

ISSN 1563-0218  
Индекс 75866; 25866

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

# ҚазҰУ ХАБАРШЫСЫ

Биология сериясы

---

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

# ВЕСТНИК КазНУ

Серия биологическая

---

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

# KazNU BULLETIN

Biology series

---

№2 (61)

Алматы  
«Қазақ университеті»  
2014

25.11.1999 ж. Қазақстан Республикасының  
Мәдениет, ақпарат және қоғамдық келісім министрлігінде тіркелген

Күәлік №956-Ж.

**Редакция алқасы:**

*Шалахметова Т.М., б.ғ.д., профессор – ғылыми редактор (Қазақстан)*  
*Тулеуханов С.Т., б.ғ.д., профессор – ғылыми редакторының орынбасары (Қазақстан)*  
*Оразова С.Б., б.ғ.к., жауапты хатшы (Қазақстан)*  
*Айдосова С.С., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)*  
*Айташева З.Г., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)*  
*Заядан Б.К., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)*  
*Бисенбаев А.К., б.ғ.д., ҚР ҰҒА корреспондент мүшесі (Қазақстан)*  
*Иващенко А.Т., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)*  
*Карпенюк Т.А., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)*  
*Мукашева Т.Ж., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)*  
*Мухитдинов Н.М., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)*  
*Нуртазин С.Т., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)*  
*Сапаров К.А., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)*  
*Шигаева М.Х., б.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)*  
*Шулембаева К.К., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)*  
*Сарбасов Д., PhD докторы, профессор (АҚШ)*  
*Сапарбаев М., PhD докторы, профессор (Франция)*  
*Партон С., PhD докторы, доцент (Ұлыбритания)*  
*Хеберле-Борс Е., PhD докторы, профессор (Австрия)*

Ғылыми басылым

**ҚазҰУ ХАБАРШЫСЫ**

Биология сериясы

№2 (61)

Редакторлары: *Г. Бекбердиева, А. Иманғалиева*  
Компьютерде беттеген: *А. Алдашева*

**ИБ № 7787**

Басуға 29.12.2014 жылы қол қойылды.  
Пішімі 60x84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Көлемі 14,0 б.т. Офсетті қағаз. Сандық басылыс.  
Тапсырыс №2685. Таралымы 500 дана. Бағасы келісімді.  
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің «Қазақ университеті» баспа үйі.  
050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.  
«Қазақ университеті» баспа үйінің баспаханасында басылды.

УДК 581.412

А.А. Аметов, Н.В. Курбатова\*,  
Н.М. Мухитдинов, К.Т. Абидкулова, Н. Айтмұқамет

Научно-исследовательский институт проблем биологии и биотехнологии КазНУ им. аль-Фараби,  
Республика Казахстан, г. Алматы

\*E-mail: kurbatova\_nv77@mail.ru

**Флористическое описание ареала и запасы сырья *Polygonum undulatum* Murr.,  
произрастающего в урочище Уйтас  
(Заилийский Алатау)**

Работа посвящена изучению лекарственного растения *Polygonum undulatum* Murr., произрастающего в урочище Уйтас (Заилийский Алатау). Рассматриваемая популяция *Polygonum undulatum* была обнаружена в Каскеленском ущелье, урочище Уйтас, координаты по GPS-навигации N43°00.960' и E 076°38.117', на высоте 2341 м над уровнем моря в злаково-разнотравной ассоциации с редким участием таволги на склоне южной экспозиции, крутизной 45-50°, почва – горный чернозем, проективное покрытие составило 100%. В результате работы была исследована популяция горца волнистого, проведены геоботаническое и флористическое описания сообществ, собраны видовые гербарные образцы и определена площадь зарослей, урожайность, эксплуатационный запас и возможные ежегодные заготовки растительного сырья горца волнистого в Алматинской области. Установленный объем возможных заготовок соответствует нормам сбора лекарственного растительного сырья.

**Ключевые слова:** *Polygonaceae* Juss., *Polygonum undulatum* Murr., лекарственные растения, растительная ассоциация, запасы сырья.

A.A. Ametov, N.V. Kurbatova, N.M. Mukhitdinov, K.T. Abidkulova, N. Aytmukamet

**Floristic description of areal and the stocks of raw materials  
of *Polygonum undulatum* Murr. growing in natural boundary Uytas  
(Trans-ili Alatau)**

Results of the study medicinal plant *Polygonum undulatum* Murr. growing in the natural boundary Uytas (Ile Alatau) are listed in this article. Described population of *Polygonum undulatum* was found in Kaskelen gorge, in natural boundary Uytas, coordinates by GPS-navigation were N 43°00.960' и E 076°38.117', at an altitude of 2341 m, in the cereal-forb association with a rare participation of meadowsweet on a slope of southern exposure, steepness was 45-50 °, soil was black earth, projective cover has been 100%. As a result the population of *Polygonum undulatum* was investigated, geobotanical and floristic descriptions of plant communities have been carried out, specimens of species were collected in the herbarium. Also thickets area, productivity of land, operational reserve and possibility annual harvesting vegetable raw materials of *Polygonum undulatum* were installed in the Almaty region. Volume possible grass picking of *Polygonum undulatum* conforms collecting norms of medicinal plants

**Key words:** *Polygonaceae* Juss., *Polygonum undulatum* Murr., medicinal plants, plant association, stocks of raw materials.

А.А. Аметов, Н.В. Курбатова, Н.М. Мухитдинов, К.Т. Абидкулова, Н. Айтмұқамет  
**Ұйтас шатқалында (Іле Алатауы) өсетін *Polygonum undulatum* Murr.  
өсімдігі ареалының флоралық сипаттамасы мен шікізат қоры**

Жұмыс Ұйтас шатқалында (Іле Алатауы) өсетін *Polygonum undulatum* Murr. дәрілік өсімдігін зерттеуге арналған. Қарастырылатын *Polygonum undulatum* популяциясы Қаскелең және Ұйтас шатқалдарында табылды. GPS-навигация бойынша координаттары N 43°00.960', E 076°38.117', теңіз деңгейінен биіктігі 2341 м, жартас биіктігі 45-50°оңтүстік экспозициясындағы жотада астық әртүрлі шөпті қауымдастықта тобылғының сирек қатысуымен, топырақ – таудың қарашірігі (қара топырағы), проекциялық жабыны – 100 % құрады. Жұмыс нәтижесінде Алматы облысындағы *Polygonum undulatum* популяциясы зерттелді, қауымдастықтардың геоботаникалық және флористикалық сипаттамасы жүргізілді, гербарий үлгілері жиналды және шіліктердің ауданы, өнімділігі, эксплуатациялық қоры мен өсімдік шікізатын болжамды дайындау анықталды. Анықталған шікізатты дайындау мөлшері дәрілік өсімдік шікізатын жинау нормаларына сәйкес.

**Түйін сөздер:** *Polygonaceae* Juss., *Polygonum undulatum* Murr., дәрілік өсімдіктер, өсімдіктер ассоциациясы, шікізат қоры.

## Введение

*Polygonum undulatum* представляет большой интерес как перспективное лекарственное растение, которое используется народной медициной Сибири наружно при кожных болезнях и для укрепления волос; водные отвары и настои травы используют как мочегонное, противовоспалительное и ранозаживляющее средство. Во Франции применяют водно-спиртовые извлечения при раке кожи [1].

Данных по изучению биологических особенностей горца волнистого в доступной литературе не найдено.

Установлено наличие фенолокислот, флавоноидов (агликонов и гликозидов), сапонинов, дубильных веществ, витаминов (С, К, Р, РР, каротиноидов), незначительные количества антрахинонов и кумаринов [1]. Изучен аминокислотный состав и показано наличие L-глутамина, метионина, фенилаланина, пролина, триптофана, треонина, лейцина и L-гистидина. Кроме описанных фенолокислот (кофейная, хлорогеновая), в казахстанских аналогах идентифицированы сиреневая, p- и o-оксикоричные кислоты. Отличается также флавоноидный состав казахстанского горца, в нём преобладают гликозидированные формы, а общими являются: кемпферол, кверцетин, авикулярин и мирицетин [1].

Из вышесказанного очевидно актуальность, целесообразность и необходимость наличия экспериментального задела ботанических исследований по изучению местных растительных ресурсов данного вида.

## Материалы и методы

Объектом исследования явился *Polygonum undulatum* Murr. (горец волнистый) – многолет-

нее травянистое растение до 90-100 см высоты (рисунок 1). Стебель прямостоячий, слабоветвистый, голый или коротко прижато-волосистый. Листовые пластинки ланцетные, удлинленно-ланцетные, реже – продолговатые, 4,0-12,0 см дл. и 1,0-3,0 см шир., длинно заостренные, в основании ширококлиновидные, округлые, на черешках до 1 см дл., с обеих сторон или только снизу по жилкам и краям коротковолосистые, с волнистыми краями. Раструбы голые или волосистые. Цветки в длинных, густоцветковых сближенных кистях, расположенных преимущественно на верхушке главного стебля. Общее соцветие хорошо отграничено от вегетативной части стебля. Околоцветник белый, 2,5-3,5 мм дл., с сочленением у основания. Плод 3,0-3,5 мм дл., равен околоцветнику или немного выступает из него. Рассматриваемый вид горца произрастает по луговым склонам, кустарникам и лесным опушкам всего горного Казахстана. В хозяйственном отношении имеет комплексное значение, является он лекарственным, дубильным, кормовым, пищевым и медоносным растением [2].

В процессе выполнения работы исследование растительных ассоциаций проводилось в соответствии с общепринятыми методиками в полевой геоботанике [3]. Номенклатура была дана и выверялась по сводкам С.А. Абдулиной [4] и С.К. Черепанова [5]. Учетные площадки, в числе пятнадцати, площадью 1 м<sup>2</sup> закладывались равномерно, на определенном расстоянии друг от друга. Для определения запасов лекарственного сырья учитывали два показателя – площадь заросли и урожайность. Площадь заросли определяли, приравнивая очертания заросли к какой-либо геометрической фигуре (квадрат) и измеряли параметры (длину, ширину), необходимые для расчета площади этой фигуры. В тех

случаях, когда заросли изучаемого вида располагались неравномерно, отдельными пятнами в пределах растительного сообщества, вначале определяли площадь всего участка, на котором встречался изучаемый вид, а затем – процент площади, занятой изучаемым видом. Всходы, ювенильные и поврежденные экземпляры не подлежали сбору. Собранное с площадки сырье взвешивали с точностью  $\pm 5\%$ . Определение запасов сырья и урожайности проводилось по принятым методикам [6-8].

В результате экспедиционных выездов по территории Заилийского Алатау, которые бы-

ли проведены в течение летнего вегетационного периода в 2014 году, нами были найдены и обследованы три популяции *Polygonum undulatum*. Одна из популяций была найдена в верхнем пределе елового пояса, урочище Касымбексай на территории мараловодческого хозяйства «Алатау маралы» Каскеленского ущелья Заилийского Алатау, на высоте 2415 м над уровнем моря, другая популяция горца была найдена в верховьях Каскеленского ущелья на высоте 1964 м над уровнем моря. В данной статье мы остановимся на характеристике третьей из обнаруженных популяций.



Рисунок 1 – *Polygonum undulatum* Murr. (горец волнистый)

## Результаты и обсуждение

Рассматриваемая популяция *Polygonum undulatum* была обнаружена в верхнем пределе елового пояса в урочище Уйтас, Каскеленского ущелья, координаты по GPS-навигации N43°00.960' и E 076°38.117', на высоте 2341 м над уровнем моря (рисунок 2).

Урочище Уйтас узкое и глубокое с обрывистыми скалами, ложбины образованы временными водотоками. Северные и северо-восточные экспозиции склона – бугры в рельефном отношении несколько пологие и сплошь покрыты лесом из *Picea schrenkiana* Fisch. Et Mey. Почвы – горные чернозёмы с мощным гумусовым горизонтом, встречаются и в виде маломощных с

выходом каменистых глыб на дневную поверхность. Южные и юго-западные экспозиции склона достаточно крутые, местами наблюдались обрывистые скалы. Растительность в верхней части бугра этой экспозиции представлена высокотравными лугами, а в средней части – кустарниково-разнотравными. Ближе к скалистым участкам встречаются заросли стелющейся арчи туркестанской (*Juniperus turkestanica* Kom.). В нижней части склона и по ложбинам растёт высокотравье. Основу высокотравья из семейства зонтичных составляют: *Conioselinum vaginatum* (Spreng.) Thell., *Ferula kelleri* K.F., *Ferula akitschkensis* B. Fedtsch., *Libanotis iliensis* (Lipsky) Korov., а из семейства сложноцветных: *Artemisia vulgaris* L., *Artemisia absinthium*

L., *Artemisia dracunculus* L., *Inula helenium* L., *Ligularia macrophylla* (Ledeb.) DC., встречается – *Urtica dioica* L..

В верхнем пределе елового пояса на высоте 2341 м над уровнем моря юго-восточной экспозиции высокой сопки урочища Уйтас с целью определения сырьевой массы *Polygonum undulatum* было заложено несколько площадок. Растительный покров участка был представлен злаково-разнотравной ассоциацией (ass. *Polygonum undulatum*, *Silene latifolia*, *Aconitum nemorum*, *Geum urbanum*, *Veronica longifolia*, *Festuca sulcata*, *Koeleria gracilis*, *Poa pratensis*, *Roegneria curvata*). Проективное покрытие 100%. Крутизна склона вблизи вершины сопки

составила 50°, в средней части – 55°, а несколько ниже местами встречались обрывистые скалы, крутизной более 70°. В растительном покрове наблюдалось пятиярусное сложение. Первый ярус составили – *Spiraea tianschanica* Pojark., *Ligularia macrophylla* высотой 150-170 см, второй ярус – *Rheum wittrockii*, *Dactylis glomerata*, *Libanotis iliensis*, *Trisetum sibiricum* высотой 110-115 см, третий ярус – *Roegneria curvata*, *Calamagrostis epigeios*, *Agropyron kasteki* – 90-100 см, четвертый ярус – *Aconitum soongaricum*, *Thalictrum collinum*, *Delphinium elatum*, *Cardius crispus* – 60-80 см, пятый ярус – *Campanula glomerata*, *Veronica longifolia*, *Lamium album*, *Poa pratensis*, *Festuca pratensis* – 30-50 см.



Рисунок 2 – Популяция *Polygonum undulatum* в урочище Уйтас, Каскеленское ущелье (еловый пояс)

Флористический состав этой популяции достаточно богат и состоял из 112 видов растений. Систематический состав флоры популяции располагался следующим образом. Отдел *Gymnospermatophyta* представлен одним видом – *Juniperus turkestanica* Kom.. Отдел *Angiospermatophyta* представлен 112 видами, из них 94 вида относятся к классу *Dicotyledoneae*, 17 видов к классу *Monocotyledoneae*. Самым крупным семейством флоры популяции является *Asteraceae* Dumort. – 22 вида, или 19,6%. На втором месте семейство *Poaceae* – 14 видов (12,5%), на третьем месте *Rosaceae* – 9 видов (8,0%), четвертую позицию

занимают семейства *Fabaceae* и *Lamiaceae*, в каждом из которых имеется по 8 видов, что в сумме составляет 14,2% флоры популяции. Далее в убывающем порядке располагаются семейства *Scrophulariaceae* – 7 видов (6,2%), *Ranunculaceae* – 6 видов (5,3%). На долю этих 6 семейств приходится 74 вида, т.е. 66,0% флоры популяции. Остальные семейства представлены незначительным количеством видов. Однако, они вместе взятые составляют 40% флоры и играют существенную роль в формировании флоры этой популяции. Причём все находятся в гармоничных взаимоотношениях со всеми видами сообщества.

Из жизненных форм преобладают гемикриптофиты или многолетние травянистые растения – 102 вида, или 91,0%. Остальные жизненные формы представлены незначительным количеством видов. Например, микрофанерофиты, иначе кустарники, занимающие второе место, представлены всего лишь 7 видами, что составляет 6,2% флоры популяции, терофиты – однолетние (реже двулетние) растения с ускоренным циклом развития представлены 3 видами, а хамефиты или полукустарнички – 2 видами. Такое соотношение жизненных форм и экологических типов вполне отражает естественную картину данной популяции *Polygonum undulatum*. В горах, особенно в поясе еловых лесов, из жизненных форм терофиты и хамефиты традиционно считаются самыми малочисленными. Это связано, во-первых, с почвенно-климатическими условиями горных экосистем (особенно влажностью воздуха и почв); во-вторых, с чрезвычайной густотой растительного покрова; в-третьих, с высокотравьем, что характерно для рассматриваемого пояса. Все перечисленные факторы в определённой степени ограничивают распространение здесь терофитов и хамефитов. Причём известно, что хамефиты и терофиты предпочитают более открытые участки с жарким климатом и незначительной влажностью воздуха и почвы. Относительно экологических типов, то в горах растения находятся в условиях достаточного водоснабжения, поэтому вполне понятно, что здесь из экологических типов преобладают мезофиты.

В пределах популяции *Polygonum undulatum* выявлены 13 групп полезных растений. Среди них наибольшее распространение

имеет группа медоносных растений – 52 вида, или 46,4%, второе место занимают кормовые растения – 24 вида (21,4%), которые входят в число хорошо поедаемых видов. Помимо этого, есть средне и плохо поедаемые виды, количество которых несколько выше указанной цифры. Таким образом, не менее половины видов растений популяции в той или иной степени поедается скотом. Третье место занимают сорные растения – 16 видов (14,2%), четвёртое место лекарственные растения – 15 видов (13,4%). Далее полезные группы растений в нисходящем порядке распределяются следующим образом: декоративные – 13 видов (11,6%), дубильные – 9 видов (8,0%), ядовитые – 8 видов (7,4%), пищевые – 7 видов (6,2%). Остальные группы представлены незначительным количеством видов.

### Заключение

Результаты экспедиционных выездов позволили определить площадь зарослей, урожайность, эксплуатационный запас и возможные ежегодные заготовки растительного сырья горца волнистого. Анализируя полученные данные, можно сказать следующее: площадь заросли составила от 0,6000 до 4,6609 га, урожайность горца волнистого колеблется от 0,072 до 0,110 т/га. В отношении эксплуатационного запаса, то у *Polygonum undulatum* – 0,05-0,52 т (возд.-сух.). Объем возможных заготовок в среднем составил от 0,010 до 0,900 т в год, что соответствует нормам заготовок лекарственного растительного сырья.

### Литература

- 1 Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование / под ред. П.Д.Соколова.- М., 1991. – С.245-292.
- 2 Флора Казахстана / под ред. Н.В. Павлова. – Алма-Ата: АН КазССР, 1960. – Т. 3. – С. 92-102.
- 3 Полевая геоботаника / Под ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина. – М.: Издательство Академии Наук СССР, 1976. – 320 с.
- 4 Абдулина С.А. Список сосудистых растений Казахстана / под ред. Р.В. Камелина. – Алматы, 1998. –187 с.
- 5 Czerepanov S.K. Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR). – London: Cambridge University Press, 1995. – 516 s.
- 6 Ашмарин Л.П. Быстрые методы статистической обработки и планирование экспериментов /Л.П. Ашмарин, Н.Н. Васильев, В.А. Амбросов. – Л.: Изд-во Ленингр.ун-та, 1975. – 78 с.
- 7 Положий А.И. Методические указания по изучению ресурсов лекарственных растений Сибири /А.И. Положий, Н.А. Некратова, Е.Е. Тимошок. – Абакан, 1988. – С. 2-91.
- 8 Шретер А.И. Методика определения запасов лекарственных растений/А.И. Шретер, И.Л. Крылова. – М., 1986. – 33 с.

**References**

- 1 Rastitel'nye resursy SSSR. Cvetkovye rastenija, ih himicheskij sostav, ispol'zovanie / Pod. red. P.D.Sokolova. – M. – 1991. – P.245-292.
- 2 Flora Kazahstana / pod red. N.V. Pavlova. – Alma-Ata: AN KazSSR, 1960. – T. 3. – P. 92-102.
- 3 Polevaja geobotanika / Pod red. E.M.Lavrenko, A.A.Korchagina. – Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR. – 1976. - 320 p.
- 4 Abdulina S.A. Spisok sosudistyh rastenij Kazahstana / pod red. R.V. Kamelina. – Almaty, 1998. – 187 p.
- 5 Czerepanov S.K. Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR). – Cambridge University Press, 1995. – 516 p.
- 6 Ashmarin L.P. Bystrye metody statisticheskoj obrabotki i planirovanie jeksperimentov / L.P. Ashmarin, N.N. Vasil'ev, V.A. Ambrosov. – L.: Izd-vo Leningr.un-ta, 1975. – 78 p.
- 7 Polozhij A.I. Metodicheskie ukazanija po izucheniju resursov lekarstvennyh rastenij Sibiri /A.I. Polozhij, N.A. Nekratova, E.E. Timoshok. – Abakan, 1988. – P. 2-91.
- 8 Shreter A.I. Metodika opredelenija zapasov lekarstvennyh rastenij/A.I. Shreter, I.L. Krylova. – M., 1986. – 33 p.



ӘОЖ 633.21 (235.216)

<sup>1</sup>Н.К. Аралбай, <sup>2</sup>А.Т. Қуатбаев,  
<sup>2</sup>А.Ж. Чилдибаева\*, <sup>2</sup>Г. Калдыбекқызы

<sup>1</sup>Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,  
 Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

<sup>2</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

\*E-mail: asel.childibaeva@mail.ru

### Қазақстан флорасындағы тарандар (*Polygonaceae* Lindl.) тұқымдасының туыстық және түрлік анықтағыш кілттері

Берілген мақалада Қазақстан флорасындағы тарандар (*Polygonaceae* Lindl.) тұқымдасының туыстық және түрлік анықтағыш кілттері қазақ тілінде берілген. Тарандар (*Polygonaceae* Lindl.) тұқымдасында 8 туыс: кенигия – *Koenigia* L., қымыздық – *Rumex* L., саумалдық – *Oxyria* Hill., рауғаш – *Rheum* L., түйесіңір – *Atraphaxis* L., жүзгін – *Calligonum* L., таран – *Polygonum* L., қарамық – *Fagopyrum* Gaertn., 187 түр бар. Оның ішінде кенигия – *Koenigia* L. туысының Исландия к. – *K. islandica* L. – 1 түрінің, саумалдық – *Oxyria* Hill. туысының Биік с. – *O. elatior* R. Br. – 1 түрінің, рауғаш – *Rheum* L. туысының Аласа р. – *R. papum* Siev., Максимович р. – *R. maximowiczii* Losinsk., түйежапырақ, татар р. – *R. tataricum* L., Түркістан р. – *R. turkestanicum* Janisch., Виттрок р. – *R. wittrockii* Lundstr., жүрек жапырақ р. – *R. cordatum* Losinsk., жинақты р. – *R. compactum* L., Алтай р. – *R. altaicum* Losinsk., сабақсыз р. – *R. rhizostachyum* Schrenk., Торлы р. – *R. reticulatum* Losinsk. – 10 түрінің, түйесіңір – *Atraphaxis* L. туысының Бозғылт т. – *A. canescens* Bunge, шоғыр т. – *A. compacta* Ledeb., Қаратау т. – *A. karataviensis* Lipsch. et Pavl., Тікенді т. – *A. spinosa* L., Қайырма т. – *A. replicata* Lam., Жап-жасыл т. – *A. laetevirens* (Ledeb.) Jaub. et Spach., жұмыртқажапырақ т. – *A. teretifolia* (M.Pop.) Kom., Тікенді т. – *A. pungens* (M.B.) Jaub. et Spach., алмұртжапырақты т. – *A. pyrifolia* Bunge, Елеусіз т. – *A. decipiens* Jaub. et Spach., Мушкетов т. – *A. muschketovii* Krassn., Зеравшан т. – *A. zeravschanica* Pavl., бұта т. – *A. frutescens* (L.) Eversm., шыбыртқы т. – *A. virgata* (Regel) Krassn. – 14 түрінің, қарамық – *Fagopyrum* Gaertn. туысының егістік қ. – *F. sagittatum* Gilib., ноғай қ. – *F. tataricum* (L.) Gaertn. – 2 түрінің анықтағыш кілттері жасалды.

**Түйін сөздер:** өсінді, бағана, жарғақты, жаңғақша, буынаралық, бунақталған өсімдік.

N.K. Aralbai, A.T. Kuatbaev, A.Zh. Childibaeva, G. Kaldybekkyzy  
**Generic and species keys of determinant of familie  
*Polygonaceae* Lindl. by floraе of Kazakhstan**

In this article are given generic and species keys of *Polygonaceae* Lindl. families determinant according to modern taxonomic system in the Kazakh language. In the family *Polygonaceae* Lindl. are 8 genus: *Koenigia* L., *Rumex* L., *Oxyria* Hill., *Rheum* L., *Atraphaxis* L., *Calligonum* L., *Polygonum* L., *Fagopyrum* Gaertn., and 187 species. Compiled keys definition of genus *Koenigia* L. are: *K. islandica* L. – 1 species, genus *Oxyria* Hill.: *O. elatior* R. Br. – 1 species, genus *Rheum* L.: *R. nanum* Siev., *R. maximowiczii* Losinsk., *R. tataricum* L., *R. turkestanicum* Janisch., *R. wittrockii* Lundstr., *R. cordatum* Losinsk., *R. ompactum* L., *R. altaicum* Losinsk., *R. rhizostachyum* Schrenk., *R. reticulatum* Losinsk. – 10 species, genus *Atraphaxis* L.: *A. canescens* Bunge, *A. compacta* Ledeb., *A. karataviensis* Lipsch. et Pavl., *A. spinosa* L., *A. replicata* Lam., *A. laetevirens* (Ledeb.) Jaub. et Spach., *A. teretifolia* (M.Pop.) Kom., *A. pungens* (M.B.) Jaub. et Spach., *A. pyrifolia* Bunge, *A. decipiens* Jaub. et Spach., *A. muschketovii* Krassn., *A. zeravschanica* Pavl., *A. frutescens* (L.) Eversm., *A. virgata* (Regel) Krassn. – 14 species, genus *Fagopyrum* Gaertn.: *F. sagittatum* Gilib., *F. tataricum* (L.) Gaertn. – 2 species.

**Key words:** outgrowth, columns, scarious, nutlet, merithallus, tanning plant.

Н.К. Аралбай, А.Т. Қуатбаев, А.Ж. Чилдибаева, Г. Калдыбекқызы  
**Родовые и видовые ключи определителя семейства гречишные  
 (*Polygonaceae* Lindl.) флоры Казахстана**

В данной статье приведены родовые и видовые ключи определителя семейства гречишных (*Polygonaceae* Lindl.) на казахском языке в соответствии с современной таксономической системой. В семействе гречишных (*Polygonaceae* Lindl.) 8 родов: Кенигия – *Koenigia* L., Щавель – *Rumex* L., Кисличник – *Oxyria* Hill., Ревень – *Rheum* L., Курчавка – *Atraphaxis* L., Жузгун – *Calligonum* L., Горец – *Polygonum* L., Гречиха – *Fagopyrum* Gaertn. и 187 видов. Из них составлены ключи определения 10 видов рода Кенигия – *Koenigia* L.: *K. islandica* L. – 1 вид, рода Кисличник – *Oxyria* Hill.: *K. высокий*. – *O. elatior* R. Br. – 1 вид, рода Ревень – *Rheum* L. *P. низкий* – *R. papum* Siev., *P. Максимо-вича* – *R. maximowiczii* Losinsk., *P. татарский* – *R. tataricum* L., *P. туркестанский* – *R. turkestanicum* Janisch., *P. Виттрока*. – *R. wittrockii* Lundstr., *P. сердцевидный* – *R. cordatum* Losinsk., *P. компактный* – *R. obtusatum* L., *P. алтайский* – *R. altaicum* Losinsk., *P. бесстебельный* – *R. rhizostachyum* Schrenk., *P. сетчатый* – *R. reticulatum* Losinsk., 14 видов рода Курчавка – *Atraphaxis* L.: *K. сероватая* – *A. canescens* Bunge, *K. красная* – *A. compacta* Ledeb., *K. каратавская* – *A. karataviensis* Lipsch. et Pavl., *K. шиповатая* – *A. spinosa* L., *K. отогнутая* – *A. replicata* Lam., *K. ярко-зеленая* – *A. laetevirens* (Ledeb.) Jaub. et Spach., *K. вальковатолуговая* – *A. teretifolia* (M.Pop.) Kom., *K. колючая* – *A. pungens* (M.B.) Jaub. et Spach., *K. грушелистная* – *A. pyriformis* Bunge, *K. незаметная* – *A. decipiens* Jaub. et Spach., *K. Мушкетова* – *A. muschketovii* Krassn., *K. зеравшанская* – *A. zeravschanica* Pavl., *K. кустарниковая* – *A. frutescens* (L.) Everm., *K. прутьевидная* – *A. virgata* (Regel) Krassn., 2 вида рода Гречиха – *Fagopyrum* Gaertn.: *Г. посевная* – *F. sagittatum* Gilib., *Г. татарская* – *F. tataricum* (L.) Gaertn.

**Ключевые слова:** вырост, столбики, пленчатый, орешек, междоузлия, дубильное растение.

## Кіріспе

Қазақстан – құрлықтың дәл ортасында орналасқан, негізінен аридты климатты ел. Мұндай жағдайда мұқ тәрізділер мен балдырларға қарағанда жоғары сатыдағы өсімдіктер басты рөл атқарады. Оның үстіне, жоғары сатыдағы өсімдіктерді және олардың қауымдастығын зерттеудің нәтижесінде ғана, Қазақстанның өсімдіктер дүниесін танып-білудің көптеген теориялық және әдістемелік мәселелері жасалып, шешілді. Бұл жұмыста осының барлығын бірізділік жүйеге келтіріп қолдануға талпыныс бар.

Академик Н.В. Павловтың редакторлығымен жарық көрген 9 томдық іргелі басылым «Флора Қазақстанның» жарық көргеніне жарты ғасырдан астам уақыт өтті. Одан кейінгі В.П. Голоскоковтың редакторлығымен жарық көрген 2 томдық «Иллюстрированный определитель растений Казахстана» анықтамалық құралының шыққанына да 40 жылдан астам уақыт өтті. Содан бері талай келелі өзгерістер болды:

– Ең алдымен, дүниежүзінде Кронквист-Тахтаджянның эволюциялық классификациялық жүйесі мойындалып, басшылыққа алынды.

– Систематика мен флористикадағы заманауи түр концепциясы түбегейлі популяциялық-генетикалық сипатқа ие болды.

– Түрдің концепциясынан кейін тарихи-эволюциялық жүйелі құрылым ретіндегі флораның концепциясы да тұрақталды.

– Көптеген таксономиялық топтар келелі таксономиялық өңдеулерден өтті;

– Бұрын ғылымда белгісіз көптеген жаңа түрлер ашылып, тіркелді, яғни қазіргі заманғы микроэволюциялық үрдістердің нәтижелері тіркелуде.

– Егемендік алғаннан кейінгі жылдары Қазақстанда биогеографиялық аудандау жобалары дайындалды. Оның ішінде фитохронологиялық бірліктердің флористикалық жүйесі де бар.

Сондықтан, «Қазақстан флорасын» дайындап, баспадан шығару бүгінгі күннің өте өткір мәселесі болып отыр. Қазақ тіліндегі басқа да кез келген флористикалық жұмыстар сияқты «Қазақстан өсімдіктерінің анықтағышы» осы үлкен келелі басылымды дайындаудың алғашқы қадамы болып табылады.

## Зерттеу материалдары мен әдістері

Төменде Қазақстан флорасындағы тарандар (*Polygonaceae* Lindl.) тұқымдасының туыстық және түрлік анықтағыш кілттері берілген.

1. Бұталар немесе бұташықтар .....

– Біржылдықтар немесе көпжылдық шөптер .....

2. Жемістері қанатшалы не бұтақтанған немесе қарапайым өсіндісі болады; аталықтары 12-18, аналық бағанасы 4-у; жапырақтары ұсақ, аз байқалады, түспелі жапырақты. 6. Жүзгін – *Calligonum* L. – Жузгун.

– Жемістері қанатсыз және өсіндісіз; аталықтары 4-8, аналық бағандары 2-3-у; жапырақтары толық жетілген .....3.

3. Гүл серігінің ішкі жақтары жемістенгенде қатты жайылып өседі. 5. Түйесіңір – *Atraphaxis* L. – Курчавка.

– Гүл серігі гүлдегеннен кейін жайылып өспейді. 7. Таран – *Polygonum* L. – Горец.

4. Аналық аузы шашақ тәрізді, жіп тәрізді бөліктерге тілімделген ..... 5.

– Аналық аузы бүтін, шоқпарлы, сирек табақшалы ..... 6.

5. Гүл серігі 6-бөлікті; жаңғақшасы 3-қырлы, қабырғалары қанатшасыз. 2. Қымыздық – *Rumex* L. – Щавель.

– Гүл серігі 4-бөлікті; жаңғақшасы жалпақтау, шеттері жарғақты-қанатшалы. 3. Саумалдық – *Oxyria* Hill. – Кисличник.

6. Гүл серігі 3-бөлікті; аталығы 3-у. 1. Кенигия – *Koenigia* L. – Кенигия.

– Гүл серігі 4-6-бөлікті; аталықтары 5-10 .. 7.

7. Гүл серігі 6-бөлікті; аталықтары 5-10; жаңғақшаларының қабырғалары жарғақты-қанатшалы. 4. Рауғаш – *Rheum* L. – Ревень.

– Гүл серігі 4-5-бөлікті; аталығы әдетте 8; жаңғақшаларының қабырғалары қанатшасыз .....8.

8. Гүл серігі гүлдегеннен кейін толығымен жемісті орайды; жапырақтары әдетте ланцетті. 7. Таран – *Polygonum* L. – Горец.

– Гүл серігі гүлдегеннен кейін жемісті тек түбінен орайды; жапырақтары үшбұрышты-жүрек тәрізді немесе жебе тәрізді. 8. Қарамық – *Fagopyrum* Gaertn. – Гречиха.

#### **Кенигия туысы – *Koenigia* L. – Кенигия**

Гүл серігі жасылдау-ақ түсті; сабағы жалаңаш; раструбтары жарғақты, қысқа, кең, қоңыр түсті; жапырақтары дөңгелек-эллипсті, сағақты. Биіктігі 1,5-7 см біржылдық; VII айда гүлдейді. Қазақстанның таулы альпілік белдеулеріндегі ылғалды шалғындарда кездеседі. 1. Исландия к. – *K. islandica* L. – К. исландская.

#### **Саумалдық туысы – *Oxyria* Hill. – Кисличник**

Гүл серігі 4-бөлікті; жаңғақшасы бүйірімен біріккен, шеттері қанатшалы; жапырақтарының барлығы тамырлы, ұзын сағақты, дөңгелек-бүйрек тәрізді. Биіктігі 12-40 см көпжылдық; VI-VII айларда гүлдейді, VIII айда жеміс береді. Қазақстанның таулы альпілік белдеулеріндегі ылғалды шалғындарда, малта тастарда кездеседі. 1. Биік с. – *O. elatior* R. Вг. – К. высокий.

#### **Рауғаш туысы – *Rheum* L. – Ревень**

1. Сабақтарының жоғарғы бөліктері бұтақты, айтарлықтай немесе шамалы жалпақ гүлшоғын түзеді ..... 2.

– Сабақтары стрелка тәрізді жіңішке масақ тәрізді гүлшоғын түзеді ..... 9.

2. Сабақтары жапырақсыз .....3.

– Сабақтары жапырақты ..... 4.

3. Жоғарғы жапырақтары сүйелді, төменгі жапырақтары ұсақ-жұлдызшалы-қылшықты; гүл серігінің жіктері ірі, жайылып өседі. Биіктігі 10-20 см көпжылдық; V айда гүлдейді, VI-VII айларда жеміс береді. Шығыс Қазақстан мен Балқаш маңының шөлдері мен далаларында, тасты, құмды және балшықты топырақты ұсақ-шоқылықтарда кездеседі. Илік, мал азықтық. 1. Аласа р. – *R. nanum* Siev. – Р. низкий.

– Жоғарғы жапырақтары жалаңаш, төменгі жапырақтарының тек жүйкелері кедір-бұдырлы; гүл серігінің жіктері жемістенгенде ұсақ, құрғағыш. Биіктігі 1 м дейін жететін көпжылдық; V-VI айларда гүлдейді, VI-VII айларда жеміс береді. Қаратау мен Батыс Тянь-Шань тау беткейлерінде кездеседі. Илік, тамақтық. 2. Максимович р. – *R. maximowiczii* Losinsk. – Р. Максимовича.

4. Гүлшоғының бұтақшалары қисайған, сондықтан гүлшоғы шар тәрізді-сыпырғы түзеді; шөл және құм өсімдігі .....5.

– Гүлшоғының бұтақшалары жоғары бағытталған, гүлшоғы жалпақ емес сыпырғы түрінде; таулы өсімдік .....6.

5. Қанатшаларының ені жаңғақша енінен айтарлықтай жіңішке; жапырақтары дөңгелеген, түбінен терең-жүрек тәрізді, ені 50 см дейін. Биіктігі 25-60 см көпжылдық; IV-V айларда гүлдейді, V-VI айларда жеміс береді. Қазақстанның барлық шөлдері мен шөлді-далалы жазықтарында кездеседі. Илік, мал азықтық. 3. Түйежапырақ, татар р. – *R. tataricum* L. – Р. татарский.

– Қанатша ені жаңғақша енінен артық; жапырақтары дөңгелек-бүйрек тәрізді, түбінен аздап жүрек тәрізді, ені 150 см дейін. Биіктігі 30-70 см көпжылдық; IV-V айларда гүлдейді, V-VI айларда жеміс береді. Арал маңы мен Қызылқұм құмдарында кездеседі. Илік, мал азықтық. 4. Түркістан р. – *R. turkestanicum* Janisch. – Р. туркестанский.

6. Жемістері ортасынан бойлық жүйке өтетін кең қызыл қанатшалы; жапырақтары жұмыртқа тәрізді-үшбұрышты немесе созылық-жұмыртқа тәрізді, түбінен терең жүрек тәрізді, жоғарғы жағы жалаңаш, төменгі жағы және жиектері ұсақ түкті. Биіктігі 50-100 см көпжылдық; V-VI айларда гүлдейді, VI-VII айларда жеміс береді. Жоңғар Алатауы мен Тянь-Шань тауларының шөптесінді және орманды беткейлерінде кездеседі. Тамақтық, илік өсімдік. 5. Виттрок р. – *R. witrockii* Lundstr. – Р. Виттрока.

– Жеміс қанатшалары қоңыр түсті, жіңішк 7.

7. Жемістері ірі, ұзындығы 12-13 мм, түбінен терең жүрек тәрізді, жүйкелері қанатының ең шеті арқылы өтеді; жапырақтары дөңгеленген, түбінен жүрек тәрізді немесе бүйрек тәрізді. Биіктігі 50-100 см көпжылдық; V айда гүлдейді, VI-VII айларда жеміс береді. Шу-Іле тауларынан Батыс Тянь-Шанға дейінгі малта тасты және тасты беткейлерде кездеседі. 6. Жүрек жапырақ р. – *R. cordatum* Losinsk. – Р. сердцевидный.

– Жемістері ұсақ, ұзындығы 11 мм дейін жетеді; Алтай өсімдігі ..... 8.

8. Жапырақтары жіңішке дөңгелек; жеміс қанаттары қызылдау-қоңыр түсті, жаңғақша енімен бірдей, екеуінің ұштары жүрек тәрізді, жүйкесі қанатының ортасынан өтеді. Биіктігі 2 м дейін жететін көпжылдық; VI айда гүлдейді, VII айда жеміс береді. Алтайдың таулы беткейлерінде кездеседі. Илік, тамақтық. 7. Жинақты р. – *R. compactum* L. – Р. компактный.

– Жапырақтары тығыз, жұмыртқа тәрізді-ұшбұрышты; жемістерінің қанаттары ашық-қоңыр түсті, тар, екеуінің де ұштары дөңгеленген, жүйкесі қанатының шеттері арқылы өтеді. Биіктігі 50 см дейін жететін көпжылдық; VI-VII айларда гүлдейді, VII айда жеміс береді. Алтай мен Тарбағатайдың тасты және малта тасты беткейлерінде кездеседі. 8. Алтай р. – *R. altaicum* Losinsk. – Р. алтайский.

9(1). Жапырақтарының екі жағы да жұлдызшалы қылшықты-түкті; жемістері дөңгелек немесе кең-жұмыртқа тәрізді, қанатшалы, ені 1 мм дейін жетеді. Көпжылдық; V-VI айларда гүлдейді, VI-VII айларда жеміс береді. Жоңғар Алатауы мен Шығыс Тянь-Шанның альпілік белдеулеріндегі қорымтастарда кездеседі. 9. Сабаксыз р. – *R. rhizostachyum* Schrenk. – Р. бесстебельный.

– Жапырақтары жалаңаш немесе төменгі жағы түктенген; жемістері жұмыртқа тәрізді немесе кең-жұмыртқа тәрізді, қанатшалы, ені 2 мм дейін жетеді. Көпжылдық; V-VI айларда гүлдейді, VI-VII айларда жеміс береді. Жоңғар Алатауы мен Тянь-Шанның биік таулы тасты беткейлерінде кездеседі. 10. Торлы р. – *R. reticulatum* Losinsk. – Р. сетчатый.

**Түйесіңір туысы – *Atraphaxis* L. – Курчавка**

1. Гүл серігі 4 жапырақшадан тұрады; жаңғақшасы жалпақ ..... 2.

– Гүл серігі 5 жапырақшадан тұрады; жаңғақшасы 3-қырлы ..... 6.

2. Жапырақтары сұрлау, екі жағы да қысқа және жуан қылшықты қалқанмен кедір-бұдыр-

лы түктенген. Биіктігі 10-40 см бұта; V-VI айларда гүлдейді, VI-VII айларда жеміс береді. Зайсан шөлді өзенінің аңғарларында, төмпешікті құмдарда және Шу-Іле тауларының малта тасты беткейлерде кездеседі. Эндем. 1. Бозғылт т. – *A. canescens* Bunge – К. сероватая.

– Жапырақтары жасыл немесе сұр, жалаңаш, тегіс ..... 3.

3. Биіктігі 10-30 см кішкентай бұташықтар, қысқарған, аз байқалатын буынаралықты, тығыз орналасқан немесе жапырақтары шоқ түзеді ...4.

– Биіктігі 30-100 см біршама ірі бұталар, кезекті орналасқан жалғыз жапырақты және анық байқалатын буынаралықты .....5.

4. Жапырақтарының ұзындығы 4-8 мм, ені 3-5 мм; бұтақшасының бөлігі тікенді; раструбы буынаралығымен бірдей немесе қысқа, ұзын, терең 2 тісшеге тілімделген; мүшеленген гүл сағақтары ортасынан ұзын. Биіктігі 30 см дейін жететін бұташық; VI-VII айларда гүлдейді, VI-VIII айларда жеміс береді. Алтайдан Тянь-Шанға дейін далалы және тасты беткейлерде кездеседі. 2. Шоғыр т. – *A. compacta* Ledeb. – К. скученная.

– Жапырақтарының ұзындығы 2-3 мм, ені 1-2 мм; барлық бұтақшалары тікенсіз; раструбтары ортасына дейін мүшеленген. Биіктігі 25 см дейін жететін бұташық; V айда гүлдейді, V-VI айларда жеміс береді. Қаратау тауының тасты беткейлерінде кездеседі. 3. Қаратау т. – *A. karataviensis* Lipsch. et Pavl. – К. каратавская.

5. Бұташықтарының барлығы немесе көп бөлігінің ұштары жапырақсыз, тікенекті; гүл серігі жемістенгенде біршама ұсақ, ішкі жапырақшаларының ұзындығы 4-5 мм, ені 5-6 мм. Биіктігі 30-80 см бұта; V-VI айларда гүлдейді, VI-VII айларда жеміс береді. Қазақстанның барлық жазықты шөлдерінде кездеседі. 4. Тікенді т. – *A. spinosa* L. – К. шиповатая.

– Бұташықтарының барлығы немесе көп бөлігінің ұштары жапырақты, тікенексіз; гүл серігі жемістенгенде ірі, ішкі жапырақшаларының ұзындығы 7-8 мм, ені 8-9 мм. Биіктігі 40-80 см бұта; V-VI айларда гүлдейді, VI-VII айларда жеміс береді. Қазақстан таулары мен жазықтарының малта тасты және балшықты беткейлерінде кездеседі. 5. Қайырма т. – *A. replicata* Lam. – К. отогнутая.

6(1). Шөптесінді жылдық бұташықтары қысқа қылшықты түктенген ..... 7.

– Шөптесінді жылдық бұташықтары жалаңаш ..... 8.

7. Жапырақтары ашық-жасыл, жұмыртқа тәрізді-эллипсті, ені 4-8 мм; бунақты гүл сағақ-

тары ортасынан төмен; гүл серігі жемістенгенде үрленбеген болады. Биіктігі 30-70 см бұта; V-VI айларда гүлдейді, V-VII айларда жеміс береді. Алтайдан Тянь-Шанға дейінгі тасты таулы беткейлерде кездеседі. 6. Жап-жасыл т. – *A. laetevirens* (Ledeb.) Jaub. et Spach. – К. ярко-зеленая.

– Жапырақтары сұр-жасыл, сызықты, ені 1-2 мм; мүшеленген гүл сағактары ортасынан жоғары және бунақтарының жоғарғы жағы түктенген; гүл серігінің ішкі жапырақшалары жемістенгенде көпіршік тәрізді үрленген. Биіктігі 5-20 см бұташық; V айда гүлдейді, VI айда жеміс береді. Орталық Қазақстан мен Оңтүстік Балқаш маңы шағылды шөлдерде кездеседі. Эндем. 7. Жұмыртқажапырақ т. – *A. teretifolia* (M.Pop.) Kom. – К. вальковатолистая.

8. Гүлдері ескі бұтақтарының екі жағында тек бүйірлік шашақтарында орналасқан; сүректі бұтақтарының барлығы немесе көп бөлігінің ұштары жапырақсыз, үшкірленген және тікенді .....9.

– Гүлдері бүйірлік және ұштарында немесе тек ұштарындағы шашақтарында орналасқан; сүректі бұтақтарының барлығы немесе көп бөлігінің ұштары жапырақты немесе гүлді, жұмсақ, тікенсіз .....10.

9. Жапырақтары түбінен дөңгелек немесе доғал-сына тәрізді, көгілдір-сұр, өте қысқа сағакты, жапырақ тақтасынан 8-10 есе қысқа; шашақтарындағы гүлдерінің саны 20-ға дейін; гүл сағактары ортасы немесе одан жоғары бунақталған. Биіктігі 20-50 см бұта; V-VI айларда гүлдейді, VI-VII айларда жеміс береді. Шығыс Қазақстанның шағылды және далалы беткейлерінде кездеседі. 8. Тікенді т. – *A. pungens* (M.B.) Jaub. et Spach. – К. колючая.

– Жапырақтары түбінен ұзын сына тәрізді тарылған, ашық-жасыл, сағактары жапырақ тақтасынан 3-4 есе қысқа; шашақтары 20-40 гүлді; гүл сағактары ортасынан төмен бунақталған. Биіктігі 80-150 см бұта; V-VI айларда гүлдейді, VI-VII айларда жеміс береді. Жоңғар Алатауы мен Тянь-Шань тауының тасты беткейлерінде кездеседі. Декоративті. 9. Алмұртжапырақты т. – *A. pyrifolia* Bunge – К. грушелистая.

10. Жапырақтары сызықты немесе тар-ланцетті, ұзындығы 5-10 мм, ені 1-2 мм; гүл сағактары ортасында бунақты. Биіктігі 5-20 см бұташық; V-VI айларда гүлдейді, VI-VII айларда жеміс береді. Оңтүстіктен басқа Қазақстанның тау етегі жазықтарының барлық далалы, тасты және шағылды беткейлерінде кездеседі. Эндем.

10. Елеусіз т. – *A. decipiens* Jaub. et Spach. – К. незаметная.

– Жапырақтары айтарлықтай ірі және жалпақ; биік бұталар ..... 11.

11. Жапырақтарының ұзындығы 3-6 см, ені 1-2 см; гүл серігінің ішкі жіктерінің диаметрі 7-9 мм. Биіктігі 1,5 м дейінгі бұта; V-VI айларда гүлдейді, VI-VII айларда жеміс береді. Іле Алатауының өзен аңғарларында және тау етегі беткейлерінде кездеседі. Эндем. Декоративті. 11. Мушкетов т. – *A. muschketovii* Krassn. – К. Мушкетова.

– Жапырақтарының ұзындығы 2 см, ені 1 см дейін; гүл серігінің ішкі жіктерінің диаметрі 5-7 мм .....12.

12. Жапырақтары қалың, терілі тәрізді, дөңгелек немесе дөңгелек-эллипсті, түбінен кесілген, өте қысқа, әрең байқалатын сағакты; гүл сағактары түбінен бунақталған. Биіктігі 40-80 см бұта; V-VI айларда гүлдейді, VI-VII айларда жеміс береді. Батыс Тянь-Шанның тасты және шағылды беткейлерінде кездеседі. 12. Зеравшан т. – *A. zeravschanica* Pavl. – К. зеравшанская.

– Жапырақтары жұқа, ланцетті, сирек созылықы-эллипсті, түбінен біртіндеп тарылған қысқа сағакты .....13.

13. Жылдық бұтақшалары ұзын емес, бұтасынан аздап байқалады, гүлшоғының төбесінде әдетте бұтақтанбаған; жапырақтарының ұзындығы 12-18 мм, ені 3-6 мм; гүл сағактары ортасында бунақталған. Биіктігі 30-70 см бұта; VI-VII айларда гүлдейді, VII-VIII айларда жеміс береді. Қазақстанның барлық шағылды беткейлерінде, балшықты және құмды далаларында кездеседі. 13. Бұта т. – *A. frutescens* (L.) Eversm. – К. кустарниковая.

– Жылдық бұтақшалары ұзарған, бұтағының барлық жағынан алыстан байқалып тұрады және шығып тұрады, гүлшоғының ұшында сыпырғылы-бұтақтанған; жапырақтарының ұзындығы 10-30 мм, ені 5-10 мм; гүл сағактары ортасынан төмен немесе төменгі үштігінде бунақталған. Биіктігі 1-2 м бұта; V-VI айларда гүлдейді, VI-VII айларда жеміс береді. Алтайдан Тянь-Шань тауына дейінгі тасты және құрғақ далалы беткейлерде кездеседі. 14. Шыбыртқы т. – *A. virgata* (Regel) Krassn. – К. прутьевидная.

**Қарамық туысы – *Fagopyrum* Gaertn. – Гречиха**

1. Жапырақтары түбінен дөңгелек қалақты; гүл серігі қызғылт немесе ақ түсті, жұмыртқа тәрізді жіктен тұрады; жаңғақшаларының қырлары тегіс. Биіктігі 15-70 см біржылдық; VII айда гүл

деп, VIII айда жеміс береді. Шөлдерді қоспағанда, Қазақстанның барлық егістіктерінде, жол жағаларында кездеседі. Тамақтық, бал алатын, арамшөп.

1. Егістік қ. – *F. sagittatum* Gilib. – Г. посеvная.  
– Жапырақтары түбінен үшкір-жебе тәрізді қалақты; гүл серігі жасылдау, созылыңқы жіктен тұ-

рады; жаңғақшаларының төменгі жағы доғал және қырлары әжімді. Биіктігі 30-80 см біржылдық; VI-VII айларда гүлдеп, VIII айда жеміс береді. Шөлдерді қоспағанда, Қазақстанның барлық егістіктерінде кездеседі. Малазықтық, тамақтық, арамшөп.

2. Ноғай қ. – *F. tataricum* (L.) Gaertn. – Г. татарская.

#### Әдебиеттер

- 1 Флора Казахстана / под ред. Н.В. Голоскокова. – Алма-Ата: Наука, 1956. – Т. 1. – С. 112-334.
- 2 Иллюстрированный определитель растений Казахстана / под ред. Н.В. Павлова. – Алма-Ата: Наука, 1969-1972. – Т.1-2. – С. 54-129; с. 473-478.
- 3 Абдулина С.А. Список сосудистых растений Казахстана / под ред. Р.В. Камелина. – Алматы, 1999. – С. 187.
- 4 Байтенов М.С. Флора Казахстана. – Алматы: Ғылым, 2001. – Т. 2. – с. 279.
- 5 Коровин Е.П. Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. – Ташкент, изд. АН УзССР, 1962. – Т. 2, 547 с.
- 6 Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. – Л., Наука, 1987. – 439 с.
- 7 Черепанов С.К. Сосудистые растения СССР. – Л.: Наука, 1981. – 509 с.
- 8 Арыстанғалиев С.А., Рамазанов Е.Р. Қазақстан өсімдіктері. – Алма-Ата, 1977. – 21-38 б.
- 9 Арыстанғалиев С.А. Қазақстан өсімдіктерінің қазақша-орысша-латынша атаулар сөздігі. – Алматы: Сөздік-Словарь, 2002. – 288 б.

#### References

- 1 Flora Kazakhstan / pod red. N.V.Goloskokova. – Alma-Ata: Nauka, 1956. –Т. 1, P. 112-334.
- 2 Iljustrirovannyj opredelitel' rastenij Kazahstana / pod red. N.V.Pavlova. – Alma-Ata: Nauka, 1969-1972. – Т.1-2. – P. 54-129; P. 473-478.
- 3 Abdulina S.A. Spisok sosudistyh rastenij Kazahstana / pod. red. R.V. Kamelina. – Almaty, 1999. – P. 187.
- 4 Bajtenov M.S. Flora Kazakhstan. – Almaty: Fylym, 2001. –Т. 2. – P. 279.
- 5 Korovin E.P. Rastitel'nost' Srednej Azii i Juzhnogo Kazahstana. –Tashkent, izd. AN UzSSR, 1962. – Т. 2, 547 p.
- 6 Tahtadzhan A.L. Sistema magnoliofitov. –L., Nauka, 1987. – 439 p.
- 7 Cherepanov S.K. Sosudistye rastenija SSSR. – L.: Nauka, 1981. –509 p.
- 8 Arystangaliev S.A., Ramazanov E.R. Kazakstan osimdikteri. –Alma-Ata, 1977. – P. 21-38.
- 9 Arystangaliev S.A. Kazakstan osimdikterinin kazaksha-oryssha-latylnsha ataular sozdigi. – Almaty: Sozdik-Slovar, 2002. –288 p.

ӘОЖ 633.21 (235.216)

<sup>1</sup>Н.К. Аралбай, <sup>2</sup>А.Т. Қуатбаев,  
<sup>2</sup>А.Ж. Чилдибаева\*, <sup>2</sup>А.А. Ташимбаева

<sup>1</sup>Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,  
 Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

<sup>2</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

\*E-mail: asel.childibaeva@mail.ru

### Қазақстан флорасындағы таран (*Polygonum L.*) туысының түрлік анықтағыш кілттері

Берілген мақалада Қазақстан флорасындағы таран (*Polygonum L.*) туысының түрлік анықтағыш кілттері қазақ тілінде берілген. *Polygonum L.* туысының *Кііком жапырақты т.* – *P. thymifolium* Jaub. et Spach., *Қырықбуын тәрізді т.* – *P. equisetiforme* Sibth. et Smith., *Тамырдәрі, қосмекенді т.* – *P. amphibium L.*, *Сібір т.* – *P. sibiricum* Laxm., *Тамырдәрі, қосмекенді т.* – *P. amphibium L.*, *Мықыр т.* – *P. viviparum L.*, *Шаянмойын т.* – *P. bistorta L.*, *Жылтыр т.* – *P. nitens* (Fisch. et Mey.) V. Petrov., *Гуссар т.* – *P. hissaricum* M. Pop., *Жоңғар т.* – *P. songoricum* Schrenk., *Қымыздық т.* – *P. undulatum* Murr., *Ілік т.* – *P. coriarium* Grig., *Бұхара т.* – *P. bucharicum* Grig., *Тырнақша т.* – *P. paronychioides* C.A.Mey., *Жастық т.* – *P. pulvinatum* Kom., *Қосқылтан т.* – *P. biaristatum* Aitch. et Hemsl., *Талшықты т.* – *P. fibrilliferum* Kom., *Памироалай т.* – *P. serpyllaceus* Jaub. et Spach., *Жармас т.* – *P. rupestre* Kar. et Kir., *Моллутүс т.* – *P. molliforme* Boiss., *Гүлді т.* – *P. floribundum* Schlecht., *Қызыл тамыр, өнімді т.* – *P. corrigioloides* Jaub. et Spach., *P. paradoxum* Czuk., *Мортық т.* – *P. polycnemoides* Jaub. et Spach., *Ине т.* – *P. acerosum* Ledeb., *Ротбеллев т.* – *P. rotboelloides* Jaub. et Spach., *Қышқыл т.* – *P. acetosum* M.B., *Алажапырақ т.* – *P. heterophyllum* Lindm., *Қызыл таспа, құс т.* – *P. aviculare* L., *Бұрыш т.* – *P. hydroper L.*, *Жұмсақ т.* – *P. mite* Schrenk., *Кіші т.* – *P. minus* Huds., *Жіңішке т.* – *P. gracilius* (Ledeb.) Klok., *Сортаң т.* – *P. salsugineum* M.B., *Жалбыр т.* – *P. patulum* M.B., *Жапырақсыз т.* – *P. subaphyllum* Sumn., *Елек тәрізді т.* – *P. junceum* Ledeb., *Күміс т.* – *P. argyrocoleum* Steud., *Имекбұта т.* – *P. inflexum* Kom., *Амудария т.* – *P. oxanum* Kom., *Құм т.* – *P. arenarium* Waldst. et Kit., *Жалғанқұм т.* – *P. pseudoarenarium* Klok., *Айланшөп т.* – *P. persicaria* L., *Бұдыр т.* – *P. scabrum* Moench., *Қымыздық жапырақ т.* – *P. lapathifolium* L., *Түкті т.* – *P. tomentosum* Schrank., *Шырмауық т.* – *P. convolvulus* L., *Бұта т.* – *P. dumetorum* L. 48 түрінің анықтағыш кілттері жасалды.

**Түйін сөздер:** шөптесінді, сүректі, масақ, жұмыртқа тәрізді, қалқан, пиязшықты.

N.K. Aralbai, A.T. Kuvatbaev, A.Zh. Childibaeva, A.A. Tashimbaeva

#### Species keys of determinant of genus *Polygonum L.* by flora of Kazakhstan

In this article are given species keys of *Polygonum L.* genus determinant according to modern taxonomic system in the Kazakh language. In the genus *Polygonum L.* are 48 species: *P. thymifolium* Jaub. et Spach., *P. equisetiforme* Sibth. et Smith., *P. amphibium L.*, *P. sibiricum* Laxm., *P. amphibium L.*, *P. viviparum L.*, *P. bistorta L.*, *P. nitens* (Fisch. et Mey.) V. Petrov., *P. hissaricum* M. Pop., *P. songoricum* Schrenk., *P. undulatum* Murr., *P. coriarium* Grig., *P. bucharicum* Grig. – Г. бухарский, *P. paronychioides* C.A.Mey. – Г. приноготковий, *P. pulvinatum* Kom., *P. biaristatum* Aitch. et Hemsl., *P. fibrilliferum* Kom., *P. serpyllaceus* Jaub. et Spach., *P. rupestre* Kar. et Kir., *P. molliforme* Boiss., *P. floribundum* Schlecht., *P. corrigioloides* Jaub. et Spach., *P. paradoxum* Czuk., *P. polycnemoides* Jaub. et Spach., *P. acerosum* Ledeb., *P. rotboelloides* Jaub. et Spach., *P. acetosum* M.B., *P. heterophyllum* Lindm., *P. aviculare* L., *P. hydroper L.*, *P. mite* Schrenk., *P. minus* Huds., *P. gracilius* (Ledeb.) Klok., *P. salsugineum* M.B., *P. patulum* M.B., *P. subaphyllum* Sumn., *P. junceum* Ledeb., *P. argyrocoleum* Steud., *P. inflexum* Kom., *P. oxanum* Kom., *P. arenarium* Waldst. et Kit., *P. pseudoarenarium* Klok., *P. persicaria* L., *P. scabrum* Moench., *P. lapathifolium* L., *P. tomentosum* Schrank., *P. convolvulus* L., *P. dumetorum* L.

**Key words:** herbaceous, branching, ear, ovate, setula, clove.

Н.К. Аралбай, А.Т. Қуатбаев, А.Ж. Чилдибаева, А.А. Ташимбаева

### Видовые ключи определителя рода горец (*Polygonum L.*) флоры Казахстана

В данной статье приведены видовые ключи определителя рода гореца (*Polygonum L.*) в соответствии с современной таксономической системой на казахском языке. В роде горец (*Polygonum L.*) 48 видов: *P. thymifolium* Jaub. et Spach. – Г. тимьянолистный, *P. equisetiforme* Sibth. et Smith. – Г. хвощевидный, *P. amphibium* L. (var. *aquaticum* Leyss.) – Г. земноводный, *P. sibiricum* Laxm. – Г. сибирский, *P. amphibium* L. (var. *terrestre* Leyss.) – Г. земноводный, *P. viviparum* L. – Г. живородящий, *P. bistorta* L. – Г. змеиный, *P. nitens* (Fisch. et Mey.) V. Petrov. – Г. блестящий, *P. hissaricum* M. Pop. – Г. гуссарский, *P. songoricum* Schrenk. – Г. джунгарский, *P. undulatum* Murr. – Г. волнистый, *P. coriarium* Grig. – Г. дубильный, *P. bucharicum* Grig. – Г. бухарский, *P. paronychioides* С.А.Мей. – Г. приноготковый, *P. pulvinatum* Kom. – Г. подушечный, *P. biaristatum* Aitch. et Hemsl. – Г. двуюстый, *P. fibrilliferum* Kom. – Г. волоконценосный, *P. serpyllaceus* Jaub. et Spach. – Г. ползучия, *P. rupestre* Kar. et Kir. – Г. скальный, *P. molliforme* Boiss. – Г. моллиевидный, *P. floribundum* Schlecht. – Г. многоцветковый, *P. corrigioloides* Jaub. et Spach. – Г. спорышевидный, *P. paradoxum* Czuk. – Г. странный, *P. polyspetoides* Jaub. et Spach. – Г. хруплявниковидный, *P. acerogum* Ledeb. – Г. угольчатый, *P. rottboelloides* Jaub. et Spach. – Г. Помбеллевский, *P. acetosum* M.B. – Г. кислый, *P. heterophyllum* Lindm. – Г. разнолистный, *P. aviculare* L. – Г. птичий, *P. hydropiper* L. – Г. перечный, *P. mite* Schrenk. – Г. мягкий, *P. minus* Huds. – Г. малый, *P. gracilius* (Ledeb.) Klok. – Г. тонкий, *P. salsugineum* M.B. – Г. солонцеватый, *P. patulum* M.B. – Г. развесистый, *P. subaphyllum* Summ. – Г. почти безлистный, *P. junceum* Ledeb. – Г. ситниковый, *P. argyrocoleum* Steud. – Г. серебристый, *P. inflexum* Kom. – Г. вогнутоветвистый, *P. opanum* Kom. – Г. амударьинский, *P. arenarium* Waldst. et Kit. – Г. песчаный, *P. pseudoarenarium* Klok. – Г. ложнопесчаный, *P. persicaria* L. – Г. почечуйный, *P. scabrum* Moench. – Г. шероховатый, *P. lapathifolium* L. – Г. щавелелистый, *P. tomentosum* Schrank. – Г. войлочный, *P. convolvulus* L. – Г. вьющийся, *P. dumetorum* L. – Г. кустарниковый.

**Ключевые слова:** травянистые, ветвистые, колос, яйцевидные, щетинки, луковички.

Зерттеу жұмысының өзектілігі – Қазақстандағы барлық өсімдіктерінің қазақ тілінде – мемлекеттік тілде осы күнге дейін болмауы. Мұндай энциклопедиялық-аналитикалық анықтамаға сұраныс өте үлкен: жыл сайын қазақ тілінде жұмыс істейтін мамандардың; қазақ тілінде білім алатын студенттердің (әсіресе оралман-студенттердің) саны да көбеюде. Сондай ақ мұндай анықтағышты жасау теориялық жағынан да өзекті. Ботаникадан қазақ тілінде бірқатар оқу құралдары мен сөздіктер болғанымен, тек осы зерттеу жұмыстарының нәтижелері бойынша ғана қазақ тілінде морфологияның, систематиканың және өсімдіктер географиясының түсініктемелері іс жүзінде кеңейіп, толығымен түседі. Қазақстан өсімдіктерінің қазақ тілінде осы уақытқа дейін бірде-бір анықтағышы болмағандықтан, зерттеу жұмыстарының мәліметтері толығымен жана болып табылады.

Зерттеу жұмысының мақсаты – қазіргі таңдағы эволюциялық классификация бойынша Қазақстан өсімдіктерінің тұқымдастарын, туыстарын және түрлерін анықтайтын кілттерін құрастыру. Осы мақсатқа жету үшін мынадай бірнеше міндеттерді орындау қажет:

– Қазақстан өсімдіктерінің түрлік алуантүрлілігі бойынша мағлұматтарды жинау;

– Классификацияның қазіргі таңдағы эволюциялық жүйесіне сәйкестендіру;

– Қазіргі таңдағы ботаникалық номенклатураға сәйкестендіру;

– Гербарийлер жинау арқылы материалдарды толықтыру;

– Қазақстандағы гербарилер қорына талдау жасау;

– Тұқымдастықтан жоғары таксондардың және тұқымдастардың анықтағыш кілттерін жасау;

– Туыстарды анықтау кілттерін жасау;

– Түрлерді анықтау кілттерін жасау.

Төменде Қазақстан флорасындағы таран (*Polygonum L.*) туысының түрлік анықтағыш кілттері берілген.

#### Таран туысы – *Polygonum L.* – Горец

1. Көпжылдықтар .....2.

– Біржылдықтар .....20.

2. Бұтақтары сүректі, бұтақталған, сұр қабықты және түкті қылшықты; жас бұтақшалары ақшыл; жапырақтары таспалы немесе таспалы-созылыңқы, ашық-жасыл түсті, жиектерімен ішке қарай иілген. Биіктігі 40 см дейін жететін бұта; VI-VII айларда гүлдейді. Орталық Қазақстан, Шу-Іле таулары, Қаратау және Батыс Тянь-Шанның тау етегінде, тасты және балшықты беткейлерінде кездеседі. 1. Киікот жапырақты т. – *P. thymifolium* Jaub. et Spach. – Г. тимьянолистный.

– Өсімдік түбінен тек төменгі бөліктері ғана шөптесінді немесе сүректі .....3.



3. Гүлдері масақ, шашақ тәрізді немесе сыпырғы гүлшоғырына жиналған, гүлшоғыры жапырақсыз, сабақтың қалған жапырақсыз бөліктерінен анық ажыратылады ..... 4.

– Гүлдері толық дамыған сабақты жапырақтың қолтығында орналасқан .....15.

4. Гүлшоғыры ықшам, масақ немесе шашақ тәрізді .....5.

– Гүлшоғыры шашыраңқы, сыпырғы түзеді .....11.

5. Сабақтары бұтақты .....6.

– Сабақтары қарапайым .....8.

6. Гүлдері 2-3-тен ұзын, үзікті, шашақ тәрізді гүлшоғырына жиналған; гүл серігі жасыл түсті және ақ немесе қызғылт жақтаулы; жапырақтары созылыңқы, үшкір. Биіктігі 20-70 см көпжылдық; V-VIII айларда гүлдейді. Оңтүстік Қазақстанның сорлы сортаңды жерлері мен жусанды далаларында кездеседі. 2. Қырықбуын тәрізді т. – *P. equisetiforme* Sibth. et Smith. – Г. хвощевидный.

– Гүлдері көп, тығыз, қысқарған, масақ тәрізді гүлшоғырына жиналған; гүл серігі ақ немесе қызғылт түсті .....7.

7. Жапырақтары ұзын сағақты, созылыңқы, түбінен дөңгелек, құлақшасыз, суда жүзіп жүреді; гүлдері ашық-қызғылт немесе ақ түсті, тығыз масақ тәрізді гүлшоғырына жиналған. Ұзындығы 0,5-3 м көпжылдық өсімдік; VI-IX айларда гүлдейді. Қазақстанның барлықжай ағын және тоқтау суларында кездеседі. Дәрілік, мал азықтық өсімдік. 3. Тамыр дәрі, қосмекенді т. – *P. amphibium* L. (var. *aquaticum* Leys.) – Г. земноводный.

– Жапырақтары қысқа сағақты, ұзарған-эллипсті немесе сызықты-созылыңқы, түбінде құлақшасы болады; гүлдері ақшыл түсті; қалың шашақ түзеді. Биіктігі 10-30 см көпжылдық өсімдік; VII айда гүлдейді. Шығыс Қазақстанның сортаңды жерлері мен құмдарында кездеседі. Илік өсімдік. 4. Сібір т. – *P. sibiricum* Laxm. – Г. сибирский.

8. Жаңғақшалары жалпақ жасымық тәрізді; жапырақтары созылыңқы-таспалы, түбінен сына тәрізді, қабысыңқы-қылшықты; гүлшоғыры масақ тәрізді. Биіктігі 1 м дейін жететін көпжылдық өсімдік; VI-IX айларда гүлдейді. Қазақстанның барлық құмды, балшықты жерлерде, өзен жағалауларындағы шалғындар мен жол бойында кездеседі. Дәрілік, мал азықтық өсімдік. 5. Тамыр дәрі, қосмекенді т. – *P. amphibium* L. (var. *terrestre* Leys.) – Г. земноводный.

– Жаңғақшалары 3-қырлы .....9.

9. Масағы созылыңқы-сызықты, жіңішке, көбінесе түбінен гүлдерімен бірге пиязшықты болады; жапырақтары созылыңқы немесе таспалы, түбінен жүрек тәрізді немесе сына тәрізді, ұзын сағақты, қанатшасыз. Биіктігі 5-30 см көпжылдық өсімдік; VI-IX айларда гүлдейді. Қазақстанның барлық тауларында, әсіресе биік тауларда, шалғындар мен өзен арналарында кездеседі. Илік, азық-түліктік, мал азықтық өсімдік. 6. Мықыр т. – *P. viviparum* L. – Г. живородящий.

– Масағы жалпақ, пиязшықсыз, жапырақ сағақтарының жоғарғы бөліктері қанатшалы, яғни жапырақ тақтасы сағағынан алшақтамайды ...10.

10. Тамыр жапырақтары созылыңқы немесе созылыңқы-таспалы, ені 4-6 см дейін жетеді, түбінен дөңгелек немесе жүрек тәрізді, раструбтары қоңыр түсті, жалаңаш, ұштары бүтін таспалы. Биіктігі 30-100 см көпжылдық өсімдік; VI-VII айларда гүлдейді. Солтүстік және солтүстік-шығыс Қазақстанның орманды шалғындарда, орманды тоғайларда кездеседі. Дәрілік, мал азықтық, илік өсімдік. 7. Шаянмойын т. – *P. bistorta* L. – Г. змеиный.

– Тамыр жапырақтары жұмыртқа тәрізді-созылыңқы немесе жұмыртқа тәрізді-таспалы, ені 2-3 см, түбінен сына тәрізді, татты-қоңыр түсті, қылшықты, сирек тегіс, ұштары 2-бөлікті. Биіктігі 20-60 см көпжылдық; VI-VII айларда гүлдейді. Алтайдан Тянь-Шанға дейінгі таулы және биік таулы шалғындарда кездеседі. Дәрілік, мал азықтық, бал беретін, илік өсімдік. 8. Жылтыр т. – *P. nitens* (Fisch. et Mey.) V. Petrov. – Г. блестящий.

11(4). Сабақтары қарапайым, тек гүлшоғырында қысқа-бұтақты; гүлдері сарғыш-жасыл түсті; жапырақтары кең-эллипсті, қысқа-қылшықты, кедір-бұдырлы өсімдік. Биіктігі 20-50 см көпжылдық өсімдік; VI-VIII айларда гүлдейді. Батыс Тянь-Шанның тасты биік таулы беткейлерінде кездеседі. Илік, бояу алынатын, азық-түліктік өсімдік. 9. Гиссар т. – *P. hissaricum* M. Pop. – Г. гиссарский.

