителями инфекций, оказывающими прямое влияние на численность морских животных, являются вирусы гриппа и морбилливирусы.

Выявление различных вариантов вирусов гриппа в популяциях тюленей свидетельствует о возможности их участия в генетической реассортации. С помощью молекулярно-биологических исследований установлено птичье происхождение некоторых выделенных от тюленей изолятов вируса гриппа [3]. В 2010 г. среди северных морских слонов (*Mirounga angustirostris*) у калифорнийского побережья США были выявлены особи, инфицированные вирусом гриппа А, на 99% сходные с прототипным вирусом пандемического «свиного» гриппа А/California/04/2009 (H1N1), который циркулировал среди людей с 2009 г. [4]. Осенью 2011 г. в Новой Англии (штат Массачусетс, США) 162 тюленя погибли от пневмонии, вызванной вирусом гриппа А (H3N8). Указанный возбудитель оказался сходным с вирусами гриппа водоплавающих птиц, циркулировавшими в Северной Америке с 2002 г., и обладал мутацией в PB2 гене, характерном высокопатогенному для людей варианту H5N1, что указывало на его способность к межвидовой передаче и адаптации к млекопитающим [5].

До недавнего времени вирусы гриппа А от ластоногих Палеарктики не изолировались. Ранее вирусологические подтверждения участия их во вспышках инфекции среди тюленей получены только на Североамериканском континенте.

Эпизоотии морских млекопитающих, вызванные вирусами гриппа А в других частях света, впервые зарегистрированы в 2014 г. Вирус гриппа А (H10N7) изолирован от павших обыкновенных тюленей (*Phoca vitulina*) на побережье Северного моря в Швеции, Дании, Германии и Голландии [6–8], где погибло свыше 1400 животных.

Имеется ряд сообщений о вирусологическом мониторинге циркуляции вирусов гриппа А в популяциях морских млекопитающих Северной Евразии. Так, в период с 1976 по 1999 гг. С.С. Ямникова с соавт. [9] в ходе мониторинга за циркуляцией вирусов гриппа А в популяциях диких птиц Северного Каспия исследовали образцы от 152 особей каспийского тюленя, но им не удалось обнаружить инфицированных животных. К. Ohishi et al. [10] при исследовании сывороток крови каспийских тюленей, собранных в 1993–2000 гг., показали, что млекопитающие были инфицированы эпидемическими А/Бангкок/1/79-подобными вирусами гриппа, циркулировавшими среди людей в 1979–1981 гг. Позднее А.М. Шестопалов с соавт. [11, 12] и З.К. Чувакова с соавт. [13] сообщили об изоляции вируса гриппа А (H7N7) из материалов, собранных от павших каспийских тюленей во время их массовой гибели в апреле-июне 2000–2002 гг. Однако в литературе нет каких-либо данных о филогенетических или патобиологических свойствах эпизоотического штамма вируса гриппа А (H7N7).

Это обстоятельство определяет необходимость проведения мониторинга за циркуляцией вирусов гриппа среди тюленей, обитающих в регионах, расположенных на главных миграционных руслах пролета птиц. Через северную и восточную части Каспийского моря проходит Восточно-европейский миграционный путь, связывающий европейский Север со странами Ближнего Востока и Южной Африки. Помимо периодов массовой весенней и осенней миграций, большое количество птиц оседает в регионе во время гнездования и линьки, концентрируется в береговых зонах и островах, где тюлени устраивают лежбища. Все это создает предпосылки для межвидовой передачи вирусов гриппа А тюленям.

К другим актуальным возбудителям инфекции морских млекопитающих относятся вирусы семейства Paramyxoviridae, рода Morbillivirus, которые способны вызывать широкомасштабные эпизоотии с многочисленными падежами в популяции морских животных.

К настоящему времени описаны четыре основных представителя морбилливирусов, инфицирующих морских млекопитающих: вирус чумы плотоядных (ВЧП) у байкальских (*Phoca sibirica*) и каспийских тюленей; DMV [dolphin morbillivirus] у дельфинов и китов; PDV [phocine distemper virus] у обыкновенных тюленей; PMV [porpoise morbillivirus] у морских свиной (*Phocoena phocoena*). Причины появления этих возбудителей в популяциях морских млекопитающих до сих пор не выяснены.

Результаты исследований в этом направлении будут важны для решения проблемы сохранения вирусов гриппа и морбилливирусов в природных биоценозах, выявления возможных источников и путей передачи этих опасных возбудителей и контроля над возникающими чрезвычайными ситуациями. В данной статье приводятся сведения о вирусологическом мониторинге циркуляции вирусов гриппа и морбилливирусов среди каспийских тюленей в Республике Казахстан в период с 2007 по 2014 гг.

Материалы и методы

От живых тюленей собраны сыворотки крови, носовые, ротовые, конъюнктивальные, ректальные, урогенитальные (препуциальные и вагинальные) смывы по сертифицированным методикам, рекомендованным ВОЗ и МЭБ [14, 15]. Пробы до проведения исследований хранили в жидком азоте (-196°C).

Образцы для молекулярно-биологических исследований помещали в специальный реагент – RNAlater, сохраняющий РНК в течение длительного времени. Пробы крови для исследований брались с помощью системы Vacutainer из эпидурального венозного синуса спинномозгового канала от клинически здоровых животных. Сыворотки крови хранили при -20°C.

Выделение вирусной РНК проводили с использованием набора QIAamp Viral RNA Mini Kit (Qiagen GmbH, Hilden), в соответствии с рекомендациями производителя, из 140 мкл смыва. Выделение вирусных нуклеиновых кислот из тканей внутренних органов (мозг, сердце, легкие, печень, почки, селезенка, тимус) погибших тюленей осуществлялось с помощью QIAshredder. Полученные лизаты тканей использовали для процедур по изоляции нуклеиновых кислот вирусов.

Обратную транскрипцию – полимеразную цепную реакцию (ОТ-ПЦР) проводили в термочиклере Eppendorf Gradient одновременно в одношаговой реакции с использованием AccessQuick RT-PCR System (Promega). Для приготовления реакционной смеси использовали наборы праймеров, специфичные к высококонсервативным участкам генов искомым вирусам (таблица 1).

Таблица 1 – Последовательности специфических праймеров к генам орто- и парамиксовирусов

Ген-мишень	Последовательность праймера	Длина ожидаемого продукта в ПЦР (п.о.)
М ген вируса гриппа А	CU-MF: 5'-TGATCTTCTTGAAAATTTGCAG-3' CU-MR: 5'-TGTTGACAAAATGACCATCG-3' [16]	279
NS ген вируса гриппа В	NS1: 5'- ATG GCC ATC GGA TCC TCA AC-3' NS2: 5'- TGT CAG CTA TTA TGG AGC TG-3' [17]	240
Р ген морбилливируса	UP-P1: -5' ATGTTTATGATCACAGCGGT-3' UP-P2: -5' ATTGGGTTGCACCACTTGTC-3'	429
L ген семейства парамиксовирусов (Pan-paramyxovirus primer)	PMX1 GARGGIYIITGYCARAARNTNTGGAC PMX2 TIAYIGCWATIRIYTGRTRTCNCC	132

Выравнивание секвенированных последовательностей Р гена изолята CDV/Caspian seal/KZ/2008 с таковыми штаммов вируса чумы плотоядных из базы данных GenBank проводили с помощью компьютерной программы BioEdit, филогенетическое древо составляли по программе MEGA 4.0. Нуклеотидные последовательности эпизоотических штаммов морбилливируса каспийских тюленей 2000 г. выделения (CDV_KZ1, KZ2, AZ1, AZ2) любезно предоставлены д-ром Marco W.G. van de Bildt (Институт вирусологии ErasmusMC, Rotterdam, the Netherlands).

Результаты и их обсуждение

В 2007–2013 гг. во время весенних и осенних скоплений каспийских тюленей в казахстанской части акватория Северного Каспия были собраны 696 биологических образцов от 138 особей. Кроме того, получены секционные материалы от 16 трупов тюленей и двух абортированных плодов, найденных в лежбище животных.

Для определения инфицированности тюленей ортомиксовирусами проведена ОТ-ПЦР с праймерами к М-гену вируса гриппа А и NS-гену вируса гриппа В.

В результате электорфореза в 2% агарозном геле ожидаемые продукты М-гена вируса гриппа А и NS-гена вируса гриппа В в образцах 2007–2014 гг. не выявлены. Позднее в ПЦР реального времени проведен дополнительный скрининг проб от тюленей, собранных до 2013 г., с применением олигонуклеотидных праймеров к вирусу гриппа А. Известно, что распространение вирусов гриппа А среди морских млекопитающих связано с экологией этих животных и тесным контактом с птичьим резервуаром возбудителя. При вирусологическом анализе более 2500 образцов, собранных от диких птиц в дельте р. Урал, северной и восточной частях Каспийского моря в 2002–2012 гг., выделено около 70 изолятов вируса гриппа А с антигенными формулами: H1N2, H4N6, H5N1, H11N2, H13N6, H16N3. Среди них присутствовали вирусы с подтипами гемагглютининов H1, H4 и H13, подобные тем, которые изолированы от больных и павших морских млекопитающих в других регионах Северного полушария.

Вирусы гриппа А (H4N6) изолированы от тюленей в российской акватории Каспийского моря в 2002 и 2012 гг. [18]. BLAST анализ нуклеотидных последовательностей М генов изолятов выявил их 100% идентичность между собой и близкое родство с таковыми высокопатогенного штамма А/лебедь-шипун/Актау/1460/2006 (H5N1).

Эти данные указывают на необходимость проведения постоянного мониторинга среди каспийских тюленей с целью своевременного выявления актуальных вариантов вирусов гриппа, адаптированных к млекопитающим животным.

Помимо гриппа, другим массовым заболеванием морских млекопитающих являются морбилливирусные инфекции. В связи с этим нами проведен вирусологический скрининг материалов от каспийских тюленей на наличие их возбудителей. Предварительные результаты исследований по выявлению Р-гена морбилливирусов в ПЦР приведены в таблице 2.

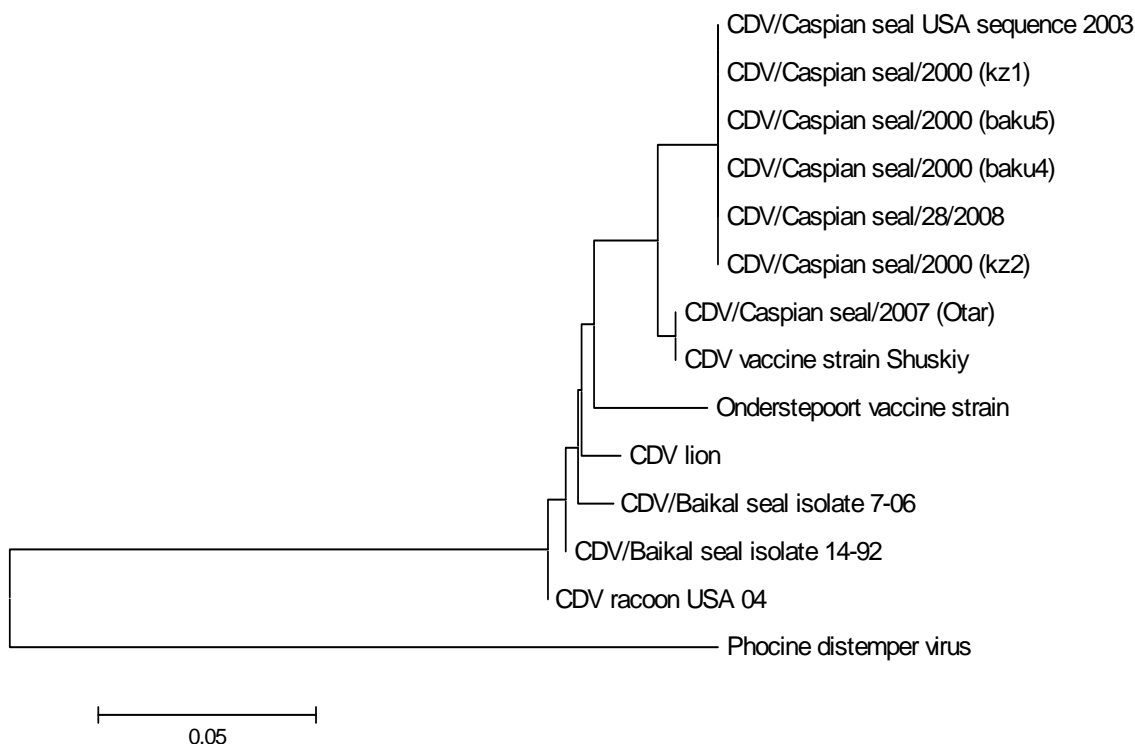
Таблица 2 – Результаты ПЦР с биопробами от каспийских тюленей на наличие морбилливирусов

Год сбора материала	Результат ПЦР в биопробе:				
	носовой	ротовой	генитальной	ректальной	крови
2007	0/22*	0/22	0/22	0/22	«н.и.»
2008	4/13	6/13	5/13	6/13	1/4
2009	0/7	0/3	0/7	0/7	«н.и.»
2010	«н.и.»	0/15	0/15	0/15	«н.и.»
2011	«н.и.»	0/45	0/45	0/45	«н.и.»
2012	0/22	0/22	0/22	0/22	«н.и.»
2013	0/8	0/8	0/8	0/8	«н.и.»
2014	0/3	0/3	0/3	0/3	«н.и.»

Примечание: В числителе количество положительных проб, в знаменателе общее количество образцов; «н.и.» – не исследовано.

В результате ОТ-ПЦР с праймерами к Р-гену морбилливирусов, ожидаемые продукты в 429 п.о. выявлены у 6 тюленей. Все положительные образцы принадлежали особям до 2 лет, отловленным на острове Рыбачий. Образцы, собранные от взрослых тюленей на островах залива Кендирли во время осеннего спутникового мечения в 2009–2014 гг., были отрицательными по отношению к морбилливирусам. С 2009 года молодняк каспийского тюленя выпал из выборки, так как для спутникового мечения избирательно отлавливали преимущественно крупных и взрослых животных.

Определены нуклеотидные последовательности Р гена морбилливирусов, выделенных от каспийских тюленей. В результате филогенетического анализа установлено, что межэпизоотический вариант морбилливируса CDV/Caspian seal/KZ/2008 по последовательности Р гена проявляет близкое родство с эпизоотическим штаммом CDV/Caspian seal/Baku/1997, и образует отдельный кластер с вирусами, выделенными во время массовой гибели тюленей в 2000 г., вызванной вирусом чумы плотоядных (CDV_KZ1, KZ2, AZ1, AZ2) [19].



Филогенетические взаимоотношения между Р генами вируса чумы плотоядных, изолированных от каспийских тюленей в 2000, 2007–2008 гг., и вирусами, зарегистрированными в GenBank

Выводы. Изоляты вируса чумы плотоядных каспийских тюленей 2008 г. выделения отличаются по Р гену от вируса 2007 г. (CDV/Caspian seal/2007), который идентичен с вакцинным штаммом CDV (vaccine strain Shuskiy). Ye. Zholdybaeva et al. [20] показали, что CDV/Caspian seal/2007 и вакцинный штамм CDV по гену гемагглютинина относятся к группе вакцинных штаммов.

Случай обнаружения морбилливирусов в межэпизоотический период подтверждает ранее высказанное предположение об их персистенции [19] в популяции тюленей и возможности возникновения вспышек заболевания с массовыми падежами при ряде неблагоприятных обстоятельствах: необычайно теплых зимах, снижении общего иммунитета, нефтяных и других загрязнениях морской среды, вызывающих кумулятивный эффект.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Härkönen T. 2008. Pusa caspica. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/41669/0>. Downloaded on 20 April 2012.
- [2] Harkonen T, Harding KC, Wilson S, Baimukanov M, Dmitrieva L, et al. Collapse of a Marine Mammal Species Driven by Human Impacts // PLoS ONE. 2012: e43130. doi:10.1371/journal.pone.0043130.
- [3] Hinshaw V.S., Bean W.J., Rehg J.E., Fiorelli P., Early G., Geraci J.R., St Aubin D.J. Are seals frequently infected with avian influenza viruses? // Journal of Virology. 1984. Vol. 51. P. 863-865.
- [4] Goldstein T., Mena I., Anthony S.J. et al. (2013) Pandemic H1N1 Influenza Isolated from Free-Ranging Northern Elephant Seals in 2010 off the Central California Coast. PLoS ONE 8(5): e62259. doi:10.1371/journal.pone.0062259
- [5] Anthony S.J. et al. Emergence of fatal avian influenza in New England harbor seals // mBio. 2012. № 3(4):e00166-12. doi:10.1128/mBio.00166-12.

- [6] Zohari S, Neimanis A, Härkönen T, Moraes C, Valarcher JF. Avian influenza A(H10N7) virus involvement in mass mortality of harbour seals (*Phoca vitulina*) in Sweden, March through October 2014. *Euro Surveill.* 2014;19(46):pii=20967.
- [7] Bodewes R, Bestebroer TM, van der Vries E, Verhagen JH, Herfst S, Koopmans MP, Fouchier RA, Pfanckuche VM, Wohlsein P, Siebert U, Baumgärtner W, Osterhaus AD. Avian Influenza A(H10N7) virus-associated mass deaths among harbor seals. *Emerg Infect Dis.* 2015 Apr;21(4):720-2. doi: 10.3201/eid2104.141675.
- [8] Krog JS, M Hansen MS, Holm E, Hjulsgaard CK, Chriél M, Pedersen K, Andresen LO, Abildstrøm M, Jensen TH, Larsen LE. Influenza A(H10N7) virus in dead harbor seals, Denmark. *Emerg Infect Dis.* 2015 Apr;21(4):684-7. doi: 10.3201/eid2104.141484.
- [9] Ямникова С.С., Гамбарян А.С., Федякина И.Т. и др. Мониторинг за циркуляцией вирусов гриппа А в популяциях диких птиц Северного Каспия // *Вопр. вирусол.* 2001. №4. -С.39-43.
- [10] Ohishi K., Ninomiya A., Kida H. et al Serological evidence of transmission of human influenza A and B viruses to Caspian seals (*Phoca caspica*) // *Microbiol Immunol.* 2002. Vol. 46(9). P. 639-44. PMID:12437032
- [11] Шестопалов А.М., Беклемишев А.Б., Хураскин Л.С. и др. Пара- и ортомиксовирусы у каспийских тюленей // *Морские млекопитающие Голарктики: сборник научных трудов по материалам II международной конференции (Байкал, Россия 10-15 Сентября 2002 г.)*. Москва: КМК, 2002. - 294 стр.
- [12] Дурьманова А.А., Беликов С.И., Золотых С.И. и др. Мониторинг инфекционных заболеваний каспийских тюленей (*Phoca caspica*) // *Морские млекопитающие Голарктики: сборник научных трудов по материалам III международной конференции (Крым, Коктебель, Украина 11-17 Октября 2004 г.)*. Москва: КМК, 2004. 609 стр.
- [13] Чувакова З.К., Икранбегийн Р., Глебова Т.И. и др. Грипп у тюленей: (Обзор информации и результаты экспедиций на Северный Каспий в связи массовой гибелью тюленей в 2000 г.) // *Изв. НАН РК. Сер. биол. и мед.* 2001. №3. С.47-54.
- [14] WHO/CDS/CSR/NCS/ Manual for on Animal Influenza Diagnosis and Surveillance/ Geneva, 2002. P. 15-18.
- [15] Office International des Epizooties (OIE), Manual of standards for diagnostic tests and vaccines. - Paris, 2000.
- [16] Payungporn S., Phakdeewit P., Chutinimitkul S. et al. Single-Step Multiplex Reverse Transcription–Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) for Influenza A Virus Subtype H5N1 Detection // *Viral Immunology.* 2004. Vol. 17. P. 588-593.
- [17] Osterhaus A.D.M.E., Rimmelzwaan G.F., Martina, B.E.E. et al. Influenza B virus in seals // *Science.* 2000. Vol. 288. P. 1051-1053. PMID:10807575
- [18] Алексеев А.Ю., Гуляева М.А., Сивай М.В., Шаршов К.А., Кузнецов В.А., Шипулин С.В., Шестопалов А.М. Выделение гриппа типа А субтипа H4N6 у каспийских тюленей (*Phoca caspica*) // *Морские млекопитающие Голарктики: сборник научных трудов по материалам VIII международной конференции (г. Санкт-Петербург, Россия 24-27 Сентября 2014 г.)*. Санкт-Петербург, 130 стр.
- [19] Kennedy S., Kuiken T., Jepson P.D., Deavill R., Forsyth M., Barrett T., van de Bildt M.W.J., Osterhaus A.D.M.E., Euybatov T., Duck C., Кудурманов А., Mitrofanov A., Wilson S. Mass die-off of Caspian seals caused by canine distemper virus // *Emerging Infectious diseases*, 2000, V. 6, P. 637-639.
- [20] Zholdybayeva E. V. Momynaliev K. Tarlykov P. et al. Full genome sequences of canine distemper virus strains isolated in Kazakhstan // *Биотехнология. Теория и практика.* 2013, №3. DOI: <http://dx.doi.org/10.11134/btp.3.2013.2>.

REFERENCES

- [1] Härkönen T. 2008. Pusa caspica. In: *IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2011.2. <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/41669/0>. Downloaded on 20 April 2012.
- [2] Harkonen T, Harding KC, Wilson S, Baimukanov M, Dmitrieva L, et al. Collapse of a Marine Mammal Species Driven by Human Impacts. *PLoS ONE.* 2012; e43130. doi:10.1371/journal.pone.0043130.
- [3] Hinshaw V.S., Bean W.J., Rehg J.E., Fiorelli P., Early G., Geraci J.R., St Aubin D.J. Are seals frequently infected with avian influenza viruses? *Journal of Virology.* 1984. Vol. 51. P. 863-865.
- [4] Goldstein T., Mena I., Anthony S.J. et al. Pandemic H1N1 Influenza Isolated from Free-Ranging Northern Elephant Seals in 2010 off the Central California Coast. *PLoS ONE* 2013. 8(5): e62259. doi:10.1371/journal.pone.0062259
- [5] Anthony S.J, et al. Emergence of fatal avian influenza in New England harbor seals. *mBio.* 2012. № 3(4):e00166-12. doi:10.1128/mBio.00166-12.
- [6] Zohari S, Neimanis A, Härkönen T, Moraes C, Valarcher JF. Avian influenza A(H10N7) virus involvement in mass mortality of harbour seals (*Phoca vitulina*) in Sweden, March through October 2014. *Euro Surveill.* 2014;19(46):pii=20967.
- [7] Bodewes R, Bestebroer TM, van der Vries E, Verhagen JH, Herfst S, Koopmans MP, Fouchier RA, Pfanckuche VM, Wohlsein P, Siebert U, Baumgärtner W, Osterhaus AD. Avian Influenza A(H10N7) virus-associated mass deaths among harbor seals. *Emerg Infect Dis.* 2015 Apr;21(4):720-2. doi: 10.3201/eid2104.141675.
- [8] Krog JS, M Hansen MS, Holm E, Hjulsgaard CK, Chriél M, Pedersen K, Andresen LO, Abildstrøm M, Jensen TH, Larsen LE. Influenza A(H10N7) virus in dead harbor seals, Denmark. *Emerg Infect Dis.* 2015 Apr;21(4):684-7. doi: 10.3201/eid2104.141484.
- [9] Yamnikova S.S., Gambaryan A.S., Fedyakina I.T. Shilov A.A., Petrova Ye.S., Lvov D.K. Monitoring of influenza A virus circulation in a population of wild birds in Northern Caspian region. *Vopr. virusol.* 2001. №4. S.39-43. (in Russ).
- [10] Ohishi K., Ninomiya A., Kida H. et al Serological evidence of transmission of human influenza A and B viruses to Caspian seals (*Phoca caspica*). *Microbiol Immunol.* 2002. Vol. 46(9). P. 639-44. PMID:12437032
- [11] Shestopalov A.M., Beklemishev A.B., Khuras'kin L.S. et al. Para- and orthomyxoviruses in Caspian seals. *Marine Mammals of Holarctic.* 2002. Abstracts of the conference presentations. Moscow.KMK, 294 pages.
- [12] Durymanova A.A., Belikov S.I., Zolotykh S.I., Tumanov Yu.V., Kuznetsov V.N.3, Khuras'kin L.S.3, Dimov S.K.4, Shestopalov A.M. Monitoring of infectious diseases in Caspian seals (*Phoca caspica*). *Marine Mammals of the Holarctic.* 2004. Collection of Scientific Papers. Moscow. KMK, 609 pages.

- [13] Chuvakova Z.K., Ikranbegijn R., Glebova T.I. i dr. Gripp u tjulenej: (Obzor informacii i rezul'taty jekspedicij na Severnyj Kaspij v svjazi massovoj gibel'ju tjulenej v 2000 g.) // *Izv. NAN RK. Ser. biol. i med.* **2001**. -№3. S.47-54 (in Russ)
- [14] WHO/CDS/CSR/NCS/ *Manual for on Animal Influenza Diagnosis and Surveillance*/ Geneva, **2002**. P. 15-18.
- [15] Office International des Epizooties (OIE), *Manual of standards for diagnostic tests and vaccines*. - Paris, 2000.
- [16] Payungporn S., Phakdeewirot P., Chutinimitkul S. et al. Single-Step Multiplex Reverse Transcription–Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) for Influenza A Virus Subtype H5N1 Detection. *Viral Immunology*. **2004**. Vol. 17. P. 588-593.
- [17] Osterhaus A.D.M.E., Rimmelzwaan G.F., Martina, B.E.E. et al. Influenza B virus in seals. *Science*. **2000**. Vol. 288. P. 1051-1053. PMID:10807575
- [18] Alekseev A.Y., Gulyaeva M.A., Sivay M.V., Sharshov K.A., Kuznetsov V.A., Shipulin S.V., Shestopalov A.M. Isolation of influenza A subtype H4N6 in Caspian seals (*Phoca caspica*). *Marine Mammals of the Holarctic*, 2014, September 22-27, St. Petersburg, Russia, 130 pages (76-77).
- [19] Kennedy S., Kuiken T., Jepson P.D., Deavill R., Forsyth M., Barrett T., van de Bildt M.W.J., Osterhaus A.D.M.E., Eybatov T., Duck C., Kydyrmanov A., Mitrofanov A., Wilson S. Mass die-off of Caspian seals caused by canine distemper virus. *Emerging Infectious diseases*, **2000**, Vol. 6, P. 637-639.
- [20] Zholdybayeva E. V. Momynaliev K. Tarlykov P. et al. Full genome sequences of canine distemper virus strains isolated in Kazakhstan. *Biotechnology. Theory and Practice*. **2013**, №3. DOI: <http://dx.doi.org/10.11134/btp.3.2013.2>

СОЛТҮСТІК КАСПИЙДІҢ ҚАЗАҚСТАНДЫҚ БӨЛІГІНДЕГІ ИТБАЛЫҚТАР АРАСЫНДАҒЫ ОРТОМИКСО- ЖӘНЕ МОРБИЛЛИВИРУС ИНФЕКЦИЯЛАРЫ ҚОЗДЫРҒЫШТАРЫНЫҢ АЙНАЛЫМЫН ҮЗДІКСІЗ БАҚЫЛАУ (2007–2014 жж.)

А. И. Қыдырманов¹, К. Ө. Карамендин¹, Е. Т. Қасымбеков¹, М. Х. Саятов¹, С. Гудман²

¹ҚР БҒМ ҒК «Микробиология және вирусология институты» РМК;

²Интегративті және Салыстырмалы биология Институты, Лидс Университеті, Лидс, Ұлыбритания

Тірек сөздер: тұмау вирусы, морбилливирус, мониторинг, індет, серология, итбалық, ескекаяқтылар.

Аннотация. Мақалада Каспий теңізінің қазақстандық бөлігіндегі итбалықтар арасындағы ортамиксо-және морбилливирус инфекциялары қоздырғыштарының айналымына, 2007 – 2014 жж. аралығындағы мониторинг жайындағы деректер келтірілген. Теңіз сүтқоректілерінің арасында антигендік формулалары H4N6 және H7N7 тұмау А вирустарын ұшырасатынына вирусологиялық және серологиялық дәйектер келтірілген. Каспий итбалықтарының популяциясында 2008 ж. морбилливирустардың айналымда болғанына айғақ келтірілген. Морбилливирустардың індетаралық нұсқасы CDV/Caspian seal/KZ/2008 фосфопротеин гені (P ген) бойынша 1997 және 2000 жж. итбалықтардың жаппай қырылуы кезінде бөлініп алынған індеттік нұсқалармен жақын туыстығы молекулалық-биологиялық тәсілдермен дәлелденді. Каспий теңізінің қазақстандық бөлігіндегі итбалықтар арасындағы тұмау мен морбилливирустардың айналымына кешенді экологиялық-вирусологиялық мониторинг жүргізу қажеттілігі туралы ой қорытылған.

Поступила 31.07.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 5, Number 311 (2015), 48 – 53

**CURRENT BIOVARIETY AND QUANTITATIVE DEVELOPMENT
OF THE ZOOBENTOS OF THE KAPSHAGAI RESERVOIR**

Zh. O. Mazhibayeva, L. A. Kovaleva

Kazakh scientific research institute of fishery, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: kazniirh@mail.ru

Keywords: bentofauna, zoobentos, nectobentos, spravnost.

Abstract. In 2006–2014 the zoobentos of Kapshagai reservoir was presented with 78 taxonomic animals. The maximum number of species (27–30) was marked in spring of 2013–2014. The minimum one (10–15) – in summer of 2006 and in spring of 2007–2009. The difference of composition was conditioned by presence or flights of the heterotopy insects from the reservoir. The basis of specific variety from 13 and to 50% in the reservoir the insect grubs (larvae) formed.

From the marked zoobentos organism in the reservoir 21 species – bioindicators of different zone of saprobes. β -Saprobes prevailed among them, 11 species.

The basis of quantity and biomass of the zoobentos was constantly created by the homotopic groups of invertebrates. These areoligochets, nectobentos. Crustaceans and mollusca (to 98 %). Last two groups of animals are introduced into the reservoir. Settled free niches successfully and formed highly productive populations.

УДК 574.5

**СОВРЕМЕННОЕ БИОРАЗНООБРАЗИЕ И КОЛИЧЕСТВЕННОЕ
РАЗВИТИЕ ЗООБЕНТОСА КАПШАГАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Ж. О. Мажибаева, Л.А.Ковалева

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», Алматы, Казахстан

Ключевые слова: бентофауна, зообентос, нектобентос, сапробность.

Аннотация. В 2006–2014 гг. зообентос Капшагайского водохранилища был представлен 78 таксонами животных. Максимальное число видов (27–30) отмечено в весенний период 2013–2014 гг., минимальное (10–15) в летнее время 2006 г. и весной – 2007–2009 гг. Разница состава обусловлено присутствием или вылетами из водоёма гетеротопных насекомых. Основу видового разнообразия от 13 и до 50 % формировали в водохранилище личинки насекомых.

Из отмеченных в водоёме зообентосных организмов 21 видов биоиндикаторы различных зон сапробности. Среди них преобладали β -сапробы, 11 видов.

Основу численности и биомассы зообентоса постоянно создавали гомотопные группы беспозвоночных. Это олигохеты, нектобентосные ракообразные и двухстворчатые моллюски (до 98 %). Две последние группы животных, интродуцированы в водоём, успешно освоили свободные ниши и сформировали высокопродуктивные популяции.

Введение. Исследование бентофауны Капшагайского водохранилища, ведется с момента зарегулирования стока р. Иле [1]. В годы становления водоема отмечалось низкое биоразнообразие кормовых организмов для рыб. В целях повышения продуктивности кормовых ресурсов бентосоядных рыб, были проведены широкомасштабные мероприятия по интродукции беспозвоночных.

В работе рассматривается таксономический состав донного и придонного сообществ водоёма за последние годы, и распределение доминирующих представителей по биотопам акватории.

Материал и методы

Гидробиологическая съёмка по акватории водохранилища проводилась ежегодно двукратно, в апреле-мае и июле-августе 2006–2014 гг., по сетке из 15–19 станций. Исследовались макрозообентос и нектобентос. Нектобентосные сборы собирались, начиная с 2007 г. в весенний период, в 2014 г. – летом (таблица 1). Сбор и обработка проб (около 320 проб) проводились в соответствии с известными методиками и определителями [2-5]. Оценку уровня кормности сообществ проводили согласно классификации С.П. Китаева [6]. Биоиндикаторы сапробности определялись [7].

Таблица 1 – Таксономический состав, частота встречаемости (%) и зона сапробности (S) представителей зообентоса Капшагайского водохранилища, весна-лето 2006–2014 гг.