– Сабақтары қатты бұтақталған; гүлдері ақ, қызғылт немесе қызыл түсті .....12.

12. Жапырақтары кең-жұмыртқа тәрізді немесе жұмыртқа тәрізді, сағақтарының ұзындығы 2-4 см, түбінен жүрек тәрізді немесе дөңгелек, ұштары біртіндеп үшкірленген; гүл серігі қызыл түсті. Биіктігі 20-70 см көпжылдық өсімдік; VI-VIII айларда гүлдейді. Тарбағатайдан Тянь-Шанға дейінгі тасты биік таулы беткейлерде кездеседі. Илік, азық-түліктік, бал алатын өсімдік. 10. Жоңғар т. – *P. songoricum* Schrenk. – Г. джунгарский.

– Жапырақтары таспалы немесе жұмыртқа тәрізді-таспалы, біршама қысқа сағақты; гүл серігі ақ және қызғылт түсті .....13.

13. Жапырақтары әдетте таспалы, түбінен сына тәрізді жіңішкерген; гүлдері қысқа-бұтақты жапырақшасыз сыпырғы түзеді. Биіктігі 90 см дейін жететін көпжылдық өсімдік; V-VIII айларда гүлдейді. Барлық таулы Қазақстанның тау етегінде, шалғынды беткейлерде, бұталы және орманды тоғайларда кездеседі. Илік, мал азықтық, азық-түліктік, бал алатын өсімдік. 11. Қымыздық т. – *P. undulatum* Murr. – Г. волнистый.

– Жапырақтары жалпақ-жұмыртқа тәрізді-таспалы, түбінен жалпақ-сына тәрізді немесе дөңгелек; гүлдері кең, қатты бұтақталған сыпырғы түзеді; айтарлықтай биік өсімдік ....14.

14. Гүл серігінің ұзындығы 2-3,5 мм, жемістенгенде ұзындығы 4 мм дейін жетеді; жаңғақшалары гүл серігінен ұзынырақ, сирек бірдей. Биіктігі 1,5 м дейін жететін көпжылдық өсімдік; VI-VIII айларда гүлдейді. Тарбағатай, Жоңғар Алатауы және Тянь-Шанның таулы және биік таулы беткейлерінде кездеседі. Илік, азық-түліктік, мал азықтық, дәрумендік, бояу алатын, бал алатын, сәндік өсімдік. 12. Илік т. – *P. coriarium* Grig. – Г. дубильный.

– Гүл серігінің ұзындығы 3,8-5,5 мм, жемістенгенде ұзындығы 6-7 мм дейін жетеді; жаңғақшалары гүл серігінен қысқа. Биіктігі 1,5-2 м көпжылдық өсімдік; V-VII айларда гүлдейді. Батыс Тянь-Шанның биік таулы беткейлерінде кездеседі. Мал азықтық, илік, бал алатын өсімдік. 13. Бұхара т. – *P. bucharicum* Grig. – Г. бухарский.

15(3). Сабақтары мен бұтақтары өте сынғыш, бөліктерге тез ажырайды; гүлдері жалғыз, раструбынан көрінбейді .....16.

– Сабақтары мен бұтақтары сынғыш емес; гүлдері 1-6-дан жапырақ қолтығында топтасып орналасады және раструбынан көрініп тұрады ... .....17.

16. Сабақтары ұзарған бұтақтарымен бос түп түзетін қылшықты төмпешіктен гөрі аздап кедір-бұдырлы; жапырақтары жіңішке-сызықты, кедір-бұдырлы, ұштарында тікенектері болады; гүл серігі қызғылт түсті. Биіктігі 5-30 см көпжылдық өсімдік; V айда гүлдейді, IX айда жеміс береді. Орталық және оңтүстік Қазақстан тауларында, тау етегінде, тасты беткейлерде және шөгінділерде кездеседі. 14. Тырнақша т. – *P. paronychioides* С.А.Мей. – Г. приноготковый.

– Сабақтары тегіс, жалаңаш; бұтақтары қысқа, тығыз жақындасып аласа жастықша түзеді;

жапырақтары сызықты, жалаңаш, ұштарында тікенектері болмайды; гүл серігі жасылдау немесе қызыл түсті. Ұзындығы 5 см дейін жететін көпжылдық өсімдік; V-VII айларда гүлдейді, IX айда жеміс береді. Солтүстік, орталық және оңтүстік Қазақстанның жусанды далаларында, құрғақ балшықты беткейлерде кездеседі. 15. Жастық т. – *P. pulvinatum* Kom. – Г. подушечный.

17. Сабақтары мен бұтақтары қызылдау-қоңыр түсті, төменгі бөлігі әдетте сұрактенген; раструбтары терең-2-бөлікті; гүл серігі қылшықты төмпешікпен жабылған, қызыл түсті. Көпжылдық өсімдік; VII-VIII айларда гүлдейді. Батыс Тянь-Шанның тасты альпілік беткейлері мен шөгінділі жерлерде кездеседі. 16. Қосқылтан т. – *P. biaristatum* Aitch. et Hemsl. – Г. двуостый.

– Сабақтары мен бұтақтары барлық уақытта жасыл түсті, шөптесінді; гүл серігі жалаңаш, жасыл түсті, ақ немесе қызғылт жиекті .....18.

18. Жапырақтары жұқа, таспалы немесе сызықты-таспалы, олардың ұзындығы енінен 4 еседен кем емес артық; раструбтары 2-бөлікті. Биіктігі 10-20 см көпжылдық өсімдік; VII-VIII айларда гүлдейді. Батыс Тянь-Шанның тасты және ұсақшоқылы беткейлерінде кездеседі. 17. Талшықты т. – *P. fibrilliferum* Kom. – Г. волоконценосный.

– Жапырақтары етженді, қалыңдау, эллипсті немесе жұмыртқа тәрізді, олардың ұзындығы енінен 2-3 есе көп; раструбтарының жиектері бүтін немесе сирек тісшелі ..... 19.

19. Шымды түптері қалың; сабақтары жасыл түсті; раструбтары жалпақ, түссіз, ұштары тісшелі, жүйкесіз; жапырақтарының ұзындығы 1 см дейін, отырмалы; гүл серігінің ұзындығы 4-5 мм. Көпжылдық өсімдік; VII-VIII айларда гүлдейді. Батыс Тянь-Шанның альпілік тау белдеулеріндегі тасты беткейлерде кездеседі. 18. Памироалай т. – *P. serpyllaceus* Jaub. et Spach. (*P. pamiroalaicum* Kom.) – Г. ползучия.

– Шымды түп түзбейтін өсімдік; сабақтары қызғылт-сұр түсті; раструбтары ақ жарғақты, ұштары 2-бөлікті, анық жүйкелі; жапырақтарының ұзындығы 1-3 см; сағақтарының ұзындығы 2-7 мм; гүл серігінің ұзындығы 3-3,5 мм; IX айда гүлдеп, жеміс береді. Қазақстанның барлық биік таулы тасты және балшықты беткейлерінде кездеседі. 19. Жартас т. – *P. rupestre* Kar. et Kir. – Г. скальный.

20(1). Сабақтары шырмалғыш емес; жапырақтарының түбі сына тәрізді .....21.

– Сабақтары шырмалғыш; жапырақтары түбінен жүрек тәрізді немесе найза тәрізді, дельта тәрізді құлақшалы .....47.

21. Гүл серігі жарғақты, түссіз, түбіне дейін дерлік тілімделген; раструбтарын гүлдері жауып тұрады; сабақтары күлгін түсті; жапырақтары біз немесе қалқан тәрізді. Биіктігі 2-10 см біржылдық өсімдік. VI-IX айларда гүлдейді. Қаратау мен Батыс Тянь-Шанның құрғақ тасты беткейлерінде кездеседі. 20. Моллитүс т. – *P. molliforme* Boiss. – Г. моллиевидный.

– Гүл серігі шөптесінді, жасыл немесе боялған; гүлдері раструбтарынан ұзынырақ; жапырақтары жартысына қарағанда тереңірек тілімделген .....22.

22. Гүлдері жапырақтарының қолтығында орналасқан, тек жоғарғы гүлдері кейде сабақтары мен бұтақтарының ұштарында шашақты, масағынан ұзын; жаңғақшалары 3-қырлы, сирек анық емес 3-қырлы .....23.

– Гүлдері сабақтары мен бұтақтарының ұштарында тығыз немесе бос масақтарында орналасқан; жаңғақшалары біріккен; жасымықша жасымықша тәрізді .....44.

23. Жапырақтары түбінен дөңгеленген, созылықты немесе жұмыртқа тәрізді, ұзындығы 7-22 мм, шеттері төмен қарай бұйраланған, гүлдері 3-10-нан жапырақ қолтығында гүлдің ұзындығымен бірдей гүл сағағында орналасқан; жаңғақшалары жұмыртқа тәрізді, анық емес 3-қырлы, дерлік біріккен. Біржылдық, VI-VIII айларда гүлдейді. Шөлді далаларда, батыс Қазақстанның жусанды далаларының арасында кездеседі. 21. Гүлді т. – *P. floribundum* Schlecht. – Г. многоцветковый.

– Жапырақтары түбінен сына тәрізді .....24.

24. Барлық гүлдері толық жетілген жапырақтарының қолтығында орналасқан .....25.

– Гүлдері жіңішке жапырақсыз шашақтарымен, сабақтарының және бұтақтарының ұштарында жиналған, тек раструбтары олармен бірге өте ұсақ ұрықтық жапырақшалардан тұрады .....32.

25. Раструбтары бүтін, тек ұштары біршама немесе аздап жыртылған немесе тісшелі; тозаңдықтары қызыл-күлгін немесе қара қошқыл түсті .....26.

– Раструбтары терең-2-бөлікті; тозаңдықтары сары түсті .....29.

26. Гүлдері 4-6-дан жапырақтарының қолтығында орналасқан .....27.

– Гүлдері 1-2-ден жапырақтарының қолтығында орналасқан .....28.

27. Жаңғақшалары 3-қырлы; гүл сағақтары гүл серігінен 3 есе ұзын; жапырақтары сызықты-қалақты, буынаралықтарынан ұзын; сабақ-

тары топыраққа жанасқан. Биіктігі 5-40 см біржылдық, IV-V айларда гүлдейді. Арал маңы, Балқаш маңы және Тянь-Шанның тау етегі жазықтықтарында тұзды және ылғалды жерлерде, аласа жерлерде кездеседі. 22. Қызыл тамыр, өнімді т. – *P. corrigioloides* Jaub. et Spach. – Г. спорышевидный.

– Жаңғақшалары 3-қырлы; сирек жасымықша тәрізді; гүл сағақтары гүл серігімен бірдей немесе одан қысқа; жапырақтары сызықты, буынаралықтарынан қысқа немесе бірдей; сабақтары көтеріңкі немесе жайылыңқы. Биіктігі 2,5-30 см біржылдық, V-X айларда гүлдеп, жеміс береді. Балқаш маңы, Арал маңы және Қызылқұмның аласа құмды шөлдерінде кездеседі. 23. *P. paradoxum* Czuk. – Г. странный.

28. Сабақтары сұр түсті; гүл серігі жартысына қарағанда аз кесілген; жаңғақшасы жылтыр емес, қырлары қалың нүктелі, түбінен гүл серігімен бірге өсіп, сонымен бірге түседі. Биіктігі 5-30 см біржылдық, IV-VIII айларда гүлдеп, жеміс береді. Орталық-Қазақстан ұсақшоқылықтарында, Бетпақдала, Шу-Іле таулары мен оңтүстік Қазақстанның тасты және балшықты беткейлерінде кездеседі. 24. Мортық т. – *P. polycnemoides* Jaub. et Spach. – Г. хруплявниковидный.

– Сабақтары қызылдау түсті; гүл серігі жартысына дейін кесілген немесе бірнеше есе терең; жаңғақшасы жылтыр, тегіс, гүл серігімен бірікпеген және одан тез түсіп қалады. Биіктігі 10-30 см біржылдық, IV-VIII айларда гүлдеп, жеміс береді. Барлық Қазақстанның тау бөктерлері мен тауларында, ұсақшоқылықтарында малта тасты, тасты және қиыршықты беткейлеріндегі ұсақшоқылықтарда кездеседі. 25. Ине т. – *P. acerosum* Ledeb. – Г. игольчатый.

29. Гүлдері барлық уақытта жапырақтарының қолтығында 1-ден; раструбтары күмісті-ақ түсті, жарғақты; гүл серігі түтікті, ұзындығы шамамен 3 мм; жаңғақшасы созылықты, анық емес 3-қырлы. Биіктігі 5-20 см біржылдық; V-VI айларда гүлдейді. Бетпақдала мен Шу-Іле тауларының қиыршықты беткейлерінде кездеседі. 26. Ротбеллевт. – *P. rottboelloides* Jaub. et Spach. (*P. betpakdalense* Bajt. ined.) – Г. Ротбеллевский.

– Гүлдері жапырақтарының қолтығында 1-2-ден, кейде 3-5-ке дейін; раструбтары әдетте төменгі жағы сарғыштау немесе қоңыр түсті; гүл серігі домалақ немесе қоңыраутәрізді .....30.

30. Жапырақтары етжеңді, сұр түсті, ақшыл ұсақ төмпешікті, жүйкелері анық емес немесе төменгі жағы тек 1 жүйкелі; гүлдері жасылдау-

ақ түсті, 3-7-ден жоғарғы жапырақтардың қолтығында орналасқан; жаңғақшалары ұсақ, анық емес нүктелі, аздап жылтырайды. Биіктігі 10 см дейін жететін біржылдық өсімдік; V-VII айларда гүлдейді. Қазақстанның барлық таулы жазықтықтарында және тау етегінде, құмдарда, өзен жағалауларында кездеседі. 27. Қышқыл т. – *P. acetosum* M.B. – Г. кислый.

– Жапырақтары жіңішке, жасыл түсті, сирек қалыңдау және сұр түсті, бірақ барлық уақытта төменгі жағы бірнеше төмпекті жүйкелі .....31.

31. Гүл серігі жартысынан жоғары кесілген; сабақтары көтеріңкі немесе тік; жапырақтары сабақтарында жалпақтан кері жұмыртқа тәрізді-ланцетті, бұтақтарында созылыңқы немесе ланцетті, бұтақшаларында сызықты ланцетті; жаңғақшасы гүл серігінен қысқа. Биіктігі 20-50 см біржылдық; V-IX айларда гүлдеп, жеміс береді. Солтүстік, орталық және оңтүстік Қазақстан тауларында, тау бөктерінде және таулы жазықтықтардағы жайылмаларда, ылғалды жерлерде кездеседі. 28. Алажапырақ т. – *P. heterophyllum* Lindm. – Г. разнолистый.

– Гүл серігі жартысына дейін кесілген; сабақтары қабысқан немесе көтеріңкі; жапырақтары формалары бойынша бірдей, бірақ көлемдері бойынша ерекшеленеді; жаңғақшасы гүл серігінен ұзын немесе бірдей. Биіктігі 10-50 см біржылдық; VI-X айларда гүлдеп, жеміс береді. Қазақстанның барлық таулы жазықтықтары мен тау етегінде кездеседі. Дәрілік, мал азықтық, бояулы, илік өсімдік. 29. Қызыл таспа, құс т. – *P. aviculare* L. – Г. птичий.

32(24). Раструбтары цилиндрлі, бүтін, жиектері кірпікшелі, егер кірпікшесіз болса, онда гүл серігі сары түсті нүктелі бездермен қалың жабылған .....33.

– Раструбтары жіңішке бокал тәрізді немесе түтікті-қоңыраулы, жиектері кірпікшесіз, жіңішке жақтауларға ажыраған; гүл серігі безді түксіз .....35.

33. Гүл серігі сары түсті, жалпақ, нүктелі бездермен қалың жабылған; раструбтарының жиектері қысқа қылшықты, төменгі жағы жалаңаш; жапырақтары ланцетті, қысқа сағақшалы, нүктелі безді; дәмі өткір, бұрышты. Биіктігі 20-60 см біржылдық өсімдік; VII-IX айларда гүлдеп, жеміс береді. Барлық Қазақстанның қатты ылғалданған жерлерінде, өзен, жылғалар мен арық жағалауларында кездеседі. Дәрілік, бояулы өсімдік. 30. Бұрыш т. – *P. hydropiper* L. – Г. перечный (водяной перец).

– Гүл серігі безденбеген немесе бірлі-жарымды безденген; раструбтарының жиектері қа-

бысқан түкті және ұзын кірпікшелі; дәмі шөпте-сінді .....34.

34. Жапырақтары жалпақ, жұмыртқа тәріздіден созылыңқы-ланцеттіге дейін, анық төмпешікті бүйірлік жүйкелі; раструбтары татты-қоңыр түсті. Биіктігі 15-40 см біржылдық; VII-X айларда гүлдейді. Батыс және орталық Қазақстанның ылғалды жерлерінде кездеседі. 31. Жұмсақ т. – *P. mite* Schrenk. – Г. мягкий.

– Жапырақтары жіңішке, сызықты немесе сызықты-ланцетті, анық емес бүйірлік жүйкелі; раструбтары қошқылдау. Биіктігі 15-40 см біржылдық; VII-IX айларда гүлдеп, жеміс береді. Қазақстанның барлық ылғалды жерлерінде кездеседі. 32. Кіші т. – *P. minus* Huds. – Г. малый.

35. Жаңғақшалары жылтыр емес немесе аздап жылтыр, беткі беті безденген, үзікті немесе нүктелі .....36.

– Жаңғақшалары жылтыр, тегіс .....39.

36. Қарапайым немесе аз бұтақтанған сабақты және жоғары қарай қисық бағытталған бұтақты өсімдік; жапырақтары сызықты немесе ланцетті-сызықты; жаңғақшаларының тек төменгі жағы нүктелі. Биіктігі 20-50 см біржылдық; VI-IX айларда гүлдеп, жеміс береді. Солтүстік, орталық, шығыс және оңтүстік-шығыс Қазақстанның ылғалды тұзданған жерлерінде кездеседі. 33. Жіңішке т. – *P. gracilius* (Ledeb.) Klok. – Г. тонкий.

– Бұтақтанған, жайылған бұтақтанған өсімдік; жапырақтары созылыңқы немесе созылыңқы сызықты .....37.

37. Гүлдері сары немесе сарғыш қызылдау түсті, үздіксіз, жапырақты жоғарғы шашаққа жиналған; раструбтары терілі, тісшелі; жапырақтары жіңішке сызықты, біз тәрізді. Биіктігі 12-20 см біржылдық; VII-IX айларда гүлдейді. Батыс Қазақстанның тұзданған топырақтарында, гипсті балшықтарда және аласа жерлерде кездеседі. 34. Сортаң т. – *P. salsugineum* M.B. – Г. солонцеватый.

– Гүлдері ақ, жасылдау немесе қызғылт түсті; гүл шоғыры жапырақты; раструбтары жарғақты, жіңішке үшкір жікке бөлінген .....38.

38. Жапырақтары жіңішке, сұрғылт жасыл түсті, төменгі жағы жемістенгенде сақталатын бірнеше төмпекті жүйкелі; сабағы тік; гүлдері 1-4-тен үздіксіз, аз жапырақты шашақты; жаңғақшалары үзікті, гүл серігінен аздап білініп тұрады. Биіктігі 20-80 см біржылдық; V-X айларда гүлдейді. Қазақстанның барлық сорлы, сортаңды шалғындарында, өзен жағалаулары құмдарында және егістіктерде кездеседі. Мал азық-

тық, арамшөп. 35. Жалбыр т. – *P. patulum* M.B. – Г. развесистый.

– Жапырақтары қалыңдау, сұр түсті, төменгі жағы 1 төмпекті жүйкелі, жемістенгенде құрғап кетеді; сабағы түбінен бұтақтанған; гүлдері 1-2-ден бос, жапырақсыз шашаққа жиналған; жаңғақшалары нүктелі, гүл серігінен қысқа. Биіктігі 40-50 см біржылдық; VI-VII айларда гүлдейді. Батыс Тянь-Шанның тасты беткейлерінде кездеседі. 36. Жапырақсыз т. – *P. subaphyllum* Sumn. – Г. почти безлистый.

39. Сабақтары жуан; буынаралықтары ұзарған, ұзындығы 35 см; жапырақтары ерте түспелі, гүлдегенде жапырақтары түсіп қалады және сабақтары шыбық тәрізді болып қалады .....40.

– Сабақтары жіңішке; буынаралықтары қысқа; гүлдегенде біркелкі жапырақты, сабақтары шыбық тәрізді емес .....41.

40. Растробтарының жоғарғы жағы ақ түсті, қатты жыртылған; жапырақтары созылыңқы немесе сызықты-созылыңқы; гүл сағақтары гүл серігінен қысқа; жаңғақшалары 3-қырлы, ұршық тәрізді, гүл серігінен ұзын. Биіктігі 30-65 см біржылдық; VI-VII айларда гүлдейді. Қазақстанның барлық сор жерлерінде, сортаңды шалғындарында, шөлді өзен жағалауларында кездеседі. 37. Елек тәрізді т. – *P. junceum* Ledeb. – Г. ситниковый.

– Растробтарының жоғарғы жағы күміс түсті, бахрома тәрізді; жапырақтары ланцетті немесе сызықты-ланцетті; гүл сағақтары гүл серігімен бірдей; жаңғақшалары жұмыртқа тәрізді-3-қырлы, жалпы иілген, гүл серігімен бірдей немесе аздап одан ұзындау. Биіктігі 100 см дейін жететін біржылдық; VII-IX айларда гүлдейді. Батыс және орталық Қазақстанның төмпешікті құмдарында, сортаңды жерлерінде кездеседі. Малазықтық. 38. Күміс т. – *P. argyrocoleum* Steud. – Г. серебристый.

41. Жапырақтары сұр түсті, етженді, қалыңдаған; гүлдері гүлдегенде жіңішкеремді, бокал тәрізді болады; гүл серігі жасыл түсті, тек олардың жіктері ақ немесе қызғылт жиекті; жаңғақшалары гүл серігінен қысқа немесе онымен бірдей .....42.

– Жапырақтары сұрлау-жасыл түсті, жіңішке; гүлдері гүлдегенде кеңінен ашылады, воронка тәрізді болады; гүл серігі ақ, сарғыш-ақ немесе қызғылт түсті; жаңғақшалары гүл серігінен ұзын .....43.

42. Сабақтары қарама-қарсы бұтақты, доға тәрізді ішке қарай иілген; жапырақтары ланцетті немесе сызықты-ланцетті, бірнеше жүйке-

лі; гүл серігінің ұзындығы 1,5-2 мм, жемістенгенде анық емес жүйкеленеді; жаңғақшасының ұзындығы 1,5-2 мм, аздап иіліп немесе төмпекті жалпиган. Биіктігі 10-40 см біржылдық; V-VI айларда гүлдейді. Орталық және оңтүстік Қазақстанның өзен, жылғалар мен арық жағалауларында кездеседі. 39. Имеқбұта т. – *P. inflexum* Kom. – Г. вогнутоветвистый.

– Сабақтары кезектесіп орналасқан, жоғары қарай бағытталған, тік бұтақты; жапырақтары созылыңқы, 1 жүйкелі; гүл серігінің ұзындығы 2-3 мм, жемістенгенде төмпекті жүйкеленеді; жаңғақшасының ұзындығы 2-3 мм, қатты иіліп жалпиган. Биіктігі 20-50 см біржылдық; V-VI айларда гүлдейді. Қаратау мен Батыс Тянь-Шанның лессты тоғайлары мен тау беткейлерінде кездеседі. 40. Амудария т. – *P. oxanum* Kom. – Г. амударьинский.

43. Сабақтары жатаған; жапырақтары ланцетті-сызықты; гүлдері ақ немесе қызғылт түсті. Ұзындығы 15-30 см біржылдық; VI-IX айларда гүлдеп, жеміс береді. Солтүстік және батыс Қазақстанның төмпешікті құмдарында, сортаңды шалғындарында, далалар мен егістерде кездеседі. Арамшөп. 41. Құм т. – *P. arenarium* Waldst. et Kit. – Г. песчаный.

– Сабақтары көтеріңкі немесе тік; жапырақтары созылыңқы-ланцетті немесе эллипсті; гүлдері сарғыш ақ түсті, түбінен жасылдау. Биіктігі 90 см біржылдық; VII-IX айларда гүлдеп, жеміс береді. Солтүстік-батысты қоспағанда, Қазақстанның барлық төмпешікті құмдарында, сортаңды шалғындарда кездеседі. 42. Жалғанқұм т. – *P. pseudoarenarium* Klok. – Г. ложнопесчаный.

44(22). Растробтары жіңішке, сабақты тығыз қоршап тұрады, қабысыңқы қылшықты, жиектері ұзын кірпікшелі; жаңғақшалары екі жағынан да жалпақ немесе бір жағы шығыңқы. Биіктігі 20-80 см біржылдық; VI-IX айларда гүлдеп, жеміс береді. Қазақстанның барлық ылғалды жерлері мен егістіктерінде кездеседі. Дәрілік, бояулы, арамшөп. 43. Айланшөп т. – *P. persicaria* L. – Г. почечуйный.

– Растробтары жалпақ, сабақты бос қоршап тұрады, аздап өрмекші тәрізді түктенген, қысқа кірпікшелі; жаңғақшалары екі жағынан да жаншылған .....45.

45. Жаңғақшалары барлық уақытта гүл серігінен аздап байқалып тұрады; гүл сағақтары және гүл серігі безді; жапырақтары жұмыртқа тәрізді-ланцетті, төменгі жағы әдетте сұр киізді, аз жүйкелі. Биіктігі 30-60 см біржылдық; VI-VII айларда гүлдейді. Қазақстанның барлық ылғал-

ды жерлерінде, егістерінде, жол бойында кездеседі. 44. Бұдыр т. – *P. scabrum* Moench. – Г. шероховатый.

– Жаңғақшалары гүл серігінен толығымен көрінбейді .....46.

46. Растробтары жалаңаш, кірпікшесіз, сирек ұзындығы 0,5 мм дейін жететін кірпікшелі; жапырақтары жұмыртқа тәрізді ланцетті, ірі, ұзындығы 20 см дейін жетеді, дерлік жалаңаш, сирек төменгілері аздап сұр түсті түкті; сабағы қызыл дақты; шашақтары иілген бұтақты және ұштары да иілген. Биіктігі 120 см дейін жететін біржылдық; VII-VIII айларда гүлдейді. Қазақстанның барлық ылғалды жерлерінде кездеседі. Дәрілік, мал азықтық, бал алынатын өсімдік. 45. Қымыздық жапырақ т. – *P. lapathifolium* L. – Г. щавелелистый.

– Барлық растробтары немесе тек төменгілері өрмекші тәрізді түктенген, ұзындығы 1 мм дейін жететін кірпікшелі; жапырақтары жалпақ жұмыртқа тәрізді-ланцетті, ұзындығы 10 см дейін жетеді, барлық немесе тек төменгі жағы, кейде жоғарғы жағы қалың киізді; сабағы дақсыз; шашақтары тік иілмеген бұтақты, тік немесе аздап иілген. Биіктігі 25-50 см біржыл-

дық; VI-VII айларда гүлдейді. Солтүстік Қазақстанның ылғалды жерлерінде кездеседі. Дәрілік өсімдік. 46. Түкті т. – *P. tomentosum* Schrank. – Г. войлочный.

47(20). Гүлдері бұтақтарының ұшында қалың емес үздіксіз масаққа жиналған; гүл серігінің сыртқы жіктері жемістенгенде доғалданады. Ұзындығы 1 м дейін жететін біржылдық; VII-X айларда гүлдейді. Қазақстанның барлық алқаптарында, шалғындарында, өзенше жағалауларында, егістерде кездеседі. Улы, бояулы, арамшөп. 47. Шырмауық т. – *P. convolvulus* L. – Г. вьющийся.

– Гүлдері ұштарында бос шашаққа жиналған, сондай-ақ қолтықты шоққа жиналған; гүл серігінің сыртқы жіктері жемістенгенде ортаңғы жүйкесі бойынша аздап гүл сағағына қарай төмендейді, жарғақты қанатқа ұласады; гүл сағақтары гүл серігімен бірдей немесе ұзын. Ұзындығы 1,5 м дейін жететін біржылдық; VII-VIII айларда гүлдейді. Солтүстік, орталық және оңтүстік Қазақстанның ылғалды жерлерінде, егістерде кездеседі. Улы, дәрілік, арамшөп. 48. Бұта т. – *P. dumetorum* L. – Г. кустарниковый.

#### Әдебиеттер

- 1 Флора Казахстана / под ред. Н.В. Голоскокова. – Алма-Ата: Наука, 1956. – Т. 1. – С. 112-334.
- 2 Иллюстрированный определитель растений Казахстана / под ред. Н.В. Павлова. – Алма-Ата: Наука, 1969-1972. – Т. 1-2. – С. 54-129. – С. 473-478.
- 3 Абдулина С.А. Список сосудистых растений Казахстана / под ред. Р.В. Камелина. – Алматы, 1999. – С. 187.
- 4 Байтенов М.С. Флора Казахстана. – Алматы: Ғылым, 2001. – Т. 2. – С. 279.
- 5 Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. – Л.: Наука, 1987. – 439 с.
- 6 Черепанов С.К. Сосудистые растения СССР. – Л.: Наука, 1981. – 509 р.
- 7 Арыстанғалиев С.А., Рамазанов Е.Р. Қазақстан өсімдіктері. – Алма-Ата, 1977. – 21-38 б.
- 8 Арыстанғалиев С.А. Қазақстан өсімдіктерінің қазақша-орысша-латынша атаулар сөздігі. – Алматы: Сөздік-Словарь, 2002. – 288 б.

#### References

- 1 Flora Kazakhstan / pod red. N.V. Goloskokova. – Alma-Ata: Nauka, 1956. – Т. 1. – P. 112-334.
- 2 Iljustrirovannyj opredelitel' rastenij Kazahstana / pod red. N.V. Pavlova. – Alma-Ata: Nauka, 1969-1972. – Т. 1-2. – P. 54-129; – P. 473-478.
- 3 Abdulina S.A. Spisok sosudistyh rastenij Kazahstana / pod. red. R.V. Kamelina. – Almaty, 1999. – P. 187.
- 4 Bajtenov M.S. Flora Kazakhstan. – Almaty: Fylym, 2001. – Т. 2. – P. 279.
- 5 Tahtadzhan A.L. Sistema magnoliofitov. – L., Nauka, 1987. – 439 p.
- 6 Cherepanov S.K. Sosudistye rastenija SSSR. – L.: Nauka, 1981. – 509 p.
- 7 Arystangaliev S.A., Ramazanov E.R. Kazakstan osimdikteri. – Alma-Ata, 1977. – P. 21-38.
- 8 Arystangaliev S.A. Kazakstan osimdikterinin kazaksha-oryssha-latynsha ataular sozdigi. – Almaty: Sөzdik-Slovar, 2002. – 288 p.

УДК 630\*52(574.51)

А.А. Жагловская\*, С.С. Айдосова

Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Республика Казахстан, г. Алматы

\*E-mail: alina03.09@mail.ru

**Анализ динамики биологической продуктивности  
саксаульных лесов Иле-Балхашского региона**

В статье приводятся результаты исследования биологической продуктивности саксаульных лесов Иле-Балхашского региона. Проанализирована возрастная динамика биомассы дерева саксаула черного при различных условиях залегания грунтовых вод. Изменения биомассы при уровне грунтовых вод 3-4 м идет по линейной зависимости. Изменения биомассы при уровне грунтовых вод 5-6 м идет по экспоненциальной зависимости. С увеличением возраста саксаула соответственно увеличивается биомасса. Однако биомасса саксаула, произрастающего в условиях близкого залегания грунтовых вод выше. Выявлено положительное влияние близкого залегания подземных вод для ежегодного прироста биомассы лесных экосистем. На основе изменения биологической продуктивности, ежегодного прироста биомассы, а также различных условий произрастания саксаульных лесов предложены рекомендации по ведению лесного хозяйства, адаптированные для Иле-Балхашского региона. На территории региона было выделено 3 района: лесохозяйственно-мелиоративный, лесомелиоративно-хозяйственный и лесомелиоративный.

**Ключевые слова:** биологическая продуктивность, саксаул, возрастная динамика, биомасса, лесное хозяйство.

A.A. Zhaglovskaya, S.S. Aidosova

**Analysis of the dynamics of biological productivity  
of saxaul forests in Ile-Balkhash region**

The paper presents the study of the biological productivity of saxaul forests of Ile-Balkhash region. There are analyzed the age dynamics of biomass of a tree of black saxaul under various conditions of groundwater. Biomass changes at the level of groundwater 3-4 m is a linear relationship. Biomass changes at the level of groundwater 5-6 m is an exponential dependence. With increasing age, increasing biomass, respectively. However, saxaul biomass grown under high ground water table above. Revealed the positive effect of close groundwater to the annual increase of biomass in forest ecosystem. On the basis of changes in biological productivity, the annual increase in biomass, as well as a variety of growing conditions of saxaul forests given the recommendations on forest management adapted to the Ile-Balkhash region. The region has been allocated 3 areas: forestry reclamation, , agroforestry economic and agroforestry.

**Key words:** Biological productivity, saxaul, age dynamics, biomass, forestry.

А.А. Жагловская, С.С. Айдосова

**Иле-Балқаш өңіріндегі сексеуіл орманының биологиялық өнімділігінің  
динамикасын талдау**

Бұл мақалада Иле-Балқаш өңіріндегі сексеуіл орманының биологиялық өнімін зерттеу қарастырылды. Жерасты сулары деңгейінің әртүрлі жағдайындағы қара сексеуіл ағашының биомасса өсу динамикасы талданды. Жерасты суларының 3-4 метр деңгейде болғанда биомассаның өзгерісі линейлі тәуелділік бойынша жүреді. Жерасты суларының 5-6 метр деңгейде болғанда биомассаның өзгерісі экспоненциалды тәуелділік бойынша жүреді. Жасы өскен сайын биомасса да өседі. Бірақ жерасты суларының жақын деңгейінде өсетін сексеуілдің биомассасы әлдеқайда жоғары. Орман экожүйелері биомассасының жыл сайын өсуі үшін жерасты суларының жақын деңгейінің жағымды

ықпалы анықталды. Биологиялық өнімнің өзгеру негізінде жыл сайын биомассаның, сондай-ақ сексеуіл орманының түрлі жағдайларда өсуі Іле-Балқаш өңіріне сәйкес келетін орман шаруашылығын жүргізу үшін ұсыныстар жасалды. Зерттеу аймағында 3 аудан анықталған: орман шаруашылықты мелиоративті, орман мелиоративті-шаруашылықты және орман мелиоративті.

**Түйін сөздер:** биологиялық өнім, сексеуіл, өсу динамикасы, биомасса, орман шаруашылығы.

Лесные сообщества играют главную роль в глобальных потоках веществ и энергии, являясь главными накопителями биомассы в биосфере. Биологическая продуктивность – фундаментальное свойство биосферы, означающее способность живого вещества воспроизводить биомассу и образовывать тем самым биотический покров [1].

Оценка биологической продуктивности лесов является одной из наиболее приоритетных задач лесоведения. Особенно актуальной эта проблема стала после принятия Рамочной Конвенции ООН об изменении климата (1992) и Киотского протокола (1997), согласно которым мировое сообщество связывает возможность стабилизации климата с повышением продукционного потенциала растительного покрова, в первую очередь, планетарных лесов. Это позволяет использовать биологическую продуктивность как показатель состояния лесных экосистем, и дает исследователям еще один инструмент для определения пределов давления на лесные экосистемы, за которыми возможна их необратимая деградация [2].

Основной лесообразующей породой лесов Казахстана является саксаул, произрастающий в пустынных экосистемах. Саксаул (*Haloxylon*) представлен 3 видами: черный саксаул (*Haloxylon aphyllum* Minkw), белый саксаул (*Haloxylon persicum* Bng.) и саксаул зайсанский (*Haloxylon ammodendron* (С.А. Меу.) Bunge). В качестве объекта исследования были использованы насаждения саксаула черного, саксаула белого, т.к. данные культуры произрастают на территории Иле-Балхашского региона, а ареал саксаула зайсанского находится в Восточном Казахстане [3].

В связи с антропогенным влиянием, на сегодняшний день только 25% от потенциальной площади распространения саксаула установлены в Казахстане. Около трех четвертей потенциального распространения саксаульных лесов были уничтожены или деградировали по сравнению с потенциальной площадью распространения [4].

В связи с этим возникла необходимость проведения постоянного мониторинга за состоянием пустынных экосистем, прослеживания

ситуации по естественному возобновлению саксаульников на всей территории, для того, чтобы предложить действенные и рациональные меры по дальнейшему управлению лесным хозяйством до тех пор, пока действует мораторий на вырубку саксаула. В настоящее время в лесхозах используются методы визуального осмотра саксаульников работниками лесхоза, такие проверки проводятся систематически. Они направлены на выявление нарушений моратория, а также на мониторинг за состоянием лесного фонда (наличие перестойных, больных насаждений, гарей и валежника) [5]. Однако, для проведения полноценного мониторинга за состоянием лесов необходимы наблюдения за основными параметрами лесных экосистем: оценка продуктивности древостоя, количественно оцениваемое по её результату – главным образом, по годичной биологической продукции.

Подобные исследования проводились в Казахстане, на основе таксационных данных были составлены таблицы надземной биомассы белого и черного саксаула [6], далее были дополнены другими авторами [7]. Однако, исследования по ежегодному приросту биомассы не были достаточно изучены. А также до настоящего момента не разработаны методы исследования саксаульных лесов по данным спутниковых снимков.

В настоящее время исследования биопродуктивности и накопления фитомассы как отправной точки для изучения депонирования углерода в лесных экосистемах ведется как отдельными учеными, так и в рамках многочисленных национальных и международных проектов.

Целью исследования является оценка продуктивности, динамики накопления биомассы саксаульных лесов Иле-Балхашского региона и разработка рекомендаций по ведению лесного хозяйства в условиях пустынных лесов.

## Материалы и методы

Исследования проводились на территории Иле-Балхашского региона, расположенного в пределах Алматинской области, занимающего Балхаш-Алакольский гидроэкологический район.



Закладка пробных площадей, все работы по отбору, обмеру и обработке учетных деревьев проводились в соответствии с методом PSQ (Point Centered Quarter method) [8].

Измерялись следующие таксационные показатели:

- высота;
- диаметр кроны;
- диаметр корневой шейки;
- возраст дерева, а также расстояние между деревьями.

В таблице 1 представлены данные, собранные в ходе полевых работ на всех 6 участках. Уровень грунтовых вод на участках представлен следующими глубинами: 3,7–6 м. Выбранные деревья отражают все разнообразие таксационных показателей. Так, по возрасту насаждений можно выделить широкий диапазон, исследовались деревья от 3-хлетнего возраста до 25 лет. В трансектах I-III насаждения представлены более

молодыми особями саксаула черного: средний возраст составляет 15-18 лет, при минимальном значении – 3 года. Также в данных трансектах наблюдалось хорошее возобновление и подрост молодого саксаула. Саксаул черный в трансектах IV-VI представлен спелыми насаждениями, в возрасте 20-25 лет. Соответственно, изменялись и другие таксационные показатели: диаметр корневой шейки варьирует от 2 см до 18 см, высота от 0,5 м до 2,6 м, диаметр кроны от 0,5 м до 2,4 м.

Биомасса была высчитана по формулам определения наземной биомассы саксаула черного [9]:

$$B_{above} = b \times H^x \times BA^y \times CA^z,$$

где  $H$  – высота, м;  $BA$  – диаметр корневой шейки, см;  $CA$  – диаметр кроны, м;  $x, y, z$  – коэффициенты уравнения.

**Таблица 1** – Основные показатели измерений саксаула черного

ПП	Возраст, лет			Диаметр корневой шейки, см			Высота, м			Диаметр кроны, м		
	max	min	средняя	max	min	средняя	max	min	средняя	max	min	aver
I	15	3	9,7±3,4	14	2	6,6±3,1	2,1	0,5	1,3±0,3	2,2	0,5	1,3±0,5
II	18	5	10,1±3,7	15	2	7,5±3,2	2,2	0,7	1,6±0,4	2,2	0,5	1,4±0,4
III	15	5	8,7±2,3	14	2	6,7±2,4	2,6	0,6	1,4±0,3	1,9	0,5	1,2±0,3
IV	20	10	15,7±3,4	16	6	11,9±2,9	2,2	1,3	1,9±0,2	2,3	1,3	1,9±0,3
V	25	10	15,8±4,3	14	4	10,5±2,5	2	1	1,7±0,2	2,2	0,8	1,6±0,3
VI	25	12	17,7±3,7	18	8	12,6±2,7	2,3	1,2	1,9±0,2	2,4	1,4	1,9±0,2

Прирост биомассы рассчитывался по формуле [10]:

$$Z = T_A - T_{A-1},$$

где  $Z$  – текущий прирост;  $T$  – таксационный показатель;  $A$  – возраст.

### Результаты и их обсуждение

Результаты исследований свидетельствуют, что на формирование надземной биомассы деревьев влияет возраст ( $R^2$  изменяется от 0,618 до 0,9). В результате моделирования была получена возрастная динамика изменения биомассы саксаула черного в зависимости от уровня грунтовых вод.

Изменения биомассы при уровне грунтовых вод 3-4 м (рисунок 1) идет по линейной зависимости. Изменения биомассы при уровне грунтовых вод 5-6 м (рисунок 2) идет по экспоненциальной зависимости. С увеличением возраста соответственно увеличивается биомасса. Однако, биомасса саксаула, произрастающего в условиях близкого залегания грунтовых вод, выше.

Так, биомасса деревьев в возрасте 10 лет при уровне грунтовых вод 3-4 м составляет 12 кг, а при УГВ 5-6 м – 10 кг. Средняя разница биомассы составляет 1,5-2 кг.

Изменяющаяся зависимость (линейная переходящая в экспоненциальную) связана с биологической особенностью саксаула черного. На графике видно, что биомасса и возраст саксау-

ла находятся в линейной зависимости и быстрое увеличение биомассы происходит примерно до 20 лет. Затем характер прямой зависимости приобретает экспоненциальное направление и происходит более медленное накопление биомассы. Интерес дальнейших исследований состоит в установлении возраста прекращения накопления биомассы саксаулом черным и определения стратегии управления саксаульными лесами.

В результате полученных моделей определения биомассы, а также установления ее зави-

симости от возраста, мы определили ежегодный прирост биомассы дерева саксаула черного.

Таким образом, был вычислен годичный прирост дерева саксаула черного в зависимости от возраста и биомассы. На основе полученных данных был построен график соотношения биомассы к приросту биомассы (рисунок 3). Этот показатель является основным при определении биологической продуктивности лесов [11] и характеризует скорость обновления органического вещества биомассы.

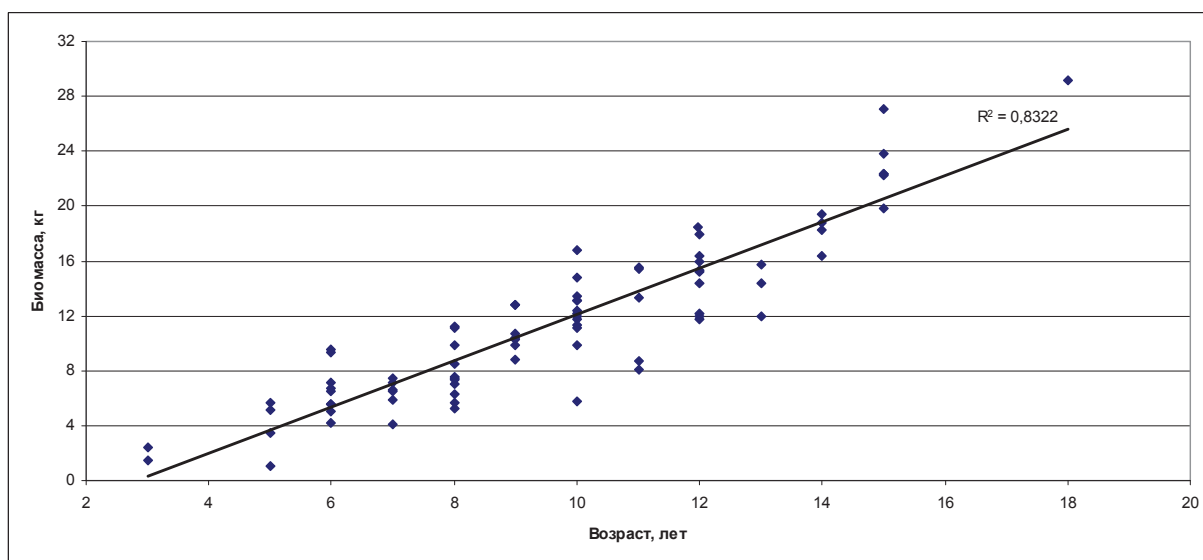


Рисунок 1 – Возрастная динамика биомассы черного саксаула при уровне грунтовых вод 3-4 м

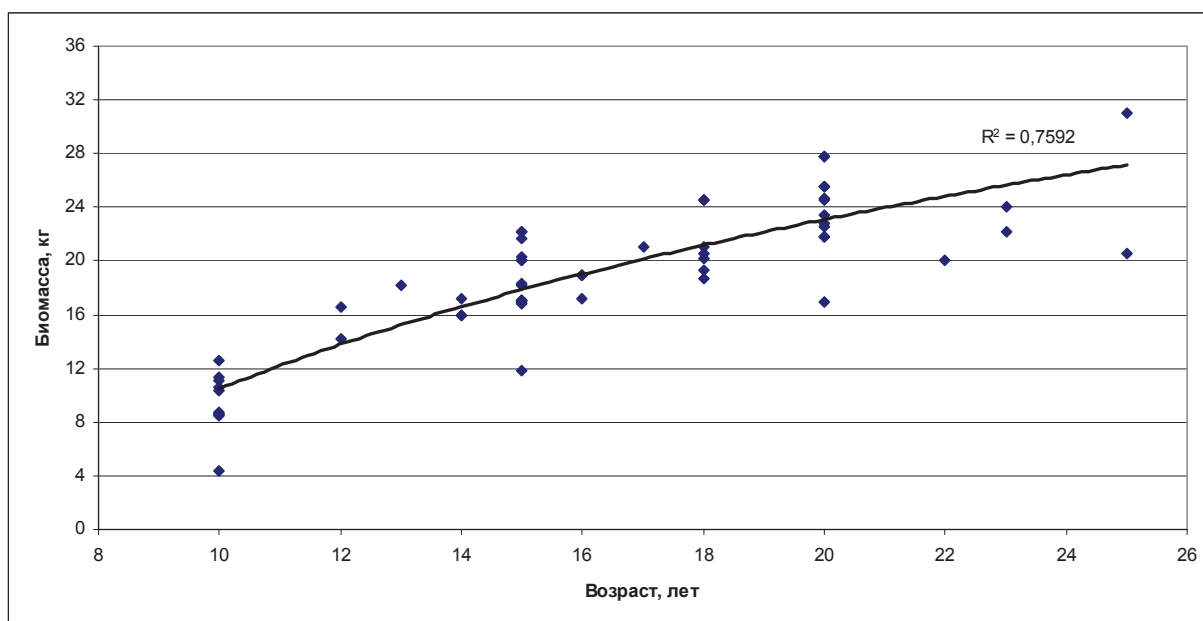


Рисунок 2 – Возрастная динамика биомассы черного саксаула при уровне грунтовых вод 5-6 м

На графике представлена экспоненциальная зависимость биомассы и прироста. Однако ученые, исследующие прирост биомассы [12], определяют эту зависимость асимптотической кривой: надземная биомасса нарастает и достигает пика при определенном приросте биомассы, затем выходит на плато и далее постепенно снижается. В наших исследованиях должна также наблюдаться такая тенденция, однако, вследствие недостаточности данных мы наблюдаем увеличение биомассы до 4 кг в год, с отклонениями 6,5 кг в год в возрасте 28-30 лет. Возможно, это и есть уровень плато и в дальнейшем прирост биомассы снижается.

Так как средний возраст саксаула черного в исследуемых трансектах составляет 15-18 лет, мы наглядно представили прирост биомассы в этом возрасте. На графике видно, что годовой прирост биомассы закономерно снижается при

увеличении уровня грунтовых вод и составляет 4,19 кг при УГВ 3 м и 0,51 кг при 9 м. Причем, при увеличении глубины грунтовых вод замедляется рост в высоту и идет прирост биомассы по кроне. На территории с близким залеганием грунтовых вод наблюдается увеличение высоты древостоя, с узкой кроной.

По регламенту, принятому в учреждениях лесного хозяйства Казахстана (Баканасский лесхоз), возраст рубок саксаула черного составляет 25-30 лет, до введения запрета на все виды рубок в саксауловых насаждениях [13].

Так, при существующем управлении лесными ресурсами рубки проводились при достижении древостоя саксаула черного естественной спелости (по нормативам 25-30 лет). Однако, с точки зрения экологической и мелиоративной функции рассматриваемых лесов, принятая градация не соответствует «защитной спелости леса» [14].

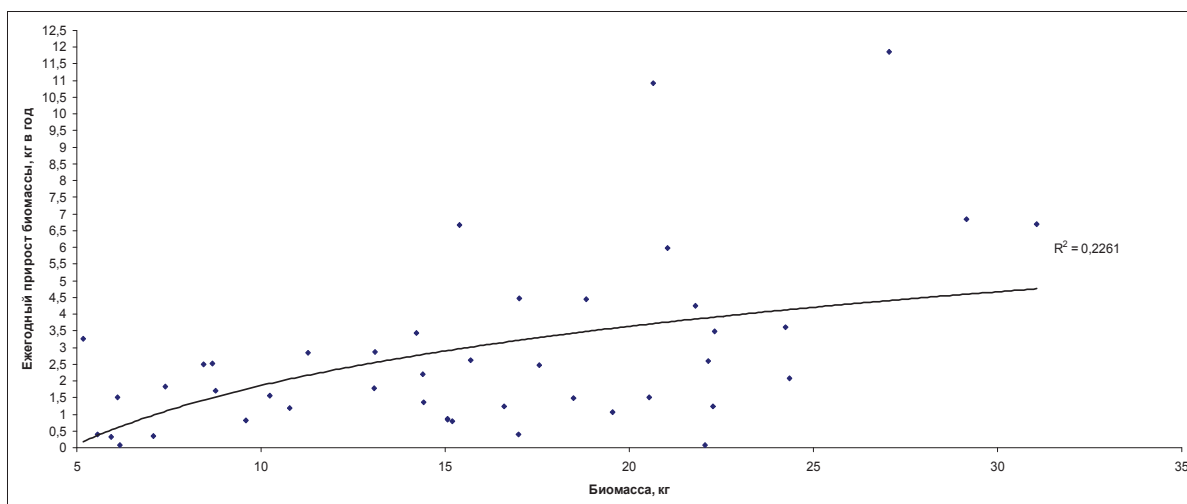


Рисунок 3 – Зависимость прироста биомассы от наземной биомассы в насаждениях *H. aphyllum* Иле-Балхашского региона

Саксаульные леса Казахстана выполняют огромную лесомелиоративную функцию [15]. К основным защитным функциям относятся: укрепление песка, уменьшение засоленности почвы, формирование микроклимата для произрастания сопутствующих видов растений и обитания животных [16]. Наибольшая защитная функция наблюдается при интенсивном накоплении общей биомассы. Таким образом, основная задача лесного хозяйства состоит в увеличении количества древостоев в возрасте наибольшего прироста биомассы.

Управление саксаульными лесами, в силу их защитной функции, направлено на проведение

лесомелиоративных хозяйственных мероприятий. На данный момент на территории Иле-Балхашского региона запрещена какая-либо деятельность, направленная на вырубку саксаула. Однако данное постановление будет действовать до 2018 года. Необходимо разработать систему управления саксаульными лесами с учетом дифференцированного подхода направлений лесного хозяйства при выделении районов.

В результате проведенных нами исследований выявлено, что биомасса и соответственно прирост биомассы закономерно уменьшаются при увеличении уровня грунтовых вод. Та-

ким образом, данный показатель является решающим в лесорастительном районировании саксаульных лесов. На территории Иле-Балхашского региона нами было выделено 3 района (использованы названия районов по Токмурзину, 1982).

1. Лесохозяйственно-мелиоративный район. Данный район охватывает территории равнины от основного русла р. Иле, которое затем делится на многочисленные сухие русла (Нарын-баканас, Кара-баканас, Шет-баканас и др.). Около 40-45% Баканасской равнины занято бугристыми и грядовыми песками с высотой гряд от 3 до 10 м, которые чередуются с межгрядовыми равнинами различной ширины. Почвы представлены суглинистыми песками. Произрастает тугайная растительность: *Salix songarica* And., *S. Caspica* Pale., *Elaeagnus oxycarpa* Schlttdl. и др. Грунтовые воды залегают на глубине 2-3 м, слабоминерализованы [17, 18].

В данном районе саксаульные леса широко распространены и имеют высокую биомассу и годовой прирост. Лесистость данной территории оптимальна и управление лесами должно быть направлено на повышение продуктивности существующих лесов, а не на увеличение площади. Здесь можно проводить санитарные рубки, рубки ухода, избавление от валежника, больных деревьев и мероприятия по созданию условий для семенного восстановления. При проведении сплошных рубок может происходить смена пород и лесохозяйственные работы необходимо проводить с учетом межвидовых взаимосвязей [14].

2. Лесомелиоративно-хозяйственный район. Район представляет собой надпойменную террасу р. Иле, шириной несколько километров. Почвы супесчаные или суглинистые. На второй террасе произрастают *Halimodendron halodendron* Voss, *Tamarix ramosissima* L., *Populus diversifolia* Shc. и др. Грунтовые воды – 3-5 м, слабой минерализации [17, 18].

Саксаульные леса на данной территории обретают все более мелиоративное значение. Биомасса остается высокой, наблюдается хорошее возобновление, однако, сокращаются площади лесов. Управление лесным хозяйством должно иметь лесокультурное направление. Необходимо интенсивное создание лесных культур, оптимальной возрастной структуры лесов и т.д. В данном районе можно проводить защитные рубки ухода, начиная с 25-30 лет.

3. Лесомелиоративный район. Район представляет собой древнюю террасу, шириной несколько десятков километров. Такыровидные почвы с солончаками, солонцами и такырами. Растительность такыровидных древне-аллювиальных равнин состоит в основном из *Astragalus paucijugus* Mey., *Ammodendron argenteum* (Pall.) Kryl., *Calligonum aphyllum* Pail. и др. Грунтовые воды – 6-15 м, местами сильно минерализованы [17,18]. Лесорастительные условия данного района очень экстремальные. В силу большой глубины залегания грунтовых вод саксаульные леса имеют плохое естественное возобновление. Необходимо проведение мероприятий по увеличению площадей распространения саксаула черного, а также мер, направленных на повышение продуктивности лесов. Рекомендуются добровольно-выборочные вырубki, в рамках которых вырубаются большие и перестойные деревья только при наличии жизнеспособного подростa [14]. Также можно проводить рубки ухода.

Таким образом, при выборе методов управления лесного хозяйства необходимо руководствоваться индивидуальными особенностями саксаульных лесов, лесорастительных районов, структурой и составом древостоев. В качестве основного показателя необходимо учитывать биомассу и годичный прирост биомассы как основную характеристику биологической продуктивности лесов и скорости обновления органического вещества.

#### Литература

- 1 Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. – М.: Наука, 1993. – 293 с.
- 2 Накай Н.В. Распределение запасов и годичного депонирования углерода в фитомассе лесов Республики Коми: дис. ... канд. с/х наук: 06.03.02. – Екатеринбург, 2011. – 211 с.
- 3 Ротов Р.А. Биолого-морфологические особенности многолетних растений пустыни. – М.: Наука, 1969.
- 4 Нильс Т., Вухерер В. и Бурас А. Пространственное распределение и запасы углерода саксаула в холодной пустынях Средней Азии // Журнал аридной среды обитания. – 2013. – №90. – С. 29-35.
- 5 Жагловская А., Айдосова С. Разнообразие типов и динамика саксаульных лесов Иле-Балхашского региона // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2014. – №2 (41). – С. 78-88.

- 6 Лагунов П.М. Оценка фитомассы саксауловых лесов Казахстана / П.М. Лагунов, Б.Е. Харитонов, В. А. Усольцев // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1986. – № 8. – С. 72 – 77.
- 7 Бедарева О.М. Экосистемы средних пустынь Казахстана и их инвентаризация методами дистанционного зондирования: дис. ... д-р. биол. наук: 03.00.16. – Калининград, 2009. – 372 с.
- 8 Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg, 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. New York: Wiley & Sons, pp: 215.
- 9 Бурас А., Вухерер В., Зербе С. и др. Аллометрическая вариабельность саксаула в Центральной Азии // Экология леса и управление. – 2012. – №274. – С. 1-9.
- 10 Загребев В.В., Сухих В.И., Швиденко А.З., Гусев Н.Н., Мошкалева А.Т. – М.: Колос, 1992. – 495 с.
- 11 Усольцев В.А., География удельной первичной продукции фитомассы лесов и неопределенности ее оценки и интерпретации // Эко-потенциал. – 1 (5). 2014. С. 139-163.
- 12 Keeling H.C., Phillips O.L. The global relationship between forest productivity and biomass // Global Ecology and Biogeography. – 2007. – Vol. 16. – P. 618-631.
- 13 Годовые отчеты Баканасского государственного учреждения лесного хозяйства Управление природных ресурсов и регулирования природопользования акимата Алматинской области Комитета лесного и охотничьего хозяйства Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан. – Баканас, 1978-2013.
- 14 Токмурзин Т.Х. Организация хозяйства в защитных лесах, специализация и концентрация лесохозяйственного производства (на примере Казахской ССР). 06.03.02 – лесоводство и лесная таксация: дис. на соискание уч.ст. доктора с/х наук. – Алма-Ата, 1982. – 391 с.
- 15 Шамсутдинов З.Ш., Убайдуллаев Ш.Р., Шамсутдинов Н.З. Средаобразующая роль галофитов и ее роль в повышении продуктивности аридных пастбищных систем // Сборник научных трудов. – № 3(51). Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Средаобразующие функции кормовых растений и экосистем. – М., 2014. – С. 85-98.
- 16 Marland, G., Pielke Sr., R.A., Apps, M., Avissar, R., Betts, R.A., Davis, K.J., Frumhoff, P.C., Jackson, S.T., Joyce, L.A., Kauppi, P., Katzenberger, J., MacDicken, K.G., Neilson, R.P., Niles, J.O., Niyogi, D.S., Norby, R.J., Pena, N., Sampson, N., Xue, Y., 2003. The climatic impacts of land surface change and carbon management, and the implications for climate change mitigation policy. Climate policy 3, 149–157.
- 17 Сычев А.А. Динамика урожайности и химизма пастбищной растительности песчаной пустыни Сары-Ишикотрау // Биологические комплексы районов нового основания их рационального использования и обогащения. – М.: АН СССР, 1961. – С. 55-63.
- 18 Рыбин Н.Г. Природные условия Южного Прибалхашья / Н.Г. Рыбин // Известия АН КазССР. Сер. Геология. 1948. – Вып. 1. № 57. – С. 82 – 85.

#### References

- 1 Bazilevich N.I. Biologicheskaja produktivnost' jekosistem Severnoj Evrazii. M.: Nauka, 1993. – 293 s.
- 2 Nakaj N.V. Raspredelenie zapasov i godichnogo deponirovanija ugleroda v fitomasse lesov Respbliki Komi: dis. ... kand. s/h nauk: 06.03.02. – Ekaterinburg, 2011. – 211 s.
- 3 Rotov R.A. Biologo-morfologicheskie osobennosti mnogoletnih rastenij pustyni. – M.: Nauka, 1969.
- 4 Nil's T., Vuherer V. i Buras A. Prostranstvennoe raspredelenie i zapasy ugleroda saksaula v holodnoj pustynjah Srednej Azii // Zhurnal aridnoj sredy obitaniya. – 2013. – №90. – S. 29-35.
- 5 Zhaglovskaja A., Ajdosova S. Raznoobrazie tipov i dinamika saksaul'nyh lesov Ile-Balhashskogo regiona // Vestnik KazNU. Serija jekologicheskaja. – 2014. – №2 (41). – S. 78-88.
- 6 Lagunov P.M. Ocenka fitomassy saksaulovyh lesov Kazahstana / P.M. Lagunov, B.E. Haritonov, V.A. Usol'cev // Vestnik sel'skohozjajstvennoj nauki Kazahstana. 1986. – № 8. – S. 72 – 77.
- 7 Bedareva O.M. Jekosistemy srednih pustyn' Kazahstana i ih inventarizacija metodami distancionnogo zondirovanija: dis. ... d-r. biol. nauk: 03.00.16. – Kaliningrad, 2009. – 372 s.
- 8 Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg, 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. New York: Wiley & Sons, pp: 215.
- 9 Buras A., Vuherer V., Zerbe S. i dr. Allometricheskaja variabel'nost' saksaula v Central'noj Azii // Jekologija lesa i upravlenie. – 2012. – №274. – S. 1-9.
- 10 Zagreev V.V., Suhij V.I., Shvidenko A.Z., Gusev N.N., Moshkalev A.T.. – M.: Kolos, 1992. – 495 s.
- 11 Usol'cev V.A., 2014. Geografija udel'noj pervichnoj produkcii fitomassy lesov i neopredelennosti ee oenki i interpretacii. Jeko-potencial, 1 (5): 139-163.
- 12 Keeling H.C., Phillips O.L. The global relationship between forest productivity and biomass // Global Ecology and Biogeography. 2007. Vol. 16. P. 618-631.
- 13 Godovye otchety Bakanasskogo gosudarstvennogo uchrezhdenija lesnogo hozjajstva Upravlenie prirodnyh resursov i regulirovanija prirodnopol'zovanija akimata Almatinskoy oblasti Komiteta lesnogo i ohotnich'ego hozjajstva Ministerstva sel'skogo hozjajstva Respubliki Kazahstan. – BAKANAS, 1978-2013.
- 14 Tokmurzin T.H. Organizacija hozjajstva v zashitnyh lesah, specializacija i koncentracija lesohozjajstvennogo proizvodstva (na primere Kazahskoj SSR). 06.03.02 – lesovodstvo i lesnaja taksacija. Dis. Na soiskanie uch.st. doktora s/h nauk, Alma-ata, 1982. 391 s.

- 15 Shamsutdinov Z.Sh., Ubajdullaev Sh.R., Shamsutdinov N.Z. Sredoobrazujushhaja rol' galofitov i ee rol' v povyshenii produktivnosti aridnyh pastbishnyh sistem // Sbornik nauchnyh trudov № 3(51). Mnogofunktional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo: Sredoobrazujushhie funkcii kormovyh rastenij i jekosistem. – M.: 2014. – S. 85-98.
- 16 Marland, G., Pielke Sr., R.A., Apps, M., Avissar, R., Betts, R.A., Davis, K.J., Frumhoff, P.C., Jackson, S.T., Joyce, L.A., Kauppi, P., Katzenberger, J., MacDicken, K.G., Neilson, R.P., Niles, J.O., Niyogi, D.S., Norby, R.J., Pena, N., Sampson, N., Xue, Y., 2003. The climatic impacts of land surface change and carbon management, and the implications for climate change mitigation policy. *Climate policy* 3, 149–157.
- 17 Sychev A.A. Dinamika urozhajnosti i himizma pastbishnoj rastitel'nosti peschanoj pustyni Sary-Ishikotrau // Biologicheskie komplekсы rajonov novogo osnovanija ih racional'nogo ispol'zovanija i obogashhenija. – M.: AN SSSR, 1961. – S. 55-63.
- 18 Rybin N.G. Prirodnye uslovija Juzhnogo Pribalhash'ja / N.G. Rybin // *Izvestija AN KazSSR. Ser. Geologija*. 1948. – Vyp. 1. № 57. – S. 82 – 85.

УДК 58.009

А.А. Жагловская\*, С.С. Айдосова, Н.З. Ахтаева, А.Т. Мамурова

Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Республика Казахстан, г. Алматы

\*E-mail: Alina.Zhaglovskaya@kaznu.kz

**Сравнительная морфо-анатомическая характеристика  
*Haloxylon aphyllum* и *Haloxylon persicum* Иле-Балхашского региона**

В статье приведены анатомо-морфологические характеристики представителей семейства *Chenopodiaceae*: *Haloxylon aphyllum* Minkw., *Haloxylon persicum* Bng. Выявлены сходства и различия в анатомическом строении побегов обоих видов. Основное отличие заключается в количестве слоев эпидермиса: *Haloxylon aphyllum* – 1 слой, *H. persicum* – 3 слоя. В связи с дифференцировкой эпидермиса саксаула белого увеличивается толщина эпидермального слоя. *Haloxylon persicum* имеет толщину эпидермиса 12,79-13,62 мкм, в то время как *H. aphyllum* – 7,67-10,53 мкм. Особенности анатомического строения вегетативных органов растений, в том числе и строение побега достаточно полно отражают их адаптацию к условиям произрастания. Сравнительная характеристика двух видов *Haloxylon* показывает определенные адаптационные признаки псаммофитов и галофитов. Исследуемые виды относятся к растениям- $C_4$  по типу фиксации  $O_2$ , как механизм адаптации к условиям жаркого и сухого климата. *Haloxylon persicum* рассматривается как генетическое производное *H. aphyllum*.

**Ключевые слова:** *Haloxylon aphyllum* Minkw., *Haloxylon persicum* Bng., анатомическая структура,  $C_4$ -растения, экологическая адаптация.

A.A. Zhaglovskaya, S.S. Aidosova, N. Z. Akhtayeva, A.T. Mamurova

**Comparative morphological and anatomical features  
of *Haloxylon aphyllum* and *Haloxylon persicum* of Ile-Balkhash region**

The article describes the anatomical and morphological characteristics of representatives of the family *Chenopodiaceae*: *Haloxylon aphyllum* Minkw., *Haloxylon persicum* Bng. Identified similarities and differences in the anatomy of the stem of both species. The main difference is the number of layers of the epidermis: *Haloxylon aphyllum* – 1 layer, *H. persicum* – 3 layers. Due to changes in the epidermis of *H. persicum* increases the thickness of the epidermal layer. *Haloxylon persicum* has a thickness of the epidermis – 12,79-13,62 microns, while *H. aphyllum* – 7,67-10,53 mm. Comparative characteristics of the two species of *Haloxylon* shows some features of adaptation of psammophytes and halophytes. Features of the anatomical structure of the vegetative organs of plants, adequately reflect their adaptation to growing conditions. Studied species are plants- $C_4$ , by type of fixation  $O_2$ , as a mechanism of adaptation to hot and dry climate. *Haloxylon persicum* regarded as a genetic derivative *H. aphyllum*.

**Key words:** *Haloxylon aphyllum* Minkw., *Haloxylon persicum* Bng., anatomical structure,  $C_4$ -plants, ecological adaptation.

А.А. Жагловская, С.С. Айдосова, Н.З. Ахтаева, А.Т. Мамурова

**Иле-Балқаш өңіріндегі *Haloxylon aphyllum* және  
*Haloxylon persicum* өсімдіктерінің морфо-анатомиялық сипаттамасы**

Мақалада *Chenopodiaceae* тұқымдасының *Haloxylon aphyllum* Minkw., *Haloxylon persicum* Bng түрлерінің морфо-анатомиялық сипаттамасы берілген. Екі түрдің өркенінің анатомиялық ұқсастықтары мен айырмашылықтары айқындалды. Басты ерекшеліктері эпидермис қабатының қатпарларында: *Haloxylon aphyllum* – 1 қатпар, *H. persicum* – 3 қатпар. Эпидермис қабатының өзгеруіне байланысты ақ сексеуілде эпидермис қалыңдығы ұлғайған. *Haloxylon persicum* эпидермиса қалыңдығы – 12,79-13,62 мкм, ал *H. aphyllum* – 7,67-10,53 мкм. Вегетативтік мүшелерінің анатомиялық ерекшеліктері, атап айтқанда өркені өсу ортасына байланысты бейімдеушілік белгілері көрсетілген. *Haloxylon* екі

түрінің салыстырмалы сипаттамасы псаммафиттер мен галофиттердің ерекше бейімделу белгілерін көрсетеді. Зерттелген түрлер ыстық және құрғақ климатқа бейімделу механизмін көрсететін  $O_2$ -ні бекіту типі бойынша  $C_4$  өсімдіктер типіне жатады. *Haloxylon persicum* өсімдігі *H. aphyllum* генетикалық туындысы болып табылады.

**Түйін сөздер:** *Haloxylon aphyllum* Minkw., *Haloxylon persicum* Bng., анатомиялық құрылым,  $C_4$ , экологиялық адаптация.

## Введение

Семейство *Chenopodiaceae* включает в себя около 100 родов и более чем 1500 видов, которые широко распространены на аридных и субтропических территориях [1]. Род *Haloxylon* (*Chenopodiaceae*) включает в себя 10 видов, из них в СНГ и полупустынях Средней Азии произрастает 3 вида: черный саксаул (*Haloxylon aphyllum* Minkw.), белый саксаул (*Haloxylon persicum* Bng.) и саксаул зайсанский (*Haloxylon ammodendron* (С.А. Меу.) Bunge). Саксаул черный и саксаул белый имеют обширный ареал в пустынях Ирано-Туранского региона и Аравийского полуострова. Саксаул зайсанский встречается только на востоке Казахстана и в Джунгарской провинции. Основной ареал этого вида – гобийские пустыни Центральной Азии [2].

Изучение роста саксаула, его развития, морфологии, прорастания семян, проводившиеся на протяжении многих лет, позволили выявить ряд характерных особенностей его биологии. В литературе много внимания уделено морфо-биологическому изучению саксаула черного [3].

Объектом исследования являются представители рода *Haloxylon* – *Haloxylon aphyllum* и *Haloxylon persicum*, обитающие на территории Казахстана и занимающие большие территории в Иле-Балхашском регионе. Кустарники или небольшие деревья (высотой 1,5–12 м) с вильчатым ветвлением и членистыми ломкими молодыми побегами. Листья деревьев саксаула редуцированы и представлены в виде супротивных мелких бесцветных чешуек (саксаул белый) или бугорков (саксаул черный). Функцию фотосинтеза осуществляют зеленые побеги, содержащие хлорофилл [3].

Нами проведено исследование анатомического строения зеленых побегов двух видов рода *Chenopodiaceae*, *Haloxylon aphyllum*, *H. Persicum*, оценка сходства и различия морфометрических показателей и адаптивных возможностей исследуемых таксонов.

## Материалы и методы исследований

Исследования проводились на территории Иле-Балхашского региона, расположенного в

пределах Алматинской области, занимающего Балхаш-Алакольский гидроэкологический район. Материал для исследований был собран во время опытно-экспедиционных работ на территории Алматинской области в Иле-Балхашском регионе, в долине р. Или в летний период.

Исследуемая территория по своим почвенно-геоморфологическим, климатическим и геоботаническим условиям относится к району прибрежной солончаковой равнине.

На территории дельты реки Иле были исследованы 4 участка. С 1, 2 участков был собран представитель семейства *Chenopodiaceae* – *Haloxylon persicum*, с 3, 4 участков собран опытный материал – *Haloxylon aphyllum* (таблица 1).

Исследуемая территория по своим почвенно-геоморфологическим, климатическим и геоботаническим условиям относится к прибрежной солончаковой равнине. Характерен бугристо-рядовой рельеф, постепенно переходящий в равнинно-всхолмленный. Среди бугристо-рядовых форм различают более высокие гряды (10–20 м) и более низкие песчаные образования до 10 м высотой. Наблюдается появление пятен такыров, среди которых бугры и гряды рассматриваются как единичные песчаные всхолмления, высота которых колеблется от 0,5 до 2,5 м. Баканасской равнине свойственны сухие русла и бессточные впадины. По почвенно-географическому районированию территория относится к зоне серо-бурых почв, которые, в свою очередь, относятся к современным пустынным почвам [4].

Климат резко-континентальный. Средняя температура самого холодного месяца (январь) за десятилетний период колеблется от минус 11 до минус 13 градусов по Цельсию. Самый жаркий месяц – июль, средняя температура составляет плюс 26 градусов. Продолжительность безморозного периода 153 дня. Годовая сумма атмосферных осадков не превышает 200 мм. Средняя относительная влажность воздуха составляет 61%. Ветры восточного направления, средняя скорость ветра составляет 2,5 м/сек [5].

Доминирующим видом среди растительности является черный саксаул (*Haloxylon aphyllum* (Minkw.)). Из других древесных и кустарниковых пород встречаются: чингил



(*Halimodendron halodendron*), туранга (*Populus deversifolia*), джужгун (*Calligonum aphyllum*), терекен (*Eurotia ceratoides*), астрагал (*Astragalus ammodendron*) и др. Характерными видами травяной растительности являются: полынь белая (*Artemisia terra albae*), ковыль (*Stipa*

*Hohenackeriana*), пырей (*Agropurum sibiricum*) и некоторые другие. В состав травяного покрова входят: полынь зеленая (*Artemisia solgorica*), мордовник (*Echinopa albicalis*) и др. Значительная часть травяного покрова представлена однолетними растениями – эфемерами [6].

**Таблица 1** – Описание региона исследования

№ образца	Название вида	Регион исследования	Координаты	Тип ландшафта	Оценка антропогенного влияния
I	<i>Haloxylon persicum</i>	Казахстан, Алматинская область, Иле-Балхашский регион, дельта реки Или	45°02 N 74°46 E	Бугристые гряды	Умеренное
II				Аллювиальные пески	Песчаный бархан антропогенного происхождения
III	<i>Haloxylon aphyllum</i>	Казахстан, Алматинская область, Иле-Балхашский регион, дельта реки Или	45°02 N 74°43 E	Солончаковая равнина	Низкое
IV				Понижение	Редины саксаула, вырубка

Модельные деревья отбирались согласно возрасту и другим таксационным показателям, так, измерялась высота дерева, с которого отбирались образцы, диаметр кроны, диаметр корневой шейки, а также описывалась густота насаждений и уровень грунтовых вод (УГВ) (таблица 2). Для исследования морфо-анатомической структуры образцы отбирали как минимум с 3-х особей каждого вида.

Растения были собраны в гербарий и зафиксированы для проведения структурного анализа. Фик-

сацию проводили в 70% спирте по методике Страсбургер-Флемминга (спирт, глицерин, вода 1:1:1). Анатомические препараты готовились с помощью микротомы с замораживающим устройством ТОС-2, срезы заключали в глицерин в соответствии с общепринятыми методиками [7, 8, 9]. Толщина анатомических срезов – 10-15 мкм. Для количественного анализа проведено измерение морфометрических показателей с помощью программного обеспечения микроснимков. Микрофотографии сделаны на микроскопе МС-300 (увеличение X 180).

**Таблица 2** – Условия произрастания, таксационные показатели модельных деревьев

№	Таксономические показатели модельного дерева				УГВ	Густота насаждений, шт/га	Сопутствующие виды растений
	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр корневой шейки, см	Диаметр кроны, м			
I	8±2,3	0,7±0,3	5-6±3,1	1,2±0,3	5-6 м	Редина биологическая	<i>Krascheninnikovia ceratoides</i> (L.) Gueldenst., <i>Salsola orientalis</i> S.G. Gmel., <i>Artemisia terrae-albae</i> Krasch.
II	18±2,7	3,2±0,2	20±4,8	2±0,2	3,7	2500	
III	20±4,3	3,0±0,2	20±3,9	2±0,5	4	950	
IV	5-6±2,3	0,5±0,3	4±2,4	0,8±0,2	6-7	1300	

Для обработки статистических данных применялся метод математической статистики и табличный редактор Microsoft Excel.

### Результаты исследований и обсуждение

С целью определения сходства и различий между видами саксаула была составлена таблица 3 на основе опубликованных данных и проведенных исследований различных авторов [2, 3, 4, 6].

При проведении анализа морфологической характеристики выявлены следующие закономерности: представители рода *Haloxylon* имеют достаточно большое сходство в строении побегов, листьев, плодов. Различаются виды по

жизненным формам и экологическим условиям местообитания. Сравнительная характеристика двух видов *Haloxylon persicum* и *Haloxylon aphyllum* показывает определенные адаптационные признаки псаммофитов и галофитов. Все эти признаки обуславливают адаптацию растений к условиям засоленных и щелочных почв.

Являясь псаммофитом, галофитом, черный саксаул произрастает в древних долинах рек, в понижениях между бугристыми песками, на такыровидных почвах, закрепленных песках. В свою очередь, саксаул белый произрастает в более жестких условиях, в песчаных пустынях, на песчаных почвах, незакрепленных песках, по вершинам песчаных бугров (рисунок 1).

Таблица 3 – Сравнительная морфологическая характеристика представителей рода *Haloxylon*

№	Морфологические параметры	<i>Haloxylon aphyllum</i>		<i>Haloxylon persicum</i>	
		отдел	Magnoliophyta	отдел	Magnoliophyta
1	Систематика	класс	Magnoliopsida	класс	Magnoliopsida
		порядок	Caryophyllales	порядок	Caryophyllales
		семейство	Chenopodiaceae	семейство	Chenopodiaceae
		род	Haloxylon	род	Haloxylon
		вид	Aphyllum (Minkw.) Iljin	вид	Persicum Bunge ex Boiss. & Buhse
2	Жизненная форма	Невысокое дерево		Высокий кустарник	
3	Высота	2-5 до 8-10 м		4-5 (6) м	
4	Толщина корневой шейки	50-60 см		20-30 см	
5	Корневая система	На щелочных почвах достигает 4.1 м, на частично фиксированных бугристых песках, коричневой супесчаной почвы – 7,3 м, а с глубокими отложениями грунтовых вод до 10 м глубины.		Корневая система поверхностная или со стержневым корнем, развивается в глубину до 10-11 м.	
6	Ствол	Кора ствола темно-серая, древесина тяжелая, плотная, хрупкая, в центре более темная		Кора беловатая или светло-серая. Древесина твердая, хрупкая, трудно поддается обработке	
7	Побеги	Сочные, темно-зеленые, поникающие, на вкус кисловатые		Молодые веточки суховатые, бледно-зеленые, на вкус горькие	
8	Листья	Листья супротивные, редуцированные до бугорков. В пазухах листьев короткие курчавые беловатые волоски		Листья очень мелкие треугольно-чешуйчатые, шиловидно-заостренные с белой пленчатой каймой	
9	Цветки	Цветки мелкие, обоеполые, одиночные, расположены в пазухах мелких чешуевидных листьев, более коротких, чем цветок. Прицветники пленчатые по краю. Тычинок 5, завязь с 4-5 быстро опадающими рыльцами		Цветки обоеполые, невзрачные по одному или по нескольку, с двумя небольшими прицветниками. Околоцветник пленчатый с пятью округлыми долями, тычинок 5, пестик с 2-5 короткими лопастными рыльцами	
10	Плод	Тип – Сухой, Семянка Придатки-Крылья. Плод сверху вдавленный. Крылья с округлым или клиновидным основанием. Семена горизонтальные со спиральным зародышем		Тип – Сухой, Семянка Придатки – Крылья. Плод – сплюснуто-шаровидный крылатый немного мясистый орешек. В плоде помещается плоскоспиральный, зеленеющий уже в оболочке зародыш	

Продолжение таблицы 1

№	Морфологические параметры	<i>Haloxylon aphyllum</i>	<i>Haloxylon persicum</i>
11	Место произрастания	По современным и древним долинам и дельтам рек. В понижениях между песчаными грядами. Образует густые заросли	Растет в песчаных пустынях преимущественно по пескам, дну котловин, склонам и по вершинам песчаных бугров. Густых зарослей не образует
12	Экологическая группа	Ксерофит, светолюбив, галофит, псаммофит	Типичный псаммофит. Очень светолюбив, засухоустойчив, менее солевынослив, чем саксаул черный.
13	Использование	Кормовое, техническое	Мелиорирующая пескоукрепительная порода

Благодаря своему естественному доминированию, саксаул может рассматриваться как экологически ключевой вид.

Саксаульные леса выполняют следующие экосистемные функции:

1. Производство биомассы, является фиксатором углерода.
2. Закрепление песков, минимизирует дефляцию почв.

3. Смягчение микроклимата, что обеспечивает рост и развитие сопутствующих растений (например, *Carex Physodes*);

4. Создает условия для жизнедеятельности животных. Один из обитателей саксаульных лесов – илейская саксаульная сойка (*Podoces panderi ilensis*) является единственным эндемиком на подвидовом уровне в фауне птиц Казахстана.



Рисунок 1 – *Haloxylon aphyllum* (слева), *Haloxylon persicum* (справа). (А) Условия произрастания, (В) Морфологическое строение, (С) Анатомический срез побега (x180)

5. Является кормовой базой для животноводства.
6. Является энергоэффективным биотопливом [10].

При определении сходства и различия саксаула черного и саксаула белого на анатомическом уровне использовались поперечные срезы зеленых побегов (рисунок 2).

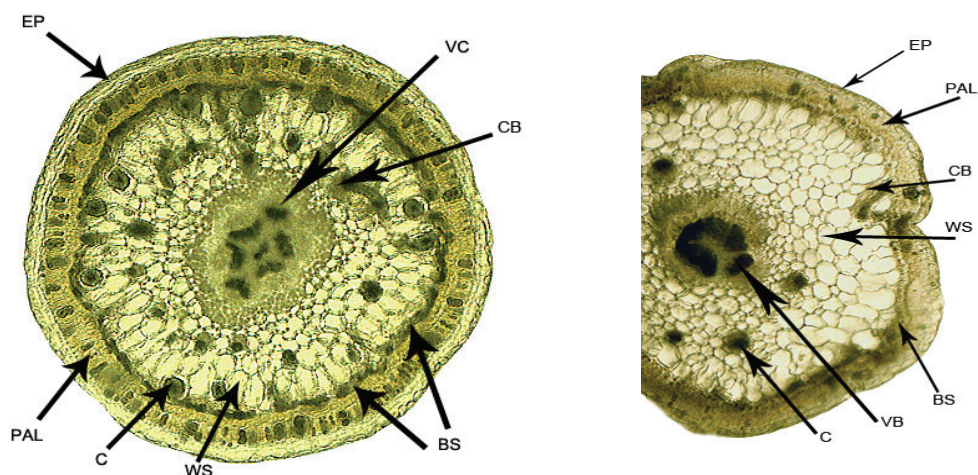
Как показывает анализ полученных данных, побег на поперечном срезе состоит из эпидермиса, палисадной хлоренхимы, клеток паренхимы, сосудистого цилиндра.

Снаружи побег покрыт кутикулой, защищающий от механических повреждений, а также для защиты от экстремальных температур. Эпидермис состоит из одного (*H. aphyllum*) или из 2-3 слоев (*H. persicum*), примыкающих друг к другу клеток. Эпидермис имеет строго определенные функции и характеризуется не только микроморфологической формой побега. Скорее, он имеет функцию защиты клеток палисадной хлоренхимы.

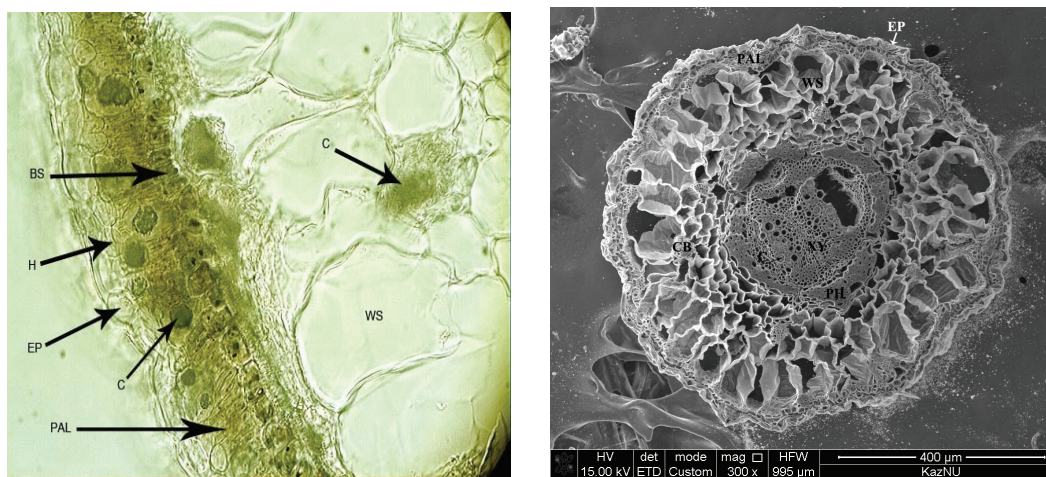
Однако различное количество эпидермальных слоев возможно связано с более жесткими усло-

виями произрастания саксаула белого (3 слоя эпидермальных клеток), следовательно уменьшается потеря воды и увеличивается жесткость побегов. Ниже слоя эпидермиса расположен слой гиподермы, выполняющий механическую функцию.

У саксаула черного слой гиподермы явно выделен и образует сплошной слой, у саксаула белого, благодаря наличию нескольких слоев эпидермиса, гиподерма не выделена отдельным слоем, а наблюдается отдельными включениями (рисунок 3).



**Рисунок 2** – Анатомическое строение побега *Haloxylon persicum* (1), *Haloxylon aphyllum* (2). EP- эпидермис, PAL – палисадная хлоренхима, С – кристаллы, BS – клетки обкладки сосудистого пучка, WS –клетки паренхимы, VC – сосудистый цилиндр, CB – пучки первичной коры



**Рисунок 3** – Анатомическое строение побега *H. aphyllum* (слева – снимок оптического микроскопа, справа – микрофотография, полученная с помощью сканирующего электронного микроскопа) EP – эпидермис, PAL – палисадная хлоренхима, С – кристаллы, BS – клетки обкладки сосудистого пучка, WS – клетки паренхимы, VC – сосудистый цилиндр, CB – пучки первичной коры

Под клетками эпидермиса расположен слой палисадной хлоренхимы. Как известно, существенным и наиболее общим признаком, возникающим в процессе эволюционного приспособления к засушливым условиям среды, является

редукция листовой пластинки. Слойность мезофилла при этом у растений увеличивается, особенно сильно развивается палисадная ткань, что позволяет растению противостоять, прежде всего, почвенной засухе [11]. Увеличение слоёв и

плотности столбчатой ткани до некоторой степени компенсирует малую площадь фотосинтезирующих органов. Но с другой стороны, при небольшой площади фотосинтезирующей поверхности растения должны обеспечить себя пластическими веществами. Это происходит за счёт развития палисадной паренхимы с обеих сторон побега. Ведь палисадная ткань является самым высокопроизводительным типом ткани и вносит основной вклад в фотосинтез [12].

Далее расположен слой клеток обкладки сосудистого пучка (Кранц-анатомия). У саксаула листья сильно редуцированы и основную  $C_4$  фотосинтезирующую функцию выполняют молодые ежегодные побеги [13]. Эти побеги имеют то же происхождение, что и истинные редуцированные листья, из апикальной меристемы верхушки побега [14]. В хлоропластах мезофилла фиксация углекислоты происходит в результате присоединения  $O_2$  к фосфофенолпирувату, приводящему к образованию кислот с четырьмя атомами углерода – оксалоацетата и малата. Это – « $C_4$  – путь» фиксации  $O_2$ . Растут растения  $C_4$  – типа в южных зонах и приспособлены к условиям жаркого и сухого климата [13].

Проводящие пучки сливаются между собой, формируя сплошной тип строения центрального цилиндра. Сердцевина представлена крупными тонкостенными водозапасающими паренхимными клетками. В паренхимном слое клеток, а также в хлоренхиме расположены кристаллоносные клетки (друзы). Кристаллы солей считают конечными продуктами обмена веществ в растительных организмах, особенно в ксерофитах. Вероятно, кристаллы способствуют увеличению осмотического давления клеточного сока (рисунок 4).

Сосудистый цилиндр представлен ксилемой и флоэмой. Представители саксаула белого имеет симметричную форму расположения ксилемных сосудов с камбиальной обкладкой. В то время, как ксилемные сосуды черного саксаула симметрии не имеют и камбиальная обкладка образует сплошной слой. Склеренхима имеется у обоих видов *Haloxylon* и представлена в сосудистом цилиндре.

Особенности анатомического строения вегетативных органов растений, в том числе и строение побега, достаточно полно отражают их адаптацию к условиям произрастания.

И хотя *Haloxylon persicum* и *Haloxylon aphyllum* встречаются в сходных сообществах и относятся к одной экологической группе псаммо-

фитов, в их анатомическом строении, наряду с признаками сходства, наблюдаются заметные отличия.

К общим признакам, характерным для большинства псаммофитов, относятся следующие:

- форма побега – округлая;
- кристаллы присутствуют в хлоренхиме и паренхиме;
- непрерывная хлоренхима, наличие кристаллов в хлоренхиме;
- наличие кристаллов в паренхиме, удлиненные лучи паренхимы вокруг сосудистого цилиндра;
- наличие первичной коры;
- сосудистый цилиндр, 4 различных расслоения, каждый сосудистый пучок окружен густой склеренхимной оболочкой;
- наличие кристаллов в сосудистом цилиндре;
- хорошо развитая палисадная паренхима;
- хорошо развитая склеренхима.

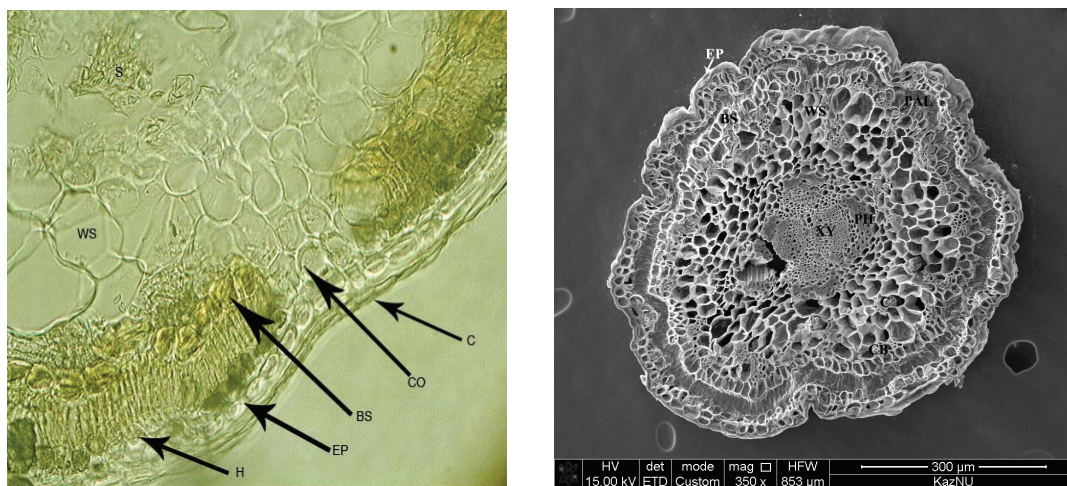
Основное различие видов саксаула – количество эпидермальных слоев (таблица 4). В связи с дифференцировкой эпидермиса саксаула белого увеличивается толщина эпидермального слоя. *Haloxylon persicum* имеет толщину эпидермиса – 12,79-13,62 мкм, в то время как *H. aphyllum* – 7,67-10,53 мкм. Увеличение толщины эпидермиса определяет экологическую приспособляемость вида к экстремальным температурным условиям. Толщина хлоренхимы в обоих видах находится практически на одном уровне.

Хлоренхима – фотосинтезирующая ткань у представителей рода *Haloxylon*, по структуре и характеру химизма усвоения  $O_2$  соответствует  $C_4$ -типа фотосинтеза. Общая концепция  $C_4$ -синдрома в том, что им обладают эволюционно более молодые таксоны, представители которых имеют высокий температурный оптимум фотосинтеза, высокое плато светового насыщения, более эффективно используют влагу [15]. По данным В.И. Пьянкова [16], число  $C_4$  видов (в ряду: барханные пески-закрепленные пески-такыровидные почвы-солончаки) возрастает с 16,5% до 70%. В этом же ряду отмечается ухудшение почвенных условий – возрастает водный дефицит, ухудшаются агрофизические свойства почвы, возрастает содержание солей.

Толщина паренхимы различается в зависимости от принадлежности к определенному виду. Так, толщина паренхимного слоя у представителей саксаула черного выше и составляет 99,69-143,98 мкм, чем у саксаула белого – 79,56-80,52 мкм. Вероятно, это связано с произра-

станием *H. aphyllum* в более благоприятных условиях с близким залеганием уровня грунтовых вод, вследствие более доступной влаги водозапасающая ткань побегов имеет большее развитие. Также более высокая встречаемость кристаллов в анатомической структуре побе-

гов черного саксаула определяется его произрастанием в более засоленных условиях, чем белый саксаул. Выдерживает минерализацию грунтовых вод до 40 г/л и по типу аккумуляции зольных веществ относится к группе щелочных натриевых растений [17].



**Рисунок 4** – Анатомическое строение побега *H. persicum* (слева – снимок оптического микроскопа, справа – микрофотография, полученная с помощью сканирующего электронного микроскопа) EP – эпидермис, PAL – палисадная хлоренхима, C – кристаллы, BS – клетки обкладки сосудистого пучка, WS – клетки паренхимы, VC – сосудистый цилиндр, СВ – пучки первичной коры, CO – колленхима

**Таблица 4** – Особенности анатомического строения побегов представителей семейства *Chenopodiaceae*

Вид	Образец, участок	Толщина эпидермиса, мкм	Кол-во слоев эпидермиса	Толщина хлоренхимы, мкм	Кристаллы в хлоренхиме	Толщина обкладки, мкм	Толщина паренхимы, мкм
<i>Haloxylon persicum</i>	1	12,79±2,066	3	25,405±3,48	10,31±1,155	7,061±1,498	79,563±5,499
	2	13,627±3,05	3	28,038±5,02	12,735±1,74	8,97±1,218	80,527±6,043
<i>Haloxylon aphyllum</i>	3	7,675±1,697	1	23,628±2,596	15,309±1,288	8,61±1,288	99,698±1,354
	4	10,53±1,403	1	17,609±3,571	10,454±0,976	8,088±1,073	143,985±8,51

По мнению И.П. Петрова [18], экологические различия белого и черного саксаулов обусловлены эдафическими факторами. Поэтому особенность их размещения по территории – следствие эдафических различий условий местообитаний, а не проявление зонального географизма.

Соглашаясь с Петровым, Л.Я. Курочкина [19] рассматривает формации бело- и черно-саксаульников как «эколого-фитоценоотические варианты» (псаммофитный, галомезоксерофитный и петрофитный), замещающие друг друга

в разных экологических условиях, и поэтому объединяет их в один тип растительности.

Исключительная приуроченность белосаксаульников к песчаному незасоленному субстрату позволяет рассматривать *Haloxylon persicum* как генетическое производное *H. aphyllum*, его экологически узко специализированная слепая ветвь [20], отличительные черты которой закреплены в физиологических и анатомических признаках. Белый саксаул – обладатель 3-слойного эпидермиса, глубоко погруженных устьиц и повышенного осмотического давления,

поэтому этот вид более засухоустойчив, чем *H. aphyllum*. Этим определяется более широкое распространение белого саксаула в песчаных массивах [21].

Последовательная идентификация функциональных и структурных признаков растений позволяет прогнозировать климатический ареал обитания и потенциальные экологические возможности. Данный подход может быть использован как при прогнозировании изменения рас-

тительности в меняющемся климате, так и для создания высокоэффективных агрофитоценозов в различных природно-климатических районах [16].

Таким образом, результаты исследований могут послужить основой и доказательством возможности создания культуры более устойчивой в фитомелиоративном плане и обладающей более широкой экологической вариабельностью.

#### Литература

- 1 Хэйвуд В.Х. Цветковые растения мира. – Лондон: Гром Гелм, 1978.
- 2 Лавренко Е. М. Основные черты ботанической географии пустынь Евразии и Северной Африки. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962 – (Комаровские чтения; вып. 15).
- 3 Ольшевский В.В. Распределение и развитие саксаула // Проблемы растениеводческого освоения пустынь. – Л., 1935. Вып.4. – С. 78-91.
- 4 Гвоздева Л.П. Растительность и кормовые ресурсы пустыни Сары-Ишикотрау / Л.П. Гвоздева. – Алма-Ата, 1960. – 206 с.
- 5 Бедарев С.А. Погода и пастбища (опыт прогнозирования в условиях Казахстана). – Алма-Ата: Кайнар, 1985. – 167 с.
- 6 Бедарева О.М. Экосистемы средних пустынь Казахстана и их инвентаризация методами дистанционного зондирования: дис. ... д-р. биол. наук: 03.00.16. – Калининград, 2009. – 372 с.
- 7 Пронзина М.Л. Ботаническая микротехника. – М., 1960. – 280 с.
- 8 Барыкина Р.П. и др. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 312 с.
- 9 Пермяков А.И. Микротехника: учебн.-метод. пособие для слушателей ФПК и студ. биол.фак. МГУ. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 204 с.
- 10 Бурас А., Вухерер В., Зербе С., Новиский З. и др. Аллометрическая вариабельность видов *Haloxylon* в Центральной Азии // Лесная экология и управление. – 2012. – №274. – С. 1-9.
- 11 Василевская В. К. Особенности строения афилльных ксерофитов // Изв. АН ТуркмССР. – 1955. – № 3. – С. 35–43.
- 12 Василевская В. К. Структурные приспособления растений жарких и холодных пустынь Средней Азии и Казахстана // Пробл. современной ботаники. 1965. – Т. 2. – С. 5–17.
- 13 Пьянков В.И., Блэк Дж., Артышева С.С., Вознесенская Е.В. и др. Особенности фотосинтеза видов *Haloxylon Chenopodiaceae* – растения доминанта пустынь Центральной Азии // Клеточная физиология растений. – 1999. – №40. – С. 125-134.
- 14 Фан А. и Арзи Т. Васкулярное сцепление *Chenopodiaceae* // Американский журнал ботаники. – 1959. – №46. – С. 330-338.
- 15 Шамсутдинов З.Ш., Убайдуллаев Ш.Р., Шамсутдинов Н.З. Среодообразующая роль галофитов и ее роль в повышении продуктивности аридных пастбищных систем // Сборник научных трудов № 3(51). Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Среодообразующие функции кормовых растений и экосистем. – М., 2014. – С. 85-98.
- 16 Шамсутдинов З.Ш., Пьянков В.И., Хамидов А.А., Шамсутдинова Э.З. Эколого-физиологический подход к идентификации внутривидовой экотипической организации аридных кормовых растений // Сборник научных трудов №3(51). Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Среодообразующие функции кормовых растений и экосистем. – М., 2014. – С. 100-110.
- 17 Родин Л.Е. Растительность пустынь Западной Туркмении / Л.Е. Родин. – М.-Л., 1963. – С. 89 – 124.
- 18 Петров М.П. Об экологии солончакового и песчаного саксаулов / М.П. Петров // Вопросы экологии и биоценологии. – Л., 1936. Т. 3. – С. 101-158.
- 19 Курочкина Л.Я. Характеристики саксаульников в Кызыл-Кумах / Л.Я. Курочкина // Труды Института ботаники КазССР. 1960. – Т. 8. – С. 27-54.
- 20 Быков Б.А. О происхождении песчаной растительности Средней Азии и Казахстана/ Б.А.Быков// Проблемы освоения пустынь. – 1968. – № 1. – С. 34-65.
- 21 Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области) / под ред. Е.И. Рачковской, Е.А. Волковой, В.Н. Храмцова. – СПб., 2003. – 424 с.

#### References

- 1 Hjejvud V.H. Cvetkovye rastenija mira. – London: Grom Gelm, 1978.
- 2 Lavrenko E. M. Osnovnye cherty botanicheskoy geografii pustyn' Evrazii i Severnoj Afriki. – М.; L.: Izd-vo AN SSSR, 1962. – (Komarovskie chtenija; vyp. 15).

- 3 Ol'shevskij V.V. Raspredelenie i razvitie saksaula // Problemy rastenievodcheskogo osvoenija pustyn'. – L., 1935. Vyp.4. – S. 78-91.
- 4 Gvozdeva L.P. Rastitel'nost' i kormovye resursy pustyni Sary-Ishikotrau / L.P. Gvozdeva. Alma-Ata, 1960. – 206 s.
- 5 Bedarev S.A. Pogoda i pastbishha (opyt prognozirovaniya v uslovih Kazahstana). – Alma-Ata: Kajnar, 1985. – 167 s.
- 6 Bedareva O.M. Jekosistemy srednih pustyn' Kazahstana i ih inventarizacija metodami distancionnogo zondirovaniya: dis. ... d-r. biol. nauk: 03.00.16. – Kaliningrad, 2009. – 372 s.
- 7 Pronzina M.L. Botanicheskaja mikrotehnika. – M., 1960. – 280 s.
- 8 Barykina R.P. i dr. Spravochnik po botanicheskoj mikrotehnike. Osnovy i metody. – M.: Izd-vo MGU, 2004. – 312 s.
- 9 Permjakov A.I. Mikrotehnika: Uchebn.-metod. Posobie dlja slushatelej FPK i stud. Biol.fak. MGU. – M.: Izd-vo MGU, 1988. – 204 s.
- 10 Buras A., Vuherer V., Zerbe S., Noviskij Z. i dr. Allometricheskaja variabel'nost' vidov Haloxylon v Central'noj Azii // Lesnaja jekologija i upravlenie. – 2012. – №274. – S. 1-9.
- 11 Vasilevskaia V. K. Osobennosti stroenija afill'nyh kserofitov // Izv. AN TurkmSSR. – 1955. – № 3. – S. 35–43.
- 12 Vasilevskaia V. K. Strukturnye prispособlenija rastenij zharkih i holodnyh pustyn' Srednej Azii i Kazahstana // Probl. sovremennoj botaniki. 1965. – T. 2. – S. 5-17.
- 13 P'jankov V.I., Bljek Dzh., Artysheva S.S., Voznesenskaja E.V. i dr. Osobennosti fotosinteza vidov Haloxylon Chenopodiaceae – rastenija dominanta pustyn' Central'noj Azii // Kletochnaja fiziologija rastenij. – 1999. – №40. – S. 125-134.
- 14 Fan A. i Arzi T. Vaskuljarnoe scepjenje Chenopodiaceae // Amerikanskij zhurnal botaniki. – 1959. – №46. – S. 330-338.
- 15 Shamsutdinov Z.Sh., Ubajdullaev Sh.R., Shamsutdinov N.Z. Sredoobrazujushhaja rol' galofitov i ee rol' v povyshenii produktivnosti aridnyh pastbishhnyh sistem // Sbornik nauchnyh trudov № 3(51). Mnogofunktional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo: Sredoobrazujushhie funkcii kormovyh rastenij i jekosistem. – M., 2014. – S. 85-98.
- 16 Shamsutdinov Z.Sh., P'jankov V.I., Hamidov A.A., Shamsutdinova Je.Z. Jekologo-fiziologicheskij podhod k identifikacii vnutrividovoj jekotipicheskoi organizacii aridnyh kormovyh rastenij // Sbornik nauchnyh trudov № 3(51). Mnogofunktional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo: Sredoobrazujushhie funkcii kormovyh rastenij i jekosistem. – M., 2014. – S. 100-110.
- 17 Rodin L.E. Rastitel'nost' pustyn' Zapadnoj Turkmenii / L.E. Rodin. – M. – L., 1963. – S. 89-124.
- 18 Petrov M.P. Ob jekologii solonchakovogo i peschanogo saksaulov / M.P. Petrov // Voprosy jekologii i biocenologii. – L., 1936. – T. 3. – S. 101-158.
- 19 Kurochkina L.Ja. Harakteristiki saksaul'nikov v Kyzyl-Kumah / L.Ja. Kurochkina // Trudy Instituta botaniki KazSSR. 1960. – T. 8. – S. 27-54.
- 20 Bykov B.A. O proishozhdenii peschanoj rastitel'nosti Srednej Azii i Kazahstana/ B.A.Bykov// Problemy osvoenija pustyn'. – 1968. – № 1. – S. 34-65.
- 21 Botanicheskaja geografija Kazahstana i Srednej Azii (v predelah pustynnoj oblasti) / Pod red. E.I. Rachkovskoj, E.A. Volkovoj, V.N. Hramcova. – SPb., 2003. – 424 s.



УДК 581.557.25

К.К. Богуспаев, Д.Г. Фалеев\*, Б.К. Касымбеков

Научно-исследовательский институт проблем экологии КазНУ им. аль-Фараби,  
Республика Казахстан, г. Алматы

\*Email: ex\_eko@mail.ru

**Разработка технологии культивирования растений тау-сагыза  
(*Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse)  
с использованием почвенной микрофлоры:  
1. Изучение микосимбиотрофизма в природе  
и в условиях культивирования**

Проведено изучение микосимбиотрофизма *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse в природе и в условиях культивирования на территории Каратауского Государственного природного заповедника. Проведенные исследования показали, что все исследованные образцы корневых систем тау-сагыза были микоризными: частота встречаемости микоризной инфекции составила 100 %. Изученные экземпляры растений *S. tau-saghyz* были в основном средне и слабо микотрофными. В условиях культивирования микоризная инфекция может не только сохраняться, но и существенно превосходить по интенсивности аналогичные показатели растений, произрастающих в природных условиях. Использование эндомикориз может в большей степени способствовать разработке современных рентабельных биотехнологий, направленных на восстановление численности в природе и получение коммерческого каучука из корней *S. tau-saghyz*.

**Ключевые слова:** арбускулярная микориза, *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse, интенсивность микоризной инфекции, частота встречаемости микоризной инфекции.

K.K. Boguspaev, D.G. Faleev, B.K. Kasymbekov

**Development of technology for the cultivation of tau sagyz  
(*S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse) plants using soil microflora:  
1 Study of mycosymbiotrophism in nature and culture conditions**

The study mycorrhizal infection *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse in nature and culture conditions on the territory of the State Nature Reserve Karatau was carried out. Studies have showed, that all the samples studied root systems tau-sagyz were mycorrhizal: frequency of mycorrhizal infection was 100%. The studied revealed specimens of plants *Scorzonera tau-saghyz* were mostly medium- and weak mycotrophic. In the culture conditions mycorrhizal infection can not only be maintained, but also significantly greater than the intensity of the corresponding figures of plants growing under natural conditions. Using endomycorrhiza could greatly contribute to the development of effective modern biotechnology aimed at restoring the strength of nature and a commercial rubber from the roots *Scorzonera tau-saghyz*.

**Key words:** arbuscular mycorrhiza, *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse, intensity of mycorrhizal infection, frequency of occurrence of mycorrhizal infection.

К.К. Богуспаев, Д.Г. Фалеев, Б.К. Касымбеков

**Топырақ микрофлорасын қолдана отырып тау-сағыз  
(*S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse) өсімдігін өсіру технологиясын жасау:  
1. Өсіру жағдайында және табиғатта микосимбиотрофизмді зерттеу**

Қаратау мемлекеттік табиғи қорығы аумағында, табиғи өсіру жағдайларында, *S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse микосимбиотрофизмін зерттеу жұмысы жүргізілді. Жұмысқа алынған тамыр үлгілері тау-сағыз өсімдігінің тамыр жүйесінің барлығы микоризалы болып келетіндігін көрсетті: микоризалық инфекцияның кездесу жиілігі 100%. Зерттелген тау-сағыздың жерасты мүшелері орташа және нашар микотрофты болып келеді. Алынған нәтижелер арбускулярлы типті микоризаның тау-сағыз өсімдігінің тіршілігі үшін үлкен маңызы болатындығын көрсетеді. Зертханалық өсіру жағдайларында микоризалық инфекция сақталып қана қоймай, табиғи жағдайда өсірілген өсімдіктердегі көрсеткіштерімен салыстырғанда қарқындылығы бойынша айтарлықтай жоғары. Эндомикоризаны қолдану *S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse өсімдігінің табиғаттағы санын қайта қалпына келтіру мен тамырларынан коммерциялық маңызды каучук алудың қазіргі заманғы тиімді биотехнологиясын әзірлеуде айтарлықтай дәрежеде өз үлесін қосуы мүмкін.

**Түйін сөздер:** арбускулярлы микориза, *S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse, микоризалық инфекциялау қарқындылығы, микоризалық инфекцияның кездесу жиілігі.

В настоящее время 80% мирового синтетического каучука производится из бутадиена и изопреена. Оставшиеся 20% каучука производятся путем химического синтеза из стирола, хлоропрена, этилена и других полимеров. Доля же натурального каучука составляет 20%, в промышленных масштабах его добывают на плантациях Индонезии, Малайзии и Вьетнама. Без натурального каучука не обходится медицина, а также производство автомобильных шин, особенно для большегрузных и спортивных машин, т.к. природный каучук прочнее искусственного [1-7].

Натуральный каучук образуется в тканях около 2 тыс. растений, но лишь в нескольких из них он содержится в количествах, позволяющих добывать его в промышленных масштабах. В этих растениях каучук находится в млечном соке (латексе), вырабатываемом особыми клетками. Важнейшим поставщиком натурального каучука является гевея бразильская – дерево из семейства молочайных [1-7].

Растущий спрос в мире на натуральный каучук в настоящее время привел исследователей к поиску альтернативных, в отличие от Гевеи (*Hevea brasiliensis*), источников природного каучука. В нашей Республике еще в 1929-1930 гг., при изучении горных систем южного Казахстана, было выяснено, что Каратауский хребет является родиной нового превосходного и непревзойденного до сих пор каучуконосного растения – козлеца тау-сагыз (рисунок 1-3). В то время Всесоюзным научно-исследовательским институтом каучука и гуттаперчи (ВНИИК и Г) были учреждены стационарные пункты в п. Бурном, специальная опытная станция по каучу-

коносам в п. Атабаево, а также стационарный пункт в центральной части хребта Каратау. Всеми этими стационарами были собраны ценные материалы по биологии, физиологии (особенно трудами физиолога А.А. Ничипоровича), условиям введения в культуру и поведению в ней замечательного осваиваемого растения. Горы Сырдарьинского Каратау являются родиной и основным местообитанием лучшего из ныне известных каучуконосов в средних широтах [2].

Козелец тау-сагыз – *S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse (по казахски тау-сағыз) – редкий, эндемичный вид с дизъюнктивным Тяньшанско-Памироалайским ареалом, перспективный каучуконос, способный накапливать в корнях до 40% каучука (рисунки 2, 3) [1-3].

Численность данного вида в природных условиях была серьезно подорвана в 40-е годы прошлого века в ходе интенсивной заготовки. Запасы вида сильно сократились в предвоенные и особенно в военные годы (1941-45 гг.), когда было выкопано более 12 млн корней, сухим весом около 908 т. В переводе на каучук это составило 250-300 т и послужило вкладом Казахстана в дело обороны страны [1].

В настоящее время численность тау-сагыза невелика. Данный вид встречается крайне редко, а восстановление численности и ареалов произрастания происходит очень медленно. В последние годы интерес к этому растению вырос, и сейчас ведутся научно-исследовательские работы по восстановлению численности данного вида, а также по разработке эффективных и рентабельных биотехнологий получения коммерческого каучука из корней *S. tau-saghyz*. Актуальность прове-

дения научно-исследовательских работ в данной области вызвана как проблемой восстановления в ареалах обитания численности тау-сагыза, так и перспективой получения новых сортов с высоким содержанием каучука [6, 7].

Принимая во внимание исключительную ценность зарослей тау-сагыза, можно утверждать, что всякое последующее ослабление и разрушение существующих зарослей явится недопустимым с точки зрения Государственных

интересов, а поэтому заповедность тау-сагызных участков должна быть поддержана в полной мере.

В настоящее время запасы данного вида медленно восстанавливаются. Основными лимитирующими факторами являются: стенотопность, слабая конкурентоспособность, массовые заготовки вида в прошлом в качестве каучуконоса, слабое семенное возобновление, интенсивное освоение территории под выпас скота [6, 7].



Рисунок 1 – Северный макросклон Сырдарьинского Каратау – место произрастания растений *S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse



а



б



в

а – внешний вид; б – плодношение; в – семена

Рисунок 2 – Редкий и исчезающий вид *S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse

Очевидно, что восстановление численности редких и исчезающих видов требует комплексного подхода с использованием современных биологических методов. Одним из таких методов может стать использование почвенной микрофлоры (азотфиксирующих бактерий, почвенных водорослей, микоризных грибов), в частности грибов, образующих микоризы арбускулярного типа.

Арбускулярная микориза (эндомикориза) – это широко распространенное в природе, взаимовыгодное сожительство микроскопических грибов отдела *Glomeromycota* с высшими сосудистыми растениями, способствующее значительному повышению жизнеспособности растения-хозяина. Повышение устойчивости микоризных растений к неблагоприятным условиям окружающей среды обусловлено увеличением двунаправленного трофического потока между микосимбионтами, которое в итоге способствует повышению поглощения питательных элементов растением-хозяином (в частности таких труднодоступных как фосфор и азот), интенсивности фотосинтеза, что, в свою очередь, ведет к существенному увеличению корневой и надземной массы микоризного растения [8-11].

Многочисленные исследования показывают, что представители семейства сложноцветных, к которому и относится тау-сагыз, в природных условиях часто являются микотрофными растениями, с хорошо развитой микоризной инфекцией [8, 10, 12-14].

Проведение научных изысканий с целью разработки рентабельных биотехнологий культивирования *S. tau-saghyz* с использованием инокулюма грибов, образующих микоризы арбускулярного типа, можно поделить на следующие основные этапы:

1. Всестороннее изучение микосимбиотрофизма растений тау-сагыза в природе и в условиях культивирования:

– изучение влияния различных условий произрастания на интенсивность микоризной инфекции *S. tau-saghyz*;

– изучение влияния различных условий произрастания на количественные и видовые характеристики спор эндомикоризных грибов в местах произрастания *S. tau-saghyz*;

– выявление видов эндомикоризных грибов, наиболее устойчивых к различным неблагоприятным факторам окружающей среды в местах произрастания тау-сагыза и наиболее часто встречающихся.

2. Выделение в чистую культуру *in vitro* наиболее часто встречающихся видов эндомикоризных грибов.

3. Проведение в лабораторных и природных условиях экспериментов по выявлению влияния различных видов грибов-микоризообразователей на различные аспекты жизнедеятельности тау-сагыза:

– на рост и развитие растений;

– на сроки цветения и плодоношения;

– на сроки, количество и качество накапливаемого каучука в корнях растений.

4. Создание на основе полученных данных основ биотехнологии культивирования тау-сагыза с использованием инокулюма эндомикоризных грибов.

5. Создание биопрепарата с использованием арбускулярных микориз с целью повышения почвенного плодородия и урожайности *S. tau-saghyz*.

6. Производственное испытание и внедрение разработанной биотехнологии культивирования тау-сагыза с использованием эндомикориз.

Данная технология в значительной степени может способствовать повышению устойчивости растений к различным неблагоприятным факторам окружающей среды, в частности, к фитопатогенам, приживаемости проростков и урожайности, ускорению цветения и плодоношения, а также минимизации сроков получения каучука из корней тау-сагыза, что, в свою очередь, позволит минимизировать затраты на удобрения и ядохимикаты, создать экологичное аграрное производство.

В настоящее время нами проведены исследования микосимбиотрофизма растения вида козелец тау-сагыз – *S. tau-saghyz Lipsch. et Bosse*, являющегося представителем семейства сложноцветных (*Asteraceae*). Одна из трудностей исследования микосимбиотрофизма данного вида заключается в том, что данный вид встречается крайне редко, в связи с этим в данной работе приводятся данные исследования микотрофности растений только в трех точках: в несформированной растительной ассоциации и двух опытных площадках Каратауского государственного природного заповедника (ГПЗ) (рисунки 2-4). Исследования микосимбиотрофизма тау-сагыза ранее не проводились.

## Материалы и методы

В ходе проведения исследования были изучены растения тау-сагыза несформированного

петрофильного растительного сообщества, расположенного на северном макросклоне хребта Сырдарьинского Каратау. Почва каменистая с выходами скальных пород, местами щебнисто-суглинистая. Проективное покрытие – 5-10%, местами – до 15%. В данной точке отбора проб

растения *S. tau-saghyz* располагались группами. Доля тау-сагыза в общем проективном покрытии растений данного сообщества не превышала 2-3%. Кроме *S. tau-saghyz*, здесь встречались *Poa bulbosa* L., *Bromus tectorum* L., *Centaurea* sp. и др. [15].



а



б

а – однолетние проростки тау-сагыза (близ г. Кентау); б – двулетние проростки тау-сагыза (ущелье Хантаги)

**Рисунок 3** – Проростки растений *S. tau-saghyz* на опытных площадках на территории Каратауского государственного природного заповедника

Микосимбиотрофизм *S. tau-saghyz* был исследован также на двух опытных площадках Каратауского ГПЗ: в ущелье Хантаги (двулетние проростки) и на окраине г. Кентау (однолетние проростки) (рисунок 4). В отличие от природного растительного сообщества, на опытных площадках осуществлялся полив, регулярно выполнялась прополка.

Исследование на опытных площадках и в природных условиях на территории Каратауского ГПЗ было проведено в начале июня 2013 г. Для изучения микотрофизма собирались по 5-10 экземпляров корневой системы каждого вида растения. Отобранные образцы корневых систем фиксировались в 70%-ном растворе этилового спирта, затем мацерировались в 10%-ном растворе КОН и окрашивались трипановым синим в лакто-глицерине, после окрашивания корни промывались и готовились давленные препараты, которые микроскопировались при 120-кратном увеличении на микроскопе Carl Zeiss Jena (Германия). В каждом поле зрения определялось количество гиф гриба-микоризообразователя по пятибалльной шкале Селиванова [8].

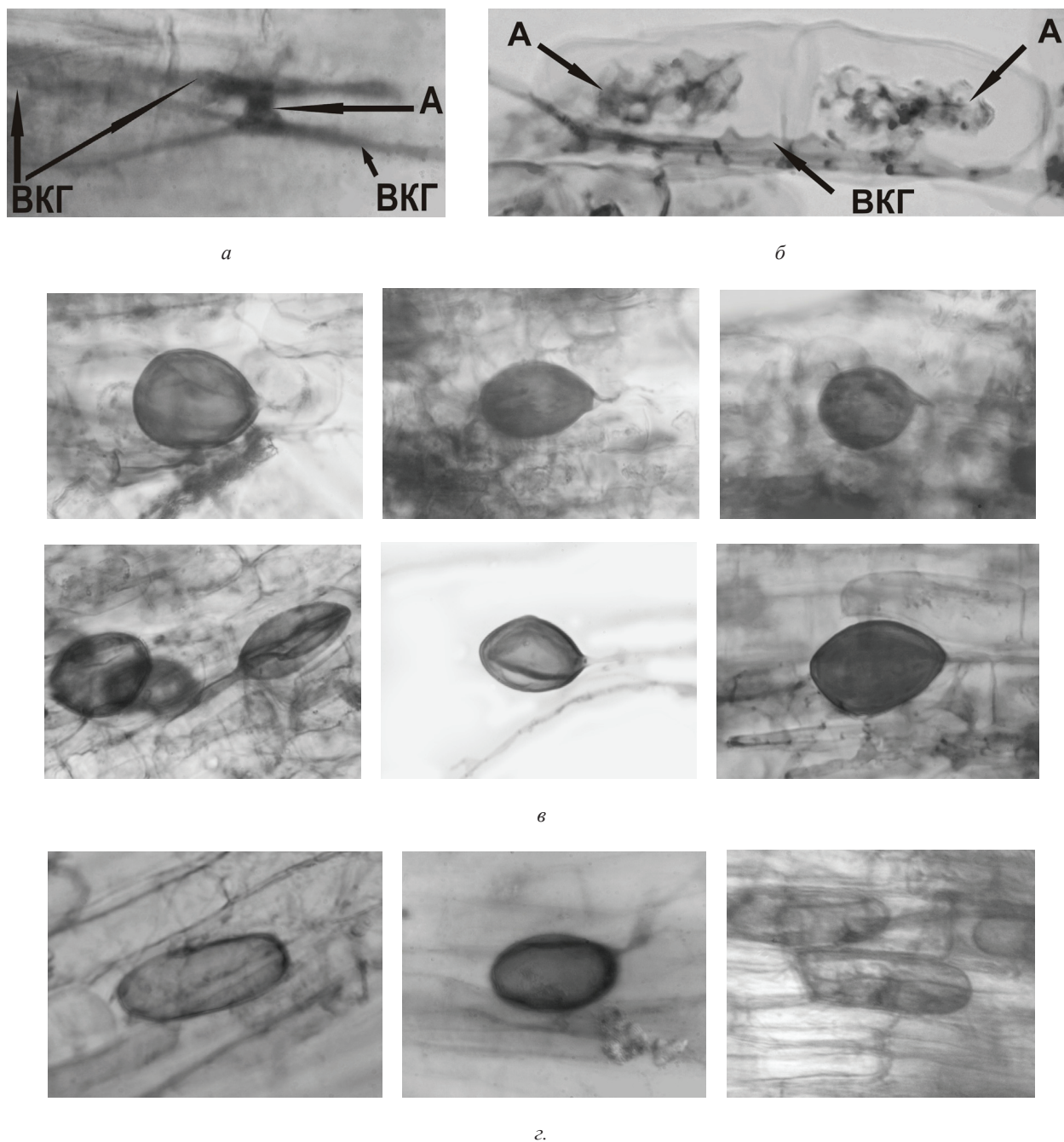
Для определения микосимбиотического ряда дифференциации подсчитывают количество

высоко-, средне-, слабо- и немикотрофных экземпляров в процентах. К высокомикотрофным относились растения с интенсивностью микоризной инфекции более 3,5 баллов, среднемикотрофным – 2-3,5 балла, слабомикотрофным – до 2 баллов [8].

### Результаты и их обсуждение

Проведенные исследования по изучению интенсивности микоризной инфекции растений *S. tau-saghyz* показали средние значения степени инфицирования грибами-микоризообразователями в условиях гор хребта Сырдарьинского Каратау. Во всех исследованных нами образцах корневых систем были выявлены структуры, характерные для гриба-микоризообразователя: не-септированные гифы, везикулы, иногда встречались арбускулы (рисунок 5).

Все изученные экземпляры были представлены средне- и низкомикотрофными растениями (соответственно, 71,4 и 28,6%). Высокомикотрофные и немикотрофные виды не выявлены. Частота встречаемости микоризной инфекции во всех исследованных нами растений составила 100% [15].



а – внутрикорневые гифы (ВКГ) и образуемые ими анастомозы (А) гриба-микоризообразователя в коре корня тау-сагыза из несформированного растительного сообщества северного макросклона Сырдарьинского Каратау (ГПЗ Каратау);  
 б – арбускулы (А) и внутрикорневые гифы (ВКГ) гриба-микоризообразователя в коре корня 2-летних проростков *S. tau-saghyz*, опытная площадка в ущелье Хантаги (ГПЗ Каратау);  
 в – везикулы гриба-микоризообразователя в коре корня 2-летних проростков *S. tau-saghyz*, опытная площадка в ущелье Хантаги (ГПЗ Каратау);  
 г – везикулы гриба-микоризообразователя в коре корня *S. tau-saghyz* из несформированного растительного сообщества северного макросклона Сырдарьинского Каратау (ГПЗ Каратау). Увеличение X 200.

**Рисунок 4** – Внутрикорневые структуры гриба-микоризообразователя в корнях растения тау-сагыз

Самый высокий показатель интенсивности микоризной инфекции среди исследованных растений был выявлен у представителей тау-сагыза отобранных на опытных площадках в ущелье Хантаги. Здесь интенсивность микоризной инфекции двухлетних проростков составила  $3,33 \pm 0,05$  балла (таблица 1). Практически половина объема коры корня микроскопированных образцов содержала структуры, характерные для гриба-микоризообразователя арбускулярного типа. Более того, в образцах корневых систем у данных представителей *S. tau-saghyz* были выявлены самые высокие показатели по содержанию в коре корня везикул и арбускул (рисунок 4). Так, содержание арбускул достигало  $1,11 \pm 0,03$  балла. Так как арбускулы представляют собой древовидно дихотомически ветвящиеся гифы и в значительной степени способствуют интенсификации двунаправленного трофического потока между растением-хозяином и грибом-микоризообразователем их значительное количество в коре корня исследованных образцов растений указывает на то, что эндомикоризный гриб играет большую роль в жизнедеятельности растения, интенсифицируя его питание, и, как следствие, в значительной степени повышая его гомеостаз, урожайность, устойчивость к различным неблагоприятным факторам окружающей среды.

Очевидно, что интенсификация трофических процессов растения-хозяина и гриба-микоризообразователя способствует увеличению количества везикул в коре корня *S. tau-saghyz*, структур эндомикоризного гриба, представляющих собой пузырьвидное расширение гиф, являющихся вместилищем запасных питательных веществ для гриба. Количество везикул в среднем достигало  $0,85 \pm 0,02$  балла. Столь высокие показатели интенсивности микоризной инфекции изученных растений тау-сагыза в данной точке отбора проб, возможно, объясняются уходом за двухлетними проростками, в частности поливом и прополкой.

Интенсивность микоризной инфекции *S. tau-saghyz* из несформированного растительного сообщества была почти в полтора раза ниже, составив в среднем  $2,23 \pm 0,04$  балла. Количество арбускул и везикул также было существенно ниже, чем в образцах, отобранных на опытной площадке в ущелье Хантаги. Так, арбускулы в коре корня растения-хозяина встречались крайне редко, составив в среднем  $0,06 \pm 0,01$  балла, это в 18,5 раз ниже, чем в корнях микоризных

растений в ущелье Хантаги. Количество везикул, также было в 1,5 раза ниже, составив  $0,55 \pm 0,01$  балла (таблица 1). Скорее всего, столь низкие показатели микосимбиотрофизма в данной точке отбора проб связаны с тем, что растения произрастали в более суровых условиях в несформированном петрофильном растительном сообществе, характеризующемся ксерофитизацией и отсутствием как такового почвенного покрова. Тем не менее даже в столь суровых условиях произрастания у растений сохраняется эндомикоризная инфекция, а значит грибы-микоризообразователи также играют существенную роль в устойчивости *S. tau-saghyz* к неблагоприятным условиям окружающей среды, повышая гомеостаз растения и его ростовые параметры.

Самые низкие показатели интенсивности микоризной инфекции были выявлены в образцах корневых систем однолетних проростков тау-сагыза, отобранных на территории опытной площадки, на окраине города Кентау. В данной точке отбора проб интенсивность микоризной инфекции падала до  $1,85 \pm 0,03$  балла, что было, соответственно, ниже в 1,2 и 1,8 раз по сравнению с описанными выше точками. Здесь интенсивность микоризной инфекции была низкой, в связи с тем, что растения были недостаточно развитыми и, несмотря на уход за проростками – полив и прополку, не установился высокоинтенсивный двунаправленный трофический поток между растением-хозяином и грибом-микоризообразователем. Также низкими были показатели содержания арбускул и везикул в коре корня. В частности, количество арбускул составило в среднем  $0,22 \pm 0,01$  балла. Данный показатель у двухлетних проростков с опытной площадки в ущелье Хантаги был заметно выше ( $1,11 \pm 0,03$ ), в то время как в образцах корневых систем из природного сообщества аналогичный показатель, напротив, был существенно ниже, в более чем в 3,5 раза. Количество везикул, в отличие от варианта с пробами из несформированного растительного сообщества ( $0,55 \pm 0,01$  балла), было немногим меньше, составив в среднем  $0,40 \pm 0,01$  балла. При этом количество внутрикорневых везикул в образцах корневых систем однолетних проростков опытных площадок было в 2 раза меньше, чем у двухлетних, выращенных в ущелье Хантаги: соответственно составив в среднем  $0,40 \pm 0,01$  и  $0,85 \pm 0,02$  балла. Вместе с тем содержание везикул во всех точках отбора проб было сравнительно низким (таблица 1).

Общая интенсивность микоризной инфекции всех исследованных нами образцов составила  $2,47 \pm 0,04$  балла. При этом, наибольшее значение данного показателя было выявлено у двухлетних проростков опытной площадки Хантаги –  $3,33 \pm 0,05$  балла, наименьший показатель выявлен у однолетних проростков растений опытной площадки г. Кентау –  $1,85 \pm 0,03$  балла. Очевидно, что высокий показатель обусловлен более благоприятными условиями произрастания тау-сагыза, обеспечиваемыми своевременной прополкой и поливом, в то время как низкий показатель, ско-

рее всего, связан с тем, что проростки однолетние и недостаточно развиты, чтобы обеспечить высокую интенсивность микоризной инфекции. Интенсивность микоризной инфекции *S. tau-saghyz* несформированного растительного сообщества, северного макросклона хребта Сырдарьинского Каратау составила в среднем  $2,23 \pm 0,04$  балла, что заметно, ниже аналогичного показателя культивируемых двухлетних проростков, следовательно, искусственное выращивание может способствовать повышению степени микосимбиотрофизма растений тау-сагыза в культуре.

**Таблица 1** – Интенсивность микоризной инфекции и частота встречаемости микоризной инфекции растений вида тау-сагыз в пределах Каратауского ГПЗ

Точки отбора проб	Общая интенсивность микоризной инфекции	Везикулы	Арбускулы	Частота встречаемости микоризной инфекции (%)
Несформированное растительное сообщество северного макросклона хребта Сырдарьинского Каратау	$2,23 \pm 0,04$	$0,55 \pm 0,01$	$0,06 \pm 0,01$	100
Опытная площадка – г. Кентау, 1-летние проростки	$1,85 \pm 0,03$	$0,40 \pm 0,01$	$0,22 \pm 0,01$	100
Опытная площадка – Хантаги, 2-летние проростки	$3,33 \pm 0,05$	$0,85 \pm 0,02$	$1,11 \pm 0,03$	100
Итого, в среднем	$2,47 \pm 0,04$	$0,60 \pm 0,02$	$0,46 \pm 0,02$	100

Средний балл везикул всех исследованных нами образцов был немного выше, чем арбускул, составив, соответственно,  $0,60 \pm 0,02$  и  $0,46 \pm 0,02$  балла. При этом наибольшее количество арбускул –  $1,11 \pm 0,03$  балла, было выявлено у двухлетних проростков, возделываемых в культуре, что указывает на высокую интенсивность двунаправленного торфического потока между растением-хозяином и грибом-микоризообразователем. Данный факт, как и изложенное выше, указывает на возможность повышения интенсивности эффекта микосимбиотрофизма в условиях культивирования и как следствие увеличения ростовых параметров и урожайности растения-хозяина. Количество арбускул в условиях культуры также было выше, составив  $0,85 \pm 0,02$  баллов у двухлетних проростков, в то время как у однолетних проростков и растений из природного растительного сообщества, соответственно,  $0,40 \pm 0,01$  и  $0,55 \pm 0,01$  балла.

Полученные данные по степени микосимбиотрофизма растений тау-сагыза из несформированного петрофильного растительного сообщества близ поселка Ачисай, северного макросклона Сырдарьинского Каратау показали, что у всех исследованных растений встреча-

лась эндомикоризная инфекция, что в немалой степени способствует повышению толерантности микотрофных растений, произрастающих в суровых условиях аридного среднегорья – влагодефицита и отсутствия почвенного покрова. Исследования растений скорзонеры из питомников Каратауского ГПЗ показали, что изученные экземпляры являлись среднемикотрофными. В условиях культивирования микоризная инфекция не только сохранялась, но и существенно превосходила по интенсивности аналогичные показатели растений, произрастающих в природных условиях, способствуя увеличению ростовых параметров и урожайности возделываемых растений [15].

Очевидно, что полученные нами данные указывают на то, что микориза арбускулярного типа играет большую роль в жизнедеятельности *S. tau-saghyz*, способствуя улучшению минерального питания растений, и как следствие, повышая устойчивость данного вида к неблагоприятным условиям окружающей среды, оказывая положительное влияние на параметры роста и урожайность тау-сагыза. Особого внимания заслуживает проведение исследований по выявлению влияния арбускулярной микоризы



на накопление каучука в корнях *S. tau-saghyz*. Использование эндомикориз может в существенной степени способствовать разработке современных рентабельных биотехнологий,

направленных на восстановление численности в природе редкого и исчезающего вида *S. tau-saghyz* и получение коммерческого каучука из корней тау-сагыза.

### Литература

- 1 Павлов Н.В. Растительные ресурсы Южного Казахстана. – М.: Изд. Московского общества испытателей природы, 1947. – 9 с.
- 2 Липшиц С.Ю., Боссе Г.Г. Скорцонера тау-сагыз (Новое каучуконосное растение Казахстана). // Трест Каучуконос ВСНХ СССР. – 1930. – №4. – С. 18-22.
- 3 Липшиц С.Ю., Боссе Г.Г. Новый каучуконос Казахстана – *Scorzonera tau-saghyz* Lipschits et Bosse. // М. Тр. Всес. инст. кауч.и гуттап. – 1931. – Вып.1. – 56 с.
- 4 Oh S.K., Kang H., Shin D.H., Yang J., Chow K.-S., et al. Isolation, Characterization, and Functional Analysis of a Novel cDNA Clone Encoding a Small Rubber Particle Protein from *Hevea brasiliensis*// The Journal of Biological Chemistry – 1999.- Vol. 274, No. 24. – P. 17132–17138.
- 5 Omo-Ikerodah E.E., Omokhafa K.O., Akpobome F.A. and Mokwunye M.U. Review. An overview of the potentials of natural rubber (*Hevea brasiliensis*) engineering for the production of valuable proteins //African Journal of Biotechnology. – 2009. -Vol. 8, No. 25. – P. 7303-7307.
- 6 Богуспаев К.К., Фалеев Д.Г., Турашева С.К., Мухамбетжанов С.К. Перспективы технологии культивирования тау-сагыза (*S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse) в Казахстане // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2012. – №4 (36). – С. 75-80.
- 7 Богуспаев К.К., Адильбаев Ж.А., Фалеев Д.Г., Жанатаев Ж.А., Турашева С.К., Самбетов К.К. Перспективы разработки технологий восстановления популяции растений тау-сагыза (*S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse) в Каратауском государственном природном заповеднике // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2013. – №2/2 (38). – С. 64-70.
- 8 Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. – М.: Наука, 1981. – 177 с.
- 9 Шнырева-Драга А.В. Взаимоотношения партнеров в симбиозе везикулярно-арбускулярного типа // Микология и фитопатология. – 1990. – Т. 24, Вып. 6. – С. 583-590.
- 10 Sharma A.K., Johri B.N. Arbuscular Mycorrhizae Interactions in Plants, Rhizosphere and Soils. – Plymouth: Science Publishers UK, 2002. – 363 p.
- 11 Peterson L.R., Massicotte B., Lewis H.M. Mycorrhizas: Anatomy and Cell Biology – Ottawa, National Research Council of Canada, 2004. – 173 p.
- 12 Касымбеков Б.К. Везикулярно-арбускулярная микориза и грибы микоризообразователи травянистых растений Заильского Алатау: Дис. канд. биол. наук: 03.00.05 – Алматы, 1999. – 109 с.
- 13 Касымбеков Б.К., Фалеев Д.Г., Фалеев Е.Г. Микосимбиотрофизм растений морены ледника Маншук Маметовой (Малое Алматинское ущелье). // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2012. – №4 (36). – С. 117-126.
- 14 Фалеев Д.Г. Арбускулярная микориза травянистых растений при почвенных загрязнениях тяжелыми металлами: Дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук, по специальности 03.00.05 – ботаника. – Алматы: 2007. – 113 с.
- 15 Фалеев Д.Г. Арбускулярная микориза тау-сагыза (*S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse) Каратауского ГПЗ (Сырдарьинский Каратау). // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2014. – №1/1 (40). – С. 427-434.

### References

- 1 Pavlov N.V. Plant Resources of South Kazakhstan. – M. Ed. Moscow Society of Naturalists. 1947. – 9 p.
- 2 Lipchitz S.Ju. Bosse G.G. *Scorzonera tau saghyz* (new rubber plant in Kazakhstan)//Trust rubberwood Supreme Economic Council. 1930. – № 4. – P. 18-22.
- 3 Lipchitz S.Ju. Bosse G.G. New rubber plant in Kazakhstan – *Scorzonera tau-saghyz* Lipschits et Bosse.//M. Tr. All-Union. inst. kauch.i guttap. – 1931. – Issue 1. – 56 p.
- 4 Soo Kyung Oh, Hunseung Kang, Dong Ho Shin, Jaemo Yang, Keng-See Chow, Hoong Yeet Yeang, Birgit Wagner, Heimo Breiteneder, and Kyung-Hwan Han. Isolation, Characterization, and Functional Analysis of a Novel cDNA Clone Encoding a Small Rubber Particle Protein from *Hevea brasiliensis*// The journal of biological chemistry – 1999.- Vol. 274, No. 24, Issue of June 11. – pp. 17132–17138.
- 5 Omo-Ikerodah E.E., Omokhafa K.O., Akpobome F.A. and Mokwunye M.U. Review. An overview of the potentials of natural rubber (*Hevea brasiliensis*) engineering for the production of valuable proteins//African Journal of Biotechnology – 2009. -Vol. 8 (25). – pp. 7303-7307.
- 6 Boguspaev K.K., Faleev D.G., Turasheva S.K., Mukhambetzhonov S.K. Prospects of cultivation technology tau sagyz (*S. tau-saghyz* Lipsch. Et Bosse) in Kazakhstan. // Bulletin Treasury Series ecological. – 2012. – № 4, (36) – S. 75-80.
- 7 Boguspaev K.K., Adilbaev Zh.A., Faleev D.G., Zhanataev Zh.A., Turasheva S.K., Sambetov K.K. Prospects for the development of technologies recovery plant populations tau sagyz (*S. tau-saghyz* Lipsch. Et Bosse) in Karatau State Nature Reserve // Bulletin Treasury Series ecological. – 2013. – № 2/2, (38). – S. 64-70.

- 8 Selivanov I.A. Mikosimbiofizizm as a form consorts connection in the vegetation of the Soviet Union. – Moscow: Nauka, 1981. – 177 s.
- 9 Shnyreva-Draga A.V. Partners in a symbiotic relationship of vesicular-arbuscular type // Mycology and Phytopathology. – 1990. – T. 24. Issue. 6. – S. 583-590.
- 10 Sharma A.K., Johri B.N. Arbuscular Mycorrhizae Interactions in Plants, Rhizosphere and Soils. – Plymouth: Science Publishers UK, 2002. – 363 p.
- 11 Peterson L.R., Massicotte B., Lewis H.M. Mycorrhizas: Anatomy and Cell Biology – Ottawa, National Research Council of Canada, 2004. – 173 p.
- 12 Kasymbekov B.K. Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and mycorrhiza herbaceous plants Zailiysky Alatau: Dis. Candidate. biol. sciences: 03.00.05 – Almaty, 1999. – 109 s.
- 13 Kasymbekov B.K., Faleev D.G., Faleev E.G. Mikosimbiofizizm plants moraine Manshuk Mametova (Small Almaty gorge). // Bulletin Treasury Series ecological. – 2012 – № 4, (36). – S. 117-126.
- 14 Faleev D.G. Arbuscular mycorrhizae of herbaceous plants in soil contaminated with heavy metals: thesis for the degree of cand. of biological sciences by specialty 03.00.05 – botany. – Almaty: 2007. – 113 s.
- 15 Faleev D.G. Arbuscular mycorrhiza tau-sagyz (S. tau-saghyz Lipsch. Et Bosse) Karatau GPZ (Syrdarya Karatau). // Treasury Bulletin, Series ecological. – 2014. – №1/1, (40). – S. 427-434.

УДК 57.069.4:582.263

Б.К. Касымбеков, Д.Г. Фалеев, М.А. Жексембекова, Д.В. Столбов  
Научно-исследовательский институт проблем экологии КазНУ им. аль-Фараби,  
Республика Казахстан, г. Алматы  
\*Email: ex\_eko@mail.ru

### **Влияние микроскопических зеленых водорослей и грибов-микоризообразователей на некоторые ростовые параметры растений *Xanthium strumarium* L.**

Проведенные исследования по изучению влияния микроскопических зеленых водорослей (pp. *Chlorella*, *Scenedesmus*) и грибов-микоризообразователей (pp. *Claroideoglopus* и *Rhizophagus*) на некоторые ростовые параметры (высоту, влажную и сухую массу надземной и подземной части) растений *Xanthium strumarium* L. (дурнишник обыкновенный) позволили выявить положительное воздействие на рост растений как эндомикоризных грибов, так и зеленых водорослей. При этом наибольший рост дурнишника обыкновенного наблюдался при совместном внесении суспензии водорослей и эндомикоризных грибов. Раздельное внесение инокуляма грибов и суспензии водорослей показало, что растения *X. strumarium* L. при внесении водорослей развивались лучше, чем при внесении эндомикоризных грибов.

**Ключевые слова:** эндомикориза, зеленые водоросли, инокуляция, *Xanthium strumarium* L., *Claroideoglopus*, *Rhizophagus*, *Chlorella*, *Scenedesmus*.

B.K. Kasymbekov, D.G. Faleev, M.A. Zheksembekova, D.V. Stolbov  
**Effect of microscopic green algae and mycorrhizal fungi on some growth parameters  
of plant *Xanthium strumarium* L.**

Studies on the effect of microscopic green algae (pp. *Chlorella*, *Scenedesmus*) and mycorrhizal fungi (pp. *Claroideoglopus*, *Rhizophagus*) on some growth parameters (height, wet and dry weight of above-ground and below-ground parts) plant *Xanthium strumarium* L. showed, that both of arbuscular mycorrhizal fungi and green algae have a positive effect on plant growth. In this case, the maximum growth of *X. strumarium* L. was observed at combined application a suspension of algae and mycorrhizal fungi. Separate application of inoculum fungi and algae suspensions showed that *X. strumarium* L. plants in making algae evolved better than when making mycorrhizal fungi.

**Key words:** endomycorrhiza, blue-green algae, inoculation, *Xanthium strumarium* L., *Claroideoglopus*, *Rhizophagus*, *Chlorella*, *Scenedesmus*.

Б.К. Касымбеков, Д.Г. Фалеев, М.А. Жексембекова, Д.В. Столбов  
***Xanthium strumarium* L. өсімдігінің кейбір өсу көрсеткіштеріне  
жасыл микроскопиялық балдырлар мен микориза түзуші саңырауқұлақтардың әсері**

*Xanthium strumarium* L. (кәдімгі сарысою) өсімдігінің кейбір өсу көрсеткіштеріне (өсімдіктің жерүсті және жерасты мүшелерінің ұзындығына, ылғал және құрғақ салмағына) жасыл микроскопиялық балдырлар (pp. *Chlorella*, *Scenedesmus*) мен микориза түзуші саңырауқұлақтардың (pp. *Claroideoglopus*, *Rhizophagus*) әсерін зерттеу мақсатында жүргізілген жұмыстар өсімдіктің өсуіне эндомикоризалы саңырауқұлақтардың да, сондай-ақ микроскопиялық жасыл балдырлардың да оң әсерін тигізетіндігін анықтауға мүмкіндік берді. Эндомикоризалы саңырауқұлақтар инокулямы мен жасыл микроскопиялық балдырлар суспензиясын жекелей енгізу *X. strumarium* L. өсімдігінің эндомикоризалы саңырауқұлақ споралары енгізілген жағдаймен салыстырғанда балдырлар суспензиясы енгізілген жағдайда жақсы өсетіндігі белгілі болды.

**Түйін сөздер:** эндомикориза, көк-жасыл балдырлар, инокуляция, *Xanthium strumarium* L., *Claroideoglopus*, *Rhizophagus*, *Chlorella*, *Scenedesmus*.

В связи с высокой интенсивностью ведения сельского хозяйства, высокой степенью антропогенного прессинга на окружающую среду большие территории Казахстана и сопредельных территорий подвержены снижению почвенного плодородия, деградации почвенного и растительного покровов. В свою очередь, все эти негативные процессы не могут не сказаться на урожайности растений, деградации сельхозугодий и, как следствие, сокращении территории пастбищ и посевных площадей. Поэтому в последнее время все большую актуальность приобретают исследования, направленные на выработку комплекса мер по повышению плодородия почв и урожайности растений. Проведение подобных исследований невозможно без изучения роли в жизнедеятельности растений таких важных компонентов почвенной флоры, как эндомикоризные грибы и почвенные водоросли.

Арбускулярная микориза – это эволюционно сложившаяся, структурно оформленная ассоциация между корнями высших растений и микроскопическими грибами отд. *Glomeromycota*, в которой организмы воспроизводятся и сосуществуют в физиологически и экологически взаимозависимом состоянии и в отношениях, называемых мутуалистическим симбиозом [1-5].

Арбускулярные микоризные грибы, являясь широко распространенными во всем мире, формируют симбиоз с большинством семейств растений [1, 2, 6-8]. Общепринято их значение в естественных и полустественных экосистемах, которое характеризуется улучшением урожайности растений и их разнообразия, а так же повышением устойчивости растений к биотическим и абиотическим стрессовым факторам [9-12].