Таксоны	S	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Oligochaeta - Олигохеты		04-07	04-07	05-08	04-07	05-07	05-07	05-08	06-08	05-08
<i>Limnodrilus claparedeanus</i> Ratzel	α							7-0	7-14	20-14
<i>L. hoffmeisteri</i> Claparede	p-α							14-14	14-28	20-14
<i>Limnodrilus</i> gen. sp.			69-84	93-92	72-86	77-80	58-67	43-28	14-43	27-0
<i>Tubifex tubifex</i> O.F. Muller	P			0-28				36-22	7-50	7-0
<i>Tubifex</i> gen. sp.			31-54	21-8	22-33	33-10	21-44	-	14-0	20-7
<i>Nais communis</i> Piguet	β							14-0	14-0	7-0
<i>N. behningi</i> Michaelsen								0-к		
<i>N. variabilis</i> Piguet									7-0	
<i>N. pardalis</i> Piguet										7-0
<i>Naididae</i> gen. sp.							5-0			
<i>Dero optusa</i> d'Udekem									0-7	
<i>Oligochaeta</i> sp.		64-78			22-0		5-33	0-57	64-28	33-60
<i>Tubificidae</i> gen. sp.				28-8		6-0	10-0	43-28	21-14	33-0
<i>Nemertini</i> sp.					7-0					
<i>Nematoda</i> gen. sp.		+	+	+	+	+	+	+	+	+
Итого: 15										
Crustacea – Ракообразные										
<i>Paramysis intermedia</i> (Czerniavsky)		14-7	31-8	к-100	100-к	100-к	100-к	100-к	100-к	к-100
<i>P. lacustris</i> (Czerniavsky)			0-к	к-75	100-к	100-к	100-к	100-к	100-к	к-50
<i>P. (Metamysis) ullskyi</i> (Czerniavsky)			0-к	0-75	86-к	86-к	71-к	100-к	50-к	к-75
<i>Macrobrachium asper</i> (Stimpson)		к-0								
<i>Macrobrachium asperuim</i> (Martens)						0-к				
<i>Palaemon modectus</i> (Heller)		к-0	к-к	к-50	43-к	14-к	21-к	50-к	50-к	к-50
<i>Pontogammarus (Pontogammarus) robustoides</i> (Sars)		к-14	23-8	к-13		43-к	11-к	25-к	50-к	к-25
<i>Stenogammarus deminutus</i> (Stebbing)					100-к					
<i>Pontastacus leptodactylus</i> (Eschscholtz)	b-x		0-к		0-к		к-к	к-к		
<i>Isopoda</i> sp.						0-к				
Итого: 10										
Trichoptera – Ручейники										
<i>Ecnomus tenellus</i> Ramb.						0-10				
<i>Trichoptera</i> sp.						0-5				
Итого: 2										
Odonata – Стрекозы										
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (Linne)		к-0								
<i>Ischnura pumilio</i> (Charpentier)					0-7					
<i>Gomphus flavipes</i> (Charpentier)					0-к					
<i>Ophiogomphus cecilia</i> (Fourcroix)					0-к					
Итого: 4										
Ephemeroptera – Поденки										
<i>Baetis (B.) rhodani</i> (Pictet)	x-o	0-7								
<i>Ephemeroptera</i> juv. sp.						0-5				
Итого: 2										

Продолжение таблицы 1										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Plecoptera – Веснянки										
Perlodes sp.						0-5				
Итого: 1										
Coleoptera – Жесткокрылые										
Haemonia appendiculata Panzer		7-0								
Cybister laterimarginalis De Geer					0-к					
Donacia aquatica (L.)		7-0								
Coleoptera gen. sp.				0-7		6-0				
Итого: 4										
Diptera- Двукрылые										
Tanyus punctipennis Meigen	b-a				0-к			п-0		
T. kraatzi Kieffer								п-0		
Tanytarsus gregarius Kieffer	0	0-7				0-10			7-0	7-0
T. sevanicus Tshernovski						п-0				
Procladius ferrugineus Kieffer	a	14-0	15-15	25-21	0-к	0-25	16-11	36-28	28-28	47-7
P. choreus Meigen						22-0	10-11	0-7	14-0	7-0
Cricotopus sp. silvestris Fabricius	о-β	7-0				п-0		п-0	–	7-0
C. algarum Kieffer	В-о					п-0				7-0
Orthocladius saxicola Kieffer						п-0				
Psectrocladius psilopterus Kieffer			0-8							
Micropsectra praecox Meigen							5-0	0-к		
Cryptochironomus conjungens Kieffer	β	21-21	38-8		0-7	11-15	0-22	22	21-28	21-40
Endochironomus albipennis (Meigen)		0-7	0-8							
Chironomus plumosus Linne	р		31-0	733	0-33	11-45	10-6	0-7	14-28	27-27
Paratanytarsus lauterborni Kieffer						0-10		7-0		7
Acalcarella nucus (Pankratova)					0-к					
Polypedilum scalaenum Schrank в-а	b	7-0		0-8	к-0					
Polypedilum convictum Walker	β-α					0-5				
P. brevantennatum Tshernovskij	β-α				к-к	0-5				
Stictochironomus histrio Fabricius	α	0-7	0-8	7-0		0-5	0-6			
Cladotanytarsus manus Walker	о-β							7-0		7-7
Cladotanytarsus sp.					0-к					7-0
Chironomidae gen. sp.- личинка, куколка, имаго		7-0	23-8	0-17			5-0		35-7	
Lispe consanguinea Loew					0-к					
Ceratopogonidae sp.					0-к			п-0		
Simuliidae sp.	о-β	7-0								
Diptera sp. Имаго, яйца						0-10	5-0	14-14	7-0	
Имаго Neuroptera gen. sp.						6-0				
Helobia sp.					0-к					
Stilobezzia sp.						0-5				
Имаго Insecta gen. sp.							5-0			
Итого: 31										
Aranei – Паукообразные										
Ardyroneta aquatica Cierck							5-0			
Arania gen.sp.						6-0		7-7	7-7	0-7
Итого: 2										
Mollusca – Моллюски										
Cincinna antiqua (Sowerby)	β		23-15	36-17	22-20	6-10	26-16	0-14	К-21	20-7
Lymnaea lacustris Studer	β	14-21	31-к	14-8	7-13	к-к	к-к	0-7	К-к	7-0
Anisus correctus (Westerlund)						6-0	5-0			
Anadonta cellensis (Schroler)							0-0	к-к	к-0	к-к
Monodacna colorata (Eichwald)		7-64	54-23	57-42	36-66	33-65	42-33	36-50	21-64	47-47
Unionidae sp.		к-к	к-0			к-к	к-к	0-к	7-к	к-к
Gastropoda gen. sp.							0-6			
Итого: 7										
Всего: 78										
<i>Примечание: «к» - таксон встречен только в качественных сборах, п – отмечены в пищевом коме рыб.</i>										

Результаты исследования и их обсуждение

В 2006–2014 гг. зообентосные животные в водоеме представлены 78 таксонами из 4 групп. Это черви, водные насекомые, моллюски и нектобентосные ракообразные (таблица 1). Из них 21 вид являются биоиндикаторами уровня концентрации органических веществ. Преобладают β -сапробы, 11 видов.

Основу биоразнообразия составляли насекомые – 60 %, черви – 19 %, ракообразные – 12 % и моллюски – 9 %. Максимальное число видов (27–30) отмечено в весенний период 2013–2014 гг., минимальное (10–15) в летнее время 2006 г. и весной – 2007–2009 гг. [8–10]. Разница состава обусловлено присутствием или вылетами из водоёма гетеротопных насекомых.

Самые распространенные в водоёме олигохеты родов *Limnodrilus* (до 93 %) и *Tubifex* (54 %), мизиды *P. intermedia*, *P. lacustris* и *P. ullskyi* (100 %) и моллюск *M. colorata* (66 %). Среди насекомых наиболее часто отмечались в сборах хирономиды *P. ferrugineus* (47 %), *Cr. conjungens* (40 %) и *Ch. plumosus* (33 %).

Весной и летом 2006–2014 гг. основу численности сообщества создавали малочетинковые черви – олигохеты от 40 до 95 % (таблица 2). Лидерство среди олигохет принадлежит роду *Limnodrilus*, в меньшей степени – р. *Tubifex*. Эта группа обитает, практически, во всех частях водоема, но предпочитает детритно-черные и серые илы центральных, глубоководных участков дна.

Таблица 2 – Динамика количественных показателей доминантных по трофности групп зообентоса Капшагайского водохранилища, 2006–2014 гг.

Дата	Доминантные группы	Численность		Биомасса		Трофность
		экз./м ²	%	г/м ²	%	
05-08.2006	Олигохеты	1314-411	94-72	2,04-0,3	49-3	Низкий-умеренный
	Моллюски	12-100	1-17	1,70-9,28	41-95	
	Всего	1392-574	100	4,16-10,4	100	
04-07.2007	Олигохеты	1597-2869	95-86	2,04-2,3	31-5	Средний-высокий
	Моллюски	27-243	2-7	4,5-25,4	68-91	
	Всего	1682-3314	100	11,1-27,9	100	
04-07.2008	Олигохеты	2443-1068	81-81	2,60 – 0,62	6-2	Высокий
	Моллюски	164 – 105	5-8	36,5-25,7	89-97	
	Всего	3022– 1323	100	40,6-26,4	100	
04-07.2009	Олигохеты	2178-333	79-57	2,3 – 0,2	15-0,1	Умеренный
	Моллюски	326 – 171	12-29	11,1-12,0	75-97	
	Всего	2734-584	100	15,2-12,3	100	
05-07.2010	Олигохеты	5573-242	78-47	3,89 – 0,15	4-1	Очень высокий-высокий
	Моллюски	547 – 108	7-21	98,1-27,9	92-98	
	Всего	7113-511	100	106,5-28,4	100	
05-07.2011	Олигохеты	1328-1447	50-93	1,0-0,9	4,4-3,4	Высокий
	Ракообразные	1186-0	45-0	2,0-0	9-0	
	Моллюски	48-82	2-5	19,35-24,29	85-96	
	Всего	2655-1562	100	22,63-25,19	100	
05-08.2012	Олигохеты	1126-683	59-66	0,8-0,3	4-3	Умеренный
	Моллюски	23-272	1-26	14,66-10,76	73-96	
	Всего	1886-1026	100	20,19-11,17	100	
05-07.2013	Олигохеты	1305-3766	51-94	1,4-1,4	41-8	Низкий-умеренный
	Ракообразные	1049	41	1,6	47	
	Моллюски	89-86	3-2	0,3-16,7	1-92	
	Всего	2565-4016	100	3,4-18,2	100	
05-07.2014	Олигохеты	3678-1122	83-40	3,2-0,7	16-3	Высокой-очень высокий
	Моллюски	334-240	7-8	25,30-40,19	85-93	
	Ракообразные	1184	43	2,1	8	
	Всего	4427-2749	100	29,87-43,16	100	

За наблюдаемый период максимальная и минимальная численность червей отмечались в многоводном 2010 г. (весной 7000 экз/м² и летом 242 экз/м²). В это время повышение уровня воды способствовало расширению площади обитания червей, в связи с чем их численность к лету снизилась более чем в 28 раз относительно весны [8].

Весной 2011, 2013 гг. и летом 2014 г. численность нектобентосных ракообразных составила 40–45 % от общей. В другие годы показатели численности ракообразных незначительны. Из выше перечисленных видов этой группы самыми многочисленными были мизиды.

Распределение мизид резко различается по придонной части акватории водоема. Самый массовый вид *P. intermedia* предпочитает мелководное левобережье. Другие виды, *P. lacustris* и *P. ullskyi*, обитают в более холодной, русловой части, по правобережью. Доля других представителей ракообразных (бокоплавы, креветки, раки) в формировании количественных показателей зообентоса незначительна на глубоководных биотопах.

Самая разнообразная в бентоценозе группа насекомых, существенного значения в образовании количественных показателей не имела.

В 2006–2014 гг. основу биомассы зообентоса водоёма составляли моллюски, за счет *M. colorata*. Современным местом обитания монодакны в водохранилище является почти вся площадь дна водоёма. Основное скопление моллюсков отмечается в проточных районах акватории, с детритно-черными и серыми илами, на глубинах от 5 до 27 м. В данное время монодакна является основным кормовым объектом для бентосоядных рыб, таких как сазан, лещ и вобла, и в меньшей степени для карася [8, 11].

Максимально высокие показатели *M. colorata* в водоеме отмечались весной 2010 г. (97 г/м²), минимально низкие в весной 2013 г. (0,3 г/м²).

В водохранилище одним из регуляторов численности моллюсков является гидрологический режим. Во время резкого снижения уровня воды пассивно движущие моллюски погибают. Такое явление наблюдалось весной 2013 г. на прибрежной полосе правобережья шириной 20–30 м, при резком снижении ему восстанавливаться за достаточно короткое время. Уже к лету данного года (2014 уровня воды в это время. Но большие запасы этого вида в водоёме позволяют г.) по всей акватории водохранилища наблюдается повышение биомассы моллюсков.

Суммарная величина биомассы зообентоса весной и летом 2006–2014 гг. варьировала от статуса β-мезотрофного до β-гипертрофного. Такой высокий уровень трофности здесь создается исключительно за счет акклиматизированной в водоёме монодакны. Но основу показателя массы животных формируют крупные особи (размером более 1,5 см), которые не используются бентофагами среднего размера, массовыми в водоёме. Исключая из суммарной биомассы зооценоза долю крупных моллюсков монодакн, кормовой зообентос оценивается в пределах от самого низкого уровня кормности до среднего и умеренного.

Таким образом, в 2006–2014 гг. основу разнообразия зообентоса Капшагайского водохранилища составляли насекомые, но по численности доминировали олигохеты, а по биомассе – моллюски.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Малиновская А.С., Тэн В.А. Гидрофауна водохранилищ Казахстана. – Алма-Ата.: – Наука, 1983. – С. 3-42.
- [2] Методическое пособие при гидробиологических рыбохозяйственных исследованиях водоемов Казахстана (планктон, зообентос) Алматы, 2006.– 27 с.
- [3] Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л., 1983. – 240 с.
- [4] Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон, бентос). – Л., 1977. – 511 с.
- [5] Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий: Насекомые (Двукрылые). – СПб., 1999. – Т. 4, ч. 1, 2. – 998 с.
- [6] Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов.- Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007.- 395 с.
- [7] Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3. Методы биологического анализа вод. – М., 1975. – 176 с.
- [8] Мажибаева Ж.О. О значении моллюска *Monodacna colorata* (Eichwald) в биоценозе Капшагайского водохранилища // XV межд. конф. «Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии. – Петропавловск, РК АПК, 2012.- с. 245-247.

- [9] Мажібаева Ж.О. /2006 – 2008 жж. аралығындағы Капшағай суқоймасының макрозообентос көрсеткіштерінің даму динамикасы./ «Жаршы», изд. «Бастау». ж. № 2, 2009. – С. 52-55.
- [10] Мажібаева Ж.О. Туралыкова Л.Т. Распределение зообентоса в Капшагайском водохранилище в соответствии со средой обитания. / «Мир науки», Межд. конф. студентов и молодых ученых, 20-22 апреля 2011 г. С. 111-112.
- [11] Ковалева Л.А., Мажібаева Ж.О. // Некоторые аспекты питания судака и леща в разнотипных водоемах Казахстана» XVI международная конференция «Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Монголии. Сибирского региона. Казахстана и Болгарии». – Уланбатыр, 2013. – 298 с.

REFERENCES

- [1] Malinovskaya A. S., Ten V.A. The Hydrofauna of storage pools of Kazakhstan. Alma-Ata.: - "Nauka", 1983. - P. 3-42.
- [2] Tool with the hydro-biological research fishery ponds Kazakstan (plankton, zoobenthos). – Almaty, 2006. – 27 p. (in Russ.)
- [3] Guidance on the methods of hydrobiological analysis of surface-water and ground sedimentations. - Л., 1983. - 240 p.
- [4] Key to freshwater invertebrates of the European part of the USSR (plankton and benthos). – Л., 1977. 511 p. (in Russ.)
- [5] Key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories: Insects (Diptera). – SPb., 1999. – V. 4, h. 1, 2 – 998 p. (in Russ.)
- [6] Kitayev S.P. Basics of limnology for Hydrobiology and ichthyology. – Petrozavodsk: Karelian Research Centre, 2007. – 395 p. (in Russ.)
- [7] Compatible methods of research of quality of waters. Ч. 3. Methods of biological analysis of waters. - М., 1975. - 176 p.
- [8] Mazhibayeva Zh.O. About the importance of mollusc *Monodacna colorata* (Eichwald) in the biocenosis of Kapshagai storage pool. // XV international conference "Agrarian science - to the agricultural production of Siberia, Mongolia, Kazakhstan and Bulgaria. it is Petropavlovsk, РК, APC, 2012.- P. 245-247.
- [9] Mazhibayeva Zh.O. The development dynamics of indicators of macrozoobentos of Kapshagai storage pool between 2006 – 2008. «Zharshy», publishing-house «Bastau». № 2, 2009. – P. 52-55. (in Kaz.)
- [10] Mazhibayeva Zh.O. Turalykova L.T. /Distribution of zoobenthos in Kapshagai storage pool in accordance with a habitat. / "Mir nauki", International conference of students and young scientists, on April 20-22, 2011. P. 111-112. (in Russ.)
- [11] Kovalyova L.A., Mazhibayeva Zh.O. // Some aspects of feed of pike perch and bream in the heterotypical reservoirs of Kazakhstan" XVI international conference "Agrarian science - to the agricultural production of Mongolia. Siberian region. Kazakhstan and Bulgaria". - Ulanbatyr, 2013. - 298 p. (in Russ.)

ҚАПШАҒАЙ СУҚОЙМАСЫНЫҢ ЗООБЕНТОС ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ТАҢДАҒЫ АЛУАНТҮРЛІЛІГІ МЕН КӨРСЕТКІШТЕРІНІҢ ДАМУЫ

Ж. Ө. Мажібаева, Л. А. Ковалева

«Қазақ балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: бентостық құрылым, зообентос, нектобентос, сапробтылық.

Аннотация. Қапшағай суқоймасының зообентосы 2006–2014 жж. 78 таксон жануарларынан құралды. Түрлердің максималды саны (27–30) 2013–2014 жж., ал минималды (10–15) алуантүрлілік саны 2006 ж. жазында және 2007–2009 жж. көктем мезгілдерінде белгіленді. Құрамының айырмашылығы гетеротопты жәндіктердің суқоймада болуымен немесе ұшып кетуімен түсіндіріледі. Түрлер алуантүрлілік негізін суқоймада 13 тен 50 % дейін жәндіктердің дернәсілдері құрады.

Суқоймада кездестірілген зообентос организмдерінің 21 түрі әртүрлі ластану аймақтарды сапробтылығын көрсететін биоиндикаторы. Олардың ішінен β-сапробтылары басым болды, 11 түрлер.

Зообентостың сан және салмақ көрсеткіштерінің негізін әрдейым гомотопты омыртқасыздардың топтары құрайды. Олар олигохеттер, нектобентосты шаянтәрізділер және қосжақтаулы моллюскалар (98 % дейін). Екі соңғы жануарлар тобы суқоймаға жерсіндірілген, олар өздеріне тисілі ортаға қоныстанып содан жоғарыөнімді немесе сапалы құрылымды құрады.

Поступила 31.07.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 5, Number 311 (2015), 54 – 64

BIOLOGICAL ACTIVITY AND POTENTIAL APPLICATIONS OF FLAVONOIDS

A. S. Turmagambetova

Institute of microbiology and virology, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: aichyck@mail.ru

Key words: flavonoids, biological activity, antiviral activity.

Abstract. The aim of this review was a characterized of the some possible biological properties of flavonoids, based on the available data on the positive effects of flavonoids on biological processes occurring in the human organism. The direction of studying the changes in the biological activity of flavonoids on their structure is developing in the last two decades. The major actions of flavonoids are antioxidant, anti-inflammation, hepatoprotection, cardiotropic, antidiabetic, antiviral and antimicrobial. Brief description about the biological activity of flavonoids has been mentioned. Some flavonoids may be used as a promising biologically active substances and drugs, including the treatment of viral diseases.

УДК 578.832

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ ФЛАВОНОИДОВ

A. C. Турмагамбетова

РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: флавоноиды, биологическая активность, противовирусная активность.

Аннотация. Целью данного обзора являлось охарактеризовать некоторые возможные биологические свойства флавоноидов, опираясь на имеющиеся, на данный момент данные о положительном влиянии флавоноидов на биологические процессы, происходящие в организме человека. В последние два десятилетия развивается направление изучения изменения биологической активности флавоноидов от их структуры. Показано, что некоторые флавоноиды могут применяться в качестве перспективных биологически активных веществ и лекарственных средств, в том числе и при лечении заболеваний вирусной природы.

Введение. Флавоноиды – групповое название химически близких соединений «фенольного» биогенеза, в основе которых лежит молекула флавана, имеющая два бензольных и одно кислородсодержащее гетероциклическое пирановое кольцо (рисунок 1). Как правило, флавоноиды (агликоны) плохо растворимы в воде, тогда как их гликозиды достаточно растворимы, и извлекаются при приготовлении настоев и отваров. К флавоноидам относят соединения нескольких подгрупп: катехины, антоцианы и лейкоантоцианы (восстановленные формы), производные флавона, изофлавона, флавонона, флавонола, а также халконы и дигидрохалконы (молекулы с разорванным пирановым кольцом) [1].

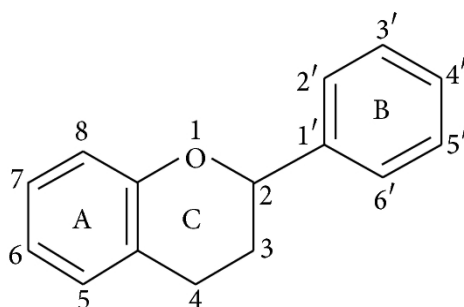


Рисунок 1 – Общая структура флавоноидов и нумерация атомов

Флавоноиды часто бывают гидроксильрованы в положениях 3, 5, 7, 2', 3', 4' и 5'. Гликозидные связи, как правило, располагаются в положениях 3 и 7. В природе флавоноиды обычно встречаются в виде метиловых эфиров и сложных эфиров.

Одна из важнейших функций флавоноидов в растениях – регулирование жизненного цикла. Именно флавоноиды определяют окраску цветов и ягод, участвуют в фотосинтезе, защищают клетки растений от избытка ультрафиолетового излучения, необходимы для подготовки растений к холодам (опадание листьев и «консервация» почек). Яркая окраска цветов привлекает насекомых и способствует процессам опыления. Известно, что флавоноиды повышают устойчивость растений к воздействию некоторых патогенных грибов и насекомых [2].

Широкое изучение фенольных соединений показало, что вещества данной группы обладают разносторонним действием на организмы животных и человека. Возможный механизм действия флавоноидов на различные заболевания показан на рисунке 2 [3].



Рисунок 2 – Гипотетическая модель механизма действия флавоноидов на различные заболевания

Спектр фармакологического действия флавоноидов очень широк, в данном обзоре будут рассмотрены лишь некоторые аспекты их биологической активности.

Целью обзора является обобщение имеющихся данных о биологической активности флавоноидов и их применении в качестве лекарственных средств против разного рода заболеваний, в том числе и вирусной этиологии.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

Капилляроукрепляющее действие присуще разным флавоноидам. Наиболее ярким представителем этого класса соединений является витамин Р (от *permeabilis* – проницаемость) который не является индивидуальным веществом. Подобным действием обладают флавоноиды чайного листа, яблок, цитрусовых, лука, щавеля конского, цветков и листьев гречихи, плодов аронии и шиповника, лейкоантоцианов и антоцианов многих окрашенных плодов и ягод. Практически во всех растениях витамин Р встречается вместе с витамином С. Они потенцируют капилляроукрепляющее действие друг друга, т.е. необходимы в биохимической «связке», но не взаимозаменяемы [4].

В конечном счете, различные флавоноиды с Р-витаминной активностью (в разной степени она присутствует более чем у 150 флавоноидных соединений) устраняют и предупреждают повышенную хрупкость капилляров и проницаемость стенки не только при витаминной недостаточности, но и при воспалительных процессах, капилляротоксикозах разного генеза, аллергиях. Отсюда – широкий круг показаний к их применению в медицине [5, 6].

Кардиотропное действие, условно объединяет три вида активности: кардиотоническую, коронарорасширяющую и противоаритмическую. Эти виды активности дополняют друг друга, и каждое из них в отдельности выражено довольно умеренно. В то же время их сочетание полезно и эффективно при легких формах нарушений сердечной деятельности (ослаблении сокращений, экстрасистолиях, болевом синдроме и т.п.), при вегетососудистой дистонии и невротических расстройствах, гипертонической болезни и т.д.

Кардиотропное действие сильнее выражено и лучше всего изучено у флавоноидов цветков и плодов боярышника. Растение вырабатывает более 15 флавоноидов (в виде агликонов и гликозидов), из которых наибольший интерес представляют гиперозид, кверцетин, витексин и его рамнозид. Флавоноиды, содержащиеся в плодах и цветках боярышника усиливают сократимость сердечной мышцы, понижают ее возбудимость, обладают противоаритмической активностью, повышают чувствительность сердца к сердечным гликозидам, улучшают коронарное и мозговое кровообращение [7].

Механизм кардиотонического действия гиперозида связан с первичным положительным влиянием флавоноидов на энергетический обмен миокарда (повышение утилизации глюкозы, коэффициента полезного действия использования кислорода), обогащением сердца ионами калия. Другие растения, также содержащие гиперозид, но имеющие иной состав прочих действующих начал, оказывают менее выраженный кардиотонический эффект. Такое действие присутствует у препаратов пустырника, коровяка, астрагала, зверобоя, копытня и цветков липы [7].

Противоаритмическое действие флавоноидов возможно связано с блокировкой кальциевых каналов [8].

Спазмолитическое и гипотензивное действие в разной мере присуще флавоноидам многих растений и также обязано их комбинации с другими действующими началами (эфирными маслами, хромонами, кумаринами и прочими). Спазмолитические свойства флавоноидов проявляются в отношении коронарных, меньше мозговых сосудов, кишечника, бронхов, желчевыводящих путей, матки. По всей вероятности, они имеют миотропную природу. Флавоноиды снимают спазм гладкомышечных волокон, провоцируемый различными эндо- и экзогенными факторами. К числу наиболее активных относится гиперин [9, 10].

Некоторым растениям присуще и седативное действие, что логически позволяет связать стабилизацию артериального давления и с уменьшением стрессогенных влияний на сосудодвигательный центр. Наличие умеренного мочегонного эффекта является полезным дополнением и может быть усилено включением растений с более выраженным диуретическим действием [11, 12].

Мочегонное действие многих растений в значительной мере связывают с наличием в них флавоноидов разных групп в достаточно высоких количествах.

К флавоноид-содержащим растениям с выраженным мочегонным действием можно отнести хвощ полевой, горец птичий (спорыш), марену красильную, дрок красильный, василек, вереск, бузину черную, лабазник, стальник, золотую розгу, грыжник, листья и почки березы, почки тополя, спаржу, петрушку, кукурузу (рыльца), щавель [13-16].

Применение флавоноидсодержащих растений не приводит к развитию мочекишечного диатеза, к диабетогенному эффекту (более того, флавоноиды оказывают мягкое гипогликемизирующее действие), изменениям кислотно-основного баланса, дефициту калия. Мочегонное действие флавоноидов не без оснований связывают с расширением почечных сосудов и с увеличением фильтрации первичной мочи (по типу эуфиллина) [15, 16].

Желчегонное и гепатозащитное действия можно отнести к числу важнейших и широко используемых свойств флавоноидсодержащих растений. Этими свойствами обладают многие растения, особенно бессмертник песчаный, володушка, расторопша, пижма, полынь обыкновенная, рябина обыкновенная, кукуруза (рыльца) и другие. Желчегонный эффект обусловлен усилением продукции и секреции желчи гепатоцитами. При этом усиливается выделение не только плотных компонентов, но и жидкой составляющей желчи. В результате становится интенсивнее ее ток в желчных капиллярах и протоках, улучшается дренаж ходов и поступление желчи в желчный пузырь. Ухудшаются условия для поддержания инфекции и кристаллизации желчных кислот с выпадением песка в желчных путях. Этим процессам способствует спазмолитический эффект флавоноидов и эфирных масел [17-19].

Наряду с желчегонным действием флавоноиды усиливают антитоксическую функцию печени, вероятно, за счет прямого включения в окислительно-восстановительные реакции тех из них, которые способны образовывать редокси-пары. Антиоксидантная и мембраностабилизирующая активность флавоноидов в сочетании с противовоспалительным и перечисленными выше видами действий обеспечивает защиту гепатоцитов от повреждающего инфекционного и токсического влияния разнообразных вредных факторов, то есть дает гепатопротекторный эффект [20].

Многостороннее гепатотропное действие флавоноидов позволяет применять содержащие их растения (обычно в сложных сборах) для лечения гепатитов, холангитов, холециститов, при различной патологии органов пищеварения и при других заболеваниях, где активация функции печени является полезной [20].

Кровоостанавливающее действие эмпирически давно установлено и широко используется в медицине для лечения маточных, геморроидальных, кишечных и других немассивных кровотечений. Кровоостанавливающими свойствами обладают препараты горцев перечного и почечуйного, яснотки, пастушьей сумки, софоры японской и некоторых других растений [21, 22].

Другие виды активности флавоноидов разнообразны. Некоторые из них присущи ряду растений, некоторые – отдельным растениям со свойственным им набором флавоноидов и сопутствующих веществ, в котором нередко трудно выявить роль того или иного соединения. Так, группа растений (пустырник, календула, чистец, володушка, леспедеца, рододендрон желтый и другие) проявляет несильное, но отчетливое анальгезирующее действие, которое объясняют наличием в них флавоноидов кверцетиновой группы, гиперина, авикуларина [23, 24].

Противовоспалительное действие, характерно для всех растений – флавоноидоносов, оно связано с антиоксидантным, капилляроукрепляющим эффектом. В отдельных исследованиях показана способность флавоноидов умеренно ингибировать фосфолипазы, циклооксигеназу и липоксигеназу и тем самым тормозить каскад арахидоновой кислоты, синтез простагландинов и лейкотриенов. Сочетанному действию этих веществ (противовоспалительному, цитозащитному), вероятнее всего, обьязано их ранозаживляющее, эпителизирующее влияние на регенерирующую слизистую желудка, кишечника, кожные покровы. В этом качестве флавоноиды выступают совместно с другими действующими началами растения (терпеноидами, кумаринами). Для стимуляции заживления язв, повреждений кожных покровов используются препараты зверобоя, сушеницы, софоры, листьев грецкого ореха, календулы, яснотки, повилики, солодки и многих других флавоноидоносных растений [1, 6, 7, 21, 25, 26].

Гипохолестеринемическое и антидиабетическое действие флавоноидов также доказано рядом исследований. Механизм влияния флавоноидов на обмен веществ пока изучен не полностью. Выяснено, что биофлавоноиды обладают способностью стимулировать так называемые пролифератор – активирующие системы (PPAR) пероксисом клеток, играющие ключевую роль в регуляции липидного и глюкозного гомеостаза. Пероксисомы – клеточные органеллы, в которых осуществляются окислительно-восстановительные процессы. Набор функций пероксисом различается в клетках разных типов. Среди них: окисление жирных кислот, фотодыхание, разрушение

токсичных соединений, синтез желчных кислот, холестерина, а также эфирсодержащих липидов и т.д. Наряду с митохондриями пероксисомы являются главными потребителями кислорода в клетке. Все эти процессы идут с потреблением энергии, то есть глюкозы. Повышение количества пероксисом в клетках происходит при необходимости нейтрализовать токсические продукты внутреннего и внешнего происхождения. Активность этих процессов определяет интенсивность обмена жиров и глюкозы. Кроме того, флавоноиды нормализуют холестериновый обмен на уровне клеток [27, 28].

Схема равновесия холестерина в клетке включает в себя фермент 3-окси-3-метилглутарилкоэнзим-А-редуктазу (ОМГ-СоА-редуктазы), который запускает и ускоряет синтез холестерина в клетке. При сниженном уровне холестерина фермент активируется, при высоком – блокируется. Флавоноиды способствуют снижению активности ОМГ-СоА-редуктазы, за счет нормализации липидного обмена. Поэтому биофлавоноиды не провоцируют синдром отмены и не вызывают резкого скачка уровня холестерина [29].

Антиатеросклеротическое действие является ценным свойством флавоноидов, позволяющим снижать риск развития атеросклероза и приостанавливать уже имеющийся процесс. Происходит это за счет комплекса механизмов: нормализации холестеринового обмена, улучшения углеводного обмена в клетках, приостановления воспалительного процесса на стенках сосудов и капилляров, стабилизации холестериновых отложений [30-32].

Наряду с гистидиндекарбоксилазой, флавоноиды инактивируют сукциноксидазу, холинэстеразу, карбоксилазу, повышают активность ксантиноксидазы и пролиноксидазы [31].

В связи с тем, что флавоноиды являются регуляторами активности ферментов разных классов, агонистами и антагонистами рецепторов, они обладают исключительно широким спектром фармакологической активности в плане влияния на обменные процессы в клетках и стабилизации гомеостаза [31].

Антиаллергическое свойство флавоноидов установлено экспериментально. Флавоноиды ингибируют два фермента, которые участвуют в высвобождении гистамина из тучных клеток – Ca^{2+} -АТФазу и цАМФ-фосфодиэстеразу. В этом плане особенно сильны такие флавоноиды, как кверцетин, рутин, цианидин и мирицетин. У некоторых флавоноидов (гесперидин, рутин и кверцетин) отмечена способность предотвращать анафилактический шок [29].

Противовирусная активность различных флавоноидов была показана в экспериментальных работах нескольких групп ученых. Впервые Cutting с соавторами описал антивирусный эффект кверцетина против вируса бешенства [33]. Позднее была показана способность кверцетина подавлять репродукцию вируса простого герпеса. Большинство изученных флавоноидов (кроме рутина) [33] проявляли достаточно высокую активность против вируса простого герпеса, респираторно-синцитиального вируса, вируса парагриппа и аденовирусов [3]. Интересным фактом является исследование противовирусной активности кверцетина на культуре различных вирусов, вызывающих болезни людей. Репродуктивная активность оболочечных вирусов значительно снижалась при добавлении к культуре вируса кверцетина. Культуры безоболочечных вирусов (такие как вирус полиомиелита) были умеренно или полностью устойчивы к действию различных флавоноидов [34]. В том же году группой итальянских ученых были опубликованы противоположные данные, показывающие наличие противовирусной активности у флавоноидов и флавонов против пикорновирусов (риновирус типа 1В и вирус полиомиелита 2 типа) [35].

Было описано влияние флавоноидов на различные стадии репродукции вирусов [36]. В обзоре J. Steinmann и соавт. описаны противовирусные свойства эпигаллокатехин-3-галлата (ЭГКГ) выделенного из зеленого чая [37]. Показано, что РНК и ДНК содержащие вирусы, принадлежащие к различным семействам и обладающие несходными способами репликации, в той или иной степени подавляются ЭГКГ. Механизмы подавления ЭГКГ активности различных вирусов разнообразны, а в некоторых случаях неизвестны. Тем не менее, механизм действия ЭГКГ на большинство оболочечных вирусов (вирус гепатита С, ВИЧ, герпеса и гриппа) основан на изменении или повреждении структуры вирусных частиц и таким образом предотвращает проникновение вируса в клетки-мишени. Была предложена гипотеза, согласно которой первичной мишенью ЭГКГ являются рецепторы на вирусной мембране, в то время как мембранные рецепторы клетки-мишени

остаются неизменными. Интересно, что другие катехины зеленого чая не обладают способностью связываться с вирусной мембраной [37].

На модели ротавирусов было показано, что глициновые формы флавоноидов обладали большей вирусингибирующей активностью, чем флавоноиды в форме агликона [38].

Изучение способности флавоноидов подавлять активность ВИЧ началось в 1980 году и в связи с повсеместным распространением ВИЧ не потеряло своей актуальности и по сей день. Достаточно много природных соединений способны ингибировать различные стадии репликативного цикла ВИЧ. Поиск именно среди флавоноидов анти-ВИЧ агентов интенсивно ведется только в последние 2 десятилетия. Большинство последних работ сфокусированы на подавлении активности обратной транскриптазы или РНК-зависимой ДНК полимеразы [39, 40]. Также имеются работы по изучению влияния флавоноидов на антиинтегразу и антипротеазу [41]. Однако все эксперименты по изучению анти-ВИЧ активности флавоноидов проводились в опытах *in vitro*, и до сих пор не было описано ни одной работы о лечении ВИЧ инфицированных людей [42].

Изучение способности флавоноидов подавлять инфекционную активность вируса гриппа типа А проводят не только на модели культуры клеток (*in vitro*), но и на модели куриных эмбрионов (*in ovo*). Так в ряде работ по изучению противовирусной активности флавоноидных гликозидов, показано, что противовирусная активность, изменяется как при смене агликона, так и при смене боковых заместителей [43-45].

На сегодняшний день имеется достаточно много работ относительно противовирусной активности флавоноидов *in vitro* [46-54] и начинают появляться данные об их противовирусных свойствах *in vivo*. В работе Wenjuan Dong с соавт. [55] показан двойственный характер влияния флавоноидов на репликацию вируса гриппа типа А. Этими учеными было показано, что флавоноиды способны как ингибировать, так и стимулировать репликацию вируса в опытах *in vitro* и *in vivo*. В качестве изучаемых соединений были выбраны два флавоноида (гесперидин и кемпферол), относящиеся к веществам с противоположным влиянием на репликацию вируса гриппа. Гесперидин – флавоноидный гликозид, содержащий 2 сахарных остатка, кемпферол – флавонол. Показано, что вирионов в клетках (MDCK и A549) обработанных гесперидином было в 100 раз меньше по сравнению с необработанным контролем, в тоже время клетки, обработанные кемпферолом, содержали в 100 раз больше вирусных частиц по сравнению с контролем. Аналогичные данные были получены в экспериментах на мышах. При изучении профилактической активности флавоноидов показано, что репликация и распространение вируса гриппа значительно снижалось как в легких, так и в крови группы мышей получавшей гесперидин. Применение кемпферола в качестве профилактического средства стимулировало репликацию и распространение вируса и приводило к более быстрой гибели мышей по сравнению с контролем [55].

Таким образом, можно заключить, что противовирусные свойства флавоноидов напрямую зависят от структуры соединения. Наличие или отсутствие двойной связи между С2 и С3, боковых заместителей разной природы, сахарных остатков в структуре флавоноида может приводить к изменению противовирусных свойств флавоноидов на противоположные. Следовательно, изучение взаимосвязи структура – противовирусная активность флавоноидов до сих пор остается актуальной задачей исследователей.

Токсичность. Существует много споров о предполагаемой токсичности или даже мутагенности некоторых флавоноидов. Formica и Regelson [34] написали интересный обзор об изучении кверцетина в опытах *in vitro* и *in vivo*. В работе Dunnick и Hailey [56] показано, что применение кверцетина в высоких дозах на протяжении нескольких лет приводит к образованию опухолей у экспериментальных животных. Однако в другом долгосрочном исследовании не было обнаружено онкогенного действия флавоноидов [57]. В более ранних работах говорится о предполагаемом мутагенном эффекте флавоноидов, в контраст этому в поздних работах описываются антимутагенные свойства некоторых флавоноидов в том числе и кверцетина [34, 58, 59]. Клинические испытания под руководством Knekt с соавторами [60], в которых принимали участие 9959 мужчин и женщин на протяжении 24 лет, показали обратную зависимость между приемом флавоноидов и развитием рака легкого. Одним из приемлемых объяснений таких противоречивых данных по поводу токсичности флавоноидов является то, что флавоноиды токсичны для раковых и иммортализованных клеток (скорее всего для клеток с высокой степенью воспроизводства) и

практически не токсичны для нормально делящихся клеток. На данный момент существует достаточное количество работ доказывающих эту теорию [3, 29, 40, 61, 62], что не уменьшает научный интерес в этой области.

Заключение. В последние два десятилетия природные полифенольные соединения привлекают всеобщее внимание исследователей не только как объект химического изучения, но и в качестве перспективных веществ для получения биологически активных препаратов и лекарственных средств. Об этом свидетельствует возросший за последние годы интерес к веществам данной группы как к источникам капилляроукрепляющих препаратов.

Другими важными свойствами ряда флавоноидов является их антиагрегационная способность, противовоспалительное и жаропонижающее действие. Представители группы изофлавоноидов обладают эстрогенным действием. Флавоноиды могут выступать в качестве радиопротекторов и как радиопотенцирующие средства. Флавоноиды оказывают положительное влияние на метаболизм печени, усиливая желчеотделение и повышая детоксикационную функцию. Показана анаболизирующая активность некоторых флавоноидных соединений, сахароснижающие свойства, нейротропное, адаптогенное, антиатеросклеротическое действия. Одним из важных свойств производных пирона и других полифенольных соединений является их противоопухолевое действие. В настоящее время антиоксидантной активности флавоноидов уделяется огромное внимание, как возможному механизму, через который реализуются биологические эффекты данной группы соединений. Имеется большое количество работ, указывающих на взаимосвязь адаптогенных, иммуномодулирующих, противоопухолевых и ряда других свойств фенолов с их антиоксидантной активностью.

Для ряда флавоноидных соединений показана антимикробная и противовирусная активность. При этом механизмы противовирусной активности флавоноидов *in vivo* на сегодняшний день изучены недостаточно, что представляет собой большое поле деятельности для дальнейших исследований. Флавоноиды отличает малая токсичность, что позволяет использовать их достаточно длительное время. На фармацевтическом рынке представлено множество лекарственных препаратов и БАД, содержащих флавоноиды, что только повышает интерес ученых к дальнейшему изучению этой группы соединений.

Благодарности. Работа выполнена благодаря наличию грантового проекта 0113РК00473 финансируемого Министерством образования и науки Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Rice-Evans C.A., Miller N.J., Paganga G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids//Free Radic Biol Med. -1996. -V. 20. -P. 933-956.
- [2] De Groot H., Rauhen U. Tissue injury by reactive oxygen species and the protective effects of flavonoids//Fundam Clin Pharmacol. -1998. -V. 12. -P. 249-255.
- [3] Nijveldt R.J., Nood E., Hoorn D., et al. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications//Am J Clin Nutr. -2001. -V. 74. -P. 418-425.
- [4] Hertog M.G., Feskens E.J., Hollman P.C., et al. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study//Lancet. -1993. -V. 342. -P. 1007-1011.
- [5] Hertog M.G., Kromhout D., Aravanis C., et al. Flavonoid intake and long-term risk of coronary heart disease and cancer in the seven countries study//Arch Intern Med. -1995. -V. 155. -P. 381-386.
- [6] Halliwell B. Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity cause or consequence//Lancet. -1994. -V. 344. -P. 721-724.
- [7] Peluso M.R. Flavonoids Attenuate Cardiovascular Disease, Inhibit Phosphodiesterase, and Modulate Lipid Homeostasis in Adipose Tissue and Liver//Exp Biol Med. -2006. -V. 231. -P. 1287-1299.
- [8] Wen-Feng C., Guo-Fen Q., Yan-Jie L., Zhen-Wei P., Xian-Mei P., Yun-Long B., Hong-Li S., Bao-Feng Y. Flavonoids from Chinese *Viscum coloratum*: antiarrhythmic efficacy and ionic mechanisms//Phytother Res. -2006. -V. 20, -N. 12. -P. 1100-1102.
- [9] Morales M.A., Tortoriello J., Meckes M., Paz D., Lozoya X. Calcium-antagonist effect of quercetin and its relation with the spasmolytic properties of *Psidium guajava L.*//Arch Med Res. -1994. -V. 25, N. 1. -P. 17-21.
- [10] Lapa Fda R., Soares K.C., Rattmann Y.D., Crestani S., Missau F.C., Pizzolatti M.G., Marques M.C., Rieck L., Santos A.R. Vasorelaxant and hypotensive effects of the extract and the isolated flavonoid rutin obtained from *Polygala paniculata L.* // J Pharm Pharmacol. -2011. -V. 63, N. -6. P. 875-881.
- [11] Fernández S., Wasowski C., Paladini A.C., Marder M. Sedative and sleep-enhancing properties of linarin, a flavonoid isolated from *Valeriana officinalis*//Pharmacol Biochem Behav. -2004. -V. 77, N. 2. -P. 399-404.
- [12] Jiang J.G., Huang X.J., Chen J., Lin Q.S. Comparison of the sedative and hypnotic effects of flavonoids, saponins, and polysaccharides extracted from Semen *Ziziphus jujube*//Nat Prod Res. -2007. -V. 21, N. 4. -P. 310-20.

- [13] Rao K. N. V., Sunitha Ch., Banji D., Sandhya S., Shwetha D., Krishna M. Diuretic activity on different extracts and formulation on aerial parts of *Rumex vesicarius*. Linn//J. Chem. Pharm. Res. -2011. -V. 3, N. 6. -P. 400-408
- [14] Xiao J., Jiang X., Chen X. Antibacterial, anti-inflammatory and diuretic effect of flavonoids from *Marchantia convolute*//Afr J Tradit Complement Altern Med. -2005. -V. 2, N. 3. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ajtcam.v2i3.28>
- [15] Gasparotto J.A., Gasparotto F.M., Boffo M.A., Lourenço E.L., Stefanello M.E., Salvador M.J., da Silva-Santos J.E., Marques M.C., Kassuya C.A. Diuretic and potassium-sparing effect of isoquercitrin-an active flavonoid of *Tropaeolum majus* L.// J Ethnopharmacol. -2011. -V. 24, N. 134(2). -P. 210-215.
- [16] Mazid M.A., Datta B.K., Nahar L., Bashar S.A.M.K., Bachar S.C., Sarker S.D. Antinociceptive, anti-inflammatory and diuretic properties of *Polygonum barbatum* (L.) Hara var. barbata//Brazilian Journal of Pharmacognosy. -2009. -V. 19, N. 3. -P. 749-754.
- [17] Kim Y.W., Kang H.E., Lee M.G., Hwang S.J., Kim S.C., Lee C.H., Kim S.G. Liquiritigenin, a flavonoid aglycone from licorice, has a choleric effect and the ability to induce hepatic transporters and phase-II enzymes//Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol. -2009. -V. 296, N. 2. -P. G372-81.
- [18] Lim T.K. Edible medicinal and non-medicinal plants. Volume 7, Flowers. -Springer, London. -2014. -P. 306-307.
- [19] Asadi-Samani M., Kafash-Farkhad N., Azimi N., Fasihi A., Alinia-Ahandani E., Rafieian-Kopaei M. Medicinal plants with hepatoprotective activity in Iranian folk medicine//Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. -2015. -V. 5, N. 2. -P. 146-157.
- [20] Spiridonov N.A. Mechanisms of Action of Herbal Chologogues//Medicinal & Aromatic Plants. -2012. -V. 1, N. 5. <http://dx.doi.org/10.4172/2167-0412.1000107>
- [21] Janssen K., Mensink R.P., Cox F.J., Harryvan J.L., Hovenier R., Hollman P.C., Katan M.B. Effects of the flavonoids quercetin and apigenin on hemostasis in healthy volunteers: results from an *in vitro* and a dietary supplement study//Am J Clin Nutr. -1998. -V. 67, N. 2. -P. 255-262.
- [22] Chen Y., Yu H., Wu H., Pan Y., Wang K., Liu L., Jin Y., Zhang Ch. Tracing novel hemostatic compounds from heating products of total flavonoids in *Flos Sophorae* by spectrum-effect relationships and column chromatography//Journal of Separation Science. -2015. -V. 38, N. 10. -P. 1691-1699.
- [23] Sannigrahi S., Mazumder U.K., Pal D., Mishra M.L., Maity S. Flavonoids of *Enhydra Fluctuans* exhibits analgesic and anti-inflammatory activity in different animal models//Pak J Pharm Sci. -2011. -V. 24, N. 3. -P. 369-375.
- [24] Qnais E., Raad D., Bseiso Y. Analgesic and anti-inflammatory effects of an extract and flavonoids from *Artemisia Herba-Alba* and their mechanisms of action//Neurophysiology. -2014. -V. 46, N. 3. -P. 238-246.
- [25] Rathee P., Chaudhary H., Rathee S., Rathee D., Kumar V., Kohli K. Mechanism of Action of Flavonoids as Anti-inflammatory Agents//Inflammation & Allergy - Drug Targets. -2009. -V. 8. -P. 229-235.
- [26] Pan M.H., Laia Ch., Ho Ch.T. Anti-inflammatory activity of natural dietary flavonoids//Food Funct. -2010. -V. 1. -P. 15-31
- [27] Brahmachari G. Bio-flavonoids with promising anti-diabetic potentials: A critical survey//Challenge and Scope of Natural Products in Medicinal Chemistry. -2011. -P. 187-212.
- [28] Salib J.Y., Michael H.N., Eskande E.F. Anti-diabetic properties of flavonoid compounds isolated from *Hyphaene thebaica epicarp* on alloxan induced diabetic rats//Phcog Res. -2013. -V. 5, N. 1. -P. 22-29.
- [29] Kumar Sh., Pandey A.K. Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview//The Scientific World Journal. -2013. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/162750>
- [30] Salvamani Sh., Gunasekaran B., Shaharuddin N.A., Ahmad S.A., Shukor M.Y. Antiatherosclerotic Effects of Plant Flavonoids//BioMed Research International. -2014. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/480258>
- [31] Siasos G., Tousoulis D., Tsigkou V., Kokkou E., Oikonomou E., Vavuranakis M., Basdra E.K., Papavassiliou A.G., Stefanadis C. Flavonoids in atherosclerosis: an overview of their mechanisms of action//Curr Med Chem. -2013. -V. 20, N. 21. -P. 2641-2660.
- [32] Thilakarathna S.H., Rupasinghe H.P.V. Anti-atherosclerotic effects of fruit bioactive compounds: A review of current scientific evidence//Canadian Journal of Plant Science. -2012. -V. 92, N. 3. -P. 407-419.
- [33] Farkas L., Gabor M., Wagner H., et al. Flavonoids and Bioflavonoids. -Amsterdam, Elsevier. -1981. -p. 139.
- [34] Formica J.V., Regelson W. Review of the biology of quercetin and related bioflavonoids//Food Chem Toxicol. -1995. -V. 33. -P. 1061-1080.
- [35] Desideri N., Conti C., Sestili I., Tomao P., Stein M. L., Orsi N. *In vitro* evaluation of the anti-picornavirus activities of new synthetic flavonoids//Antiviral Chemistry & Chemotherapy. -1995. -V. 6, N. 5. -P. 298-306.
- [36] Kaul T.N., Middleton E. Jr., Ogra P.L. Antiviral effect of flavonoids on human viruses// J Med Virol. -1985. -V. 15. -P. 71-79.
- [37] Steinmann J., Buer J., Pietschmann T., Steinmann E. Anti-infective properties of epigallocatechin-3-gallate (EGCG), a component of green tea//British Journal of Pharmacology. -2013. -V. 168. -P. 1059-1073.
- [38] Bae E.A., Han M.J., Lee M., Kim D.H. *In vitro* inhibitory effect of some flavonoids on rotavirus infectivity//Biol Pharm Bull. -2000. -V. 23. -P. 1122-1124.
- [39] Ng T.B., Huang B., Fong W.P., Yeung H.W. Anti-human immunodeficiency virus (anti-HIV) natural products with special emphasis on HIV reverse transcriptase inhibitors//Life Sci. -1997. -V. 61. -P. 933-949.
- [40] Wang H.K., Xia Y., Yang Z.Y., Natschke S.L., Lee K.H. Recent advances in the discovery and development of flavonoids and their analogues as antitumor and anti-HIV agents//Adv Exp Med Biol. -1998. -V. 439. -P. 191-225.
- [41] Middleton E.J. Effect of plant flavonoids on immune and inflammatory cell function//Adv Exp Med Biol. -1998. -V. 439. -P. 175-182.
- [42] Vlietinck A.J., De Bruyne T., Apers S., Pieters L.A. Plant-derived leading compounds for chemotherapy of human immunodeficiency virus (HIV) infection//Planta Med. -1998. -V. 64. -P. 97-109.

- [43] Uzunzhasova A.B., Turmagambetova A.S., Zaitceva I.A., Alexyuk M.S., Sokolova N.S., Korulkin D. Y., Bogoyavlenskii A.P., Berezin V.E. Comparative study antiviral activity of quercetin and its derivatives//European science review. -2014. -V. 3, N. -4. P. 3-7.
- [44] Алексюк М.С., Алексюк П.Г., Зайцева И.А., Соколова Н.С., Турмагамбетова А.С., Корулькин Д.Ю., Богоявленский А.П., Березин В.Э. Изучение вирусингибирующей активности гликозидов кемпферола//Известия НАН РК, серия биологическая и медицинская. -2014. -N. 5. -С. 41-43.
- [45] Турмагамбетова А.С., Соколова Н.С., Зайцева И.А., Бабенко А.С., Корулькин Д.Ю., Богоявленский А.П., Березин В.Э. Изучение вирусингибирующей активности гликозидов изорамнетины//Микробиология және вирусология. -2014. -N. 4. -С. 24-35.
- [46] Orhana D.D., Özçelik B., Özgen S., Ergun F. Antibacterial, antifungal, and antiviral activities of some flavonoids//Microbiological Research. -2010. -V. 165, N. 6. -P. 496–504.
- [47] Özçelik B., Gürbüz I., Karaoglu T., Yeşilada E. Antiviral and antimicrobial activities of three sesquiterpene lactones from *Centaurea solstitialis* L. ssp. *Solstitialis*//Microbiological Research. -2009. -V. 164. -P. 545—552.
- [48] Cicerale S., Lucas L.J., Keast R.S.J. Antimicrobial, antioxidant and anti-inflammatory phenolic activities in extra virgin olive oil//Current Opinion in Biotechnology. -2012. -V. 23. -P. 129–135.
- [49] Kang S.Y., Kang J.Y., Oh M.J. Antiviral Activities of Flavonoids Isolated from the Bark of *Rhus verniciflua* Stokes against Fish Pathogenic Viruses *In Vitro*//The Journal of Microbiology. -2012. -V. 50, N. 2. -P. 293–300.
- [50] Daglia M. Polyphenols as antimicrobial agents//Current Opinion in Biotechnology. -2012. -V. 23. -P. 174–181.
- [51] Zandi K., Teoh B., Sam S., Wong P., Mustafa M.R., AbuBakar S. Antiviral activity of four types of bioflavonoid against dengue virus type-2//Virology Journal. -2011. -V. 8, N. 560. doi:10.1186/1743-422X-8-560
- [52] Chiang L.C., Chiang W., Liu M.C., Lin C.C. In vitro antiviral activities of *Caesalpinia pulcherrima* and its related flavonoids//Journal of Antimicrobial Chemotherapy. -2003. -V. 52. -P. 194–198.
- [53] Amagon K.I., Wannang N.N., Piiya H.A., Ior L.D., Chris-Otubor G.O. Flavonoids Extracted from Fruit Pulp of *Cucumis metuliferus* Have Antiviral Properties//British Journal of Pharmaceutical Research. -2012. -V. 2, N. 4. -P. 249-258.
- [54] Tan C.W., Lai J.K.F., Sam I-Ch., Chan Y.F. Recent developments in antiviral agents against enterovirus 71 infection//Journal of Biomedical Science. -2014. -V. 21, N. 14. <http://www.jbiomedsci.com/content/21/1/14>
- [55] Dong W., Wei X., Zhang F., Hao J., Huang F., Zhang Ch., Liang W. A dual character of flavonoids in influenza A virus replication and spread through modulating cell-autonomous immunity by MAPK signaling pathways//Scientific Reports. -2014. -V. 4. DOI: 10.1038/srep07237
- [56] Dunnick J.K., Hailey J.R. Toxicity and carcinogenicity studies of quercetin, a natural component of foods//Fundam Appl Toxicol. -1992. -V. 19, N. 3. -P. 423-431.
- [57] Zhu B.T., Ezell E.T., Liehr J.G. Catechol-o-methyl transferase catalysis rapid O-methylation of mutagenic flavonoids. Metabolic inactivation as a possible reason for their lack of carcinogenicity *in vivo*//J Biol Chem. -2001. -V. 269. -P. 292–299.
- [58] Kato K., Mori H., Fujii M., et al. Lack of promotive effect of quercetin on methylazoxymethanol acetate carcinogenesis in rats//J Toxicol Sci. -1984. -V. 9. -P. 319–325.
- [59] Plakas S.M., Lee T.C., Wolke R.E. Absence of overt toxicity from feeding the flavonol, quercetin, to rainbow trout (*Salmo gairdneri*)//Food Chem Toxicol. -1985. -V. 23. -P. 1077–1080.
- [60] Knekt P., Jarvinen R., Seppanen R., et al. Dietary flavonoids and the risk of lung cancer and other malignant neoplasms//Am J Epidemiol. -1997. -V. 146. -P. 223–230.
- [61] Patel J.M. A Review of Potential Health Benefits of Flavonoids//Lethbridge Undergraduate Research Journal. -2008. -V. 3, N. 2. <http://www.lurj.org/article.php/vol3n2/flavonoids.xml>
- [62] Kyselova Z. Toxicological aspects of the use of phenolic compounds in disease prevention//Interdiscip Toxicol. -2011. -V. 4, N. 4. -P. 173–183.

REFERENCES

- [1] Rice-Evans C.A., Miller N.J., Paganga G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radic Biol Med*, **1996**. V. 20. P. 933–956.
- [2] De Groot H., Rauen U. Tissue injury by reactive oxygen species and the protective effects of flavonoids. *Fundam Clin Pharmacol*, **1998**. V. 12. P. 249–255.
- [3] Nijveldt R.J., Nood E., Hoorn D., et al. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *Am J Clin Nutr*, **2001**. V. 74. P. 418-425.
- [4] Hertog M.G., Feskens E.J., Hollman P.C., et al. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *Lancet*, **1993**. V. 342. P. 1007-1011.
- [5] Hertog M.G., Kromhout D., Aravanis C., et al. Flavonoid intake and long-term risk of coronary heart disease and cancer in the seven countries study. *Arch Intern Med*, **1995**. V. 155. P. 381-386.
- [6] Halliwell B. Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity cause or consequence. *Lancet*, **1994**. V. 344. P. 721-724.
- [7] Peluso M.R. Flavonoids Attenuate Cardiovascular Disease, Inhibit Phosphodiesterase, and Modulate Lipid Homeostasis in Adipose Tissue and Liver. *Exp Biol Med*, **2006**. V. 231. P. 1287-1299.
- [8] Wen-Feng C., Guo-Fen Q., Yan-Jie L., Zhen-Wei P., Xian-Mei P., Yun-Long B., Hong-Li S., Bao-Feng Y. Flavonoids from Chinese *Viscum coloratum*: antiarrhythmic efficacy and ionic mechanisms. *Phytother Res*, **2006**. V. 20, N. 12. P. 1100-1102.
- [9] Morales M.A., Tortoriello J., Meckes M., Paz D., Lozoya X. Calcium-antagonist effect of quercetin and its relation with the spasmolytic properties of *Psidium guajava* L. *Arch Med Res*, **1994**. V. 25, N. 1. P. 17-21.

- [10] Lapa Fda R., Soares K.C., Rattmann Y.D., Crestani S., Missau F.C., Pizzolatti M.G., Marques M.C., Rieck L., Santos A.R. Vasorelaxant and hypotensive effects of the extract and the isolated flavonoid rutin obtained from *Polygala paniculata* L. *J Pharm Pharmacol*, **2011**. V. 63, N. 6. P. 875-881.
- [11] Fernández S., Wasowski C., Paladini A.C., Marder M. Sedative and sleep-enhancing properties of linarin, a flavonoid isolated from *Valeriana officinalis*. *Pharmacol Biochem Behav*, **2004**. V. 77, N. 2. P. 399-404.
- [12] Jiang J.G., Huang X.J., Chen J., Lin Q.S. Comparison of the sedative and hypnotic effects of flavonoids, saponins, and polysaccharides extracted from *Semen Ziziphus jujube*. *Nat Prod Res*, **2007**. V. 21, N. 4. P. 310-20.
- [13] Rao K. N. V., Sunitha Ch., Banji D., Sandhya S., Shwetha D., Krishna M. Diuretic activity on different extracts and formulation on aerial parts of *Rumex vesicarius*. Linn. *J. Chem. Pharm. Res*, **2011**. V. 3, N. 6. P. 400-408
- [14] Xiao J., Jiang X., Chen X. Antibacterial, anti-inflammatory and diuretic effect of flavonoids from *Marchantia convolute*. *Afr J Tradit Complement Altern Med*, **2005**. V. 2, N. 3. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ajtcam.v2i3.28>
- [15] Gasparotto J.A., Gasparotto F.M., Boffo M.A., Lourenço E.L., Stefanello M.É., Salvador M.J., da Silva-Santos J.E., Marques M.C., Kassuya C.A. Diuretic and potassium-sparing effect of isoquercitrin-an active flavonoid of *Tropaeolum majus* L. *J Ethnopharmacol*, **2011**. V. 24, N. 134(2). P. 210-215.
- [16] Mazid M.A., Datta B.K., Nahar L., Bashar S.A.M.K., Bachar S.C., Sarker S.D. Antinociceptive, anti-inflammatory and diuretic properties of *Polygonum barbatum* (L.) Hara var. barbata. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, **2009**. V. 19, N. 3. P. 749-754.
- [17] Kim Y.W., Kang H.E., Lee M.G., Hwang S.J., Kim S.C., Lee C.H., Kim S.G. Liquiritigenin, a flavonoid aglycone from licorice, has a choleric effect and the ability to induce hepatic transporters and phase-II enzymes. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*, **2009**. V. 296, N. 2. P. G372-81.
- [18] Lim T.K. Edible medicinal and non-medicinal plants. Volume 7, Flowers. *Springer, London*. **2014**. P. 306-307.
- [19] Asadi-Samani M., Kafash-Farkhad N., Azimi N., Fasihi A., Alinia-Ahandani E., Rafieian-Kopaei M. Medicinal plants with hepatoprotective activity in Iranian folk medicine. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, **2015**. V. 5, N. 2. P. 146-157.
- [20] Spiridonov N.A. Mechanisms of Action of Herbal Chologogues. *Medicinal & Aromatic Plants*, **2012**. V. 1, N. 5. <http://dx.doi.org/10.4172/2167-0412.1000107>
- [21] Janssen K., Mensink R.P., Cox F.J., Harryvan J.L., Hovenier R., Hollman P.C., Katan M.B. Effects of the flavonoids quercetin and apigenin on hemostasis in healthy volunteers: results from an in vitro and a dietary supplement study. *Am J Clin Nutr*, **1998**. V. 67, N. 2. P. 255-262.
- [22] Chen Y., Yu H., Wu H., Pan Y., Wang K., Liu L., Jin Y., Zhang Ch. Tracing novel hemostatic compounds from heating products of total flavonoids in *Flos Sophorae* by spectrum-effect relationships and column chromatography. *Journal of Separation Science*, **2015**. V. 38, N. 10. P. 1691-1699.
- [23] Sannigrahi S., Mazumder U.K., Pal D., Mishra M.L., Maity S. Flavonoids of *Enhydra Fluctuans* exhibits analgesic and anti-inflammatory activity in different animal models. *Pak J Pharm Sci*, **2011**. V. 24, N. 3. P. 369-375.
- [24] Qnaïs E., Raad D., Bseiso Y. Analgesic and anti-inflammatory effects of an extract and flavonoids from *Artemisia Herba-Alba* and their mechanisms of action. *Neurophysiology*, **2014**. V. 46, N. 3. P. 238-246.
- [25] Rathee P., Chaudhary H., Rathee S., Rathee D., Kumar V., Kohli K. Mechanism of Action of Flavonoids as Anti-inflammatory Agents. *Inflammation & Allergy - Drug Targets*, **2009**. V. 8. P. 229-235.
- [26] Pan M.H., Laia Ch., Ho Ch.T. Anti-inflammatory activity of natural dietary flavonoids. *Food Funct*, **2010**. V. 1. P. 15-31.
- [27] Brahmachari G. Bio-flavonoids with promising anti-diabetic potentials: A critical survey. *Challenge and Scope of Natural Products in Medicinal Chemistry*, **2011**. P. 187-212.
- [28] Salib J.Y., Michael H.N., Eskande E.F. Anti-diabetic properties of flavonoid compounds isolated from *Hyphaene thebaica* epicarp on alloxan induced diabetic rats. *Phcog Res*, **2013**. V. 5, N. 1. P. 22-29.
- [29] Kumar Sh., Pandey A.K. Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview. *The Scientific World Journal*, **2013**. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/162750>
- [30] Salvamani Sh., Gunasekaran B., Shaharuddin N.A., Ahmad S.A., Shukur M.Y. Antiatherosclerotic Effects of Plant Flavonoids. *BioMed Research International*, **2014**. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/480258>
- [31] Siasos G., Tousoulis D., Tsigkou V., Kokkou E., Oikonomou E., Vavuranakis M., Basdra E.K., Papavassiliou A.G., Stefanadis C. Flavonoids in atherosclerosis: an overview of their mechanisms of action. *Curr Med Chem*, **2013**. V. 20, N. 21. P. 2641-2660.
- [32] Thilakarathna S.H., Rupasinghe H.P.V. Anti-atherosclerotic effects of fruit bioactive compounds: A review of current scientific evidence. *Canadian Journal of Plant Science*, **2012**. V. 92, N. 3. P. 407-419.
- [33] Farkas L., Gabor M., Wagner H., et al. Flavonoids and Bioflavonoids. *Amsterdam, Elsevier*, **1981**. p. 139.
- [34] Formica J.V., Regelson W. Review of the biology of quercetin and related bioflavonoids. *Food Chem Toxicol*, **1995**. V. 33. P. 1061-1080.
- [35] Desideri N., Conti C., Sestili I., Tomao P., Stein M. L., Orsi N. In vitro evaluation of the anti-picornavirus activities of new synthetic flavonoids. *Antiviral Chemistry & Chemotherapy*, **1995**. V. 6, N. 5. P. 298-306.
- [36] Kaul T.N., Middleton E. Jr., Ogra P.L. Antiviral effect of flavonoids on human viruses. *J Med Virol*, **1985**. V. 15. P. 71-79.
- [37] Steinmann J., Buer J., Pietschmann T., Steinmann E. Anti-infective properties of epigallocatechin-3-gallate (EGCG), a component of green tea. *British Journal of Pharmacology*, **2013**. V. 168. P. 1059-1073.
- [38] Bae E.A., Han M.J., Lee M., Kim D.H. In vitro inhibitory effect of some flavonoids on rotavirus infectivity. *Biol Pharm Bull*. **2000**. V. 23. P. 1122-1124.
- [39] Ng T.B., Huang B., Fong W.P., Yeung H.W. Anti-human immunodeficiency virus (anti-HIV) natural products with special emphasis on HIV reverse transcriptase inhibitors. *Life Sci*, **1997**. V. 61. P. 933-949.

- [40] Wang H.K., Xia Y., Yang Z.Y., Natschke S.L., Lee K.H. Recent advances in the discovery and development of flavonoids and their analogues as antitumor and anti-HIV agents. *Adv Exp Med Biol.*, **1998**. V. 439. P. 191–225.
- [41] Middleton E.J. Effect of plant flavonoids on immune and inflammatory cell function. *Adv Exp Med Biol.*, **1998**. V. 439. P. 175–182.
- [42] Vlietinck A.J., De Bruyne T., Apers S., Pieters L.A. Plant-derived leading compounds for chemotherapy of human immunodeficiency virus (HIV) infection. *Planta Med.*, **1998**. V. 64. P. 97–109.
- [43] Uzunzhasova A.B., Turmagambetova A.S., Zaitceva I.A., Alexyuk M.S., Sokolova N.S., Korulkin D.Y., Bogoyavlenskiy A.P., Berezin V.E. Comparative study antiviral activity of quercetin and its derivatives. *European science review*, **2014**. V. 3, N. 4. P. 3-7.
- [44] Alexyuk M.S., Alexyuk P.G., Zaitceva I.A., Sokolova N.S., Turmagambetova A.S., Korulkin D. Y., Bogoyavlenskiy A.P., Berezin V.E. *Izvestija NAN RK, serija biologicheskaja i medicinskaja*, **2014**, N. 5, S. 41-43. (in Russ.)
- [45] Turmagambetova A.S., Sokolova N.S., Zaitceva I.A., Babenko A.S., Korulkin D. Y., Bogoyavlenskiy A.P., Berezin V.E. *Microbiology and Virology*, **2014**, N. 4, S. 24-35. (in Russ.)
- [46] Orhana D.D., Özçelik B., Özgen S., Ergun F. Antibacterial, antifungal, and antiviral activities of some flavonoids. *Microbiological Research*, **2010**. V. 165, N. 6. P. 496–504.
- [47] Özçelik B., Gürbüz I., Karaoglu T., Yeşilada E. Antiviral and antimicrobial activities of three sesquiterpene lactones from *Centaurea solstitialis* L. ssp. *Solstitialis*. *Microbiological Research*, **2009**. V. 164. P. 545-552.
- [48] Cicerale S., Lucas L.J., Keast R.S.J. Antimicrobial, antioxidant and anti-inflammatory phenolic activities in extra virgin olive oil. *Current Opinion in Biotechnology*, **2012**. V. 23. P. 129–135.
- [49] Kang S.Y., Kang J.Y., Oh M.J. Antiviral Activities of Flavonoids Isolated from the Bark of *Rhus verniciflua* Stokes against Fish Pathogenic Viruses In Vitro. *The Journal of Microbiology*, **2012**. V. 50, N. 2. P. 293–300.
- [50] Daglia M. Polyphenols as antimicrobial agents. *Current Opinion in Biotechnology*, **2012**. V. 23. P. 174–181.
- [51] Zandi K., Teoh B., Sam S., Wong P., Mustafa M.R., AbuBakar S. Antiviral activity of four types of bioflavonoid against dengue virus type-2. *Virology Journal*, **2011**. V. 8, N. 560. doi:10.1186/1743-422X-8-560
- [52] Chiang L.C., Chiang W., Liu M.C., Lin C.C. In vitro antiviral activities of *Caesalpinia pulcherrima* and its related flavonoids. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, **2003**. V. 52. P. 194–198.
- [53] Amagon K.I., Wannang N.N., Iliya H.A., Ior L.D., Chris-Otubor G.O. Flavonoids Extracted from Fruit Pulp of *Cucumis metuliferus* Have Antiviral Properties. *British Journal of Pharmaceutical Research*, **2012**. V. 2, N. 4. P. 249-258.
- [54] Tan C.W., Lai J.K.F., Sam I-Ch., Chan Y.F. Recent developments in antiviral agents against enterovirus 71 infection. *Journal of Biomedical Science*, **2014**. V. 21, N. 14. <http://www.jbiomedsci.com/content/21/1/14>
- [55] Dong W., Wei X., Zhang F., Hao J., Huang F., Zhang Ch., Liang W. A dual character of flavonoids in influenza A virus replication and spread through modulating cell-autonomous immunity by MAPK signaling pathways. *Scientific Reports*, **2014**. V. 4. DOI: 10.1038/srep07237
- [56] Dunnick J.K., Hailey J.R. Toxicity and carcinogenicity studies of quercetin, a natural component of foods. *Fundam Appl Toxicol.*, **1992**. V. 19, N. 3. P. 423-431.
- [57] Zhu B.T., Ezell E.T., Liehr J.G. Catechol-o-methyl transferase catalysis rapid O-methylation of mutagenic flavonoids. Metabolic inactivation as a possible reason for their lack of carcinogenicity in vivo. *J Biol Chem.*, **2001**. V. 269. P. 292–299.
- [58] Kato K., Mori H., Fujii M., et al. Lack of promotive effect of quercetin on methylazoxymethanol acetate carcinogenesis in rats. *J Toxicol Sci.*, **1984**. V. 9. P. 319–325.
- [59] Plakas S.M., Lee T.C., Wolke R.E. Absence of overt toxicity from feeding the flavonol, quercetin, to rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Food Chem Toxicol.*, **1985**. V. 23. P. 1077–1080.
- [60] Knekt P., Jarvinen R., Seppanen R., et al. Dietary flavonoids and the risk of lung cancer and other malignant neoplasms. *Am J Epidemiol.*, **1997**. V. 146. P. 223–230.
- [61] Patel J.M. A Review of Potential Health Benefits of Flavonoids. *Lethbridge Undergraduate Research Journal*, **2008**. V. 3, N. 2. <http://www.lurj.org/article.php/vol3n2/flavonoids.xml>
- [62] Kyselova Z. Toxicological aspects of the use of phenolic compounds in disease prevention. *Interdiscip Toxicol.*, **2011**. V. 4, N. 4. P. 173–183.

ФЛАВОНОИДТАРДЫҢ ҚОЛДАНУЫ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІ

А. С. Тұрмағамбетова

ҚР БҒМ ҒК «Микробиология және вирусология институты», Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: флавоноидтар, биологиялық белсенділік, вирусқа қарсы белсенділік.

Аннотация. Ұсынылған шолудың мақсаты, қазіргі таңда адам ағзасында жүретін биологиялық процесстерге флавоноидтардың оң әсері барлығын растайтын мәлеметтерге сүйене отырып, флавоноидтардың кейбір биологиялық қасиеттерін сипаттау болып табылады. Соңғы екі он жылдықта флавоноидтардың құрлымынан биологиялық өзгеруін зерттеу бағыттары дамуда. Кейбір флавоноидтар болашақта биологиялық белсенді заттар ретінде және дәрілік заттар ретінде, сонымен қатар вирус текті ауруларды емдеу кезінде қолдануға болатыны көрсетілді.