Роль почвенных микроскопических водорослей в повышении почвенного плодородия почв и, как следствие, в повышении урожайности растений не менее важна, чем роль других микроорганизмов. Так, почвенные водоросли оказывают разнообразное воздействие на почвенное плодородие, в частности на накопление органического вещества, включая фиксацию атмосферного азота, изменение физико-химических свойств почвы, стимулируют их микробиологическую активность. Кроме того, в настоящее время доказано положительное воздействие водорослей на рост высших растений, которое обусловлено выделением водорослями физиологически активных веществ [14, 15].

Почвенные водоросли оказывают влияние на рост и развитие высших растений, выделяя рос-

товые вещества и, таким образом, ускоряя рост проростков, особенно их корней. Такие данные были получены по проросткам хлопчатника, ржи, риса, арахиса и др. растений, в результате внесения суспензии зеленых / синезеленых водорослей урожайность высших растений повышалась на 10-25%, а в отдельных случаях на 32%, а прирост зеленой массы на массы корней соответственно на 17-27% и 42-64% [14, 15].

Имеется немало сведений о повышении почвенного плодородия и урожайности растений как при внесении инокулюма грибов образующих микоризы арбускулярного типа, так и микроскопических зеленых и сине-зеленых водорослей. Вместе с тем совместное воздействие альго-микологических комплексов изучено крайне недостаточно. Так, имеются сведения о повышении жизнеспособности спор эндомикоризных грибов при воздействии суспензии микроскопических зеленых водорослей, что способно не только привести к увеличению ростовых параметров высших растений путем прямого воздействия на растения биологически активных веществ, содержащихся в суспензии микроводорослей, но и улучшить ростовые характеристики растения-хозяина за счет более высокой приживаемости спор гриба микоризообразователя и как следствие более интенсивной колонизации корней гифами эндомикоризного гриба.

Исследования, направленные на подбор наиболее эффективных альго-микологических комплексов, уже в среднесрочной перспективе позволят создать рентабельные биотехнологии, использование которых способно в немалой степени решить проблему повышения плодородия почв и урожайности растений, технологии, которые могут найти широкое применение в сельском и лесном хозяйстве, в области рекультивации и восстановления нарушенных земель.

Целью проведения данного исследования являлось изучение влияния грибов, образующих арбускулярную микоризу и зеленых водорослей на некоторые ростовые параметры растений *Xanthium strumarium* L.

## Материалы и методы

Объектом исследования являлись грибы-микоризообразователи pp. *Claroideoglobus* и *Rhizophagus* (*Claroideoglobus etunicatum* (Schüssler/Walker), *Rhizophagus intraradices* (Schüssler/Walker), *Claroideoglobus claroideum* (Schüssler/Walker), *Claroideoglobus etunicatum* (Schüssler/Walker), *Rhizophagus intraradices* (Schüssler/

Walker), *Claroideoglopus claroideum* (Schüssler/Walker)), микроскопические зеленые водоросли (pp. *Chlorella*, *Scenedesmus*) и растения *Xanthium strumarium* L. – дурнишник обыкновенный (сем. *Asteraceae*).

Эксперимент был проведен в полевых условиях, на опытных делянках агрофирмы «Тургень», расположенной севернее поселка Тургень, Енбекшиказахского района, Алматинской области, на пахотных землях сельхозугодий, представляющих собой суглинистый серозем. Эксперимент был поставлен в конце апреля 2014 г.

При проведении эксперимента была произведена распашка опытного участка с использованием агротехники. Затем в распаханную почву были внесены споры грибов-микоризообразователей и суспензия микроскопических зеленых водорослей. Опыт был поставлен в 4 вариантах: 1 – контроль: полив только водой, без внесения спор грибов и суспензии водорослей; 2 – внесение только суспензии водорослей, в момент полива из расчета; 3 – совместное внесение суспензии микроскопических зеленых водорослей и спор гриба-микоризообразователя, 4 – внесение только спор эндомикоризных грибов.

Суспензия микроскопических водорослей вносилась из расчета 5 л/м<sup>2</sup> квадратный. Плотность суспензии водорослей – 2635 (р. *Chlorella*) и 1250 шт./мл (р. *Scenedesmus*). Водоросли культивировали в пластиковых емкостях, при периодическом перемешивании, с 12-часовым освещением. Культивирование осуществляли с использованием питательной среды Кноппа и добавлением углекислого газа.

Инокулом арбускулярных грибов вносили из расчета 100 мл/м<sup>2</sup>, на глубину 10-15 см путем создания борозд (на расстоянии 20-30 см друг от друга) и последующей их заделки. Споры грибов-микоризообразователей были получены методом культивирования *in vivo*, в горшечной культуре на лавовом субстрате. В качестве растения-хозяина использованы растения сорго. 1 г инокулюма грибов содержал порядка 350-400 спор.

Семена растений не вносились. Обработка поля гербицидами, фунгицидами не велась. Удобрения не вносились. Растения *Xanthium strumarium* L. выросли самосевом. *Xanthium strumarium* L. был выбран нами как доминирующий вид данного агроценоза. Кроме того, дурнишник обыкновенный известен как сорное, ядовитое, лекарственное растение.

Результаты эксперимента снимались через 60 дней после начала эксперимента. В ходе про-

ведения исследовании были изучены высота, количество листьев, влажная и сухая масса растений *X. strumarium*.

### Результаты и обсуждения

Проведенные исследования по изучению влияния микроскопических зеленых водорослей и грибов-микоризообразователей на некоторые ростовые параметры растений *Xanthium strumarium* L. позволили выявить положительное воздействие на рост растений как эндомикоризных грибов, так и микроскопических зеленых водорослей. При этом наибольшие показатели роста, высоты, влажной массы надземной и подземной части растений были выявлены у растений дурнишника обыкновенного, выращенных с сочетанным внесением суспензии микроскопических зеленых водорослей pp. *Chlorella*, *Scenedesmus* и инокулюма спор эндомикоризных грибов (рисунок 1). Так, исследование влияния микроскопических зеленых водорослей и грибов-микоризообразователей на высоту растений *X. strumarium* показали, что внесение суспензии микроскопических водорослей приводило к повышению среднего показателя высоты растений с 279,1±30,1 мм (в контроле), до 313,0±33,5 мм. При этом внесение инокулюма спор эндомикоризных грибов способствовало еще большему увеличению данного показателя у микотрофных растений, достигшего 364,2±35,8 мм (рисунок 1, 2).

Наиболее эффективным оказалось совместное использование суспензии микроскопических зеленых водорослей и инокулюма грибов-микоризообразователей. В данном варианте эксперимента высота растений была почти в 2 раза выше, чем у не микоризных в контроле (279,1±30,1 мм), и достигала 454,8±44,7 мм (рисунок 2).

Внесение суспензии водорослей и инокулюма грибов-микоризообразователей так же оказывало влияние на количество листьев исследованных растений. Так, наибольшее количество листьев относительно контроля (в среднем 21,8±1,8 шт.) было выявлено в вариантах опыта с внесением микроскопических водорослей и совместным внесением инокулюма водорослей и эндомикоризных грибов: соответственно, в среднем 34,2±3,1 и 32,0±2,9 штук. При этом наименьшее количество листьев было выявлено в варианте опыта с внесением спор грибаизобразователя – в среднем 13,0±1,1 штук (рисунок 3).

Изучение влияния микроскопических зеленых водорослей и грибов-микоризообразователей на

влажную массу надземной части растений *Xanthium strumarium* L. позволили выявить, что внесение суспензии микроскопических зеленых водорослей хлореллы и сценодесмус приводило к повышению (по сравнению с контролем) среднего показателя высоты растений почти в 3 раза: с  $38,1 \pm 3,1$  г (в контроле) до  $111,0 \pm 11,3$  г (рисунок 4).

Влажная масса надземной части растений при совместном использовании суспензии микроскопических зеленых водорослей и инокулюма грибов-микоризообразователей практически не отличалась от аналогичного показателя в варианте опыта с внесением только водорослей, составив, соответственно, в среднем  $102,8 \pm 9,7$  г и  $111,0 \pm 11,3$  г (рисунок 4).

Внесение инокулюма спор эндомикоризных грибов не способствовало увеличению данного показателя у микотрофных растений. Влажная масса надземной части растений была в 2,5 раза ниже чем в вариантах опыта с внесением суспензии микроскопических зеленых водорослей и лишь незначительно превосходила аналогичные значения в контроле, составив в среднем  $42,3 \pm 4,7$  г (рисунок 4).

Влияние микроскопических зеленых водорослей и грибов-микоризообразователей на влажную массу подземной части растений *Xanthium strumarium* L. в целом было схоже с влиянием на влажную массу надземной части изученных экземпляров дурнишника обыкновенного. Так, внесение суспензии зеленых водорослей почти в 2 раза по сравнению с контролем увеличивало массу корней *Xanthium strumarium* L., составив в среднем, соответственно,  $5,9 \pm 0,4$  и  $11,4 \pm 1,2$  г (рисунок 5).

Совместное внесение суспензии микроскопических зеленых водорослей рр. *Chlorella*, *Scenedesmus* и инокулюма спор эндомикоризных грибов приводило к некоторому, впрочем, не существенному, находящемуся в пределах погрешности, повышению данного показателя в среднем до  $12,7 \pm 0,9$  г (рисунок 5).

Как и в случае с надземной массой, внесение инокулюма спор эндомикоризных грибов не способствовало увеличению показателя влажной массы подземной части у микотрофных растений. Влажная масса подземной части растений была более чем в 2 раза ниже, чем в вариантах опыта с внесением суспензии микроскопических зеленых водорослей и практически не отличалась от аналогичного значения в контроле, составив в среднем  $5,2 \pm 0,6$  г (рисунок 5).

При исследовании влияния суспензии микроскопических водорослей и спор грибов-микоризообразователей на сухую массу растений

*Xanthium strumarium* L. в целом данные были схожи с данными, полученными по влажной массе растений, однако более ярко было выражен положительный эффект при сочетанном внесении грибов и водорослей (рисунок 4-7).

Наибольшие показатели по сухой массе растений были выявлены в вариантах опыта с сочетанным внесением спор грибов-микоризообразователей и суспензии микроскопических зеленых водорослей, составив, соответственно, в среднем для надземной части  $22,1 \pm 2,5$  г и  $8,8 \pm 0,7$  г для подземной части, что, соответственно, в 4 и в 8 раз больше аналогичных показателей в контроле (соответственно, в среднем  $5,3 \pm 0,4$  – для надземной и  $1,1 \pm 0,1$  г – для подземной части). Несколько ниже показатели были выявлены в варианте опыта с внесением только суспензии водорослей родов *Chlorella*, *Scenedesmus*, составив, соответственно, для надземной части  $11,1 \pm 1,2$  г и  $3,0 \pm 0,2$  г для подземной части растений *Xanthium strumarium* L., что, соответственно, в 2 и 3 раза выше, чем в контроле (рисунок 6-7).

В варианте опыта с внесением исключительно спор гриба-микоризообразователя результаты по сухой массе растений надземной и подземной части растений были самыми низкими по сравнению с вариантами, где были внесены только водоросли или совместно грибы и водоросли. При этом показатели сухой массы надземной и подземной части были почти в 1,5 раза выше, чем в контроле, составив, соответственно, в среднем  $8,3 \pm 0,7$  и  $1,4 \pm 0,1$  г (рисунок 6-7).

Необходимо отметить, что наиболее ярко положительный эффект от сочетанного внесения эндомикоризных грибов и зеленых водорослей был показан при изучении параметров высоты, сухой массы надземной и подземной части растений. Так, наибольший рост наблюдался при совместном внесении суспензии водорослей и эндомикоризных грибов, где сухая надземная и подземная масса растений была, соответственно, в среднем в 4 и в 8 раз больше аналогичных показателей в контроле. В то время, как в варианте опыта с внесением только грибов, образующих микоризу арбускулярного типа, исследованные показатели были заметно ниже. Более того, показатели влажной массы подземной части дурнишника обыкновенного в вариантах опыта с внесением инокулюма спор эндомикоризных грибов фактически не отличались от аналогичных показателей в контроле. Однако, в варианте опыта с внесением исключительно спор гриба-микоризообразователя результаты по сухой массе растений надземной и подземной части были почти в 1,5 раза выше, чем в контроле.



К



ChS



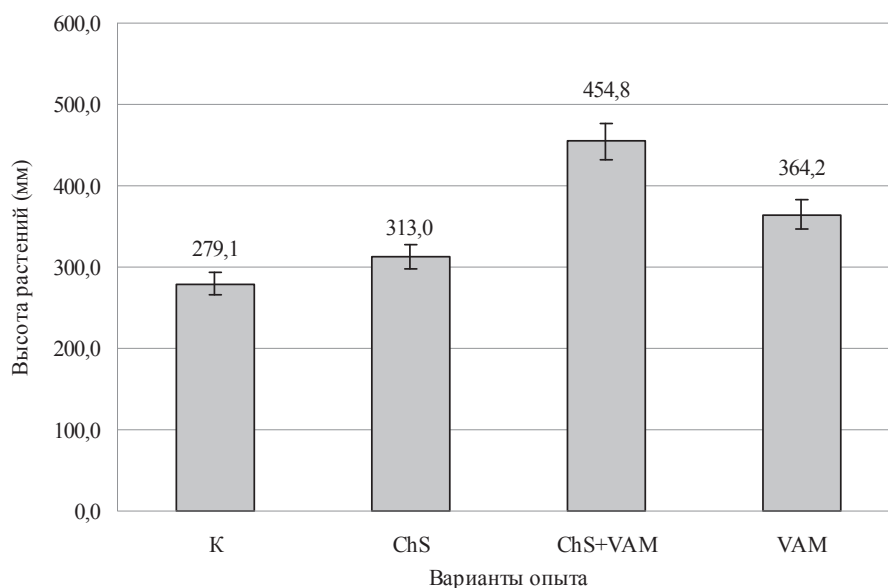
ChS+VAM



VAM

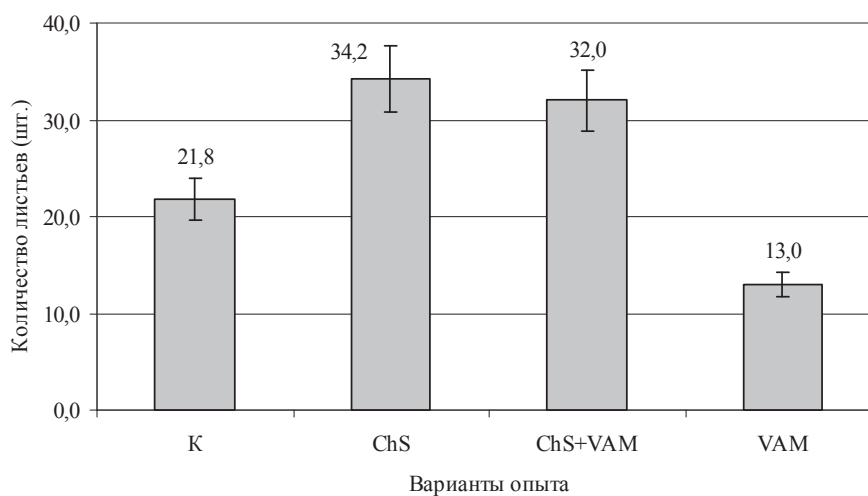
К – контроль; ChS – внесение суспензии микроскопических зеленых водорослей рр. *Chlorella* и *Scenedesmus*; ChS+VAM – внесение суспензии микроскопических зеленых водорослей рр. *Chlorella*, *Scenedesmus* и инокулюма спор эндомикоризных грибов; VAM – внесение инокулюма спор эндомикоризных грибов.

**Рисунок 1** – Внешний вид растений *Xanthium strumarium* L., выращенных в условиях внесения инокулюма эндомикоризных грибов и суспензии зеленых водорослей



К – контроль; ChS – внесение суспензии микроскопических зеленых водорослей pp. *Chlorella* и *Scenedesmus*; ChS+VAM – внесение суспензии микроскопических зеленых водорослей pp. *Chlorella*, *Scenedesmus* и инокулюма спор эндомикоризных грибов; VAM – внесение инокулюма спор эндомикоризных грибов.

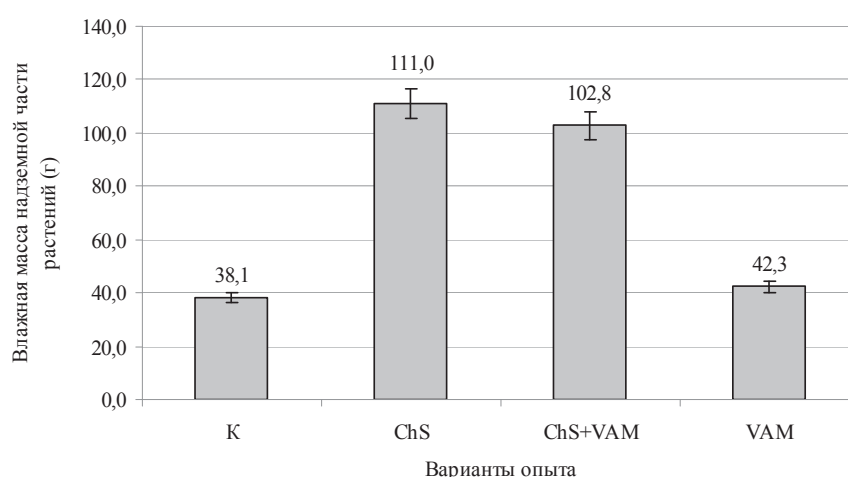
**Рисунок 2** – Влияние микроскопических зеленых водорослей и грибов-микоризообразователей на высоту растений *Xanthium strumarium* L.



К – контроль; ChS – внесение суспензии микроскопических зеленых водорослей pp. *Chlorella* и *Scenedesmus*; ChS+VAM – внесение суспензии микроскопических зеленых водорослей pp. *Chlorella*, *Scenedesmus* и инокулюма спор эндомикоризных грибов; VAM – внесение инокулюма спор эндомикоризных грибов.

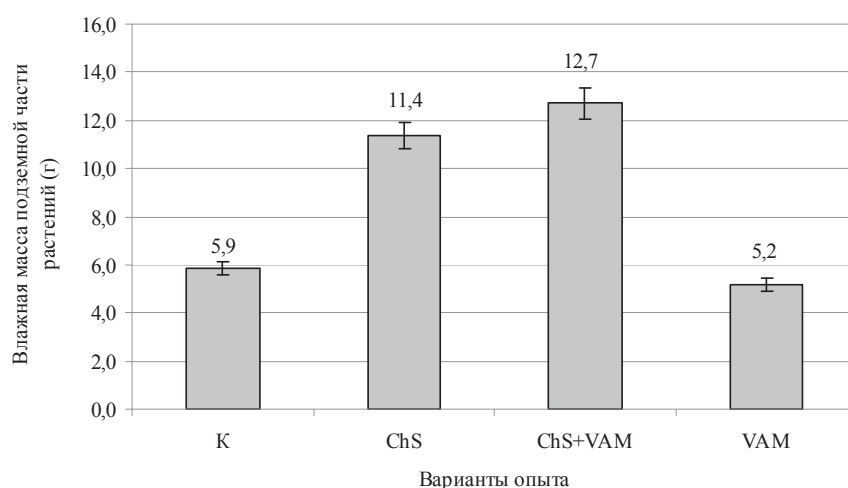
**Рисунок 3** – Влияние микроскопических зеленых водорослей и грибов-микоризообразователей на количество листьев растений *Xanthium strumarium* L.





К – контроль; ChS – внесение суспензии микроскопических зеленых водорослей pp. *Chlorella* и *Scenedesmus*; ChS+VAM – внесение суспензии микроскопических зеленых водорослей pp. *Chlorella*, *Scenedesmus* и инокулюма спор эндомикоризных грибов; VAM – внесение инокулюма спор эндомикоризных грибов.

**Рисунок 4** – Влияние микроскопических зеленых водорослей и грибов-микоризообразователей на влажную массу надземной части растений *X. strumarium* L.



К – контроль; ChS – внесение суспензии микроскопических зеленых водорослей pp. *Chlorella* и *Scenedesmus*; ChS+VAM – внесение суспензии микроскопических зеленых водорослей pp. *Chlorella*, *Scenedesmus* и инокулюма спор эндомикоризных грибов; VAM – внесение инокулюма спор эндомикоризных грибов.

**Рисунок 5** – Влияние микроскопических зеленых водорослей и грибов-микоризообразователей на влажную массу подземной части растений *X. strumarium* L.

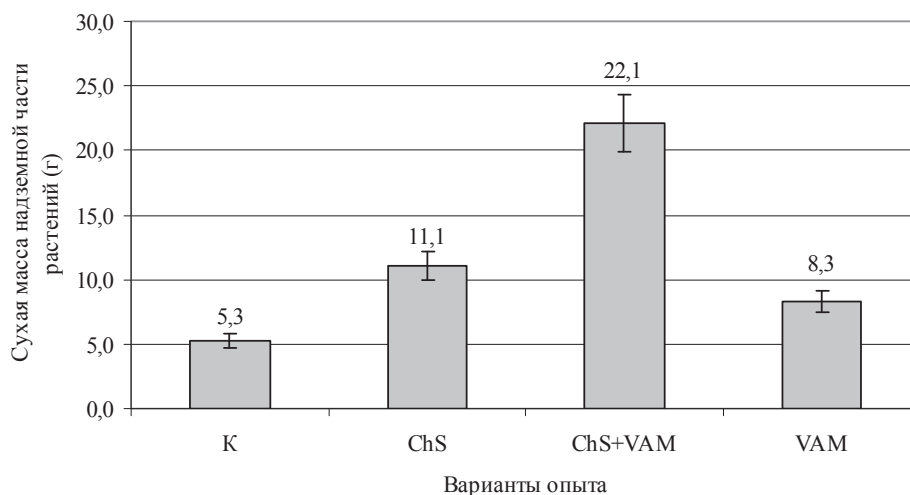
При этом все параметры указывали на улучшение роста *Xanthium strumarium* L. как при раздельном, так и при сочетанном внесении инокулюма грибов, образующих арбускулярную микоризу, и суспензии зеленых водорослей. Исключение составил только параметр, отражающий среднее количество листьев растения:

количество листьев у микоризных грибов было ниже, чем в вариантах с внесением водорослей и с совместным внесением грибов и водорослей.

Таким образом, проведенные нами исследования по изучению влияния микроскопических зеленых водорослей и грибов-микоризообразователей на некоторые ростовые параметры (вы-

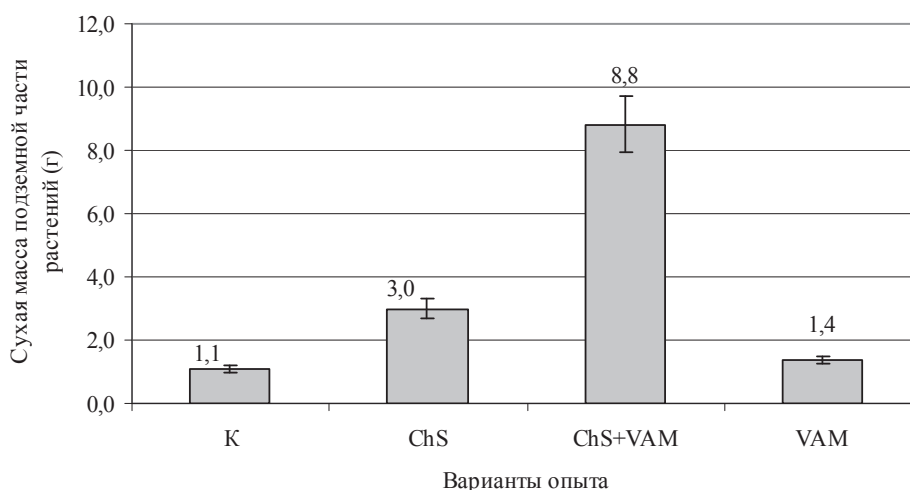
соту, влажную и сухую массу надземной и подземной части растений) *Xanthium strumarium* L. позволили выявить положительное воздействие на рост растений как эндомикоризных грибов, так и микроскопических зеленых водорослей. Раздельное внесение инокулюма эндомикориз-

ных грибов и суспензии микроскопических зеленых водорослей показало, что растения *X. strumarium* L. при внесении водорослей развивались лучше, чем при внесении спор эндомикоризных грибов, в то время как их совместное внесение было наиболее эффективным.



К – контроль; ChS – внесение суспензии микроскопических зеленых водорослей pp. *Chlorella* и *Scenedesmus*; ChS+VAM – внесение суспензии микроскопических зеленых водорослей pp. *Chlorella*, *Scenedesmus* и инокулюма спор эндомикоризных грибов; VAM – внесение инокулюма спор эндомикоризных грибов.

**Рисунок 6** – Влияние микроскопических зеленых водорослей и грибов-микоризообразователей на сухую массу надземной части растений *Xanthium strumarium* L.



К – контроль; ChS – внесение суспензии микроскопических зеленых водорослей pp. *Chlorella* и *Scenedesmus*; ChS+VAM – внесение суспензии микроскопических зеленых водорослей pp. *Chlorella*, *Scenedesmus* и инокулюма спор эндомикоризных грибов; VAM – внесение инокулюма спор эндомикоризных грибов.

**Рисунок 7** – Влияние микроскопических зеленых водорослей и грибов-микоризообразователей на сухую массу подземной части растений *Xanthium strumarium* L.

Полученные данные представляют особый интерес в плане высокой перспективности использования вида *Xanthium strumarium* L. в разработке биотехнологий, направленных на восстановление нарушенных земель со значительной степенью деградации растительного и почвенного покрова. Так как дурнишник обыкновенный, являясь сорным видом-пионером, легко

адаптируется к неблагоприятным условиям окружающей среды, на это в частности указывает его широкое распространение. Кроме того, *Xanthium strumarium* L. является представителем семейства сложноцветных, представители которых в природе, как правило, микотрофны, более того в большинстве своем обычно представлены средне- и высокомикотрофными видами.

### Литература

- 1 Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. – М.: Наука. 1981. – 177 С.
- 2 Sharma A.K., Jori B.N. Arbuscular mycorrhizae interactions in plants, rhizosphere and soils. – Plymouth, Enfield: Science Publishers, Inc. 2002. – P. 311.
- 3 Peterson L.R., Massicotte B., Lewis H.M. Mycorrhizas: Anatomy and Cell Biology / National Research Council of Canada. – 2004. – 173 p.
- 4 Schüßler A., Schwarzott D., Walker C. A new fungal phylum, the *Glomeromycota*: phylogeny and evolution. // Mycological Research. – 2001. – № 105. – P. 1413-1421.
- 5 Morton J.B. Taxonomy of VA mycorrhizal fungi: Classification, nomenclature, and identification. // Mycotaxon. – 1988. – №32. – P. 267-324.
- 6 Касымбеков Б.К., Фалеев Д.Г., Фалеев Е.Г. Микосимбиотрофизм растений морены ледника Маншук Маметовой (Малое Алматинское ущелье) // Вестник КазНУ. – Серия экологическая. – №4 (36). – 2012. – С. 117-126.
- 7 Касымбеков Б.К., Фалеев Д.Г., Абидкулова К.Т. Интенсивность микоризной инфекции злаковых правобережья нижнего течения реки Или // Вестник КазНУ. Серия биологическая. – №1. – (40). – 2009. – С. 23-28.
- 8 Касымбеков Б.К., Фалеев Д.Г., Богуспаев К.К., Абидкулова К.Т. Влияние микосимбиотрофизма на некоторые показатели жизнедеятельности популяции *Aeluropus litoralis* (Gouan.) Parl. нижнего течения реки Или // Биоразнообразие и устойчивое развитие природы и общества: матер. междунар. науч.-практич. конф. – Алматы: Казак университеті, 2009. – Ч.1. – С. 202-204.
- 9 Hendrix J.W., Jones K.J., Nesmith W.C. Control of Pathogenic Mycorrhizal Fungi in Maintenance of Soil Productivity by Crop-Rotation. // Journal of Production Agriculture – 1992. – № 5. – P. 383-386.
- 10 Касымбеков Б.К., Фалеев Д.Г. Влияние арбускулярной микоризы на морфологию корневой системы *Phaseolus vulgaris* L. и *Zea mays* L. // Вестник КазНУ. – Серия биологическая. – №3 (55). – 2012. – С. 20-26.
- 11 Simon L., Bousquet J., Levesque R.C., Lalonde M. Origin and diversification of endomycorrhizal fungi and coincidence with vascular land plants. // Nature – 1993. – № 363 – P. 67-69.
- 12 van der Heijden M.G.A., Klironomos J.N., Ursic M., Moutoglou P., Streitwolf-Engel R., Boller T., Wiemken A., Sanders I.R. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. // Nature. – 1998. – № 396. – P. 69-72.
- 13 Касымбеков Б.К., Фалеев Д.Г. Влияние эндомикоризы на активность пероксидазы *Phaseolus vulgaris* L. в условиях засоления почвы NaCl // Биоразнообразие и устойчивое развитие природы и общества: матер. междунар. науч.-практич. конф. – Алматы: Казак университеті, 2009. – Ч.1. – С. 199-202.
- 14 Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. Водоросли. Справочник. – Киев: Наукова думка, 1989. – 608 с.
- 15 Пивоварова Ж.Ф. Множественность механизмов адаптаций почвенных водорослей – шанс на успех в экстремальных условиях среды // Ботаническое образование в России: прошлое настоящее и будущее. Матер. 1 Всероссийской науч.-практич. конф. – Новосибирск: Изд. НГПУ, 2013. – С. 62-63.

### References

- 1 Selivanov I.A. Mikosimbiotrofizm as a form consorts connection in the vegetation of the Soviet Union. – M.: Nauka, 1981. – 177 p.
- 2 Sharma A.K., Jori B.N. Arbuscular mycorrhizae interactions in plants, rhizosphere and soils. – Plymouth, Enfield: Science Publishers, Inc. 2002. – P. 311.
- 3 Peterson L.R., Massicotte B., Lewis H.M. Mycorrhizas: Anatomy and Cell Biology / National Research Council of Canada. – 2004. – 173 p.
- 4 Schüßler A., Schwarzott D., Walker C. A new fungal phylum, the *Glomeromycota*: phylogeny and evolution. // Mycological Research. – 2001. – № 105. – P. 1413-1421.
- 5 Morton J.B. Taxonomy of VA mycorrhizal fungi: Classification, nomenclature, and identification. // Mycotaxon. – 1988. – №32. – P. 267-324.

- 6 Kasymbekov BK, Faleev DG, EG Faleev Mikosymbiotrofizm plants moraine Manshuk Mametova (Small Almaty gorge). // Treasury Bulletin, Series Environment. – №4 (36). – 2012. – S. 117-126.
- 7 Kasymbekov BK, Faleev DG, Abidkulova KT The intensity of mycorrhizal infection of cereal on the right bank of the lower reaches of the river Ili. // Treasury Bulletin, Series biological. – №1 (40). – 2009. – S. 23-28.
- 8 Kasymbekov BK, Faleev DG, Boguspaev KK, KT Abidkulova Influence mikosymbiotrofizma some vital signs populations *Aeluropus litoralis* (Gouan.) Parl. the lower reaches of the Ili River Biodiversity and sustainable development of nature and society: Mater. Intern. scientific-practic. conf. – Almaty: Kazakh University, 2009. – Part 1. – S. 202-204.
- 9 Hendrix J.W., Jones K.J., Nesmith W.C. Control of Pathogenic Mycorrhizal Fungi in Maintenance of Soil Productivity by Crop-Rotation. // Journal of Production Agriculture – 1992. – № 5. – P. 383-386.
- 10 Kasymbekov BK, DG Faleev Influence of arbuscular mycorrhiza on the morphology of the root system of *Phaseolus vulgaris* L. and *Zea mays* L. // Treasury Bulletin, Series biological. №3. – (55). – 2012. – S. 20-26.
- 11 Simon L., Bousquet J., Levesque R.C., Lalonde M. Origin and diversification of endomycorrhizal fungi and coincidence with vascular land plants. // Nature. – 1993. – № 363. – P. 67-69.
- 12 van der Heijden M.G.A., Klironomos J.N., Ursic M., Moutoglis P., Streitwolf-Engel R., Boller T., Wiemken A., Sanders I.R. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. // Nature. – 1998. – №396. – P. 69-72.
- 13 Kasymbekov B.K., Faleev D.G. Endomikorrhizy influence on peroxidase activity in *Phaseolus vulgaris* L. under saline soil NaCl Biodiversity and sustainable development of nature and society: Mater. Intern. scientific-Practical. conf. – Almaty: Kazakh University, 2009. – Part 1. – S. 199-202.
- 14 Wasser S.P., Kondratieff N.V., Masuk N.P. and others. Algae. Spravochnik. – Kiev: Naukova Dumka, 1989. – 608 p.
- 15 Pivovarova J.F. Multiplicity of mechanisms of adaptation of soil algae – a chance to succeed in the extreme environmental conditions // Botanical Education in Russia: past, present and future. Mater. 1 All-Russian scientific-practical. conf. – Novosibirsk: NGPU, 2013. – S. 62-63.

УДК 595.752.(574.4)

Р.Х. Кадырбеков, А.М. Тлеппаева

Институт зоологии, Республика Казахстан, г. Алматы  
E-mail: rustem61@inbox.ru

**Видовой состав насекомых-ксилофагов (Insecta, Coleoptera, Hymenoptera)  
на лесном ветровале в ущелье реки Малой Алматинки  
(хребет Заилийский Алатау, Северный Тянь-Шань)**

В 2011 году в ущелье реки Малой Алматинки ураганной силы ветром были повалены большие площади лиственного и хвойного леса. В 2012-2013 году при обследовании мониторинговых площадок в районе лесоповала выявлено 25 видов насекомых-ксилофагов из 2 отрядов: жесткокрылых (Coleoptera) и перепончатокрылых (Hymenoptera) насекомых и 5 семейств (Buprestidae, Bostrichidae, Cerambycidae, Scolytidae, Sericidae). В том числе жуков-златок (Buprestidae) выявлено 4 вида, жуков-капюшонников (Bostrichidae) 1, жуков-дровосеков (Cerambycidae) -8, жуков-короедов (Scolytidae) – 9, рогахвостов (Sericidae) 3. Приведен аннотированный список выявленных видов.

**Ключевые слова:** насекомые-ксилофаги, фауна, лесной ветровал, Заилийский Алатау.

R.Kh. Kadyrbekov, A.M. Tleppaeva

**Species composition of insect-xylophages on forest windfalls gorge  
of the Malaya Almatinka river (Trans-Ili Alatau ridge, Northern Tien Shan)**

Hurricane force winds were knocked down large areas of deciduous and coniferous forests to the gorge of Malaya Almatinka river in 2011. In 2012-2013 monitoring studies were conducted to identify the species composition and population dynamics of insects xylophages. 25 species of insects xylophages from 2 groups: Coleoptera and Hymenoptera insects and 5 families (Buprestidae, Bostrichidae, Cerambycidae, Scolytidae, Sericidae) including jewel beetles (Buprestidae) (revealed 4 species), Bostrichidae – 1, longhorn beetles (Cerambycidae) -8, bark beetles (Scolytidae) – 9, horn-tails (Sericidae) – 3 felling revealed. An annotated list of identified species is composed.

**Key words:** insect xylophages, fauna, forest windfall, Trans-Ili Alatau.

Р.Х. Қадырбеков, А.М. Тлеппаева

**Кіші Алматы өзенінің шатқалында  
(Іле Алатауы жотасы, Солтүстік Тянь-Шань) орманның дауыл құлатқан аймағындағы  
ксилофаг-насекомдарының (Insecta, Coleoptera, Hymenoptera) түрлері**

2011 жылы Кіші Алматы өзенінің шатқалында қатты дауылдың әсерінен үлкен аймақтағы жалпақ және қылқан жапырақты тоғайларды құлатып кетті. 2012-2013 жылдары осы аймақта ксилофаг-насекомдардың түрлерін анықтау және сандарының көбеюінің мониторингті зерттеулері жүргізілді. 2012-2013 жылдары мониторингті алқаптарды тексергенде құлаған ағаштардың алаңдарында ксилофаг-насекомдардың 2 отрядының (Coleoptera, Hymenoptera) және 5 тұқымдасының (Buprestidae, Bostrichidae, Cerambycidae, Scolytidae, Sericidae) 25 түрі анықталды. Оның ішінде Buprestidae – 4, Bostrichidae – 1, Cerambycidae -8, Scolytidae – 9, Sericidae – 3 түрлері анықталды. Анықталған түрлердің қортынды тізімі келтірілген.

**Түйін сөздер:** ксилофаг-насекомдар, фауна, орманның дауылдан құлауы, Іле Алатауы..

В 2011 году в ущелье реки Малой Алматинки ураганной силы ветром были повалены большие площади лиственного и хвойного леса. В 2012-2013 году при обследовании мониторинговых площадок в районе лесоповала выявлено 25 видов насекомых-ксилофагов из 2 отрядов: жесткокрылых (Coleoptera) и перепончатокрылых (Hymenoptera) насекомых и 5 семейств (Buprestidae, Bostrichidae, Cerambycidae, Scolytidae, Sericidae). В том числе жуков-златок (Buprestidae) выявлено 4 вида, жуков-капюшонников (Bostrichidae) 1, жуков-дровосеков (Cerambycidae) 8, жуков-короедов (Scolytidae) 9, рогахвостов (Sericidae) 3. На сосне обыкновенной отмечено 15 видов насекомых-ксилофагов, на ели Шренка больше – 21 вид. Ниже приведен аннотированный список выявленных видов.

Отряд Coleoptera – Жесткокрылые, или Жуки

Семейство Cerambycidae – Усачи, или Дровосеки

*Gnathacmaeops brachypterus* (Dan.) – Дровосек короткокрылый. Генерация однолетняя. Личинка развивается в отмершей древесине ели Шренка, часто заселяет старые отмершие пни и отмершие толстые ветви. Первые жуки ниже плотины отмечены во второй декаде июня, а выше плотины – в третьей декаде июня. Основной лет, когда на одну просмотренную полетку приходится до 3-х летных отверстий, наблюдался в июле-августе. Последние жуки ниже плотины отмечены в первой декаде августа, а выше плотины – в первой декаде сентября. Жуки приурочены к хвойно-лесному поясу гор, встречаются на цветах зонтичных [4, 5]. Данный вид, развивающийся в старой древесине, не имеет хозяйственного значения. Из-за обилия кормовой базы его численность всегда высокая. По типу ареала – северотуркестано-алатавско-восточнотяньшанский монтанный вид.

*Gnathacmaeops pratensis* (Laich.) – Дровосек луговой. Генерация однолетняя. Личинка развивается в отмершей древесине ели Шренка, заселяет старые отмершие пни и отмершие толстые ветви. В 2013 году этот вид не был отмечен. В 2012 году собрано несколько экземпляров. Вообще на юге его видового ареала – в Северном Тянь-Шане и в Джунгарском Алатау, он всегда встречался единично, несмотря на хорошую кормовую базу [4, 5]. Впрочем, эта особенность свойственна многим широко распространенным видам. По типу ареала – евразийский борео-монтанный вид.

*Asemum striatum* (L.) – Дровосек ребристый черный. Генерация двухлетняя. Заселяет

прикорневую часть и корни свежесрубленных деревьев сосны обыкновенной и ели Шренка. Личинка живет в древесине. Окукливание начинается в апреле и заканчивается в начале июня [6]. Плодовитость самок высокая – до 80 яиц [6]. Яйца самка откладывает по несколько штук в трещины коры подходящих деревьев. Численность этого вида в ущелье р. Малой Алматинки крайне невысокая. В 2013 году отловлено всего 6 экземпляров, несмотря на достаточную кормовую базу. Лет отмечен с первой декады июня по третью декаду июля. После жуки не попадались. Как и у предыдущего вида, численность дровосека ребристого на юге ареала минимальная [4, 5]. Серьезный технический вредитель, переводит деловую древесину в дровяную. По типу ареала – евразийский борео-монтанный вид.

*Dokhtouroffia nebulosa* Gebl. – Дровосек суходочин. Генерация двухлетняя. Заселяет основание стволов ели Шренка, ту часть здоровых деревьев, которая обескорена [4, 5]. Личинка живет в древесине. Первые жуки ниже плотины отмечены в третьей декаде июня, выше плотины в первой декаде июля. Количество летных отверстий этого года на 1 полетку в среднем составляет 2,8-3,2. Последние жуки ниже плотины собраны во второй декаде августа, а выше плотины – в третьей декаде августа. Численность этого вида по сравнению с 2012 годом, когда она отмечалась, как незначительная, возросла до высокой. Этот вид является серьезным техническим вредителем, переводящим деловую древесину в дровяную. Кроме того, он заселяется на внешне здоровых деревьях с повреждениями основания ствола. Мы наблюдали на площадке, находящейся по дороге на плотину, упавшее здоровое дерево, переломившееся в месте многочисленных ходов личинок этого вида. По типу ареала – северотуркестано-алатавско-восточнотяньшанский монтанный вид.

*Rhagium inquisitor* (L.) – Рагий ребристый. Очень экологически пластичный вид. Заселяется как на свежих отмерших, так и на старых деревьях и пнях сосны обыкновенной и ели Шренка. В свежесрубленных деревьях генерация одногодичная, а в старых деревьях и пнях – двухгодичная. Поэтому под корой одновременно часто попадаются личинки и куколки. Личинка грызет луб, прокладывая в нем извилистые ходы. Первые жуки на площадках, находящихся ниже плотины отмечены, во второй декаде июня, а на площадках, находящихся выше плотины, – в третьей декаде июня. Последние жуки

отмечены ниже плотины во второй декаде августа, а выше плотины – в третьей декаде августа. Лет жуков в течение всего периода их активности равномерно высокий. Количество летных отверстий на одну обследованную полетку достигает 4.0 – 4,5. Плодовитость самок высокая – от 50 до 120 яиц, которые они откладывают по несколько штук в трещины коры [6]. Окукливание личинок начинается в августе, а уже в сентябре под корой начинают попадаться вылупившиеся жуки, которые будут зимовать в куколочных колыбельках. Один из основных массовых видов. Серьезный технический и физиологический вредитель хвойных пород. По типу ареала – евразийский борео-монтанный вид.

*Tetropium staudingeri* Pic – Дровосек Штаудингера. В условиях среднегорья в Северном Тянь-Шане, генерация двухлетняя. Заселяет свежесрубленные или физиологически ослабленные деревья. В 2013 году отмечено заселение внешне здоровых деревьев. Личинка вначале грызет луб и заболонь под корой, позже уходит в древесину. Первые жуки на площадках, находящихся ниже плотины, отмечены во второй декаде июня, а на площадках, находящихся выше плотины, – в третьей декаде июня. Последние жуки отмечены ниже плотины, во второй декаде августа, а выше плотины, – в третьей декаде августа. Лет жуков в течение всего периода их активности равномерно высокий. Количество летных отверстий на одну обследованную полетку достигает 3–4. Численность этого вида по сравнению с 2012 годом, когда она отмечалась, как незначительная, в 2013 г. возросла до высокой. Этот вид является серьезным техническим вредителем, переводящим деловую древесину в дровяную. По типу ареала – северотуркестано-алатавско-восточнотяньшанский монтанный вид.

*Molorchus pallidipennis* von Heyden, 1887. – Дровосек коротконадкрылый семиреchenский. Заселяет свежесрубленные толстые ветви ели Шренка (*Picea schrenkiana*) и сосны обыкновенной [7]. Личинка развивается в заболони и лубе свежесрубленных ветвей. Генерация однолетняя. Зимует в стадии имаго. Первые жуки ниже плотины отмечены в третьей декаде мая, а выше плотины – во второй декаде июня. В разгар лета жуков количество летных отверстий на зараженных ветвях доходит 10-15 на 1 ветку. Последние жуки на площадках, находящихся ниже плотины, отмечены в первой декаде июля, а на площадках выше плотины – во второй декаде июля. Численность средняя. Хозяйственного

значения не имеет. По типу ареала – северотуркестано-алатавско-восточнотяньшанский монтанный вид.

*Callidium violaceum* (L.) – Дровосек фиолетовый. Личинки развиваются под корой отмерших и усыхающих деревьев сосны (*Pinus silvestris*) и ели (*Picea schrenkiana*). Прогрызают извилистые ходы в заболони, перед окукливанием уходят в древесину. Генерация в зависимости от сухости дерева одно-двухлетняя. Окукливание личинок начинается в конце мая [9]. В 2013 году собраны всего 2 экземпляра во второй и третьей декадах июля, в 2012 году не отмечался. Лет имаго на севере ареала приходится на конец мая-июль [9]. Пока найден в Алматы и центральной части Заилийского Алатау [4, 7, 9]. Видимо, завезен с пиломатериалами, ранее в Алматинской области не отмечался [10]. Недавний вселенец в еловые леса Тянь-Шаня. Попадает в сборы только в течение последних 30 лет. Несмотря на хорошую кормовую базу, остается единично встречающимся видом и не имеет в Заилийском Алатау хозяйственного значения. По типу ареала – евразийский борео-монтанный вид.

Семейство Vuprestidae – Жуки-златки

*Anthaxia tianshanica* Billy – Златка тяньшанская. Генерация однолетняя. Личинка точит ходы под корой или в заболони, заселяет тонкие стволы или ветви ели Шренка. Этот вид встречался ниже и выше плотины. Первые летные отверстия имаго на ветвях ниже плотины отмечены в первой декаде июня. Основной лет приходится на вторую-третью декады июня, когда на зараженных ветвях отмечается в среднем 14-17 летных отверстий. Последние единичные жуки отмечены во второй декаде июля. Выше плотины первые жуки отмечены в третьей декаде июня, а последние – в третьей декаде июля. Жуки для дополнительного питания посещают цветы травянистых растений, имеющих желтый цвет. По литературным источникам [11] является вторичным вредителем. Однако в ельниках постоянно массовый вид [12]. По типу ареала – северотуркестано-алатавский монтанный вид.

*Anthaxia quadripunctata* (L.) – Златка четырехточечная. Генерация однолетняя. Личинка точит ходы под корой или в заболони, заселяет тонкие стволы или ветви сосны обыкновенной и, реже ели Шренка. Этот вид встречался только ниже плотины в искусственных посадках сосны обыкновенной (Бутаковка, Кымасар). Первые летные отверстия имаго на ветвях отме-

чены в первой декаде июня. Основной лет приходится на вторую-третью декады июня, когда на зараженных ветвях отмечается в среднем 10-15 летных отверстий. Последние единичные жуки отмечены в первой декаде июля. Жуки для дополнительного питания посещают цветы травянистых растений, имеющих желтый цвет. По литературным источникам [13] является вторичным вредителем. Однако в искусственных посадках сосны обычен [12]. По типу ареала – евразийский борео-монтанный вид.

*Chrysobothris chrysostigma* (L.) – Ребристая бронзовая златка. Генерация двухлетняя. Личинка первый год питается лубом под корой, на второй год уходит в древесину на глубину до 2-х сантиметров. Первые летные отверстия имаго и первые жуки на учетных площадках находящихся ниже плотины отмечены во второй декаде июня, на площадках находящихся выше плотины первые летные отверстия и первые жуки отмечены в третьей декаде июня. Основной лет жуков в условиях Северного Тянь-Шаня приходится на июль-август. Последние единичные жуки были отмечены ниже и выше плотины в первой декаде сентября. В 2013 году численность вида была высокой, в 2012 году не отмечался. В самый разгар лета в середине июля – середине августа в среднем на одну осмотренную полетку приходилось 2,5-2,7 свежих летных отверстий. Заселяет многие хвойные породы, в условиях Заилийского Алатау – сосну обыкновенную и ель Шренка. По литературным источникам [13] относится к вторичным вредителям. По типу ареала – это евразийский борео-монтанный вид.

*Melanophila acuminata* (De Geer). – Златка пожарищ. Генерация двухлетняя. Личинка первый год питается лубом под корой, на второй год уходит в древесину на глубину до 2-х сантиметров. Первые летные отверстия имаго и первые жуки на учетных площадках находящихся ниже плотины отмечены во второй декаде июня, на площадках находящихся выше плотины первые летные отверстия и первые жуки отмечены в третьей декаде июня. Единичный лет имаго этого вида продолжался до первой декады августа, когда был собран последний жук. В 2013 году численность вида была единичной, в 2012 году она была такой же. Заселяет многие хвойные породы, в условиях Заилийского Алатау – сосну обыкновенную и ель Шренка. По литературным источникам [13] относится к вторичным вредителям. В Заилийском Алатау, являющемся

южной оконечностью ареала, всегда был редким, не повлияли на этот вид и благоприятные условия, связанные с ветровалом. На севере ареала является серьезным вредителем хвойных горельников. По типу ареала – евразийский борео-монтанный вид.

Семейство Scolytidae – Жуки-короеды

*Dryocoetes autographus* Ratz. – Короед-автограф. Генерация одногодичная. Дает одно поколение в году. Заселяет корни и основание ствола прямо стоячих ослабленных деревьев с теневой стороны. Чаще селится на упавших деревьях с нижней сырой стороны. Зимуют жуки, куколки и личинки. Жуки и личинки питаются внутренней частью коры, прокладывая в ней ходы. Жуки активны уже в мае, из-за неполовозрелости они попадают под корой и изредка при расселении на поверхности коры весь летний период [14]. Вредитель сосны обыкновенной и ели Шренка. Численность невысокая. По типу ареала – евразийский борео-монтанный вид.

*Hylastes substriatus* Strohm. – Киргизский корнежил. Генерация одногодичная. Дает одно поколение в году. Заселяет корневую шейку и корни больших и средних деревьев. Главное условие, чтобы они были в земле или покрыты мхом, на свежее упавших деревьях заселяет нижнюю, более влажную часть основания ствола. Зимуют жуки, куколки и личинки. Жуки и личинки питаются внутренней частью коры, прокладывая в ней ходы [14]. Жуки активны уже в мае из-за неполовозрелости они попадают под корой и изредка при расселении на поверхности коры весь летний период. Вредитель ели Шренка. Численность средняя. По типу ареала – северотуркестано-алатавский монтанный вид.

*Ips hauseri* Reitt. – Короед Гаузера (Горный киргизский короед). Генерация одногодичная. Дает в нормальные годы два поколения в году. Заселяет весь ствол от корней, комлевой части до кроны [14]. Предпочитает свежесрубленные или физиологически ослабленные деревья. При огромной численности нападает и на совершенно здоровые деревья. Зимуют жуки. Жуки и личинки питаются внутренней частью коры, прокладывая в ней ходы. Жуки активны уже в апреле-мае, когда идет их массовое расселение, и они дают весенний пик численности, далее их активность падает и они встречаются в основном под корой, а во второй половине августа мы наблюдали второй, уже не такой большой, пик расселения имаго. Жуки под корой попадают весь сентябрь, но уже в октябре жуки попадают



ся единично, в это время начинается окукливание личинок. Один из массовых видов вредителей. Серьезный вредитель ели Шренка. По типу ареала – северотуркестано-алатавский монотанный вид.

*Ips sexdentatus* Voegn. – Короед шестизубый (Короед-стенограф). Генерация одногодичная. Дает в нормальные годы два поколения в году. Заселяет весь ствол от корней, комлевой части до кроны [14]. Предпочитает свежесотмершие или физиологически ослабленные деревья. При огромной численности нападает и на совершенно здоровые деревья. Зимуют жуки. Жуки и личинки питаются внутренней частью коры, прокладывая в ней ходы. Жуки активны уже в апреле-мае, когда идет их массовое расселение, и они дают весенний пик численности, далее их активность падает и они встречаются в основном под корой, а во второй половине августа мы наблюдали второй, уже не такой большой, пик расселения имаго. Жуки под корой попадают весь сентябрь, но уже в октябре жуки попадают единично, в это время начинается окукливание личинок. Опасный технический и физиологический вредитель различных хвойных пород, переносчик грибных заболеваний. В ущелье реки Малой Алматинки найден только на сосне. Массовый вид, на отдельных мониторинговых площадках, где имеются искусственные посадки сосны (Бутаковка, Кымасар). По типу ареала – евразийский борео-монотанный вид.

*Orthotomicus suturalis* Gyll. – Короед пожара. Генерация одногодичная. Дает одно поколение в году. Заселяет кроновую часть свежесотмерших или ослабленных больших и средних деревьев, также ослабленный молодняк и толстые отмирающие ветви [14]. Зимуют жуки, куколки и личинки. Жуки и личинки питаются внутренней частью коры, прокладывая в ней ходы. Жуки активны уже в мае, из-за не половозрелости они попадают под корой и изредка при расселении на поверхности коры весь летний период. Один из массовых видов, по численности занимает 3-е место. Вредитель сосны и ели, чаще нападает на ослабленные деревья, на сваленных деревьях поселяется значительно реже. По типу ареала – евразийский борео-монотанный вид.

*Trypodendron lineatum* Oll. – Древесник пестрый. Генерация одногодичная. Дает одно поколение в году. Заселяет вертикально отстоящие ветви сосны обыкновенной и ели Шренка по всему стволу. Зимуют жуки в местах развития личинок. Жуки и личинки питаются плесневыв-

ми грибами, в древесине ветвей, зараженной их спорами. Жуки активны уже в мае, из-за не половозрелости они попадают под корой и изредка при расселении на поверхности коры весь летний период. Индифферентный по хозяйственному значению вид. По типу ареала – евразийский борео-монотанный вид.

*Pytiogenes perfossus* Bees. – Азиатский гравёр (Короед Спесивцева). Генерация одногодичная. Дает одно поколение в году. Заселяет кроновую часть свежесотмерших или ослабленных больших и средних деревьев, также ослабленный молодняк и толстые отмирающие ветви [14]. Зимуют жуки, куколки и личинки. Жуки и личинки питаются внутренней частью коры, прокладывая в ней ходы. Жуки активны уже в мае, из-за не половозрелости они попадают под корой и изредка при расселении на поверхности коры весь летний период. Численность средняя. Вредитель ели Шренка. По типу ареала – северотуркестано-алатавский монотанный вид.

*Pityophthorus kirgicus* Pjat. – Киргизский микрограф. Генерация одногодичная. Дает одно поколение в году. Заселяет кроновую часть свежесотмерших или ослабленных больших и средних деревьев, также ослабленный молодняк и тонкие, реже, толстые отмирающие ветви [14]. Зимуют жуки, куколки и личинки. Жуки и личинки питаются внутренней частью коры, прокладывая в ней ходы. Жуки активны уже в мае, из-за не половозрелости они попадают под корой и изредка при расселении на поверхности коры весь летний период. Полигамный вид, у которого все самки откладывают яйца в единую кучку. Численность средняя. Вредитель только ели Шренка. По типу ареала – северотуркестано-алатавский монотанный вид.

*Pythiophthorus parfentjevi* Pjat. – Короед Парфентьева. Генерация одногодичная. Дает одно поколение в году. Заселяет, главным образом, тонкие отмирающие веточки, реже кроновую часть свежесотмерших или ослабленных средних деревьев [14]. Зимуют жуки, куколки и личинки. Жуки и личинки питаются внутренней частью коры, прокладывая в ней ходы. Жуки активны уже в мае, из-за не половозрелости они попадают под корой и изредка при расселении на поверхности коры весь летний период. Численность низкая. Вредитель ели Шренка. По типу ареала – северотуркестано-алатавский монотанный вид.

Семейство Bostrychidae – Капюшонники  
*Stephanopachys substriatus* Payk. Генерация одногодичная. Личинка развивается в свежесотмершей или старой древесине. Жуки активны в

июне-августе. Численность низкая. Вредитель хвойных пород. По типу ареала – евразийский борео-монтанный вид.

Отряд Hymenoptera – Перепончатокрылые  
Семейство Siricidae – Рогохвосты

*Sirex (Paururus) juvencus* L. – Рогохвост синий, или малый. Личинка развивается в древесине сосны обыкновенной и ели Шренка. Имаго активны в июне-июле. Численность невысокая. Технический вредитель. По типу ареала – евразийский борео-монтанный вид.

*Urocerus gigas* L. – Большой хвойный рогохвост. Личинка развивается в древесине сосны обыкновенной и ели Шренка. Имаго активны в июле-августе. Численность средняя. Серьезный технический вредитель хвойных пород. По типу ареала – евразийский борео-монтанный вид.

*Xeris spectrum* L. – Рогохвост черный. Личинка развивается в древесине сосны обыкновенной и ели Шренка. Имаго активны в июле-августе. Численность средняя. Серьезный технический вредитель хвойных пород. По типу ареала – евразийский борео-монтанный вид.

Выявленные виды по типам видовых ареалов делятся на широко распространенных евразийских борео-монтанных – 15 видов, что составляет 60 % от числа выявленных видов и эндемичных горно-среднеазиатских (северотуркестано-алатавско-восточнотяньшанских, северотуркестано-алатавских) – 10 видов, или 40% от числа выявленных видов.

Таким образом, ядро узко ареальных, эндемичных видов-ксилофагов достаточно многочисленное.

#### Литература

- 1 Темрешев И.И., Колов С.В., Кадырбеков Р.Х. Новые данные по ареалам некоторых видов жесткокрылых (Insecta, Coleoptera), найденных в Государственном национальном природном парке «Иле-Алатау» // Материалы международной научно-практической конференции «Зоологические и охотоведческие исследования в Казахстане и сопредельных странах». 1-2 марта 2012 г. – Алматы, 2012. – С. 250-251.
- 2 Темрешев И.И., Колов С.В. Насекомые из мест ветровала в Государственном национальном природном парке «Иле-Алатау» Алматинской области Казахстана // Евразийский энтомологический журнал. – 2013. – Т. 12. – Вып. 2. – С. 125-131.
- 3 Кадырбеков Р.Х., Тлеппаева А.М., Исмагулов Е.Ж., Гриценко Н.И. Динамика популяций жесткокрылых насекомых-ксилофагов (Insecta, Coleoptera) на сосне обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) и ели Шренка (*Picea schrenkiana* Fisch. et Mey.) в ущелье реки Малой Алматинки (хребет Заилийский Алатау, Северный Тянь-Шань) в 2013 г. // Экология животных и фаунистика. – Тюмень: Изд-во Тюменского Ун-та, 2013. – Вып. 9. – С. 76-81.
- 4 Кадырбеков Р.Х., Тлеппаева А.М. Эколого-фаунистический обзор жуков-дровосеков (Coleoptera, Cerambycidae) Алматинского заповедника // Известия МН-АН Республики Казахстан, серия биол. и мед. – 1997. – № 1. – С. 40-44.
- 5 Кадырбеков Р.Х., Тлеппаева А.М. Обзор жуков-дровосеков (Coleoptera, Cerambycidae) Алматинской области // Tethys Entomological Research. – 2008. – V. 16. – P. 45-58.
- 6 Черепанов А.И. Усачи Северной Азии (Prioninae-Aseminae) – Новосибирск: Наука, 1979. – Ч. 1. – 472 с.
- 7 Кадырбеков Р.Х., Чильдебаев М.К. Об обнаружении семиреченского коротконадкрылого дровосека *Molorchus pallidipennis* Heyd. на сосне обыкновенной в Заилийском Алатау // Selevinia. – 1995. – Т. 3. – № 4. – С. 54.
- 8 Кадырбеков Р.Х., Чильдебаев М.К., Яценко Р.В. О распространении и экологии шести видов жуков-дровосеков (Coleoptera, Cerambycidae) фауны Казахстана // Известия НАН Республики Казахстан, серия биол. – 1995. – № 5. – С. 86-88.
- 9 Кадырбеков Р.Х. О первых находках трех видов жуков-дровосеков в Северном Тянь-Шане // Selevinia. – 1996-1997. – Т. 4-5. – С. 246.
- 10 Костин И.А. Жуки-дендрофаги Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1973. – 280 с.
- 11 Рихтер А.А. Фауна СССР. Насекомые жесткокрылые. Златки (Buprestidae). – М.-Л., 1949. – Т. XIII. – Вып. 2. – 251 с.
- 12 Рихтер А.А. Фауна СССР. Насекомые жесткокрылые. Златки (Buprestidae). – М.-Л., 1952. – Т. XIII. – Вып. 4. – 233 с.
- 13 Тлеппаева А.М. Обзор жуков-златок (Coleoptera, Buprestidae) Алматинского заповедника // Tethys Entomological Research. – V. 1. – 1999. – P. 183-186.
- 14 Старк В.Н. Фауна СССР. Жесткокрылые. Короеды. – М.-Л., 1952. – Т. 31. – 462 с.

#### References

- 1 Temreshev I.I., Kolov S.V., Kadyrbekov R.Kh. Novye dannye po arealam nekotorykh vidov zhestkokrylykh (Insecta, Coleoptera), najdennykh v Gosudarstvennom nacionalnom prirodnom parke «Ile-Alatau» // Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii «Zoologicheskie i okhotovedcheskie issledovaniya v Kazakhstane i sopredelnykh stranakh». 1-2 marta 2012 g. – Almaty, 2012. – S. 250-251.
- 2 Temreshev I.I., Kolov S.V. Nasekomye iz mest vetrovala v Gosudarstvennom natzyonalnom prirodnom parke «Ile-Alatau» Almatinskoy oblasti Kazakhstana // Evrazijskiy entomologicheskij zhurnal. – 2013. – T. 12. – Vyp. 2. – S. 125-131.

- 3 Kadyrbekov R.Kh., Tleppaeva A.M., Ismagulov E.Zh., Gritzenko N.I. Dinamika populiatziy zhestkokrylykh nasekomykh-khilophagov (Insecta, Coleoptera) na sosne obyknovnoy (*Pinus silvestris* L.) i eli Shrenka (*Picea schrenkiana* Fisch. et Mey.) v uscheliye reki Maloy Almatinki (khrebet Zailiyskiy Alatau, Severniy Tian-Shan) v 2013 g. // *Ecologiya zivotnykh i faunistica*. – Tiumen: Izd-vo Tiumenskogo Universiteta, 2013. – Vyp. 2. – S. 125-131.
- 4 Kadyrbekov R.Kh., Tleppaeva A.M. Ecologo-Faunisticheskiy obzor zhukov-drovosekov (Coleoptera, Cerambycidae) Almatinskogo zapovednika // *Izvestiya MN-AN Respubliki Kazakhstan, seriya biol. i med.* – 1997. – № 1. – S. 40-44.
- 5 Kadyrbekov R.Kh., Tleppaeva A.M. Obzor zhukov-drovosekov (Coleoptera, Cerambycidae) Almatinskoy oblasti // *Tethys Entomological Research*. – 2008. – V. 16. – P. 45-58.
- 6 Cherepanov A.I. Usachi Severnoy Azii (Prioninae-Aseminae) – Novosibirsk: Nauka, 1979. – Ch. 1. – 472 s.
- 7 Kadyrbekov R.Kh., Childebaev M.K. Ob obnaruzhenii cemirechenskogo korotkonadkrylogo drovoseka *Molorchus pallidipennis* Heyd. na sosne obyknovnoy v Zailiyskom Alatau // *Selevinia*. – 1995. – T. 3. – № 4. – S. 54.
- 8 Kadyrbekov R.Kh., Childebaev M.K., Jashenko R.V. O rasprostraneni i ecologii shesti vidiv zhukov-drovosekov (Coleoptera, Cerambycidae) fauni Kazakhstana // *Izvestiya NAN Respubliki Kazakhstan, seriya biol.* – 1995. – № 5. – S. 86-88.
- 9 Kadyrbekov R.Kh. O pervykh nakhodkakh trekh vidov zhukov-drovosekov v Severnom Tian-Shane // *Selevinia*. – 1996-1997. – T. 4-5. – S. 246.
- 10 Kostin I.A. Zhuki-dendrophagi Kazakhstana. – Alma-Ata: Nauka, 1973. – 280 s.
- 11 Richter A.A. Fauna SSSR. Nasekomye zhestkokrylye. Zlatki (Buprestidae). – M.-L., 1949. – T. XIII. – Vyp. 2. – 251 s.
- 12 Richter A.A. Fauna SSSR. Nasekomye zhestkokrylye. Zlatki (Buprestidae). – M.-L., 1952. – T. XIII. – Vyp. 4. – 233 s.
- 13 Tleppaeva A.M. Obzor zhukov-zlatok (Coleoptera, Buprestidae) Almatinskogo zapovednika // *Tethys Entomological Research*. – V. 1. – 1999. – P. 183-186.
- 14 Stark V.N. Fauna SSSR. Zhestkokrylye. Koroedi. – M.-L., 1952. – T. 31. – 462 s.

УДК 576.895.425

Т.Т. Мамутбекова

Биолого-почвенный институт НАН КР, Кыргызстан, г. Бишкек  
E-mail: tolgonay.mamutbekova@mail.ru.

### Характеристика видов пяти родов краснотелковых клещей в ущелье Ала-Арча Киргизского хребта

В работе приводятся результаты многолетних исследований краснотелковых клещей (Acariformes: Trombiculidae, Leeuwenhoekiidae) ущелья Ала-Арча Киргизского хребта (Северный Тянь-Шань). Клещи собраны в 13 урочищах рассматриваемого ущелья. На мелких млекопитающих 5 видов выявлено паразитирование 10 видов клещей из родов *Shunsennia*, *Leptotrombidium*, *Montivagum*, *Aboriginesia* и *Euschoengastia*.

Установлено, что наиболее часто на позвоночных животных паразитировали *E. alpina*, *A. armata* и *L. wolandi*. Наибольшая интенсивность поражения зарегистрирована у доминантных видов *E. alpina* – 14,6 экз. и *A. armata* – 11,7 экз. Доминантными оказались роды *Leptotrombidium* (4 вида) и *Aboriginesia* (3 вида), что в итоге составило 70,0% от числа видов рассматриваемых родов.

**Ключевые слова:** краснотелковые клещи, систематика, семейство, род, вид.

Mamutbekova T. T.

### Species characteristics of childbirth chigger mites five genus in the Ala-Archa gorge of the Kyrgyz ridge

This work contains the results of years of research childbirth chigger mites (Acariformes: Trombiculidae, Leeuwenhoekiidae) of the Ala-Archa Kyrgyz ridge (Northern Tien Shan). Ticks collected in 13 areas from of the Ala-Archa gorge. Small mammals, 5 species identified parasitizing 10 species of mites of the genera *Shunsennia*, *Leptotrombidium*, *Montivagum*, *Aboriginesia* and *Euschoengastia*.

Found that the most often on vertebrate animals parasitized *E. alpina*, *A. armata* and *L. wolandi*. The intensity of the infection is registered by the dominant species of the *E. alpina* - 14,6 copies and *A. armata* – 11,7 copies. Dominant genera was *Leptotrombidium* (4 species) and *Aboriginesia* (3 species), which ultimately amounted to 70.0% of that of the species under consideration childbirth.

**Key words:** chigger mites, systematics, family, genus, species.

Т.Т. Мамутбекова

### Қырғыз жотасының Ала-Арча шатқалындағы қызыл денелі тістеуіктердің бес түрінің сипаттамасы

Жұмыста Қырғыз жотасының (Солтүстік Тянь-Шань) Ала-Арча шатқалының қызыл денелі кенелердің зерттеу нәтижелері келтірілген. Кенелер жотаның 13 мекендерінде жиналған. *Shunsennia*, *Leptotrombidium*, *Montivagum*, *Aboriginesia* және *Euschoengastia* туыстарының 10 түрі ұсақ сүтқоректілердің 5 түрінен бөлінген.

Омыртқалы жануарларда көбінесе *E. Alpina*, *A. Armata* және *L. Wolandi* анықталды. Доминантты түрлерінің *E. Alpina*, *A. Armata* қарқындылығы жоғары болды (тиісінше 14,6 және 11,7 экз.). Доминантты туыстар *Leptotrombidium* (4 түрі) және *Aboriginesia* (3 түрі) қарастырылған түрлерінің 70,0%-ың құраған.

**Түйін сөздер:** қызыл денелі кенелер, жіктелуі, тұқымдас, туыс, түр.

Из ущелья Ала-Арча А. В. Харатовым [1] был описан новый для науки вид краснотелкового клеща – *Leptotrombidium bicoxalis* Khar. Позднее в Киргизском хребте отмечали нахождение 17 видов клещей [2]. Наши исследования дополнили список паразитов этого района еще тремя видами [3]. Последующее изучение краснотелков ущелья Ала-Арча выявило на мелких млекопитающих [4, 5] *Neoschoengastia (H.) simonovichi* Hush., который оказался новым для этого ущелья. Нами описаны два новых для науки вида из рода *Aboriginesia* – *A. akimovi* sp. n. Khar. et al. и *A. chirovi* sp. n. Khar. et al. Кроме того, вид *Leptotrombidium derlatkoi* Kudr. оказался новым для Киргизского хребта.

При составлении таблиц использованы следующие обозначения: ИВ – индекс встречаемости, ИО – индекс обилия, ИП – интенсивность поражения и ИД – индекс доминирования [6]. Оценку численности каждого вида краснотелков рассчитывали по следующей шкале: доминант – вид составляющий от 30 до 50%, обычный – от 1 до 30% и редкий – менее 1% в общем сборе.

Семейство *Leeuwenhoekidae* Wom.

Основными отличительными морфологическими особенностями семейства являются – дорсальный щит имеет две антеромедиальные щетинки (AM = 2), может присутствовать антеромедиальный отросток (Nasus = +).

В фауне Кыргызстана найдено 2 подсемейства, 2 трибы, 4 рода и 5 видов. В ущелье Ала-Арча обнаружен 1 вид.

Подсемейство *Leeuwenhoekinae* Wom.

Ноги шестичлениковые (fsp = 6.6.6), первая пара стерильных щетинок отсутствует.

Триба *Leeuwenhoekini* Verc. – Crand.

Коготь хелицер не имеет формы «треуголки».

Род *Shunsennia* Jam. et Tosh.

Диагноз рода. SIF = 7 B – B(N) – 2(4) – 1(2).

1. 0(1). 1 – 0. 0. 0; fPp = B – B – B (N). B; fsp = 6.6.6; fSt = 0.2; fCx = 2.1(2). 1(2); (ST, pST, PT', PT'') = N; Ip = 1000; Hv = 0; N = 0; S<sub>3</sub> = +; AM = 2.

*Shunsennia oudemansi* (Schl., 1955) (n = 44).

Диагноз вида. SIF = 7 B – B – 2 – 2. 1. 1. 1 – 0. 0. 0. 0; fPp = B – B – B. N. B; fsp = 6.6.6; fCx = 2.1.1.; fSt = 0.2; (ST, pST, PT', PT'') = N; fSc = PL > AM > AL; fD = 88 (81-104); fV = 66 (76-89); NDV = 170 (157-192).

Распространение. В Киргизском хребте отмечался в урочищах Кегеты, Шамши, Орловка, Туок, Ала-Арча, Белогорка, Чолок-Кайинды [2].

В ущелье Ала-Арча обитание *S. oudemansi* нами установлено в 8 урочищах: Карагай-Булак,

Ак-Сай, Сары-Күнгөй, Адигине, Теке-Төр, Шалакман, Беш-Сала, Ала-Куш, расположенных на высотах 1930 – 2970 (2242) м над ур. моря, перепад высот определен в 1040 м.

Экология. Клещи обнаружены исключительно в скальных осыпях. В поясе высокогорья собрано 81,82%, соответственно в среднегорье 18,20%. В среднегорном поясе личинки *S. oudemansi* собраны в двух, а высокогорном в шести урочищах. Наиболее благоприятные условия оказались в урочище Адигине, где собрано 31,82% клещей этого вида. Высота мест сборов здесь определена – 2116 – 2167 (2141) м над ур. моря. Перепад высот составил 1040 м. н. ур. м.

Клещи обнаружены на серебристой полевке (ИВ = 14,57%) и лесной мыши (2,41%). Индекс обилия был выше у серебристой полевки 0,34 экз., а у лесной мыши 0,11 экз. Однако, интенсивность поражения была в 2 раза больше у лесной мыши 4,50 экз., против 2,33 экз. у серебристой полевки. В целом на двух грызунах ИВ = 7,76%, ИО = 0,20 экз. и ИП = 2,59 экз.

Наибольшей численности личинки *S. oudemansi* достигали в мае – 34,09%, снижаясь в июне до 18,18% и в октябре составила 13,65%. В остальные месяцы процентное соотношение клещей колебалось от 2,27% до 9,09%, от числа сборов клещей этого вида. В сборах паразиты отсутствовали только в январе и апреле.