Поступила 31.07.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 5, Number 311 (2015), 65 – 70

PHYTOREGULATORY PROPERTIES OF EXTREMOPHILIC ACTINOMYCETES ISOLATED FROM SOILS OF KAZAKHSTAN**L. P. Trenochnikova, R. Sh. Galimbaeva, G. D. Ultanbekova,
A. S. Balgimbaeva, Zh. A. Baydyldaeva**

RSOE "Institute of Microbiology and Virology" CS MES RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: ultanbekova77@mail.ru

Key words: extremophilic actinomycetes, phytohormones, plants growth stimulation, cereal crops

Abstract. Phytoregulatory properties of 75 isolates of extremophilic actinomycetes isolated from soils of the Southern and Northern Kazakhstan (saline soils, solonetz, saline takyrs, and takyry-like soils) have been examined. The 1:10 dilution of culture fluid of extremophilic actinomycetes is efficient for germination of wheat and rice seeds as compared with the control variant (distilled water, fermentation medium). Germinative energy of wheat seeds in the experimental variants exceeded the control value by 6.0-26.1% and that of rice seeds by 5.5-18.1%. The difference in germination capacity between the experimental and control seeds was 9.4-16.7% for wheat, and 4.9-13.6 for rice. Crude weight of wheat seedlings in the optimal experimental variants exceeded the control level by 2.3-3.0 times, that of the rice seedlings - by 1.7-2.7 times.

УДК 579.64

ФИТОРЕГУЛЯТОРНЫЕ СВОЙСТВА ЭКСТРЕМОФИЛЬНЫХ АКТИНОМИЦЕТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПОЧВ КАЗАХСТАНА**Л. П. Треножникова, Р. Ш. Галимбаева, Г. Д. Ултанбекова,
А. С. Балгимбаева, Ж. А. Байдылдаева**

РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: экстремофильные актиномицеты, фитогормоны, стимулирование роста растений, зерновые культуры.

Аннотация. Для изучения фиторегуляторных свойств 75 изолятов экстремофильных актиномицетов, выделенных из почв Южного и Северного Казахстана (солончаков, солонцов, засоленных такыров и такыровидных почв). Разведение 1:10 культуральной жидкости экстремофильных актиномицетов является эффективным для прорастания семян пшеницы и риса по сравнению с контролем (вода дистиллированная, среда ферментационная). Энергия прорастания семян пшеницы в опытных вариантах превышала контрольные на 6,0-26,1%, семян риса на 5,5-18,1%. Разница во всхожести между опытными и контрольными семенами составляла для пшеницы 9,4-16,7%, для риса – 4,9-13,6%. Сырая масса проростков пшеницы в оптимальных опытных вариантах превышала уровень контроля в 2,3-3,0 раза, проростков риса – в 1,7-2,7 раза.

Актиномицеты являются важным составляющим компонентом микробиоценозов, их количественный и качественный состав признан фактором, характеризующим экологическое состояние природных экосистем. Они играют важную роль в разложении органического вещества в природе, участвуют в процессах гумусообразования, продукты их жизнедеятельности обладают комплексобразующей и структурообразующей способностью, определяют кислотно-основное и окислительно-восстановительное состояние, подвижность элементов, антипатогенную функцию

почв [1-3]. Почвенные актиномицеты, в частности *Streptomyces spp.*, повышают плодородие почвы и имеют антагонистическую активность в отношении широкого спектра почвенных патогенов растений [4]. Актиномицеты участвуют также в накоплении в почве биологически активных веществ и формировании азотного баланса.

Роль актиномицетов в процессах, протекающих в ризосфере, связана не только с продукцией внеклеточных ферментов и противогрибковых антибиотиков, а также с синтезом ростстимулирующих соединений – гормонов роста растений. Для ряда стрептомицетов описано стимулирующее действие на рост и развитие растений [5-7]. Так, штаммы *Streptomyces spp.* (*S. Olivaceoviridis*, *S. rochei*) продуцируют рострегулирующие вещества, в том числе ауксины, гиббереллины и цитокинины, которые значительно увеличивают высоту стебля и сырую массу растений пшеницы [8]. Несмотря на обилие информации о биологических свойствах актиномицетов, их способность влиять на рост растений изучена недостаточно.

Целью данной работы было изучение ростстимулирующих свойств изолятов экстремофильных актиномицетов и отбор штаммов, образующих фиторегуляторные соединения в нейтральных условиях роста.

Материалы и методы исследований

Объектами исследований являлись 75 изолятов экстремофильных актиномицетов, выделенных из почв Южного и Северного Казахстана (солончаков, солонцов, засоленных такыров и такыровидных почв).

Выращивание экстремофильных актиномицетов для получения спорового материала проводили на модифицированном агаре Беннета, состава (г/л): глюкоза – 2,0; дрожжевой экстракт – 1,0; пептон – 2,0; вода дистиллированная – 1000 мл, pH 7,2.

Для определения фиторегуляторных свойств культур экстремофильных актиномицетов, их предварительно выращивали в жидкой питательной соевой среде на орбитальном шейкере (ИКА, Германия) в течение 5 суток при 28°C и 200 об/мин.

Состав соевой среды (г/л): соевая мука – 10,0; глюкоза – 10,0; NaCl – 2,5; CaCO₃ – 2,5; вода дистиллированная – 1000 мл, pH 7,0-7,3.

Лабораторные испытания фиторегуляторной активности экстремофильных актиномицетов проводили путем проращивания семян в чашках Петри на фильтровальной бумаге [9, 10]. Фиторегуляторную активность определяли методом замочки семян. Отфильтрованную культуральную жидкость разливали в стаканчики на 100 мл, отбирали по 20 семян растений, замачивали их в каждом сосуде, используя разведение исходного фильтрата 1:10. Сосуды закрывали крышками и ставили в термостат при температуре 25°C на 24 часа. Для контроля семена замачивали на тот же срок в стерильной дистиллированной воде (контроль 1) и в стерильной жидкой среде (контроль 2). Проращивание семян проводили в соответствии с ГОСТ 12038-84 [11]. Семена раскладывали на фильтровальной бумаге (2 слоя) в чашках Петри, сверху накрывая слоем фильтровальной бумаги. Все чашки увлажняли равным количеством стерильной дистиллированной воды и оставляли в растительной камере при 25°C, создавая в ней увлажненную атмосферу, с обязательной вентиляцией. Токсичными считали культуры актиномицетов, вызывающие либо снижение всхожести семян, либо угнетение развития проростков и корней более чем на 30% по сравнению с контролем. Наличие в культуральной жидкости актиномицетов фитогормонов определяли по энергии прорастания семян и ростовым эффектам: количеству проросших семян, длине проростков и корней, сырой массе проростков. Энергию прорастания семян пшеницы и риса определяли на 3 сутки, всхожесть – на 7 сутки по числу проросших семян (выражали в процентах от общего числа обработанных семян), длину проростков и корней, сырую массу проростков определяли на 7 сутки.

В исследовании использовали семена яровой пшеницы сорта «Акмола-2» и риса сорта «Маржан».

Все исследования проводили в трех повторностях. Для математической обработки результатов использовали стандартные методы нахождения средних значений и их средних ошибок [12].

Результаты исследований и их обсуждение

Ростстимулирующая активность и защитный эффект являются одними из важнейших критериев отбора перспективных коммерческих штаммов микроорганизмов для создания на их основе биопрепаратов комплексного действия. Стимулирующее действие актиномицетов на рост и развитие растений проявляется в увеличении всхожести и энергии прорастания семян, увеличении накопления биомассы корневой и наземной частей растений, ускорении прохождения фаз развития растений и, как следствие, ускорении процесса созревания сельскохозяйственной продукции [13, 14].

Энергия прорастания и всхожесть – одни из важнейших видов оценки посевных качеств семян, так как семена с высокой энергией прорастания дружнее всходят, лучше используют факторы роста, всходы их меньше угнетаются сорняками, более устойчивы к внешним неблагоприятным условиям. При плохой всхожести получают изреженные посевы, что в значительной мере влияет на величину урожая сельскохозяйственных культур. Анализ семенного материала яровой пшеницы сорта «Акмола-2» и риса сорта «Маржан» при обработке фильтратами культуральной жидкости изолятов экстремофильных актиномицетов в разведении 1:10 (0,1%) показал, что энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян варьируют в зависимости от варианта опыта. Данные, полученные для оптимальных вариантов экстремофильных актиномицетов, положительно влияющих на рост растений (пшеницы и риса) и накопление их фитомассы, приведены в таблице.

Как показали результаты, культуральные жидкости экстремофильных актиномицетов не являются токсичными для растений пшеницы и риса, большинство из них оказывает значительное стимулирующее воздействие на рост растений. Разведение культуральной жидкости экстремофильных актиномицетов 0,1% является эффективным для прорастания семян пшеницы и риса по сравнению с контролем (вода дистиллированная, среда ферментационная). При проведении вегетационных опытов о влиянии 0,1 % фильтрата культуральной жидкости экстремофильных актиномицетов на рост и развитие растений пшеницы судили по энергии прорастания семян, высоте стебля, длине и объему корневой системы, сырой массе проростков.

Энергия прорастания семян пшеницы в опытных вариантах превышала контрольные на 6,0-26,1% в сравнении с контролем 1 (вода дистиллированная), на 4,9-25,0% - в сравнении с контролем 2 (ферментационная среда). Энергия прорастания семян риса в опытных вариантах превышала контрольные на 5,5-18,1% в сравнении с контролем 1, на 2,4-15,0% – в сравнении с контролем 2. Более дружные всходы опытных растений пшеницы и риса в дальнейшем росли быстрее и достигали больших размеров.

Лабораторная всхожесть семян пшеницы в контроле 1 (дистиллированная вода) составила 83,3%, риса – 86,4%, в варианте с ферментационной средой (контроль 2) – 85,9 % для пшеницы, 90,9% - для риса. Все опытные варианты для пшеницы имели показатели выше, чем в контроле 1 и в контроле 2, за исключением варианта 95, где лабораторная всхожесть понижалась при обработке семян культуральной жидкостью. 21 опытный вариант для риса имел показатели выше, чем в контроле 1; 34 опытных варианта выше, чем в контроле 2. Максимальный показатель лабораторной всхожести, равный 100%, отмечен для пшеницы в вариантах с использованием изолятов экстремофильных актиномицетов: К-88, К-337, К-365, К-540, для риса в вариантах с использованием изолятов: К-37, К-64, К-71, К-139, К-217, К-361, К-365, К-452. Разница во всхожести между опытными (обработка культуральной жидкостью) и контрольными (обработка водой и фильтратом ферментационной среды) семенами составлял для пшеницы 9,4-16,7%, для риса – 4,9-13,6%, соответственно. Ферментационная среда оказывала незначительное стимулирующее влияние на всхожесть семян: всхожесть семян пшеницы и риса при использовании жидкой питательной среды увеличивалась на 2,6 и 4,5%, соответственно. Таким образом, фильтраты культуральных жидкостей экстремофильных актиномицетов оказывают значительное стимулирующее действие на процессы прорастания семян и всхожесть пшеницы и риса.

Наиболее высокое действие фильтраты культуральной жидкости экстремофильных актиномицетов оказывали на рост растений и развитие корневой системы: длину проростков пшеницы, длину корня и сырую массу растений. Длина проростков пшеницы в контроле 1 составляла 1,4 см и 2,6 см в контроле 2, в оптимальных опытных вариантах – 10,0-14,2 см, что превышало уровень

Влияние культуральных жидкостей экстремофильных актиномицетов на рост и сырую массу растений пшеницы сорта «Акмолла-2» и риса сорта «Маржан»

Номер штамма	Растение-хозяин	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Длина проростка, см	Длина корня, см	Сырая масса растения, г
Контроль 1 (вода)	Пшеница	73,9 ±0,3	83,3±0,5	1,4±0,1	2,1±0,1	0,08±0,2
	Рис	85,9 ±0,1	86,4±0,2	0,7±0,4	0,8±0,1	0,054±0,1
Контроль 2 (среда)	Пшеница	78,9 ±0,1	85,9±0,3	2,6±0,1	2,5±0,4	0,094±0,3
	Рис	90,0±0,5	90,9±0,1	1,8±0,4	1,2±0,1	0,068±0,1
К-37	Пшеница	95,5 ±0,2	95,5±0,2	14,2±0,1	12,6±0,2	0,238±0,1
	Рис	100,0 ±0,4	100,0±0,1	7,5±0,3	7,4±0,1	0,135±0,3
К-64	Пшеница	94,7 ±0,3	94,7±0,1	10,9±0,1	10,4±0,4	0,182±0,1
	Рис	100 ±0,1	100±0,1	5,1±0,1	8,7±0,5	0,099±0,2
К-68	Пшеница	87,0 ±0,6	95,0 ±0,3	12,0±0,1	9,5±0,2	0,217±0,2
	Рис	96,2 ±0,5	96,2±0,1	7,0±0,1	7,2±0,3	0,111±0,1
К-71	Пшеница	91,7 ±0,4	95,0±0,1	11,8±0,3	10,6±0,2	0,190±0,4
	Рис	100,0 ±0,1	100,0±0,2	6,4±0,1	7,3±0,3	0,117±0,1
К-80	Пшеница	92,0 ±0,1	95,0±0,1	11,4±0,2	9,7±0,1	0,193±0,2
	Рис	95,0 ±0,2	96,3±0,2	7,3±0,3	7,0±0,1	0,105±0,1
К-86	Пшеница	95,0 ±0,1	95,0±0,3	11,2±0,1	9,9±0,3	0,185±0,1
	Рис	95,0 ±0,1	95,0±0,4	6,8±0,2	6,7±0,1	0,095±0,4
К-88	Пшеница	100 ±0,4	100±0,2	14,1±0,1	11,9±0,1	0,206±0,3
	Рис	95,8 ±0,2	95,8±0,1	5,8±0,1	6,7±0,1	0,118±0,5
К-92	Пшеница	95,5 ±0,1	97,0±0,1	12,2±0,3	10,4±0,4	0,215±0,1
	Рис	95,8 ±0,2	100,0±0,1	7,7±0,5	7,5±0,1	0,109±0,3
К-106	Пшеница	92,0 ±0,3	95,5±0,4	10,5±0,1	9,9±0,2	0,182±0,2
	Рис	95,5±0,1	100±0,2	7,0±0,1	7,5±0,3	0,111±0,1
К-125	Пшеница	90,5±0,4	95,2±0,1	10,9±0,3	10,7±0,1	0,187±0,3
	Рис	90,0±0,5	91,3±0,3	5,0±0,2	7,7±0,1	0,101±0,2
К-139	Пшеница	95,0±0,1	95,0±0,2	11,2±0,1	10,5±0,2	0,184±0,1
	Рис	100±0,3	100±0,1	5,7±0,3	6,4±0,4	0,098±0,5
К-172	Пшеница	92,7±0,2	92,7±0,7	11,5±0,1	8,5±0,3	0,237±0,1
	Рис	90,5±0,3	94,4±0,1	5,0±0,2	6,8±0,5	0,103±0,3
К-207	Пшеница	90,9±0,1	95,5±0,4	11,6±0,1	11,1±0,3	0,188±0,1
	Рис	90,9±0,1	95,5±0,1	5,7±0,3	6,1±0,1	0,098±0,1
К-217	Пшеница	90,0±0,5	95,0±0,3	11,4±0,2	9,4±0,2	0,186±0,4
	Рис	100,0±0,2	100,0±0,1	6,4±0,1	5,7±0,2	0,100±0,3
К-248	Пшеница	95,5±0,1	95,5±0,2	10,0±0,4	10,8±0,1	0,194±0,1
	Рис	90,5±0,4	100±0,1	5,7±0,3	7,5±0,3	0,107±0,2
К-292	Пшеница	82,6±0,1	90,0±0,3	10,0±0,3	10,6±0,1	0,213±0,2
	Рис	95,0±0,2	95,0±0,1	5,0±0,2	7,6±0,6	0,104±0,7
К-337	Пшеница	100±0,1	100±0,1	11,4±0,1	10,9±0,1	0,186±0,1
	Рис	94,7±0,1	98,7±0,5	5,6±0,7	6,9±0,3	0,109±0,1
К-361	Пшеница	95,2±0,4	95,2±0,1	10,5±0,3	10,5±0,1	0,188±0,5
	Рис	100±0,3	100±0,1	5,1±0,1	6,2±0,5	0,10±0,1
К-365	Пшеница	100±0,2	100±0,1	11,9±0,2	13,0±0,3	0,226±0,7
	Рис	100±0,1	100±0,5	5,5±0,3	6,0±0,2	0,098±0,1
К-452	Пшеница	95,0±0,3	98,0±0,3	11,1±0,5	10,3±0,1	0,189±0,1
	Рис	100±0,1	100,0±0,2	5,8±0,2	6,0±0,6	0,111±0,4
К-526	Пшеница	88,9±0,6	100±0,1	11,6±0,2	11,0±0,1	0,188±0,1
	Рис	97,9±0,2	97,9±0,6	5,4±0,1	6,2±0,4	0,095±0,1
К-540	Пшеница	100±0,4	100±0,5	10,2±0,1	10,7±0,3	0,187±0,2
	Рис	95,6±0,1	97,5±0,7	5,7±0,1	6,7±0,1	0,099±0,1
К-541	Пшеница	90,0±0,5	95,0±0,3	12,1±0,1	8,0±0,3	0,185±0,7
	Рис	95,0±0,3	95,0±0,1	6,7±0,2	7,3±0,5	0,093±0,3

контроля 1 в 7-10 раз, уровень контроля 2 в 3,8-5,5 раза. Длина проростков риса в контроле 1 составляла 0,7 см и в контроле 2 - 1,8 см, в оптимальных опытных вариантах - 5,0-7,5 см, что превышало уровень контроля 1 в 7-10,7 раз, уровень контроля 2 в 2,7-4,2 раза. Длина корня пшеницы в контроле 1 составляла 2,1 см и в контроле 2 - 2,5 см, в оптимальных опытных вариантах - 8,0-13,0 см, что превышало уровень контроля 1 в 3,8-6,2 раза, уровень контроля 2 в 3,2-5,2 раза. Длина корня риса в контроле 1 составляла 0,8 см, в контроле 2 - 1,2 см, в оптимальных опытных вариантах - 5,7-7,7 см, что превышало уровень контроля 1 в 7-9,6 раза, уровень контроля 2 в 4,8-6,4 раза. Сырая масса проростков пшеницы в контроле 1 составляла 0,08 г и в контроле 2 - 0,092 г, в оптимальных опытных вариантах - 0,182-0,238 г, что превышало уровень контроля 1 в 2,3-3,0 раза, уровень контроля 2 в 2,0-2,6 раза. Сырая масса проростков риса в контроле 1 составляла 0,054 г, в контроле 2 - 0,068 г, в оптимальных опытных вариантах - 0,093-0,135 г, что превышало уровень контроля 1 в 1,7-2,7 раза, уровень контроля 2 в 1,4-2,0 раза.

В результате обобщения данных экспериментов по ростстимуляции зерновых культур (пшеницы и риса) были отобраны изоляты экстремофильных актиномицетов, наиболее эффективные по этому критерию: К-37, К-68, К-88, К-92, К-172, К-292 К-365. Возможно, что стимулирующий эффект культуральных жидкостей экстремофильных актиномицетов обусловлен наличием в них физиологически активных соединений, таких как цитокинины, ауксины или гиббереллины. Полученные результаты могут представлять научный и практический интерес как средство управления жизнедеятельностью растений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Crawford D.L., Lynch J.M., Whipps J.M., Ousley M.A. Isolation and characterization of actinomycete antagonists of a fungal root pathogen // *Appl. Environ. Microbiol.* – 1993. – Vol. 59. – P. 3899-3905.
- [2] Aly M.M., Tork S., Al-Garni S.M., Kabli S.A. Chitinolytic enzyme production and genetic improvement of a new isolate belonging to *Streptomyces anulatus* // *Ann. Microbiol.* – 2011. – Vol. 61(3). – P. 453-461.
- [3] Aly M.M., El Sayed H.E.A., Jastaniah S.D. Synergistic effect between *Azotobacter vinelandii* and *Streptomyces* sp. isolated from saline soil on seed germination and growth of wheat plant // *Am. J. Sci.* – 2012. – Vol. 8(5). – P. 667-676.
- [4] Aghighi S., Bonjar G.H.S., Rawashdeh R., Batayneh S., Saadoun I. First report of antifungal spectra of activity of Iranian Actinomycetes strains against *Alternaria solani*, *Alternaria alternate*, *Fusarium solani*, *Phytophthora megasperma*, *Verticillium dahlia* and *Saccharomyces cerevisiae* // *Asian J. Plant Sci.* – 2004. – Vol.3, № 4. – P. 463-471.
- [5] Болормаа Ч., Тазетдинова Д.И., Алимова Ф.К. Характеристика *Streptomyces* из пустынных почв Монголии // *Биологические науки.* – 2012. - №9. – С. 545-549.
- [6] Цаквелова Е.А., Климова С.Ю., Чердынцева Т.А. Микроорганизмы – продуценты стимуляторов роста растений и их практическое применение // *Прикладная биохимия и микробиология.* – 2006. – № 2. – С. 133-143.
- [7] Мерзаева О.В., Широких И.Г. Образование ауксинов эндофитными актинобактериями озимой ржи // *Прикладная биохимия и микробиология.* – 2010. – №1. – С. 51-57.
- [8] Aldesuquy H.S., Mansour F.A., Abo-Hamed S.A. Effect of the culture filtrates of *Streptomyces* on growth and productivity of wheat plants // *Folia Microbiol.* – 1998. – Vol.43. – P. 465-470.
- [9] Красильников Н.А. Микроорганизмы почвы и высшие растения. М., 1958. - 462 с.
- [10] Шкаликов В.А., Шильникова В.А., Аль-Афанди М. Обработка семян биопрепаратами и микробные ценозы почвы // *Защита растений.* - 1994. - №12. - С. 18.
- [11] ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Изменение №2 к ГОСТ 12038-84 от 01.06.1995.
- [12] Урбах В.Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях. - М., 1975. - 295 с.
- [13] Talwinder Kaur, Deepika Sharma, Amarjeet Kaur, Rajesh Kumari Manhas. Antagonistic and plant growth promoting activities of endophytic and soil actinomycetes // *Archives of Phytopathology and Plant Protection.* – 2013. – Vol. 46, № 14. – P. 1756-1768.
- [14] Mukesh Sharma. Actinomycetes: Source, Identification, and Their Applications // *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* – 2014. – Vol. 3(2). – P. 801-832.

REFERENCES

- [1] Crawford D.L., Lynch J.M., Whipps J.M., Ousley M.A. Isolation and characterization of actinomycete antagonists of a fungal root pathogen // *Appl. Environ. Microbiol.* – 1993. – Vol. 59. – P. 3899-3905.
- [2] Aly M.M., Tork S., Al-Garni S.M., Kabli S.A. Chitinolytic enzyme production and genetic improvement of a new isolate belonging to *Streptomyces anulatus* // *Ann. Microbiol.* – 2011. – Vol. 61(3). – P. 453-461.
- [3] Aly M.M., El Sayed H.E.A., Jastaniah S.D. Synergistic effect between *Azotobacter vinelandii* and *Streptomyces* sp. isolated from saline soil on seed germination and growth of wheat plant // *Am. J. Sci.* – 2012. – Vol. 8(5). – P. 667-676.
- [4] Aghighi S., Bonjar G.H.S., Rawashdeh R., Batayneh S., Saadoun I. First report of antifungal spectra of activity of Iranian Actinomycetes strains against *Alternaria solani*, *Alternaria alternate*, *Fusarium solani*, *Phytophthora megasperma*, *Verticillium dahlia* and *Saccharomyces cerevisiae* // *Asian J. Plant Sci.* – 2004. – Vol.3, № 4. – P. 463-471.

- [5] Bolormaa Ch, Tazetdinova D.I., Alimov F.K. Characteristics of Streptomyces Mongolian desert soils // Biological Sciences. - 2012. - №9. - P. 545-549.
- [6] Tsakvelova E.A., Klimova S.Yu., Cherdyntseva T.A. Microorganisms - producers of plant growth stimulants and their practical application // Applied Biochemistry and Microbiology. - 2006. - № 2. - P. 133-143.
- [7] Merzaeva O.V., Shirocich I.G. Education auxin endophytic actinobacteria rye // Applied Biochemistry and Microbiology. - 2010. - №1. - P. 51-57.
- [8] Aldesuquy H.S., Mansour F.A., Abo-Hamed S.A. Effect of the culture filtrates of Streptomyces on growth and productivity of wheat plants // Folia Microbiol. – 1998. – Vol.43. – P. 465-470.
- [9] Krasilnikov N.A. Soil microorganisms and higher plants. M., 1958. - 462 p.
- [10] Shkalikov V.A., Shilnikova V.A., Al-Afandi M. Treatment of seeds biologics and microbial soil cenoses // Protection of plants. - 1994. - №12. - P. 18.
- [11] GOST 12038-84. Agricultural seeds. Methods for determination of germination. Change №2 to GOST 12038-84 from 01.06.1995.
- [12] Urbach V.Y. Statistical analysis in biological and medical research. - M., 1975. - 295 p.
- [13] Talwinder Kaur, Deepika Sharma, Amarjeet Kaur, Rajesh Kumari Manhas. Antagonistic and plant growth promoting activities of endophytic and soil actinomycetes // Archives of Phytopathology and Plant Protection. – 2013. – Vol. 46, № 14. – P. 1756-1768.
- [14] Mukesh Sharma. Actinomycetes: Source, Identification, and Their Applications // Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. – 2014. – Vol. 3(2). – P. 801-832.

**ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТОПЫРАҚТАРЫНАН БӨЛІП АЛЫНҒАН,
ЭКСТРЕМОФИЛЬДІ АКТИНОМИЦЕТТЕРДІҢ ФИТОБАҚЫЛАУ ҚАСИЕТІ**

**Л. П. Треножникова, Р. Ш. Галимбаева, Г. Д. Ұлтанбекова,
А. С. Балғымбаева, Ж. А. Байдылдаева**

ҚР БҒМ ҒМ «Микробиология және вирусология институты», Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: экстремофильді актиномицеттер, фитогармондар, өсімдіктің өсуін қоздырғыштар, астық дақылдары.

Аннотация. Қазақстанның Оңтүстік және Солтүстік топырақтарынан бөліп алынған (сортаң, тұзды топырақ және тақыр тәріздес, тақыр) экстремофильді актиномицеттердің 75 изолятының фитобақылау қасиеттері зерттелді. Экстремофильді актиномицеттердің дақылды сұйықтығының 1:10 құрамы астықтың және күріштің тұқымының өсуіне өте тиімді екені зерттелді (дистиллирленген су, ферментациялық қоректік орта). Астық тұқымының өсу қуаты бақылауға қарағанда тәжірибе нысаны 6,0-26,1% артты, күріштің тұқымы 5,5-18,1% артты. Тұқымдардың өнуінің бақылау және тәжірибе аралығындағы айырмашылық астық дақылына 9,4-16,7%, күріш дақылына – 4,9-13,6% құрайды. Қолайлы ортада астықтың көшеті бақылау деңгейінен 2,3-3,0 есе, күріш көшетінде 1,7-2,7 есе артты.

Поступила 31.07.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 5, Number 311 (2015), 71 – 77

**USE OF ENDOPHYTIC BACTERIA TO PROTECT
AND INCREASE THE PRODUCTIVITY OF WHEAT
(review)****M. G. Saubenova, T. V. Kuznetsova**Republic State Enterprise «Institute of Microbiology and Virology» Science Committee,
Ministry of Sci. and Ed., Almaty, Kazakhstan.
E-mail: raduga.30@mail.ru

Keywords: endophytic bacteria, symbiosis, wheat, soil, plant protection, phytopathogens, microbiological preparations, food security, competitiveness, biofertilizers.

Abstract. To date, the literature has accumulated extensive material on the bacteria associated with higher plants and able to stimulate their growth and development through the synthesis required for the plant phytohormones and vitamins, fixation of molecular nitrogen, as well as inhibit the development of fungal and bacterial diseases. The examples of the successful use of the biological potential of micro-organisms that inhabit the roots of legumes and internal tissues and non-leguminous plants, allowing to create high- microbial agents and fertilizers. It is shown that endophytes colonizing the same ecological niche as phytopathogens and on this basis could be considered as potential "biocontrol" agents. Once in the plant tissue endophytic microorganisms obtained substantial advantages over the microorganisms living in the rhizosphere and phyllosphere, due to the stable pH, humidity, nutrient flow, and the absence of competition from the large number of other microorganisms. The cost of production of a biological product based on them at the same time fully compensated by improving the physiological state of the host plant and increase its productivity. In this regard, search endophytes capable of protecting plants from diseases and other adverse environmental factors, the study of the properties of microorganisms and development on their basis of effective biologics are urgent problem of plant protection.

УДК 579.64:632.937

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНДОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ
ДЛЯ ЗАЩИТЫ И ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ПШЕНИЦЫ
(обзор)****М. Г. Саубенова, Т. В. Кузнецова**

РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: эндофитные микроорганизмы, симбиоз, пшеница, почва, защита растений, фитопатогены, микробиологические препараты, продовольственная безопасность, конкурентоспособность, биоудобрения.

Аннотация. К настоящему времени в литературе накоплен достаточно обширный материал о бактериях, ассоциированных с высшими растениями и способных стимулировать их рост и развитие за счет синтеза необходимых для растения фитогормонов и витаминов, фиксации молекулярного азота, а также подавлять развитие бактериальных и грибных заболеваний. Приводятся примеры успешного использования биологического потенциала микроорганизмов, населяющих корни и внутренние ткани бобовых и небобовых растений, позволяющие создавать высокоэффективные микробные препараты и удобрения. Показано, что эндофиты колонизируют те же экологические ниши, что и фитопатогены и на этом основании могут рассматриваться как потенциальные «биоконтрольные» агенты. Попадая в ткани растений, эндофитные

микроорганизмы получают существенные преимущества перед микроорганизмами, обитающими в ризосфере и филлосфере, за счет стабильного pH среды, влажности, потока питательных веществ и отсутствия конкуренции со стороны большого числа других микроорганизмов. Затраты на производство биопрепарата на их основе при этом полностью компенсируются за счет улучшения физиологического состояния растения-хозяина и повышения его продуктивности. В связи с этим, поиск эндофитов, способных защищать растения от болезней и других неблагоприятных факторов среды, изучение свойств таких микроорганизмов и разработка на их основе эффективных биопрепаратов являются актуальной проблемой защиты растений.

Для обеспечения продовольственной безопасности необходима разработка новых способов повышения продуктивности сельскохозяйственных растений, не требующих больших затрат энергии и ресурсов. В целях экологической безопасности при этом наиболее перспективным представляется широкое внедрение в сельскохозяйственное производство биологических методов, уже показавших свою высокую эффективность. Одним из наиболее обоснованных подходов к формированию устойчивого и продуктивного растениеводства является восстановление симбиотических связей между главными компонентами агроэкосистемы – растениями и микроорганизмами, утраченными в результате искусственного отбора и длительного окультуривания почв. Существует мнение, что данная область знания может быть вычленена в самостоятельную биологическую науку – симбиологию, в которой уже сформировалось отдельное направление – симбиогенетика [1]. С другой стороны необходимо выявление новых возможностей стимуляции роста и развития сельскохозяйственных растений и защиты их от фитопатогенов с использованием биохимической деятельности микроорганизмов.

Известно, что генетический потенциал культурных растений реализуется далеко не полностью. Для многих регионов основным фактором, ограничивающим получение качественного зерна, являются неблагоприятные климатические условия. Это вызывает необходимость выяснения роли различных факторов, действующих в определенных почвенно-климатических условиях, на формирование продуктивности культуры и качество продукции, а также разработка приемов их регулирования.

К одному из основных биотических факторов, отрицательно влияющих на урожайность и качество продукции, относится вредное воздействие микроорганизмов. В результате инфекционных заболеваний злаковых культур потери зерна могут составлять до 25% от уровня потенциального урожая. Только среди грибов – возбудителей болезней растений насчитывается около 50 000 видов. Токсичные пестициды, используемые в защите от почвенных и семенных инфекций, включаются в трофические и другие взаимосвязи в биоценозах, что увеличивает риск поражения человека и других организмов. Поэтому решение безопасности защиты растений для окружающей среды является наиболее актуальной задачей в современном растениеводстве, основным направлением которого в настоящее время считается биологизация [2].

Явление антагонизма между фитопатогенами и другими микроорганизмами, используемое для биоконтроля инфекции, является в этом плане наиболее экологически безопасным.

В последние годы в России был зарегистрирован в Госхимкомиссии РФ ряд микробиологических препаратов на основе живых микробов такие как Планриз, Экстрасол, Фосфобактерин, Азотовит, Алирин-Б, Елена и др. (полезные ризосферные бактерии), Фитолавин (актиномицеты), Ризоторфин (клубеньковые бактерии), обладающих хозяйственно-ценными свойствами для культурных растений: способностью фиксировать молекулярный азот, продуцировать фунгицидные вещества, подавляющих рост и развитие фитопатогенных микроорганизмов – возбудителей болезней растений, продуцирующих вещества, стимулирующие рост и развитие культурных растений. В США: Nitragin S, NitraStick, Cell-Tech, (клубеньковые бактерии) (Lipha-Tech Inc, Milwaukee), BioYield (клубеньковые бактерии), (Auburn University), Prosper Thrive (фосфат-мобилизирующие бактерии), (Circle One Int., Brooksville); Чехии: Vambac (полезные ризосферные бактерии и микоризные грибы) (Mende I University of Agriculture and Forestry, Brno); Канаде: Jump Start, Taq Team, N-Prove (клубеньковые бактерии с фосфат-мобилизующими грибами) (Philom Bios Inc., Saskatoon) [3].

Значительный интерес при этом привлекли так называемые эндофитные микроорганизмы, живущие в растительных тканях, не нанося им вреда, и формирующие с растениями своеобразные «внутренние» сообщества. Об их несомненной пользе может свидетельствовать тот факт, что они в

силу своей способности к азотфиксации могут покрывать до 80% потребности растения в азоте [4]. Эндوفиты способны придавать растениям устойчивость к вредным насекомым [5], нематодам [6, 7], а также к возбудителям грибных и бактериальных болезней [8-14]. Попадая в ткани растений, эндوفитные микроорганизмы получают существенные преимущества перед микроорганизмами, обитающими в ризосфере и филлосфере, за счет стабильного pH среды, влажности, потока питательных веществ и отсутствия конкуренции со стороны большого числа других микроорганизмов. Эндوفиты колонизируют те же экологические ниши, что и фитопатогены и на этом основании могут рассматриваться как потенциальные «биоконтрольные» агенты [15-18]. Затраты на производство биопрепарата при этом полностью компенсируются за счет улучшения физиологического состояния растения-хозяина и повышения его продуктивности. Поэтому поиск эндوفитов, способных защищать растения от болезней и других неблагоприятных факторов среды, изучение свойств таких микроорганизмов и разработка на их основе эффективных биопрепаратов являются актуальной проблемой защиты растений.

Среди фитопатогенов пшеницы, вызывающих одно из наиболее вредоносных заболеваний, наиболее широко известен возбудитель твердой головни - гриб *Tilletia caries* (DC) Tul, при поражении которым зерно полностью превращается в черную споровую массу [19]. Патогенное начало в виде хламидоспор грибов сохраняется на поверхности семян. Заражение растений происходит в период прорастания семян при одновременном прорастании хламидоспор. Как объект антагонистического действия эндوفитов этот гриб привлекает особое внимание. К числу весьма вредоносных заболеваний хлебных злаков относятся также корневые гнили, возбудителями которых являются широко распространенные виды грибов (*Bipolaris* sp., *Fusarium* sp. и другие), живущие на оболочках и внутри семян, в почве и внутри отмерших растений [20-22].

Одним из наиболее часто используемых объектов в исследованиях эндوفитных микроорганизмов является *Bacillus subtilis*. Щербаков А.В. с соавт. [23] из коллекции семян пшеницы, насчитывающей 39 районированных сортов, выделили ряд штаммов эндوفитных бактерий. Из них был отобран наиболее перспективный – *Bacillus subtilis* 8А, демонстрирующий потенциал хозяйственно-ценных признаков не только в экспериментах *in vivo*, но также и в условиях биоконтрольного эксперимента *in planta*. Штамм был рекомендован как перспективный для производства экспериментальных партий высокоэффективного микробного препарата защитного действия для зерновых культур. Хайруллин Р.М. с соавт. [24] выделены новые штаммы этих бактерий с хозяйственно-полезными признаками. Показано, что применение биопрепаратов на их основе для обработки семян пшеницы способствует увеличению урожайности за счет улучшения показателей структуры урожая, повышает устойчивость растений к корневым гнилям и твердой головне. К препаратам на основе эндوفитов относятся также фитоспорин М (ООО НВП «БашИнком», штамм *B. subtilis* 26D) и интеграл (ЗАО «Элита Комплекс», штамм *B. subtilis* 24Д). Бактериальные штаммы, входящие в основу этих препаратов, подавляют рост грибных возбудителей корневых гнилей пшеницы, плесневения семян, а также и другой инфекции [25].

Проникая в растительные ткани, эндوفиты попадают в олиготрофные условия и, кроме того, подвергаются воздействию защитных систем растения-хозяина. В настоящее время крайне мало сведений о физиолого-биохимических реакциях растений, происходящих при становлении взаимоотношений с эндوفитными бактериями, а также механизмах их регуляции, в том числе с участием фитогормонов. Многие из обитателей этой ниши, заселяющие внутренние ткани растений, способны стимулировать рост растений, что дало основание называть их в соответствии с англоязычной терминологией RGPB (plant growth promoting bacteria) [26-28]. Среди известных механизмов стимуляции роста растений такими бактериями одним из наиболее действенных представляется изменение содержания фитогормонов в растительном организме. Показано, что различные представители RGPB могут синтезировать *in vitro* ауксины, цитокинины, гиббереллины, АБК, жасмоновую кислоту и этилен [29]. Выявлен положительный эффект бактериальных ауксинов на инициацию и удлинение корней, развитие боковых корней и боковых волосков, что может иметь значение для ускорения роста, потребления питательных элементов и установление резистентности к стрессам [30]. Егоршина А.А. с соавт. изучали стимуляцию роста проростков пшеницы (*Triticum aestivum* L., сорт Казахстанская 10) эндوفитным штаммом 11ВМ бактерии *Bacillus subtilis* Cohn и участие фитогормонов в этом процессе [31]. Сделан вывод, что выявленные

изменения гормонального статуса растений пшеницы под влиянием эндофитного штамма бактерии могут быть одним из механизмов стимуляции их роста проростков.

Пул фитогормонов в различных органах растений при инокуляции эндофитом может повышаться за счет стимуляции их синтеза растительными клетками. Повышение уровня АБК в инокулированных эндофитом растениях можно рассматривать не только как проявление их защитной реакции на внедрение чужеродного агента, но и как следствие индукции этого процесса ауксинами [32]. Принято считать, что повышение уровня АБК в растениях является одной из причин торможения их роста, однако проростки, инокулированные эндофитом, росли быстрее, чем контрольные.

Такой путь регуляции взаимоотношений растения с бактериями, несмотря на колонизацию ими растения, позволяет, вероятно, сохранять за эндофитом статус PGPB.

Внимание многих исследователей привлекает способность бактерий, стимулирующих рост растений, повышать доступность труднорастворимых фосфатов, что считается одним из основополагающих факторов их использования для создания так называемых биоудобрений [33, 34]. Наиболее активными мобилизаторами фосфатов считаются представители родов *Pseudomonas* и *Bacillus* [35]. Бактерии рода *Bacillus* считаются более перспективными в качестве компонентов биоудобрений, поскольку образуют споры, длительно сохраняющие жизнеспособность и устойчивые к повреждающим воздействиям. Особый интерес при этом представляют виды, способные к тому же подавлять развитие патогенных грибов [36, 37]. Кроме того отмечено, что эндофитные штаммы *Bacillus subtilis*, в частности, штамм, лежащий в основе биопрепарата фитоспорин, повышает продуктивность пшеницы, не только обеспечивая ее устойчивость к корневым гнилям, но и к абиогенным стресс-факторам, таким как засоление и дефицит влаги [38].

Разработка биопрепарата, используемого для создания высокоэффективных растительно-бактериальных систем с активной микробиологической составляющей (эндофитных бактерий с комплексом полезных свойств) для использования в производстве пшеницы позволила бы расширить наши представления о взаимоотношениях растений и эндофитных микроорганизмов, способных эффективно колонизировать сельскохозяйственные культуры. Поскольку для разных почв характерны различные ассоциации доминирующих почвенных микроорганизмов [39], в качестве объекта микробиологической географии целесообразно использовать не биологический вид, а микробное сообщество, сформировавшееся в процессе эволюции в данных конкретных почвенно-климатических условиях и особенностей антропологического воздействия. Поэтому в составе композиций для разработки биопрепаратов наиболее перспективно использовать аборигенные штаммы микроорганизмов [40]. Применение подобных систем будет способствовать более гармоничной интродукции их в микробиоценозы и повышению потенциала продуктивности сельскохозяйственных культур. В результате этого улучшится качество и экологическая безопасность продуктов питания, снизится хемотропная нагрузка на окружающую среду в процессе производства продукции растениеводства, повысится и будет поддерживаться биоразнообразие полезной почвенной микрофлоры. В целом, применение новых растительно-бактериальных систем приведет к значительному увеличению плодородия сельскохозяйственных угодий. При этом будут снижены затраты сельскохозяйственного производства, что является крайне важным на современном этапе развития агропромышленного комплекса.

Источник финансирования. Данное исследование было проведено по проекту «Разработка комплексного многокомпонентного бактериального препарата широкого действия для стимуляции роста и защиты различных сельскохозяйственных культур» в рамках грантового финансирования научных исследований Комитета Науки Министерства Образования и Науки Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Тихонович И.А., Проворов Н.А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем будущего. СПб.: Изд-во СПбУ, 2009, 209с.
- [2] Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика) М.: ООО «Изд-во Агрорус», 2004, 110 с.
- [3] Аюпов Д.Э., Рыбалкин М.С., Тойгельдин А.Л. Изучение фундаментальных основ взаимодействия микроорганизмов, фитопатогенов и сельскохозяйственных растений с целью создания эффективных комплексных фунгицидных и бактерицидных микробных препаратов // Молод. инновац. форум Приволжского федер. округа. Конкурс н.-техн. Творчества молодежи (НТТМ). Интернет-сайт: <http://ifyulsturu.Ульяновск>, 2015. 24.08.15.

- [4] Злотников А.К. Эндوفит – друг растения / Интернет-журнал «Коммерческая биотехнология»[http; www.cbio. ru](http://www.cbio.ru) материалам агентства «Информнаука» 2015, 22.08.15.
- [5] Hoitink H. New approaches to plant disease and pest management: Alternatives to pesticides // <http://www.plpa.agri.umn.edu/plpagrad/ abstracts.htm>, 20.08.15.
- [6] Gwinn D.K., Blank C.A., Cole A.M., Pless D.C. Resistance of endophyte tall fescue seedlings to pathogens and pest <http://ohd.ag.utk.edu/pss/fescue/fesart> 9. Htnl, 1998.
- [7] Hallmann J., Rodriguez-Kabana R., Kloepper J.W. Chitin-mediated changes in bacterial communities of the soil rhizosphere and within roots of cotton in relation to nematode control // *Soil Biol. Biochem.*, 1999, Vol.31, №10, pp.551-560.
- [8] Менликиев М.Я., Султанова М.Х., Шарипова Н.У. Возможности биологической иммунизации хлопчатника эндوفитными бактериями // Проблемы генетики, селекции и интенсивной технологии сельскохозяйственных культур. Душанбе, 1987, С.76-77.
- [9] Менликиев М.Я., Байгузина Ф.А., Пусенкова Л.И., Сорокулова И.Б. Биологическая иммунизация растений эндوفитными бактериями // Проблемы селекции и интенсификации земледелия в Башкортостане. Уфа, БНИИЗС, 1997. С. 75-76.
- [10] Менликиев М.Я., Недорезков В.Д., Ваньянц Г.М. Как эндوفитные бактерии защищают растения // *Агро XXI*. 2001, №2, С. 14-15
- [11] Понятаев А.Т. Грибы-эндوفиты // *Защита и карантин растений*, 1999, №9, С. 32-35.
- [12] Chen C., Bauske E.M., Musson G. et al. Biological control of Fusarium wilt on cotton by use of endophytic bacteria // *Biological Control*, 1995, Vol. 5, №1, pp.83-91.
- [13] Hannaway D., Fransen S. Cropper perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) <http://eesc.orst.edu/agcomwebfile/edmat/html/pnw/pnw503/ complete.html>, 23.08.15.
- [14] Hockenull J. The use of antagonistic endophytic bacteria to control black rot (*Xanthomonas campestris* sp. *campestris*) of Brassica spp. in Zimbabwe <http://www.plbio.kvl.dk/annual 1999/patologi.htm>. 1999, 23.08.15.
- [15] Ramamoorthy V., Viswanathan R., Raguchandera T. et al. Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases // *Crop Protec.* 2001, Vol.20, №1, pp. 1-11.
- [16] Berg G., Eberl L., Hartmann A. The rhizosphere as a reservoir for opportunistic human pathogenic bacteria // *Environ. Microbiol.*, 2005, Vol.7, pp. 1673-1685.
- [17] Lima A.C.F., Pizauro J.M. Macari M., Malheiros E.B. Efeito do uso de probióticos sobre o desempenho e a atividade de enzimas digestivas de frangos de corte // *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2003, Vol.32, pp. 200-207.
- [18] Koumoutsis A., Chen X-H., Henne A. et al. Structural and functional characterization of gene clusters directing nonribosomal synthesis of bioactive cyclic lipopeptides in *Bacillus amyloliquefaciens* strain FZB42 // *J. Bacteriol.*, 2004, Vol.186, №4, pp. 1084-1096.
- [19] Пересыпкин В.Ф. Болезни зерновых культур. – М.: Колос, 1979, 384 с.
- [20] Коршунова А.Ф., Чумаков А.С., Щекочихина Р.И. Защита пшеницы от корневых гнилей, Л.: ВИЗР, 1976, 34 с.
- [21] Кузьмина Л.Ю., Логинов О.Н., Бойко Т.Ф. и др. Эффективность бактериальных препаратов при защите растений яровой пшеницы от твердой головни // *Сельскохозяйственная биология. Сер. Биология растений*, 2003, №5, С. 69-73.
- [22] Чулкина В.А. Корневые гнили злаков. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1985, 189 с.
- [23] Щербаков А.В., Заплаткин А.Н., Чеботарь В.К. Эпифитные бактерии, населяющие семена пшеницы, перспективные продуценты микробных препаратов для сельского хозяйства // *Достижения науки и техники АПК*, 2003, вып.№7, С.35-38.
- [24] Хайруллин Р.М., Минина Т.С., Иргалина Р.Ш. и др. Эффективность новых эндوفитных штаммов *Bacillus subtilis* в повышении устойчивости пшеницы к болезням // *Вестник Оренбург. Гос. Ун-та*, 2009, в.2, С.133-137.
- [25] Хайруллин Р.М., Недорезков В.Д., Уразбахтина Н.А. и др. Пути повышения устойчивости пшеницы к болезням эндوفитными штаммами *Bacillus subtilis* // *Индукцированный иммунитет сельскохозяйственных культур – важное направление в защите растений (материалы Всероссийского научно-практической конференции. – Большие Вяземы – С.Пб.: 2006, С.58-62.*
- [26] Sturz A.V., Nowak J. Endophytic Communities of Rhizobacteria and the Strategies Required to Create Yield Enhancing Associations with Crops // *Appl. Soil Ecol.* 2000, Vol.15, pp.183-190.
- [27] Antoun H., Prévost D. Ecology of Plant Growth Promoting Rhizobacteria // *PGPR: Biocontrol and Biofertilization / Ed. Siddiqui Z.A. Dordrecht: Kluwer*, 2005, pp. 1-38.
- [28] Шапошников А.И., Белимов А.А., Кравченко Д.М., Виванко Д.М. Взаимодействие ризосферных бактерий с растениями: механизмы образования и факторы эффективности ассоциативных симбиозов (обзор) // *Сельскохозяйственная биология*, 2011, №3, С.16-22.
- [29] Vaca B.E., Elmerich C. Microbial Production of Plant Hormones // *Associative and Endophytic Nitrogen-Fixing Bacteria and Cyanobacterial Associations / Eds Elmerich C., Newton W.E. Berlin: Springer-Verlag*, 2007, pp. 113-143.
- [30] Белимов А.А. Взаимодействие ассоциативных бактерий и растений в зависимости от биотических и абиотических факторов / Автореф. дисс... докт. сельхоз. наук. СПб. 2008, 46с.
- [31] А. А. Егоршина, Р. М. Хайруллин, А. Р. Сахобутдинова, М. А. Лукьянцев. Участие фитогормонов в формировании взаимоотношений проростков пшеницы с эндوفитным штаммом *Bacillus subtilis* 11ВМ // *Физиология растений* 2012, Т.59, № 1, С.148-155.
- [32] Веселов Д.С., Веселов С.Ю., Высоцкая Л.Б. и др. Гормоны растений: регуляция концентрации, связь с ростом и водным обменом. М.: Наука, 2007, 158 с.
- [33] Thakuria D., Talukdar N.C., Goswami C. et al. Characterization and screening of bacteria from rhizosphere of rice grown in acidic soils of Assam. // *Curr. Sci.* 2004, Vol.86, pp. 978-685.

- [34] Pérez-García A., Romero D., de Vicente A. Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological application of Bacilli in agriculture // *Curr. Opin. Biotechnol.* 2011, Vol.22, pp. 1-7.
- [35] Rodriguez J.B., Self J.R., Soltanpour P.N. Optimal conditions for phosphorus analysis by the ascorbic acid-molybdenum blue method. // *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1999, Vol.58, pp. 866-870.
- [36] Selosse M.-A., Baudoin E., Vandenkoornhuysen P. Symbiotic microorganisms, a key for ecological success and protection of plants. // *C. R. Biologies.* 2004, Vol. 327, pp. 639-648.
- [37] Недорезков В.Д. Биологическое обоснование применения эндофитных бактерий в защите пшеницы от болезней на Южном Урале. // Уфа: Дис...докт. сельхоз. наук. - СПб: ВИЗР, 2003, 284 с.
- [38] Хайруллин Р.М., Недорезков В.Д., Мубинов И.Г., Захарова Р.Ш. Повышение устойчивости пшеницы к абиотическим стрессам эндофитным штаммом *Bacillus subtilis* // *Вестник Оренбург. Гос. Ун-та*, 2007, в. №2, С.129-134.
- [39] Добровольская Т.Т. Структура почвенных бактериальных ассоциаций. М.: Академкнига, 2002, 281с.
- [40] Муродова С.С., Давранов К.Д. Комплексные микробные препараты, применяемые в сельскохозяйственной практике // *Biotechnology Acta*, 2014, вып.7, № 6, С. 92-102.

REFERENCES

- [1] Tihonovich I.A., Provorov N.A. Simbiozy rastenij i mikroorganizmov: molekulyarnaya genetika agrosistem budushchego. *SPb.: Izd-vo SPbU*, 2009, 209 s. (in Russ.).
- [2] Zhuchenko A.A. Resursnyj potencial proizvodstva zerna v Rossii (teoriya i praktika) M.: *OOO «Izd-vo Agrorus»*, 2004, 110 s. (in Russ.).
- [3] Ayupov D.Eh., Rybalkin M.S., Tojgel'din A.L. Izuchenie fundamental'nyh osnov vzaimodejstviya mikroorganizmov, fitopatogenov i sel'skohozyajstvennyh rastenij s cel'yu sozdaniya ehffektivnyh kompleksnyh fungicidnyh i bakteriocidnyh mikrobnnyh preparatov. *Molod. innovac. forum Privolzhskogo feder. okruga. Konkurs n.-tekhn. tvorchestva molodezhi (NTTM). Internet sajta: http: ifyulsturu.Ul'yanovsk*, 2015, 08.24.15. (in Russ.).
- [4] Zlotnikov A.K. EHndofit – drug rasteniya. *Internet-zhurnal «Kommercheskaya biotekhnologiya» http; www.cbio. ru materialam agentstva «Informnauka»*, 2015, 08.22.15. (in Russ.).
- [5] Hoitink H. New approaches to plant disease and pest management: *Alternatives to pesticides*. [http: www.plpa.agri.umn.edu.plpagrads.abstracts.htm](http://www.plpa.agri.umn.edu.plpagrads.abstracts.htm), 20.08.15. (in Eng.).
- [6] Gwinn D.K., Blank C.A., Cole A.M., Pless D.C. Resistance of endophyte tall fescue seedlings to pathogens and pest. <http://ohd.ag.utk.edu/pss.fescue.fesart.9.html>, 1998. (in Eng.).
- [7] Hallmann J., Rodriguez-Kabana R., Kloepper J.W. Chitin-mediated changes in bacterial communities of the soil rhizosphere and within roots of cotton in relation to nematode control. *Soil Biol. Biochem*, 1999, Vol.31, №10, pp. 551-560. (in Eng.).
- [8] Menlikiev M.Ya., Sultanova M.H., Sharipova N.U. Vozmozhnosti biologicheskoy immunizacii hlochatnika ehndofitnymi bakteriyami. *Problemy genetiki, selekcii i intensivnoj tekhnologii sel'skohozyajstvennyh kul'tur. Dushanbe*, 1987, S.76-77. (in Russ.).
- [9] Menlikev M.Ya., Bajguzina F.A., Pusenkova L.I., Sorokulova I.B. Biologicheskaya immunizaciya rastenij ehndofitnymi bakteriyami. *Problemy selekcii i intensifikacii zemledeliya v Bashkortostane. Ufa, BNIIZS*, 1997. S. 75-76. (in Russ.).
- [10] Menlikiev M.Ya., Nedorezkov V.D., Van'yanc G.M. Kak ehndofitnye bakterii zashchishchayut rasteniya. *Agro XXI*. 2001, №2, S. 14-15. (in Russ.).
- [11] Ponyataev A.T. Griby-ehndofity. *Zashchita i karantin rastenij*, 1999, №9, S. 32-35. (in Russ.).
- [12] Chen C., Bauske E.M., Musson G. et al. Biological control of Fusarium wilt on cotton by use of endophytic bacteria. *Biological Control*. 1995, Vol. 5, №1, pp. 83-91. (in Eng.).
- [13] Hannaway D., Fransen S. Cropper perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) [http: eesc. Orst. Edu, agcomwebfile.edmat.html](http://eesc.Orst.Edu, agcomwebfile.edmat.html). *Pnw. Pnw 503. Complete.html*, 23.08.15. (in Eng.).
- [14] Hockenull J. The use of antagonistic endophytic bacteria to control black rot (*Xanthomonas campestris* sp. *Campestris*) of Brassica spp. In Zimbabwe, <http://www.plbio.kvl.dk, annual patologii.htm>, 23.08.15. (in Eng.).
- [15] Ramamoorthy V., Viswanathan R., Raguchandera T. et al. Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases. *Crop Protec.* 2001, Vol.20, №1, pp. 1-11. (in Eng.).
- [16] Berg G., Eberl L., Hartmann A. The rhizosphere as a reservoir for opportunistic human pathogenic bacteria. *Environ. Microbiol.* 2005, Vol.7, pp. 1673-1685. (in Eng.).
- [17] Lima A.C.F., Pizauro J.M. Macari M., Malheiros E.B. Efeito do uso de probióticos sobre o desempenho e a atividade de enzimas digestivas de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2003, Vol.32, pp. 200-207. (in Eng.).
- [18] Koumoutsis A., Chen X-H., Henne A. et al. Structural and functional characterization of gene clusters directing nonribosomal synthesis of bioactive cyclic lipopeptides in *Bacillus amyloquelicifaciens* strain FZB42. *J. Bacteriol.* 2004, Vol.186, №4, pp. 1084-1096. (in Eng.).
- [19] Peresyepkin V.F. Bolezni zernovyh kul'tur. M.: *Kolos*, 1979, 384 s. (in Russ.).
- [20] Korshunova A.F., Chumakov A.S., SHCHekochihina R.I. Zashchita pshenicy ot kornevyh gnilej, L.: *VIZR*, 1976, 34 s. (in Russ.).
- [21] Kuz'mina L.Yu. Loginov O.N., Bojko T.F. i dr. Effektivnost' bakterial'nyh preparatov pri zashchite rastenij yarovoj pshenicy ot tvrdoj golovni. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya. Ser. Biologiya rastenij*, 2003, №5, S. 69-73. (in Russ.).
- [22] Chulkina V.A. Kornevye gnili zlakov. *Novosibirsk: Nauka, Sibirskoe otdelenie*, 1985, 189 s. (in Russ.).
- [23] Sherbakov A.V., Zaplatkin A.N., Chebotar' V.K. Ehpifitnye bakterii, naselyayushchie semena pshenicy, perspektivnye producenty mikrobnnyh preparatov dlya sel'skogo hozyajstva. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2003, №7, S.35-38. (in Russ.).
- [24] Hajrullin R.M., Minina T.S., Irgalina R.S.H. i dr. Effektivnost' novyh ehndofitnyh shtammov *Bacillus subtilis* v povyshenii ustojchivosti pshenicy k bolezniam. *Vestnik Orenburg. Gos. Un-ta*, 2009, v.2, S.133-137. (in Russ.).

- [25] Hajrullin R.M., Nedorezkov V.D., Urazbahtina N.A. i dr. Puti povysheniya ustojchivosti pshenicy k boleznyam ehndofitnymi shtammami *Vacillus subtilis*. Inducirovannyj immunitet sel'skohozyajstvennyh kul'tur – vazhnoe napravlenie v zashchite rastenij (materialy Vserossijskogo nauchno-prakticheskoy konferencii. *Bol'shie Vyazemy. S.Pb.*: 2006, S.58-62. (in Russ.).
- [26] Sturz A.V., Nowak J. Endophytic Communities of Rhizobacteria and the Strategies Required to Create Yield Enhancing Associations with Crops. *Appl. Soil Ecol.* 2000, Vol. 15, pp. 183-190. (in Eng.).
- [27] Antoun H., Prévost D. Ecology of Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *PGPR: Biocontrol and Biofertilization. Ed. Siddiqui Z.A. Dordrecht: Kluwer, 2005*, pp. 1-38. (in Eng.).
- [28] Shaposhnikov A.I., Belimov A.A., Kravchenko D.M., Vivanko D.M. Vzaimodejstvie rizosfernyh bakterij s rasteniyami: mekhanizmy obrazovaniya i faktory ehffektivnosti asociativnyh simbiozov (obzor). *Sel'skhoz. Biologiya*, 2011, №3, S.16-22. (in Russ.).
- [29] Baca B.E., Elmerich C. Microbial Production of Plant Hormones. Associative and Endophytic Nitrogen-Fixing Bacteria and Cyanobacterial Associations. *Eds Elmerich C., Newton W.E. Berlin: Springer-Verlag, 2007*, pp. 113-143. (in Eng.).
- [30] Belimov A.A. Vzaimodejstvie asociativnyh bakterij i rastenij v zavisimosti ot bioticheskikh i abioticheskikh faktorov. *Avto-ref. diss...dokt. sel'hoz.nauk. SPb.* 2008, 46s. (in Russ.).
- [31] A. A. Egorshina, R. M. Hajrullin, A. R. Sahabutdinova, M. A. Luk'yancev. Uchastie fitogormonov v formirovanii vzaimootnoshenij prorostkov pshenicy s ehndofitnym shtammom *Bacillus subtilis* 11VM. *Fiziologiya rastenij*, 2012, T.59, № 1, S.148-155. (in Russ.).
- [32] Veselov D.S., Veselov S.Yu., Vysockaya L.B. i dr. Gormony rastenij: regulyaciya koncentracii, svyaz' s rostom i vodnym obmenom. *M.: Nauka, 2007*, 158 s. (in Russ.).
- [33] Thakuria D., Talukdar I N.C., Goswami I C. et al. Characterization and screening of bacteria from rhizosphere of rice grown in acidic soils of Assam. *Curr. Sci.* 2004, Vol.86, pp. 978-685. (in Eng.).
- [34] Pérez-García A., Romero D., de Vicente A. Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological application of Bacilli in agriculture. *Curr. Opin. Biotechnol.* 2011, Vol.22, pp. 1-7. (in Eng.).
- [35] Rodriguez J.B., Self J.R., Soltanpour P.N. Optimal conditions for phosphorus analysis by the ascorbic acid-molybdenum blue method. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1999, Vol.58, pp. 866-870. (in Eng.).
- [36] Selosse M.-A., Baudoin E., Vandenkoornhuysse P. Symbiotic microorganisms, a key for ecological success and protection of plants. *C. R. Biologies.* 2004, Vol. 327, pp. 639–648. (in Eng.).
- [37] Veselov D.S., Veselov S.YU., Vysockaya L.B. i dr. Gormony rastenij: regulyaciya koncentracii, svyaz' s rostom i vodnym obmenom. *M.: Nauka, 2007*, 158 s. (in Russ.).
- [38] Hajrullin R.M., Nedorezkov V.D., Mubinov I.G., Zaharova R.SH. Povyshenie ustojchivosti pshenicy k abioticheskim stressam ehndofitnym shtammom *Bacillus subtilis*. *Vestnik Orenburg. Gos. Un-ta*, 2007, №2, S.129-134. (in Russ.).
- [39] Dobrovolskaya T.T. Struktura pochvennyh bakterial'nyh asociacij. *M.: Akademkniga, 2002*, 281s. (in Russ.).
- [40] Murodova S.S., Davranov K.D. Kompleksnye mikrobnye preparaty, primenyayemye v sel'skohozyajstvennoj praktike. *Biotechnology Acta*, 2014, vyp.7, № 6, S. 92-102. (in Russ.).

ЭДОФИТТЫ БАКТЕРИЯЛАРДЫ БИДАЙДЫ ҚОРҒАУ МЕН ӨНІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ҮШІН ҚОЛДАНУ (жалпы шолу)

М. Г. Саубенова, Т. В. Кузнецова

РМК «Микробиология және вирусология институты» ҚР БҒМ ҒК, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: эндофитті микроорганизмдер, симбиоз, бидай, топырақ, өсімдікті қорғау, фитопатогендер, микробиологиялық препараттар, азық-түлік қауіпсіздігі, бәсекеге қабілеттілік, биотыңайтқыш.

Аннотация. Қазіргі кезде әдебиеттерде жоғары сатылы өсімдіктермен біріктірілген және өсімдік фитогормондары мен дәрумендері, молекулалық азот фиксациясы үшін қажетті синтез негізінде олардың өсуін және дамуын стимулдейтін, сонымен қатар бактериялық және саңырауқұлақ ауруын тежейтін бактериялар туралы кең ауқымды мәліметтер айтарлықтай жинақталған. Жоғары тиімділікті микробтық препараттар мен тыңайтқышты жасап шығаруға мүмкіндік туғызатын, бұршақты және бұршақты емес өсімдіктердің ішкі тіні және тамыры орналастырылатын биологиялық микроорганизмдерді тиімді қолдану мысалдары келтіріледі. Фитопатоген секілді эндофиттер сол экологиялық қуыстар шоғырланады деп көрсетіледі және осы негізде потенциалды "биобақылау" агенттері ретінде қарастырылуы мүмкін. Эндофитті микроорганизмдер өсімдік тіндеріне түсе отырып, тұрақты рН ортасы, ылғалдылық, қоректік заттар және басқа микроорганизмдер саны жағынан бәсекелестіктің жоғы есебінен ризосфера және филлосферада мекендейтін микроорганизмдер алдында айтарлықтай артықшылығы болады. Олардың негізінде өндірілетін биопрепараттар өндірісі үшін шығындар өсімдік – қожайынының физиологиялық жағдайының жақсаруы және оның өнімділігінің жоғарылауы есебінен толығымен жабылады. Осыған байланысты өсімдіктерді аурулардан және қолайсыз орта факторлардан сақтауға қабілетті эндофиттерді іздеу, осындай микроорганизмдердің қасиетін зерттеу және олардың негізінде тиімді биопрепараттар өндіру өсімдікті қорғаудың өзекті мәселесі болып табылады.

Поступила 31.07.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 5, Number 311 (2015), 78 – 83

**APPLICATION TO ENZYME PREPARATIONS
IN BREAD MAKING**

Zh. K. Saduyeva, R. K. Blieva, Zh. B. Suleimenova

RSE «Institute of Microbiology and Virology» CS MES RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: saduyeva@mail.ru

Keywords: enzymes, baking industry, amylase, protease, hemicellulase.

Abstract. In a review of some aspects of the use of various enzymes in the production of bakery and confectionery products. Each year, are developed and implemented hundreds of new ingredients, including enzyme preparations and supplements are different advantages. Chief among them – a natural origin and high specificity of action, thus ensuring absolute environmental finished products and the absence of adverse effects occurring in the later stages of technology. In practice enzymes allow bakers to expand the range of the enterprise and how to save raw materials and energy. The use of enzymes in baking allows you to balance the natural catalyzing compounds in various grain crops, which ensures standardization and consistency properties of the flour. Enzymes can replace a variety used in bakery and confectionery production chemical agents. Applied in bakery chain amylase digested starch to dextrin and certain sugars, increase the maturation of the test, a beneficial effect on the formation of taste and provide a substrate yeast. Protease weaken the gluten protein and give the dough elasticity. Hemicellulases and test pentosanase give greater stability and enhance its growth. New enzyme for bakery – transglutaminase – contributes to the formation of crosslinks between molecules of the protein gluten and thus improves the rheological properties of the dough during baking and contributes to formation of optimum performance characteristics. The addition of enzymes is very beneficial in the manufacture of wafers, cakes and crackers.

УДК 579.873.71.017.7

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ
В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ**

Ж. К. Садуева, Р. К. Блиева, Ж. Б. Сулейменова

РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: ферменты, хлебопекарная промышленность, амилазы, протеазы, гемицеллюлазы.

Аннотация. В обзоре рассмотрены некоторые аспекты использования различных ферментов в производстве хлебобулочных и кондитерских изделий. Ежегодно разрабатываются и внедряются сотни новых ингредиентов, среди них ферментные препараты и добавки отличаются рядом преимуществ. Главные из них – природное происхождение и высокая специфичность действия, что позволяет обеспечивать абсолютную экологичность готовых продуктов и отсутствие отрицательных эффектов, проявляющихся на поздних стадиях технологии. В практической деятельности ферменты позволяют пекарям расширить ассортимент своего предприятия и сэкономить как сырье, так и энергоносители. Применение ферментов в хлебопечении дает возможность сбалансировать содержание природных катализирующих соединений в зерне разных урожаев, что обеспечивает стандартизацию и постоянство свойств муки. Ферменты способны заменять различные применяемые в хлебопечении и кондитерском производстве химические агенты. Применяемые в хлебопечении амилазы расщепляют цепочку крахмала до декстринов и отдельных сахаров, усиливают созревание теста, благотворно влияют на формирование вкуса и обеспечивают субстратом дрожжи. Протеазы ослабляют белок клейковины и придают тесту эластичность. Гемицеллюлазы и пентозаназы придают тесту

большую стабильность и увеличивают его подъем. Новый для хлебопечения фермент – трансглутаминаза – способствует образованию поперечных связей между молекулами клейковинного белка и таким образом улучшает реологические свойства теста в процессе выпечки и способствует формированию оптимальных характеристик теста. Добавление ферментов очень благоприятно сказывается при изготовлении вафель, пирожков и крекеров.

Современную хлебопекарную промышленность можно отнести к высокоэффективным динамично развивающимся отраслям агропромышленного комплекса [1, 2]. Эффективность управления и регулирования хлебопекарного производства определяется применением системы обеспечения качества готовой продукции, основным элементом которой является использование разных пищевых добавок. Специальные добавки – улучшители применяются в хлебопекарной промышленности более 70 лет. Их можно разделить на несколько групп:

– Окислители: повышают газоудерживающую способность теста, укрепляют клейковину, ВПС муки.

– Восстановители: повышают растяжимость клейковины, способствуют ускорению замеса теста, улучшают свойства теста при сокращенном тестоведении.

– Ферментные препараты: повышают в тесте количество сбраживаемых сахаров, повышают газообразование в тесте, растяжимость теста, увеличивают объем хлеба, пористость.

– Эмульгаторы: способствуют получению водо-жировых эмульсий, улучшают реологические свойства теста (укрепляя или расслабляя клейковину), повышают объем хлеба.

– Стимуляторы брожения: являются источником азотного питания для дрожжей, регулируют активную кислотность теста.

– Комбинированные улучшители: состоят из двух или нескольких веществ, оказывающих различное влияние на компоненты теста.

– Модифицированные крахмалы – улучшают качество хлеба, замедляют черствение [3-6].

Вопрос о природе воздействия того или иного улучшителя неразрывно связан с вопросом оценки его с позиций санитарии и гигиены питания. Важным моментом является определение оптимальных дозировок улучшителей, так как многие из них при превышении доз могут оказать резко отрицательное влияние на свойства полуфабрикатов и хлеба. Эффективное использование улучшителей возможно только при точном знании того, что в муке нуждается в улучшении, в каком направлении нужно воздействовать на ее компоненты для получения хлеба хорошего качества. Необходимость применения в хлебопечении экзогенных ферментов связана в основном с их недостатком, особенно в муке высших сортов, при получении которых удаляются периферийные части зерна, содержащие значительное количество ферментов. Главными задачами, решаемыми с помощью ферментов, являются повышение качества хлеба, особенно при использовании муки с низкими хлебопекарными свойствами и ускорение технологии его производства, прежде всего на наиболее длительном этапе – приготовлении теста [6-9].

В хлебопечении применяют разные группы ферментов, из которых амилолитические являются основной группой, используемой для интенсификации процесса приготовления теста и улучшения качества хлеба [10]. Ведущую роль в предотвращении черствения хлеба играют α -амилазы, расщепляющие полисахариды крахмала до декстринов, которые препятствуют его ретроградации (образованию новых водородных связей между цепочками олигосахаридов) и возникновению поперечных связей между молекулами крахмала и белков клейковины, ведущих к кристаллизации структуры хлеба (его черствению), протеазы, гемицеллюлазы и др. ферменты [11, 12].

Действие ферментов в тесте. Как известно, мука содержит три важнейших компонента: крахмал, белок клейковины и пентозаны. Тесто созревает в процессе поглощения воды и является основой всех хлебопродуктов. Вместе с тем компоненты муки поглощают влагу неодинаково. Крахмал, на долю которого приходится 68% массы пшеничной муки, впитывает лишь 50% влаги. Клейковина (содержание которой в муке около 12%) адсорбирует 27% воды, а пентозаны, которых в муке всего лишь 3%, поглощают 12% влаги [13].

Легко понять, почему модификация теста и прежде всего названных выше компонентов в такой степени влияет на созревание теста и качество готовых изделий. Соотношение крахмала, белка клейковины и пентозанов должно быть оптимальным. Как известно, ферменты, присутствующие в самом зерне, всегда участвуют в процессе получения хлебопродуктов. Амилазы

расщепляют цепочку крахмала до декстринов и отдельных сахаров, усиливают созревание теста, благотворно влияют на формирование вкуса и обеспечивают субстратом дрожжи. Протеазы ослабляют белок клейковины и придают тесту эластичность. Гемиллюлазы и пентозаназы придают тесту большую стабильность и увеличивают его подъем [14-16]. Амилазы, используемые в хлебопечении, получают из микробных культур рода *Aspergillus*. Причем такие ферментные добавки лучше адаптированы к рН теста и обеспечивают отличную стабильность и великолепное качество французского белого хлеба. Новый для хлебопечения фермент – трансглутаминаза – способствует образованию поперечных связей между молекулами клейковинного белка и таким образом улучшает реологические свойства теста в процессе выпечки. Прекрасно дополняя другие хлебопекарные ферменты, трансглутаминаза усиливает белок клейковины и способствует формированию оптимальных характеристик теста [17, 18].