Семейство *Trombiculidae* Ewin.

Основные отличительные морфологические особенности данного семейства состоят в наличии одной антеромедиальной щетинки (AM = 1) и в отсутствии атреромедиального отростка (Nasus = 0) на дорсальном щите. В Кыргызстане зарегистрировано 2 подсемейства 2 трибы, 23 рода и 62 вида [2]. В ущелье Ала-Арча установлено обитание 21 вида.

Подсемейство *Trombiculini* Ewin.

На коленях первой пары ног два или три соленидия (ga = 2 или ga = 3).

Триба *Trombiculini* Verc. – Crand.

Сенсиллы бичевидные.

Род *Leptotrombidium* Nag. Miayg. Mit. et Imam.

Диагноз рода. SIF = 7 B – B – 3 – 2. 1. 1. 1 – 0. 0. 0. 0; fPp = N – N – B. N. N; fsp = 7.7.7; fSt = 0.2; fCx = 1. 1. 1(2); fSt = 2. 2; (ST, pST, PT', PT'') = N; Ip = 1000; Hv = 700-900.

*Leptotrombidium derlatkoi* Kudr. 1979 (n = 1).

Диагноз вида. SIF = 7 B – B – 3 – 2. 1. 1. 1 – 0. 0. 0. 0; fPp = N – N – B. N. N; fsp = 7. 7. 7; fCx = 1. 1. 1; fSt = 2. 2; (ST, pST, PT', PT'') = N; fSc =

PL>AM>AL; fD = 2 Н. 11(10-13). 7(6-8). 7(6-8). 7(6-8). 5(4-6) = 39 (36-43); fV = 36(34-40); NDV = 75(72-79).

Вид *L. derlatkoi* впервые обнаружен в Киргизском хребте. Ранее его находили в ущельях Кеолу Тоо, Кюнгей Ала-Тоо [2].

Один клещ нами был снят с серебристой полевки в октябре в скальных осыпях урочища Адигине ущелья Ала-Арча, расположенного на высоте 2343 м над ур. моря. Индекс встречаемости вида на этом грызуне составил 0,97%, а интенсивность поражения 0,01 экз.

*Leptotrombidium schlugerae* (Emel. et Gorb., 1960) (n = 25).

Диагноз вида. SIF = 7 В – В – 3 – 2. 1. 1. 1 – 0. 0. 0. 0; fPp = N– N – В. N. N; fsp = 7. 7. 7; fCx = 1. 1. 1; fSt = 2. 2; (ST, pST, PT', PT'') = N; fSc = AM>PL>AL; fD = 2 Н. 10(8-12). 12(10-14). 10(8-12). 7(6-8). 3(2-4). 0-2 = 47 (43-50); fV = 43(40-46); NDV = 90(86-95).

Распространение. Зарегистрирован в двух ущельях Киргизского хребта: Кувакы и Ала-Арча [2]. Нами в ущелье Ала-Арча *L. schlugerae* обнаружен в скальных осыпях трех урочищ: Беш-Сала, Адигине и Ак-Сай.

Экология. Диапазон высот колебался от 1930 до 2528 (2275) м над ур. моря, а перепад высот обнаружения вида равнялся 598 м. В высокогорном поясе собрано 80,0%, соответственно в среднегорном только 20,0%, от числа клещей этого вида.

*L. schlugerae* встречался на серебристой полевке (ИВ = 5,83%) и лесной мыши (ИВ = 1,21%). Интенсивность обилия на первом грызуне составила 0,22 экз., на втором 0,03 экз. Менее заметная разница между ними была при расчетах интенсивности поражения, так если у серебристой полевки ИП = 3,84 экз., то у лесной мыши ИП = 2,0 экз. В среднем у этих зверков ИВ = 3,77%, ИО = 0,14 экз. и ИП = 3,57 экз.

Клещи были обнаружены в декабре, мае, октября и ноября. Более половины личинок этого вида (64,0%), нами было собрано в октябре.

*Leptotrombidium wolandi* Kudr., 1979 (n = 218).

Диагноз вида. SIF = 7 В – В – 3 – 2. 1. 1. 1 – 0. 0. 0. 0; fPp = N– N – В. N. N; fsp = 7. 7. 7; fCx = 1. 1. 1; fSt = 2. 2; (ST, pST, PT', PT'') = N; fSc = AM>PL>AL; fD = 2 Н. 13(11-14). 13(11-14). 11(10-13). 8(6-10). 2-4 = 52 (48-54); fV = 45(43-48); NDV = 101(91-112).

Распространение. Вид *L. wolandi* в Киргизском хребте отмечался в семи урочищах: Ала-

Арча, Кегеты, Чолок-Кайынды, Туюк, Ак-Суу, Кувакы и Байрам-Булак [2]. В ущелье Ала-Арча данный вид нами обнаружен скальных осыпях в урочищах – Беш-Сала, Балакман, Ала-Куш, Сары-Кунгой, Карагай-Булак, Ак-Сай, Адигине, Теке-Тор и в смешанном лесу Чон-Бөйрөкө.

Экология. Диапазон вертикального распространения *L. wolandi* колебался от 1800 до 2780 (2171) м над ур. моря, а перепад составил 980 м. В биотопе смешанный лес обнаружена всего одна личинка. Клещи явно предпочитают пояс среднегорья – 72,02%, от числа всех сборов этого вида. В поясе среднегорья личинки обнаружены в трех, а в высокогорье в шести урочищах. Наиболее оптимальными оказались условия в урочище Беш-Сала, где было собрано 69,73% клещей этого вида.

Установлено три вида хозяев-прокормителей: тяньшаньская бурозубка, серебристая полевка и лесная мышь. С первого зверька собрано всего одна личинка. Индекс встречаемости на серебристой полевке составил 22,33%, в то время как на лесной мыши – 3,62%. На первом грызуне ИО = 2,03 экз. и ИП = 9,09 экз., на втором 0,09 экз. и 2,67 экз. соответственно. Средние показатели индексов для трех видов хозяев были таковы: ИВ = 12,92%, ИО = 1,04 экз., ИП = 8,0 экз. Клещи *L. wolandi* встречались во все месяцы, кроме июля. В октябре численность паразитов начинала возрастать с 11,47%, в ноябре – 26,61% и максимума достигала в декабре 42,66%, от числа личинок этого вида. В остальные месяцы процентное соотношение краснотелок колебалось от 0,46% до 6,88%.

*Leptotrombidium bicoxalis* Khar, 1995 (n = 1).

Диагноз вида. SIF = 7 В – В – 3 – 2. 1. 1. 1 – 0. 0. 0. 0; fPp = N– N – В. N. N; fsp = 7. 7. 7; fCx = 1. 1. 2; fSt = 2. 2; (ST, pST, PT', PT'') = N; fSc = AM>PL>AL; fD = 2 Н. 12(10-14). 13(11-15). 12(9-13). 9(8-10). 4-6. 2-4 = 56 (52-61); fV = 51(49-54); NDV = 104(97-111).

Вид впервые описан из ущелья Ала-Арча Киргизского хребта и поймы реки Кара-Куджур Кочкорской долины с серебристой полевок [2].

Нами одна личинка снята в декабре с серебристой полевки в ущелье Ала-Арча, урочище Беш-Сала, в скальных осыпях, расположенных на высоте 2340 м над ур. моря.

Род *Montivagum* Kudr.

Диагноз рода. SIF = 7 В – В – 3 – 2 (1) 1. 1. 1 – 0. 0. 0. 0; fPp = N– N – В. N. В; fsp = 7. 7. 7; fCx = 1. 1. 1(3); fSt = 2. 2(4); (ST, pST, PT', PT'') = N; Ip = 900.

*Montivagum dihumeralе* (Traub et Nadch.) (n = 9).

Диагноз вида. SIF = 7 B – B – 3 – 2. 1. 1. 1 – 0. 0. 0. 0; fPp = N – N – B. N. B; fsp = 7. 7. 7; fCx = 1. 1. 1; fSt = 2. 2; (ST, pST, PT', PT'') = N; fSc = PL > AM > AL; fD = 4 H. 19(16-22). 17(15-19). 13(10-16). 9(7-12). 5(4-6). 2-4. 0-2 = 70 (63-77); fV = 59(53-65); NDV = 126(120-132).

Распространение. В Киргизском хребте обнаружен в ущельях Шамши и Ала-Арча [2]. В ущелье Ала-Арча нами выявлен в урочищах Ак-Сай и Адигине.

Экология. Вид *M. dihumeralе* обитал в скальных осыпях расположенных на высотах 2310-2450 (2368) м над ур. моря с перепадом в 140 м. Клещи паразитировали только на серебристой полевке ИВ = 5,83%, ИО = 0,09 экз. и ИП = 1,5 экз. В поясе среднегорья зарегистрировано две личинки и в высокогорье семь. Обитание на грызуне выявлено в августе (7) и в октябре (2 клеща).

Род *Aboriginesia* Kud.

Диагноз рода. SIF = 7 BS – B(N) – 3 – 2 (3) 1. 1. 1 – 1. 0. 0. 0; fPp = B – B – N(B). N(B). B; fsp = 7. 7. 7; fCx = 1. 1. 1(2); fSt = 2. 2(4); N; Ip = 762-1126. Дорсальный щит может быть scutum или peniscutum.

*Aboriginesia armata* (Schlug. et Bibik) (n = 362).

Диагноз вида. SIF = 7 BS – B – 3 – 3. 1. 1. 1 – 1. 0. 0. 0; peniscutum; fPp = B – B – B. B. B; fsp = 7. 7. 7; fCx = 1. 1. 2; fSt = 2. 4; (ST, pST, PT', PT'') = N; fSc = PPL > PL > AM > AL; fD = 2 H. 15(13-16). 14(11-17). 14(10-18). 9(8-10). 4(2-6) = 65 (60-70); fV = 67(63-70); NDV = 134(130-139).

Распространение. Ранее личинок *A. armata* находили в ущельях Киргизского хребта – Чолок Кайынды и Ала-Арча [2]. Нами в ущелье Ала-Арча клещи обнаружены в семи урочищах: Беш-Сала, Балакман, Ала-Куш, Чон-Бөйрөк, Адигине, Ак-Сай, Теке-Төр.

Экология. Собранные *A. armata* зарегистрированы на высотах от 1830 до 2770 (2241) м над ур. моря с перепадом высот 940 метров. Клещи обитали исключительно в петрофильных стациях. Паразиты явно предпочитали высокогорный пояс – 79,28%, от числа всех сборов данного вида. Наиболее благоприятные условия для него оказались в урочищах Чон-Бөйрөк – 20,44%, Ак-Сай – 29,28% и Адигине – 30,38. В остальных четырех урочищах сборы составили от 0,28% до 16,02%. В поясе высокогорья вид отмечался в пяти, в среднегорья в 2 урочищах. В поясе высокогорья обитало 79,28%, от числа сборов данного вида.

Клещи паразитировали на серебристой полевке и лесной мыши. С последней снята всего одна личинка. Основным прокормителем *A. armata* является серебристая полевка: ИВ = 29,13%, ИО = 3,51 экз. и ИП = 12,03 экз. Средние показатели по двум хозяевам следующие: ИВ = 16,67%, ИО = 1,95 экз. и ИП = 11,68 экз.

Сезонная динамика численности *A. armata* в течение года имела свои особенности. Нами отмечено два пика численности: зимне-весенний в феврале – 15,47% и марте – 20,44%; и осенний – в октябре – 32,59% и в ноябре – 25,69%, от числа всех сборов рассматриваемого вида. В остальные месяцы процентное соотношение личинок составляло от 0,28% до 3,59%. Необходимо отметить, что в летний сезон клещей на мелких млекопитающих обнаружить не удалось.

*Aboriginesia chirovis* p. n. Khar, Mamut, Akysh. (n = 3).

Диагноз вида: SIF = 7BS-N-3-3.1.1.1-1.0.0.0; fp = pp > pa > pm; Scutum + Peniscutum; fPp = B-B-B.B.B; fsp = 7.7.7; fCx=1.1.2; fSt = 2.4; (ST, pST, PT', PT'') = N; fSc = PPL psc > PPL sc (> PL > AM > AL; fD = 2H.16 (14-19). 17 (16-19). 15 (14-17). 12 (10-14). 7 (6-8). 4 (4-5) = 73 (69-78); fV = 63 (61-65); NDV=136 (130-143).

Экология. Личинка *A. chirovi* №44, 19.03.11 г. в урочище Бөйрөк в марте питалась внутри ушной раковины серебристой полевки совместно с 74 LL *A. armata*. Два клеща описываемого вида № 123, 21.10.11 г., в урочище Адигине в октябре насыщались там же, однако, количество видов на грызуне составило восемь: *Leptotrombidium schlugerae* (2 LL), *L. wolandi* (2 LL), *Neotrombicula (N.) nagayoi* (101 LL), *N. (N.) kharadovi* (46 LL), *N. (N.) monticola* (9 LL), *N. (N.) sympatrica* (9 LL), *N. (N.) irata* (1 L) и *Aboriginesia armata* (40 LL). Всего на этой полевке обнаружено 286 клещей – 12 видов: в очесе 65 экз., внутри уха 212 и на гениталиях 9 экз. Оба грызуна (№44 и №123) оказались половозрелыми самками (5-7 месяцев, adultus).

*Aboriginesia akimovis* p. n. Khar, Mamut, Akysh. (n = 1).

Диагноз вида : SIF = 7BS-B-3-3.1.1.1-1.0.0.0; Scutum; fPp = B-B-B. B. N'; fsp = 7.7.7; fCx = 1.1.1; fSt = 2.2 (ST, pST, PT', PT'') = N; fSc = PPL > PL > AL > AM; fD = 4H.10.15.11.10.6.4 = 60; fV = 46; NDV = 106.

Личинка питалась внутри ушной раковины серебристой полевки. Грызун отловлен в Киргизском хребте ущелья Ала-Арча, урочище Беш-Сала, в скальных осыпях поросших кус-

тарником, расположенных на высоте 1932 м над ур. моря. *A. akimovi* sp. n. в ноябре насыщалась внутри ушной раковины серебристой полевки (возраст грызуна старше 7 месяцев – senex).

Род *Euschoengastia* Ewin.

Диагноз рода. SIF = 7 В – В – 3(7) – 2 . 1. 1. 0(1) – 0.0.0.0; fPp = В– В – В. В(N). В; fsp = 7. 7. 7; fSt = 2. 2; fCx = 1. 1. 1(3); N. Ширина щита в 2 раза больше его длины.

*Euschoengastia alpina* Sasa et Jam (n = 570).

Диагноз вида : SIF = 7 В – В – 7 – 2 . 1. 1. 0 – 0.0.0.0; fPp = В– В – В. N. В; fsp = 7. 7. 7; fCx = 1. 1. 1; fSt = 2. 2; (ST, pST, PT', PT'') = N; fSc = PL>AL>AM; fD = 2H.11(10-12).13(11-15).11(10-12).8(6-10) 4-6.2-4.2 = 54 (48-59); fV = 48(43-53); NDV = 104(96-112).

Распространение. Обнаружен в ущельях Ак-Суу, Сосновка, Кувакы, Белогорка, Чолок-Кайынды, Ала-Арча, Чон-Курчак, Шамси, Кегеты, Туюк – Киргизского хребта [2]. Нами обитание *E. alpina* установлено в ущелье Ала-Арча в урочищах: Беш-Сала, Кун-Тийбес, Балакман, Ала-

Куш, Ак-Сай, Адигине, Карагай-Булак, Теке-Тор и Чон-Бөйрөк.

Экология. Паразиты встречались от 1805 до 2775 (2145) м над ур. моря, перепад высот составил 970 метров. Клещи обитали в скальных осыпях и смешанному лесу. Во втором биотопе собрано всего три экземпляра (0,58%). Личинки явно предпочитали высокогорный пояс – 81,96%, от числа всех клещей *E. alpina*. В поясе среднегорья клещи встречались в 4, в высокогорье в 7 урочищах. В Беш-Сала и Ак-Сай личинки отмечались в обоих высотных поясах. Оптимальные условия обитания оказались в урочище Адигине – 397 экз. (77,84%). В других восьми урочищах показатели численности колебались от 0,39% до 15,38%. *E. alpina* питались на серебристой полевке и лесной мыши, причем клещи явно предпочитали лесную мышь – 66,47%, от числа всех сборов рассматриваемого вида (табл. 1). Несмотря на то, что клещи на серебристой полевке встречались чаще (ИВ = 27,19%), однако численность клещей на лесной мыши была почти в 8 раз выше (ИП= 48,42 экз.).

Таблица 1 – Паразитирование *E. alpina* на различных животных в ущелье Ала-Арча Киргизского хребта

№	Хозяин	Животные		И В	Клещи		
		осмотрено	заражено		к-во	ИО	ИП
1.	Серебристая полевка	103	28	27,19	171	1,66	6,11
2.	Лесная мышь	83	17	8,44	339	4,09	48,42
Итого:		186	35	18,82	510	2,75	14,57

Обычно подавляющее число видов краснотелковых клещей, в петрофильных биотопах, как правило, стремились к паразитированию именно на серебристой полевке. *E. alpina* имеет широкий круг хозяев (40) и является экологически пластичным видом. Он встречается как в условиях жаркого климата Чуйской долины, так и высокогорье (Харадов, Чиров, 2006).

Нами установлено паразитирование вида в зимний, весенний и осенний сезоны (9 месяцев). В летний период клещи в сборах полностью отсутствовали. Установлен один пик подъема численности в октябре – 77,05% клещей, от числа всех собранных *E. alpina*. В остальные восемь месяцев процентное соотношение паразитов колебалось от 0,21% в январе, до 10,19% – в ноябре.

Проведенные исследования показали, что фаунистический комплекс клещей краснотелок из пяти рассматриваемых родов ущелья Ала-Арча представлен 10 видами, принадлежащими к 2 подсемействам,

и 2 семействам. Всего с 116 мелких млекопитающих собрано 1174 личинки (табл. 2). Наиболее часто на хозяевах встречались *E. alpina* – 18,82%, *A. armata* – 16,67% и *L. wolandi* – 12,02%. Индекс встречаемости остальных семи видов колебался от 0,97 до 7,76%. Высокие показатели интенсивности поражения отмечены у *E. alpina* – 14,57 экз. и *A. armata* – 11,68 экз. на особь. Эти два вида оказались и в списке доминантов – 43,44% и 30,38%, соответственно.

По количественному разбросу видов все роды объединены в три группы: доминанты – содержащие 5 и более видов, субдоминанты – 3-4 вида и акциденты – 1-2 вида. Таксономическая характеристика фаунистического спектра (Токобаев, 1976) краснотелок, представленная в убывающей последовательности количества видов (табл. 3). Абсолютными доминантами оказались роды *Leptotrombidium* (4вида) и *Aboriginesia* (3 вида), что в сумме составило 70,0% от числа видов рассматриваемых пяти родов.



**Таблица 2** – Паразитирование краснотелковых клещей некоторых родов на мелких млекопитающих в ущелье Ала-Арча

№	Вид клеща	Животных		Собрано клещей	Индексы			
		осм.	зар.		ИВ	ИО	ИП	ИД
1.	Сем. Leewenhokiidae <i>Shunsennia oudemansi</i> Sluger, 1955	219	17	44	7,76	0,20	2,59	3,74
2.	Сем. Trombiculidae <i>Leptotrombidium derlatkoi</i> Kudryashova, 1979	103	1	1	0,97	0,01	1,00	0,09
3.	<i>L. schlugerae</i> (Emeljanova et Gorbatchova, 1960)	186	7	25	3,77	0,14	3,57	2,13
4.	<i>L. wolandi</i> Kudryashova, 1979	209	27	218	12,92	1,04	8,08	18,56
5.	<i>L. bicoxalus</i> Kharadov, 1995	103	1	1	0,97	0,01	1,00	0,09
6.	<i>Montivagum dihumerale</i> (Traub et Nadchatram, 1967)	103	6	9	5,83	0,09	1,50	0,77
7.	<i>Aboriginesia armata</i> (Schlug. et Bibikova, 1959)	186	31	362	16,67	1,95	11,68	30,83
8.	* <i>A. chirovi</i> sp. n.	103	2	3	1,94	0,03	1,50	0,26
9.	* <i>A. akimovi</i> sp. n.	103	1	1	0,97	0,01	1,00	0,09
10.	<i>Euschoengastia alpina</i> Sasa et Jameson, 1954	186	35	510	18,82	2,74	14,57	43,44
Итого :		219	116	1174	52,97	5,36	10,12	100,0

Примечание: \* – новый вид для науки

**Таблица 3** – Структура фауны краснотелок паразитирующих на мелких млекопитающих ущелья Ала-Арча

№	Группа	Род	Вид	
			количество	%
1.	Субдоминант	<i>Leptotrombidium</i>	4	40,0
		<i>Aboriginesia</i>	3	30,0
2.	Акцидент	<i>Shunsennia</i>	1	10,0
		<i>Montivagum</i>	1	10,0
		<i>Euschoengastia</i>	1	10,0
Всего:		5 родов	10	100,0

### Литература

- Харадов А. В. Три новых вида рода *Leptotrombidium* (Acariformes, Trombiculidae) из Киргизии // Зоол. ж-л. – 1995. – Т. 74. – Вып. 10. – С. 110-116.
- Харадов А. В., Чиров П. А. Краснотелковые клещи (Acariformes: Leeuwoekiidae, Trombiculidae) Кыргызстана. – Бишкек. – 2006. – 182 с.
- Харадов А. В., Мамутбекова Т. Т., Акышова Б. К. Краснотелковые клещи (Acariformes: Leeuwoekiidae, Trombiculidae) – паразиты диких млекопитающих (Mammalia) Киргизского хребта (Северный Тянь-Шань) // Карантин. и зооноз. инфекции в Казахстане. – Алматы, 2012. – Вып. 2 (26). – С. 38-44.
- Харадов А. В., Мамутбекова Т. Т. Эколого-фаунистический обзор клещей краснотелок ущелья Ала-Арча Киргизского хребта // Изв. ВУЗов – 2011. – № 6. – С. 103-106.
- Харадов А. В., Мамутбекова Т. Т. Краснотелковые клещи мелких млекопитающих ущелья Ала-Арча Киргизского хребта // Иссл. живой природы Кыргызстана. – 2011 б. – № 2. – С. 145-149.
- Беклемишев В. Н. Термины и понятия, необходимые при количественном изучении популяций эктопаразитов и нидилов // Зоол. журн. – 1961. – Т. 40. – Вып. 2. – С. 149-158.
- Токобаев М. М. Гельминты диких млекопитающих Средней Азии. – Фрунзе, 1976. – 180 с.

## References

- 1 Haradov A. V. Tri novyh vida roda Leptotrombidium (Acariformes, Trombiculidae) iz Kirgizii // Zool. zh-l. – 1995. – T. 74. – Vyp. 10. – P. 110-116.
- 2 Haradov A. V., Chirov P. A. Krasnotelkovye kleshhi (Acariformes: Leeuwohoekiidae, Trombiculidae) Kyrgyzstana. – Bishkek. – 2006. – 182 p.
- 3 Haradov A. V., Mamutbekova T. T., Akyshova B. K. Krasnotelkovye kleshhi (Acariformes: Leeuwohoekiidae, Trombiculidae) – parazity dikih mlekopitajushhih (Mammalia) Kirgizskogo hrebta (Severnyj Tjan'-Shan') // Karantin. i zoonoz. infekcii v Kazahstane. – Almaty. – 2012. – Vyp. 2 (26). – P. 38-44.
- 4 Haradov A. V., Mamutbekova T. T. Jekologo-faunisticheskij obzor kleshhej krasnotelok ushhel'ja Ala-Archa Kirgizskogo hrebta // Izv. VUZov – 2011 a. – № 6. – P. 103-106.
- 5 Haradov A. V., Mamutbekova T. T. Krasnotelkovye kleshhi melkih mlekopitajushhih ushhel'ja Ala-Archa Kirgizskogo hrebta // Issl. zhivoj prirody Kyrgyzstana. – 2011. – № 2. – P.145-149.
- 6 Beklemishev V. N. Terminy i ponjatija, neobhodimye pri kolichestvennom izuchenii populjacij jektoparazitov i nidilov // Zool. zhurn. – 1961. – T. 40. – Vyp. 2. – P. 149-158.
- 7 Tokobaev M. M. Gel'minty dikih mlekopitajushhih Srednej Azii. – Frunze. – 1976. – 180 p.

УДК 598.1+51.9

М.А. Чирикова

Институт зоологии, Республика Казахстан, г. Алматы  
E-mail: m.chirikova@mail.ru**Анализ асимметрии билатеральных признаков  
фолидоза разноцветной ящурки  
*Eremias arguta* (Pallas, 1773) (Sauria, Lacertidae)**

Проведен полный статистический анализ флуктуирующей асимметрии 8 билатеральных признаков фолидоза разноцветной ящурки (*Eremias arguta*) с южных предгорий Жетысуского Алатау (юго-восток Казахстана, Коныроленская впадина). Направленная асимметрия отсутствует и проявляемый тип асимметрии является флуктуирующим. Исключение составил признак «количество чешуй до сгиба колена» (достоверно больше у самок слева, чем справа ( $P \leq 0,05$ )). Два признака оказались размер-зависимыми у самок, и они исключены из списка характеристик, которые можно использовать для дальнейшего анализа. Показано отсутствие половых различий флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков. Это позволяет в дальнейшем использовать объединенные выборки из самцов и самок. Определен набор репрезентативных признаков для последующего анализа состояния популяций разноцветной ящурки в Казахстане.

**Ключевые слова:** *Eremias arguta*, фолидоз, флуктуирующая асимметрия.

М.А. Chirikova

**Analysis of asymmetry of bilateral traits of pholidosis of racerunner  
*Eremias arguta* (Pallas, 1773) (Sauria, Lacertidae)**

Full statistical analysis of fluctuating asymmetry of 8 bilateral traits of pholidosis of racerunner *Eremias arguta* (Pallas, 1773) was conducted from the southern foothills of Zhetysuskij Alatau (south-east of Kazakhstan, Konyrolen depression). Directional asymmetry is absent, and shown by the type of asymmetry is fluctuating. The exception was the characters of «the number of scales to bend the knee» (significantly higher in females on the left than on the right ( $P \leq 0,05$ )). Two traits were size dependent at females and they are excluded from the list of characteristics that can be used for further analysis. Demonstrated the absence of sexual differences fluctuating asymmetry of bilateral traits. This will in the future use of the pooled sample of males and females. Was to define a set of representative features for subsequent analysis of the populations of colored barbs in Kazakhstan.

**Key words:** *Eremias arguta* folidosis, fluctuating asymmetry.

М.А. Чирикова

**Түрлі-түсті кесіртке *Eremias arguta* (Pallas, 1773) (Sauria, Lacertidae)  
фолидоздың билатеральдық белгілерінің асимметриялығын талдау**

Оңтүстік Жетісу Алатау (Оңтүстік-Солтүстік Қазақстан, Қоңырөлең ойпатынан) түрлі-түсті кесіртке (*Eremias arguta*) 8 фолидоздың билатеральдық белгілерінің флуктуациялық асимметриялығына толық статистикалық талдау жүргізілді. Бағытталған асимметриясы жоқ және көрінген асимметрия түрі флуктуациялық болып табылды. Ерекшелік белгісі «қабыршақ саны тізе бүгіндісіне дейін» екендігін көрсетеді (ең анығы аналықтың оң жағына қарағанда ( $P \leq 0,05$ ), сол жағында көбірек). Екі белгісі де аналықтың дене мөлшеріне сәйкес болды, сондықтан олар келешектегі талдаулар үшін сипаттама тізімінен шығарылып тасталды. Билатеральды белгілердің флуктуациялық асимметрияда жыныстық ерекшеліктерінің болмайтыны көрсетілді. Бұл келешекте аналық пен аталықтың бірлескен іріктеуін пайдалануға мүмкіншілік береді. Қазақстанда түрлі-түсті кесіртке популяциясы жағдайына одан әрі талдау жүргізуге репрезентативті белгілер жиынтығы анықталды.

**Түйін сөздер:** *Eremias arguta*, фолидоз, флуктуациялық асимметрия.

В настоящее время все большей популярностью для оценки состояния популяций пользуется изучение флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков. Этот метод относится к одному из наиболее простых, но при этом чувствительных [1–4]. Преимуществом метода является возможность использования как коллекционного, так и живого материала (без умерщвления объектов), простота обработки и анализа изучаемых признаков [5, 6], высокая достоверность оценки.

Пресмыкающиеся оказались одним из удобных объектов биоиндикации. В частности, в последнее десятилетие для оценки флуктуирующей асимметрии в России использовалась прыткая ящерица *Lacerta agilis* [3, 7]. Позже появились работы, посвященные изучению флуктуирующей асимметрии другого представителя семейства Lacertidae – разноцветной ящурки *Eremias arguta* [8, 9]. Начато изучение флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков фолидоза змей на примере водяного и обыкновенного ужей [10, 11].

В южной и центральной частях Казахстана, представленных пустынной и полупустынной зонами, прыткая ящерица отсутствует или распространена лишь по интразональным участкам. Фоновыми видами в пустынях Казахстана являются два других представителя семейства Lacertidae – разноцветная (*E. arguta*) и быстрая (*E. velox*) ящурки. Они соответствуют большинству критериев, предъявляемых к биологическим индикаторам [12]. Для получения надежных данных по стабильности развития популяций необходимо использовать комплекс признаков [7]. Однако если для прыткой ящерицы такой комплекс признаков был определен и неоднократно апробирован на примере многих популяций из разных географических регионов, то для

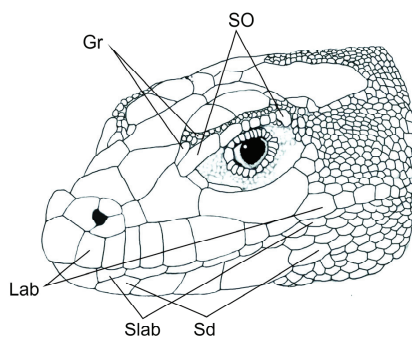
разноцветной ящурки было проанализировано лишь два признака (количество бедренных пор и количество верхнегубных щитков) из трех выборок западной части ареала [8, 9].

В настоящей работе проведен анализ асимметрии восьми билатеральных признаков фолидоза разноцветной ящурки из Юго-Восточного Казахстана с целью отбора признаков, пригодных для оценки состояния стабильности развития популяций.

### Материалы и методы

Обработана 31 особь (14 ♂, 17 ♀) разноцветной ящурки, собранной в августе 2007 г. в Кобыроленской впадине (южные предгорья Жетысуского (ранее Джунгарского) Алатау). Проанализировано 8 признаков фолидоза головы и конечностей: количество верхнегубных щитков (Lab), количество нижнегубных щитков (Slab), количество верхнересничных зернышек (So), количество нижнечелюстных щитков (Sd), количество зернышек перед надглазничными щитками (Gr) (рисунок 1), количество бедренных пор (Pf), количество чешуй от бедренных пор до сгиба колена (PfSq), количество недоразвитых бедренных пор (Pf min) (недоразвитыми бедренными порами считаются все слабовыраженные поры).

Проведен анализ нормальности распределения признаков, определение флуктуирующего типа асимметрии путем оценки направленности (ненаправленности) асимметрии, зависимости величины асимметрии от размера признака, а также наличие (отсутствие) полового диморфизма асимметрии признаков. Статистическая обработка проведена в программе Statistica for Windows (версия 6.0).



**Рисунок 1** – Схема фолидоза головы разноцветной ящурки.

Lab – верхнегубные щитки, Slab – нижнегубные щитки, So – верхнересничные зернышки, Sd – нижнечелюстные щитки, Gr – зернышки перед надглазничными щитками

## Результаты и их обсуждение

Анализ нормальности распределения признаков показал, что исследованные признаки у самцов и у самок не подчиняются нормальному распределению. В связи с этим для дальнейшего анализа были использованы непараметрические методы статистического анализа [8, 13]. Для проверки направленности асимметрии мы использовали критерий Вилкоксона. Результаты показали, что признак «количество чешуй до сгиба колена» достоверно отличается у самок на правой и левой стороне ( $P \leq 0,05$ ), причем слева больше, чем справа (таблица 1).

По другим признакам статистически значимых различий на разных сторонах тела не выявлено, т.е. направленная асимметрия отсутствует

и проявляемый тип асимметрии является флуктуирующим. У самцов разноцветной ящурки из астраханской популяции [9] по признаку «количество верхнегубных щитков» установлены статистически значимые ( $p < 0,05$ ) различия в величине признака на левой и правой стороне тела: справа больше, чем слева. Ранее для другого вида этого же семейства – прыткой ящерицы *E. C. Ройтберг* [13, 14] установил направленную асимметрию таких билатеральных признаков фоллидоза, как «число верхнересничных щитков» и «количество верхнегубных щитков» (справа количество одноименных щитков больше). У водяного ужа были выявлены статистически достоверные различия по величине большинства признаков на разных сторонах тела ( $p < 0,05$ ), исключая количество нижнегубных щитков [11].

**Таблица 1** – Проверка направленности асимметрии по критерию Вилкоксона

Анализируемые признаки	T	Z	p-level
Самцы			
Lab L & Lab R	17,00	1,07	0,28
Slab L & Slab R	3,00	1,85	0,06
So L & So R	10,50	0,59	0,55
Sd L & Sd R	0,00	0,00	0,00
Gr L & Gr R	25,50	0,20	0,84
Pf L & Pf R	10,50	0,59	0,55
Pf min L & Pf min R	5,00	0,00	1,00
PfSq L & PfSq R	20,50	0,23	0,81
Самки			
Lab L & Lab R	34,50	0,50	0,74
Slab L & Slab R	18,00	0,53	0,59
So L & So R	25,00	0,25	0,79
Sd L & Sd R	0,00	0,00	0,00
Gr L & Gr R	20,50	1,45	0,15
Pf L & Pf R	13,50	1,06	0,28
Pf min L & Pf min R	3,50	1,46	0,14
PfSq L & PfSq R	13,00	2,48	0,01
Примечание: жирным шрифтом отмечены признаки, по которым наблюдались достоверные различия, L – значение признака слева, R – значение признака справа, T – значение статистики T-критерия Вилкоксона, Z – значение статистики (критерия), p-level – уровень значимости критерия, $p < 0.05$			

Для выявления размер-зависимости, т.е. зависимости величины флуктуирующей асимметрии от размера признака был использован непараметрический коэффициент ранговой корреляции Спирмена между абсолютными значе-

ниями асимметрии (L–R) и средним размером признака (L+R/2). У самок размер-зависимым оказался признак «количество зернышек на площадке перед надглазничными щитками» и «количество недоразвитых бедренных пор» (таб-

лица 2). В западной части ареала статистически значимая размер-зависимость ( $p < 0,05$ ) наблюдалась у самок по признаку «количество верхне-

губных щитков» (Астраханская обл.) и по признаку «количество бедренных пор» (Саратовская обл.) [9].

**Таблица 2** – Проверка размер зависимости признаков по Спирману

Анализируемые признаки	Valid	Spearman R	t(N-2)	p-level
Lab (L-R) & Lab (M)	14	-0,04	-0,12	0,89
Slab (L-R) & Slab (M)		-0,34	-1,29	0,22
So (L-R) & So (M)	14	-0,07	-0,26	0,79
Gr (L-R) & Gr (M)	14	0,39	1,46	0,16
Pf (L-R) & Pf (M)	14	0,19	0,66	0,52
Pf min (L-R) & Pf min (M)	14	0,21	0,74	0,47
PfSq (L-R) & PfSq (M)	14	0,13	0,47	0,64
Lab (L-R) & Lab (M)	17	-0,35	-1,47	0,16
Slab (L-R) & Slab (M)	17	-0,33	-1,37	0,19
So (L-R) & So (M)	17	0,26	1,03	0,32
Sd (L-R) & Sd (M)	17	1,00	-	-
<b>Gr (L-R) &amp; Gr (M)</b>	<b>17</b>	<b>-0,60</b>	<b>-2,95</b>	<b>0,01</b>
Pf (L-R) & Pf (M)	17	-0,02	-0,08	0,93
<b>Pf min (L-R) &amp; Pf min (M)</b>	<b>17</b>	<b>-0,51</b>	<b>-2,31</b>	<b>0,03</b>
PfSq (L-R) & PfSq (M)	17	-0,07	-0,30	0,77

*Примечание:* жирным шрифтом отмечены признаки, по которым наблюдались достоверные различия, L – значение признака слева, R – значение признака справа, M – среднее значение признака слева и справа, Valid – количество особей, Spearman R – коэффициент корреляции Спирмена, t(N-2) – t-распределение с N-2 числом степеней свободы, p-level – уровень значимости критерия,  $p < 0.05$

**Таблица 3** – Проверка половых различий по абсолютным значениям асимметрии, критерий Манна-Уитни

Анализируемые признаки	Rank Sum L	Rank Sum R	U	Z	p-level
Lab (L-R)	286,50	209,50	104,50	0,57	0,56
Slab (L-R)	300,50	195,50	90,50	1,13	0,25
So (L-R)	262,50	233,50	109,50	-0,37	0,70
Sd (L-R)	279,00	217,00	112,00	0,27	0,78
Gr (L-R)	247,50	248,50	94,50	-0,97	0,33
Pf (L-R)	246,00	250,00	93,00	-1,03	0,30
Pf min (L-R)	248,00	248,00	95,00	-0,95	0,34
PfSq (L-R)	314,50	181,50	76,50	1,68	0,09

*Примечание.* L – значение признака слева, R – значение признака справа, Rank Sum L и Rank Sum R – суммы рангов (по возрастанию) для первой и второй групп соответственно, по которым можно определить в какой из групп выше уровень признака, U – значение статистики U-критерия Манна – Уитни, Z – нормальная аппроксимация статистики Манна-Уитни для больших выборок.

Для сравнения абсолютных значений асимметрии использовался критерий Манна-Уитни. Половых различий у разноцветной ящурки из Жетысуского Алатау ни по одному призна-

ку не отмечено (таблица 3). Ранее в выборках разноцветной ящурки из Самарской и Саратовской областей Д. Б. Гелашвили и коллеги [9] отметили различия между полами в асиммет-

рии по признаку «количество бедренных пор». При этом авторы указали, что в своей предыдущей работе [8] по критерию Манна-Уитни половой диморфизм для саратовской выборки выявлен не был из-за разного размера выборок. Поскольку в нашем случае выборки одинако-

вого объема, мы считаем наши результаты достоверными.

При сравнении средней встречаемости асимметрии по комплексу признаков между самцами и самками на нашем материале также отличий отмечено не было (таблица 4).

**Таблица 4** – Проверка половых различий по всем признакам, критерий Манна-Уитни

	Rank Sum	Rank Sum	U	Z	p-level
<b>X</b>	285,00	211,00	106,00	0,51	0,60
Примечание: обозначения, как в таблице 3					

### Заключение

В результате проведенного анализа восьми билатеральных признаков фolidоза разноцветной ящурки из предгорий Жетысуского Алатау выявлено, что у самок проявляется направленная асимметрия по признаку «количество чешуй до сгиба колена». Два признака – «количество зернышек перед надглазничными щитками» и «количество недоразвитых бедренных пор» оказались размер-зависимыми у самок, что исключает возможность их использования в дальнейшем анализе. Половых отличий как по абсолютным значениям асимметрии всех признаков, так и по средней встречаемости асимметрии по комплексу признаков не обнаружено. Поэтому для оценки флуктуирующей асимметрии как показателя состояния популяции можно использовать объединенную выборку из самцов и самок.

В целом, для оценки стабильности развития популяции *E. arguta* методом анализа флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков фolidоза можно использовать следующие признаки: количество верхнегубных щитков, количество нижнегубных щитков, количество

вехнересничных зернышек, количество нижнечелюстных щитков, количество бедренных пор и количество чешуй от бедренных пор до сгиба колена.

Различия в некоторых показателях асимметрии отдельных признаков между выборками из юго-восточной и западной частей ареала, вероятно, связаны с их принадлежностью к разным подвидам. Выборка с южных отрогов Жетысуского Алатау, согласно последним данным, предположительно относится к самостоятельному подвиду [16]. Ящурки из Саратовской и Астраханской областей относятся к подвиду *E. arguta deserti* [17]. Известно, что большинство подвидов разноцветной ящурки отличается друг от друга количеством недоразвитых бедренных пор, зернышек перед надглазничными щитками, чешуй до сгиба колена [17, 18]. Актуально проведение подобного анализа для выборок, относящихся к узбекскому (*E. a. uzbekistanica*) и номинативному (*E. a. arguta*) подвидам, а также популяциям из зоны интерградации между этими подвидами в Семиречье [18], т.к. при дальнейшей оценке состояния окружающей среды по уровню стабильности развития (ФА) необходимо учитывать региональную специфику [4].

### Литература

- 1 Leung B., Forbes M.R., Heule D. Fluctuating asymmetry as a bioindicator of stress: comparing efficacy of analyses involving multiple traits // Amer.natur. – 2000. – V. 155. – P. 101-115.
- 2 Захаров В.М., Баранов А.С. и др. Здоровье среды: методика оценки. Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методическое руководство для заповедников. – М.: Центр экологической политики России. – 2000. – 66 с.
- 3 Жданова Н.П. Анализ фенотипической изменчивости при оптимальных и неоптимальных условиях развития в эксперименте и в природных популяциях на примере прыткой ящерицы (*Lacerta agilis* L.): автореферат на соискание степени канд.биол. наук. – М., 2003. – 23 с.

- 4 Гелашвили Д.Б., Логинов В.В., Мовров И.В., Силкин А.А. Структурно-информационные показатели флуктуирующей асимметрии организмов в биоиндикационных исследованиях // Методы популяционной биологии: сборник материалов Всероссийского семинара (Сыктывкар, 16–21 февраля, 2004 г.). – Сыктывкар, 2004. – Ч.2. – С. 52-62.
- 5 Козлов М.В. Стабильность развития: мнимая простота методики (о методическом руководстве «Здоровье среды: методика оценки») // Заповедники и национальный парки. – 2001. – №36. – С. 23-25.
- 6 Стабильность развития: мнимая простота методики (о методическом руководстве «Здоровье среды: методика оценки») // Коллектив авторов // Заповедники и национальный парки. – 2002. – №37-38. – С. 53-57
- 7 Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Дмитриев С.Г. и др. Здоровье среды: практика оценки. – М.: Центр эколог, политики России, 2000. – 318 с.
- 8 Гелашвили Д.Б., Якимов В.Н., Логинов В.В., Епланова Г.В. Статистический анализ флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков разноцветной ящурки *Eremias arguta* // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: Сборник научных трудов. – Тольятти, 2004. – Вып.7. – С. 45-95.
- 9 Гелашвили Д.Б., нижегородцев А.А., Епланова Г.В., Табачишин В.Г. Флуктуирующая асимметрия билатеральных признаков разноцветной ящурки *Eremias arguta* как популяционная характеристика // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Т. 9. – № 4. – 2007. – С. 941-949.
- 10 Ждокова М.К., Завьялов Е.В., Табачишин В.Г. Асимметрия в щитковании обыкновенного (*Natrix natrix*) и водяного (*N. tessellata*) ужей на территории Калмыкии // Змеи Восточной Европы: материалы международной конференции. – Тольятти, 2003. – С. 16 – 19.
- 11 Куртяк Ф.Ф., Синявская И.А. Асимметрия билатеральных меристических признаков ужа водяного (*Natrix tessellata* L.) Закарпатской области // Вісник Запорізького національного університету. – 2009. – № 1. – С. 57-66.
- 12 Криволюцкий Д.А. Индикационная зоология // Природа. – 1985. – № 7. – С. 86-92.
- 13 Чубуков Ж. А. Непараметрические методы и критерии медико-биологической статистики: учеб.-метод. пособие для студентов 3 курса всех факультетов медицинских вузов / Ж. А. Чубуков, Т. С. Угольник. – Гомель: ГомГМУ, 2012. – 16 с.
- 14 Ройтберг Е.С. Направленная асимметрия изменчивости билатеральных структур чешуйчатого покрова головы прыткой и полосатой ящериц. Фенетика популяций. – М., 1985. – С. 182-183.
- 15 Ройтберг Е.С. Изменчивость признаков чешуйчатого покрова прыткой и полосатой ящерицы в зоне их симпатрии. – Автореферат на соискание уч. степени канд. биол. наук. – Ленинград, 1989 г. – 25 с.
- 16 Орлова В. Ф., Чирикова М. А., Павлинов И. Я. Разноцветная ящурка (*Eremias arguta*) (Sauria, Lacertidae) в восточной части ареала: изменчивость и таксономический статус популяций // Зоологический журнал. – 2012. – Том 91. – № 11. – С. 1366-1376.
- 17 Щербак Н. Н., Неручев В. В., Окулова Н. М., Орлова Ф. Ф. Систематика, географическая изменчивость и внутривидовая структура // Разноцветная ящурка. – Киев, 1993. – С. 22-34.
- 18 Чирикова М.А. Изменчивость фolidоза головы, преанальной области и конечностей у трех видов рода *Eremias* (Reptilia, Lacertidae) в Казахстане и прилежащих регионах // Вестник КазНУ им. аль-Фараби. Серия биологическая. – Алматы, 2007. – № 2 (32). – С. 113-121.

#### References

- 1 Leung B., Forbes M.R., Heule D. Fluctuating asymmetry as a bioindicator of stress: comparing efficacy of analyses involving multiple traits // Amer.natur. — 2000. — V. 155. — P. 101-115.
- 2 Zaharov V.M., Baranov A.S. i dr. Zdorov'e sredy: metodika ocenki. Ocenka sostojanija prirodnyh populjacij po stabil'nosti razvitija: metodicheskoe rukovodstvo dlja zapovednikov. — M.: Centr jekologicheskoy politiki Rossii. — 2000. — 66 p.
- 3 Zhdanova N.P. Analiz fenotipicheskoy izmenchivosti pri optimal'nyh i neoptimal'nyh uslovijah razvitija v jeksperimente i v prirodnyh populjacijah na primere prytkoj jashhericy (*Lacerta agilis* L.). – Avtoreferat na soiskanie stepeni kand.biол. наук. – М., 2003. – 23 p.
- 4 Gelashvili D.B., Loginov V.V., Movrov I.V., Silkin A.A. Strukturno—informacionnye pokazateli fluktuirujushhej asimmetrii organizmov v bioindikacionnyh issledovanijah // Metody populjacionnoj biologii. Sbornik materialov Vserossijskogo seminar (Syktyvkar, 16—21 fevralja, 2004 g.). – Syktyvkar, 2004. — Ch.2. — P. 52-62.
- 5 Kozlov M.V. Stabil'nost' razvitija: mnimaja prostota metodiki (o metodicheskom rukovodstve «Zdorov'e sredy: metodika ocenki») // Zapovedniki i nacional'nyj parki. — 2001. — №36. — P. 23-25.
- 6 Stabil'nost' razvitija: mnimaja prostota metodiki (o metodicheskom rukovodstve “Zdorov'e sredy: metodika ocenki”) // Kollektiv avtorov // Zapovedniki i nacional'nyj parki. — 2002. — №37-38. — P. 53-57
- 7 Zaharov V.M., Chubinishvili A.T., Dmitriev S.G. i dr. Zdorov'e sredy: praktika ocenki. — M.: Centr jekolog, politiki Rossii, 2000. — 318 p.
- 8 Gelashvili D.B., Jakimov V.N., Loginov V.V., Eplanova G.V. Statisticheskij analiz fluktuirujushhej asimmetrii bilateral'nyh priznakov raznocvetnoj jashhurki *Eremias arguta* // Aktual'nye problemy gerpetologii i toksikologii: Sbornik nauchnyh trudov. — Tol'jatti, 2004. — Vyp.7. — P. 45-95.
- 9 Gelashvili D.B., Nizhegorodcev A.A., Eplanova G.V., Tabachishin V.G. Fluktuirujushhaja asimmetrija bilateral'nyh priznakov raznocvetnoj jashhurki *Eremias arguta* kak populjacionnaja harakteristika // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. — T. 9. — № 4. — 2007. — P. 941-949.



- 10 Zhdokova M.K., Zav'jalov E.V., Tabachishin V.G. Asimetrija v shhitkovanii obyknovennogo (*Natrix natrix*) i vodjanogo (*N. tessellata*) uzhej na territorii Kalmykii // *Zmei Vostochnoj Evropy: Materialy mezhdunarodnoj konferencii*. – Tol'jatti, 2003. — P. 16 – 19.
- 11 Kurtjak F.F., Sinjavskaja I.A. Asimetrija bilateral'nyh meristicheskikh priznakov uzha vodjanogo (*Natrix tessellata* L.) Zakarpatskoj oblasti // *Visnik Zaporiz'kogo nacional'nogo universitetu*. — 2009. — № 1. — P. 57-66.
- 12 Krivoljuckij D.A. Indikacionnaja zoologija // *Priroda*. — 1985. — № 7. — P. 86-92.
- 13 Chubukov Zh. A. Neparametricheskie metody i kriterii mediko-biologicheskoy statistiki: ucheb.-metod. posobie dlja studentov 3 kursa vseh fakul'tetov medicinskih vuzov / Zh. A. Chubukov, T. S. Ugol'nik. — Gomel': GomGMU, 2012. — 16 p.
- 14 Rojtberg E.S. Napravlenaja asimetrija izmenchivosti bilateral'nyh struktur cheshujchatogo pokrova golovy prytkoj i polosatoj jashheric. Fenetika populjacij. — M., 1985. — P. 182-183.
- 15 Rojtberg E.S. Izmenchivost' priznakov cheshujchatogo pokrova prytkoj i polosatoj jashhericy v zone ih simpatrii. — Avtoreferat na soiskanie uch. stepeni kand. biol. nauk. — Leningrad, 1989 g. — 25 p.
- 16 Orlova V. F., Chirikova M. A., Pavlinov I. Ja. Raznocvetnaja jashhurka (*Eremias arguta*) (*Sauria, Lacertidae*) v vostochnoj chasti areala: izmenchivost' i taksonomicheskij status populjacij // *Zoologicheskij zhurnal*. — 2012. — Tom 91. — № 11. — P. 1366-1376.
- 17 Shherbak N. N., Neruchev V. V., Okulova N. M., Orlova F. F. Sistematika, geograficheskaja izmenchivost' i vnutrividovaja struktura // *Raznocvetnaja jashhurka*. — Kiev, 1993. — S. 22-34.
- 18 Chirikova M.A. Izmenchivost' folidoza golovy, preanal'noj oblasti i konechnostej u treh vidov roda *Eremias* (*Reptilia, Lacertidae*) v Kazahstane i prilezhashhih regionah // *Vestnik KazNU im. al'-Farabi. Serija biologicheskaja*. — Almaty, 2007. — № 2 (32). — C. 113-121.

УДК 633.11:632.4:632.911.2

А.С. Рсалиев\*, Н.Т. Амирханова

Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности,  
Республика Казахстан, Жамбылская область, п.г.т. Гвардейский

\*E-mail: aralbek@mail.ru

**Морфолого-культуральные особенности изолятов возбудителей  
*Septoria nodorum* и *Septoria tritici* в Казахстане**

Изучены морфолого-культуральные особенности изолятов гриба *Septoria spp.*, выделенных из различных сортов пшеницы и регионов Казахстана. В 2012-2013 гг. были получены 41 изолят возбудителей септориоза, из них 23 изолята относятся *S. tritici* и 18 – *S. nodorum*, соответственно. В результате изучения морфолого-культуральных свойств выявлены девять морфотипов *S. tritici* и шесть морфотипов – *S. nodorum*. Все изученные изоляты гриба *Septoria* характеризовались средней спорулирующей способностью. Среди выделенных изолятов гриба *Septoria spp.* в популяциях доминировало 6 видов колоний.

**Ключевые слова:** пшеница, *Septoria nodorum*, *Septoria tritici*, морфотип, изолят.

A.S. Rsaliev, N.T. Amirhanova

**Morphological and cultural characteristics  
of pathogens isolates *Septoria nodorum* and *Septoria tritici* in Kazakhstan**

Studied morphological and cultural characteristics of isolates of the fungus *Septoria spp.* isolated from different wheat varieties and regions of Kazakhstan. In 2012-2013 were obtained 41 isolate pathogens *Septoria*, 23 isolates are *S. tritici* and 18 - *S. nodorum*, respectively. In the study of morphological and cultural properties identified nine morphotypes of *S. tritici* and six morphotypes of *S. nodorum*. All studied isolates of the fungus *Septoria* was characterized by average spirulina ability. Among the selected isolates of the fungus *Septoria spp.* in populations dominated 6 types of colonies.

**Key words:** wheat, *Septoria nodorum*, *Septoria tritici*, morfotype, isolate.

А.С. Рсалиев, Н.Т. Амирханова

**Қазақстандағы *Septoria nodorum* және *Septoria tritici* қоздырушылары изоляттарының  
морфологиялық және культуралдық ерекшеліктері**

Қазақстанның әртүрлі аймақтарынан және бидай сорттарынан алынған *Septoria spp.* саңырауқұлақ изоляттарының морфолого-культуральді ерекшеліктері зерттелген. 2012-2013 жылдары саңырауқұлақ қоздырғышының 41 изоляты бөлініп алынды, оның ішінде 23 изолят *S. tritici* және 18 изолят *S. nodorum* жатады. Зерттеу барысында морфологиялық ерекшеліктеріне сәйкес *S. tritici* тоғыз морфотипі және *S. nodorum* алты морфотипі алынды. Барлық зерттелген *Septoria* саңырауқұлақ изоляттары орташа споралану қабілеттілігімен ерекшеленді. Бөлініп алынған *Septoria spp.* саңырауқұлақ популяциясының ішінде 6 түрлі колония басымдылық көрсетті.

**Түйін сөздер:** бидай, *Septoria nodorum*, *Septoria tritici*, морфотип, изолят.

## Введение

В Казахстане среди болезней зерновых культур септориоз занимает лидирующее положение и занял прочное место в списке экономически важных болезней пшеницы. Потери урожая от септориоза при умеренном развитии 10-15%, а в период эпифитотии могут составлять до 40-50%, и частота таких вспышек последние годы колеблется от 4 до 5 за 10 лет, снижая рентабельность зернового производства [1, 2].

Из рода *Septoria* на пшенице наиболее распространенными являются *Septoria tritici* Rob.ex Desm (сумчатая стадия *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel.) Schroeter) и *Septoria nodorum* (сумчатая стадия *Phaeosphaeria nodorum* (Muller) Hedjaroude), которые относятся классу Deuteromycetes, порядку Sphaeropsidales. Гриб *S. tritici* в основном поражает листья и влагалища, а *S. nodorum* – поражает все органы растения: листья, стебли, колосовые чешуйки, в том числе и семена. Источниками инфекции являются пораженные растения, пожнивные остатки. Виды септориоза поражают посевы пшеницы в различных географических зонах, особенно с умеренным климатом и обильными осадками, которые способствуют на развитие патогена в этапе генеративного развития растений. Погодно-климатические условия Казахстана благоприятствуют развитию и распространению септориоза. По данным отечественных исследователей интенсивное развитие септориоза в последние годы расширилось в северном направлении (Акмолинская и Костанайская область), и сейчас болезнь проявляется более интенсивно в южных регионах страны (Южно-Казахстанская, Жамбылская и Алматинская область) [3, 4]. Вредоносность особенно возрастает при внедрении нулевой и минимальной технологии возделывания зерновых культур.

Одной из причин повсеместного распространения септориоза является отсутствие сортов, устойчивых к заболеванию. Также диагностику болезни и оценку устойчивости в полевых условиях сложно производить, так как внешние признаки сходны с признаками пиренофороза (желтая пятнистость), и можно ошибочно принять за септориоз, т.е. на одних и тех же листьях могут иметься пятна, вызванные и пиренофорой, и септорией. Важным звеном в селекционном процессе является создание искусственных инфекционных фондов, необходимых при оценке сортов на устойчивость. Для обоснования состава инфекционных фондов требуется углубленное

изучение видовой структуры и внутривидового разнообразия популяций патогена, морфолого-культуральные особенности изолятов грибов, а также культивирование монопикнидиальных изолятов возбудителей септориоза, в первую очередь таких, которые могут быть использованы в селекционной работе. В связи с этим целью настоящей работы является изучение морфолого-культуральных особенностей казахстанских изолятов возбудителей *S. tritici* и *S. nodorum*.

## Материалы и методы

В работе использовались инфицированные образцы пшеницы с пикнидами септориоза, собранные во время фитосанитарного мониторинга посевов в Акмолинской, Южно-Казахстанской, Алматинской, Жамбылской областей Казахстана и Чуйской области Кыргызстана в 2010-2013 гг. Лабораторные исследования по выделению и изучению биологических свойств рода *Septoria* проводились по общепринятой методике [5]. Морфологические особенности и видовую принадлежность гриба рода *Septoria spp.* определяли с помощью цифрового микроскопа MC300TS (Австрия), анализ результатов проводили по компьютерной программе Motic Images 2000-1.3.

В качестве питательного субстрата для выделения гриба и изучения морфолого-культуральных признаков использовали картофельно-сахарозный агар (КСА). Исходным материалом для выделения возбудителей служили пораженные части растений (листья, колосковые чешуйки). Посев проводили двумя методами: пикнидой и спорами. По первому методу отдельную пикниду переносили непосредственно на питательную среду, а по второму – споровую суспензию с помощью бактериологической петли высевали штрихом на питательную среду. Засеянные чашки Петри выдерживали двое суток в термостате при температуре 23-25°C. После двухсуточного выдерживания в темноте культуры переносили в климатическую камеру с интенсивностью освещения не менее 10 Лк, при этом температура на их поверхности составляла 18-24°C. Оценка морфолого-культуральных признаков колоний грибов проводили по цвету и топографии воздушного и субстратного мицелиев, спорулирующей активности на 12-14 день роста колоний, а также по пигментации питательной среды и интенсивности строения гриба. Описание культурально-морфологических признаков изолятов проводили на 20-й (*S. nodorum*) и 30-й (*S. tritici*) день (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика колоний изолятов рода *Septoria spp.*

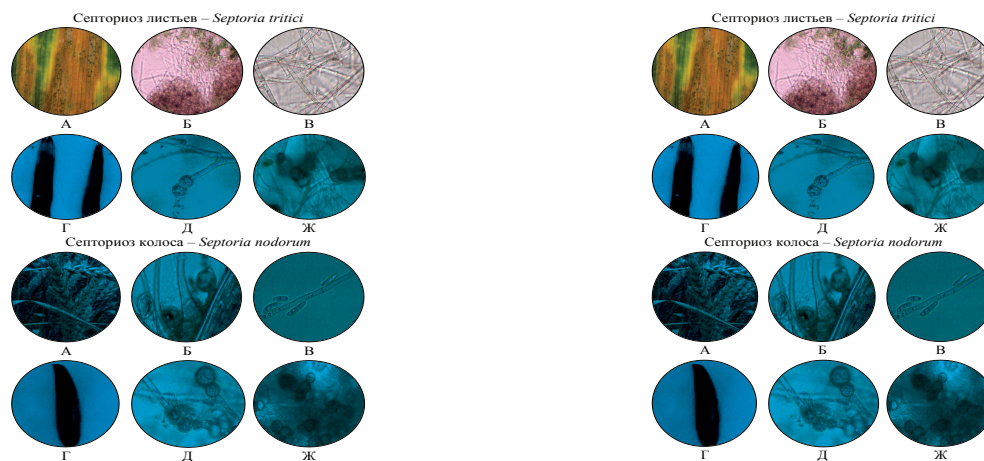
Тип колонии	Морфологический тип	Характеристика морфологического типа
<i>Septoria tritici</i>		
Дрожжеподобный (I)	a	Розовые, поверхность гофрированная
	b	Черные, гофрированные
	c	Черные, гофрированные, с розовой каймой
Смешанный (II)	a	Черные, центр дрожжеподобный, черный; край мицелиальный, черный
	b	Центр дрожжеподобный, розовый; край мицелиальный розовый
	c	Серые или белые; центр дрожжеподобный, розовый
	d	Центр мицелиальный; край дрожжеподобный, гофрированный, черный
	e	То же; край розовый
Мицелиальный (III)	a	Белые или серые
	b	Черные
<i>Septoria nodorum</i>		
Светлый (I)	a	Розовая, гранулированная, мицелий редкий воздушный, пикнид много.
	б	Серая, шерстистая или шерстисто-порошистая, пикнид много.
	в	Белая или светло-серая, ватообразная, поверхность неровная, складчатая или бугристая, пикнид мало или они отсутствуют.
Темный (II)	a	Темно-бурая, гранулированная, мицелий редкий воздушный, пикнид много.
	б	Темно-бурая, шерстистая или шерстисто-порошистая, пикнид много.
	в	Черная или бурая, паутинистая, поверхность гладкая, пикнид мало.
Смешанный (III)	-	Бурая в середине, светлая по периферии, шерстистая, пикнид много.

### Результаты и обсуждение

По данным литературы [6] для культивирования и идентификации изолятов *S. tritici* и *S. nodorum* оптимальной питательной средой является картофельно-сахарозный агар, при этом на этой среде определяется высокая скорость роста гриба, максимальный титр спор и отмечается различная частота встречаемости фенотипов. Опираясь на эти данные культивирование и идентификация возбудителей *S. tritici* и *S. nodorum* проводили на картофельно-сахарозном агаре. Результаты исследований показали, что пикниды *S. tritici* погруженные, темно-коричневые, яйцевидные, крупные 150-300 мкм в диаметре, устье округлое. Пикноспора цилиндрические, прямые или слегка изогнутые, на концах закругленные, бесцветные, с 3-7 перегородками, размером 28-90x1,5-2,5 мкм, при этом пикноспоры выходили из пикнид пучками. А пикниды второго гриба *S. nodorum* коричневые, шаровидные или продолговатые с округлым или овальным отверстием 40–250 мкм в диаметре, стенки тонкие, устье

округлое, окруженное слоем более темных клеток. Пикноспоры бесцветные, с каплями масла, прямые или слегка изогнутые, на концах притупленные, размером 12–35 x 2–4 мкм, с 1...3 перегородками выходили в виде склеенной слизи ленты, которая затем рассыпалась на отдельные пикноспоры. На основе анализа собственных результатов исследований и литературных данных иллюстрирован цикл развития грибов рода *Septoria spp.*, которые представлены на рисунке 1.

Септориальные грибы часто обладают изменчивостью по морфо-культуральным признакам. Однако для иммунологических исследований представляют интерес стабильные изоляты по морфологическому типу. Нами в ходе исследований был получен 41 морфотипный изолят *Septoria*, и из них 23 изолята относятся к *S. tritici* и 18 – *S. nodorum*. В результате выяснено, что среди идентифицированного 41 изолята гриба *Septoria spp.* только 6 видов доминировали по частоте встречаемости в популяциях патогена. Характеристика и частота встречаемости изолятов представлены в таблице 2.



А – пораженный орган пшеницы, Б – выход пикноспор из пикниды, В – мицелий и пикноспора,  
Г – некротичное пятно в проростках, Д – слияние двух клеток (♀,♂),  
Ж – образование псевдопикниды на КСА (увелечение 40x100)

**Рисунок 1** – Цикл развития грибов *Septoria spp.*


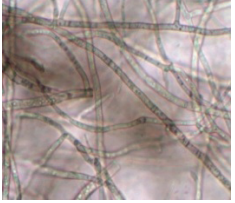
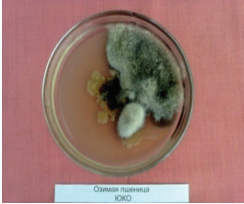


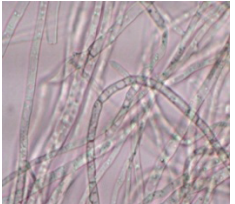
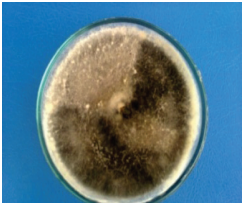
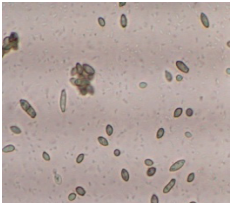


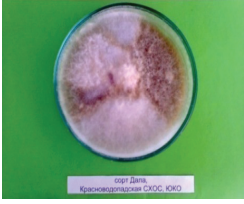

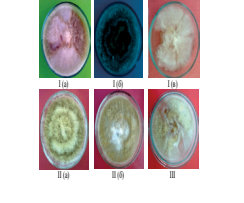

Полученные изоляты *S. tritici* и *S. nodorum* характеризовались средней спорулирующей способностями и медленным ростом. По изучению морфолого-культуральных особенностей изолятов *Septoria spp.* было выявлено девять морфотипов патогена *S. tritici* и шесть морфотипов – *S. nodorum*. Для изолятов возбудителя *S. tritici* характерны дрожжеподобные колонии розоватого и темного цветов, почти полностью состоящие из конидий (мицелий), которые по внешнему виду напоминают колоний бактерий. Позднее некоторые из них становились мицелиальными, а другие оставались дрожжеподобными. При этом менялась окраска колоний, а рост колонии замедлялся. Диаметр дрожжеподобных колоний составил от 10 до 30 мм, а мицелиальных колоний – 25-80 мм, соответственно. В популяциях преобладали медленнорастущие изоляты дрожжеподобного (I) и смешанного (II) типов, а частота встречаемости изолятов составляла от 26,8 до 22,0%. Для них характерны розовая и черная окраски, поверхность гофрированная, неровная, центр и края колонии дрожжеподобные, по краям мицелиальные. Размер колоний на 10-20 сутки увеличивался приблизительно в 4 раза, и в дальнейшем рост колоний значительно замедлялся. На 15-20 сутки культивирования гриба отмечалось формирование псевдопикниды (несодержащие пикноспор). Признаком окончания культивирования считалось появление капелек розового экссудата.

При образовании псевдопикнид колонии гриба приобретали гранулированный вид. Следует отметить, что по мере увеличения количества пересевов в последующих генерациях наблюдалась задержка роста колоний, которые наиболее интенсивно развивались при температуре 23-25°C, что соответствует по литературными данными *Septoria tritici* [7, 8].

У большинства изолятов *S. nodorum* обнаружены колонии с хорошо развитым, порошистым, шерстистым или бархатистым мицелием, с различным количеством пикноспор. Размеры колоний варьировали от 80 до 90 мм в диаметре. В основном преобладали колонии темного (II) и смешанного (III) типов, а частота встречаемости изолятов составляла от 14,6 до 19,5%. Для них характерна 2-3-цветная зональная бурая и темно-бурая окраска, шерстистость, мицелий редкий, воздушный.

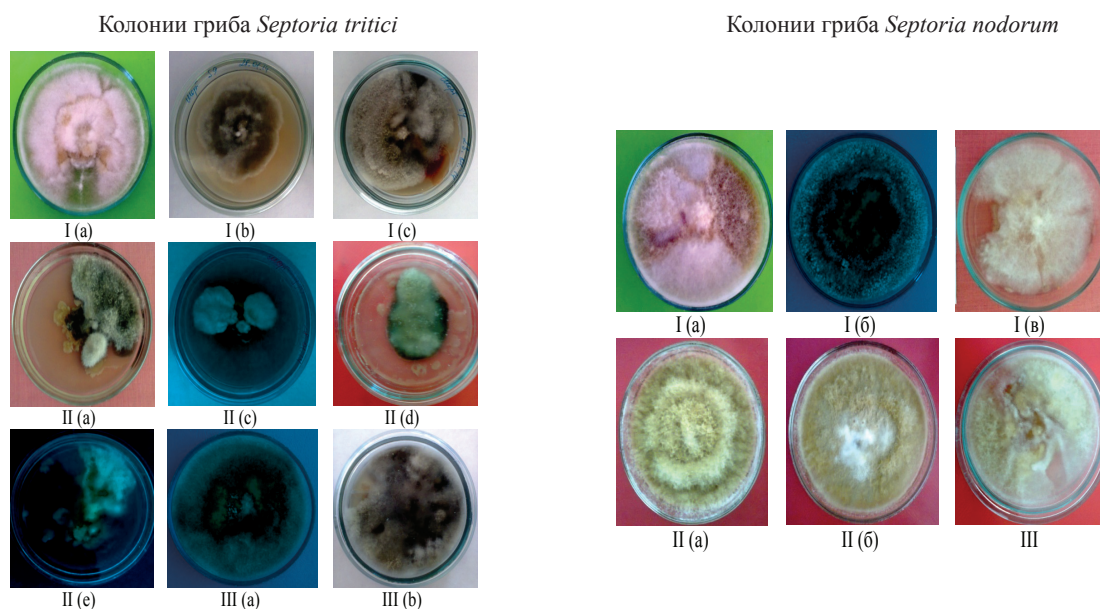
На 10-15 сутки признаком окончания культивирования являлось появление псевдопикниды и колонии гриба приобретали гранулированный вид. Во время культивирования гриб обладал максимальной удельной скоростью роста на 7-е сутки, с 10 по 16 сутки она снижалась, что приводило к уменьшению количества спор. Появление спор отмечалось на 3-5-е сутки роста гриба. Через 20-25 сутки на поверхности колонии появлялись белые стерильные мицелии гриба, что свидетельствует о начале перерастания культуры гриба, и потере способности к спороношению.

Таблица 2 – Характеристика и частота встречаемости изолятов *Septoria spp.*

Вид изолята	Источник инфекции, сорт (регион сбора)	Частота встречаемости, %	Тип колонии	Рост культуры на питательном среде КСА	Фенотипические признаки (увеличение 40x100)
Изолят <i>S. tritici</i>	Акмола 2 (Акмолинская область)	22,0	розовый, поверхность гофрированная, тип I (а)		
Изолят <i>S. tritici</i>	Стекловидная 24 (Южно-Казахстанская область)	26,8	центр дрожжеподобный, черный; край мицелиальный, черный, тип II (а)		
Изолят <i>S. tritici</i>	LG 909 (Жамбылская область)	7,3	колонии мицелиальные, белые, тип III (а)		
Изолят <i>S. nodorum</i>	Богарная 59 (Алматинская область)	14,6	черная или бурая, паутинистая, поверхность гладкая, тип II (в)		
Изолят <i>S. nodorum</i>	Эритроспермум 760 (Чуйская область, Кыргызстан)	5,0	белая, ватообразная, поверхность неровная, бугристая, тип I (в)		
Изолят <i>S. nodorum</i>	Дала (Южно-Казахстанская область)	5,0	розовая, гранулированная мицелий редкий воздушный, тип I (а)		
Изолят <i>S. nodorum</i>	Шортандинская 95 (Акмолинская область)	19,5	бурая в середине, светлая по периферии, шерстистая, пикнид много, тип III		

Таким образом, полученные показатели по скорости роста позволяют отнести данный гриб к числу медленно растущих патогенов. Природные хорошо спорулирующие изоляты *S. nodorum*, как

правило, обладают высокой патогенностью и являются основой для лучшей адаптации патогена к условиям внешней среды и полученные результаты *S. nodorum* соответствуют данными литературы [9].



I, II, III – типы колоний изолятов; а, b, с, е, а, б, в – морфологические типы изолятов

**Рисунок 2** – Различные типы колоний изолятов *Septoria spp.*

## Выводы

В результате исследований были получены разные по морфотипу изоляты *Septoria*, из них 23 изолята относятся к *S. tritici* и 18 – *S. nodorum*, соответственно. Также были изучены их морфолого-культуральные особенности, в результате которых выявлены девять морфо-

типов *S. tritici* и шесть морфотипов – *S. nodorum*. Среди выделенных изолятов гриба *Septoria spp.* только 6 видов колоний преобладали по частоте встречаемости. С использованием выделенных монопикнидиальных изолятов *S. tritici* и *S. nodorum* можно проводить скрининг сортов пшеницы для отбора устойчивых форм к видам септориоза.

## Литература

- 1 Койшибаев М. Болезни зерновых культур. – Алматы: «Бастау», 2002. – 368 с.
- 2 Койшибаев М. Основные болезни яровой пшеницы, вызываемые грибами из класса Deuteromycetes, в Казахстане // Тезисы докладов: I съезд микологов России. – М., 2002. – 189 с.
- 3 Каримова Л.С., Ремеле В.В. Фитопатогенные микроскопические грибы рода септория на посевах пшеницы в северном Казахстане // Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и аспирантов «Биотехнология XXI века». – Астана, 2013. – С. 51-53.
- 4 Бейшова И., Кожмухаметов А. Диагностика фитопатогенных грибов рода *Septoria* Северного Казахстана // Сборник научных трудов «Проблемы и перспективы развития науки в начале третьего тысячелетия в странах СНГ». – Украина, 2013. – С. 7-9.
- 5 Санин С.С., Неклеса Н.П., Санина А.А., Пахолкова Е.В. Методические рекомендации по созданию инфекционных фондов для иммуногенетических исследований пшеницы. – М., 2008. – С. 37 – 44.

- 6 Склименок Н.А. и др. Морфолого-культуральные особенности роста изолятов гриба *Septoria tritici* Rob. Ex Desm. возбудителя септориоза листьев озимой пшеницы на агаризованных питательных средах // Защита растений: сборник научных трудов. – Белоруссия, 2011. – С 113-119.
- 7 Cordo C.A., Perelló A.E., Alippi H.E., Arriaga H.O. Morphocultural variants of *Septoria tritici* isolates
- 8 Scharen A.L. Biology of the *Septoria/Stagonospora* pathogens: an overview // Proceedings of the International *Septoria* Workshop. – CIMMYT. – Mexico, 1999. – P.19-22.
- 9 Mullaney E.J., Martin J.M., Scharen A.L. Generation Means Analysis to Identify and Partition the Components of Genetic Resistance to *Septoria Nodorum* in Wheat // *Euphytica*. – 1982. – № 31. – P. 539-545.

#### References

- 1 Kojshibaev M. Bolezni zernovykh kul'tur. – Almaty: «Bastau», 2002. – 368 p.
- 2 Kojshybaev M. Osnovnye bolezni jarovoj pshenicy, vyzyvaemye gribami iz klassa Deuteromycetes, v Kazahstane // Tezisy dokladov: I siezd mikologov Rossii. – Moskva, 2002. – 189 p.
- 3 Karimova L.S., Remele V.V. Fitopatogennye mikroskopicheskie griby roda septorija na posevah pshenicy v severnom Kazahstane // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh i aspirantov «Biotehnologija XXI veka». Sbornik materialov. – Astana, 2013. – P. 51-53.
- 4 Bejshova I., Kozhmuhametov A. Diagnostika fitopatogennyh gribov roda *Septoria* Severnogo Kazahstana // Sbornik nauchnyh trudov «Problemy i perspektivy razvitiya nauki v nachale tret'ego tysjacheletija v stranah SNG». – Ukraina, 2013. – P. 7-9.
- 5 Sanin S.S., Neklesa N.P., Sanina A.A., Paholkova E.V. Metodicheskie rekomendacii po sozdaniju infekcionnyh fonov dlja immunogeneticheskikh issledovanij pshenicy. – Moskva, 2008. – P. 37 – 44.
- 6 Sklimentok N.A. i dr. Morfologo-kul'tural'nye osobennosti rosta izoljatov griba *Septoria tritici* Rob. Ex Desm. vzbuditelja septorioza list'ev ozimoi pshenicy na agarizovannyh pitatel'nyh sredah // Zashhita rastenij. Sbornik nauchnyh trudov. – Belorussija, 2011. – P. 113-119.
- 7 Cordo C.A., Perelló A.E., Alippi H.E., Arriaga H.O. Morphocultural variants of *Septoria tritici* isolates // *Rev. Iberoam. Mico.* –1997. –№14. – P. 168-172.
- 8 Scharen A.L. Biology of the *Septoria/Stagonospora* pathogens: an overview // Proceedings of the International *Septoria* Workshop. – CIMMYT. – Mexico, 1999. – P.19-22.
- 9 Mullaney E.J., Martin J.M., Scharen A.L. Generation Means Analysis to Identify and Partition the Components of Genetic Resistance to *Septoria Nodorum* in Wheat // *Euphytica*. –1982. –№ 31. – P. 539-545.



УДК 579.64:631.46

И.Э. Смирнова\*, А.К. Саданов,  
С.А. Айткельдиева, А.Ж. Султанова, А.А. Сабденова

Институт микробиологии и вирусологии, Республика Казахстан, г. Алматы

\*E-mail: iesmirnova@mail.ru

### Подбор среды культивирования для фосфатмобилизирующих бактерий

Проведен подбор среды культивирования для вновь выделенных фосфатмобилизирующих бактерий – отдельных штаммов и ассоциаций. Подбор осуществлялся по модифицированной методике Сэги среди основных и специальных питательных сред, рекомендованных для культивирования фосфатмобилизирующих микроорганизмов: РПБ, среда Муромцева и NBRIP (National Botanical Research Institute's Phosphate growth medium). В качестве контроля использовалась чистая жидкая среда Муромцева без инокулята. Фосфатмобилизирующую активность бактерий оценивали количественно по диаметру зон гало без вычета диаметра лунки и выражали в мм. Максимальное накопление биомассы отмечали при культивировании бактерий на среде РПБ, максимальная активность к мобилизации фосфатов отмечена при культивировании на среде NBRIP. Для промышленного производства биомассы фосфатмобилизирующих бактерий рекомендована среда NBRIP.

**Ключевые слова:** фосфатмобилизирующие бактерии, активность, питательная среда.

I.E. Smirnova, A.K. Sadanov, S.A. Aitkeldiyeva, A.Zh. Sultanov, A.A. Sabdenova

#### Selection of culture medium for phosphate solubilizing bacteria

Culture medium for the newly isolated phosphatemobilizing bacteria – individual strains and associations – has been selected. Selection was carried out on the modified Szegimethod among recommended for the cultivation of phosphatemobilizing microorganisms basic and special culture media such as FPB, Muromtsevmedium and NBRIP (National Botanical Research Institute's Phosphate growth medium). Pure liquid Muromtsevmedium without inoculum has been used as a control. Phosphatemobilizing bacterial activity was quantified by the diameter of the halo regions without deducting diameter wells and expressed in mm. Maximum biomass accumulation observed when cultivated bacteria on FPB, the maximum activity for the mobilization of phosphates marked when cultivated on NBRIP. NBRIP is recommended for the industrial production of biomass phosphate mobilizing bacteria.

**Key words:** phosphate mobilizing bacteria, activity, culture medium.

И.Э. Смирнова, А.К. Саданов, С.А. Айткельдиева, А.Ж. Султанова, А.А. Сабденова

#### Фосфатмобилиздеуші бактериялар үшін бақылау орталарын таңдау

Жаңадан бөлінген фосфатмобилиздеуші бактериялар – бөлек штамдар мен ассоциациялар үшін қоректік орта іріктелген. Іріктеу жұмыстары фосфатмобилиздеуші микроорганизмдерді өсіру үшін ұсынылған негізгі және арнаулы БПС, Муромцев ортасы және NBRIP (National Botanical Research Institute's Phosphate growth medium) секілді қоректік орталардың арасында өзгертілген Сэги әдіс-темесі бойынша жүргізілді. Бақылау ретінде инокуляты қосылмаған таза сұйық Муромцев ортасы қолданылды. Бактериялардың фосфатмобилиздеу белсенділігін сандық әдісімен шұңқырдың диаметрін алмай, гало аймақтың диаметрі бойынша белгіленіп, мм-де көрсетілді. Биомасса өсуінің ең жоғары көрсеткіштері бактерияларды БПС ортасында өсіргенде байқалды, ал бактериялардың фосфатты мобилизациялауға ең жоғары белсенділігі NBRIP ортасында өсіргенде белгіленді. Фосфатмобилиздеуші бактериялар биомассасын өнеркәсіптік өндірісте шығару үшін NBRIP ортасы ұсынылды.

**Түйін сөздер:** фосфатмобилиздеуші бактериялар, белсенділік, қоректік орта.

Фосфор является одним из важнейших минеральных элементов в жизни растений, которые способны его поглощать только в неорганической форме, преимущественно в виде фосфат-анионов [1]. Несмотря на высокое содержание общего фосфора в почве, его биодоступность является лимитирующим фактором роста, развития и продуктивности растений, это явление называется многими авторами как «фосфорный парадокс» [2, 3]. Так, концентрация доступного для растений фосфора в почвенном растворе составляет около 1 мМ и редко достигает 10 мМ [4]. В сельском хозяйстве как основной отрасли, потребляющей фосфорные соединения, проблема дефицита доступного фосфора в почве решается путем регулярного внесения минеральных удобрений. Однако только 10-15% вносимых фосфорных удобрений ассимилируется растениями, а большая часть их переходит в труднодоступную для растений форму или вымывается с грунтовыми водами [5]. Альтернативой чрезмерного использования фосфорных удобрений для повышения урожайности сельскохозяйственных культур является мобилизация фосфатов из нерастворимых соединений за счет использования фосфатмобилизирующих микроорганизмов, способных переводить нерастворимые фосфаты из удобрений, почвы в растворимую форму. Существует большое количество исследований, посвященных проблеме повышения доступности труднорастворимых фосфатов путем использования фосфатмобилизирующих микроорганизмов и созданию на их основе биопрепаратов для сельского хозяйства [6-11]. Однако на казахстанском рынке отечественных препаратов не представлено. Поэтому разработка биопрепаратов на основе штаммов фосфатмобилизирующих бактерий, приспособленных к почвенно-климатическим условиям Республики, является актуальной задачей.

Для обеспечения экономической целесообразности разработки новых биопрепаратов на основе фосфатмобилизирующих микроорганизмов необходима относительная простота и малая энергоемкость технологического процесса их производства, то есть получение высокого выхода биомассы микроорганизмов с единицы субстрата. С этой целью необходимо провести исследования по подбору питательных сред для культивирования фосфатмобилизирующих бактерий, на которых возможно получение максимального выхода биомассы бактерий сочетаясь с их высокой фосфатмобилизую-

щей активностью. Это и послужило задачей данного исследования.

## Материалы и методы

Объектами исследований служили новые штаммы фосфатмобилизирующих бактерий, выделенные из почв южных областей Казахстана в 2012 году. Для исследований были отобраны 4 наиболее перспективных штамма: Б1, К2, Саp1, Саp2 и две ассоциации, одна из которых – природная, другая – искусственно созданная. Природная микробная ассоциация включает три штамма: Саp 1, Саp 2 и Саp 3. Штамм Саp 3 присутствует в ассоциации бактерий, но не выделяется в отдельную монокультуру. Для создания искусственной ассоциации все исследуемые штаммы фосфатмобилизирующих бактерий смешивали в пропорции объемов 1:1.

Молекулярно-генетическое исследование и секвенирование фрагментов нуклеотидной последовательности 16S-РНК показало, что штаммы относятся к родам *Bacterium*, *Arthrobacteri* *Bacillus*.

После хранения культур в коллекции лаборатории, их восстановление и активацию роста проводили на среде жидкой Муромцева на качалке (180 об/мин) при температуре 25-27<sup>0</sup> С в течение 3 суток. В качестве сред культивирования использовали следующие стандартные среды, рекомендованные для выращивания фосфатмобилизирующих бактерий:

1. РПБ – готовая форма;

2. Среда Муромцева:

глюкоза – 10 г/л

аспарагин – 1 г/л

Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> – 5г/л

K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 0,2 г/л,

MgSO<sub>4</sub> – 0,2 г/л

кукурузный экстракт – 0,02 г/л

pH среды – 6,8;

3. Среда NBRIP (National Botanical Research Institute's Phosphate growth medium), ранее не используемая в наших исследованиях, применяемая для культивирования фосфатмобилизирующих бактерий в ведущих странах мира [12].

Способность штаммов к мобилизации неорганических фосфатов оценивали на твердой среде Муромцева по модифицированной нами методике Сэги [13]. Выращивание бактерий проводили на жидких средах в колбах на качалке при 180 об/мин и температуре 25<sup>0</sup>С в течение 5 суток. Далее готовилась среда Муромце-

ва с внесением агар-агара в количестве 20 г/л. В чашки Петри разливали агаризованную среду и после застывания в агаре пробивали лунки, куда вносили равное количество суспензии бактерий, выращенных на разных средах с одинаковым титром клеток. После этого чашки Петри ставили в термостат при 280°С и выдерживали до появления четких зон гало вокруг лунок (приблизительно 2-3 суток). В качестве контроля использовали чистую среду того же состава (рисунок 1).

Фосфатмобилизирующую активность бактерий оценивали количественно по диаметру зон гало без вычета диаметра лунки и выражали в мм.

### Результаты и их обсуждение

Полученные результаты приведены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 видно, что штаммы и ассоциации бактерий накапливали на используемых средах высокую биомассу.

**Таблица 1** – Накопление биомассы фосфатмобилизирующими штаммами при росте на различных средах культивирования

Штаммы	Биомасса, ед. ОП		
	Среда NBRIP	Среда РПБ	Среда Муромцева
Сар 1	0,80	1,24	0,47
Сар 2	0,60	1,24	0,42
Б1	0,64	1,41	0,80
К2	0,67	1,23	0,36
Природная ассоциация	0,63	1,27	0,44
Искусственная ассоциация	0,92	1,3	0,82

Показано, что максимум накопления биомассы у всех штаммов отмечали при выращивании на среде РПБ. На среде NBRIP накопление биомассы было несколько ниже, наименьшее накопление биомассы отмечали на среде Муромцева.

Так, для штаммов Сар1 и Сар 2 на среде РПБ биомасса составляло 1,24 ед. ОП, на среде NBRIP – 0,80 и 0,60 ед. ОП и на среде Муромцева – 0,47 и 0,42 ед. ОП, соответственно. Биомасса искусственной ассоциации на среде РПБ составляла 1,3 ед.ОП, на средах NBRIP и Муромцева – 0,92 и 0,82 ед. ОП, соответственно.

Данный способ дает возможность провести сравнение штаммов по активности мобилизации нерастворимых фосфатов в растворимые формы и провести быстрый и точный скрининг высокоактивных форм.

Результаты исследования фосфатмобилизирующей активности штаммов бактерий, выращенных на разных средах, полученные модифицированным луночным методом, представлены в таблице 2.

Из таблицы 2 следует, что наибольшую активность мобилизации фосфатов отмечали при росте штаммов на среде NBRIP. Несколько

меньшая активность отмечена при росте на среде РПБ. Показано, что на среде РПБ накопление биомассы было наиболее высоким. Так, наибольшую активность фосфатмобилизации отмечали у штаммов Сар2 и Б1 на среде NBRIP, при этом диаметры зоны гало составлял 29,3 и 25,3 мм, на среде РПБ диаметры зоны гало были 19,3 и 23,2 мм, соответственно.

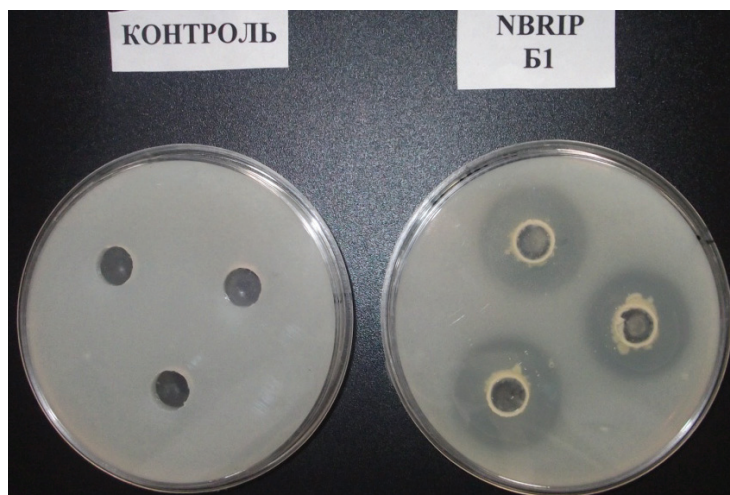
Установлено, что у некоторых штаммов (Сар1, К2) при росте на среде РПБ фосфатмобилизирующей активности не выявлено (рисунок 2.1).

При изучении роста ассоциаций на исследуемых средах установлено, что активность мобилизации фосфатов у обеих ассоциаций была выше на среде Муромцева, чем на среде РПБ. Однако, максимум активности отмечали у природной ассоциации при росте на среде NBRIP.

Таким образом, проведено исследование по подбору оптимальной среды культивирования фосфатмобилизирующих бактерий. Установлено, что максимальное накопление биомассы отмечали при культивировании чистых штаммов и ассоциаций бактерий на среде РПБ. Максимальную активность к мобилизации фосфатов отмечали при выращивании штаммов на сре-

де NBRIP. Поскольку для производства биопрепаратов на основе фосфатмобилизирующих бактерий необходим высокий выход биомассы

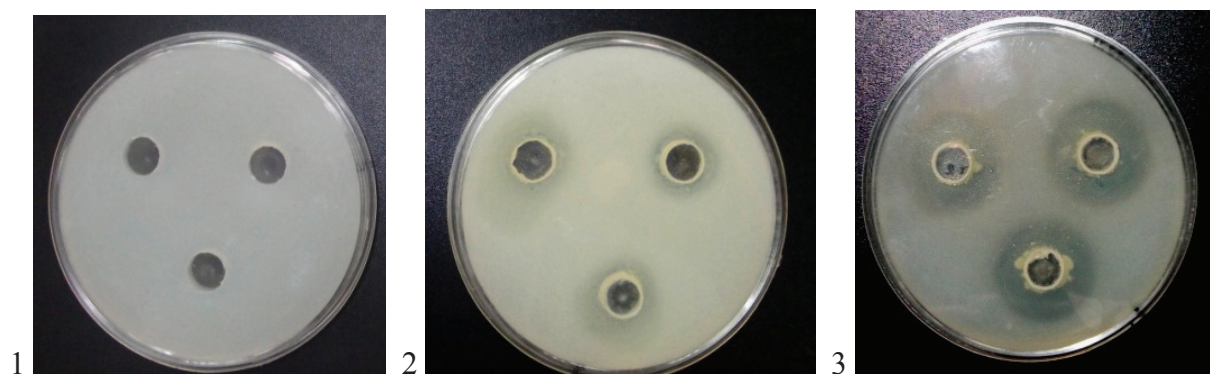
бактерий с высокой фосфатмобилизирующей активностью, то для промышленного выращивания можно рекомендовать среду NBRIP.



**Рисунок 1** – Зоны растворения фосфатов (гало) фосфатмобилизирующими бактериями штамма Б1

**Таблица 2** – Фосфатмобилизирующая активность чистых штаммов и ассоциаций бактерий, выращенных на разных средах

Штаммы	Диаметр зоны гало, мм	
	Среда NBRIP	Среда РПБ
Сар 1	24,7	17,3
Сар 2	29,3	19,3
Б1	25,3	23,2
К2	22,1	18,0
Природная ассоциация	33,3	24,7
Искусственная ассоциация	25,3	23,3



1 – среда РПБ; 2 – среда Муромцева; 3 – среда NBRIP

**Рисунок 2** – Зоны растворения фосфатов (гало) фосфатмобилизирующими бактериями штамм К2

## Литература

- 1 Lambers H., Shane M.W., Cramer M.D., Pearse S.J., Veneklaas E.J. Root structure and functioning for efficient acquisition of phosphorus: matching morphological and physiological traits // *Ann. Bot.* – 2006. – Vol. 98. – P. 693-713.
- 2 Marschner H. Mineral nutrition of higher plants. London, Academic Press. – 1995. – 889p.
- 3 Lambers H., Chapin F.S., Pons T.L. Plant Physiological Ecology. Second Edition. Springer. – 2008. – 604 p.
- 4 Bielecki R.L. Phosphate pools, phosphate transport, and phosphate availability. // *Ann. Rev.PlantPhysiol.* – 1973. – Vol.24. – P. 225–252.
- 5 Дунайцев И.А. Выделение фосфатсольбилизирующих микроорганизмов и изучение возможности их использования в промышленности и сельском хозяйстве: автореф. ... дисс. канд. биол. наук: 03.02.03;03.01.06. – Оболенск: Наука, 2010. – 29 с.
- 6 Thakuria D., Talukdar N.C., Goswami C., Hazarika S., Boro R.C., Khan M.R. Characterization and screening of bacteria from rhizosphere of rice grown in acidic soils of Assam // *Curr. Sci.* – 2004. – Vol. 86. – P.978-685.
- 7 Mehrvarz S., Chaichi M.R., Alikhani H.A. Effects of Phosphate Solubilizing Microorganisms and Phosphorus Chemical Fertilizer on Yield and Yield Components of Barely (*Hordeum vulgare L.*) // *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* – 2008. – Vol. 3(6). – P. 822-828.
- 8 Pérez-García A., Romero D., de Vicente A. Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological application of *Bacillus* in agriculture // *Curr. Opin. Biotechnol.* – 2011. – Vol. 22. – P. 1-7.
- 9 Yasmin H., Bano A. Isolation and characterization of phosphate solubilizing bacteria from rhizosphere soil of weeds of khewra salt range and attock // *Pakistan Journal of Botany.* – 2011. – №3. – P. 1663-1668.
- 10 Khan A.A., Jilani G., Akhtar M.S., Naqvi S., Rasheed M. Phosphorus Solubilizing Bacteria: Occurrence, Mechanisms and their Role in Crop Production // *J. Agric. Biol. Sci.* 2009. – Vol.1(1). – P. 48-58.
- 11 Vahed H.S., Shahinroksar P., Heydarnezhad F. Performance of phosphate solubilizing bacteria for improving growth and yield of rice (*Oryza Sativa L.*) in the presence of phosphorus fertilizer // *Int. J. Agri. Crop Sci.* – 2012. – Vol. 4(17). – P. 1228-1232.
- 12 Nautiyal C.S. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms // *FEMS Microbiol Lett.* – 1999. – Vol. 170(1). – P. 265-270.
- 13 Сэги Й. Методы почвенной микробиологии. – М.: Колос, 1983. – 162 с.

## References

- 1 Lambers H., Shane M.W., Cramer M.D., Pearse S.J., Veneklaas E.J. Root structure and functioning for efficient acquisition of phosphorus: matching morphological and physiological traits // *Ann. Bot.* – 2006. – Vol. 98. – P. 693-713.
- 2 Marschner H. Mineral nutrition of higher plants. London, Academic Press. – 1995. – 889 p.
- 3 Lambers H., Chapin F.S., Pons T.L. Plant Physiological Ecology. Second Edition. Springer. – 2008. – 604 p.
- 4 Bielecki R.L. Phosphate pools, phosphate transport, and phosphate availability. // *Ann. Rev.PlantPhysiol.* – 1973. – Vol.24. – P. 225–252.
- 5 Dunajcev I.A. Vydelenie fosfatsoljubilizirujushih mikroorganizmov i izuchenie vozmozhnosti ih ispol'zovanija v promyshlennosti i sel'skom hozjajstve: avtoref. ... diss. kand. biol. nauk: 03.02.03;03.01.06. – Obolensk: Nauka, 2010. – 29 p.
- 6 Thakuria D., Talukdar N.C., Goswami C., Hazarika S., Boro R.C., Khan M.R. Characterization and screening of bacteria from rhizosphere of rice grown in acidic soils of Assam // *Curr. Sci.* – 2004. – Vol. 86. – P.978-685.
- 7 Mehrvarz S., Chaichi M.R., Alikhani H.A. Effects of Phosphate Solubilizing Microorganisms and Phosphorus Chemical Fertilizer on Yield and Yield Components of Barely (*Hordeum vulgare L.*) // *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* – 2008. – Vol. 3(6). – P. 822-828.
- 8 Pérez-García A., Romero D., de Vicente A. Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological application of *Bacillus* in agriculture // *Curr. Opin. Biotechnol.* – 2011. – Vol. 22. – P. 1-7.
- 9 Yasmin H., Bano A. Isolation and characterization of phosphate solubilizing bacteria from rhizosphere soil of weeds of khewra salt range and attock // *Pakistan Journal of Botany.* – 2011. – №3. – P.1663-1668.
- 10 Khan A.A., Jilani G., Akhtar M.S., Naqvi S., Rasheed M. Phosphorus Solubilizing Bacteria: Occurrence, Mechanisms and their Role in Crop Production // *J. Agric. Biol. Sci.* 2009. – Vol.1(1). – P. 48-58.
- 11 Vahed H.S., Shahinroksar P., Heydarnezhad F. Performance of phosphate solubilizing bacteria for improving growth and yield of rice (*Oryza Sativa L.*) in the presence of phosphorus fertilizer // *Int. J. Agri. Crop Sci.* – 2012. – Vol. 4(17). – P. 1228-1232.
- 12 Nautiyal C.S. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms // *FEMS Microbiol Lett.* – 1999. – Vol. 170(1). – P. 265-270.
- 13 Sjeji J. Metody pochvennoj mikrobiologii. – 1983. – М.: Kolos. – 162 p.

УДК 579.8.06:579.25

К.А. Шораева, Т.М. Тленчиева\*, К.Т. Султанкулова,  
В.М. Строчков, С.О. Садикалиева, М.Б. Орынбаев, Р.А. Рыстаева,  
Н.Т. Сандыбаев, А.Р. Сансызбай

Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности,  
Республика Казахстан, Жамбылская область, п.г.т. Гвардейский

\*E-mail: t.m.tlenchieva@mail.ru

### Определение типа и серотипа штаммов бактерии рода *Pasteurella*, выделенных от сайгаков на территории Республики Казахстан

В данной работе представлены результаты риботипирования и серотипирования штаммов *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ* и *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ*, выделенных от павших сайгаков в 2010 – 2011 гг. на территории Республики Казахстан методом ПЦР (полимеразная цепная реакция). С помощью данного анализа определен вид, подтип и серотип бактерии рода *Pasteurella*. Результаты риботипирования и филогенетического анализа по гену 16S показали, что исследуемые казахстанские штаммы относятся к бактериям рода *Pasteurella*, к виду *multocida* и подтипу *multocida*. Также данные сравнительного анализа исследуемых штаммов между собой показали 100% идентичности. Методом серотипирования с использованием капсуло-специфических праймеров для *capA*, *capB*, *capD*, *capE* и *capF* выявлено, что штаммы *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ* и *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ* относятся к серотипу В.

**Ключевые слова:** сайгак, *Pasteurella multocida*, ПЦР (полимеразная цепная реакция), типирование, риботипирование.

K.A. Shorayeva, T.M. Tlenchiyeva, K.T. Sultankulova,  
V.M. Strochkov, S.O. Sadikaliyeva, N.T. Sandybayev, M.B. Orynbayev,  
R.A. Rystayeva, N.T. Sandybayev, A.R. Sansyzybay

### Determination of the type and serotype strains of bacteria *Pasteurella* isolated from saigas on the territory Republic of Kazakhstan

This paper presents the results of ribotyping and serotyping of strains *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ* and *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ*, isolated from dead saiga in 2010 – 2011 on the territory of the Republic of Kazakhstan by PCR (polymerase chain reaction). With this kind of analysis is defined subtype and serotype of bacteria of the genus *Pasteurella*. The results of ribotyping and phylogenetic analysis of 16S gene showed that the studied Kazakhstan strains belong to the bacteria of genus *Pasteurella*, to *multocida* and subtype *multocida*. Also, these comparative analyzes of studied strains between themselves showed a 100 % identity. Serotyping method using the Capsule -specific primers for *capA*, *capB*, *capD*, *capE* and *capF* is found that the strains *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ* and *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ* are belongs to the serotype B.

**Key words:** saiga, *Pasteurella multocida*, PCR (polymerase chain reaction), typing, ribotyping.

К.А. Шораева, Т.М. Тленчиева, К.Т. Султанкулова,  
В.М. Строчков, С.О. Садикалиева, М.Б. Орынбаев, Р.А. Рыстаева,  
Н.Т. Сандыбаев, А.Р. Сансызбай

### Қазақстан Республикасының территориясында киіктерден бөлініп алынған *Pasteurella* тектес бактерия штамдарының типі мен серотипін анықтау

Бұл жұмыста Қазақстан Республикасының территориясында 2010 және 2011 жылдар аралығында киіктерден бөлініп алынған *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ* және *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ* штамдары ПТР (полимераздық тізбекті реакция) әдісінің көмегімен риботиптеу және серо-

типтеу нәтижелері көрсетілді. Бұл талдаудың көмегімен *Pasteurella* тектес бактерияның түрі, типі және серотипі анықталды. Зерттеліп отырған қазақстандық штамдар 16S гені бойынша риботиптеу және филогенді талдаудың нәтижелері *Pasteurella* тектес бактерия және *multocida* түріне, *multocida* типіне жататынын көрсетті. Сонымен қатар салыстырмалы талдаудың нәтижелері бойынша зерттеліп отырған штамдар бір-бірімен 100%-ға ұқсас екендігі көрсетілді. Серотиптеу әдісімен *capA*, *capB*, *capD*, *capE* және *capF* гендері үшін капсулды-арнайы праймерлерін қолдана отырып киіктерден бөлініп алынған *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ* және *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ* штамдары В серотипіне жататыны анықталды.

**Түйін сөздер:** киік, *Pasteurella multocida*, ПТР (полимераздық тізбекті реакция), типтеу, риботиптеу.

## Введение

В настоящее время основная роль в развитии смешанных септических и респираторных инфекций сайгаков отводится бактериям, прежде всего *Pasteurella multocida*, *Clostridium perfringens*. В связи с этим представляется актуальным усовершенствование методов выявления вышеуказанных микроорганизмов, основанных на применении методов молекулярной биологии и генной диагностики [1].

В современное время в мире основное поголовье сайгаков – подвид *Saiga tatarica*, благодаря принимаемым мерам по их охране, сохранилось только в Казахстане. Сайгаки исчезли в Китае, Туркменистане, около 5 тыс. сайгаков мигрирует из Казахстана на сопредельную территорию Узбекистана, и более десятка тысяч сайгаков содержится в питомнике в Калмыкии. Другой подвид сайгака – *Saiga tatarica tatarica* (порядка 3,5 тыс. особей) – восстанавливается в Монголии [1, 2].

Эпидемию, которая буквально косит ценных животных, в Казахстане уже назвали трагедией национального масштаба. Болезнь всего за несколько дней значительно сократила популяцию сайги в Казахстане. В ряде научных источников *Pasteurella multocida* представлена гетерогенным видом возбудителя, способного продуцировать септические или респираторные инфекции у сайгаков [2].

Пастереллез – инфекционная болезнь домашних и диких животных, вызываемая бактериями рода *Pasteurella*, относящихся к семейству *Pasteurellaceae*, включающий 9 видов. Вид *Pasteurella multocida* является типичным представителем рода. В зависимости от конкретного типа капсульных антигенов *Pasteurella multocida* имеет серологические различия и подразделяется на капсульные серогруппы (A, B, D, E, F) [3-6].

Целью данной работы является определение типа и серотипа штаммов бактерии рода *Pasteurella*, выделенного от павших сайгаков

на территории Республики Казахстан в 2010-2011 гг. молекулярно-генетическим методом.

## Материалы и методы

Биоматериалы. Объектом для исследований являлись штаммы *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ* и *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ*, выделенные от павших сайгаков в 2010 – 2011 гг. на территории Республики Казахстан.

Выделение бактериальной ДНК. Выделение ДНК проводили с использованием коммерческого набора «PrepMan Ultra Sample Preparation Reagent» фирмы Applied Biosystems, согласно протоколу производителя.

Риботипирование. Для риботипирования штаммов бактерии рода *Pasteurella* использовали праймеры P16Sf: 5'-AGAGTTTGTATYMTGGC-3' и P16Sr: 5'-GYTACCTTGTTACGACTT-3' [7]. При амплификации смесь ПЦР содержал: 1x ПЦР-буфера 4мМ MgCl<sub>2</sub> и 1,25 U Taq ДНК-полимеразы, 200 мкМ дНТФ, по 10 пмоль праймера и 2,5 мкл исследуемых ДНК образца. Начальная денатурация прошла при 95°C в течение 5 минут, после 35 циклов денатурации при 94°C в течение 30 сек, отжиг при температуре 55°C в течение 30 сек и репликация при 68°C в течение 1 мин. Пост-репликация ПЦР прошла при 68°C в течение 7 мин [8]. Детекцию ПЦР продуктов провели на 2% агарозном геле в 1 x TAE буфере с бромистым этидием.

Капсульное типирование *Pasteurella multocida*. Типирование исследуемых штаммов проводили с помощью ПЦР анализа с использованием капсуло-специфических праймеров для *capA*, *capB*, *capD*, *capE* и *capF* [7].

Секвенирование. ДНК бактерий *Pasteurella* секвенировали методом дидеоксисеквенирования с использованием терминирующих дидеоксинуклеотидов (метод Сенгера) на автоматическом 16-капиллярном секвенаторе Genetic Analyser 3130 xl, Applied Biosystems.

### Результаты и их обсуждение

В настоящее время для дифференциации штаммов семейства *Pasteurellaceae* эффективным инструментом является риботипирование. Применяемость риботипирования бактерии рода *Pasteurella* на основе генов P16S и P23S рРНК высоко оценивается в исследовании молекулярной эпидемиологии [8].

Известно, что все бактериальные рРНК локусы содержат гены 16S и 23S фрагментов. Эти гены обладают изменчивостью на уровне родов и видов.

Для риботипирования проведена ПЦР с использованием пар праймеров P16Sf (AGAGTTT-GATYMTGGC) и P16Sr (GYTACCTTGTTAC-GACTT). Электрофореграмма ПЦР продуктов размером 1480 п.о. по гену P16S штаммов *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ* и *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ* представлена на рисунке 1.

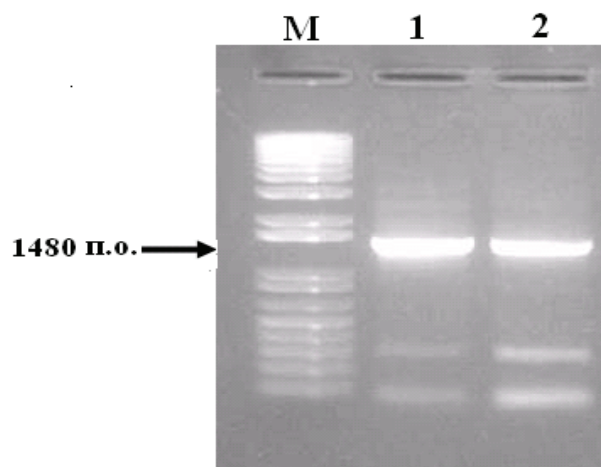
Как видно из рисунка 1, при проведении ПЦР наработаны продукты размером 1480 п.о. на ген 16S рРНК, размер продукта совпадает с литературными данными [7]. Для дальнейших исследований отдельные полосы ДНК элюировали из геля с целью их секвенирования.

Методом прямого секвенирования нами была определена нуклеотидная последовательность гена P16S исследуемых штаммов *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ* и *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ*, выделенных от сайгаков на территории Республики Казахстан в 2010-2011 гг. Сравнительный анализ исследуемых штаммов между собой показали 100% идентичности.

Дальнейшие исследования были направлены на проведение сравнительного анализа и составления филогенетического родства гена P16S исследуемых штаммов с имеющимися в международном банке генов Genbank различными видами и подвидами бактерии *Pasteurella*. Сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей исследуемых генов проводили с помощью компьютерных программ Vector NTI Suite 9, BioEdit и BLAST (на сайте NCBI, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>). Результаты исследований по филогенетическому анализу представлены на рисунке 2.

Как видно из рисунка 2, казахстанские штаммы *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ* и *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ* отнесены к виду *multocida* и подтипу *multocida*. В эту группу входят такие штаммы, как «PM 30» *Pasteurella* sp. *multocida multocida*, выделенный от КРС в Канаде [4], и «PM 36» *Pasteurella* sp. *multocida multocida*, выделенный от птиц в Австралии [5]. А также штаммы видов и подтипов *Pasteurella* sp. *multocida septica* и *Pasteurella* sp. *multocida gallicida* находятся в отдельной ветке.

Таким образом, сравнительный филогенетический анализ бактериальных штаммов *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ* и *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ*, выделенных от павших сайгаков в 2010-2011 гг. на территории Республики Казахстан с данными международной базы Генбанка показал, что штаммы имеют высокую степень гомологичности с пастереллезными штаммами вида *multocida* и подтипа *multocida*.



**Рисунок 1** – Электрофореграмма ПЦР продуктов по гену P16S штаммов *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ* и *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ*



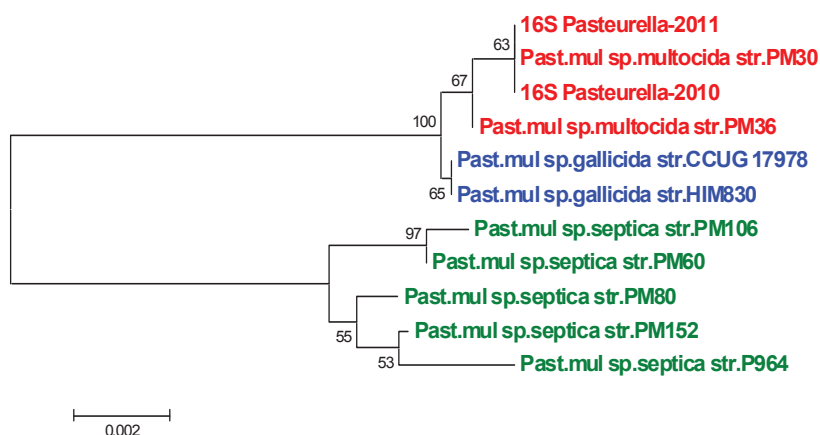


Рисунок 2 – Филогенетическое дерево штаммов и изолятов *Pasteurella multocida* по гену 16S

В зависимости от конкретного типа капсульных антигенов *Pasteurella multocida* имеет серологические различия и подразделяется на капсульные серогруппы (A, B, D, E, F). В наших экспериментах капсульное типирование штаммов *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ* и

*Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ* проводили, используя праймеры на гены *hyaD*, *bcbD*, *dcfF*, *ecbJ*, и *fcfD*, которые соответствуют капсульным группам A, B, D, E, F [9]. Праймеры для определения капсульных серогрупп *Pasteurella multocida* приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Праймеры для определения капсульных серогрупп *Pasteurella multocida*

№	Капсульные серогруппы	Праймер	Последовательности праймеров
1	A	<i>hyaDs</i>	GATGCCAAAATCGCAGTCAG
		<i>hyaDa</i>	TGTTGCCATCATGTGTCAGTG
2	B	<i>bcbDs</i>	CATTTATCCAAGCTCCACC
		<i>bcbDa</i>	GCCCGAGAGTTTCAATCC
3	D	<i>dcfFs</i>	TTACAAAAGAAAGACTAGGAGCCC
		<i>dcfFa</i>	CATCTACCCACTCAACCATATCAG
4	E	<i>ecbJs</i>	TCCGCAGAAAATTATTGACTC
		<i>ecbJa</i>	GCTTGCTGCTTGATTTTGTC
5	F	<i>fcfDs</i>	AATCGGAGAACGCAGAAATCAG
		<i>fcfDa</i>	TTCCGCCGTCATTACTCTG

При проведении капсульного типирования исследуемых штаммов с помощью ПЦР, продукт нарабатался с использованием только праймеров *bcbDs* (CATTTATCCAAGCTCCACC) и *bcbDa* (GCCCGAGAGTTTCAATCC) на серогруппу B. Результаты ПЦР продуктов представлены на рисунке 3.

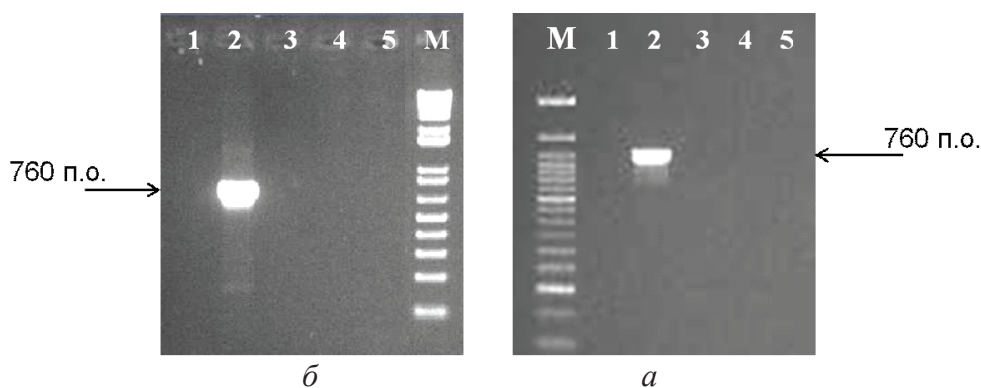
Из рисунка 3 видно, что изоляты *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ* и *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ* относятся к серотипу B, так как при

серотипировании исследуемых изолятов нарабатался ПЦР продукт с размером 760 п.о. на серотип B, размер продукта совпадает с литературными данными [7].

Как известно, бактерии *Pasteurella* серогруппы B размножаются в месте первичного внедрения в макроорганизм, далее попадают в лимфатическую систему и кровь, вызывая септицемию. Тогда как бактерии *Pasteurella* других серогрупп проникают в другие органы, вызывая

воспалительные процессы в организме. Например, бактерии *Pasteurella* серогруппы А проникают в легкие, где размножаются, продукты их жизнедеятельности разрушают стенки кровеносных сосудов, вызывая вначале гиперемию и отек, затем крупозное воспаление легких. Необ-

ходимо отметить, что при создании противопастереллезных вакцин нужно знать, какие серогруппы и серовары циркулируют в том или ином регионе страны, и соответственно, с каким пастереллезом в каждом конкретном случае приходится иметь дело.



1 – А тип; 2 – В тип; 3 – D тип; 4 – E тип; 5 – F тип.  
М – 1 kb маркер Invitrogen, М – 50 kb маркер Invitrogen

**Рисунок 3** – Капсульное типирование штаммов *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ* (А) и *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ* (Б)

### Заключение

Определение подтипа и выявление капсульных серогрупп бактерии рода *Pasteurella* осуществляется с помощью ПЦР анализа. По данным ПЦР анализа, секвенирования ПЦР продуктов и сравнительного анализа по 16S гену штаммы *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ* и *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ* относятся к подтипу *Pasteurella multocida*.

По результатам филогенетического анализа по гену 16S штаммы *Pasteurella/Saigas/2010/*

*ZKO/KZ* и *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ* относятся к виду *multocida* и подвиду *multocida*. Впервые с помощью ПЦР анализа в популяции сайги выявлена циркуляция серотипа В бактерии *Pasteurella multocida* по гену *bcbD*.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что штаммы *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ* и *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ*, выделенных от павших сайгаков в 2010 – 2011 гг. на территории Республики Казахстан относятся к бактериям рода *Pasteurella*, виду *multocida*, подтипу *multocida* и серогруппе В.

### Литература

- 1 Орынбаев М.Б., Рыстаева Р.А., Керимбаев А.А., Копеев С.К., Коспанова М.Н., Кыдырбаев Ж.К. Случаи массовой гибели уральской популяции сайгаков в Казахстане // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. ISSN: 2074-5036. – 2013. – №1. – С. 20–26.
- 2 Грачев Ю.А., Бекенов А.Б. Массовая гибель сайгаков в Казахстане – погибло около 12000 особей // Saiga news. – 2010. – С. 2–3.
- 3 Robert L. Davies Genetic diversity among *Pasteurella multocida* strains of avian, bovine, ovine and porcine origin from England and Wales by comparative sequence analysis of the 16S rRNA gene // Microbiology. – 2004. – P. 4199–4210.
- 4 Patrick J. Blackall et al. Population structure and diversity of avian isolates of *Pasteurella multocida* from Australia // Microbiology. – 1998. – P. 279–289.
- 5 Townsend K.M., Dawkins J.S., Paradimitriou J.M. REP PCR analysis of *Pasteurella multocida* isolates that cause hemorrhagic septicemia // Res. Vet. Sci. – 1997. – V. 63 (2). – P.151 – 155.

- 6 Rademaker L.W., De Bruijn F.L. Characterization and classification of microbes by REP-PCR genomic fingerprinting and computer-assisted pattern analysis // New York. – 1997. – P. 151–171.
- 7 Townsend K.M., Frost A.J., Lee C.W., Papadimitriou J.M., Dawkins J.S. Development of PCR assays for species and type-specific identification of *Pasteurella multocida* isolates // J. Clin. Microbiol. – 1998. – V. 36 (4). – P. 1096–1100.
- 8 Christensen H., Angen O., Olsen J.E., Bisgaard M. Revised description and classification of atypical isolates of *Pasteurella multocida* from bovine lungs based on genotypic characterization to include variants previously classified as biovar 2 of *Pasteurella canis* and *Pasteurella avium* // Microbiology. – 2004. – P. 1757–67.
- 9 Xibiao T., Zhanqin Z., Junyong H., Bin W., Xuwang C., Qigai H., Huanchun C. Isolation, antimicrobial resistance, and virulence genes of *Pasteurella multocida* strains from swine in China // Journal of Clinical Microbiology. – 2009. – P. 951–958.

#### References

- 1 Orynbaev M.B., Rystaeva R.A., Kerimbaev A.A., Kopeev S.K., Kospanova M.N., Kydyrbaev Zh.K. Sluchai massovoj gibeli ural'skoj populjacii sajgakov v Kazahstane // Aktual'nye voprosy veterinarnoj biologii. ISSN: 2074-5036. –2013. – №1. – P. 20–26.
- 2 Grachev Ju.A., Bekenov A.B. Massovaja gibel' sajgakov v Kazahstane – pogiblo okolo 12000 osobej // Saiga news. – 2010. – P. 2–3.
- 3 Robert L. Davies Genetic diversity among *Pasteurella multocida* strains of avian, bovine, ovine and porcine origin from England and Wales by comparative sequence analysis of the 16S rRNA gene // Microbiology. – 2004. – P. 4199–4210.
- 4 Patrick J. Blackall et al. Population structure and diversity of avian isolates of *Pasteurella multocida* from Australia // Microbiology. – 1998. – P. 279–289.
- 5 Townsend K.M., Dawkins J.S., Papadimitriou J.M. REP PCR analysis of *Pasteurella multocida* isolates that cause hemorrhagic septicemia // Res. Vet. Sci. – 1997. – V. 63 (2). – P.151–155.
- 6 Rademaker L.W., De Bruijn F.L. Characterization and classification of microbes by REP-PCR genomic fingerprinting and computer-assisted pattern analysis // New York. – 1997. – P. 151–171.
- 7 Townsend K.M., Frost A.J., Lee C.W., Papadimitriou J.M., Dawkins J.S. Development of PCR assays for species and type-specific identification of *Pasteurella multocida* isolates // J. Clin. Microbiol. – 1998. – V. 36 (4). – P. 1096–1100.
- 8 Christensen H., Angen O., Olsen J.E., Bisgaard M. Revised description and classification of atypical isolates of *Pasteurella multocida* from bovine lungs based on genotypic characterization to include variants previously classified as biovar 2 of *Pasteurella canis* and *Pasteurella avium* // Microbiology. – 2004. – P. 1757–1767.
- 9 Xibiao T., Zhanqin Z., Junyong H., Bin W., Xuwang C., Qigai H., Huanchun C. Isolation, antimicrobial resistance, and virulence genes of *Pasteurella multocida* strains from swine in China // Journal of Clinical Microbiology. – 2009. – P. 951–958.

УДК 619:576.8.078:616.981.42

К.К. Акылбаева\*, Г.О. Шыныбекова, С.О. Садикалиева,  
К.Т. Султанкулова, В.М. Строчков, Б.А. Еспембетов,  
Н.Т. Сандыбаев,  
А.Р. Сансызбай, А.М. Мелисбек

Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности,  
Республика Казахстан, Жамбылская область, п.г.т. Гвардейский  
\*E-mail: karla8408@mail.ru

**Молекулярно-генетический анализ  
внешнего мембранного белка Omp19 бактерии  
*Brucella abortus*, выделенной в Республике Казахстан**

В данной статье представлены результаты выполненных работ по молекулярно-генетическому анализу гена, кодирующего внешний мембранный белок *Omp19* штаммов бактерии *Brucella abortus*, выделенных на территории Республики Казахстан. Анализ нуклеотидной последовательности казахстанских штаммов бактерии *Brucella abortus* по гену *Omp19* показал 100% идентичность между собой. Штамм Алаколь2 *Brucella abortus*, выделенный в Талдыкорганском регионе Алматинской области, штамм СКО *Brucella abortus*, выделенный в Северо-Казахстанской области, и штаммы *Brucella abortus* из Генбанка с ID номерами L27997, CP003176.1 и U35742.1 отличаются наличием одной нуклеотидной замены, А на Г, в позиции 334 и степень идентичности составляет 99%.

Также выявлено, что штаммы *Brucella abortus*, выделенные в различных регионах Республики Казахстан, отличаются от штаммов из Генбанка с ID номерами: E017223.1, CP000887 наличием множественных замен в нуклеотидной последовательности.

**Ключевые слова:** внешний мембранный белок, бактерия *Brucella abortus*, ПЦР (полимеразная цепная реакция), секвенирование, нуклеотидная последовательность.

K.K. Akylbayeva, G.O. Shynybekova, S.O. Sadikaliyeva,  
K.T. Sultankulova, V.M. Stochkov, B.A. Espembetov, N.T. Sandybayev,  
A.R.Sansyzbay, A.M. Melisbek

**Molecular genetic analysis of the external membrane protein Omp  
19 bacteria *Brucella abortus*, isolated in the  
Republic of Kazakhstan**

This article presents the results of performed work on the molecular genetic analysis of the gene encoding the outer membrane protein *Omp19* strains of bacteria *Brucella abortus*, isolated in the territory of the Republic of Kazakhstan. Nucleotide sequence analysis of Kazakhstan strains of bacteria *Brucella abortus* *Omp19* gene showed 100 % identity with each other. Alakol 2 strain *Brucella abortus*, highlighted in Taldykorganskiy region of Almatinskaya oblast, SKO *Brucella abortus* strain, highlighted in the North-Kazakhstan oblast and *Brucella abortus* strains from Genebank with ID numbers L27997, CP003176.1 and U35742.1 are characterized by a single nucleotide substitution, A to G, at position 334 and a degree of identity is 99 %.

Also it is found that *Brucella abortus* strains, isolated in different regions of the Republic of Kazakhstan are different from the strains of the Genbank with ID numbers: E017223.1, SR000887 in presence of multiple substitutions in the nucleotide sequence.

**Key words:** outer membrane protein, bacteria *Brucella abortus*, PCR (polymerase chain reaction), sequencing, nucleotide sequence.

К.К. Акылбаева, Г.О. Шыныбекова, С.О. Садикалиева,  
К.Т. Султанкулова, В.М. Строчков, Б.А. Еспембетов, Н.Т. Сандыбаев,  
А.Р.Сансызбай, А.М. Мелисбек

**Қазақстан Республикасында бөлініп алынған  
*Brucella abortus* бактериясының Omp  
19 сыртқы мембраналық ақуызын молекулалы-генетикалық талдау**

Осы мақалада *Brucella abortus* бактериясының қазақстандық штамдарының Omp19 сыртқы мембраналық ақуызы молекулалы-генетикалық талдаудың нәтижелері көрсетілген. Нуклеотидті тізбектің талдауы қазақстандық штамдарының *Brucella abortus* бактериясының Omp19 гені бойынша өзара 100% ұқсастығын көрсетті. Алматы облысының Талдықорған аймағында бөлініп алынған *Brucella abortus* Алакөл 2 штамы, сонымен қатар Солтүстік Қазақстан облысында бөлініп алынған *Brucella abortus* СКО штамы және Генбанктан алынған ID нөмірлері: L27997, CP003176.1 және U35742.1 *Brucella abortus* штамдары 334 позициядағы А-нен G-ге бір нуклеотидті ауысыммен ажыратылады және оның ұқсастық деңгейі 99%-ды құрайды.

Сондай-ақ, Қазақстан Республикасының әртүрлі аймақтарынан бөлініп алынған *Brucella abortus* штамдары, Генбанктан алынған ID нөмірлері: E017223.1, CP000887 штамдарынан нуклеотидті тізбектегі көптеген ауысыммен ерекшеленетіні анықталды.

**Түйін сөздер:** сыртқы мембраналық ақуыз, *Brucella abortus* бактериясы, ПТР (полимеразды тізбекті реакция), секвенирлеу, нуклеотидті тізбек.

Бруцеллез – особо опасная и социально значимая инфекция, вызываемое бактериями рода *Brucella*. Данная болезнь приносит значительный экономический ущерб и представляет собой мировую проблему для медицины и ветеринарии [1, 2]. Естественным резервуаром бруцелл в природе являются животные.

По данным Объединенного комитета экспертов ВОЗ по бруцеллезу (1986), эта болезнь среди животных регистрируется в 155 странах мира. Наиболее широко бруцеллез распространен в странах Средиземноморья, Юго-Восточной Азии, Африки, Центральной и Южной Америки [3, 4].

При создании вакцины основным действующим началом являются иммуногенные белки, ответственные за выработку иммунитета. Многие белки бактерии *Brucella abortus* исследованы, и определены их роли в иммунном ответе против бруцеллеза.

В наших экспериментах в качестве объекта исследования был выбран ген, кодирующий белок Omp19 бактерии *Brucella abortus*.

Белок Omp19 (мол.масса 19 кДа) является белком наружной мембраны, представляет собой липопротеин, и это выражается во всех видах и известных биоварах *Brucella abortus* [5].

В связи с этим проведение молекулярно-генетических исследований гена Omp19 бактерии *Brucella abortus*, выделенной от больных животных на территории Республики Казахстан, является актуальным.

### Материалы и методы

В данной работе использованы штаммы бактерии *Brucella abortus*, выделенные на территории Республики Казахстан, которые представлены в таблице 1.

**Выделение бактериальной ДНК.** Выделение ДНК проводили с использованием коммерческого набора «PrepMan Ultra Sample Preparation Reagent» фирмы Applied Biosystems, согласно протоколу производителя.

**ПЦР постановка.** Амплификацию фрагментов ДНК генов бактерии *Brucella abortus* проводили на термоциклере «GeneAmp PCR 9700», фирмы «Applied Biosystems». Для амплификации фрагментов ДНК генов бактерии *Brucella abortus* использован праймер с нуклеотидной последовательностью:

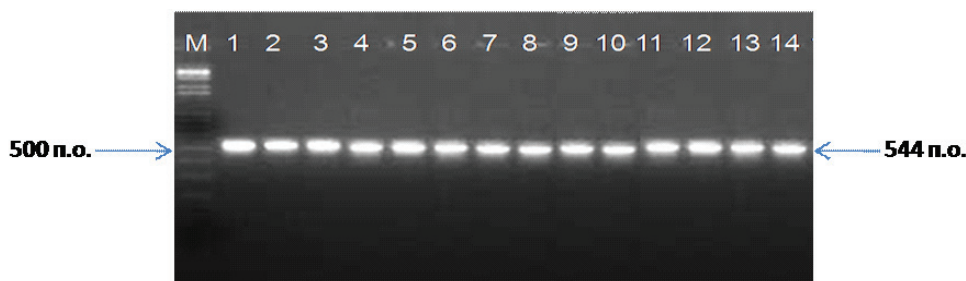
5'-CGCATATGGGAATTTCAAAGCAAGTCT-3';

5'-CGCTCGAGGCGCGACAGCGTCACGGCCT-3'.

Размер продуктов составляет 544 п.о.

Аmplификацию проводили в 50 µl, содержащих 5 µl 10X ПЦР буфера (Qiagen), 1 µl 10 mM dNTPs (NEB), 0,1 µl ДНК, 1 µl каждого прайме-

ра (20 pmol/µl), 0,25 µl Taq DNA полимеразы (2.5 units, Qiagen). Условия амплификации: 94°C 5 мин; затем 30 циклов 94°C 1 мин, 50°C 1 мин, 72°C, 2 мин, и 1 цикл 72°C 7 мин.



М – 1 kb Маркер, Invitrogen; 1 – положительный контроль *Brucella abortus* 544; 2 – *Brucella abortus* 0001/Н; 3 – *Brucella abortus* 0002/Н; 4 – *Brucella abortus* 0006/В; 5 – *Brucella abortus* 0007/В; 6 – *Brucella abortus* 0008/В; 7 – *Brucella abortus* 0009/Х; 8 – *Brucella abortus* ЮКО 198 212; 9 – *Brucella abortus* ЮКО 2535;

10 – *Brucella abortus* ЮКО 198 767578; 11 – *Brucella abortus* Алаколь 1; 12 – *Brucella abortus* Алаколь 2; 13 – *Brucella abortus* Атырау 88; 14 – *Brucella abortus* СКО

**Рисунок 1** – Электрофореграмма ПЦР продуктов фрагментов генов, кодирующих белок внешней мембраны *Omp19* штаммов бактерии *Brucella abortus*, выделенных на территории Республики Казахстан

**Таблица 1** – Штаммы бактерии *Brucella abortus*, выделенные на территории Республики Казахстан

Наименование штамма	Регионы
<i>Brucella abortus</i> 0001/Н	Жамбылская область
<i>Brucella abortus</i> 0002/Н	
<i>Brucella abortus</i> 0006/В	Алматинская область
<i>Brucella abortus</i> 0007/В	
<i>Brucella abortus</i> 0008/В	
<i>Brucella abortus</i> в R-форме 0009/Х	Южно-Казахстанская область
<i>Brucella abortus</i> ЮКО 198 212	
<i>Brucella abortus</i> ЮКО 2535	
<i>Brucella abortus</i> ЮКО198767578	
<i>Brucella abortus</i> Алаколь 1	Алматинская область, Талдыкорганский регион
<i>Brucella abortus</i> Алаколь 2	
<i>Brucella abortus</i> Атырау 88	Атырауская область
<i>Brucella abortus</i> СКО	Северо-Казахстанская область
<i>Brucella abortus</i> 544	контроль, эталонный штамм

**Анализ ПЦР продуктов.** Детекцию ПЦР продуктов провели на 1% агарозном геле в ТАЕ буфере с бромистым этидием.

**Секвенирование.** Для секвенирования гена *Omp19* штаммов бактерии *Brucella abortus*, выделенных на территории Республики Казахстан,

использовали метод дидеоксисеквенирования по Сенгеру на автоматическом 16-капиллярном секвенаторе Genetic Analyser 3130 xl, Applied Biosystems. В качестве полимера для капилляров использовали POP-7. Нарработку терминирующих продуктов ДНК проводили методом циклического секвенирования.

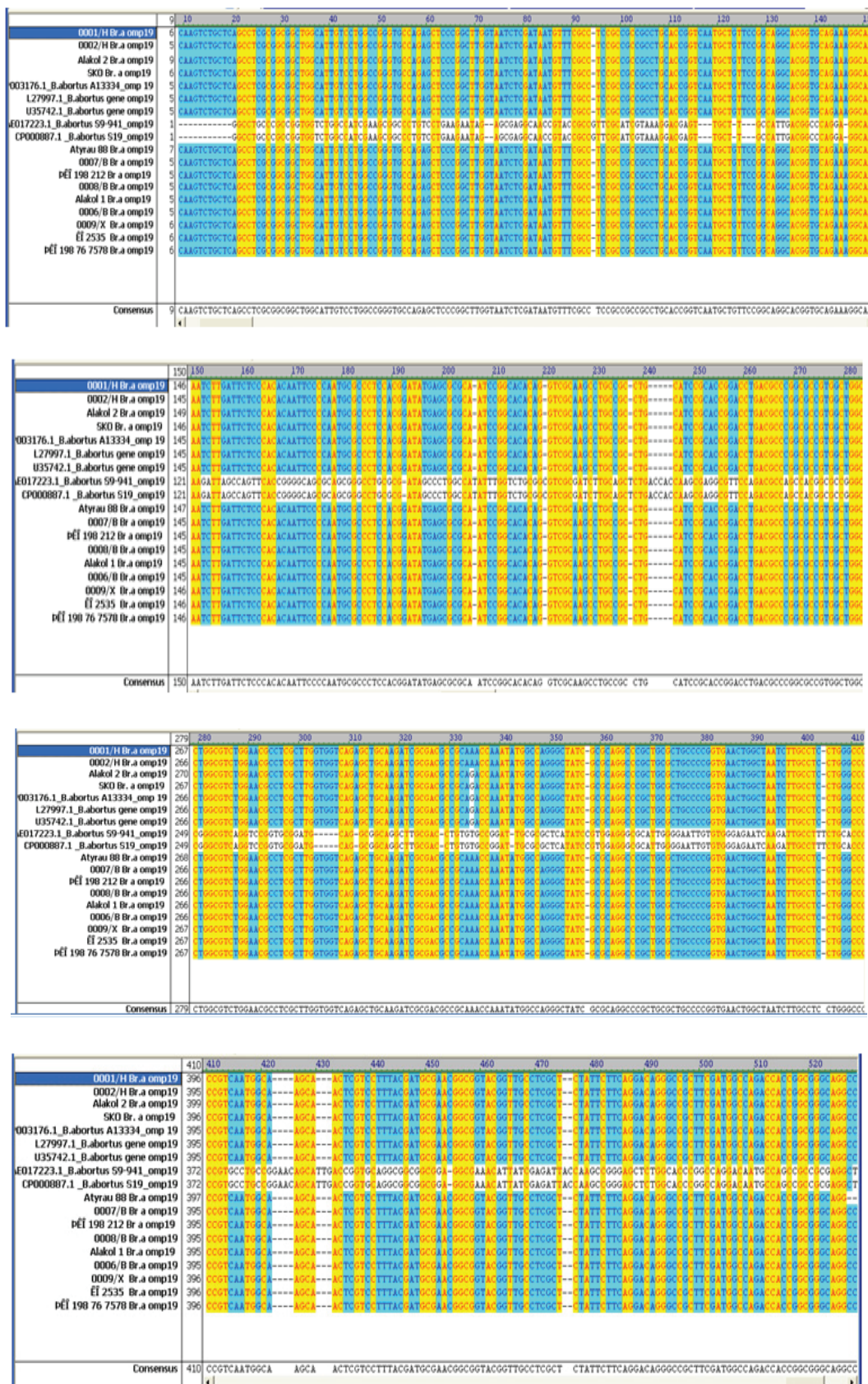


Рисунок 2 – Сравнительный анализ фрагмента последовательности гена *Omp 19* различных штаммов возбудителя *Brucella abortus*, выделенных на территории Республики Казахстан

Сравнительный анализ нуклеотидной последовательности исследуемого участка гена *Omp19* штаммов бактерии бруцеллы проведен с помощью компьютерных программ Vector NTI Suite 9 с данными Генбанка.

### Результаты и их обсуждение

Внешние мембранные белки бруцеллы были идентифицированы Dubray и Bezard в начале 1980-ых и представлены как потенциальные иммуногенные и защитные антигены [6].

В литературных источниках встречаются публикации по созданию вакцин против бруцеллеза на основе данных белков [7, 5].

В данной работе объектом исследования является белок внешней наружной мембраны *Omp19*, который используется при создании вакцины против бруцеллеза и характеризуется как защитный и иммуногенный белок.

С целью изучения гена *Omp19* штаммов бруцелл, выделенных на территории Республики Казахстан, был проведен ПЦР анализ.

На рисунке 1 представлены результаты амплификации фрагментов ДНК генов, кодирующий белок внешней мембраны *Omp19* штаммов возбудителя *Brucella*.

В результате проведенного ПЦР анализа установлено, что размеры ПЦР продукта гена *Omp 19* соответствуют 544 п.о.

Исследования по сравнительному анализу нуклеотидных последовательностей участка гена *Omp19* штаммов бактерии *Brucella abortus*, выделенных в Республике Казахстан, с имеющимися данными международного банка

генов «GenBank» проводилось с помощью компьютерной программы *Vector NTI*.

Результаты исследований по выравниванию и сравнительному анализу фрагментов генов *Omp19* штаммов бактерии *Brucella abortus* с данными генбанка представлены на рисунке 2.

Из рисунка 2 видно, что сравниваемые последовательности штаммов, выделенных в различных регионах, не отличаются между собой и идентичны на 100%. Штамм Алаколь2 *Brucella abortus*, выделенный в Талдыкорганском регионе Алматинской области, штамм СКО *Brucella abortus*, выделенный в Северо-Казахстанской области, и штаммы *Brucella abortus* из Генбанка с ID номерами L27997, CP003176.1 и U35742.1 отличаются от остальных штаммов наличием одной нуклеотидной замены, А на G, в позиции 334, степень идентичности составляет 99%.

Выявлено, что казахстанские штаммы *Brucella abortus* отличаются от штаммов из Генбанка с ID номерами: E017223.1, CP000887 наличием множественных замен в нуклеотидной последовательности.

Таким образом, в результате молекулярно-генетических исследований штаммов *Brucella abortus*, выделенных на территории Республики Казахстан, по гену *Omp19* было выявлено, что данные штаммы имеют высокую гомологичность между собой. Штамм Алаколь2 *Brucella abortus*, выделенный в Талдыкорганском регионе Алматинской области, и штамм СКО *Brucella abortus*, выделенный в Северо-Казахстанской области, отличаются наличием одной нуклеотидной замены, степень идентичности составляет 99%.

### Литература

- 1 England T., Kelly I., Jones RD, MacMillan A., Wooldridge M. A simulation model of brucellosis spread in British cattle under several testing regimes. // *Prev Vet Med.* – 2004. – V. 63 (1-2). – P. 63-73.
- 2 Hubalek Z., Scholz HC, Sedlacek I., Melzer F., Sanogo YO, Nesvadbova J. Brucellosis of the common vole (*Microtus arvalis*) // *Vector Borne Zoonotic Dis.* – 2007. – V.7(4). – P.679-87.
- 3 Ременцова М.М. Эпидемиология и задачи борьбы с бруцеллезом // *Здравоохранение Казахстана.* 1988. – №2. – С.5-7.
- 4 Navarro E., Fernandez J. A., Escribano J. et al. PCR assay for diagnosis of human brucellosis. *J. Clin. Microbiol.* 1999. – V. 37. – P. 1654-1657.
- 5 Pasquevich K.A., Estein S.M., Garcia Samartino C., Zwerdling A., Coria L.M., Barrionuevo P., Fossati C.A., Giambartolomei G.H., Cassataro J. Immunization with recombinant *Brucella* spp. outer membrane proteins Omp16 or Omp19 in adjuvant induces specific CD41 and CD81 T cells as well as systemic and oral protection against *Brucella abortus* infection // *Infect Immun.* – 2008. – 77. – P. 436-445.
- 6 Dubray G., Bezard G. Isolation of three *Brucella abortus* cell wall anti-genes protective in murine experimental Brucellosis // *Ann. Rech. Vet.* – 1980. – V. 11. – P. 367-373.
- 7 Alexandrova G.I., Polezaev F.I., Budilovsky G.N., Garmashova L.M., Topuria N.F., Egorov A.Y., Romejko-Gurko Y.R., Koval T.A., Lisovakaya K.V., Klimov A.I., et al. Recombinant cold-adapted attenuated influenza A vaccines for use in children: reactogenicity and antigenic activity of cold-adapted recombinants and analysis of isolates from the vaccines // *Infect Immun.* – 1984. – V.44. – P.734-739.



**References**

- 1 England T., Kelly I., Jones RD, MacMillan A., Wooldridge M. A simulation model of brucellosis spread in British cattle under several testing regimes. // *Prev Vet Med.* – 2004. – V. 63 (1-2). – P. 63-73.
- 2 Hubalek Z., Scholz HC, Sedlacek I., Melzer F., Sanogo YO, Nesvadbova J. Brucellosis of the common vole (*Microtus arvalis*) // *Vector Borne Zoonotic Dis.* – 2007. – V.7(4). – P.679-87.
- 3 Remencova M.M. Jepidemiologija i zadachi bor'by s brucellezom // *Zdravoohranenie Kazahstana.* 1988. – №2. – P.5-7.
- 4 Navarro E., Fernandez J. A., Escribano J. et al. PCR assay for diagnosis of human brucellosis. *J. Clin. Microbiol.* 1999. – V. 37. – P. 1654-1657.
- 5 Pasquevich K.A., Estein S.M., Garcia Samartino C., Zwerdling A., Coria L.M., Barrionuevo P., Fossati C.A., Giambartolomei G.H., Cassataro J. Immunization with recombinant *Brucella* spp. outer membrane proteins Omp16 or Omp19 in adjuvant induces specific CD41 and CD81 T cells as well as systemic and oral protection against *Brucella abortus* infection // *Infect Immun.* – 2008. – 77. – P. 436–445.
- 6 Dubray G., Bezar G. Isolation of three *Brucella abortus* cell wall anti-genes protective in murine experimental Brucellosis // *Ann. Rech. Vet.* – 1980. – V. 11. – P. 367-373.
- 7 Alexandrova G.I., Polezaev F.I., Budilovsky G.N., Garmashova L.M., Topuria N.F., Egorov A.Y., Romejko-Gurko Y.R., Koval T.A., Lisovakaya K.V., Klimov A.I., et al. Recombinant cold-adapted attenuated influenza A vaccines for use in children: reactogenicity and antigenic activity of cold-adapted recombinants and analysis of isolates from the vaccines // *Infect Immun.* – 1984. – V.44. – P.734-739.

ӘОЖ 592 (591.9.593.1)

<sup>1</sup>Н.Б. Зайпанова\*, <sup>1</sup>М.Б. Зайпанова, <sup>2</sup>А.М. Калимагамбетов

<sup>1</sup>Педиатрия және бала хирургиясы ғылыми орталығы,  
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

<sup>2</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

\*E-mail: nuri.com@mail.ru

### Лейкоз ауруындағы хромосомалық бұзылыстардың түрлері және жиілігі

Мақалада лейкоз ауруына шалдыққан балалардың (n=19) жілік майының клеткаларындағы хромосомалық бұзылыстарының түрлері және кездесу жиілігі көрсетілген. Цитогенетикалық зерттеудің нәтижесінде лейкоз ауруының түріне байланысты хромосомалық мутациялардың сандық және құрылымдық ерекшеліктері анықталды. Хромосомалардың сандық және қосымша құрылымдық бұзылыстары 4 науқас балаларда анықталды, кездесу жиілігі 21,05% құрады. Хромосомалық абберациялар 18 науқастардың метафазалық клеткаларында табылды – 94,74%. Жеке хромосомалық абберациялардың түрлері бойынша кездесу жиілігі: транслокациялар – 63,16%, делециялар – 31,58%, маркерлік хромосомалар – 10,53% құрады. Кариотиптің мозаикалық варианттары 21,05% құрады. Анықталған құрылымдық ерекшеліктер: 11-ші хромосоманың қысқа иығының делециясы – del(11)(p14), 2 науқас балада анықталды. Сонымен бірге үшінші балада осы 11-ші хромосоманың қатысуымен транслокация табылды – t(11;14)(p13;q11). 3 науқас балада ұқсас транслокацияның түрі – t(8;21)(q22;q22), байқалды. Тағы бір ерекше нәтиже – Батыс Еуропада және Ресейде өте сирек кездесетін мутацияның түрі – del(6)(q21), зерттелген науқастарда 15,79% деңгейінде байқалды.

**Түйін сөздер:** хромосома, мутация, абберация, делеция, транслокация, лейкоз.

N.B. Zaypanova, M.B. Zaypanova, A.M. Kalimagambetov

### The frequency and types of chromosomal abnormalities in leukemia

The paper presents the frequency and types of chromosomal aberrations in bone marrow cells in 19 children with leukemia. As a result of cytogenetic research to quantitative and structural features of chromosomal mutations, depending on the types of the disease. Numerical and structural chromosome aberrations were detected in 4 patients, the frequency of occurrence was 21.05%. Chromosomal aberrations were observed in 18 patients – 94.74%. By type of chromosomal aberration frequency was: translocation – 63.16%, deletions – 31.58%, marker chromosomes – 10.53%. The frequency of mosaic karyotypes options was 21.05%. In 2 patients with children of the same type installed chromosomal abnormalities involving 11 chromosome – del(11)(p14), the third patient also revealed a translocation involving chromosomes 11-th – t(11; 14)(p13; q11). In 3 patients a monotype translocation – t(8; 21)(q22; q22). Most rarely found in Western Europe and Russia mutation del(6)(q21) was observed in the patients examined at a frequency of 15.79%.

**Key words:** chromosome mutation, aberration, deletion, translocation, leukemia.

Н.Б. Зайпанова, М.Б. Зайпанова, А.М. Калимагамбетов

### Частота и типы хромосомных нарушений при лейкозе

В статье приведены частота и типы хромосомных нарушений в клетках костного мозга у 19 детей при заболевании лейкозом. В результате цитогенетических исследований установлены количественные и структурные особенности хромосомных мутаций в зависимости от видов данного заболевания. Численные и структурные нарушения хромосом выявлены у 4-х больных, частота встречаемости составила 21,05%. Хромосомные абберации наблюдались у 18-ти больных – 94,74%. По типам хромосомных аббераций частота составила: транслокации – 63,16%, делеции – 31,58%,

маркерные хромосомы – 10,53%. Частота мозаичных вариантов кариотипов составила 21,05%. У 2-х больных детей установлены однотипные хромосомные нарушения с участием 11-ой хромосомы – del(11)(p14), у третьего больного выявлена транслокация также с участием 11-ой хромосомы – t(11;14)(p13;q11). У 3-х больных установлена однотипная транслокация – t(8;21)(q22;q22). Наиболее редко встречающаяся в Западной Европе и России мутация del(6)(q21) у обследованных больных наблюдалась с частотой 15,79%.