Стабилизация теста. Наглядным и вместе с тем простым способом определения стабилизирующего эффекта ферментов на тесто является так называемый тест на оседание [9]. Тест на форму для выпечки, заполненную тестом, ставят на две деревянные дощечки, которые затем резким движением убирают, и тесто оседает под собственной тяжестью. При последующей выпечке стабильность теста легко определить визуально по относительному подъему. Стабилизирующее действие ферментов также используют при изготовлении изделий с высоким содержанием клетчатки. К примеру, при большом содержании в рецептуре отрубей нарушается оптимальное соотношение крахмала, глютена и пентозанов, что приводит к ухудшению свойств муки. В присутствии ферментных добавок основные компоненты муки стабилизируются и влияние клетчатки не сказывается на результате выпечки. В последние годы все больше пекарей применяют для изготовления хлебобулочных и кондитерских изделий тесто замедленного брожения и замороженные тестовые заготовки. В таких технологиях тесто замораживают, когда оно находится в процессе ферментации или после предварительного сбрасывания. Естественно, охлаждение и хранение при отрицательных температурах сильно влияет на свойства дрожжевого теста и в таких экстремальных условиях на помощь снова приходят ферментные добавки [20, 21].

Сохранение свежести хлеба. Ежегодно огромное количество готового хлеба и изделий из теста выбрасывается поскольку продукты черствеют. Наиболее часто причиной очерствения считается так называемая ретроградация крахмала – процесс восстановления и образования новых водородных связей между цепочками олигосахаридных остатков. В результате структура кристаллизуется, что и вызывает ощущение черствости хлеба. Если же исключить процесс рекомбинации водородных связей, то продукт дольше останется мягким и свежим. Помимо высокоспецифичных крахмалрасщепляющих амилазных добавок предлагаются ферментные препараты, обладающие вторичной активностью и оказывающие влияние на структуру теста и увеличение срока хранения. Такие ферменты модифицируют крахмал и другие компоненты, подавляя процесс ретроградации [22].

При изготовлении пирожков и крекеров очень важно, чтобы структура белка в тесте стала пластичной и прочной, а эластичность ослабла. В ряде других изделий, наоборот, желательно чтобы белок клейковины размягчился. В обоих случаях ферментные добавки дадут идеальный эффект. В отличие от грибных протеаз, которые ограниченно расщепляют определенные связи в молекуле клейковинного белка, бактериальные протеазы и папаин воздействуют на структуру клейковины интенсивнее; в итоге тесто получается более податливым.

Добавление ферментов очень благоприятно сказывается при изготовлении вафель [10]. Для получения взбитого жидкого вафельного теста (суспензии муки в водной среде) нужна мука с низким уровнем белка. Внесение протеаз как раз способствует расщеплению белка клейковины и препятствует коагуляции протеина. Тесто получается без комочков и не забивает форсунку при заливке в формы для выпечки. Ферментные препараты благотворно влияют на вязкость вафельного теста даже при пониженном содержании воды, что обеспечивает снижение энергозатрат на перекачку теста и выпаривание влаги при сушке. Готовые вафельные листы получаются однородными и менее ломкими [23-25].

Замена химических агентов. Раньше при подготовке теста для достижения определенных реологических характеристик широко практиковалось добавление различных химических веществ. В ряде стран многие пекари до сих пор их применяют (к примеру, в качестве окислителя берут

бромат калия). Однако помимо окисляющего эффекта бромат калия вызывает образование дисульфитных связей в белках клейковины, при этом повышается прочность теста. В результате при замесе увеличивается расход энергии, а при выпечке в присутствии бромата калия тесто сильно поднимается. Несколько ослабить тесто можно, если внести в ходе замеса аскорбиновую кислоту. Но с этой же целью лучше добавить фермент, что способствует релаксации и стабилизации теста. При этом также снизятся энергозатраты на замес, а тесто хорошо поднимется естественным образом. В практике хлебопечения часто в качестве восстановителя используют метабисульфат, который в отличие от бромата калия гидролизует дисульфидные мостики в белке. Взамен метабисульфата предлагаются протеазы, тогда тесто получается очень послушным и из него легко делать пирожки [26].

Замена эмульгаторов. Эмульгаторы, входящие в состав хлебопекарных стимуляторов, представляют собой соединения, гомогенизирующие тестовую массу. В большинстве своем они являются химическими агентами, и исследователи активно пытались заменить их природными биологическими веществами. Ими стали трансклутаминазы в сочетании с другими ферментами. В отличие от многих технических ферментных препаратов, которые в основном вызывают гидролиз, трансклутаминазы образуют новые связи между аминокислотами. Они катализируют реакцию переноса апильного остатка между лизином и глутамином, что усиливает пептидные цепочки и стабилизирует структуру белка [27, 28].

В последнее время развитие технологий, применяемых в хлебопекарной отрасли, в большой степени обусловлено внедрением разнообразных стимуляторов, обогатителей. Ежегодно разрабатываются и внедряются сотни новых ингредиентов, среди них ферментные препараты и добавки отличаются рядом преимуществ. Главные из них – природное происхождение и высокая специфичность действия, что позволяет обеспечивать абсолютную экологичность готовых продуктов и отсутствие отрицательных эффектов, проявляющихся на поздних стадиях технологии. Кроме того, в практической деятельности ферменты позволяют пекарям расширить ассортимент своего предприятия и сэкономить как сырье, так и энергоносители [29, 30].

Таким образом, основное преимущество ферментных препаратов – природное происхождение и высокая специфичность действия, что позволяет обеспечивать абсолютную экологичность готовых продуктов и отсутствие отрицательных эффектов, проявляющихся на поздних стадиях технологии. Кроме того, в практической деятельности ферменты позволяют пекарям расширить ассортимент продукции и сэкономить как сырье, так и энергоносители.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Manuela Mariotti et al. Barley flour exploitation in sourdough bread-making: A technological, nutritional and sensory evaluation, *LWT - Food Science and Technology*, Vol. 59, Issue 2, Part 1, 2014, P. 973–980.
- [2] Hidalgo A., Brandolini A. Bread from Wheat Flour, *Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition)*, 2014, 308 p.
- [3] Luz Altunaa, Pablo D. Ribottab, Carmen C. Tadinia Effect of a combination of enzymes on dough rheology and physical and sensory properties of bread enriched with resistant starch, *Food Science and Technology*, Vol. 64, Issue 2, 2015, P. 867–873.
- [4] Virgilio Giannone et al. A novel α -amylase-lipase formulation as anti-staling agent in durum wheat bread, *LWT - Food Science and Technology*, Vol. 65, 2016, P. 381–389.
- [5] Jinhee Yia, William L. Kerr Combined effects of dough freezing and storage conditions on bread quality factors, *Journal of Food Engineering*, Vol. 93, Issue 4, 2009, P. 495–501.
- [6] Rodrigo Baravalle, Gustavo Ariel Patow, Claudio Delrieux Procedural bread making, *Computers & Graphics Volume 50*, August 2015, P. 13–24.
- [7] Caballero P.A., Gómez M., Rosell C.M. Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination, *Journal of Food Engineering*, vol. 81, issue 1, 2007, P. 42–53.
- [8] Hans Goesaert, Louise Slade, Harry Levine, Jan A. Delcour Amylases and bread firming – an integrated view, *Journal of Cereal Science*, Vol. 50, Issue 3, 2009, P. 345–352.
- [9] Bert Lagrain, Pedro Leman, Hans Goesaert, Jan A. Delcour Impact of thermostable amylases during breadmaking on wheat bread crumb structure and texture, *Food Research International*, Vol. 41, Issue 8, 2008, P. 819–827.
- [10] Rani Gupta, Pareshe Gigras, Harapriya Mohapatra, Vineet Kumar Goswami, Bhavna Chauhan Microbial α -amylases: a biotechnological perspective, *Process Biochemistry*, Vol. 38, Issue 11, 2003, P. 1599–1616.
- [11] Poutanen K. Enzymes: An important tool in the improvement of the quality of cereal foods, *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 8, Issue 9, 1997, P. 300–306.
- [12] Baninder S. Sroana, Scott R. Beanb, Finlay MacRitchiea. Mechanism of gas cell stabilization in bread making. I. The primary gluten–starch matrix, *Journal of Cereal Science*, Vol. 49, Issue 1, 2009, P. 32–40.

- [13] Bert Lagrain, Pedro Leman, Hans Goesaert, Jan A. Delcour Impact of thermostable amylases during bread making on wheat bread crumb structure and texture, *Food Research International*, Vol.41, Issue 8, October 2008, P. 819–827.
- [14] Arpita Mondal, A.K. Datta Bread baking – A review, *Journal of Food Engineering*, Vol.86, Issue 4, June 2008, P. 465–474.
- [15] Kent N.L., Evers A.D. Bread-baking Technology, *Kent's Technology of Cereals (Fourth Edition)*, 1994, P. 191–217.
- [16] Давыденко Н.И., Шевелева Г.И. Технология хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, Учебное пособие Кемерово, 2008, 91 с.
- [17] Ауэрман Л. Я. Технология хлебопекарного производства, Санкт-Петербург, 2005, 415 с.
- [18] Stampfli L., Nersten B. Emulsifiers in bread making, *Food Chemistry*, Vol. 52, Issue 4, 1995, P. 353–360.
- [19] Емелина Ю.В., Василюк И.М., Шарова Н.Ю. Испытание нового ферментного препарата кислотостабильных амилаз в хлебопекарном производстве, Сборник «Актуальные проблемы биоинженерии». Деп. в ВИНТИ 17.03.2003, № 460-В, 2003, С. 35-41.
- [20] Емелина Ю.В., Василюк И.М., Шарова Н.Ю. Влияние нового комплексного ферментного препарата кислотостабильных амилаз на изменение содержания редуцирующих Сахаров в процессе приготовления хлеба, *Известия СПбГУНиПТ*, №1, 2003, С. 69-70.
- [21] Емелина Ю.В., Василюк И.М., Шарова Н.Ю. Сравнительные исследования действия ферментных препаратов в условиях тестоведения, Сборник «Актуальные вопросы техники пищевых производств». Деп. в ВИНТИ 2.04.2004, № 546-В, 2004, С. 59-61.
- [22] Шарова Н.Ю., Никифорова Т.А., Комов В.П., Емелина Ю.В. Технологические аспекты получения и применения кислотостабильных амилаз, продуцируемых *Aspergillus niger* при биосинтезе лимонной кислоты, Тез. док. 2-ого Международного научно-практического симпозиума «Микробные биокатализаторы и перспективы развития ферментных технологий в перерабатывающих отраслях АПК», М., 2004, С. 286-289.
- [23] Степичева Н. В. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий, Основы технологии хлебопекарного производства, ISBN 5-9616-0145-5, 2005, 152 с.
- [24] Капельянец Л.В. Использование ферментов в хлебопечении, *Харчова наука і технологія*, № 1(6), 2009, С. 34-38.
- [25] Van Oort, M. Enzymes in bread making, *Enzymes in Food Technology*, Chichester: Wiley-Blackwell, ISBN 978-1-4051-8366-6, 2009, P. 103-143.
- [26] BeMiller, J. Whistler, R. Starch: chemistry and technology, James BeMiller, Roy Whistler; 3th edition; – Ed.: Elsevier Inc., ISBN 978-0-12-746275-2, 2009, P. 900.
- [27] Williams, T. Functional Ingredients, *Technology of Breadmaking*, Ed. by S. P. Cauvain, L. S. Young. – 2nd ed, Berlin : Springer, ISBN 978-0387-38563-1, 2007, P. 51-91.
- [28] Blaszcak W. and et. al. Structural changes in the wheat dough and bread with the addition of alpha-amylases, *European Food Research and Technology*, Vol. 219, № 4, 2004, P. 348-354.
- [29] Шарова Н.Ю., Никифорова Т.А., Емелина Ю.В. Применение новой пищевой добавки, Тез. док. Международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество», Новосибирск, 2004, С. 290-293.
- [30] Lagrain B. and et. al. Impact of thermostable amylases during bread making on wheat bread crumb structure and texture, *Food Research International*, Vol. 41, № 8, 2008, P. 819-827.

REFERENCES

- [1] Manuela Mariotti et al. Barley flour exploitation in sourdough bread-making: A technological, nutritional and sensory evaluation, *LWT - Food Science and Technology*, Vol. 59, Issue 2, Part 1, 2014, P. 973–980. (in Eng.).
- [2] Hidalgo A., Brandolini A. Bread from Wheat Flour, *Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition)*, 2014, 308 p. (in Eng.).
- [3] Luz Altunaa, Pablo D. Ribottab, Carmen C. Tadinia Effect of a combination of enzymes on dough rheology and physical and sensory properties of bread enriched with resistant starch, *Food Science and Technology*, Vol. 64, Issue 2, 2015, P. 867–873. (in Eng.).
- [4] Virgilio Giannone et al. A novel α -amylase-lipase formulation as anti-staling agent in durum wheat bread, *LWT - Food Science and Technology*, Vol. 65, 2016, P. 381–389. (in Eng.).
- [5] Jinhee Yia, William L. Kerr Combined effects of dough freezing and storage conditions on bread quality factors, *Journal of Food Engineering*, Vol. 93, Issue 4, 2009, P. 495–501. (in Eng.).
- [6] Rodrigo Baravalle, Gustavo Ariel Patow, Claudio Delrieux Procedural bread making, *Computers & Graphics Volume 50*, August 2015, P. 13–24. (in Eng.).
- [7] Caballero P.A., Gómez M., Rosell C.M. Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination, *Journal of Food Engineering*, vol. 81, issue 1, 2007, P. 42-53. (in Eng.).
- [8] Hans Goesaert, Louise Slade, Harry Levine, Jan A. Delcour Amylases and bread firming – an integrated view, *Journal of Cereal Science*, Vol. 50, Issue 3, 2009, P. 345-352. (in Eng.).
- [9] Bert Lagrain, Pedro Leman, Hans Goesaert, Jan A. Delcour Impact of thermostable amylases during breadmaking on wheat bread crumb structure and texture, *Food Research International*, Vol. 41, Issue 8, 2008, P. 819-827. (in Eng.).
- [10] Rani Gupta, Pares Gigras, Harapriya Mohapatra, Vineet Kumar Goswami, Bhavna Chauhan Microbial α -amylases: a biotechnological perspective, *Process Biochemistry*, Vol. 38, Issue 11, 2003, P. 1599-1616. (in Eng.).
- [11] Poutanen K. Enzymes: An important tool in the improvement of the quality of cereal foods, *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 8, Issue 9, 1997, P. 300–306. (in Eng.).
- [12] Baninder S. Sroana, Scott R. Beanb, Finlay MacRitchiea. Mechanism of gas cell stabilization in bread making. I. The primary gluten–starch matrix, *Journal of Cereal Science*, Vol. 49, Issue 1, 2009, P. 32–40. (in Eng.).

- [13] Bert Lagrain, Pedro Leman¹, Hans Goesart, Jan A. Delcour Impact of thermostable amylases during bread making on wheat bread crumb structure and texture, *Food Research International*, Vol.41, Issue 8, October 2008, P. 819–827. (in Eng.).
- [14] Arpita Mondal, A.K. Datta Bread baking – A review, *Journal of Food Engineering*, Vol.86, Issue 4, June 2008, P. 465–474. (in Eng.).
- [15] Kent N.L., Evers A.D. Bread-baking Technology, *Kent's Technology of Cereals* (Fourth Edition), 1994, P. 191–217. (in Eng.).
- [16] Davydenko N.I., Sheveleva G.I. Tehnologija hlebobulochnyh i muchnyh konditerskih izdelij, *Uchebnoe posobie Kemerovo*, 2008, 91 s. (in Russ.) (in Eng.).
- [17] Aujerman L. Ja. Tehnologija hlebopekarnogo proizvodstva, Sankt-Peterburg, 2005, 415 s. (in Russ.).
- [18] Stampfli L., Nersten B. Emulsifiers in bread making, *Food Chemistry*, Vol. 52, Issue 4, 1995, P. 353–360. (in Eng.).
- [19] Emelina Ju.V., Vasiliniec I.M., Sharova N.Ju. Ispytanie novogo fermentnogo preparata kislotostabil'nyh amilaz v hlebopekarnom proizvodstve, *Sbornik «Aktual'nye problemy bioinzhenerii»*. Dep. v VINITI 17.03.2003, № 460-V, 2003, S. 35-41. (in Russ.).
- [20] Emelina Ju.V., Vasiliniec I.M., Sharova N.Ju. Vlijanie novogo kompleksnogo fermentnogo preparata kislotostabil'nyh amilaz na izmenenie sodержaniya reducirovushchih Saharov v processe prigotovlenija hleba, *Izvestija SPbGUNIPT*, №1, 2003, S. 69-70. (in Russ.).
- [21] Emelina Ju.V., Vasiliniec I.M., Sharova N.Ju. Sravnitel'nye issledovanija dejstvija fermentnyh preparatov v uslovijah testirovaniya, *Sbornik «Aktual'nye voprosy tehniki pishhevyyh proizvodstv»*. Dep. v VINITI 2.04.2004, № 546-V, 2004, S. 59-61. (in Russ.).
- [22] Sharova N.Ju., Nikiforova T.A., Komov V.P., Emelina Ju.V. Tehnologicheskie aspekty polucheniya i primeneniya kislotostabil'nyh amilaz, producirovemyh *Aspergillus niger* pri biosinteze limonnoj kisloty, *Tez. dok. 2-ogo Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo simpoziuma «Mikrobnye biokatalizatory i perspektivy razvitiya fermentnyh tehnologij v pererabatyvajushchih otrasljah APK»*, M., 2004, S. 286-289. (in Russ.).
- [23] Stepycheva N. V. Tehnologija hleba, konditerskih i makaronnyh izdelij, *Osnovy tehnologii hlebopekarnogo proizvodstva*, ISBN 5-9616-0145-5, 2005, 152 s. (in Russ.).
- [24] Kaprel'janc L.V. Ispolzovanie fermentov v hlebopechenii, *Harchova nauka i tehnologija*, № 1(6), 2009, S. 34-38. (in Russ.).
- [25] Van Oort, M. Enzymes in bread making, *Enzymes in Food Technology*, Chichester: Wiley-Blackwell, ISBN 978-1-4051-8366-6, 2009, P. 103-143. (in Eng.).
- [26] BeMiller, J. Whistler, R. Starch: chemistry and technology, James BeMiller, Roy Whistler; 3th edition; – Ed.: Elsevier Inc., ISBN 978-0-12-746275-2, 2009, P. 900. (in Eng.).
- [27] Williams, T. Functional Ingredients, *Technology of Breadmaking*, Ed. by S. P. Cauvain, L. S. Young. – 2nd ed, Berlin : Springer, ISBN 978-0387-38563-1, 2007, P. 51-91. (in Eng.).
- [28] Blaszcak W. and et. al. Structural changes in the wheat dough and bread with the addition of alpha-amylases, *European Food Research and Technology*, Vol. 219, № 4, 2004, P. 348-354. (in Eng.).
- [29] Sharova N.Ju., Nikiforova T.A., Emelina Ju.V. Primenenie novoj pishhevoj dobavki, *Tez. dok. Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Pishha. Jekologija. Kachestvo»*, Novosibirsk, 2004, S. 290-293. (in Russ.).
- [30] Lagrain B. and et. al. Impact of thermostable amylases during bread making on wheat bread crumb structure and texture, *Food Research International*, Vol. 41, № 8, 2008, P. 819-827. (in Eng.).

ФЕРМЕНТИК ПРЕПАРАТТАРДЫ НАН ПІСІРУДЕ ҚОЛДАНУ

Ж. К. Садуева, Р. К. Блиева, Ж. Б. Сулейменова

РМК «Микробиология және вирусология институты» ҒК БҒМ ҚР, Алматы Қзақстан

Тірек сөздер: ферменттер, нан пісіру өнеркәсібі, амилазалар, протеазалар, гемицеллюлазалар.

Аннотация. Шолуда нан-тоқаш өнімдері мен кондитер өнімдері өндірісінде әр түрлі ферменттердің кейбір қолданылу аспектілері қарастырылған. Ферменттік препараттарды нан пісіруде қолдану әр түрлі астық өнімдерінде табиғи катализдейтін қосылыстардың құрамын теңдестіре отырып, ұнның қасиетін тұрақтандыруды және стандарттауды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Солардың ішіндегі ең бастысы – технологияның соңғы сатыларында көрінетін, теріс нәтижелерді болдырмайтын және тек экологиялық дайын өнімдерді қамтамасыз ететін табиғи өнімдер мен әсерінің жоғарғы арнайылығы. Ферменттер тәжірибе жағдайларында наубайшыларға өзінің кәсіпорнындағы өнім түрлерін кеңейтуге және өнімдерін шикі түрде үнемдеуге мүмкіндік береді. Нан пісіруде ферменттерді қолдану ұнның қасиетінің тұрақтылығы мен үлгісін қамтамасыз ететін әр түрлі егістердегі дәнде болатын катализдейтін табиғи қосылыстардың құрамын теңдестіретуге мүмкіндік береді. Ферменттер нан пісіруде және кондитерлік өндірістерде қолданылатын әр түрлі химиялық агенттерді алмастыруға қабілетті. Нан пісіруде қолданылатын амилазалар крахмал тізбегін декстриндер мен жеке қанттарға дейін ыдыратады, қамырдың жетілуін күшейтеді, дәмнәі түзілуіне жақсы әсер етеді және субстартты ашытқымен қамтамасыз етеді. Протеазалар балауыз белогын босатады және қамырға иілгіштік қасиет береді. Гемицеллюлазалар және пентозаназалар қамырға үлкен тұрақтылық береді және оның көлемін үлкейтеді. Нан пісіру үшін жаңа фермент – трансглутаминаза – балауыз ұлпаларының арасындағы көлденең байланысты түзуге қатысады және пісіру барысында қамырдың реологиялық қасиетін жақсартады, сонымен қатар қамырға оңтайлы сипаттама туғызуға әсер етеді. Ферменттерді қосу вафли, бәліш және крекерлер дайындағанда жағымды әсер етеді.

Поступила 31.07.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 5, Number 311 (2015), 84 – 91

IDENTIFICATION OF SOURCE OF RICE RESISTANCE TO PYRICULARIA ORYZAE

A. S. Rsaliyev, Zh. U. Pakhratdinova, N. T. Amirkhanova, G. Sh. Yskakova

RGE «Research institute for biological safety problems» CS ME&S RK Gvardeiskiy, Kazakhstan.
E-mail: aralbek@mail.ru

Keywords: rice, rice blast, isolate, resistance gene, molecular markers.

Abstract. In recent years, the rice-growing regions of Kazakhstan suffer from the most dangerous and harmful disease of rice – *Pyricularia oryzae*. Evaluation of varieties and lines rice resistance to rice blast was provided with using phytopathological and molecular methods. The selective materials of rice are differentiated on resistance level and susceptibility to diseases on the infectious background. More than 30 varieties and lines of rice with high level of vertical and horizontal resistance to rice blast are detected. The molecular screening showed that 8 samples of rice has Pi-ta resistance gene, 5 samples – Pi-z, 8 samples – Pi-2, respectively. It has been demonstrated that the detected varieties with Pi-genes can be resistance sources to rice blast not only in Kazakhstan, also worldwide. Involvement in selection process of rice varieties with highly effective Pi-genes raises possibility of creation of new resistance of rice to rice blast.

УДК633.18.03:632.4.01.08

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ УСТОЙЧИВОСТИ РИСА К ПИРИКУЛЯРИОЗУ

А. С. Рсалиев, Ж. У. Пахратдинова, Н. Т. Амирханова, Г. Ш. Ыскакова

РГП «Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности» КН МОН РК,
пгт. Гвардейский, Казахстан

Ключевые слова: рис, пирикулярриоз, изолят, гены устойчивости, молекулярные маркеры.

Аннотация. В последние годы в рисосеющих регионах Казахстана стала распространяться самая опасная и вредоносная болезнь риса – пирикулярриоз. С использованием фитопатологических и молекулярных методов проведена оценка устойчивости сортов и линии риса к пирикулярриозу. На инфекционном фоне селекционные материалы риса дифференцированы по уровню устойчивости и восприимчивости к болезни. Выявлено более 30 сортов и линии риса с высоким уровнем вертикальной и горизонтальной устойчивости к пирикулярриозу. Молекулярный скрининг показал наличие у 8 образцов риса гена устойчивости Pi-ta, у 5 образцов – Pi-z, у 8 образцов – Pi-2, соответственно. Установлено, что выявленные сорта с Pi-генами могут служить источниками устойчивости к возбудителю пирикулярриоза риса не только в Казахстане, также во всем мире. Вовлечение в селекционный процесс сортов риса с высокоэффективными Pi-генами повышает возможность создания новых устойчивых форм риса к пирикулярриозу.

Введение. Одним из опасных заболеваний риса во всем мире, в том числе и в Казахстане, является пирикулярриоз, вызываемый несовершенным грибом *Pyricularia oryzae* Br. et Cav. (синоним *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr. Болезнь впервые был отмечен в Китае в 1637 году. Позже оно стало известно в Японии в 1704 году, в Италии в 1828 году и в США в 1876 году. Сейчас пирикулярриоз встречается во всех районах возделывания риса. Патоген поражает все надземные органы растения, что приводит к потере урожая на 30-60%, а в годы эпифитотий – на 80-100% [1-4].

В Казахстане основной ареал распространения и вредоносности болезни находится в Кызылординской области. При этом пирикулярриоз риса впервые в этом регионе был зафиксирован в 1950 году [5]. Затем до середины 1990 годов это заболевание здесь не отмечалось. Эпифитотии болезни в Сырдаринском, Жалагашском, Жанакорганском районах наблюдались в 1998 г. и были обусловлены благоприятными погодными условиями [6]. В 2005 году рис был поражен в отдельных хозяйствах, где были нарушены технологии применения минеральных удобрений, в 2006 году вновь зафиксирована вспышка этой болезни [7]. В 2012 году очаги пирикулярриоза обнаружены на рисовых чеках в Кармакшинском, Сырдарьинском, Шиелийском районах, где потери зерна доходили до 25% [8]. В 2013-2014 годы нами проведен фитосанитарный мониторинг на производственных посевах в Казалийском, Кармакшинском, Жанакорганском, Сырдаринском и Шиелийском районах Кызылординской области. В результате в конце июля – начале августа повсеместно отмечены очаги пирикулярриоза, заболевание выражено в листовой и метельчатой формах.

По научной и экономической важности возбудитель пирикулярриоза риса *P. oryzae* возглавляет «Топ-10» грибных болезней растений. Эксперты подчеркивают экономическое значение этого гриба, так как он может буквально уничтожить рисовые поля, являющиеся основой для питания половины населения Земли [9]. Возбудитель *P. oryzae* образует фитотоксины – пирикуляррин и α -пиколиновую кислоту, вызывающие у растений типичные симптомы заболевания. Устойчивые к пирикулярриозу сорта риса устойчивы и к действию этих токсинов [10].

В настоящее время наиболее практичным и экономичным подходом в борьбе с пирикулярриозом риса является использование сортов, имеющих гены устойчивости к болезни. Гены устойчивости к пирикулярриозу обозначаются символом «Pi» – от английского названия *Pyricularia* (пирикулярриоз). До настоящего времени в мире были определены 100 генов устойчивости к пирикулярриозу риса, и они локализованы в 11 хромосомах риса, за исключением хромосомы 3. Среди них некоторые гены были клонированы (*Pib, Pita, Pi9, Pi2, Piz-t, Pid2, Pi36, Pi37, Pik-m, Pit, Pi5, Pid3, pi21, Pb1, Pish, Pik, Pik-p, Pi54, Pia, NLS1* и *Pi25*) [11]. Все клонированные гены устойчивости принадлежат к наиболее распространенному классу генов устойчивости растений – NBS-LRR, кодирующих белки, в структуру которых входит нуклеотид-связывающий домен – *nucleotide binding site* (NBS), а также рецепторная область, богатая лейцином – *leucine rich repeat* (LRR). Полные нуклеотидные последовательности Pi-генов устойчивости доступны в открытой базе генетических данных GenBank (www.ncbi.nih.gov) и Gramene (www.gramene.org).

В соответствии с тем, какие гены представлены в генотипе, определяется уровень устойчивости растений риса к этому патогену. Вместе с тем, в селекционно-генетических программах могут использоваться комбинации разных генов. Успех создания сортов риса, резистентных к пирикулярриозу, во многом определяется наличием источников, несущих высокоэффективные гены устойчивости. В настоящее время во многих рисосеющих странах мира высокоэффективными к пирикулярриозу являются гены Pi-ta, Pi-z и Pi-2. В связи с этим целью нашей работы было выделить сорта и линии риса, которые могли бы служить источниками эффективных Pi-генов устойчивости к пирикулярриозу.

Материалы и методы

Материалом для исследований были коллекционные сорта и образцы риса, имеющиеся в генофонде НИИПББ, а также новые и коммерческие сорта в Казахстане и России. Всего использовано 146 сортообразцов риса мировой селекции. В качестве инфекционного материала использовали конидий разных изолятов возбудителя *P. oryzae* (Po_3-1, Po_4-1, Po_5-1, Po_9-6), выделенных из казахстанской популяции гриба (таблица 1).

Устойчивость образцов риса оценивали в лабораторных условиях на искусственном инфекционном фоне в фазе 2-3 листьев растений. Для создания инфекционного фона использовали метод «инокуляция отрезки листьев фильтровальной бумагой, пропитанной суспензией гриба» [12]. При этом отрезки листьев (2-3 см) раскладывали в чашки Петри на поверхность 0,5 % агара, приготовленного на 0,004 % растворе бензимидазола. На поверхность каждого листа прикладывали фильтровальные бумаги, пропитанные суспензией гриба. Чашки Петри с инокулированными

Таблица 1 – Характеристики изолятов возбудителя *P. Oryzae*

Изоляты	Форма пирикулярриоза	Происхождение	Тип колонии	Годы выделения изолята
Po_3-1	Листовая	Казалинский район, с/о Коларык, ЗАО «Жалантос батыр»	А	2013-2014
Po_4-1	Листовая	Казалинский район, с/о Карашенгел, ЗАО «Жалантос батыр»	Р	2014-2015
Po_5-1	Листовая	Кармакшинский район, с/о Дауылкол, ЗАО «Турмагамбет»	А	2014-2015
Po_9-6	Листовая	Сырдаринский район, с. Калжанахун, хозяйства «Бак»	В	2014-2015

отрезками листьев помещали в затемненное место на 24-36 ч при температуре 25 °С, затем переносили на светоустановку с 12-часовым режимом освещения и температурой 22-25 °С и удаляли фильтровальные бумаги с поверхности каждого листа. На 8 день после заражения проводили оценку устойчивости сортов риса к изолятам гриба по шкале Международного института риса [13]. При этом поражение сортов с типом реакции 0 балла – относился к иммунной группе, 1 балла – устойчивой, 2-3 балла – умеренно устойчивой, 4-5 балла – умеренно восприимчивой, 6-7 – восприимчивой, 8-9 балла – сильно восприимчивой.

Для проведения молекулярного скрининга использованы ДНК-маркеры, тесно сцепленные с эффективными Pi-генами устойчивости к пирикулярриозу (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристики ДНК маркеров к Pi-генам устойчивости к пирикулярриозу риса

Ген	Праймеры	Последовательность праймеров	Продукт амплификации, п.н.	Источник
Pi-ta	Pi-ta F1	GCCGTGGCTTCTATCTTTACCTG	290/563	14
	Pi-ta R1	ATCCAAGTGTTAGGGCCAACATTC		
	Pi-ta F2	TTGACACTCTCAAAGG ACTGGGAT		
	Pi-taR2	TCAAGTCAGGTTGAAGATGCATAGA		
Pi-z	Z60510Piz-F	GGAGTTGGTTGCGACGGTGCCGTTAT	390	15
	Z60510Piz-R	GCGCGGACCGGCCAGCTAGTTGAC		
Pi-2	AP22-F	GTGCATGAGTCCAGCTCAAA	143	16
	AP22-R	GTGTACTCCCATGGCTGCTC		

Праймеры синтезировали на синтезаторе олигонуклеотидов H-16 ДНК/РНК/LNA (Германия), согласно инструкции, прилагаемой к прибору. При этом полученные олигонуклеотиды разделили с колонок концентрированным раствором аммиака и выпаривали в вакуумном испарителе Centri Var Concentrator (Labsonco). Преципитат праймеров растворяли в ТЕ буфере и переосадили этанолом. Полученные таким образом синтезированные праймеры использовали для постановки ПЦР.

Экстракцию ДНК риса осуществляли из листьев 7-10 дневных проростков, согласно методике Dellaporta S.L., Wood J., Hicks J.B. [17]. Для постановки ПЦР использовали геномная ДНК риса, 10x ПЦР буфер (без MgCl₂), 10 mM dNTP-Mix, 50 mM MgCl₂, праймеры (10 pmol), TaqDNA polymerase (5U/μl) и бидистиллированная вода. Реакционный состав и температурно-временные режимы подбирали согласно аннотации, прилагаемой к ферменту и характеристикам праймеров. В качестве положительного контроля использовали ДНК сортов риса Yashiro-mochi, Zenith и линии С 101A51, которые являются источниками генов устойчивости Pi-ta, Pi-z и Pi-2, а отрицательным контролем служила деионизированная вода. Нарботку специфических участков ДНК проводили в термоциклере «Termocycler-Pro» (Eppendorf).

Выявление продукта ПЦР проводилось при помощи электрофореза в 1,5 % агарозном геле (iNtRON, Biotechnology Grade). Разделение амплифицированных фрагментов выполняли в электрофорезной камере «Scie-Plas» в TBE буфере с добавлением бромистого этидия в течение 1,5 часов

при напряжении электрического поля 80 V. Анализ результатов электрофореза проводилось с использованием гель-документирующей системы «MiniBISPro» с программным обеспечением GelCapture и GelQuantExpress. Определение длин амплифицированных фрагментов проводилось по сравнению с ДНК – маркерами «1kbDNALadder» (InvitrogenCorporation).

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты эксперимента показали, что изученные сорта и линии риса характеризуется широкой амплитудой изменчивости по устойчивости к пирикулярриозу. При использовании различных изолятов гриба встречаются образцы всех групп устойчивости – от сильно восприимчивых до абсолютно устойчивых. В результате анализа полученных данных, коллекционные образцы риса сгруппированы по типам реакции устойчивости к пирикулярриозу (рисунок 1).