**Ключевые слова:** хромосома, мутация, абберация, делеция, транслокация, лейкоз.

Лейкоз – қан түзетін мүшелер жүйесінің қатерлі ісіктері. Ісік жілік майындағы клеткалардың шексіз өсуімен және сол жердегі қалыпты қан түзілу процесінің бұзылуымен сипатталады. Соның нәтижесінде қан түйіршіктерінің (эритроцит, тромбоцит) саны азайып, ал жетілмеген лейкоциттер саны көбейіп кетеді. Лейкоз иондаушы сәулелердің (радиацияның), кейбір химиялық заттардың (бензол, бензпирен, т.б.), вирустардың әсерінен пайда болады. Клиникалық сипаттамасы бойынша және қан клеткаларының цитохимиялық өзгерістеріне қарай лейкоздарды жедел және созылмалы деп бөледі [1, 2].

Жедел лейкоздар – жетілмеген бласттық қантүзу клеткалардың қалыпты сүйек миының орнын басып алуымен сипатталатын лейкоздың тез өрістейтін түрі. Жедел лейкоздар ісік клеткалардың түріне қарай екі ірі топқа бөлінеді: жедел лимфобластық лейкоз (ЖЛЛ) және жедел лимфобластық емес (миелогендік) лейкоз (ЖМЛ). ЖЛЛ көбіне балалық шақта, ал ЖМЛ ересек жастағыларда кездеседі. Жедел лейкоздар гемобластоздардың ең ауыр және жиі кездесетін түрі. Лимфобласты лейкоз жедел лейкоздардың 15% құрайды. Лимфобластық емес лейкоздарда ісік процесі миелоидтық өсіндінің бластық клеткаларынан дамиды. Ісік клеткалардың морфологиялық, цитохимиялық, иммунологиялық ерекшеліктеріне қарай жедел лейкоздардың әр тобында келесі түрлерін айырады: жедел лимфобласты лейкоз (ЖЛЛ). Оның бірнеше түрі бар: а) жалпы түрі (Т-, В-лимфоциттер емес түрі) – ЖЛЛ-дың 70% құрайды; ә) Т түрі – 25%; б) В түрі – 3-5%. Лейкоздың ЖЛЛ-дан басқа түрлері анықталған және олардың жиілігі белгілі: жедел миелобластық лейкоз (ЖМЛ) – 60% құрайды; жедел миеломонобластық лейкоз (ЖММЛ) – 20%; жедел монобластық лейкоз (ЖМНЛ) – 3-7%; жедел промиелоцитарлық лейкоз (ЖПРЛ) – 2-5%; жедел эритромиелоз (ЖЭМ) – 2-5%; жедел дифференциаланбаған лейкоз ЖДЛ – 2-3% [1,3].

Қазіргі таңда жалпы лейкоз ауруына шалдыққан науқастардың хромосомалық өзгерістері клиникалық және болжамдық көрсеткіштерді беретіні анықталды. Хромосомалардың диффе-

ренциалдық бояу әдісі енгізілген соң, тек диагноз қойылғанда ғана емес, аурудың динамикасын бақылауда да үлесі зор. Әр лейкоздың типіне қарай, өзінің арнайы хромосомалық өзгерістері бар екені дәлелденген. Мысалы, ЖЛЛ-да кездесетін гипердиплоидия жағдайында, яғни хромосомалар саны 50-ден артық болса, оның клиникалық болжамы жағымды екені мәлім. Ал, клиникалық болжамы жағымсыз болуының себебі «филадельфиялық» хромосоманың пайда болуы, яғни t(9;22) [4]. Сонымен қатар, 5-ші және 7-ші хромосомалардың делециясы лимфобласты емес лейкозда кездесуі клиникалық болжам бойынша ауыр болады [5]. Мартынкевич И.С. (1999) жұмысының қорытындысы бойынша, егер ЖЛЛ дертіне шалдыққан науқастың кариотипінде тек қана гипредиплоидия кездессе клиникалық болжам жағымды екені дәлелденген. Егер де сандық өзгерістермен қатар хромосоманың құрылымдық өзгерістері байқалса аурудың клиникалық болжамы жағымсыз болады [1].

Жұмыстың мақсаты – лейкоз ауруына шалдыққан балалардың хромосомалық бұзылыстарының түрлерін және кездесу жиілігін анықтау.

### Зерттеу материалдары және әдістер

Науқастардың сүйек кемігінің суспензиясына колхицин және RPMI қоректік ортасын белгілі көлемде қосып, 24 сағатқа термостатқа орналастырады. Сонында гипотониялық процесс жүргізіледі. Клеткалар спирт және сірке қышқылы (3:1) ерітіндісімен қатырылады. Хромосомалық препараттар термостатта үш күн аралығында толық кептіріледі және G-әдісі бойынша дифференциалды ретінде боялады [6].

Цитогенетикалық зерттеуге лейкоз ауруына шалдыққан 4-16 жас аралығындағы 19 балалардың метафазалық клеткалары алынды.

### Зерттеудің нәтижелері және оларды талдау

XX ғасырдың соңғы он жылдықтарында қан ауруы – лейкозияға ұшыраған науқастарға ешқандай емшара жоқ деп, «өлім жазасымен» тең қарастырылған. Ал, бүгінгі күні жіті және со-

зылмалы лейкозға ұшыраған науқастар тек гематолог-дәрігердің ғана емес, сонымен қатар басқа да терапевт-дәрігерлердің бақылауында болатыны белгілі. Жаңа және нәтижелі химиотерапия әдістердің, бағаналы клеткалардың

тасымалдау арқасында көптеген науқастарда ремиссияға шығуы клиникалық, цитогенетикалық, иммунологиялық әдістерінің көрсеткіші арқылы байқалады [7-10]. Цитогенетикалық зерттеулердің нәтижелері төмендегі кестеде көрсетілген.

**Кесте** – Лейкоз ауруындағы хромосомалық бұзылыстардың түрлері

№	Кариотиптер	Лейкоздың түрі	Науқастардың саны және жасы
1.	46,XX,t(9;22)(q34;q11)[20] 46,XY,t(9;22)(q34;q11)[20]	СМЛ	4 14-16 жаста
2.	45,X0,t(8;21)(q22;q22),del(12)(p12),-Y[20]	МДС	1 15 жаста
3.	46,XX,t(8;21)(q22;q22)[20], 46,XY,t(8;21)(q22;q22)[20]	МДС	2 13-14 жаста
4.	46,XY[11]/47,XY, del(6)(q21),del(11)(q21),+mar[9]	ЖЛЛ	1 4 жаста
5.	46,XY[16]/57,XXY del(6)(q21),+4,+6,+8, +10,+14,+17,+18,+18,+21,+ mar[4]	ЖМЛ	1 4 жаста
6.	46,XX,t(11;14)(p13;q11)[20]	ЖЛЛ	1 10 жаста
7.	46,XY[3]/46,XY,t(8;17)(q22;p13)[17]	ЖМЛ	1 8 жаста
8.	46,XY,t(4;22;21)(q34;q11;p12)[20]	СМЛ	1
9.	46,XX,t(11;?)(p15;q11)[20]	ЖМЛ	1 4 жаста
10.	46,XX[15]/47,XX,add(6)(p25);+8,+9,-2[2]/ 47,XX,del(8)(q22);+8,+8;-21[3]	ЖМЛ	1 15 жаста
11.	45,XX,del(11)(p14),-7[4]/45,XX,-7[16]	ЖЛЛ	1 10 жаста
12.	46,XX,del(11)(p14)[20]	ЖЛЛ	1 8 жаста
13.	46,XY[5]; 46,XY,t(15;17)(q22;q21)[15]	ЖЛЛ	2 9 жаста
14.	46,XY,del(6)(q21)[20]	ЖМЛ	1 10 жаста

Ескерту: [20] – зерттелген метафазалық клеткалар саны

Созылмалы миелобласты лейкоз (СМЛ) диагнозы қойылған 4 балада «филадельфиялық» хромосоманың түрі – t(9;22)(q34;q11), яғни 9-шы және 22-шы хромосомалардың арасындағы транслокация, кездесті, жиілігі 21,05% құрады. Айта кететін жай, бұл өзгеріс тек жастары 14-тен асқан балаларда байқалды.

Миелодисплазивті синдром диагнозымен 3 (15,79%) балада t(8;21)(q22;q22) хромосомалық өзгеріс анықталды, сонымен қатар жыныс хромосомасына әсер еткен 1 жағдай кездесті.

ЖЛЛ-да 11-ші хромосоманың делециясы 3 науқаста кездесті, бірақ 2 балада del(11)(p14) аймағында, ал 1 балада t(11;14)(p13;q11) айма-

ғында кездесті. 2 балада химиотерапиядан соң сандық өзгерістер байқалды: 1 науқаста 16 метафазасында 46, XY, ал 4 метафазада 57, XXY, del(6)(q21), +4, +6, +8, +10, +14, +17, +18, +18, +21, +mar хромосомалық мутациялар кездесті. 2 науқаста 15 метафазасында 46, XX хромосомалық жиынтығы, 2 метафазасында 47, XX, add(6)(p25); +8, +9, -2 сандық және құрылымдық өзгерістер, сол науқастың 3 метафазасында 47, XX, del(8)(q22); +8, +8; -21 өзгерістер анықталды.

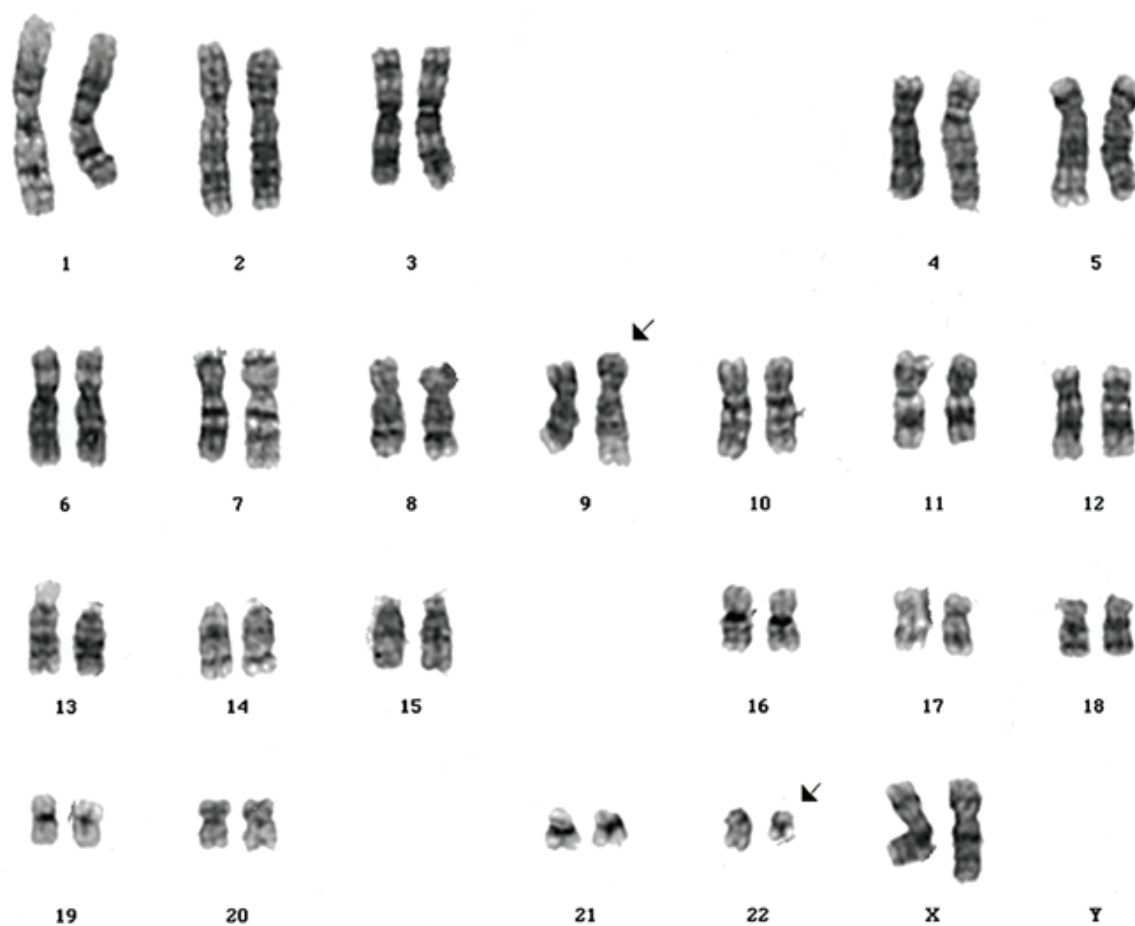
Көптеген әдебиеттердің мәліметтері бойынша химиотерапиядан соң полиплоидты клеткалардың кездесетіні мәлім. Егер метафазада абберацияға ұшыраған хромосомалар жоқ болса,

тек саны жағынан өзгерістер байқалса, аурудың жағымды болуын болжамдайды. Егер де саны жағынан және қосымша хромосомалық абберациялар байқалса болжам жағымсыз деп саналады [5,11].

Тағы бір айта кететін жағдай ЖЛЛ және ЖМЛ 3 балада  $del(6)(q21)$  байқалды. Бұл құрылымдық мутацияның кездесу жиілігі 15,78% құрады. 6-шы хромосоманың ұзын иығындағы делеция Батыс Еуропада және Ресейде өте сирек кездесетін хромосомалық мутацияның түрі ретінде есептелінеді [12]. Яғни, осы құрылымдық мутация Қазақстанда лейкоз ауруында жиірек кездеседі деп айтуға болады. Суретте СМЛ-да жиі кездесетін  $t(9; 22)(q34; q11)$  хромосомалық

мутация көрсетілген. Сонымен, лейкоз ауруына шалдыққан балалардың хромосомалық сандық және құрылымдық бұзылыстары ерекше болып келеді. Лейкоз ауруының түріне қарай мутациялардың ерекшеліктері, 19 балада хромосомалардың сандық, қосымша сапалық өзгерістері 21,05% және тек құрылымдық өзгерістері 94,74% анықталды.

Лейкоз ауруына шалдыққан науқастардың хромосомалық өзгерістерін бақылау, яғни цитогенетикалық талдау жүргізу, клиникада қауіпті аурудың өту барысын, болжамын анықтауда, арнайы емшара таңдауда, сонымен қатар ең басты көмегі лейкоздың типін анықтауда басты рөл атқарады.



Сурет – Созылмалы лейкоздың транслокациялық формасы –  $t(9;22)(q34;q11)$

## Әдебиеттер

- 1 Абдулкадыров К.М., Моисеев С.И., Мартынкевич И.С. Цитогенетические исследования в диагностике и лечении больных разными вариантами острого лейкоза при трансплантации костного мозга. – М., 1999. – 129 с.
- 2 Абдулкадыров, К.М. Гематология: новейший справочник / под общ. ред. К.М. Абдулкадырова. – М.: Эксмо; – СПб.: Сова, 2004. – 928 с.
- 3 Appelbaum F.R., Gundacker H., Head D.R. Slovak, M.L., Willman, C.L., Godwin, J.E., Anderson, J.E., Petersdorf, S.H. Age and acute myeloid leukemia//Blood. – Vol. 107(9). – 2006. – P. 3481-3485.
- 4 Talpaz M., Shah N.P., Kantarjian H., Donato N., Nicoll J., Paquette R., Cortes J., O'Brien S., Nicaise C., Bleickardt E., Blackwood-Chirchir M.A., Iyer V., Chen T.T., Huang F., Decillis A.P., Sawyers C.L. Dasatinib in imatinib-resistant Philadelphia chromosome-positive leukemias //N. Engl. J. Med. – 2006. – Vol.354 (24). – P. 2531–41.
- 5 Мартынкевич И.С. Цитогенетические исследования в диагностике и лечении больных различными вариантами острого лейкоза и при трансплантации костного мозга: дис. канд. биол.наукю – СПб.: С.-Петербург. гос.ун-т, 2000. – 129 с.
- 6 Румянцев А.Г., Масчан А.А. Трансплантация гемопоэтических стволовых клеток у детей . – М.: Медицинское информационное агентство, 2003. – 909 с.
- 7 Cutler C., Antin J.H. Peripheral blood stem cells for allogeneic transplantation: a review//Stem Cells. – Vol. 19 (2). – 2001. – P. 108–17.
- 8 Appelbaum F.R., Rowe J.M., Radich J., Dick J.E. Acute myeloid leukemia // Haematology (Am.Soc.Hematol.Educ.Program.) – 2001. – P. 62-86.
- 9 Сирман В.М, Сирман Я.В. Проблемные вопросы клеточной трансплантации //Трансплантология. – 2004. – Т.7. – №3. – С.58–67.
- 10 Backer U., Haferlach T., Kern W., Haferlach C., Schnittger S. A comparative study of molecular mutations in 381 patients with myelodysplastic syndrome and in 4130 patients with acute myeloid leukemia //Haematologica. – 2007. – Vol. 92(6). – P. 744-752.
- 11 Orozco J.J., Appelbaum F.R. Unfavorable, complex and monosomal karyotypes: the most challenging forms of acute myeloid leukemia//Oncology (Williston Park). – 2012. – Vol.26(8). – P. 706-712.
- 12 Wong K.F., Chan J.K., Kwong Y.L. Identification of del(6)(q21q25) as a recurring chromosomal abnormality in putative NK cell lymphoma/leukaemia//Br. J. Haematol. – 1997. – Vol.98(4). – P. 922-926.

## References

- 1 Abdulkadyrov K.M., Moiseev S.I., Martynkevich I.S. Citogeneticheskie issledovaniya v diagnostike i lechenii bol'nyh raznymi variantami ostrogo lejkoza pri transplantacii kostnogo mozga. – М., 1999. – 129 s.
- 2 Abdulkadyrov, K.M. Gematologija: novejšij spravocnik /Pod obshh. red. K.M. Abdulkadyrova. М.: Jeksmo; SPb.: Sova, 2004. – 928 s.
- 3 Appelbaum F.R., Gundacker H., Head D.R. Slovak, M.L., Willman, C.L., Godwin, J.E., Anderson, J.E., Petersdorf, S.H. Age and acute myeloid leukemia//Blood. – Vol. 107(9). – 2006. – P. 3481-3485.
- 4 Talpaz M., Shah N.P., Kantarjian H., Donato N., Nicoll J., Paquette R., Cortes J., O'Brien S., Nicaise C., Bleickardt E., Blackwood-Chirchir M.A., Iyer V., Chen T.T., Huang F., Decillis A.P., Sawyers C.L. Dasatinib in imatinib-resistant Philadelphia chromosome-positive leukemias//N. Engl. J. Med. – 2006. – Vol.354 (24). – P. 2531–41.
- 5 Martynkevich I.S. Citogeneticheskie issledovaniya v diagnostike i lechenii bol'nyh razlichnymi variantami ostrogo lejkoza i pri transplantacii kostnogo mozga: dis. kand. biol.nauk: /S.-Peterburg. gos.un-t. – SPb., 2000. – 129 s.
- 6 Rumjancev A.G., Maschan A.A. Transplantacija gemopojeticheskikh stvolovyh kletok u detej / – М.: Medicinskoe informacionnoe agentstvo, 2003. – 909 s.
- 7 Cutler C., Antin J.H. Peripheral blood stem cells for allogeneic transplantation: a review//Stem Cells. – Vol. 19 (2). – 2001. – P. 108–17.
- 8 Appelbaum F.R., Rowe J.M., Radich J., Dick J.E. Acute myeloid leukemia//Haematology (Am.Soc.Hematol.Educ.Program.) – 2001. – P. 62-86.
- 9 Sirman V.M, Sirman Ja.V. Problemnye voprosy kletочноj transplantacii //Transplantologija. – 2004. – Т.7. – № 3. – С.58–67.
- 10 Backer U., Haferlach T., Kern W., Haferlach C., Schnittger S. A comparative study of molecular mutations in 381 patients with myelodysplastic syndrome and in 4130 patients with acute myeloid leukemia //Haematologica. – 2007. – Vol. 92(6). – P. 744-752.
- 11 Orozco J.J., Appelbaum F.R. Unfavorable, complex and monosomal karyotypes: the most challenging forms of acute myeloid leukemia//Oncology (Williston Park). – 2012. – Vol.26(8). – P. 706-712.
- 12 Wong K.F., Chan J.K., Kwong Y.L. Identification of del(6)(q21q25) as a recurring chromosomal abnormality in putative NK cell lymphoma/leukaemia//Br. J. Haematol. – 1997. – Vol.98(4). – P. 922-926.

УДК 575.174.015.3

<sup>1</sup>А.Н. Калиева\*, <sup>1</sup>Г.У. Дюскалиева, <sup>2</sup>А.Ньюсам<sup>1</sup>Казахский государственный женский педагогический университет,  
Республика Казахстан, г. Алматы<sup>2</sup>Миссисипи Валлей государственный Университет, США, Ита-Бена  
\*E-mail: anar\_kalieva65@mail.ru

### Изучение полиморфизма различных популяций *Agrimonia asiatica juz.* и *Agrimonia pilosa ldb.*, распространенных в Юго-Восточном Казахстане

Для сохранения и расширения генофонда растений, имеющих медицинское или сельскохозяйственное значение, а также для проведения генетического мониторинга их природных популяций применяются различные методы генетического маркирования. RAPD-анализ может служить своеобразным экспресс-методом выявления генетического полиморфизма и геномного маркирования в популяционных исследованиях. Полученные результаты показали, что каждый из анализируемых видов *Agrimonia L.* находится на значительном генетическом расстоянии (дистанция более 0,4), что свидетельствует о наличии существенных генетических различий между ними. Данные RAPD анализа показали, наличие высокого уровня внутри видового полиморфизма у различных популяций растений *Agrimonia asiatica Juz.* и значительные отличия их ДНК- профилей в сравнении с другим видом *Agrimonia pilosa Ldb.* Результаты изучения компонентного состава изоферментных маркеров различных популяций растений *Agrimonia asiatica Juz.* и *Agrimonia pilosa Ldb.* показали наличия различий в компонентном составе эстераз у двух нами исследуемых видов растений.

**Ключевые слова:** *Agrimonia l.*, популяция, rapd-анализ, амплификация, праймеры, геномная днк.

A.N. Kaliyeva, G.U. Dyuskaliev, A. Newsome  
**The study of polymorphism different populations  
*Agrimonia asiatica Juz.* and *Agrimonia pilosa Ldb.*  
common in the south-east of Kazakhstan**

As is known, to store and extend the gene pool of plants having medical or agricultural importance, as well as for genetic monitoring of their natural populations of different methods of genetic marking. RAPD-analysis can serves as a rapid method to identify genetic polymorphisms and genomic labeling in population research. The results showed that each of the analyzed species *Agrimonia L.* are at significant genetic distance (a distance greater than 0,4), which indicates there are significant genetic differences between them. RAPD data analysis showed the presence of high levels of polymorphism within species in different plant populations *Agrimonia asiatica Juz.* and significant differences in their DNA profiles in comparison with other species *Agrimonia pilosa Ldb.* Results of the component composition of isoenzyme markers of different populations of plants *A. asiatica Juz.* and *A. pilosa Ldb.* showed the presence of differences in the component composition of esterase in two plant species that studied.

**Key words:** *agrimonia l.*, population, rapd-analysis, amplification, primers, genomic dna.

А.Н. Калиева, Г.У. Дюскалиева, А.Ньюсам  
**Оңтүстік-шығыс Қазақстанда өсетін *Agrimonia asiatica Juz.*  
өсімдігінің әртүрлі популяциясының және *Agrimonia pilosa Ldb.*  
өсімдігінің полиморфизмін сараптау**

Медицинада немесе ауылшаруашылығында маңызы бар өсімдіктердің генофондын кеңейту және сақтауда, сонымен қатар олардың табиғи популяциясының генетикалық мониторингі үшін генетикалық маркерлеудің түрлі әдістері қолданылады. RAPD – анализ популяциялық зерттеулерде ге-

нетикалық полиморфизм және гендік маркірлеуді айқындаудың бірден-бір әдісі болып табылады. Алынған нәтижелер *Agrimonia L.* әрбір түрінің белгілі генетикалық аралығын көрсетті (аралық 0,4-тен астам), бұл олардың арасында едәуір генетикалық айырмашылықтың барын айғақтайды. RAPD – анализі *Agrimonia asiatica Juz.* өсімдігінің түрлі популяциясының тұраралық полиморфизмінің жоғары деңгейін және *Agrimonia pilosa Ldb.* түрімен салыстырғанда олардың ДНҚ-профилінің едәуір өзгешеліктерін көрсетті. *Agrimonia asiatica Juz.* өсімдігінің түрлі популяциясында және *Agrimonia pilosa Ldb.* өсімдігіндегі изоферменттік маркерлердің компонентті құрамын байқау нәтижелері зерттелген өсімдіктің екі түрінде эстеразаның компонентті құрамында айырмашылық барын көрсетті.

**Түйін сөздер:** *agrimonia l.*, популяция, гард-анализ, амплификация, праймерлер, гендік ДНҚ.

Для практического здравоохранения во всем мире характерен возрастающий интерес к лекарственным средствам растительного происхождения и многовековому опыту их применения в медицине. Лекарственные растения становятся очень популярными во всем мире в качестве пищевых добавок, растительных препаратов и основных источников фармацевтических препаратов. Около 70-80% мирового населения применяет методы традиционной медицины при лечении различных заболеваний и недомоганий [1, 2].

В последние десятилетия в России и за рубежом возрастает интерес к поиску и введению в культуру новых лекарственных растений. Одной из перспективных групп для получения ценного лекарственного сырья является род *Agrimonia L.* [3]. Один из представителей рода *Agrimonia eupatoria* наиболее полно изучен с точки зрения фармакологии. Для медицинских целей используется надземная часть растения, которую заготавливают в начале цветения. В растении содержатся дубильные вещества, эфирное масло, гликозиды, минеральные соли, горечи, следы алкалоидов, флавоноиды, витамины. Включенный в фармакопеи, *A. eupatoria* в течение многих лет используется в научной медицине стран Европы и Северной Америке [4].

*Agrimonia pilosa Ldb.* является лекарственным растением с противораковыми, антиоксидантное, ингибирующие ацетилхолинэстеразы и противовоспалительной активностью. Некоторые химические исследования показали, что *A. pilosa Ldb.* содержит фенольные соединения, такие, как агримонин, катехин, кверцетин и рутин. *A. pilosa Ldb.* могут быть использованы для улучшения дефицита эстрогена связанных симптомов менопаузы или для лечения заболеваний у женщин в постменопаузы [5].

В Казахстане проводится системная исследовательская работа по инвентаризации видов полезных растений. Определен состав как фармакопейных, так и перспективных видов лекарственных растений и эфиромасленичных видов

состав, утончен и составлен их ареал. Начаты работы и по этноботаническим исследованиям. Эти исследования позволят установить виды растений, применяемые в народной медицине, а затем проводить глубокие научные исследования по выявлению их свойства и возможности их использования [6]. На территории Казахстана растут два вида *Agrimonia L.* - *A. asiatica Juz.*, *A. pilosa Ldb.* [7]. В частности, установлено, что в состав *A. asiatica Juz.* входят достаточно в больших количествах дубильные вещества, которые обладают антимикробным и противовоспалительным действием. Также в значительных количествах идентифицированы флавоноиды, которые являются пищевыми антиоксидантами. Получило свое подтверждение и наличие фенолокислот, которые обладают вяжущим действием, что способствует быстрому заживлению ран и язв а также способствуют желчегонному, мочегонному и капилляроукрепляющему действиям. Присутствующие в растении полисахариды обеспечивает иммуномоделирующее действие растения [8].

Целью настоящего исследования является оценки уровня внутривидовых и межвидовых различий природных популяций растений *A. asiatica Juz.* и *A. pilosa Ldb.* с помощью результатов RAPD-маркирования.

## Материалы и методы

Образцы растений *Agrimonia asiatica Juz.* собраны из трех различных популяций (1-3), произрастающих на территории с. Кольди (30 км от города Алматы, на высоте 832 м над уровнем моря, Главного ботанического сада (г. Алматы, на высоте 856-906 м над уровнем моря), а также вблизи урочища Бутаковка, соответственно (22 км от города Алматы, на высоте 1870 м над уровнем моря). Тогда как образцы растений популяции вида *Agrimonia pilosa Ldb.* собраны на территории с. Саты (270 км от города Алматы, на высоте 1300 м над уровнем моря).



Выделение тотальной ДНК из растительного материала проводилось по СТАВ (cetyl trimethylammonium bromide) методу [9]. Измерение концентрации выделенной ДНК было проведено спектрометрически на приборе NanoDrop 2000с (Thermo Scientific, США) при длине волны 260 nm. Чистота полученных ДНК-препаратов проверялась на основе соотношения OD260\280 и составляла 1,6–1,9. Кроме того, качество геномной ДНК проверяли с помощью электрофореза в 1% агарозном геле с дальнейшим окрашиванием в растворе этидиум бромидом.

Аmplification геномной ДНК была произведена на термоциклере Eppendorf Mastercycler ep gradient S (Eppendorf North America, Germany) в КазНУ им. аль-Фараби, НИИ Проблем биологии и биотехнологии. Для RAPD-ПЦР анализа были выбраны следующие пять ОРА праймеров: 5'-СТГТАСССССС-3'; 5'-АСГСГССАГГ-3'; 5'-АСТСГГССССС-3'; 5'-GGССССАТСГ-3' и 5'-АСГСГСГГСТС-3'. Реакцию амплификации проводили в реакционной смеси объемом 25 мкл, содержащей 2 мм MgCl<sub>2</sub>, 0,2 мм каждого dNTP; 2,5 мкм праймера; 0,625 единиц Taq полимеразы («Thermo scientific», Латвия), 1x буфер из соответствующего набора, и 20 нг геномной ДНК. ПЦР режим состоял из ДНК денатурации в течении 60 сек. при 94°C; а также отжига праймеров – 60 с. при 42°C; синтез ДНК – 90 секунд при 72°C с числом циклов – 30 и предварительной денатурацией – 5 мин (94°C). Заключительный цикл элонгации осуществляли при 72°C – 5 минут. Продукты реакции разделяли электрофорезом в 11% полиакриламидном геле (ПААГ) и фотографировали с помощью профессиональной высокочувствительной гелъ-документирующей системы Infinity-1500/36М. Размеры амплифицированных фрагментов определяли относительно ДНК-маркера 1 kb Gene Ruler (Thermo scientific, Латвия).

Статистический анализ включал составление бинарных матриц по каждому из праймеров, в которых отмечалось «присутствие» (1) или «отсутствие» (0) фрагментов с одинаковой молекулярной массой на электрофореграмме. Каждый RAPD фрагмент рассматривался как отдельный генетический локус. На основании суммарной матрицы RAPD спектров с помощью компьютерного программного пакета POPGENE версией 1,32 [10] были определены основные показатели генетической структуры популяции: процент полиморфных фрагментов (ППФ), наблюдаемое число аллелей на локус (Ао), эффек-

тивное число аллелей на локус (ne), ожидаемая гетерозиготность (He), и информационный индекс Шеннона [11]. Для анализа взаимоотношений популяций и построения дендрограммы на основе генетических дистанций Нея (D) [12] использовался метод не взвешенного попарного среднего (UPGMA) программой Treeconw.

Для экстракции неспецифичной эстеразы свежую ткань корней растений *A. asiatica Juz. u A. pilosa Ldb.* (300мг) гомогенизировали в жидком азоте. Затем проводили экстракцию в экстракционном буфере (600 мкл), содержащем 18% сахарозу, 10 mM MgCl<sub>2</sub>, 100 mM Tris-HCl, pH 8,0, 40 mM β-меркаптоэтанол. Гомогенат выдерживали при 4°C в течение часа и периодически перемешивали. Для удаления остатков клеточной стенки полученный экстракт центрифугировали при 14 000 об/мин в течение 15 минут. Содержание белка определяли по методу Бредфорда [13].

Разделение изоферментов проводили методом электрофореза в нативных условиях. Активность эстеразы выявляли с помощью инкубирования геля после электрофореза красящим раствором (0,1 М Na-фосфатный буфер pH 6,0, 2,4 М прочно синий РР соль, 0,5 М альфа-нафтилацетат и 0,5 М бэта-нафтилацетат) в течение 4-8 часов до проявления зон активности фермента [14].

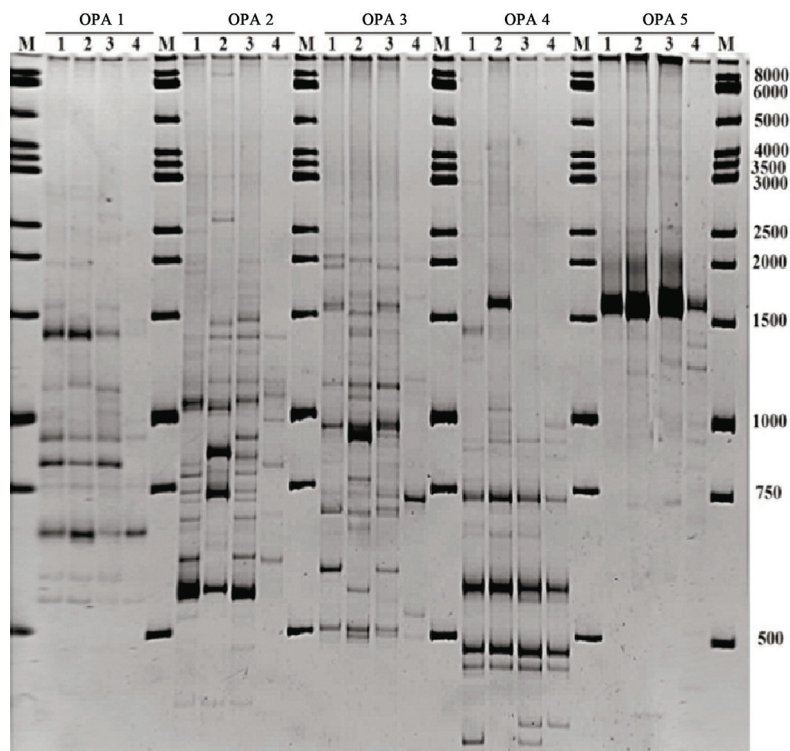
### Результаты и их обсуждение

На рисунке 1 представлены ДНК-профили трех различных популяций растений вида *A. asiatica Juz.* (см. 1-3 дорожки), а также одной природной популяции другого вида *A. pilosa Ldb.* (см. на рис. 1, дорожка 4), произрастающих на территории Юго-Восточного Казахстана.

Как видно из рисунка 1, ДНК-профили различных популяций обеих видов растений различались по длине и количеству ПЦР-фрагментов. В результате амплификации пяти ДНК-образцов растений с 5-тью ОРА праймерами получены презентативные фрагменты, длина которых варьировала в пределах от 200 до 3500 п.н. Показано, что у трех популяций вида *A. asiatica Juz.* фрагменты ДНК, полученные с помощью использованных праймеров и имеющие размеры ≤720, 750, 900, 1200 и 1400 п.н., непалиморфные, в то время как остальные ампликоны характеризовались присутствием или отсутствием в зависимости от ДНК-образца и соответственно могут считаться полимо-

рфными. Данные RAPD-анализа показывают наличие высокого уровня внутривидового полиморфизма у различных популяций растений

*A. asiatica Juz.* и значительные отличия их ДНК-профилей в сравнении с другим видом *A. pilosa Ldb.*



1 – 3 – ДНК-образцы растений *A. asiatica Juz.*, произрастающих на территории с. Колди, Главного ботанического сада (г. Алматы) и вблизи урочища Бутаковка, соответственно; 4 – ДНК-образцы растений *A. pilosa Ldb.*, прорастающих на территории с. Саты; М – ДНК-маркер 1 kb GeneRuler

**Рисунок 1** – RAPD-паттерны растений вида *A. asiatica Juz.* и *A. pilosa Ldb.*

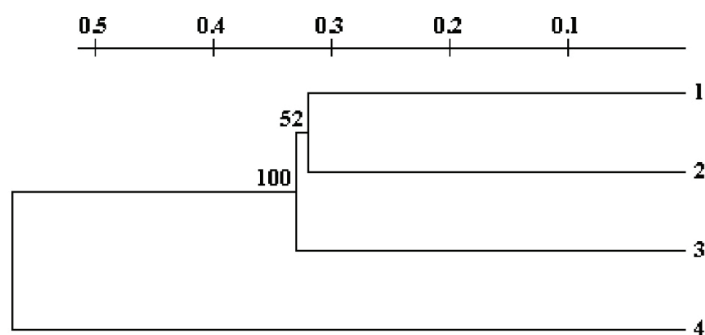
Для оценки уровня внутривидовых и межвидовых различий природных популяций растений *A. asiatica Juz.* и видом *A. pilosa Ldb.* с помощью результатов RAPD-маркирования проведено построение филогенетического дерева, представленного на рисунке 2.

На дендрограмме показано, что каждый из анализируемых видов *Agrimonia L.* находится на значительном генетическом расстоянии (дистанция более 0,4), что свидетельствует о наличии существенных генетических различий между ними. В то время, как на основе RAPD-анализа вычисление генетических дистанций трех популяций одного вида *A. asiatica Juz.* показало различия в пределах 48% с генетическим расстоянием в пределах 0,3-0,33.

Результаты изучения компонентного состава изоферментных маркеров различных популяций растений *A. asiatica Juz.* и *A. pilosa Ldb.* представлены на рисунке 3.

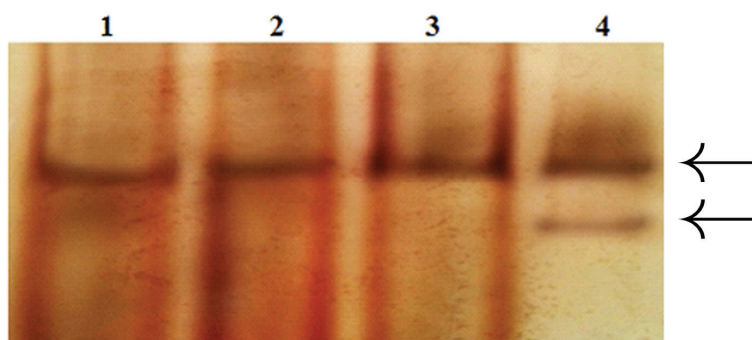
Электрофореграмма показывает наличие различий в компонентном составе эстераз у двух исследуемых видов растений. Так, для всех трех популяций вида *A. asiatica Juz.* было характерно наличие одного бэнда со средней электрофоретической подвижностью, тогда как у растений вида *A. pilosa Ldb.* выявлено два белковых компонента, один из которых является специфичным для обоих видов.

Таким образом, в работе приведены данные ПЦР-анализа с RAPD-праймерами, а также изучен компонентный состав неспецифичной эстеразы различных популяций *A. asiatica Juz.* и *A. pilosa Ldb.*. Если с помощью энзиматического анализа выявлены межвидовые маркеры растений рода *Agrimonia L.*, то RAPD-анализ, кроме этого, позволил выявить внутривидовые отличия трех исследуемых популяций вида *A. asiatica Juz.*



1 – 3 – ДНК-образцы растений *A. asiatica* Juz., произрастающих на территории с. Колди, Главного ботанического сада (г. Алматы) и вблизи урочища Бутаковка, соответственно; 4 – ДНК-образцы растений *A. pilosa* Ldb., прорастающих на территории с. Саты.

**Рисунок 2** – Дендрогрaмма, построенная на основе RAPD-профилей популяций *A. asiatica* Juz. и *A. pilosa* Ldb.



1 – 3 – образцы растений *A. asiatica* Juz, произрастающих на территории с. Колди, Главного ботанического сада (г. Алматы) и вблизи урочища Бутаковка, соответственно; 4 – образцы растений *A. pilosa* Ldb., прорастающих на территории с. Саты.

**Рисунок 3** – Электрофореграмма компонентного состава неспецифичной эстеразы растений *A. asiatica* Juz. и *A. pilosa* Ldb.

### Литература

- 1 Fransworth N.R., Soejarto D.D. Global importance of medicinal plants. In: O., Akerele, V. Heywood, H. Synge, (Eds): The conservation of medicinal plants: proceedings of an international consultation, Chiang Mai, Thailand. – Cambridge University Press, Cambridge, 1991. – P. 25-51.
- 2 Pei S. Ethno botanical approaches of traditional medicine studies: some experiences from Asia. *Pharmaceutical Botany*. -2001 -Vol.39. PP. 74-79.
- 3 Skalicky V. *Agrimonia* L. *Flora Europaia*. Vol. 2 Cambridge: Cambridge Univ. press, 1968. – P. 32-33.
- 4 Куликова М.В. Лекарственные растения Подмосковья: Интродукционные, экологические и образовательные аспекты: дисс. канд. биол. наук – М., 2001. – 204 с. <http://www.dissercat.com/content/>
- 5 Lee YM, Kim JB, Bae JH, Lee JS, Kim PS, Jang NH, Kim HR. Estrogen-like activity of aqueous extract from *Agrimonia pilosa* Ledeb. in MCF-7 cells. *BMC Complement Altern Med*. 2012 Dec 21;12:260. doi: 10.1186/1472-6882-12-260.
- 6 Байтулин И.О. Тенденции развития в мире ботанической науки, ее состояние и перспективы развития в Казахстане // Ботанические исследования в Казахском Алтае. Сборник материалов Международной конференции, посвященной 70-летию Алтайского ботанического сада и 70-летию Котухова Ю.А. – Алматы, 2005. – С. 6-7.
- 7 Флора Казахстана. – Алма-Ата: Изд. Академии наук Казахской ССР, 1961. – том IV. 548 с.
- 8 Гадецкая А.В. Фармакологические свойства Репешка азиатского (*Agrimonia asiatica* Juss) // III международная конференция: Инновационное развитие и востребованность науки в современном Казахстане. Естественно-технические науки. Сб. статей Межд. Науч. Конф.- Алматы, 2009. – С. 234-235.
- 9 Hewitt, G Doyle J.J. DNA protocols for plants CTAB total DNA isolation. In: M., Johnston, A. (Eds.) // *Molecular Techniques in Taxonomy*. – Springer-Verlag, Berlin, 1991. – P. 283-293.

- 10 Yeh F.C., Boyle T.J. Population genetic analysis of co-dominant and dominant markers and quantitative traits //Belg. J. Bot. – 1997. – Vol. 129. – P. 157.
- 11 Lewinton R.C. The apportionment of human diversity //Evol. Biol. – 1972. – Vol. 6. – P. 381-398.
- 12 Nei M. Analysis of gene diversity in subdivided populations //Proc. Natl Acad. Sci. U.S.A. 1973. – Vol.70. – P. 3321-3323.
- 13 Bradford, M. M. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding //Anal. Biochem – 1976. – 72:248-254.
- 14 Серов О.Л., Корочкин Л.И., Манченко Г.П. Электрофоретическое методы изучения изоферментов. – М.: Наука, 1986. – 75 с.

#### References

- 1 Fransworth N.R., Soejarto D.D. Global importance of medicinal plants. In: O., Akerele, V.Heywood, H.Synge, (Eds): The conservation of medicinal plants: proceedings of an international consultation, Chiang Mai, Thailand. – Cambridge University Press, Cambridge, 1991.-P.25-51.
- 2 Pei S. Ethno botanical approaches of traditional medicine studies: some experiences from Asia. Pharmaceutical Botany. – 2001 – Vol.39. – PP.74-79.
- 3 Skalicky V. Agrimonia L. Flora Europaia. Vol. 2 Cambridge: Cambridge Univ. press, 1968. – P. 32-33.
- 4 Kulikova M.V. Lekarstvennye rasteniya Podmoskov'ya: Introdukcionnye, jekologicheskie i obrazovatel'nye aspekty. Diss. kand.biol. nauk Moskva. 2001. –204 s. <http://www.dissercat.com/content/>
- 5 Lee YM, Kim JB, Bae JH, Lee JS, Kim PS, Jang HH, Kim HR. Estrogen-like activity of aqueous extract from *Agrimonia pilosa* Ledeb. in MCF-7 cells. BMC Complement Altern Med. 2012 Dec 21;12:260. doi: 10.1186/1472-6882-12-260.
- 6 Bajtulin I.O. Tendencii razvitija v mire botanicheskoj nauki, ee sostojanie i perspektivy razvitija v Kazahstane //Botanicheskie issledovanija v Kazahskom Altae. Sbornik materialov Mezhdunarodnoj konferencii, posvjashhennoj 70-letiju Altajskogo botanicheskogo sada i 70-letiju Kotuhova Ju.A. –Almaty, 2005. –P.6-7.
- 7 Flora Kazahstana. –Izd. Akademii nauk Kazahskoj SSR. – Alma-Ata. 1961. – tom IY. –548 p.
- 8 Gadeckaja A.V. Farmakologicheskie svojstva Repeshka aziatskogo (*Agrimonia asiatica* Juss) //III mezhdunarodnaja konferencija: Innovacionnoe razvitie i vostrebovanost' nauki v sovremennom Kazahstane. Estestvenno-tehnicheskie nauki. Sb. statej Mezhd. Nauch. Konf. – Almaty, 2009. –P. 234-235.
- 9 Hewitt, G Doyle J.J. DNA protocols for plants CTAB total DNA isolation. In: M., Johnston, A. (Eds.) // Molecular Techniques in Taxonomy. –Springer-Verlag. – Berlin, 1991. –P. 283-293.
- 10 Yeh F.C., Boyle T.J. Population genetic analysis of co-dominant and dominant markers and quantitative traits //Belg. J. Bot. –1997. –Vol. 129. –P. 157.
- 11 Lewinton R.C. The apportionment of human diversity //Evol. Biol. –1972. –Vol. 6. –P. 381-398.
- 12 Nei M. Analysis of gene diversity in subdivided populations //Proc. Natl Acad. Sci. U.S.A. –1973. –Vol.70. –P. 3321-3323.
- 13 Bradford, M. M. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding //Anal. Biochem –1976. – Vol. 72. – P. 248-254.
- 14 Serov O.L., Korochkin L.I., Manchenko G.P. Jelektroforeticheskoe metody izuchenija izofermentov. –M.: Nauka, 1986. – 75 p.

ӘОЖ 618.33-076.5:575.113

А.М. Қалимағамбетов\*, Г.Ш. Ысқақова, С.С. Ануарбекова

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,  
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

\*E-mail: karla8408@mail.ru

**Балалардың жыныстық дамуының зақымдалуында  
хромосомалық бұзылыстардың түрлері және жиілігі**

Мақалада 1-18 жастағы 50 қыз және 25 ұл балалардың жыныстық дамуының зақымдалуында хромосомалық бұзылыстардың түрлері және жиілігі көрсетілген. Науқастар қойылған диагноздары бойынша бірнеше топтарға бөлінді. Шерешевский-Тернер синдромы диагнозы қойылған 33 қыз балалардың 27-де кариотиптері қалыпты болды – 46,XX, қалған 6-да кариотиптері өзгерген: 4-де – 45,X, 1-де – 46,X,i(Xq), 1-де – 46,XY. Біріншілік аменорея диагнозы қойылған 5 қыз балада қалыпты кариотиптер анықталды. Жыныстық дамуы тежелген 12 қыз балалардың 9-да кариотиптері қалыпты болды, ал 3 науқас қыз балаларда кариотиптері өзгерген – 45,X; 46,XX,+mar және 46,XY. Қыз балалардың жыныстық дамуы зақымдалынған жағдайында өзгерген кариотиптердің жалпы кездесу жиілігі 18,0% құрады. Клайнфельтер синдромы диагнозы қойылған 7 ұл балалардың 5-де кариотиптері қалыпты болды – 46,XY, ал 2-де кариотиптері өзгерген – 47,XXY және 48,XXY,+21. Гипогонадизм диагнозы бар 6 ұл балалардың 5-де кариотиптері қалыпты болды – 46,XY, 1-де кариотипі өзгерген – 45,X/46,XY. Крипторхизм жағдайында 1 балада 46,XX кариотипі табылды. Жыныстық дамуы тежелген 11 ұл балаларда кариотиптері қалыпты болды – 46,XY. Ұл балалардың жыныстық дамуы зақымдалған жағдайында өзгерген кариотиптердің жалпы кездесу жиілігі 16,0% құрады.

**Түйін сөздер:** кариотип, хромосомалық абберация, аменорея, гермафродитизм, гипогонадизм, крипторхизм, Клайнфельтер синдромы, Шерешевский-Тернер синдромы.

А.М. Kalimagambetov, G.Sh. Yskakova, S.S. Anuarbekova

**The frequency and types of chromosomal abnormalities  
in children with disorders of sexual development**

The article presents the frequency and types of chromosomal disorders in girls (n = 50) and boys (n = 25) aged 1-18 years. Among the 33 girls diagnosed with Turner's syndrome have a normal karyotype revealed 27 – 46, XX, the remaining 6 (18.2%) – an abnormal karyotype, of which: from 4 identified the karyotype 45,X, 1 – 46, X,i(Xq), 1 – 46,XY. In 5 girls with a diagnosis of primary amenorrhea installed a normal karyotype. Among the 12 girls with delayed puberty at 9-revealed normal karyotype – 46, XX, and at 3-altered karyotype – 45,X; 46,XX,+ mar and 46,XY. The overall incidence of abnormal karyotype in violation of sexual development in girls was 18.0%. Of 7 and boys with Klinefelter's syndrome have a normal karyotype was observed 5 – 46, XY, at 2 revealed an abnormal karyotype – 47,XXY and 48,XXY,+21. Among the 6-boys diagnosis of hypogonadism in 5 set normal karyotype and a 1-st – modified karyotype – 45 X / 46, XY. At the 1-st child diagnosed with cryptorchidism female karyotype revealed – 46, XX. In the 11 boys with delayed puberty karyotype was normal – 46, XY. The overall incidence of abnormal karyotype in boys with disorders of sexual development was 16.0%.

**Key words:** karyotype, chromosome aberrations, amenorrhea, hermaphroditism, hypogonadism, cryptorchidism, Turner syndrome, Klinefelter syndrome.

А.М. Калимагамбетов, Г.Ш. Ысқақова, С.С. Ануарбекова

**Частота и типы хромосомных нарушений у детей  
с нарушением полового развития**

В статье представлены частота и типы хромосомных нарушений у девочек (n=50) и мальчиков (n=25) в возрасте 1-18 лет. Среди 33 девочек с диагнозом синдрома Шерешевского-Тернера у 27

выявлен нормальный кариотип – 46,XX, у остальных 6-ти (18,2%) – измененный кариотип. Из них: у 4-х выявлен кариотип 45,X, у 1-ой – 46,X,i (Xq), у 1-ой – 46,XY. У 5 девочек с диагнозом первичной аменореи установлен нормальный кариотип. Среди 12-ти девочек с задержкой полового развития у 9-ти выявлен нормальный кариотип – 46,XX, а у 3-х – измененный кариотип – 45,X; 46,XX,+mar и 46,XY. Общая частота измененного кариотипа при нарушении полового развития у девочек составила 18,0%. Среди 7-ми мальчиков с синдромом Клайнфельтера у 5-х наблюдали нормальный кариотип – 46,XY, у 2-х выявлен измененный кариотип – 47,XXY и 48,XXY,+21. Среди 6-ти мальчиков с диагнозом гипогонадизма у 5-х установлен нормальный кариотип, а у 1-го – измененный кариотип – 45,X/46,XY. У 1-го ребенка с диагнозом крипторхизм выявлен женский кариотип – 46,XX. У 11-ти мальчиков с задержкой полового развития кариотип был нормальный – 46,XY. Общая частота измененного кариотипа у мальчиков с нарушением полового развития составила 16,0%.

**Ключевые слова:** кариотип, хромосомные аббераций, аменорея, гермафродитизм, гипогонадизм, крипторхизм, синдром Шерешевский-Тернера, синдром Клайнфельтера.

Хромосомалардың сандық және құрылымдық бұзылыстары хромосомалық аурулардың тұқым қуалайтынына және туа пайда болатын ауруларда елеулі орын алады [1]. Хромосомалық аурулардың саны қазіргі уақытта 1000 астамы анықталған. Олардың себебі: радиацияның, жасанды химиялық заттардың және вирустармен бактериялардың әсері болуы мүмкін [2].

Көптеген хромосомалық аурулар дені сау ата-анасының гаметасында немесе зиготаның бірінші бөлінуінде пайда болатын геномдық (полиплоидия, анеуплоидия) және хромосомалық (құрылымдық абберациялар) мутацияларға байланысты. Хромосомалық аурулардың фенотиптік негізі ұрықтың дамуындағы бұзылыстар. Сондықтан, патологиялық өзгерістер организмнің пренатальды даму кезеңінде қалыптасады, эмбрионның немесе ұрықтың өліміне әкеледі, жаңа туған нәресте ауруының негізгі клиникалық көрінісін құрайды. Мысалы, жыныстық дамудың бұзылуы жыныстық белгілердің жетілмеуімен анықталады [3,4].

Адамның жыныстық дамуының бұзылуы қазіргі таңда биология мен медицина салаларындағы өзекті мәселелерінің бірі болып саналады. Бұл ауытқулардың негізгі себептері – генетикалық, гормоналды, психосоматикалық және т.б. [5-9]. Жыныстық дамудың туа біткен патологиясының негізгі генетикалық факторлары хромосомалардың сандық және құрылымдық бұзылыстары.

Әйел адамның жыныстық дамуының зақымдалуына себепті жиі кездесетін хромосомалық ауруға Шерешевский-Тернер синдромы жатады. Шерешевский-Тернер синдромында X-хромосомасының моносомиясымен (45,X) бірге аналық жыныс бездерінің жетілмеуі байқалады [3,4]. Жаңа туылған қыз балаларда X-хромосоманың моносомиялық күйі 1:2000 – 1:2500 жиілік ретінде кездеседі, сонымен бірге X-хромосоманың қысқа немесе ұзын иығының делециясы, изохромосо-

малық, инверсия және мозаикалық түрлері кездесу мүмкін [10,11]. Бұл синдромда жиі кездесетін клиникалық белгілері байқалады: бойының қысқа болуы, аналық бездердің дисгенезиясы, әртүрлі ағзалардың аномалиясы [12,13].

Ер адамның жыныстық дамуы өте күрделі үдеріс. Бұл жағдайда жыныстың қалыптасуына генетикалық және гормоналды факторлардың үлесі зор [14].

Ер адамдардың жыныстық дамуының зақымдалуына себепті жиі кездесетін хромосомалық ауруға Клайнфельтер синдромы жатады. Бұл синдромда көбінесе X-хромосома және Y-хромосоманың полисомиялық түрлері, сонымен бірге олардың мозаикалық түрлері және аталық жыныс бездерінің жетілмеуі байқалады. Ең жиі кездесетін сандық хромосомалық бұзылыс – 47, XXY. Жаңа туылған ұл балаларда бұл синдромның кездесу жиілігі 1:500-1:700 аралығында байқалады [3,4].

Жұмыстың мақсаты – жыныстық дамуында бұзылыстары бар қыз және ұл балалардың метафазалық клеткаларына цитогенетикалық зерттеу жүргізу.

*Материалдар мен әдістер.* Жыныстық дамуының зақымдалуына байланысты 1-18 жас аралығындағы қыз және ұл балаларға 2010-2013 жылдар аралығында қойылған диагнозды дәлелдеу мақсатында Алматы қалалық адам ұрпағын өрбіту орталығындағы медико-генетикалық бөлімінің зертханасына жіберілген 75 (50 қыз және 25 ұл балалар) балаларға цитогенетикалық зерттеу жүргізілді. Жұмыс барысында жалпыға белгілі цитогенетикалық әдіс қолданылды [15]. Зерттеу объектісі ретінде метафазалық хромосомалар болды. Цитогенетикалық талдауда науқастардың 15-20 метафазалық клеткалары жарық микроскоп (Axioskop 40, Zeiss, Germany) арқылы зерттелді.

*Нәтижелер мен оларды талдау.* Қыз балалардың жыныстық дамуының зақымдалуында хромосомалар жиынтықтарындағы сандық және сапалық бұзылыстар

Цитогенетикалық зерттеуге қойылған диагноздарын дәлелдеуге келген 50 қыз балалар жыныс-

тық дамуының зақымдалуына байланысты 3 топқа бөлінді: бірінші – жыныстық дамудың тежелуі (12 науқас), екінші – біріншілік аменорея (5 науқас), үшінші – Шерешевский-Тернер синдромы диагнозы қойылған 33 науқас. Цитогенетикалық зерттеулердің нәтижелері 1-кестеде көрсетілген.

**1-кесте** – Науқас қыз балалардың кариотиптері

№	Қойылған диагноз	Науқастар саны	Кариотип
1	Жыныстық дамудың тежелуі (n=12)	9	46,XX
		1	45,X
		1	46,XX,+mar
		1	46,XY
2	Біріншілік аменорея (n=5)	5	46,XX
3	Шерешевский-Тернер синдромы (n=33)	27	46,XX
		4	45,X
		1	46,X,i(Xq)
		1	46,XY
Барлығы – 50			
Ескерту: n – науқастар саны			

Жыныстық дамудың тежелуі диагнозы қойылған 12 науқастар ішінде 9 қыз балаларда қалыпты кариотип (46,XX) анықталды. Бір науқаста X-хромосоманың моносомиясы (45,X), бір қыз баланың кариотипінде маркерлі хромосома – (46,XX,+mar) анықталды, бір науқас қыз балада ұл баланың қалыпты кариотипі анықталды (46,XY). Сонымен, жыныстық дамудың тежелуі тобында өзгерген кариотиптердің кездесу жиілігі 25,0% болды.

Біріншілік аменореясы бар 5 қыз балаларда цитогенетикалық зерттеу жүргізген кезде хромосомалық жиынтықтарда өзгерістер табылған жоқ, олардың кариотиптері қалыпты екені анықталды – 46,XX.

Цитогенетикалық зерттеу барысында Шерешевский-Тернер синдромының диагнозы қойылған 33 тексерушілердің ішінде 27 қыз балаларда қалыпты кариотип дәлелденді – 46,XX. Қалғандардың ішінде: 4 науқас қыз балаларда бір X-хромосоманың жоқ болуына қатысты моносомиялық түрі байқалды, кариотип – 45,X (12,1%); 1 науқас қыз балада ұл баланың 46,XY кариотипі анықталды және 1 науқас қыз балада X-хромосоманың ұзын иығы бойынша изохромосоманың пайда болғаны айқындалды, кариотип – 46,X,i(Xq). Кариотиптері қалып-

ты тексерушілердің фенотиптік көрінісі Шерешевский-Тернер синдромына сәйкес болу себебі геннің нәзік бұзылыстарына, яғни молекулалық деңгейдегі жынысты қалыптастыруға жауап беретін гендегі бұзылыстар нәтижесіне байланысты болу мүмкін. Шерешевский-Тернер синдромының диагнозы қойылған науқас қыз балаларда хромосомалық бұзылыстардың жиілігі 18,2% құрады. Сонымен, қыз балаларда жыныстық дамудың зақымдалуында хромосомалық жиынтықтардағы бұзылыстардың кездесу жалпы жиілігі 18,0% құрады.

Цитогенетикалық зерттеулер бойынша Шерешевский-Тернер синдромның басқа хромосомалық аурулардан айырмашылығы бұзылған кариотиптің кең спектрімен сипатталатыны көрсетілді. Бұл синдромның классикалық формасы 40-60% тіркеледі, X-хромосомалардың құрылымдық абберациялары 5-10% аралығында байқалды, қалған жағдайларда (30-40%) анеуплоидты мозаикалық түрлері кездесті [16].

Ұл балалардың жыныстық дамуының зақымдалуында хромосомалар жиынтықтарындағы сандық өзгерістер

Ұл балалардың жыныстық дамуының бұзылуын байқататын клиникалық көрсеткіштерге жататын келесі белгілер бар: жыныстық даму-

дың тежелуі, аспермия, гипогонадизм, гермафродитизм, крипторхизм. Бұл ауытқулардың себептерін дәлелдеу үшін цитогенетикалық зерттеулер жүргізілді. Тексеруге келген 25 ұл балалар 4 топқа бөлінді: бірінші – жыныстық дамудың тежелуі (11 ұл балалар), екінші

– гипогонадизм (6 науқас), үшінші – крипторхизм (1 науқас) және төртінші – Клайнфельтер синдромы қойылған 7 науқас ұл балалар тобы болды. Жұмыс барысында жасалған цитогенетикалық зерттеулердің нәтижелері 2-кестеде көрсетілген.

## 2-кесте – Науқас ұл балалардың кариотиптері

№	Қойылған диагноз	Науқастар саны	Кариотип
1	Жыныстық дамудың тежелуі	11	46,XY
2	Гипогонадизм	5 1	46,XY 45,X/46,XY
3	Крипторхизм	1	46,XX
4	Клайнфельтер синдромы	5 1 1	46,XY 47,XXY 48,XXY,+21
Барлығы – 25			

Жыныстық дамудың тежелуі диагнозы қойылған 11 науқас ұл балалардың кариотиптері қалыпты болды – 46, XY. Гипогонадизм диагнозы қойылған 6 науқас ұл балалардың 5-де қалыпты кариотип анықталды – 46, XY, ал бір ұл балада кариотиптің мозаикалық түрі анықталды – 45, X/46 XY. Сонымен бірге крипторхизм диагнозы қойылған 1 ұл балада әйел адамның қалыпты кариотипі анықталды – 46, XX. Клайнфельтер синдромы диагнозы 7 науқас ұл балаларға қойылған. Олардың ішінде бір ұл балада осы синдромның X-хромосома бойынша полисомия түрі анықталды, кариотипі – 47, XXY, ал басқа бір ұл балада қосымша Даун синдромның трисомиялық түрі анықталды, кариотипі – 48, XXY, + 21. Қал-

ған 5 науқас ұл балалардың кариотиптері қалыпты болды – 46, XY. Цитогенетикалық әдіс бойынша дәлелденген Клайнфельтер синдромының жиілігі 14,3% құрады. Сонымен, ұл балаларда жыныстық дамудың зақымдалуында хромосомалық жиынтықтардағы бұзылыстардың кездесу жиілігі 16,0% құрады.

Зерттеу жұмыста алынған нәтижелер адамның жыныстық дамуының зақымдалу себепін анықтау және қойылған диагнозды дәлелдеу үшін цитогенетикалық зерттеулерді міндетті түрде қолдану қажеттілігін көрсетеді, яғни олардың науқастарға арнайы ем-шараларды қолдануда, сонымен бірге, қосымша репродуктивті технологияда пайдалану маңыздылығын көрсетеді.

## Әдебиеттер

- Gersen S.L., Keagle M.B. The principals of clinical cytogenetics. Second edition/Totowa NJ, USA. – 2005. – 616 p.
- Гинтер Е.К. Медицинская генетика. – М.: Медицина, 2003. – 448 с.
- Бочков Н.П. Клиническая генетика. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. – 480 с.
- Ньюссбаум Р.Л., Мак-Иннес Р.Р., Виллард Х.Ф. Медицинская генетика. – М.: ГОЭТАР-Медиа, 2010. – 624 с.
- Ogilvy-Stuart A.L., Brain C.E. Early assessment of ambiguous genitalia// Arch. Dis. Child. – 2004. – Vol. 89. – P. 401–407.
- Govind B.C., Dimitri A.P., Kamaldine O., Stephen F.M., Paul S.B., Foao L.P.S. Imaging of ambiguous genitalia: classification and diagnostic approach//RadioGraphics. – 2008. – Vol. 28. – P. 1891–1904.
- Berenbaum S.A., Bailey J.M. Effects on gender identity of prenatal androgens and genital appearance. Evidence from girls with congenital adrenal hyperplasia//J. Clin. Endocrinol. Metab. – 2003. – Vol. 88. – P. 1102–1106.
- Maharaj D. Disorders of sex development: a review//Curr. Women's Health Rev. – 2008. – P. 223–239.
- Kleinemeier E., Jürgensen M., Lux A., Widenka P-M., Thyen U. Psychological adjustment and sexual development of adolescents with disorders of sex development//Journal of Adolescent Health. – 2010. – Vol. 47. – P.463-471.



- 10 Ворсанова С.Г., Юров И.Ю., Соловьев И.В., Юров Ю.Б. Молекулярная цитогенетика в диагностике хромосомных и генных болезней у детей//Рос. вестн. перинатол. и педиат. – 2006. – № 6. – С.23-29.
- 11 Saenger P. Turner's syndrome//N. Engl. J. Med. – 1996. – Vol. 335. – P. 1749–1754.
- 12 Sybert V.P., McCauley E. Turner's Syndrome//N. Engl. J. Med. – 2004. – Vol. 351. – P. 1227–1238.
- 13 Care of Girls and Women with Turner Syndrome: A Guideline of the Turner Syndrome //J. Clin. Endocrin. Metab. – 2006. – Vol. 10. – P. 1310–1374.
- 14 Zhu Y.-S., Imperato-McGinley J. Disorders in Male Sexual
- 15 Differentiation: Molecular Genetics, Gender Identity, and Cognition Hormones, Brain and Behavior (Second Edition)/2009. – P. 2787-2825.
- 16 Захаров А.Ф., Бенюш В.А., Кулешов Н.П., Барановская Л.И. Хромосомы человека. Атлас. – М.,1982. – 264 с.
- 17 Вяткина С.В. Комплексная характеристика нарушений половых хромосом у пациенток с синдромом Шерешевского-Тернера: дисс. канд.биол. наук. – СПб., 2003. – 157 с.

#### References

- 1 Gersen S.L., Keagle M.B. The principals of clinical cytogenetics. Second edition/Totowa NJ, USA. 2005. – 616 r.
- 2 Ginter E.K. Medicinskaja genetika. – М.: Medicina, 2003. – 448 s.
- 3 Bochkov N.P. Klinicheskaja genetika. – М.: GJeOTAR-MED, 2004.–480 s.
- 4 N'jussbaum R.L., Mak-Innes R.R., Villard H.F. Medicinskaja genetika. – М.: GOJeTAR-Media, 2010. – 624 s.
- 5 Ogilvy-Stuart A.L., Brain C.E. Early assessment of ambiguous genitalia// Arch. Dis. Child. – 2004. – Vol. 89. – R. 401–407.
- 6 Govind B.C., Dimitri A.P., Kamaldine O., Stephen F.M., Paul S.B., Foao L.P.S. Imaging of ambiguous genitalia: classification and diagnostic approach//RadioGraphics. – 2008. – Vol. 28. – R. 1891–1904.
- 7 Berenbaum S.A., Bailey J.M. Effects on gender identity of prenatal androgens and genital appearance. Evidence from girls with congenital adrenal hyperplasia//J. Clin. Endocrinol. Metab. – 2003. – Vol. 88. – R. 1102–1106.
- 8 Maharaj D. Disorders of sex development: a review//Curr. Women's Health Rev. – 2008. – R. 223–239.
- 9 Kleinemeier E., Jürgensen M., Lux A., Widenka P-M., Thyen U. Psychological adjustment and sexual development of adolescents with disorders of sex development//Journal of Adolescent Health. – 2010. – Vol. 47. – R.463-471.
- 10 Vorsanova S.G., Jurov I.Ju., Solov'ev I.V., Jurov Ju.B. Molekuljarnaja citogenetika v diagnostike hromosomnyh i gennyh boleznej u detej//Ros. vestn. perinatol. i pediat. – 2006. – № 6. – С.23-29.
- 11 Saenger P. Turner's syndrome//N. Engl. J. Med. – 1996. – Vol. 335. – P. 1749–1754.
- 12 Sybert V.P., McCauley E. Turner's Syndrome//N. Engl. J. Med. – 2004. – Vol. 351. – P. 1227–1238.
- 13 Care of Girls and Women with Turner Syndrome: A Guideline of the Turner Syndrome //J. Clin. Endocrin. Metab. – 2006. – Vol. 10. – P. 1310–1374.
- 14 Zhu Y.-S., Imperato-McGinley J. Disorders in Male Sexual Differentiation: Molecular Genetics, Gender Identity, and Cognition Hormones, Brain and Behavior (Second Edition)/2009. – P. 2787-2825.
- 15 Differentiation: Molecular Genetics, Gender Identity, and Cognition Hormones, Brain and Behavior (Second Edition)/2009. – P. 2787-2825.
- 16 Zaharov A.F., Benjush V.A., Kuleshov N.P., Baranovskaja L.I. Hromosomy cheloveka. Atlas. – М.,1982. 264 s.
- 17 Vjatkina S.V. Kompleksnaja harakteristika narushenij polovyh hromosom u pacientok s sindromom Shereshevskogo-Ternera//Diss. kand.biol. nauk. – SPb., – 2003. – 157 с.

УДК 577.3:579.4

С.О. Садикалиева,  
К.Т. Султанкулова\*, В.М. Строчков, К.К. Акылбаева,  
О. Шыныбекова, Н.Т. Сандыбаев, А.Р. Сансызбай

Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности,  
Республика Казахстан, Жамбылская область, п.г.т. Гвардейский

\*E-mail: karla8408@mail.ru

**Генетический анализ вирулентных генов  
*virb1*, *virb3*, *virb5* и *virulence protein*  
бактерии *Brucella abortus*, выделенной в Казахстане**

В данной статье представлены результаты сравнительного анализа нуклеотидных последовательностей генов *virb1*, *virb3*, *virb5* и *virulence protein* (*virP*) казахстанских штаммов бактерии *Brucella abortus* с использованием компьютерных программ Vector NTI Suite 9 и BLAST. По результатам анализа выявлено, что ген *virb1* казахстанских штаммов, при сравнении со штаммами из Genbank *B. abortus*, *str A13334*, *B. abortus 544* и *B. abortus* с ID номером AF226278.1, имеет одну нуклеотидную замену С на Т в позиции 96, которая приводит к аминокислотной замене Ala на Thr. Результат сравнительного анализа по гену *virP* со штаммами из Genbank показал, что наблюдаются замены в нуклеотидной последовательности G на A и A на C в позициях 145 и 612, соответственно.

**Ключевые слова:** *Brucella abortus*, четвертая секреторная система, вирулентные гены, ПЦР, секвенирование.

S.O. Sadikaliyeva, K.T. Sultankulova, V.M. Strochkov, K.K. Akylbayeva,  
G.O. Shynybekova, N.T. Sandybayev, A.R. Sansyzbay

**Genetic analysis of virulent genes of *virb1*, *virb3*, *virb5* and *virulence protein*  
of the bacterium *Brucella abortus*, isolated in Kazakhstan**

This article presents the results of a comparative analysis of nucleotide sequences of Kazakhstan strains bacteria *Brucella abortus* genes *virb1*, *virb3*, *virb5* and *virulence protein* (*virP*) with using computer programs Vector NTI Suite 9 and BLAST. According to the analysis revealed that the gene *virb1* of kazakhstan strains when compared to the strains from GenBank *B. abortus*, *str A13334*, *B. abortus* and *B. abortus 544* with the ID number AF226278.1, has a single nucleotide substitution C to T at position 96, which leads to amino acid substitution to Ala Thr. The results of the comparative analysis of gene *virP* strains from GenBank showed that the observed substitutions in the nucleotide sequence of G to A and A to C at positions 145 and 612, respectively.

**Key words:** *Brucella abortus*, fourth secretory system, virulent genes, PCR, sequencing.

С.О. Садикалиева, К.Т. Султанкулова, В.М. Строчков, К.К. Акылбаева,  
Г.О. Шыныбекова, Н.Т. Сандыбаев, А.Р. Сансызбай

**Қазақстанда бөлініп алынған *Brucella abortus* бактериясының *virb1*, *virb3*, *virb5*  
және *virulence protein* вирулентті гендерінің генетикалық талдауы**

Бұл мақалада Vector NTI Suite 9 және BLAST компьютерлік бағдарламаларын пайдалана отырып, Қазақстанда бөлініп алынған *Brucella abortus* бактериясының *virb1*, *virb3*, *virb5* және *virP* вирулентті гендерінің нуклеотидті тізбектерінің салыстырмалы талдау нәтижелері көрсетілген. *Virb1* гені бойынша зерттеу нәтижелері қазақстандық штамдардың Genbank базасындағы *B. abortus*, *str A13334*, *B. abortus 544* және ID нөмірі AF226278.1 *B. abortus* штамдарынан, Ala – Thr аминқышқылдық өзгеріске алып келетін, нуклеотидтік тізбектеріндегі 96 орында C – T ауысымының бар екендігін

көрсетті. Қазақстандық штамдардың Genbank базасындағы штамдармен *virP* гені бойынша салыстырмалы талдау нәтижелерінде нуклеотидтік тізбектерінде 145 және 612 орындарда G – A және A – C алмастырулар бар екендігі анықталды.