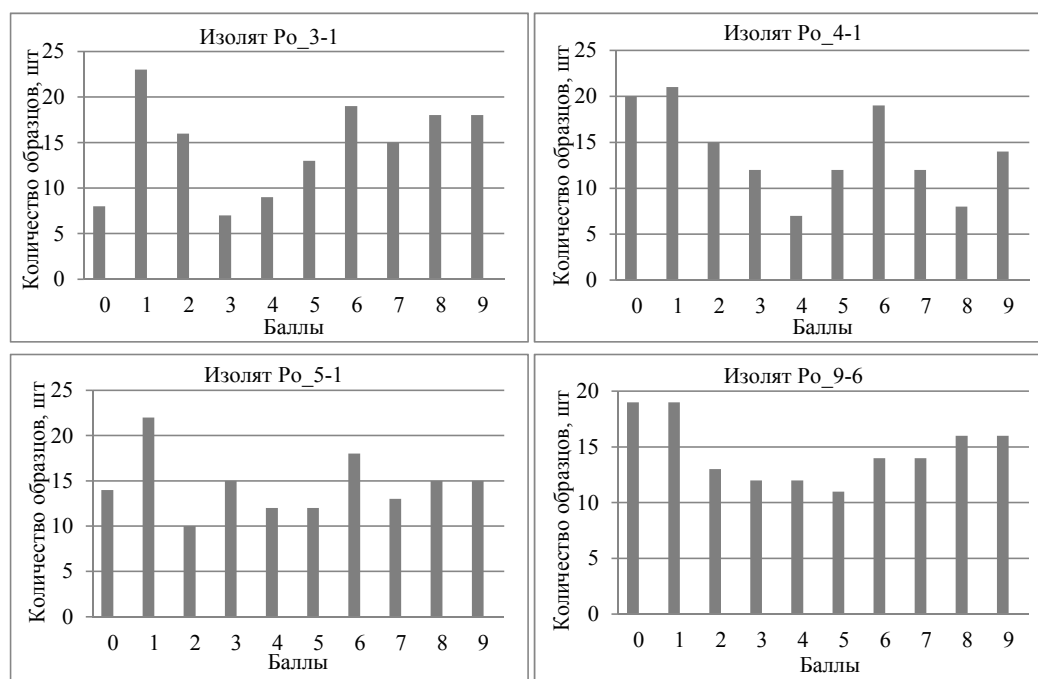


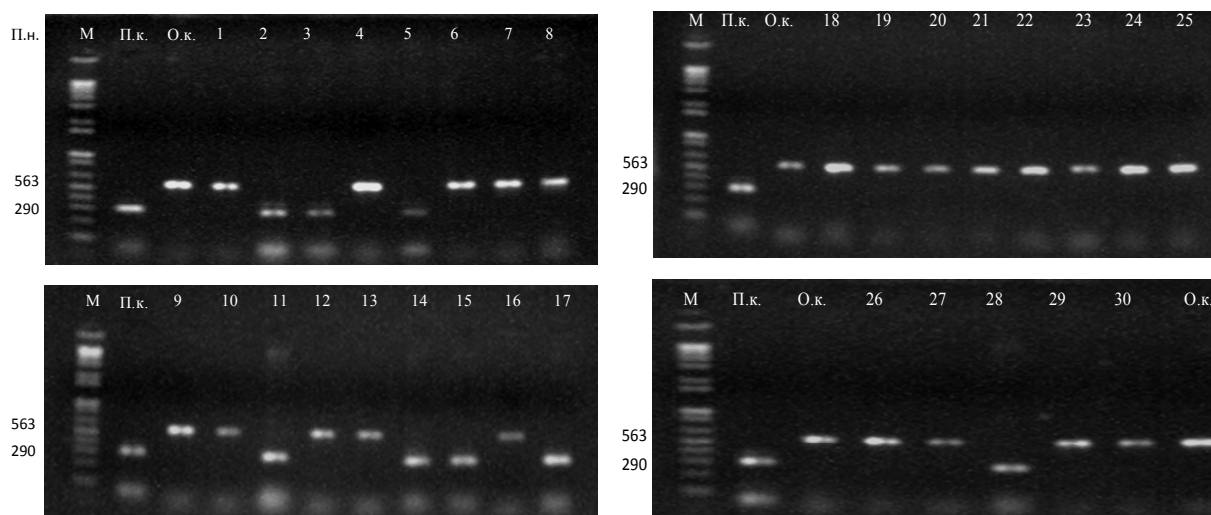
Рисунок 1 – Распределение сортообразцов риса по типам реакции устойчивости к изолятам пирикулярриоза

Как видно из данных рисунка 1, что среди использованных изолятов пирикулярриоза к сортам риса наиболее вирулентным был изолят Po_3-1. При этом из всего изученных материалов растений 8 сортов и линии риса оказались иммунными к данному изоляту, и соответственно, 23 – устойчивыми, 7 – умеренно устойчивыми, 22 – умеренно восприимчивыми, 34 – восприимчивыми и 36 – сильно восприимчивыми. Изоляты Po_4-1 и Po_9-6 показали наименьшую вирулентность к коллекционным сортам риса, а изолят Po_5-1 имеет среднюю вирулентность. В ходе экспериментов выявлены более 30 сортов и линии риса ближнего и дальнего зарубежья (Amerilambda B, Livorno, Matusaska, Лазурный, Shinsetsu, Sorachi, Iukara, Ishikari, Fujisaka 5, Shin 2, Садри Массол, Sollano, Capgramma, Юбилейный, Zurtu 10, Szarvasi 70, Nucleorisa, Камертон, Лиман, Американ шалы, Кзыл-шалы, Арпа-шалы, Кубанский 140, Краснодар 3352, Дин-сян, Апорна, China Feng, M-3902, M-1060, M-194I), обладающие высокой устойчивостью к четырем изолятам пирикулярриоза. Из использованных изолятов ни один не был вирулентным к указанным сортам. Следует отметить, что данные образцы в полевых условиях также были устойчивыми к листовой, узловой и метельчатой формам патогена. Кроме того, российские сорта Победа-65, ВНИИР-102-24, ВНИИР-101-77, ВНИИР-101-78, ВНИИР-102-20, ВНИИР-101-78, узбекский сорт Искандер и итальянский сорт Бальдо показали высокую устойчивость ко всем изолятам гриба, при этом имели тип реакции в 0 и 1 балла. Таким образом, на основе полученных результатов установлено, что выявленные сорта и линии риса с высокой устойчивостью могут быть носителями эффективных Pi-генов устойчивости к пирикулярриозу, и они являются ценными донорами для селекции на иммунитет.

Следующим этапом работы было проведение молекулярный скрининг сортов риса с целью выявления носителей эффективных генов устойчивости к пирикулярриозу. В общей сложности было протестировано 60 сортов риса. В их геноме с помощью ДНК-маркеров на основе полимеразной цепной реакции (ПЦР) определяли присутствие следующих генов устойчивости к пирикулярриозу – Pi-ta, Pi-z и Pi-2.

Доминантный ген устойчивости к пирикулярриозу Pi-ta секвенирован, он расположен в области центромеры 12-той хромосомы риса. Нуклеотидные последовательности доминантной (источник – сорт Yashiro-mochi) и рецессивной (источник – Tsuyake) аллелей гена Pi-ta находятся в базе генетических данных GenBank с номерами – AF207842 и AY196754, соответственно. При этом доминантная и рецессивная аллели этого гена отличаются одной аминокислотной заменой кодируемого геном белка: в положении 918 серина на аланин. Это обуславливает наличие двух аллелей данного гена: Pi-ta⁻ и Pi-ta⁺. Для идентификации гена Pi-ta подобрано две пары праймеров, так, что в каждой паре праймеров один является специфичным для конкретной аллели. При использовании специфичных праймеров размер ПЦР-продукта у сортов с устойчивой аллелью гена Pi-ta составляет около 290 п.н., а у сортов с восприимчивой аллелью – 563 п.н, соответственно.

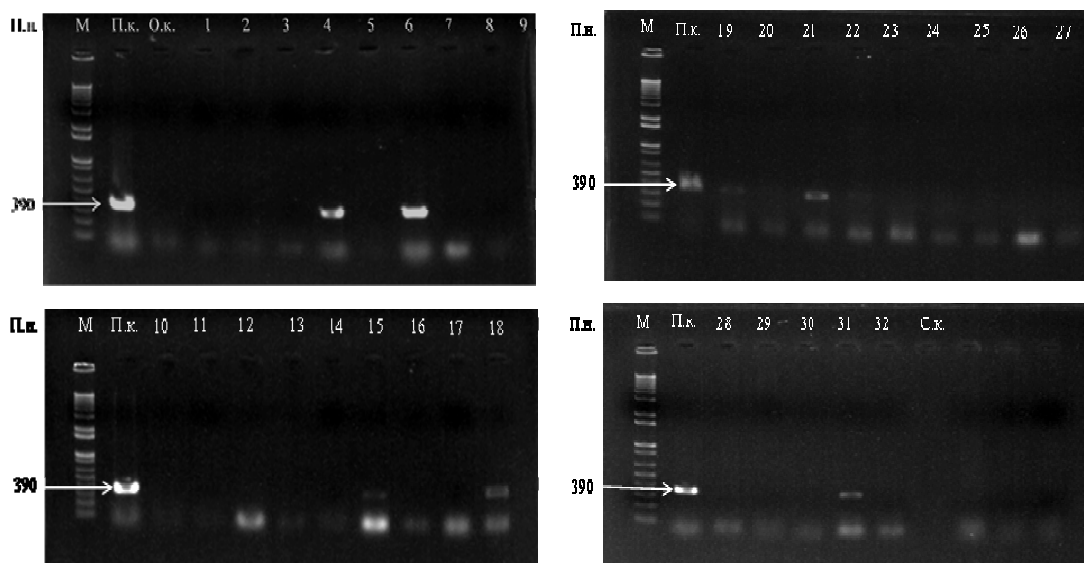
Результаты эксперимента показали, что у сортов Livorno, Matusaska, Shinsetsu, Садри Массол, Юбилейный, Zurgu 10, Nucleogisa и M-3902 присутствует только фрагмент, аналогичный по размеру ПЦР-продукту положительного контроля, что говорит о наличии у них доминантной аллели устойчивости в гомозиготном состоянии. Остальные исследованные сорта несут рецессивную аллель гена (рисунок 2).



М – маркер (1kbLadder), П.к – положительный контроль, О.к. – отрицательный контроль, 1 – AmerilambdaB, 2 – Livorno, 3 – Matusaska, 4 – Лазурный, 5 – Shinsetsu, 6 – Sorachi, 7 – Iukara, 8 – Ishikari, 9 – Fujisaka 5, 10 – Shin 2, 11 – СадриМассол, 12 – Sollano, 13 – Caprogramma, 14 – Юбилейный, 15 – Zurgu 10, 16 – Szarvasi 70, 17 – Nucleorisa, 18 – Камертон, 19 – Лиман, 20 – Американ шалы, 21 – Кзыл-шалы, 22 – Арпа-шалы, 23 – Кубанский 140, 24 – Краснодар 3352, 25 – Дин-сян, 26 – Апорна, 27 – China Feng, 28 – M-3902, 29 – M-1060, 30 – M-194

Рисунок 2 – Молекулярный скрининг коллекционных сортов риса для выявления доминантных и рецессивных аллелей устойчивости гена Pi-ta

Ген устойчивости к пирикулярриозу Pi-z, локализованный в хромосоме 6, был идентифицирован как объединенный в кластер с геном Pi-zt, определяемый как Pi-z локус. Кроме того, был создан ряд ДНК-маркеров к ним, основанных на полиморфизме единичных нуклеотидных замен (SNP) у доминантных и рецессивных аллелей генов. При использовании праймера Z60510Piz продукт амплификации размером 390 п.н. указывает на доминантной аллели данного гена. В результате ПЦР, специфический продукт амплификации размером 390 п.н. нарабатывался на следующих коллекционных сортах риса: Лазурный, Sorachi, Zurgu 10, Камертон и Кзыл-шалы. Следует отметить, что у сорта Zurgu 10 также был идентифицирован ген устойчивости Pi-ta. Результаты исследований представлены на рисунке 3.

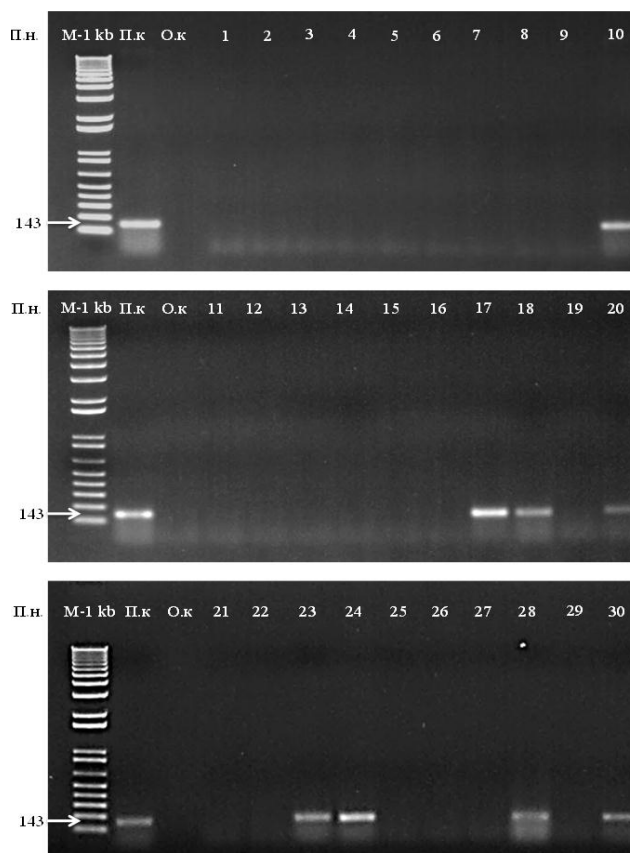


М – маркер (1kb Ladder), П.к – положительный контроль, О.к. – отрицательный контроль, 1 – AmerilambdaB, 2 – Livorno, 3 – Matusaska, 4 – Лазурный, 5 – Shinsetsu, 6 – Sorachi, 7 – Iukara, 8 – Ishikari, 9 – Fujisaka 5, 10 – Shin 2, 11 – Садри Массол, 12 – Sollano, 13 – Capgramma, 14 – Юбилейный, 15 – Zurru 10, 16 – Szarvasi 70, 17 – Nucleorisa, 18 – Камертон, 19 – Лиман, 20 – Американ шалы, 21 – Кызыл-шалы, 22 – Арпа-шалы, 23 – Кубанский 140, 24 – Краснодар 3352, 25 – Дин-сян, 26 – Апорна, 27 – China Feng, 28 – М-3902, 29 – М-1060, 30 – М-194, 31 – П.к, 32 – Лиман

Рисунок 3 – Молекулярный скрининг коллекционных сортов риса для выявления доминантного аллеля гена устойчивости Pi-z

М – маркер DNA Ladder, П.к. – положительный контроль, О.к. – отрицательный контроль, 1 – Маржан, 2 – Ару, 3 – Түгіскен, 4 – Арал-202, 5 – Казниир-5, 6 – КазЕр-6, 7 – Мадина, 8 – Лидер, 9 – Янтарь, 10 – Новатор, 11 – Анаит, 12 – Сонет, 13 – Фишт, 14 – Ивушка, 15 – Атлант, 16 – Шарм, 17 – Крепыш, 18 – Виола, 19 – Царин, 20 – Флагман, 21 – Рубин, 22 – Виолетта, 23 – Победа-65, 24 – ВНИИР-102-24, 25 – ВНИИР-101-77, 26 – ВНИИР-101-78. без ост., 27 – ВНИИР-102-20, 28 – ВНИИР-101-78. ост., 29 – Искандер, 30 – Бальдо

Рисунок 4 – Молекулярный скрининг коллекционных сортов риса для выявления доминантного аллеля гена устойчивости Pi-2



Ген Pi-2 расположен около центromеры в коротком плече хромосомы 6, тесно связан с генами Pi-9, Pi-z и Pi-z-t [18, 19]. Данный ген интoгрессирован в геном изогенной линии С101А51 из сорта риса *indica* 5173 [20]. К настоящему времени разработано несколько молекулярных маркеров,

тесно сцепленных с геном Pi-2. Ранее было установлено, что ген Pi-2 генетически отображается между маркерами 2123 и RG64, с интервалом расстояний 2.2 сМ [19]. Для идентификации носителей гена Pi-2 нами был выбран маркер AP22 к SSR-локусу, генетическое расстояние между маркером и геном оценивается в 1,2 сМ [21].

С целью выявления носителей данного гена нами протестированы 30 коммерческих и новых сортов риса Казахстана и России. При использовании специфичного праймера AP22, характерный фрагмент амплификации в размере 143 п.н. обнаружен у сортов Новатор, Крепыш, Виола, Флагман, Победа-65, ВНИИР-102-24, ВНИИР-101-78 и Бальдо. На основе полученных результатов можно предположить, что вышеотмеченные сорта являются носителями гена устойчивости Pi-2. Результаты исследований показаны на рисунке 4. Следует отметить, что данный ген еще широко не используется в селекции, в связи, с чем он должен играть определенную роль при создании новых сортов риса в комбинации с другими генами.

Выводы. Таким образом, в результате использования фитопатологических и молекулярно-генетических методов охарактеризовано 146 сортов и линии риса мировой селекции. Выявлено более 30 сортов и линии риса с высоким уровнем вертикальной и горизонтальной устойчивости к пирикулярриозу. Молекулярный скрининг показал наличие у 8 образцов риса гена устойчивости Pi-ta, у 5 образцов – Pi-z, у 8 образцов – Pi-2, соответственно. Выявление устойчивых форм риса на искусственном фоне развития пирикулярриоза способствуют увеличению селекционных работ по созданию болезнестойчивых сортов. В настоящее время отобранные нами источники устойчивости с эффективными Pi-генами используются селекционерами Казахского научно-исследовательского института рисоводства имени Ы. Жахаева для получения новых сортов риса, устойчивых к пирикулярриозу. Следовательно, использование в селекции выделенных сортов и линий риса с эффективными генами устойчивости к пирикулярриозу способствует сохранению урожая на 15-40% и повышению качества зерна.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Wang X., Lee S., Wang J., Ma J., Bianco T., Jia Y. Current advances on genetic resistance to rice blast disease. Rice – Germplasm, Genetics and Improvement. 2014. – 195-217. <http://dx.doi.org/10.5772/56824>.
- [2] Wang G.L., Valent B. Advances in genetics, genomics and control of rice blast disease. Springer Science+Business Media B.V. 2009. – 27 p. DOI 10.1007/978-1-4020-9500-9.
- [3] Мухина Ж.М., Волкова С.А., Дубина Е.В. Изучение биоразнообразия фитопатогенного гриба *Magnaporthe grisea* (Herbert) Вагг с использованием методов молекулярного маркирования (Методические рекомендации). – Краснодар: ВНИИРиса. 2007. – 19 с.
- [4] Jena K.K., Moon H.P., Mackill D.J. Marker assisted selection- a new paradigm in plant breeding // Korean J. Breed. 2003. – Vol.35. – P. 133-140.
- [5] Казенас Л.Д. Болезни сельскохозяйственных растений Казахстана. – Алма-Ата: Кайнар, 1974 – 366 с.
- [6] Койшибаев М. Болезни зерновых культур. – Алматы: Бастау, 2002. – 368 с.
- [7] Абилдаева Ж.А. Основные болезни риса в Приаралье и меры борьбы с ними / Кызылординский Государственный Университет им. Коркыт-Ата – 2006. http://www.rusnauka.com/ESPR_2006/Agricole/5_abildaeva.doc.htm
- [8] Жакибаева М. Когда цветет рис // Кызылординские вести. http://kv.ucoz.kz/news/kogda_cvetet_ris/2012-07-26-11093. 26.07.2012.
- [9] Dean R. et al. The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. // *Mol. Plant Pathol.* 2012. – Vol.13. – P.804-804.
- [10] Мусаев Ф.А., Захарова О.А., Морозова Н.И. Класс несовершенные грибы (Учебное пособие). – Рязань: Издательство РГАУ. 2014. – 135 с.
- [11] Sharma T. R., Rai A. K., Gupta S. K., Vijayan J., Devanna B. N., Ray S. Rice Blast Management Through Host-Plant Resistance: Retrospect and Prospects. // *Agric Res.* DOI 10.1007/s40003-011-0003-5. 2012. – Vol.1. – P.3-18.
- [12] Takahashi W., Miura Y., Sasaki T. A novel inoculation method for evaluation of grey leaf spot resistance in Italian ryegrass // *Journal of Plant Pathology.* – 2009. – Vol. 91. – No. 1. – P. 171-176.
- [13] Standard Evaluation System for rice // 4th edition; IRRI, INGER Genetic Resources Center. – Manila, Philippines, 1996. – P. 49.
- [14] Мухина Ж.М., Токмаков С.В., Мягих Ю.А., Дубина Е.В. Создание внутригенных молекулярных маркеров риса для повышения эффективности селекционного и семеноводческого процессов. // *Научный журнал КубГАУ.* 2011. №67(03). – С.1-10.
- [15] Kim J.S., Ahn S.N., Kim C.K., Shim C.K. Screening of rice blast resistance genes from aromatic rice germplasms with SNP markers. // *Plant Pathol. J.* 2010. – Vol.26. – P.70-79.
- [16] Wu J.H., Jiang J.S., Chen H.L., Wang S.P. Fine mapping of rice blast resistance gene Pi2(t) // *Acta Agronica Sinica.* – 2002. – Vol. 28. – P.505-509.
- [17] Dellaporta S.L., Wood J., Hicks J.B. A plant DNA minipreparation: version II. // *Plant. Mol Biol. Rep.* 1983. – Vol.1. – P.19-21.
- [18] Hsuashi K., Hashimoto N., Daigen M., Ashikawa I. Development of PC-based SNP markers for rice blast resistance genes at the Piz locus // *Theoretical and Applied Genetics.* – 2004. – Vol.108. – P.1212-1220.

- [19] Liu G., Lu G., Zeng L., Wang G.L. Two broad-spectrum blast resistance genes Pi9 (t) and Pi2 (t), are physically linked on rice chromosome 6 // *Mol.Genet.Genomics*. – 2002. – Vol. 267. – P.472-480.
- [20] Mackill D.J., Bonman J.M. Inheritance of blast resistance in near-isogenic lines of rice // *Phytopathology*. – 1992. – Vol. 82. – P.746-749.
- [21] Wu J.H., Jiang J.S., Chen H.L., Wang S.P. Fine mapping of rice blast resistance gene Pi2(t) // *ActaAgronicaSinica*. – 2002. – Vol. 28. – P.505-509.

REFERENCES

- [1] Wang X., Lee S., Wang J., Ma J., Bianco T., Jia Y. Current advances on genetic resistance to rice blast disease. *Rice – Germplasm, Genetics and Improvement*. 2014. – 195-217. <http://dx.doi.org/10.5772/56824>.
- [2] Wang G.L., Valent B. Advances in genetics, genomics and control of rice blast disease. Springer Science+Business Media B.V. 2009. – 27 p. DOI 10.1007/978-1-4020-9500-9.
- [3] Mukhina J.M., Volkov S.A., Dubina E.V. The study of biodiversity plant pathogenic fungus *Magnaporthe grisea* (Herbert) Barr using methods of molecular marking (Guidelines). Krasnodar Research Institute of rice. 2007. P.19. (in Russ.).
- [4] Jena K.K., Moon H.P., Mackill D.J. Marker assisted selection- a new paradigm in plant breeding // *Korean J. Breed*. 2003. – Vol.35. – P. 133-140.
- [5] Kazenas L.D. Diseases of agricultural plants in Kazakhstan. Alma-Ata: Kaynar, 1974. 366 p. (in Russ.).
- [6] Koishybayev M. Diseases of cereal crops. -Almaty Bastau, 2002. 368p. (in Russ.).
- [7] Abildaeva J.A. Main diseases of rice in the Aral Sea region and their control/Kyzylorda State University. Korkyt-Ata - 2006. http://www.rusnauka.com/ESPR_2006/Agricole/5_abildaeva.doc.htm (in Russ.).
- [8] Zhakibaeva M. When the blossoms // *Figure Kyzylordinskielead*. http://kv.ucoz.kz/news/kogda_cvetet_ris/2012-07-26-11093. 26.07.2012. (in Russ.).
- [9] Dean R. et al. The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. // *Mol. Plant Pathol*. 2012. – Vol.13. – P.804-804.
- [10] Musayev F.A., Zakharova O., Morozova N.I. Class of imperfect fungi (Tutorial). - Ryazan: Publishing Framework. 2014. 135 p. (in Russ.).
- [11] Sharma T. R., Rai A. K., Gupta S. K., Vijayan J., Devanna B. N., Ray S. Rice Blast Management Through Host-Plant Resistance: Retrospect and Prospects. // *Agric Res*. DOI 10.1007/s40003-011-0003-5. 2012. – Vol.1. – P.3-18.
- [12] Takahashi W., Miura Y., Sasaki T. A novel inoculation method for evaluation of grey leaf spot resistance in Italian ryegrass // *Journal of Plant Pathology*. – 2009. – Vol. 91. – No. 1. – P. 171-176.
- [13] Standard Evaluation System for rice // 4th edition; IRRI, INGER Genetic Resources Center. – Manila, Philippines, 1996. – P. 49.
- [14] Mukhina J.M., Tokmak S.V., Soft J.A., Dubin E.V. Create intragenic molecular markers to improve the efficiency of rice breeding and seed production process. // *Scientific journal KubGAU*. 2011. №67 (03). P.1-10. (in Russ.).
- [15] Kim J.S., Ahn S.N., Kim C.K., Shim C.K. Screening of rice blast resistance genes from aromatic rice germplasms with SNP markers. // *Plant Pathol. J*. 2010. – Vol.26. – P.70-79.
- [16] Wu J.H., Jiang J.S., Chen H.L., Wang S.P. Fine mapping of rice blast resistance gene Pi2(t) // *ActaAgronicaSinica*. – 2002. – Vol. 28. – P.505-509.
- [17] Dellaporta S.L., Wood J., Hicks J.B. A plant DNA minipreparation: version II. // *Plant. Mol Biol. Rep*. 1983. – Vol.1. – P.19-21.
- [18] Hauashi K., Hashimoto N., Daigen M., Ashikawa I. Development of PC-based SNP markers for rice blast resistance genes at the Piz locus // *Theoretical and Applied Genetics*. – 2004. – Vol.108. – P.1212-1220.
- [19] Liu G., Lu G., Zeng L., Wang G.L. Two broad-spectrum blast resistance genes Pi9 (t) and Pi2 (t), are physically linked on rice chromosome 6 // *Mol.Genet.Genomics*. – 2002. – Vol. 267. – P.472-480.
- [20] Mackill D.J., Bonman J.M. Inheritance of blast resistance in near-isogenic lines of rice // *Phytopathology*. – 1992. – Vol. 82. – P.746-749.
- [21] Wu J.H., Jiang J.S., Chen H.L., Wang S.P. Fine mapping of rice blast resistance gene Pi2(t) // *ActaAgronicaSinica*. – 2002. – Vol. 28. – P.505-509.

ПИРИКУЛЯРИОЗҒА КҮРІШТІҢ ТӨЗІМДІЛІК КӨЗДЕРІН ЖІКТЕУ

А. С. Рсалиев, Ж. У. Пахратдинова, Н. Т. Амирханова, Г. Ш. Ысқақова

ҚР ҒҒМ ҒК «Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ғылыми-зерттеу институты» РМК, Гвардейск, Қазақстан

Тірек сөздер: күріш, пирикуляриоз, изолят, төзімділік гендері, молекулалық маркерлер.

Аннотация. Соңғы уақыттары Қазақстанның күріш өндіретін аймақтарында күріштің ең қауіпті және зиянды пирикуляриоз ауруы анықталып жүр. Фитопатологиялық және молекулалық әдістерді пайдалана отырып күріш сорттары мен линияларының пирикуляриозға төзімділігі бағаланды. Жасанды індет аясында ауруға төзімділік және қабылдағыштық деңгейі бойынша күріштің селекциялық материалдары жіктелінді. Пирикуляриозға көлденең және тік төзімділікті жоғарғы деңгейде қамтамасыз ететін күріштің 30 жуық сорттары мен линиялары анықталды. Молекулалық скрининг жүргізу нәтижесінде күріштің 8 үлгісінен Pi-ta төзімділік гені, 5 үлгісінен Pi-z және 8 үлгісінен Pi-2 гені табылды. Анықталған құрамында Pi-гені бар күріш сорттары тек Қазақстанда ғана емес әлемнің басқа да елдерінде пирикуляриоз коздырғышына төзімділік көздері болып табылады. Ауруға төзімділігі тиімділігі жоғары Pi-гендермен қорғалған күріш сорттарын селекциялық жұмыстарға қолдану пирикуляриоз ауруына төзімді күріштің жаңа сорттарын шығаруға мүмкіндік береді.

Поступила 31.07.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 5, Number 311 (2015), 92 – 99

**THE STUDY PROBIOTIC PROPERTIES
OF STARTER CULTURE № 58**

A. E. Khalymbetova, T. V. Kuznetsova, M. G. Saubenova

Republic State Enterprise «Institute of Microbiology and Virology» Science Committee,
Ministry of Sci. and Ed., Almaty, Kazakhstan.
E-mail: raduga.30@mail.ru

Keywords: lactic acid bacteria, lactose fermenting yeast, starter culture, antifungal activity, antagonism.

Abstract. Environmental degradation has led to a shift in centuries-old balance in the composition of the microflora of the human environment. According to international organizations (WHO, FAO, and others.) indicators of contamination of agricultural raw materials used in the food industry, fungi and their toxins, as well as expanding the spectrum of fungi - pathogens both plant and animal organisms, due to the variability of the previously non-pathogenic micromycetes are increasing. Along with unreasonably extensive use of antibacterial antibiotics and reduction of human immune status it contributes to a significant increase in the number of fungal infections of various localization. Nutrition stressors, the use of hormones and other drugs worsen the situation, whereby 90-95% of the population have got a shift in the composition of the microflora of the gastrointestinal tract upward content opportunistic fungi and pathogenic bacteria.

The article presents the results of the evaluation of probiotic properties of sourdough №58 with the introduction of various additives from vegetable raw materials, such as seeds of cereals and legumes, vegetables, herbs and spice plants.

It is shown that the vegetable additions increased antagonistic activity ferment only at 30°C. It was established that compared to vegetable additives do not increase the antagonistic activity against opportunistic yeast genus *Candida*.

УДК 579.222, 579.264, 579.67

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ЗАКВАСКИ № 58**

А. Е. Халымбетова, Т. В. Кузнецова, М. Г. Саубенова

РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: молочнокислые бактерии, лактозосбраживающие дрожжи, закваска, противогрибковая активность, антагонизм.

Аннотация. Ухудшение экологической обстановки привело к сдвигу веками сложившегося равновесия в составе микрофлоры окружающей человека среды. По данным международных организаций (ВОЗ, ФАО и др.) постоянно растут показатели обсемененности сельскохозяйственного сырья, используемого в пищевой промышленности, грибами и их токсинами, а также расширяется спектр грибов – возбудителей заболеваний как растительных, так и животных организмов, за счет изменчивости ранее непатогенных микромицетов. Это, наряду с необоснованно широким применением антибактериальных антибиотиков и снижением иммунного статуса человека способствует значительному возрастанию числа микозов различной локализации. Погрешности питания, стрессы, использование гормонов и других лекарственных препаратов ухудшают ситуацию, в результате чего у 90-95% населения отмечается сдвиг в составе микрофлоры желудочно-кишечного тракта в сторону повышения содержания условно-патогенных грибов, а также болезнетворных бактерий.

В статье приводятся результаты оценки пробиотических свойств закваски №58 с внесением различных добавок из растительного сырья, таких как семена зерновых и бобовых, овощных, зеленных и пряных растений.

Показано, что овощные добавки повышали антагонистическую активность закваски только при 30°C. Установлено, что овощные добавки по сравнению с растительными добавками не повышают антагонистическую активность в отношении условно-патогенных дрожжей рода *Candida*.

Антагонистическую активность закваски в отношении бактериальных тест-культур повышали шалфей, кардамон, свекла и базилик (30°C).

Введение. В современное время для науки и производства важной и актуальной задачей является разработка технологий различных пищевых продуктов функционального назначения, в том числе принципиально новых биопродуктов на молочной основе для профилактики и оздоровления населения [1]. Такими продуктами могут быть новые кисломолочные продукты с высокими производственно-ценными и пробиотическими свойствами, сохраняющие и стимулирующие естественные механизмы защиты организма человека от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды [2, 3].

Разработка пищевых продуктов лечебного назначения внесет существенный вклад в оздоровление населения, так как в последние годы в силу нарушения экологического равновесия в составе внутренней и внешней среды человека резко возросла угроза микозов, которые, как ожидается, будут основными болезнями недалекого будущего [4-6]. Широкое распространение грибов в природе, их постоянное присутствие, как в окружающей среде, так и в организме обуславливает неизбежность контактов и инфицированность ими человека. По данным Всемирной организации здравоохранения у 20% населения мира, т.е. у каждого пятого жителя планеты, имеется грибковая инфекция. Особенно настораживает рост числа больных глубокими микозами [7]. Сложившаяся ситуация требует применения комплексных мер по созданию лечебно-профилактических продуктов и биологически активных добавок с антифунгальным действием для человека и животных. Профилактики различных заболеваний, традиционно добивались использованием молочнокислых продуктов, приготовленных с помощью гомоферментативных молочнокислых бактерий. Эта группа микроорганизмов является одной из наиболее изученных, однако интерес к ним не ослабевает и в литературе постоянно появляются сведения об их новых полезных свойствах [8-11]. Однако в исследованиях разных авторов при выявлении антагонистически активных молочнокислых бактерий грибам как тест-культурам уделяется лишь незначительное внимание, и среди патентованных штаммов и препаратов из них практически нет эффективных антагонистов [12]. Исключение составляют работы специалистов по медицинской микологии уже вплотную столкнувшихся с растущей проблемой микозов, в том числе кандидомикозов, и неэффективностью традиционной противогрибковой терапии. Так, Ермоленко Е.И. и др. [13], Хусмарк У. и др. [14] провели исследования чувствительности грибов рода *Candida* к действию лактобацилл. Тихомирова О.М. и Иванова Е.А. [15] провели скрининг микроорганизмов природной ассоциации «Тибетский рис» для оценки их способности ингибировать рост *Candidaalbicans* и отобрали 8 штаммов молочнокислых бактерий для дальнейшего изучения с целью получения на их основе пробиотических продуктов с противогрибковым действием. Всемирно известная Компани Жервэ Данон (Франция) оформила заявку на бактерию *L. casei* sp. *paracasei* как антагониста плесневого аскомицета рода *Penicillium*, придающую противогрибковые свойства ферментированному молочному продукту [16]. Представляет также интерес исследование потенциала лактобацилл, используемых в молочной промышленности, в процессах биоконсервации продуктов питания против их контаминации микромицетами [17].

В связи с этим, представляется необходимой разработка микробиологических средств защиты с использованием представителей полезной микрофлоры, являющихся естественными антагонистами патогенов, которые не только ингибируют рост возбудителей различных заболеваний, но и стимулируют защитные силы организма человека путем синтеза витаминов, аминокислот и других биологически активных соединений [18-19].

Настоящая работа посвящена изучению противогрибковой и антимикробной активности закваски № 58, а так же влиянию разных добавок на ее антагонистическую активность.

Методы исследования

Объектом исследования является закваска №58 на основе консорциумов микроорганизмов, которые обладают более высокой антагонистической активностью. Она состоит из молочнокислых бактерий *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis subsp. lactis* и лактозосбраживающих дрожжей *Saccharomyces sp.*, выделенных из национальных молочнокислых продуктов. Культивировали закваску на обезжиренном молоке при температуре 30 и 40°C. В качестве добавок служили добавки растительных, зерновых и бобовых, а также овощных культур.

Антагонистическую активность закваски определяли диффузионным методом. При диффузионном методе блоков исследуемые молочнокислые закваски высевали в чашки Петри глубинным способом в агаризованную среду МРС и инкубировали при температуре 30°C в течение 24 ч для образования и накопления в агаре ингибиторных соединений. Затем стерильным пробочным сверлом вырезали агаровый блок с выросшей культурой молочнокислых заквасок и устанавливали его в другой чашке Петри на поверхности агаровой среды, засеянной сплошной культурой тест-штамма. Чашку выдерживали в течение 1 часа в холодильнике для диффузии ингибиторных соединений из блока в толщу агара и предотвращения преждевременного роста тест-культуры. Дальнейшее инкубирование проводили при температуре 37°C в течение 24 ч. Остепени антагонистической активности испытуемых молочнокислых заквасок судили по величине зоны ингибирования роста тест-культуры вокруг агарового блока [7].

В качестве тест-культур в работе использовались условно-патогенные и патогенные микроорганизмы. Из дрожжевых тест-культур рода *Candida* взяты *C.albicansi* и *C.guilliermondii*, полученные из ТОО «Национальная академия питания». Из бактериальных тест-культур были использованы: *Sarcina flava*, *Salmonella dublin* ТМ, *Salmonella* ИП, *Staphylococcus aureus*, I Вакцина Ценковского, *E.coli*, *M. rubrum*, *Micobacterium citreum* из коллекции лаборатории физиологии и биохимии микроорганизмов РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК. Тест-культуры мицелиальных грибов, выделены при дисбиозах кишечника и получены из ТОО «Нутритест»: *Penicillium notatum*, *Penicillium lanoso-viridae*, *Penicillium sp 1*, *Penicillium sp 3*.

Результаты исследования

Большая часть нашего рациона состоит из семян, в число которых входят злаки, бобовые и другие. В своем составе они в значительных количествах содержат «строительный материал» для будущих растений: в основном это крахмал, белки и жиры. В процессе прорастания семян в них происходят резкие перемены: крахмал превращается в солодовый сахар, белки в аминокислоты, а жиры в жирные кислоты. То же самое имеет место и при переваривании пищи в организме. Более того, синтезируются витамины и другие полезные элементы, накапливается энергия, и мобилизуются все силы, чтобы бросить всю эту энергию на развитие растения [20]. Исходя из этого, было изучено влияние пророщенных злаковых и бобовых культур на антагонистическую активность закваски № .

Была исследована антагонистическая активность в отношении тест-культур мицелиальных грибов и дрожжей рода *Candida*, а также бактерий (рисунок 1).

Как видно из рисунка 1, было показано стимулирующее влияние добавок пророщенных зерен бобовых и злаков на антагонизм молочнокислых микроорганизмов, входящих в состав закваски №58. Наиболее высокая противогрибковая активность выявлена при температуре 30°C, антибактериальная - при 40°C. Влияние той или иной добавки на антагонистическую активность было различным в отношении различных тест-культур. Однако наиболее часто противогрибковую активность повышало введение в обезжиренное молоко пророщенных зерен фасоли, антибактериальную – нута и овса. Антагонистическая активность закваски №58 в отношении дрожжей рода *Candida* различными добавками пророщенных зерен была незначительной.

Были получены результаты с использованием добавок овощных и растительных культур.

В качестве овощных добавок использовали свежесжатые соки моркови и свеклы. В каждую пробирку вносили по 0,1; 0,5 и сока. Семена укропа и петрушки взяты по 0,1 мг. Из растительных добавок использовали: кинзу, базилик, салат латук, корицу, кардамон, имбирь, шалфей и цикорий.

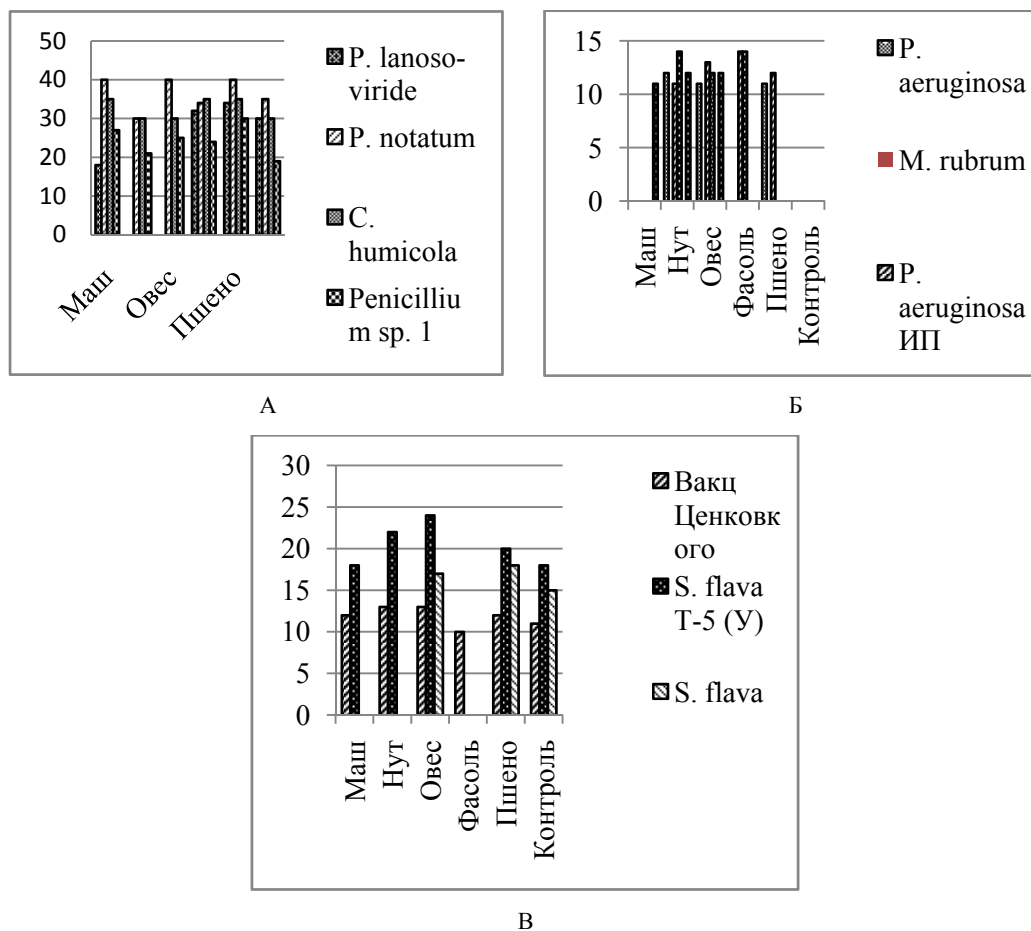


Рисунок 1 – Зоны подавления роста (мм) тест-культур мицелиальных грибов (А), бактериальных тест-культур при температуре 40°C (Б) и 30°C (В) закваской № 58 при введении различных добавок пророщенных зерновых и бобовых культур

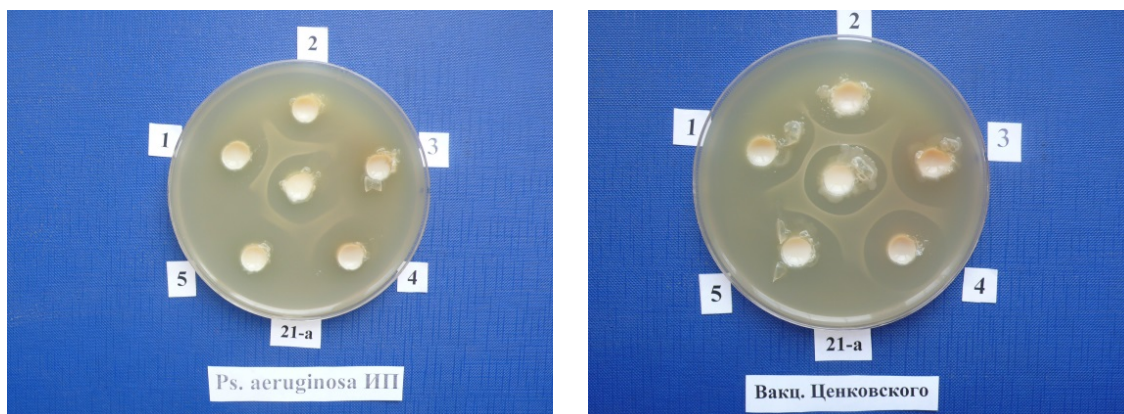
Эти добавки вносили также по 0,1 мг в пробирки. С помощью этих добавок определяли антагонистическую активность закваски №58 в отношении мицелиальных грибов, условно-патогенных дрожжей рода *Candida* бактериальных тест-культур.

Овощные добавки по сравнению с контрольным вариантом оказали влияние на антагонистическую активность при температуре 30°C. При температуре 40°C добавки не дали положительный результат. Возможно, это связано с температурным оптимумом разных спектров антибактериальных соединений данной закваски. В результате исследования выявлено, что антагонизм, исследуемой закваски №58, проявляется к *Ps.aeruginosa* и ИВакцине Ценковского (таблица 1).

Таблица 1 – Зоны подавления роста (мм) бактериальных тест-культур закваской № 58 с овощными добавками

№	Тест-культура	Зона стерильности, мм при температуре 30°C								
		Морковь, мл/ пробирка			Свекла, мл/пробирка			Укроп	Петрушка	Контроль
		0,1	0,5	1	0,1	0,5	1			
1	<i>Ps.aeruginosa</i>	0	0	25±0,1	30±0,4	28±0,2	29±0,4	28±0,3	0	25±0,5
2	ИВакцина Ценковского	0	30±0,3	25±0,4	25±0,5	27±0,3	30±0,5	24±0,3	22±0,4	28±0,5

Добавки моркови в количестве 0,5 мл повышали антагонизм закваски против ИВакцины Ценковского. Добавки свеклы всех концентраций повышали антагонистическую активность, а добавки укропа повышали антагонизм к культуре *Ps.aeruginosa* (рисунок 2).



А

Б

А – *Ps.aeruginosa*; Б – ИВакцина Ценковского

1 – укроп, 2 – морковь 1 мл, 3 – свекла 1 мл, 4 – свекла 0,5 мл, 5 – свекла 0,1 мл, 21а – контроль.

Рисунок 2 – Зоны подавления роста бактериальных тест-культур при температуре 30°C закваской № 58 при добавлении овощных добавок

Добавки овощных и других растительных культур не повышали антагонистическую активность закваски №58 в отношении условно-патогенных дрожжей рода *Candida*.

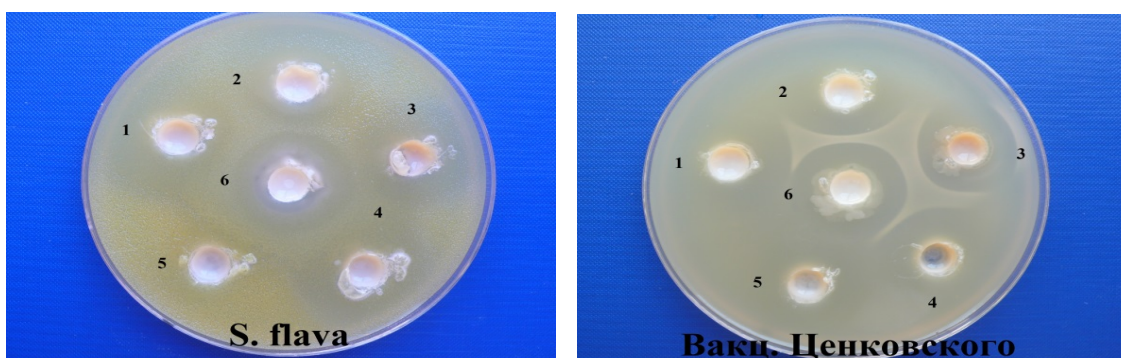
По сравнению с овощными добавками, растительные добавки при температуре 40°C повышали антагонистическую активность закваски № 58 в отношении условно-патогенных дрожжей рода *Candida*, наиболее выраженным было влияние добавок шалфея (таблица 2). Антагонистическая активность при температуре 30°C не была выявлена.

Таблица 2 – Зоны подавления роста (мм) дрожжей рода *Candida* закваской №58 при добавлении растительных добавок

№	Тест-культуры	Зона стерильности, мм при температуре 40°C						
		корица	кинза	салат латук	кардамон	цикорий	шалфей	контроль
1	<i>C.albicans</i>	13±0,2	15±0,4	17±0,1	10±0,3	11±0,5	18±0, 2	0
2	<i>C.guilliermondii</i>	17±0,3	16±0,1	14±0,4	0	10±0,4	17±0,5	0

В ходе исследования антагонистической активности закваски №58 в отношении мицелиальных грибов не наблюдался антагонизм данной закваски.

Растительные добавки повышали активность в двух температурных оптимумах, т.е. при 30 и 40°C (рисунок 3). Однако среди всех растительных добавок при температуре 30°C активность ассоциации повышали добавки шалфея кардамона.



А

Б

Ингибирование роста А – *S.flava*; Б – Вакцина Ценковского

1 – базилик, 2 – имбирь, 3 – корица, 4 – кинза, 5 – салат латук, 6 – кардамон

Рисунок 3 – Зоны подавления роста бактериальных тест-культур при температуре 30°C закваской № 58 с растительными добавками

Как показано на рисунке 3, антагонистическая активность закваски №58 культивируемой при температуре 30°C по сравнению с 40°C повышали такие добавки как: корица, базилик, кинза, имбирь, кардамон (таблица 3).

Таблица 3 – Зоны подавления роста бактериальных тест-культур при температуре 30°C закваской № 58 с растительными добавками

№	Бактериальные тест-культуры	Зоны подавления роста тест-культур, мм (30°C)								
		корица	базилик	кинза	имбирь	салат латук	кардамон	цикорий	шалфей	контроль
1	<i>E.coli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	13±0,1
2	Вакцина Ценковского	24±0,3	25±0,4	25±0,4	27±0,5	0	27±0,3	26±0,3	28±0,5	27±0,3
3	<i>M.rubrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	20±0,1
4	<i>S.flava</i>	11±0,3	10±0,4	10±0,2	10±0,1	12±0,1	15±0,4	13±0,1	12±0,1	10±0,2
5	<i>E.coli (ytem)</i>	0	0	0	0	0	13±0,5	0	0	0
6	<i>M.citreum</i>	0	0	0	0	0	0	0	17±0,4	13±0,4

Присутствие базилика подавляло рост почти всех бактериальных тест-культур (таблица 4).

Таблица 4 – Зоны подавления роста бактериальных тест-культур закваской № 58

№	Бактериальные тест-культуры	Зоны подавления роста тест-культур, мм (40°C)								
		корица	базилик	кинза	имбирь	салат латук	кардамон	цикорий	шалфей	контроль
1	Вакцина Ценковского	25±0,2	28±0,2	25±0,2	27±0,2	25±0,2	28±0,2	28±0,3	29±0,5	24±0,5
2	<i>M.rubrum</i>	18±0,3	18±0,3	20±0,4	0	0	0	22±0,5	0	0
3	<i>S.flava</i>	17±0,3	13±0,4	0	19±0,2	0	20±0,4	0	0	10±0,3
4	<i>M.citreum</i>	0	18±0,4	17±0,3	13±0,2	0	16±0,3	13±0,2	17±0,5	15±0,1

Зоны подавления роста бактерий составляли 10–28 мм. Узкий спектр подавления роста тест-культур бактерий выявлен при добавлении салата латук и шалфея.

Таким образом, установлено что антагонистическую активность закваски № 58 повышают растительные добавки, а овощные добавки обладают слабой стимулирующей активностью.

Выводы. В результате исследований влияния различных компонентов на противогрибковую активность закваски было установлено, что при температуре 30°C добавки маша, нута и овса подавляли рост культуры *Penicillium notatum*, зона задержки роста составила 40 мм. По стандарту это относится к очень высокой степени антагонистической активности. При температуре культивирования 40°C было показано отсутствие антагонистической активности закваски в отношении мицелиальных грибов.

Овощные добавки повышали антагонистическую активность только при 30°C. Установлено, что овощные добавки по сравнению с растительными добавками не повышают антагонистическую активность закваски в отношении условно-патогенных дрожжей рода *Candida*.

Антагонистическую активность закваски в отношении бактериальных тест-культур повышали шалфей, кардамон, свекла и базилик(30°C).

Источник финансирования исследований. Данное исследование было проведено по проекту «Разработка новых столовых продуктов для профилактики дисбактериозов на основе молочнокислых микроорганизмов – антагонистов дрожжей рода *Candida* и плесневых грибов» в рамках грантового финансирования научных исследований Комитета Науки Министерства Образования и Науки Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Артюхова С.И. Научно-экспериментальное обоснование новых биотехнологий синбиотических молочных продуктов: Дис. доктора техн. наук, Улан-Удэ: ВСГТУ, 2006, 313 с.
- [2] Бондаренко В.М. Грачева Н.М. Препараты пробиотики, пребиотики и синбиотики в терапии и профилактике, кишечных дисбактериозов // Фарматека: Международный медицинский журнал, 2003, № 7, С. 56-63.
- [3] Билялова К.И., Машкеев А.К., Каламкарлова Л.И. Особенности микробиоценоза детей в норме и патологии. Алматы, Изд-во «Ценные бумаги», 2002, 114 с.
- [4] Елинов Н.П. Токсикогенные грибы в патологии человека // Проблемы медицинской микологии, 2002, Т.4, № 4, С.3-7.
- [5] Соболев А.В., Шевяков М.А., Козлова Я. И. Микозы и микогенная аллергия у больных хронической крапивницей: отягощающий или независимый фактор? // Проблемы медицинской микологии, 2002, Т.4, №4, С. 19-21.
- [6] Клишко Н.Н. Микозы легких. Пособие для врачей, М.: Премьер МТ, 2005, 96 с.
- [7] Иркитова А.Н., Каган Я.Р., Соколова Г.Г. Сравнительный анализ методов определения антагонистической активности молочнокислых бактерий // Известия Алтайского Государственного Университета, 2012, №3, С. 41- 44.
- [8] Банникова Л.А. Селекция молочнокислых бактерий и их применение в молочной промышленности, М.: Пищевая промышленность, 1973, 254 с.
- [9] Патент 4459938 JP, Lactic acid bacteria of the genus Streptococcus, has been normalizing the immunological balance of food and drink to its application / NishimuraKoji, 2010.
- [10] Патент 2415920 РФ, Применение специфических молочнокислых бактерий для получения композиции, пригодной для стимуляции иммунного ответа при заболеваниях, связанных с изменениями в иммунной системе / Донди Д, МальфаП, 2011.
- [11] Патент 7842495 US, Strains of lactic acid bacteria have got immunostimulatory effects on mucous membrane/ YamahiraS., TobaM., OkamatsuH, 2010.
- [12] Бондаренко В.М. Грачева Н.М. Препараты пробиотики, пребиотики и синбиотики в терапии и профилактике, кишечных дисбактериозов // Фарматека: Международный медицинский журнал, 2003, № 7, С. 56-63.
- [13] Ермоленко Е.И., Ждан-Пушкина С.Х., Гефен Г.Е., Зарх Г.А., Тец В.В. Чувствительность грибов рода Candida к действию лактобацилл // Успехи медицинской микологии, 2003, Т.1, С.13-14.
- [14] Патент 2413761 РФ, *Lactobacillusfermentum*Ess-1, DSM17851, и его применение для лечения или профилактики кандидоза и инфекций мочевых путей / Хусмарк У., Форсгрэн Брукс У., ГрахнХоканссон Е., Ренквист Д, 2011.
- [15] Тихомирова О.М., Иванова Е.А. Противогрибковая активность микроорганизмов природной ассоциации «Тибетский рис» // Проблемы медицинской микологии, 2011, №4, С.39-42.
- [16] Заявка 2010127276/10 РФ, Применение *L. casei*ssp. *paracasei* в качестве противогрибкового средства / Лобачев Н.В., Мартынов А.В. от 10.01.2012.
- [17] Ho P.-H., Luo J.B., Adams. M.C. Lactobacilli and dairy Propionibacterium with potential as biopreservatives against food fungi and yeast contamination // Прикладнаябиохимиямикробиология, 2009,Т. 45, №4,С. 460-464.
- [18] De Vuyst L., Leroy F. Bacteriocins from Lactic Acid Bacteria: Production, Purification, and Food Applications// J. Mol. Microbiol. Biotechnol, 2007, Vol.13, P. 194-199.
- [19] Глушанова Н.А. Биологические свойства лактобацилл // Бюллетень сибирской медицины, 2003, Т.2, № 4, С.50-57.
- [20] Мячикова Н.И., Сорокопудов В.Н., Биньковская О.В., Думачева Е.В. Пророщенные семена как источник пищевых и биологически активных веществ для организма человека // Современные проблемы науки и образования, 2012, №5, 103 с.

REFERENCES

- [1] ArtjuhovaS.I. Nauchno-jeksperimental'noe obosnovanie novyh biotehnologijisnbioticheskikhmolochnyhproduktov: *Dis. doktoratehn. nauk.*Ulan-Udje: VSGTU, **2006**, 313 s(inRuss.).
- [2] BondarenkoV.M. GrachevaN.M. Preparatyprobiotiki, prebiotikiisinbiotikivterapiiiprofilaktike, kishechnyh disbakteriozov, *Farmateka: Mezhdunarodnyjmedicinskijzhurnal*,**2003**, № 7,S. 56-63(inRuss.).
- [3] Biljalova K.I., Mashkeev A.K., Kalamkarova L.I. Osobnostimikrobiocenoza detej v norme i patologii.Almaty, Izd-vo «Cennyebumagi»,**2002**, S.114(in Russ.).
- [4] Elinov N.P. Toksikogennyegriby v patologiiicheloveka,*Problemymedicinskojmikologii*,**2002**, Т.4, № 4, С.3-7(in Russ.).
- [5] Sobolev A.V., Shevjakov M.A., KozlovaJa. I. Mikozy i mikogennajaallergija ubol'nyhchronicheskobjkrapivnicej: otjagoshhajushhijilinezavisimyjfaktor? ,*Problemymedicinskojmikologii*,**2002**, Т.4, №4, S. 19-21(in Russ.).
- [6] Klimko N.N. Mikozylegkih. *Posobiedljavrachej*, М.: Prem'er MT, **2005**, 96 s(in Russ.).
- [7] Iritkova A.N., KaganJa.R., Sokolova G.G. Sravnitel'nyjanalizmetodovopredelenija antagonisticheskoy aktivnosti molochnokislyh bakterij.*IzvestijaAltajskogoGosudarstvennogoUniversiteta*,**2012**, №3,S. 41- 44(in Russ.).
- [8] Bannikova L.A. Selekcijamolochnokislyhbakterij i ihprimenenie v molochnojpromyshlennosti, М.: *Pishhevajapromyshlennost'*, **1973**, 254 s(in Russ.).
- [9] *Patent 4459938 JP*,Lactic acid bacteria of the genus Streptococcus, has been normalizing the immunological balance of food and drink to its application, NishimuraKoji,**2010**(in Eng.).
- [10] *Patent 2415920 RF*,Primeneniespecificheskikhmolochnokislyhbakterijdljapoluchenijakompozicii, prigodnoj dlja stimuljacii immunnoootvetaprizabolevanijah, svjazannyh s izmenenijami v immunnojsisteme,Dondi D., Mal'fa P,**2011**(in Russ.).
- [11] *Patent 7842495 US*,Strains of lactic acid bacteria have got immunostimulatory effects on mucous membrane, YamahiraS., TobaM., OkamatsuH.,**2010**(in Eng.).

- [12] Bondarenko V.M., Gracheva N.M. Preparaty probiotiki, prebiotiki i sinbiotiki v terapii i profilaktike, kishechnykh disbakteriozov, *Farmateka: Mezhdunarodnyj medicinskij zhurnal*, **2003**, № 7, S. 56-63 (in Russ.).
- [13] Ermolenko E.I., Zhdan-Pushkina S.H., Gefen G.E., Zarh G.A., Tec V.V. Chuvstvitel'nost' gribov roda *Candida* k dejstvu laktobacill, *Uspehi medicinskoj mikologii*, **2003**, T.1, S.13-14 (in Russ.).
- [14] *Patent 2413761 RF*, *Lactobacillus fermentum* Ess-1, DSM17851, i ego primeneniye dlja lecheniya i profilaktiki kandidoza i infekcij mochevyh putej, Husmark U., Forsgren Bruks U., Grahn Hokansson E., Rennkvist D., **2011** (in Russ.).
- [15] Tihomirova O.M., Ivanova E.A. Protivogribovaya aktivnost' mikroorganizmov prirodnoj assotsiatsii «Tibetskij iris», *Problemy medicinskoj mikologii*, **2011**, №4, S.39-42 (in Russ.).
- [16] Zayavka 2010127276/10 RF, Primeneniye *L. casei* spp. *paracasei* v kachestve protivogribovogo sredstva, Lobachev N.V., Martynov A.V. ot **10.01.2012**.
- [17] Ho P.-H., Luo J.B., Adams M.C. Lactobacilli and dairy Propionibacterium with potential as biopreservatives against food fungi and yeast contamination, *Prikladnaja biokhimiya i mikrobiologiya*, **2009**, T. 45, №4, S. 460-464 (in Eng.).
- [18] De Vuyst L., Leroy F. Bacteriocins from Lactic Acid Bacteria: Production, Purification, and Food Applications, *J. Mol. Microbiol. Biotechnol.*, **2007**, Vol.13, P. 194-199 (in Eng.).
- [19] Glushanova H.A. Biologicheskie svoystva laktobacill, *Bulleten' sibirskoj mediciny*, **2003**, T.2, № 4, S.50-57 (in Russ.).
- [20] Mjachikova N.I., Sorokopudov V.N., Bin'kovskaja O.V., Dumacheva E.V. Proroshhennyye semena kak istochnik pishhevyyh i biologicheski aktivnykh veshhestv dlja organizma cheloveka, *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, **2012**, №5, S. 103 (in Russ.).

№ 58 ҰЙЫТҚЫНЫҢ ПРОБИОТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

А. Е. Халымбетова, Т. В. Кузнецова, М. Г. Саубенова

РМК «Микробиология және вирусология институты» ҚР БҒМҒК, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: сүтқышқылды бактериялар, лактозаны ыдыратушы ашытқылар, ұйытқы, сауырауқұлаққа қарсы белсенділік, антагонизм.

Аннотация. Экологиялық жағдайдың нашарлауы, қоршаған ортадағы ғасырлар бойы орын алған микрофлора құрамының тепе-теңдігінің бұзылуына әкеліп соқты. Халықаралық ұйымдардың мәліметтері бойынша, тағам өндірісінде қолданылатын ауылшаруашылық шикізаттарының саңырауқұлақтар мен олардың улы заттарымен ластану көрсеткіштері үнемі өсуде, сонымен қатар, патогенді емес микромицеттердің өзгеруінің салдарынан өсімдік және жануар организмдеріндегі ауру қоздырғыш саңырауқұлақтардың спектрі кеңейген. Бұл, бактерияға қарсы антибиотиктерді негізсіз кең мөлшерде қолдану мен адамдардың иммундық жағдайының төмендеуінен туып отыр және ол түрлі аймақта шоғырланған микоздар санының өсуін қалыптастырады. Дұрыс тамақтанбау, күйзелістер, гормондар мен басқа да дәрілік препараттарды қолдану жағдайды нашарлатады, нәтижесінде халықтың 90–95%-да асқазан-ішек жолдарының микрофлора құрамында шартты-патогенді саңырауқұлақтардың және ауру қоздырушы бактерияларының көбейгендігі байқалады.

Мақалада түрлі астық және бұршақ және көкөніс тұқымдастарының қоспаларының әсерінен №58 ұйытқының пробиотикалық қасиеттерін бағалау нәтижелері көрсетілген.

Нәтижелер көрсеткендей, көкөніс қоспалары ұйытқының антагонистік белсенділігін тек қана 30°C температурада жоғарылататындығы анықталды. Өсімдік тектес қоспалармен салыстырғанда көкөніс қоспалары *Candida* туысының шартты-патогенді ашытқыларына қарсы антагонистік белсенділікті жоғарылатпайтындығы анықталды.

Бактериялық тест-культураға қарсы ұйытқының антагонистік белсенділігін шәлім, кардамон, қызылша мен райхан (30°C) жоғарылататындығы анықталды.

Поступила 31.07.2015 г.

МАЗМҰНЫ

Алексюк М.С., Турмагамбетова А.С., Алексюк П.Г., Богоявленский А.П., Березин В.Э. Бактериофагтардың сулы экожүйедегі гендік маркері және эволюциялық мінездемесі.....	5
Бадрызлова Н.С. Шелек тоған шаруашылығында тісті (көксерке) шабактарын өсірудің ерекшеліктері.....	12
Крупа Е.Г., Баринова С.М. <i>Diaptomus (Chaetodiaptomus) mirus</i> Lilljeborg in Guerne et Richard, 1889 – Calanoida (crustacea: copepoda) Қазақстан фаунасындағы жаңа түр.....	21
Құлманов М.Е., Иванова Л.Н., Соколова Н.Н., Коротецкий И.С., Керимжанова Б.Ф., Ильин А.И. Балапандарға эксперимент кезіндегі ФС-1 дәрілік затының тұмауға қарсы әсері.....	27
Крупа Е.Г. Қазақстан және Орталық Азия фаунасында Calanoida – жаңа түрі <i>Neodiaptomus schmackeri</i> (Poppe et Richard, 1892).....	36
Қыдырманов А.И., Карамендин К.Ө., Қасымбеков Е.Т., Саятов М.Х., Гудман С. Солтүстік Каспийдің Қазақстандық бөлігіндегі итбалықтар арасындағы ортомиксо- және морбилливирус инфекциялары коздырғыштарының айналымын үздіксіз бақылау (2007–2014 жж.).....	41
Мәжібаева Ж.Ө., Ковалева Л.А. Қапшағай суқоймасының зообентос құрылымының қазіргі таңдағы алуантүрлілігі мен көрсеткіштерінің дамуы.....	48
Тұрмагамбетова А.С. Флавоноидтардың қолдануы және биологиялық белсенділігі.....	54
Треножникова Л.П., Галимбаева Р.Ш., Ұлтанбекова Г.Д., Балғымбаева А.С., Байдыльдаева Ж.А. Қазақстанның топырақтарынан бөліп алынған, экстремофильді актиномицеттердің фитобақылау қасиеті.....	65
Саубенова М.Г., Кузнецова Т.В. Эндофитты бактерияларды бидайды қорғау мен өнімділігін арттыру үшін қолдану (жалпы шолу).....	71
Садуева Ж.К., Блиева Р.К., Сулейменова Ж.Б. Ферменттік препараттарды нан пісіруде қолдану.....	78
Рсалиев А.С., Пахратдинова Ж.У., Амирханова Н.Т., Ысқақова Г.Ш. Пирикулярриозға күріштің төзімділік көздерін жіктеу.....	84
Халымбетова А.Е., Кузнецова Т.В., Саубенова М.Г. № 58 ұйытқының пробиотикалық қасиеттерін зерттеу.....	92

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Алексюк М.С., Турмагамбетова А.С., Алексюк П.Г., Богоявленский А.П., Березин В.Э.</i> Гены маркеры и эволюционная характеристика бактериофагов водных экосистем.....	5
<i>Бадрызлова Н.С.</i> Особенности выращивания рыбопосадочного материала судака в условиях Чиликского прудового хозяйства.....	12
<i>Крупа Е.Г., Барина С.М.</i> <i>Diaptomus (Chaetodiaptomus) mirus</i> Lilljeborg in Guerne et Richard, 1889 – новый вид Calanoida (crustacea: copepoda) в фауне Казахстана.....	21
<i>Кулманов М.Е., Иванова Л.Н., Соколова Н.Н., Коротецкий И.С., Керимжанова Б.Ф., Ильин А.И.</i> Антигриппозное действие лекарственного вещества ФС-1 в эксперименте на цыплятах.....	27
<i>Крупа Е.Г.</i> <i>Neodiaptomus schmackeri</i> (Poppe et Richard, 1892) – новый вид Calanoida (copepoda: crustacea) в фауне Казахстана и Центральной Азии.....	36
<i>Кыдырманов А.И., Карамендин К.О., Касымбеков Е.Т., Саятов М.Х., Гудман С.</i> Слежение за циркуляцией возбудителей ортомиксо- и морбилливирусных инфекций среди тюленей в Казахстанской части Северного Каспия (2007–2014 гг.).....	41
<i>Мажидбаева Ж.О., Ковалева Л.А.</i> Современное биоразнообразие и количественное развитие зообентоса Капшагайского водохранилища.....	48
<i>Турмагамбетова А.С.</i> Биологическая активность и применение флавоноидов.....	54
<i>Треножникова Л.П., Галимбаева Р.Ш., Ултанбекова Г.Д., Балгимбаева А.С., Байдылдаева Ж.А.</i> Фиторегуляторные свойства экстремофильных актиномицетов, выделенных из почв Казахстана.....	65
<i>Саубенова М.Г., Кузнецова Т.В.</i> Использование эндофитных бактерий для защиты и повышения продуктивности пшеницы (обзор).....	71
<i>Садуева Ж.К., Блиева Р.К., Сулейменова Ж.Б.</i> Использование ферментных препаратов в хлебопечении.....	78
<i>Рсалиев А.С., Пахратдинова Ж.У., Амирханова Н.Т., Ыскакова Г.Ш.</i> Идентификация источников устойчивости риса к пирикулярриозу.....	84
<i>Халымбетова А.Е., Кузнецова Т.В., Саубенова М.Г.</i> Исследование пробиотических свойств закваски № 58.....	92

CONTENTS

<i>Alexyuk M.S., Turmagambetova A.S., Alexyuk P.G., Bogoyavlenskiy A.P., Berezin V.E.</i> Markers genes and evolution characteristics of water ecosystems bacteriophages.....	5
<i>Badryzlova N.S.</i> Features of breeding the fry of pikeperch in conditions of Chilik ponds farm.....	12
<i>Krupa Elena, Barinova Sophia.</i> <i>Diaptomus (Chaetodiaptomus) mirus</i> Lilljeborg in Guerne et Richard, 1889 – new species of Calanoida (crustacea: copepoda) in fauna of Kazakhstan.....	21
<i>Kulmanov M.E., Ivanova L.N., Sokolova N.N., Korotetskiy I.S., Kerimzhanova B.F., Ilin A.I.</i> Antiflu action of the drug FS-1 in experiment with chickens.....	27
<i>Krupa E.G.</i> <i>Neodiaptomus schmackeri</i> (Poppe et Richard, 1892) – the new species of Calanoida (copepoda: crustacea) in Kazakhstan and Central Asia.....	36
<i>Kydyrmanov A.I., Karamendin K., Kassymbekov Ye., Sayatov M.Kh., Goodman S.J.</i> Surveillance for circulation of orthomyxo- and morbilliviruses among seals in the Kazakh part of Northern Caspian (2007–2014).....	41
<i>Mazhibayeva Zh.O., Kovaleva L.A.</i> Current biovariety and quantitative development of the zoobentos of the Kapshagai reservoir.....	48
<i>Turmagambetova A.S.</i> Biological activity and potential applications of flavonoids.....	54
<i>Trenozhnikova L.P., Galimbaeva R.Sh., Ultanbekova G.D., Balgimbaeva A.S., Baydyldaeva Zh.A.</i> Phyto regulatory properties of extremophilic actinomycetes isolated from soils of Kazakhstan.....	65
<i>Saubenova M.G., Kuznetsova T.V.</i> Use of endophytic bacteria to protect and increase the productivity of wheat (review).....	71
<i>Sadyeva Zh.K., Blieva R.K., Suleimenova Zh.B.</i> Application to enzyme preparations in bread making.....	78
<i>Rsaliyev A.S., Pakhratdinova Zh.U., Amirkhanova N.T., Yskakova G.Sh.</i> Identification of source of rice resistance to pyricularia oryzae.....	84
<i>Khalymbetova A.E., Kuznetsova T.V., Saubenova M.G.</i> The study probiotic properties of starter culture № 58.....	92

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.biological-medical.kz/index.php/ru/>

Редактор *М. С. Ахметова*

Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 15.09.2015.

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

6,5 п.л. Тираж 300. Заказ 4.