**Түйін сөздер:** *Brucella abortus*, төртінші секрециялық жүйе, вирулентті гендер, ПТР, секвенирлеу.

## Введение

Бруцеллез является одной из особо опасных инфекционных болезней, наносящих большой экономический ущерб животноводству. По данным Объединенного комитета экспертов ФАО, бруцеллез сельскохозяйственных животных распространён практически во всем мире. В частности, эпизоотии и высокий уровень заболеваемости бруцеллёзом сохраняется в странах СНГ, главным образом в Казахстане и среднеазиатских странах, что связано с патогенностью данной бактерии [1].

Патоген попадает в клетку-мишень и изменяет его физиологию, подавляет защитную реакцию организма. Четвертая секреторная система (T4SS) является важнейшим фактором, который определяет взаимодействия хозяина с патогеном и позволяет выживать бактерии в самых различных местообитаниях, в таких, как внутриклеточных отсеках клеток млекопитающих [2].

T4SS состоит из оперона *virb*, кодирующего 11 субъединиц белкового канала. Эта секреторная система гомологична механизму конъюгации и используется бактерией-паразитом для впрыскивания своих белков напрямую в клетку-хозяина [3].

Биохимические, генетические и клеточно-биологические эксперименты показывают, что *virb2-virb11* составляют трансмембранные поры, которые соединяют внутреннюю и внешнюю мембрану через периплазматические взаимодействия, а также формирует гомо-олигомеры и внеклеточные пилусы. Данные гены незаменимы для бактерии *Brucella* при его достижении внутриклеточной ниши и репликации в клетках или макрофагах [4].

Ген оперона *virb*, *virb1* локализован на поверхности бактерий, где она потенциально взаимодействует с клетками хозяина, оказывая полярное воздействие на нижестоящие гены оперона [5].

Роль протеина *virb3* мало изучена, по сравнению с другими компонентами T4SS, но его взаимодействие с компонентами пилуса и локализация в наружной мембране дает возможность предположить, что он может играть определенную роль в процессе сборки этой структуры [6].

*virb5* является минорным компонентом внеклеточного пилуса грамотрицательной бак-

терий, который, вероятно, является посредником образования контакта с клеткой хозяина [7].

Исходя из вышеперечисленных данных, целью данной работы является изучение молекулярно-генетических характеристик некоторых генов бактерии *Brucella abortus*, таких, как *virb1*, *virb3*, *virb5* и *virP*.

## Материалы и методы

В качестве объектов исследования были использованы штаммы бактерии *Brucella abortus*, выделенные в различных регионах Республики Казахстан (таблица 1).

**Выделение ДНК.** Выделение ДНК проводили с использованием набора «PrepMan Ultra Sample Preparation Reagent» фирмы Applied Biosystems (США), согласно протоколу производителя.

**Наработка участков генов *virb1*, *virb3*, *virb5* и *virP*.** Нарработку проводили с помощью ПЦР с использованием набора AccuPrime Taq DNA Polymerase High Fidelity, фирмы Invitrogen, на амплификаторе фирмы Applied Biosystems 2720 Thermal cycler, США.

При амплификации смесь ПЦР содержал: 5 мкл 10х буфера, 1 мкл dNTP, по 1 мкл 10 пмоль праймера, 0,5 мкл Taq DNA polymerase и по 2 мкл исследуемых ДНК образцов. Начальная денатурация прошла при 95°C в течение 5 минут, после 30 циклов денатурации при 94°C в течение 1 мин, отжиг при температуре 55°C в течение 1 мин и репликация при 72°C в течение 2 мин. Пост-репликация ПЦР прошла при 72°C в течение 10 мин.

**Электрофорез ДНК в 2% агарозном геле** проводили, используя TBE буфер, содержащий 1 мкл/мл бромистого этидия. Использовали аппарат для электрофореза нуклеиновых кислот G-100, Pharmacia, США.

**Секвенирование.** Секвенирование ДНК проводили методом дидеоксисеквенирования с использованием терминирующих дидеоксинуклеотидов (метод Сенгера) на автоматическом 16-капиллярном секвенаторе GeneticAnalyser 3130 xl, AppliedBiosystems, Япония.

**Сравнительный анализ.** Сравнительный анализ проводили с помощью компьютерных программ BLAST и Vector NTI.

**Таблица 1** – Штаммы бактерии *Brucella abortus*

№	Наименование штамма	Регионы
1	<i>Brucella abortus</i> 0001/Н	Жамбылская область
2	<i>Brucella abortus</i> 0002/Н	
3	<i>Brucella abortus</i> 0006/В	Алматинская область
4	<i>Brucella abortus</i> 0007/В	
5	<i>Brucella abortus</i> 0008/В	
6	<i>Brucella abortus</i> в R-форме 0009/Х	Южно-Казахстанская область
7	<i>Brucella abortus</i> ЮКО 198 212 S -ф	
8	<i>Brucella abortus</i> ЮКО 2535 S -ф	
9	<i>Brucella abortus</i> ЮКО198767578 S-ф	
10	<i>Brucella abortus</i> Алаколь 1, S -ф	Алматинская область, Талдыкорганский регион
11	<i>Brucella abortus</i> Алаколь 2, S -ф	
12	<i>Brucella abortus</i> Атырау 88, S -ф	Атырауская область
13	<i>Brucella abortus</i> СКО,S -ф	Северо-Казахстанская область

### Результаты и обсуждения

Для амплификации ДНК генов бактерии *B. abortus* были сконструированы праймеры с помощью компьютерной программы Vector

NTI. В результате были подобраны праймеры на гены *virb1*, *virb3*, *virb5* и *virP* четвертой секреторной системы. Нуклеотидные последовательности праймеров представлены в таблице 2.

**Таблица 2** – Праймеры, используемые для амплификации генов, кодирующих белки бруцелл

Ген	Праймер	Нуклеотидная последовательность праймера	Длина продукта
VirB1 <i>Brucella abortus</i>	<i>Virb1_F</i>	TTAGAAAACAACACTACGCCGTCCG	660
	<i>Virb1_R</i>	ATGGCAGCAATCGTGCAG	
Virulence protein <i>Brucella abortus</i>	<i>VirP_F</i>	TCATTGCACCACTCCCATT	720
	<i>VirP_R</i>	GCAAACAATCTCCACAGAAATCAGT	
VirB3 <i>Brucella abortus</i>	<i>Virb3_F</i>	CTG TAC ACG GCC AGC CAT GT	249
	<i>Virb3_R</i>	TGC GCG TAT TTG GAT TGA GC	
Vir B5 <i>Brucella abortus</i>	<i>Virb5_F1</i>	TCA TTG CCG AAG TCG GGG AC	717
	<i>Virb5_R717</i>	TCG GGT AGT TAA TAG GCG GC	

С целью изучения свойств вирулентных генов *virb1*, *virb3*, *virb5* и *virP* четвертой секреторной системы казахстанских штаммов бактерии *B. abortus* была проведена наработка, секвенирование и сравнительный анализ данных генов.

На рисунке 1 (А, Б, В, Г) представлены результаты амплификации ДНК генов *virb1*, *virb3*, *virb5* и *virP* казахстанских штаммов бактерии *B. abortus*, выделенных на территории Республики Казахстан.

В результате секвенирования были получены нуклеотидные последовательности генов *virb1*, *virb3*, *virb5*, *virP*, размерами 660 п.о., 249 п.о., 717 п.о. и 720 п.о., соответственно.

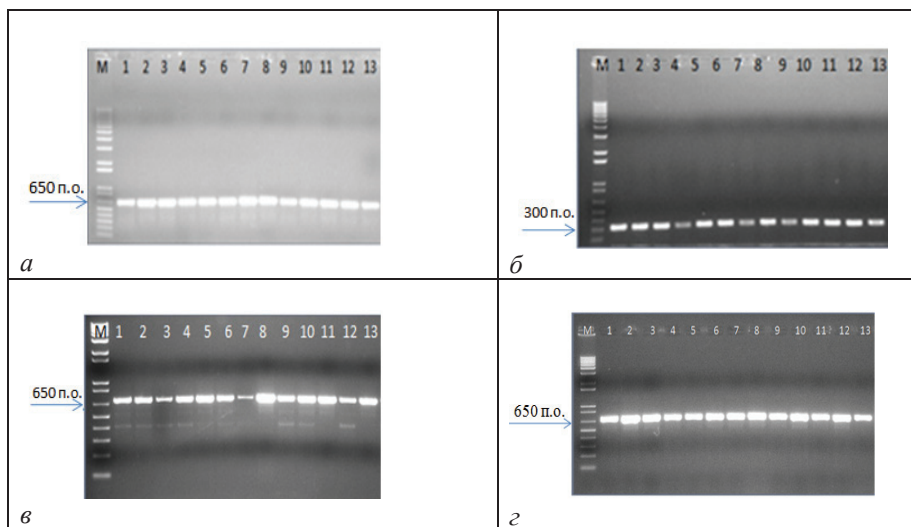
Проведены исследования по сравнительному анализу нуклеотидных и аминокислотных последовательностей участков генов казахстанских штаммов бактерии *B. abortus* с имеющимися данными международного банка генов Genbank.

Результаты исследований по сравнительному анализу генов казахстанских штаммов бактерии *B. abortus* представлены на рисунках 2-6.

Сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей гена *virb1* различных штаммов бактерии *B. abortus*, выделенных на территории Республики Казахстан показали, что каза-

хстанские штаммы идентичны между собой на 100%, за исключением штаммов *B. abortus* ЮКО 2535, *B. abortus* ЮКО 198 212, выделенные в Южно-Казахстанской области. Данные штаммы идентичны между собой и со штаммами из

Genbank *B. abortus*, *str A13334*, *B. abortus 544* и *B. abortus* с ID номером AF226278.1, где имеется одна нуклеотидная замена С на Т в позиции 96. Было выявлено, что данная замена приводит к аминокислотной замене А на Т (рисунок 3).



М – Маркер 1kb, invitrogen; 1 – *Brucella abortus* 0001/Н; 2 – *Brucella abortus* 0002/Н; 3 – *Brucella abortus* 0006/Н; 4 – *Brucella abortus* 0007/Н; 5 – *Brucella abortus* 0008/Н; 6 – *Brucella abortus* 0009/Н; 7 – *Brucella abortus* ЮКО 198 212; 8 – *Brucella abortus* ЮКО 2535; 9 – *Brucella abortus* ЮКО198767578; 10 – *Brucella abortus* Алаколь1; 11 – *Brucella abortus* Алаколь 2; 12 – *Brucella abortus* Атырау 88; 13 – *Brucella abortus* СКО  
А – *virb1*; Б – *virb3*; В – *virb5*; Г – *virP*;

Рисунок 1 – Электрофореграмма ПЦР продуктов вирулентных генов казахстанских штаммов бактерии *B. abortus*

	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
virb1 Br.a. 544	9	CGGGCCATCGGTTGTCCGCGGCTGCTCTGTCTTCAGCCTTACAGGCGCCTTGGCCCTCCGGTGGCTGGCATCGACTGGGATGATGGATGCAGATCGACAGAACAGAAATACGATCAGCCGGCTGTCTGTTT												
virb1 Br.a. ID: AF226278.1	1	CGGGCCATCGGTTGTCCGCGGCTGCTCTGTCTTCAGCCTTACAGGCGCCTTGGCCCTCCGGTGGCTGGCATCGACTGGGATGATGGATGCAGATCGACAGAACAGAAATACGATCAGCCGGCTGTCTGTTT												
virb1 Br.a. A13334	40	CGGGCCATCGGTTGTCCGCGGCTGCTCTGTCTTCAGCCTTACAGGCGCCTTGGCCCTCCGGTGGCTGGCATCGACTGGGATGATGGATGCAGATCGACAGAACAGAAATACGATCAGCCGGCTGTCTGTTT												
virb1_1	36	CGGGCCATCGGTTGTCCGCGGCTGCTCTGTCTTCAGCCTTACAGGCGCCTTGGCCCTCCGGTGGCTGGCATCGACTGGGATGATGGATGCAGATCGACAGAACAGAAATACGATCAGCCGGCTGTCTGTTT												
virb1_2	32	CGGGCCATCGGTTGTCCGCGGCTGCTCTGTCTTCAGCCTTACAGGCGCCTTGGCCCTCCGGTGGCTGGCATCGACTGGGATGATGGATGCAGATCGACAGAACAGAAATACGATCAGCCGGCTGTCTGTTT												
virb1_3	32	CGGGCCATCGGTTGTCCGCGGCTGCTCTGTCTTCAGCCTTACAGGCGCCTTGGCCCTCCGGTGGCTGGCATCGACTGGGATGATGGATGCAGATCGACAGAACAGAAATACGATCAGCCGGCTGTCTGTTT												
virb1_4	28	CGGGCCATCGGTTGTCCGCGGCTGCTCTGTCTTCAGCCTTACAGGCGCCTTGGCCCTCCGGTGGCTGGCATCGACTGGGATGATGGATGCAGATCGACAGAACAGAAATACGATCAGCCGGCTGTCTGTTT												
virb1_5	30	CGGGCCATCGGTTGTCCGCGGCTGCTCTGTCTTCAGCCTTACAGGCGCCTTGGCCCTCCGGTGGCTGGCATCGACTGGGATGATGGATGCAGATCGACAGAACAGAAATACGATCAGCCGGCTGTCTGTTT												
virb1_6	27	CGGGCCATCGGTTGTCCGCGGCTGCTCTGTCTTCAGCCTTACAGGCGCCTTGGCCCTCCGGTGGCTGGCATCGACTGGGATGATGGATGCAGATCGACAGAACAGAAATACGATCAGCCGGCTGTCTGTTT												
virb1_7	28	CGGGCCATCGGTTGTCCGCGGCTGCTCTGTCTTCAGCCTTACAGGCGCCTTGGCCCTCCGGTGGCTGGCATCGACTGGGATGATGGATGCAGATCGACAGAACAGAAATACGATCAGCCGGCTGTCTGTTT												
virb1_8	28	CGGGCCATCGGTTGTCCGCGGCTGCTCTGTCTTCAGCCTTACAGGCGCCTTGGCCCTCCGGTGGCTGGCATCGACTGGGATGATGGATGCAGATCGACAGAACAGAAATACGATCAGCCGGCTGTCTGTTT												
virb1_9	24	CGGGCCATCGGTTGTCCGCGGCTGCTCTGTCTTCAGCCTTACAGGCGCCTTGGCCCTCCGGTGGCTGGCATCGACTGGGATGATGGATGCAGATCGACAGAACAGAAATACGATCAGCCGGCTGTCTGTTT												
virb1_10	9	CGGGCCATCGGTTGTCCGCGGCTGCTCTGTCTTCAGCCTTACAGGCGCCTTGGCCCTCCGGTGGCTGGCATCGACTGGGATGATGGATGCAGATCGACAGAACAGAAATACGATCAGCCGGCTGTCTGTTT												
virb1_11	9	CGGGCCATCGGTTGTCCGCGGCTGCTCTGTCTTCAGCCTTACAGGCGCCTTGGCCCTCCGGTGGCTGGCATCGACTGGGATGATGGATGCAGATCGACAGAACAGAAATACGATCAGCCGGCTGTCTGTTT												
virb1_12	10	CGGGCCATCGGTTGTCCGCGGCTGCTCTGTCTTCAGCCTTACAGGCGCCTTGGCCCTCCGGTGGCTGGCATCGACTGGGATGATGGATGCAGATCGACAGAACAGAAATACGATCAGCCGGCTGTCTGTTT												
virb1_13	9	CGGGCCATCGGTTGTCCGCGGCTGCTCTGTCTTCAGCCTTACAGGCGCCTTGGCCCTCCGGTGGCTGGCATCGACTGGGATGATGGATGCAGATCGACAGAACAGAAATACGATCAGCCGGCTGTCTGTTT												
Consensus	40	CGGGCCATCGGTTGTCCGCGGCTGCTCTGTCTTCAGCCTTACAGGCGCCTTGGCCCTCCGGTGGCTGGCATCGACTGGGATGATGGATGCAGATCGACAGAACAGAAATACGATCAGCCGGCTGTCTGTTT												

Br.a. 544 – *Brucella abortus* 544; Br.a. ID: AF226278.1 – *Brucella abortus* ID: AF226278.1; Br.a. A13334 – *Brucella abortus* A13334; 1 – *Brucella abortus* 0001/Н; 2 – *Brucella abortus* 0002/Н; 3 – *Brucella abortus* 0006/Н; 4 – *Brucella abortus* 0007/Н; 5 – *Brucella abortus* 0008/Н; 6 – *Brucella abortus* 0009/Н; 7 – *Brucella abortus* ЮКО 198 212; 8 – *Brucella abortus* ЮКО 2535; 9 – *Brucella abortus* ЮКО198767578; 10 – *Brucella abortus* Алаколь1; 11 – *Brucella abortus* Алаколь 2; 12 – *Brucella abortus* Атырау 88; 13 – *Brucella abortus* СКО

Рисунок 2 – Сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей гена *virb1* штаммов бактерии *B. abortus*

Компьютерный анализ с использованием программы Vector NTI показал, что нуклеотидные последовательности участка гена *virb3* казахстанских штаммов бактерии *B. abortus* были

идентичны на 100% между собой и со штаммами из Genbank, такими как *B. abortus*, *str A13334*, *B. abortus S19*, *B. abortus*, *str 9-941*, *B. abortus 544* и *B. abortus* с ID номером AF226278.1.

	158	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270
virb3 Br.a. 544	109	AGTCTGCCGTGATCTGCCGCATGACCCAGCAGCAGGATTGGTACGATCAGCGGCAATATGAACATGGAAATCCAGACCGGATAAGAGAACGATGCTGCCGCCAACGATGACAAAGCGGGATCACAG											
virb3 Br.a. A13334	137	AGTCTGCCGTGATCTGCCGCATGACCCAGCAGCAGGATTGGTACGATCAGCGGCAATATGAACATGGAAATCCAGACCGGATAAGAGAACGATGCTGCCGCCAACGATGACAAAGCGGGATCACAG											
virb3 Br.a. S19	137	AGTCTGCCGTGATCTGCCGCATGACCCAGCAGCAGGATTGGTACGATCAGCGGCAATATGAACATGGAAATCCAGACCGGATAAGAGAACGATGCTGCCGCCAACGATGACAAAGCGGGATCACAG											
virb3 Br.a. str 9-941	137	AGTCTGCCGTGATCTGCCGCATGACCCAGCAGCAGGATTGGTACGATCAGCGGCAATATGAACATGGAAATCCAGACCGGATAAGAGAACGATGCTGCCGCCAACGATGACAAAGCGGGATCACAG											
virb3_1	137	AGTCTGCCGTGATCTGCCGCATGACCCAGCAGCAGGATTGGTACGATCAGCGGCAATATGAACATGGAAATCCAGACCGGATAAGAGAACGATGCTGCCGCCAACGATGACAAAGCGGGATCACAG											
virb3_2	141	AGTCTGCCGTGATCTGCCGCATGACCCAGCAGCAGGATTGGTACGATCAGCGGCAATATGAACATGGAAATCCAGACCGGATAAGAGAACGATGCTGCCGCCAACGATGACAAAGCGGGATCACAG											
virb3_3	158	AGTCTGCCGTGATCTGCCGCATGACCCAGCAGCAGGATTGGTACGATCAGCGGCAATATGAACATGGAAATCCAGACCGGATAAGAGAACGATGCTGCCGCCAACGATGACAAAGCGGGATCACAG											
virb3_4	138	AGTCTGCCGTGATCTGCCGCATGACCCAGCAGCAGGATTGGTACGATCAGCGGCAATATGAACATGGAAATCCAGACCGGATAAGAGAACGATGCTGCCGCCAACGATGACAAAGCGGGATCACAG											
virb3_5	122	AGTCTGCCGTGATCTGCCGCATGACCCAGCAGCAGGATTGGTACGATCAGCGGCAATATGAACATGGAAATCCAGACCGGATAAGAGAACGATGCTGCCGCCAACGATGACAAAGCGGGATCACAG											
virb3_6	125	AGTCTGCCGTGATCTGCCGCATGACCCAGCAGCAGGATTGGTACGATCAGCGGCAATATGAACATGGAAATCCAGACCGGATAAGAGAACGATGCTGCCGCCAACGATGACAAAGCGGGATCACAG											
virb3_7	5	AGTCTGCCGTGATCTGCCGCATGACCCAGCAGCAGGATTGGTACGATCAGCGGCAATATGAACATGGAAATCCAGACCGGATAAGAGAACGATGCTGCCGCCAACGATGACAAAGCGGGATCACAG											
virb3_8	115	AGTCTGCCGTGATCTGCCGCATGACCCAGCAGCAGGATTGGTACGATCAGCGGCAATATGAACATGGAAATCCAGACCGGATAAGAGAACGATGCTGCCGCCAACGATGACAAAGCGGGATCACAG											
virb3_9	128	AGTCTGCCGTGATCTGCCGCATGACCCAGCAGCAGGATTGGTACGATCAGCGGCAATATGAACATGGAAATCCAGACCGGATAAGAGAACGATGCTGCCGCCAACGATGACAAAGCGGGATCACAG											
virb3_10	1	AGTCTGCCGTGATCTGCCGCATGACCCAGCAGCAGGATTGGTACGATCAGCGGCAATATGAACATGGAAATCCAGACCGGATAAGAGAACGATGCTGCCGCCAACGATGACAAAGCGGGATCACAG											
virb3_11	153	AGTCTGCCGTGATCTGCCGCATGACCCAGCAGCAGGATTGGTACGATCAGCGGCAATATGAACATGGAAATCCAGACCGGATAAGAGAACGATGCTGCCGCCAACGATGACAAAGCGGGATCACAG											
virb3_12	104	AGTCTGCCGTGATCTGCCGCATGACCCAGCAGCAGGATTGGTACGATCAGCGGCAATATGAACATGGAAATCCAGACCGGATAAGAGAACGATGCTGCCGCCAACGATGACAAAGCGGGATCACAG											
virb3_13	102	AGTCTGCCGTGATCTGCCGCATGACCCAGCAGCAGGATTGGTACGATCAGCGGCAATATGAACATGGAAATCCAGACCGGATAAGAGAACGATGCTGCCGCCAACGATGACAAAGCGGGATCACAG											
Consensus	158	AGTCTGCCGTGATCTGCCGCATGACCCAGCAGCAGGATTGGTACGATCAGCGGCAATATGAACATGGAAATCCAGACCGGATAAGAGAACGATGCTGCCGCCAACGATGACAAAGCGGGATCACAG											

Br.a. 544 – *Brucella abortus* 544; Br.a. A13334 – *Brucella abortus* A13334; Br.a. S19 – *Brucella abortus* S19; Br.a. str 9-941 – *Brucella abortus* 9-941; 1 – *Brucella abortus* 0001/H; 2 – *Brucella abortus* 0002/H; 3 – *Brucella abortus* 0006/H; 4 – *Brucella abortus* 0007/H; 5 – *Brucella abortus* 0008/H; 6 – *Brucella abortus* 0009/H; 7 – *Brucella abortus* ЮКО 198 212; 8 – *Brucella abortus* ЮКО 2535; 9 – *Brucella abortus* ЮКО198767578; 10 – *Brucella abortus* Алаколь1; 11 – *Brucella abortus* Алаколь 2; 12 – *Brucella abortus* Атырау 88; 13 – *Brucella abortus* СКО

Рисунок 3 – Сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей гена *virb3* штаммов бактерии рода *B. abortus*

	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
virb5_1	3	GGCGGCTTCCAGTGCCTTCGGCTGCGGATAGCCGCGCCGGGCAATATCCTTCGGCTCTAATTCGGTGGCGGTTCGTCAGGAGCTTGTCTGTGGCTTGGCATGCTGGTAGAGATGAAAGCGGGGTGTCTTCGTTT													
virb5_2	1	GGCGGCTTCCAGTGCCTTCGGCTGCGGATAGCCGCGCCGGGCAATATCCTTCGGCTCTAATTCGGTGGCGGTTCGTCAGGAGCTTGTCTGTGGCTTGGCATGCTGGTAGAGATGAAAGCGGGGTGTCTTCGTTT													
virb5_3	2	GGCGGCTTCCAGTGCCTTCGGCTGCGGATAGCCGCGCCGGGCAATATCCTTCGGCTCTAATTCGGTGGCGGTTCGTCAGGAGCTTGTCTGTGGCTTGGCATGCTGGTAGAGATGAAAGCGGGGTGTCTTCGTTT													
virb5_4	1	GGCGGCTTCCAGTGCCTTCGGCTGCGGATAGCCGCGCCGGGCAATATCCTTCGGCTCTAATTCGGTGGCGGTTCGTCAGGAGCTTGTCTGTGGCTTGGCATGCTGGTAGAGATGAAAGCGGGGTGTCTTCGTTT													
virb5_5	1	GGCGGCTTCCAGTGCCTTCGGCTGCGGATAGCCGCGCCGGGCAATATCCTTCGGCTCTAATTCGGTGGCGGTTCGTCAGGAGCTTGTCTGTGGCTTGGCATGCTGGTAGAGATGAAAGCGGGGTGTCTTCGTTT													
virb5_6	3	GGCGGCTTCCAGTGCCTTCGGCTGCGGATAGCCGCGCCGGGCAATATCCTTCGGCTCTAATTCGGTGGCGGTTCGTCAGGAGCTTGTCTGTGGCTTGGCATGCTGGTAGAGATGAAAGCGGGGTGTCTTCGTTT													
virb5_7	15	GGCGGCTTCCAGTGCCTTCGGCTGCGGATAGCCGCGCCGGGCAATATCCTTCGGCTCTAATTCGGTGGCGGTTCGTCAGGAGCTTGTCTGTGGCTTGGCATGCTGGTAGAGATGAAAGCGGGGTGTCTTCGTTT													
virb5_8	1	GGCGGCTTCCAGTGCCTTCGGCTGCGGATAGCCGCGCCGGGCAATATCCTTCGGCTCTAATTCGGTGGCGGTTCGTCAGGAGCTTGTCTGTGGCTTGGCATGCTGGTAGAGATGAAAGCGGGGTGTCTTCGTTT													
virb5_9	1	GGCGGCTTCCAGTGCCTTCGGCTGCGGATAGCCGCGCCGGGCAATATCCTTCGGCTCTAATTCGGTGGCGGTTCGTCAGGAGCTTGTCTGTGGCTTGGCATGCTGGTAGAGATGAAAGCGGGGTGTCTTCGTTT													
virb5_10	1	GGCGGCTTCCAGTGCCTTCGGCTGCGGATAGCCGCGCCGGGCAATATCCTTCGGCTCTAATTCGGTGGCGGTTCGTCAGGAGCTTGTCTGTGGCTTGGCATGCTGGTAGAGATGAAAGCGGGGTGTCTTCGTTT													
virb5_11	153	GGCGGCTTCCAGTGCCTTCGGCTGCGGATAGCCGCGCCGGGCAATATCCTTCGGCTCTAATTCGGTGGCGGTTCGTCAGGAGCTTGTCTGTGGCTTGGCATGCTGGTAGAGATGAAAGCGGGGTGTCTTCGTTT													
virb5_12	1	GGCGGCTTCCAGTGCCTTCGGCTGCGGATAGCCGCGCCGGGCAATATCCTTCGGCTCTAATTCGGTGGCGGTTCGTCAGGAGCTTGTCTGTGGCTTGGCATGCTGGTAGAGATGAAAGCGGGGTGTCTTCGTTT													
virb5_13	5	GGCGGCTTCCAGTGCCTTCGGCTGCGGATAGCCGCGCCGGGCAATATCCTTCGGCTCTAATTCGGTGGCGGTTCGTCAGGAGCTTGTCTGTGGCTTGGCATGCTGGTAGAGATGAAAGCGGGGTGTCTTCGTTT													
virb5 Br.a. 544	3	GGCGGCTTCCAGTGCCTTCGGCTGCGGATAGCCGCGCCGGGCAATATCCTTCGGCTCTAATTCGGTGGCGGTTCGTCAGGAGCTTGTCTGTGGCTTGGCATGCTGGTAGAGATGAAAGCGGGGTGTCTTCGTTT													
virb5 Br.a.S19	3	GGCGGCTTCCAGTGCCTTCGGCTGCGGATAGCCGCGCCGGGCAATATCCTTCGGCTCTAATTCGGTGGCGGTTCGTCAGGAGCTTGTCTGTGGCTTGGCATGCTGGTAGAGATGAAAGCGGGGTGTCTTCGTTT													
virb5 Br.a.str9-941	3	GGCGGCTTCCAGTGCCTTCGGCTGCGGATAGCCGCGCCGGGCAATATCCTTCGGCTCTAATTCGGTGGCGGTTCGTCAGGAGCTTGTCTGTGGCTTGGCATGCTGGTAGAGATGAAAGCGGGGTGTCTTCGTTT													
virb5 Br.a. A13334	7	GGCGGCTTCCAGTGCCTTCGGCTGCGGATAGCCGCGCCGGGCAATATCCTTCGGCTCTAATTCGGTGGCGGTTCGTCAGGAGCTTGTCTGTGGCTTGGCATGCTGGTAGAGATGAAAGCGGGGTGTCTTCGTTT													
Consensus	15	GGCGGCTTCCAGTGCCTTCGGCTGCGGATAGCCGCGCCGGGCAATATCCTTCGGCTCTAATTCGGTGGCGGTTCGTCAGGAGCTTGTCTGTGGCTTGGCATGCTGGTAGAGATGAAAGCGGGGTGTCTTCGTTT													

1 – *Brucella abortus* 0001/H; 2 – *Brucella abortus* 0002/H; 3 – *Brucella abortus* 0006/H; 4 – *Brucella abortus* 0007/H; 5 – *Brucella abortus* 0008/H; 6 – *Brucella abortus* 0009/H; 7 – *Brucella abortus* ЮКО 198 212; 8 – *Brucella abortus* ЮКО 2535; 9 – *Brucella abortus* ЮКО198767578; 10 – *Brucella abortus* Алаколь1; 11 – *Brucella abortus* Алаколь 2; 12 – *Brucella abortus* Атырау 88; 13 – *Brucella abortus* СКО; Br.a. 544 – *Brucella abortus* 544; Br.a. S19 – *Brucella abortus* S19; Br.a. str 9-941 – *Brucella abortus* 9-941; Br.a. A13334 – *Brucella abortus* A13334

Рисунок 4 – Сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей гена *virb5* штаммов бактерии рода *B. abortus*

В результате проведения сравнительного анализа было выявлено, что последовательности казахстанских штаммов не отличаются между собой. Анализ нуклеотидных последовательностей гена *virb5* бактерии *B. abortus* с данными Genbank программой Vector NTI показал, что гомологичность последовательностей казахстанских штаммов достигает 100%.

Результаты сравнительного анализа по гену *virP* выявили, что нуклеотидные последовательности казахстанских штаммов идентичны между собой и со штаммами *B. abortus*, *str* A13334, *B. abortus* S19, *B. abortus*, *str* 9-941, *B. abortus* 544, взятых из Genbank. Исключением являются штаммы *B. abortus* Алаколь1 и Алаколь2, выделенные в Талдыкорганском регионе Алма-

тинской области. Данные штаммы имеют замену в нуклеотидной последовательности G на A и A на C в позициях 145 и 612, соответственно.

**Выводы**

Проведен сравнительный анализ нуклеотидных и аминокислотных последовательностей генов *virb1*, *virb3*, *virb5* и *virP* штаммов бактерии *B. abortus*, выделенных на территории Республики Казахстан с использованием компьютерных программ Vector NTI Suite 9 и BLAST. Результаты сравнительного анализа казахстанских штаммов со штаммами из Genbank *B. abortus*, *str* A13334, *B. abortus* 544 и *B. abortus* с ID номером AF226278.1 выявили, что ген *virb1*

имеет одну нуклеотидную замену С на Т в позиции 96, которая приводит к аминокислотной замене Ala на Thr. Анализ по гену virP показал, что наблюдаются замены в нуклеотидной последовательности G на А и А на С в позициях 145 и 612, соответственно. Полученные данные по

генам virb3 и virb5 определили их высокую консервативность.

**Благодарность.** Авторы работы выражают благодарность сотрудникам НИИПБ, а именно Еспембетову Б.А. и Зининой Н.Н. за доставку штаммов бактерии Brucella abortus.

Table with 20 columns (70-200) and multiple rows showing sequence alignments for virP Br. a. str 9-941, virP Br. a. S19, virP Br. a. A13334, and virP Br. a. 544, including virp\_1 through virp\_13 and a Consensus row.

Table with 20 columns (482-612) and multiple rows showing sequence alignments for virP Br. a. str 9-941, virP Br. a. S19, virP Br. a. A13334, and virP Br. a. 544, including virp\_1 through virp\_13 and a Consensus row.

- Br.a. str 9-941 – Brucella abortus 9-941; Br.a. S19 – Brucella abortus S19; Br.a. A13334 – Brucella abortus A13334; Br.a. 544 – Brucella abortus 544; 1 – Brucella abortus 0001/H; 2 – Brucella abortus 0002/H; 3 – Brucella abortus 0006/H; 4 – Brucella abortus 0007/H; 5 – Brucella abortus 0008/H; 6 – Brucella abortus 0009/H; 7 – Brucella abortus ЮКО 198 212; 8 – Brucella abortus ЮКО 2535; 9 – Brucella abortus ЮКО198767578; 10 – Brucella abortus Алаколь1; 11 – Brucella abortus Алаколь 2; 12 – Brucella abortus Атырай 88; 13 – Brucella abortus СКО

Рисунок 5 – Сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей гена virP штаммов бактерии рода B. abortus

Литература

1 Pappas G., Papadimitriou P., Akritidis N. et al. The new global map of human brucellosis // Lancet Infect. Dis. – 2006. – V. 6. – P. 91-99
2 Ellen L. Zechner, Silvia Lang, and Joel F. Schildbach. Assembly and mechanisms of bacterial type IV secretion machines // Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci. – 2012. – V. 367(1592). – P. 1073-1087.
3 Karin Wallden, Angel Rivera-Calzada, and Gabriel Waksman. Type IV secretion systems: versatility and diversity in function // Cell. Microbiol. – 2010. – V. 12(9). – P. 1203-1212.
4 Berger, B. R. & Christie, P. J. Genetic complementation analysis of the Agrobacterium tumefaciens virB operon: virB2 through virB11 are essential virulence genes // J Bacteriol. – 1994. – V. 176. – P. 3646-3660.
5 Baron, C., Llosa, M., Zhou, S. & Zambryski, P. C. C-terminal processing and cellular localization of VirB1, a component of the T-complex transfer machinery of Agrobacterium tumefaciens // J Bacteriol. – 1997. – V. 179. – P. 1203-1210.
6 Shamaei-Tousi A1, Cahill R, Frankel G. Interaction between protein subunits of the type IV secretion system of Bartonella henselae // J Bacteriol. – 2004. – V. 186(14). – P. 4796-801.
7 Schmidt-Eisenlohr H1, Domke N, Angerer C, Wanner G, Zambryski PC, Baron C. Vir proteins stabilize VirB5 and mediate its association with the T pilus of Agrobacterium tumefaciens // J Bacteriol. – 1999. – V. 181(24). – P. 7485-92.

УДК 619:616.98:579.841.93

Г.О. Шыныбекова\*,  
К.К. Акылбаева, С.О. Садикалиева, К.Т. Султанкулова,  
В.М. Строчков, В.Л. Зайцев, К.К. Табынов, Н.Т. Сандыбаев,  
А.Р. Сансызбай

Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности Казахстан,  
Республика Казахстан, Жамбылская область, п.г.т. Гвардейский  
\*E-mail: gaukhar\_1988@bk.ru

**Сравнительный генетический анализ  
NS гена рекомбинантных гриппозных векторов  
Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1) и Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1),  
экспрессирующих бруцеллезный антиген**

В данной статье представлены результаты сравнительного генетического анализа NS гена рекомбинантных гриппозных векторов Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1) и Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1) 1 и 6 пассажных уровней, экспрессирующие бруцеллезный рибосомальный белок L7/L12. Рекомбинантные вирусы Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1) и Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1) конструированы путем ко-трансфекции в культуре клеток Vero, затем адаптированы на 10-суточные развивающиеся куриные эмбрионы.

Результаты секвенирования и последующего сравнительного анализа последовательности NS генов рекомбинантных штаммов подтвердили наличие бруцеллезной вставки L7/L12. Дальнейшие исследования показали, что нуклеотидные последовательности гена NS рекомбинантных вирусов Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1) и Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1) 1 и 6 пассажных уровней генетически схожи между собой и степень идентичности составляет 100%, что доказывает генетическую стабильность рекомбинантных вирусных векторов в течение 6 последовательных пассажей.

**Ключевые слова:** рекомбинантный гриппозный вектор, бруцеллезный антиген, обратная генетика, ПЦР (полимеразная цепная реакция), секвенирование, генетическая стабильность.

G.O. Shynybekova, K.K. Akylbayeva, S.O. Sadikaliyeva,  
K.T. Sultankulova, V.M. Strochkov, V.L. Zaitcev, K.K. Tabynov,  
N.T. Sandybayev, A.R. Sansyzbay

**Comparative genetic analysis of NS gene recombinant influenza vectors  
Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1) and Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1),  
expressing brucellosis antigen**

This article presents the results of a comparative genetic analysis of NS gene of recombinant influenza vectors Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1) and Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1) 1 and 6 of the passage levels, expressing the brucellosis ribosomal protein L7 / L12. Recombinant viruses Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1) and Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1) were designed by co-transfection in Vero cells culture, then were adapted by 10 per diem developing chick embryos .

The results of sequencing and subsequent Comparative analysis of NS gene sequence of recombinant strains confirmed the presence of brucellosis insertion L7/L12. Further research showed that the nucleotide sequence of the NS gene of recombinant viruses Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1) and Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1) 1 and 6 passage levels are genetically similar to each other and the degree of identity is 100 % , which proves the genetic stability of recombinant viral vectors for 6 consecutive passages.

**Key words:** recombinant viral vector, brucellosis antigen, reverse genetics, PCR (polymerase chain reaction), sequencing, genetic stability.



Г.О. Шыныбекова, К.К. Акылбаева, С.О. Садикалиева,  
К.Т. Султанкулова, В.М. Строчков, В.Л. Зайцев, К.К. Табынов,  
Н.Т. Сандыбаев, А.Р. Сансызбай

**Бруцеллез антигенін экспрессиялайтын  
Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1) және Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1)  
рекомбинантты тұмау векторларының NS гендерінің  
салыстырмалы генетикалық талдауы**

Мақалада L7/L12 бруцеллездың ребосомалды ақуызын экспрессиялайтын Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1) және Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1) рекомбинантты тұмау векторының 1 және 6 пассаж деңгейіндегі NS гендерінің салыстырмалы генетикалық талдау нәтижелері көрсетілген. Vero торша плазмидасының трансфекция әдісімен Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1) және Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1) рекомбинантты тұмау вирустары алынған.

Рекомбинантты штамдардың NS гендерінің нуклеотидті тізбектерін секвенирлеу және келесі салыстырмалы талдау нәтижелері L7/L12 бруцеллезді қойынды бар екендігі нақты көрсетілді. Келесі зерттеу нәтижелері Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1) және Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1) рекомбинантты вирустардың 1 және 6 пассаж деңгейіндегі NS гендерінің нуклеотидті тізбектері генетикалық тұрғыдан бір-бірімен ұқсас және гомологиялық жағынан 100% екенін көрсетті. 1 және 6 пассаж деңгейіндегі ұқсастығы рекомбинантты тұмау векторының 6 пассажаралығында генетикалық тұрақты екендігін көрсетеді.

**Түйін сөздер:** рекомбинантты тұмау векторы, бруцеллезді антиген, кері генетика, ПТР (полимеразды тізбекті реакция), секвенирлеу, генетикалық тұрақтылық.

## Введение

Анализ первичной структуры геномов возбудителей опасных инфекций стал основой для многих исследований в различных направлениях от фундаментальных до чисто прикладных. Секвенирование нуклеиновых кислот является основным инструментом в изучении функций отдельных участков генов и в целом генома на молекулярном уровне. Полученные данные позволяют решать задачи по модификации участков нуклеотидных последовательностей и создания геномов с совершенно новыми функциями.

Вирусные векторы представляют собой рекомбинантные вирусы, в геном которых встроена целевая ген с набором регуляторных элементов. Среди существующих систем доставки антигенов вирусные векторы занимают особое место, поскольку обладают следующими свойствами: имеют природный механизм взаимодействия с клеткой и проникновения в нее; переносят чужеродный генетический материал в ядро клетки; способны обеспечивать длительную экспрессию антигена; вирусная оболочка защищает генетический материал, кодирующий антиген [1].

На сегодняшний день в обратной генетике используют в качестве вектора вирус гриппа [2, 3]. При конструировании гриппозных векторов мишенью является неструктурный NS белок вируса гриппа, который в ходе естественной гриппозной инфекции в больших количествах синтезируется в зараженных клетках и вызы-

вает выраженный антительный и Т-клеточный иммунный ответы [4].

Таким образом, метод обратной генетики решает задачу конструирования рекомбинантных гриппозных вакцинных штаммов, экспрессирующих протективные бруцеллезные белки, для создания векторной противобруцеллезной вакцины.

В рамках обратной генетики возможно создание жизнеспособных вирусных геномов и внесение в них целенаправленных мутаций, что уже используется для создания новых штаммов вирусов и прежде всего вакцинных.

Важнейшим направлением при разработке эффективных и безопасных вакцин против инфекционных заболеваний является создание аттенуированных рекомбинантных векторов. На основе технологии обратной генетики в Научно-исследовательском институте проблем биологической безопасности сконструированы модифицированные по NS гену рекомбинантные штаммы вируса гриппа, экспрессирующие бруцеллезный антиген L7/L12. Полученные рекомбинантные штаммы являются эффективными векторами для доставки бруцеллезного антигена в организм иммунизируемых животных.

Целью данной работы является сравнительный анализ химерного NS гена 1 и 6 пассажных уровней рекомбинантных вирусов гриппа Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1) и Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1), экспрессирующих бруцеллезный антиген L7/L12 и оценка стабильности нуклео-

тидных последовательности при пассировании вирусного материала.

### Материалы и методы

Конструирование рекомбинантного векторного вируса FLU-NS1-80-L7/L12 (H5N1), FLU-NS1-124-L7/L12 (H5N1). Синтез генетических конструкций, содержащих генетические сегменты PB2, PB1, PA, NP, M и NS вируса гриппа A/PR/8/34 (H1N1) (ID CY033578.1) и HA, NA вакцинного штамма A/AstanaRG/6:2/2009 (H5N1) вируса гриппа проведен в двунаправленной экспрессионной плазмиде pHW.

Для создания векторов вируса гриппа, стабильно выражающих белки бактерии бруцеллеза, были синтезированы ДНК плазмиды pHW 12AAS25C\_801712g и 12AAS23C\_1241712g, содержащие рекомбинантный вирусный ген белка NS1 с последовательностью L7/L12. Генетические конструкции синтезированы в Gene Art lifetechnologies, Австрия.

Рекомбинантные векторные вирусы FLU-NS1-80-L7/L12 (H5N1) и FLU-NS1-124-L7/L12 (H5N1), экспрессирующие бруцеллезный белок, были получены методом трансфекции плазмидами сертифицированных клеток Vero при помощи методики Nucleofector™, Lonza. Дефицитные по интерферону клетки Vero совместно трансфекцированы с 0,5 µg/µl плазмидами, кодирующими PB2, PB1, PA, HA, NP, NA, M и NS гены. Трансфецированные клетки исследованы до появления цитопатического действия (ЦПД). После проявления ЦПД надосадочную жидкость центрифугировали при 300 g в течение 15 минут. Вирусный материал адаптирован на 10-суточные развивающиеся куриные эмбрионы.

В качестве объектов исследований в работе использованы 1 и 6 пассажные уровни вирусов FLU-NS1-80-L7/L12 (H5N1) и FLU-NS1-124-L7/L12 (H5N1) на 10-суточных куриных эмбрионах и вирус гриппа A/Puerto Rico/8/34 (H1N1).

Культивирование вирусов в куриных эмбрионах. Куриные эмбрионы заражали суспензией вируса в аллантоисную полость и помещали в термостат для инкубации при температуре 34°C в течение 48 ч. По окончании срока инкубации куриные эмбрионы помещали в холодильник при +4°C для охлаждения. После 12 часов охлаждения куриные эмбрионы вскрывали по общепринятой методике [5].

Выделение РНК. Выделение вирусной РНК проводили с использованием набора QIAmp Viral RNA Mini Kit, фирмы Qiagen.

Постановка ОТ-ПЦР. Продукты для секвенирования нарабатывали методом ПЦР, набором Super Script III One-Step RT-PCR with Platinum Taq Mix, фирмы Invitrogen, согласно протоколу производителя с использованием пар праймеров NS RTlen 10pmol/µl [5'-AGCAAAAGCAGGGTGACAAAG]; NS834 10pmol/µl [5'-CTCTTGCTCCACTTCAAGC].

Аmplификацию проводили на термоциклере GeneAmp PCR System 9700, Applied Biosystem.

Температурно-временной режим амплификации: 45°C – 60 мин, 94°C – 2 мин; затем 5 циклов 94°C – 30 секунд, 45°C – 30 секунд, 68°C – 3 мин; далее 31 циклов 94°C – 30 секунд, 5 °C – 30 секунд, 68°C – 3 минут; и 1 цикл 68°C – 10 мин.

Секвенирование. Нуклеотидную последовательность определяли при помощи прямого секвенирования ПЦР-продукта с использованием набора BigDye Terminator Cycle Sequencing Kit 3.1 фирмы Applied Biosystem на автоматическом секвенаторе Genetic Analyser 3130 xl, Applied Biosystem.

Сравнительный генетический анализ проводили с использованием компьютерной программы «BLAST».

### Результаты и их обсуждение

Для сравнительного генетического анализа NS гена использовали 1 и 6 пассажные уровни рекомбинантных вирусов в куриных эмбрионах. Рекомбинантные вирусы характеризуются наличием NS гена, содержащего вставку нуклеотидной последовательности L7/L12. Результаты ПЦР анализа на наличие бруцеллезной вставки L7/L12 в составе рекомбинантного вируса представлены на рисунке 1.

Рекомбинантные вирусы NS1-124-L7/L12, NS1-80-L7/L12 характеризуются наличием NS гена, содержащего вставку нуклеотидной последовательности L7/L12 в 80 и 124 позициях. Вследствие наличия вставки, рекомбинантные вирусы отличаются от вируса гриппа дикого типа A/PuertoRico/8/34 (H1N1) наличием увеличенного размера геномного фрагмента NS, что было подтверждено результатами электрофореза в агарозном геле (рисунок 1).

Далее проводилось секвенирование для определения нуклеотидной последовательности NS гена рекомбинантных вирусов Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1), Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1) 1 и 6 пассажных уровней.

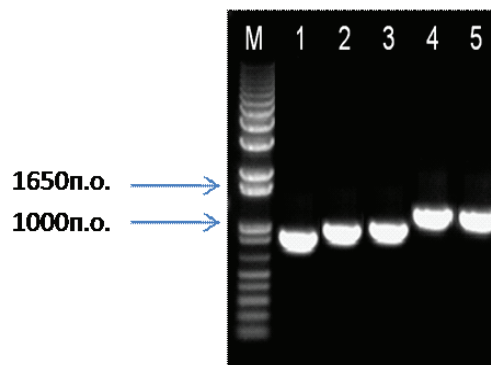
На рисунках 2 и 3 представлены нуклеотидные последовательности NS генов 1 и 6 пас-

сажных уровней рекомбинантных вирусов с конструкциями Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1) и Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1).

Анализ рисунков 2 и 3 показывают, что нуклеотидные последовательности NS генов рекомбинантных вирусов с конструкциями Flu-NS1-80-L7/L12 и Flu-NS1-124-L7/L12 содержат вставку бруцеллезного белка L7/L12 в позициях 80 и 124 аминокислот, соответственно. Размер вставки L7/L12 ~ 370 п.о.

Для проверки генетической стабильности рекомбинантных вирусов проводили сравнительный анализ нуклеотидной последовательности NS генов рекомбинантных штаммов 1 и 6 пассажных уровней. Результат приведен на рисунках 4 и 5.

Нуклеотидный состав NS гена 6 пассажного уровня рекомбинантных штаммов соответствует исходному варианту рекомбинантных штаммов, т.е. 1 пассажному уровню.



М-маркер, 1кб; 1-положительный контроль, дикий штамм вируса гриппа (890 п.о.); 2-Flu-NS1-80-L7/L12 1 пассаж (~1000 п.о.); 3-Flu-NS1-80-L7/L12 6 пассаж (~1000 п.о.); 4-Flu-NS1-124-L7/L12 1 пассаж (~1100 п.о.); 5-Flu-NS1-124-L7/L12 6 пассаж (~1100 п.о.)

**Рисунок 1** – Электрофореграмма NS гена, рекомбинантных штаммов, экспрессирующих бруцеллезные антигены 1 и 6 пассажных уровней

#### Flu – NS1 – 124 – L7/L12 (H5N1)

1	GTGCACCTCC	GAAGTTGGGG	GGGAGCAAAA	GCAGGGTGAC	AAAGACATAA	TGGATCCAAA	CACTGTGTCA	AGCTTTCAGG	TAGATTGCCT	TCTTTGGCAT
	CAGCTGGAGG	CTTCAACCCC	CCCTCGTTTT	CGTCCCACTG	TTTCTGTATT	ACSTAGGTTT	GTGACACAGT	TCGAAAAGTCC	ATCTAACGAA	AGAAACCGTA
101	GTCCGCAAAAC	GAGTTGCAGA	CCAAAGAACTA	GGTGATGCCC	CATTCTTGA	TCGGCTTCGC	CGAGATCAGA	AATCCCTAAG	AGGAAAGGGC	AGCACCCCTCG
	CAGGCGTTTG	CTCAACGTCT	GTTTCTTGAT	CCACTACGGG	GTAAGGAAC	AGCCGAAAGC	GCTCTAGTCT	TTAGGGATTG	TCCTTCCCCG	TCGTGGGAGC
201	GTCTGGACAT	CGAGACAGCC	ACACGTGCTG	GAAAGCAGAT	AGTGGAGCGG	ATTCTGAAAAG	AAGAATCCGA	TGAGGCACCT	AAAATGACCA	TGGCCTCTGT
	CAGACCTGTA	GCTCTGTCGG	TGTGCACGAC	CTTTCGTCTA	TCACCTCGCC	TAAGACTTTC	TTCTTAGGCT	ACTCCGTGAA	TTTTACTGGT	ACCGGAGACA
301	ACCTGCGTGC	CGTTACSTAA	CTGACATGAC	TCTTGAGGAA	ATGTCAAGGG	AGTGGTCCAT	GCTCATAACC	AAGCAGAAAAG	TGGCAGGCC	TCTTTGTATC
	TGGACGCAGC	GCAATGGATT	GACTGTACTG	AGAACTCCTT	TACAGTTCCC	TCACCAGGTA	CGAGTATGGG	TTCCGTCTTC	ACCGTCCGGC	AGAAACATAG
401	AGAAATGGACC	AGGCGATCAT	GGGAGGAATG	GCAGATCTTG	CAAAAATTGT	GGAAAGTCTT	TCAGCACTTA	CAGTGCCTGA	AGCAGCAGAA	CTTTCAAAAC
	TCTTACTGGG	TCCGCTAGTA	CCCTCCTTAC	CGTCTAGAAC	GTTTTTAACA	CCTTCTAGAA	AGTCTGTAAT	GTCACGAACT	TCGTCGTCTT	GAAAGTTTTG
501	TTCTTGAAGA	AAAATGGGGA	GTGTCAGCAG	CAGCACCACT	GGCAGTTGCA	GCAGCTGGTG	GTGCAGCTCC	AGCAGCAGCT	GCAGAAAGAA	AAACAGAAAT
	AAGAACTTCT	TTTTACCCCT	CACAGTCGTC	GTCGGTGCA	CCGTCAAGGT	CGTCGACCAC	CACGTCGAGG	TCGTCGTCGA	CGTCTTCTTT	TTTGTCTTAA
601	CGATGTGGTG	CTTGACAGTG	GGGGAGCTAA	CAAAATCAAT	GTGATCAAAAG	AAGTTAGAGC	ACTGACAGGA	CTTGGACTTA	AAGAAGCAAA	AGATCTTGTT
	GCTACACCAC	GAACGTCTAC	CCCTCGGATT	GTTTTAGTTA	CAGTAGTTTC	TTCATCTCG	TGACTGTCTT	GAACTGTAAT	TTCTTCGTTT	TCTAGAACAA
701	GAAAGGGCAC	CAAAAAGCAGT	GAAAGAAGGG	GCAAGCAAAAG	ACGAAGCAGA	AAAAATCAAA	GCACAACCTGG	AAGCAGCAGG	GGCAAAAGTG	GAACTTAAAT
	CTTCCCGGTG	GTTTTCTGCA	CTTCTTCCG	CGTCTGTTTC	TGCTTCGCT	TTTTTAGTTT	CGTGTGACC	TTCGTCGTCC	CCGTTTTTAC	CTTGAATTTA
801	GATAATAAGC	GGCCGC								
	CTATTATTCC	CCGGCG								

**Рисунок 2** – Нуклеотидные последовательности NS гена рекомбинантных вирусов с конструкциями Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1).

Flu – NS1 – 80 – L7/L12 (H5N1)

1	GTCGACCTCC	GAAGTTGGGG	GGGAGCAAAA	GCAGGGTGAC	AAAGACATAA	TGGATCCAAA	CACTGTGTCA	AGCTTTCAGG	TAGATTGCTT	TCTTTGGCAT
	CAGCTGGAGG	CTTCAACCCC	CCCTCGTTTT	CGTCCCACGT	TTTCTGTATT	ACCTAGGTTT	GTGACACAGT	TCGAAAAGTCC	ATCTAACGAA	AGAAAACCGTA
101	GTCCGCAAAAC	GAGTTGCAGA	CCAAGAACTA	GGTGATGCCC	CATTCTTGA	TCGGCTTCGC	CGAGATCAGA	AATCCCTAAG	AGGAAGGGGC	AGCACCTCG
	CAGGCGTTTG	CTCAACGTCT	GGTCTTGAT	CCACTACGGG	GTAAGGAAC	AGCCGAAGCG	GCTCTAGTCT	TAGGGATTTC	TCCTTCCCG	TCGTGGGAGC
201	GTCTGGACAT	CGAGACAGCC	ACACGTGCTG	GAAAGCAGAT	AGTGGAGCGG	ATTCTGAAAAG	AAGAATCCGA	TGAGGCACCT	AAAATGACCG	GAGGAATGGC
	CAGACCTGTA	GCTCTGTCCG	TGTGCACGAC	CTTTCGTCTA	TCACCTCGCC	TAAGACTTTC	TTCTTAGGCT	ACTCCGTGAA	TTTTACTGGC	CTCCTTACCG
301	AGATCTTGCA	AAAATTTGGG	AAGATCTTTC	AGCACTTACA	GTGCTTGAAG	CAGCAGAACT	TTCAAAACCT	CTTGAAGAAA	AATGGGGAGT	GTCAGCAGCA
	TCTAGAACGT	TTTTAACACC	TTCTAGAAAAG	TGCTGAATGT	CACGAACCTC	GTGCTCTTGA	AAGTTTTGAA	GAACCTCTTT	TTACCCCTCA	CAGTCGTCGT
401	GCACCAGTGG	CAGTTGCAGC	AGCTGGTGGT	GCAGCTCCAG	CAGCAGCTGC	AGAAGAAAAA	ACAGAATTCC	ATGTGGTGTCT	TGCAGATGGG	GGAGCTAACA
	CGTGGTCACC	GTCACGTCGC	TCGACCAACA	CGTCGAGGTC	GTGCTCGACG	TCTTCTTTTT	TGCTTAAAGC	TACACCACGA	ACGTCTACCC	CCTCGATTGT
501	AAATCAATGT	GATCAAGAA	GTTAGAGCAC	TGACAGGACT	TGGACTTAAA	GAAACAAAAG	ATCTTGTGTA	AGGGCACCA	AAAGGAGTGA	AAGAAGGGGC
	TTAGTTACA	CTAGTTCTT	CAATCTCGTG	ACTGTCTGA	ACCTGAATTT	CTTCGTTTTT	TAGAACAAC	TCCCGTGGT	TTTCGCTACT	TTCTTCCCG
601	AAGCAAAAGC	GAAGCAGAAA	AAATCAAGC	ACAACCTGAA	GCAGCAGGGG	CAAAAGTGGG	ACTTAAATGA	TAAATGACGG	CGCG	
	TTCTGTTCTG	CTTCGCTTTT	TTTAGTTTCG	TGTTGACCTT	CGTCGTCGCC	GTTTTCACCT	TGAATTTACT	ATTATTCGCC	GGCG	

Рисунок 3 – Нуклеотидные последовательности NS гена рекомбинантных вирусов с конструкциями Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1).

Query	24	AGCAAAAAGCAGGGGTGACAAAGACATAATGGATCCAAACACTGTGTCAAGCTTTCAGGTAG	83
57277	1	.....	60
Query	84	ATTCCTTCTTTGGCATGTCCGCAAACGAGTTGCAGACCAAGAACTAGGTGATGCCCCAT	143
57277	61	.....	120
Query	144	TCCTTGATCGGCTTCGCCGAGATCAGAAATCCCTAAGAGGAAGGGGCAGCACCCCTCGGTC	203
57277	121	.....	180
Query	204	TGGACATCGAGACAGCCACACGTGCTGAAAGCAGATAGTGGAGCGGATTCTGAAAGAAG	263
57277	181	.....	240
Query	264	AATCCGATGAGGCACTTAAAATGACCATGGCCTCTGTACCTGCGTCGCGTTACCTAACTG	323
57277	241	.....	300
Query	324	ACATGACTCTTGAGGAAATGTCAAGGGAGTGGTCCATGCTCATACCCAAGCAGAAAAGTGG	383
57277	301	.....	360
Query	384	CAGGCCCTCTTTGTATCAGAATGGACCAGGCGATCATGGGAGGAATGGCAGATCTTGCAA	443
57277	361	.....	420
Query	444	AAATGTGGAAGATCTTTCAGCACTTACAGTGTGTAAGCAGCAGAACTTTCAAAACCTC	503
57277	421	.....	480
Query	504	TTGAAGAAAAATGGGGAGTGTcagcagcagcaccagtgccagttgcagcagctggtggtg	563
57277	481	.....	540
Query	564	cagctccagcagcagctgcagAAGAAAAAACAGAATTCGATGTGGTGTCTGCAGATGGGG	623
57277	541	.....	600
Query	624	GAGCTAACAAAATCAATGTGATCAAAGAAGTTAGAGCACTGACAGGACTTGGACTTAAAG	683
57277	601	.....	660
Query	684	AAGCAAAAGATCTTGTGTAAGGGGCACCAAAAGCAGTGAAAGAAGGGGCAAGCAAAGACG	743
57277	661	.....	720
Query	744	AAGCAGAAAAAATCAAAGCACAACTGGAAGCAGCAGGGGCAAAAGTGGAACTTAAATGAT	803
57277	721	.....	780
Query	804	AATAAGCGGCCGC	816
57277	781	.....	793

Рисунок 4 – Сравнительный анализ NS гена рекомбинантных вирусов с конструкциями Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1), 1 и 6 пассаж.

Секвенирование и последующий сравнительный анализ последовательности NS генов рекомбинантных штаммов подтвердили наличие бруцеллезных вставок L7/L12 в составе выше-названных штаммов. Полученные конструкции генетически стабильны в течение 6 пассажей.

При проведении сравнительного анализа нуклеотидных последовательностей гена NS реком-

бинантных вирусов Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1) 1 и 6 пассажных уровней с помощью компьютерной программы BLAST выяснилось, что они генетически идентичны и гомологичны между собой (рисунок 4, 5). Степень идентичности NS генов вирусных конструкций составляет 100%.

В результате исследований получен рекомбинантный гриппозный вакцинный штамм, эксп-

рессирующий бруцеллезные белки для создания векторной противобруцеллезной вакцины. Использование разработанной гриппозной векторной системы может служить перспективным подходом в решении задач разработки нового поколения противобруцеллезных вакцин. Эта технология вводит в геном вируса гриппа (посредством сайт-специфического мутагенеза) мутации и делеции, которые придают вирусу полезные свойства высокорепродуктивного и аттенуированного штамма, а также вставки чужеродных нуклеотидных последовательностей, кодирующие протективные белки других патогенов.

При создании вакцины против бруцеллеза немаловажную роль играет генетическая стабильность сконструированного рекомбинантного вируса [6]. С этой целью проводили секвенирование и последующий сравнительный анализ последовательности NS генов рекомбинантных штаммов, экспрессирующие бруцеллезные антигены. Результаты проведенных исследований подтвердили наличие бруцеллезных вставок L7/L12 в составе рекомбинантных штаммов Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1) и Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1). Сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей гена NS1 1 и 6 пассаж-

ных уровней рекомбинантных вирусов Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1) и Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1) с помощью компьютерной программы BLAST показал 100%-ую гомологичность, что доказывает генетическую стабильность рекомбинантных конструкций.

### Выводы

Сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей NS гена рекомбинантных вирусов гриппа Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1) и Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1) 1 и 6 пассажных уровней показал, что они генетически идентичны между собой и гомологичны на 100%.

Результаты секвенирования и последующего сравнительного анализа последовательности NS генов рекомбинантных штаммов подтвердили наличие бруцеллезной вставки L7/L12. Полученные конструкции генетически стабильны в течение 6 пассажей.

На основании вышеизложенного, полученные рекомбинантные штаммы могут быть использованы как кандидаты векторной вакцины для формирования протективного противобруцеллезного иммунитета.

Query	24	AGCAAAAGCAGGGTGACAAAGACATAATGGATCCAAACACTGTGTCAAGCTTTCAGGTAG	83
43985	1	.....	60
Query	84	ATTGCTTTCCTTTGGCATGTCCGCAAACGAGTTGCAGACCAAGAACTAGGTGATGCCCCAT	143
43985	61	.....	120
Query	144	TCCTTGATCGGCTTCGCCGAGATCAGAAATCCCTAAGAGGAAGGGGCAGCACCCCTCGGTC	203
43985	121	.....	180
Query	204	TGGACATCGAGACAGCCACACGTGCTGGAAAGCAGATAGTGGAGCGGATTCTGAAAGAAG	263
43985	181	.....	240
Query	264	AATCCGATGAGGCACTTAAAAATGACCGGAGGAATGGCAGATCTTGCAAAAATTGTGGAAG	323
43985	241	.....	300
Query	324	ATCTTTCAGCACTTACAGTGCTTGAAGCAGCAGAACTTTCAAACTTCTTGAAGAAAAAT	383
43985	301	.....	360
Query	384	GGGGAGTGTcagcagcagcaccagtgccagttgcagcagctgggtggtgcagctccagcag	443
43985	361	.....	420
Query	444	cagctgcagAAGAAAAAACAGAAATTCGATGTGGTGCTTGCAGATGGGGGAGCTAACAAAA	503
43985	421	.....	480
Query	504	TCAATGTGATCAAAGAAGTTAGAGCACTGACAGGACTTGGACTTAAAGAAGCAAAAAGATC	563
43985	481	.....	540
Query	564	TTGTTGAAGGGGCACCAAAAGCAGTGAAAGAAGGGGCAAGCAAAGACGAAGCAGAAAAAA	623
43985	541	.....	600
Query	624	TCAAAGCACAACCTGGAAGCAGCAGGGGCAAAAGTGGAACTTAAATGATAATAAGCGGCCG	683
43985	601	.....	660
Query	684	C 684	
43985	661	. 661	

Рисунок 5 – Сравнительный анализ NS гена рекомбинантных вирусов с конструкциями Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1), 1 и 6 пассаж.

### Литература

- 1 Draper S., Heeney J. Viruses as vaccine vectors for infectious diseases and cancer // *nat. rev. Microbiol.* – 2010. – V. 8. – P. 62–73.
- 2 Krug R.M., Yuan W., Noah D.L., Latham A.G. Intracellular warfare between human influenza viruses and human cells: the roles of the viral NS1 protein // *J Virology.* – 2003. – V. 309. – P. 181-9.
- 3 Карпов А., Тутыхина И., Логунов Д., Верховская Л., Шмаров М., Валихов А.Ф., Шульпин М.И., Дрыгин В.В., Народицкий Б.С. Конструирование рекомбинантных аденовирусов птиц CEL0, экспрессирующих гены гликопротеинов gB, gE, gI вируса болезни Марека // *Биотехнология.* – 2007. – Т. 5. – С. 38 – 44.
- 4 Ferko B., Stasakova J., Romanova J., Kittel C., Sereinig S., Katinger H., Egorov A. Immunogenicity and protection efficacy of replication-deficient influenza A viruses with altered NS1 genes // *J Virol.* – 2004. – V. 78. – P. 13037-13045.
- 5 Асанжанова Н.Н., Кыдырбаев Ж.К., Мамадалиев С.М., Абдураимов Е.О., Рыскельдинова Ш.Ж. Оптимизация параметров культивирования рекомбинантного штамма NIBRG-14 (H5N1) вируса гриппа на куриных эмбрионах // *Материалы международной конференции молодых ученых, посвященной 70-летию со дня рождения президента АН КазССР, академика М.А. Айтхожина.* – 2009. – С.6.
- 6 Садикалиева С.О., Тасыбаева А.С., Султанкулова К.Т., Шораева К.А., Бурашев Е.Д., Строчков В.М., Табынов К.К., Рыскельдинова Ш.Ж., Сандыбаев, Н.Т., Сансызбай А.Р. Оценка стабильности рекомбинантного вируса Flu-NS1-80 L7/L12 экспрессирующий бруцеллезный антиген // *Материалы международной научной конференции «Инновационное развитие науки в обеспечении биологической безопасности».* – 2013. – С.165-172

### References

- 1 Draper S., Heeney J. Viruses as vaccine vectors for infectious diseases and cancer // *nat. rev. Microbiol.* – 2010. – V. 8. – P. 62–73.
- 2 Krug R.M., Yuan W., Noah D.L., Latham A.G. Intracellular warfare between human influenza viruses and human cells: the roles of the viral NS1 protein // *J Virology.* – 2003. – V. 309. – P. 181-9.
- 3 Karpov A., Tutyhina I., Logunov D., Verhovskaja L., Shmarov M., Valihov A.F., Shul'pin M.I., Drygin V.V., Narodickij B.S. Konstruirovaniye rekombinantnykh adenovirusov ptic CEL0, jekspressirujushhih geny glikoproteinov gB, gE, gI virusa bolezni Mareka // *Biotehnologija.* – 2007. – T. 5. – P. 38 – 44.
- 4 Ferko V., Stasakova J., Romanova J., Kittel C., Sereinig S., Katinger H., Egorov A. Immunogenicity and protection efficacy of replication-deficient influenza A viruses with altered NS1 genes // *J Virol.* – 2004. – V. 78. – P. 13037-13045.
- 5 Asanzhanova N.N., Kydyrbaev Zh.K., Mamadaliev S.M., Abduraimov E.O., Ryskel'dinova Sh.Zh. Optimizacija parametrov kul'tivirovanija rekombinantnogo shtamma NIBRG-14 (N5N1) virusa grippa na kurinyh jembrionah // *Materialy mezhdunarodnoj konferencii molodyh uchenyh, posvjashhennoj 70-ti letiju so dnja rozhdenija prezidenta AN KazSSR, akademika M.A. Ajthozhina.* – 2009. – P.6.
- 6 Sadikalieva S.O., Tasybaeva A.S., Sultankulova K.T., Shoraeva K.A., Burashev E.D., Stochkov V.M., Tabynov K.K., Ryskel'dinova Sh.Zh., Sandybaev, N.T., Sansyzbaj A.R. Ocenka stabil'nosti rekombinantnogo virusa Flu-NS1-80 L7/L12 jekspressirujushhiy brucelleznyj antigen // *Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Innovacionnoe razvitie nauki v obespechenii biologicheskoj bezopasnosti».* – 2013. – P.165-172

6-бөлім	Раздел 6	Section 6
АДАМ ЖӘНЕ ЖАНУАРЛАР ФИЗИОЛОГИЯСЫ	ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ	HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

УДК 57.085.23

<sup>1</sup>Ш.К. Адамбеков, <sup>1</sup>Ш.Н. Аскарлова\*,  
<sup>1,2</sup>А.К. Цой, <sup>1</sup>Р.Б. Исаева, <sup>2</sup>Т.М. Шалахметова

<sup>1</sup>Центр Наук о Жизни, Назарбаев Университет, Республика Казахстан, г. Астана

<sup>2</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Республика Казахстан, г. Алматы

\*E-mail: shaskarova@nu.edu.kz

### Статины: потенциал в лечении болезни Альцгеймера

Болезнь Альцгеймера (БА) является широко распространённым хроническим нейродегенеративным заболеванием, поражающим людей в возрасте 65 лет и старше, против которого до сих пор не разработано эффективных методов лечения. Данные эпидемиологических исследований свидетельствуют о том, что долговременное применение гиполипидемических препаратов статинов снижает риск развития болезни Альцгеймера. В приведенном аналитическом обзоре литературы нами представлено несколько основных механизмов, через которые статины способны оказывать профилактическое действие на патофизиологические процессы развития БА, основные из них: контроль синтеза холестерина, регуляция ферментов, участвующих в синтезе  $\beta$ -амилоида и подавлении воспалительных процессов в сосудах головного мозга. Тем не менее вопрос о том, обладают ли статины терапевтическим эффектом при болезни Альцгеймера и насколько целесообразно их применение, все еще остается открытым.

**Ключевые слова:**  $\beta$ -амилоид, статины, холестерин, гематоэнцефалический барьер.

Sh. Adambekov, Sh. Askarova, A. Tsoy, R.B. Isayeva, T.M. Shalakhmetova

### Statins: the potential in treating Alzheimer's disease

Alzheimer's disease (AD) is a widespread chronic neurodegenerative disease which affects people of 65 and older. Currently, there are no known effective methods of treatment of AD. However, the epidemiological data suggests that prolonged use of cholesterol lowering drugs such as statins decreases the risk of AD development. In this literature review we propose several basic mechanisms which can be involved in prevention of AD development by statins. These mechanisms include control of cholesterol synthesis, regulation of enzymes, which participate in  $\beta$ -amyloid synthesis, and suppression of inflammation in brain blood vessels. Nevertheless, the therapeutic effect of statins on AD and their use for AD prevention is still an open question and needs further investigation.

**Key words:**  $\beta$ -amyloid, statins, cholesterol, hematoencephalic barrier.

Ш.К. Адамбеков, Ш. Н. Аскарлова, А. К. Цой, Р.Б. Исаева, Т.М. Шалахметова

### Статиндер: Альцгеймер ауруын емдеудегі потенциал

Альцгеймер ауруы 65 жастан асқан адамдарда кездесетін, әлі күнге дейін нәтижелі емдеу әдісі табылмаған, кең таралған созылмалы нейродегенеративті ауру болып табылады. Эпидемиологиялық зерттеулердің деректері ұзақ уақыт гиполипидемикалық препараттар – статиндерді пайдалану Альцгеймер ауруының даму қаупін азайтатынын көрсетеді. Келтірілген шолуда біз

статины осы аурудың даму процестеріне оң әсер ететін бірнеше негізгі механизмдерін бөліп қарастырдық: холестерин синтезін бақылау, амилоидтың синтезіне қатысатын ферменттерді реттеу, бас миының қантамырларындағы қабыну процестерін басу және т.б. Дегенмен, статиндердің Альцгеймер ауруы кезіндегі терапевттік әсері және оларды пайдаланудың жөнділігі туралы мәселе ашық күйінде қалады.

**Түйін сөздер:** амилоид, статин, холестерин, гематоэнцефаликалық тосқауыл, Альцгеймер ауруы.

С увеличением продолжительности жизни в Казахстане социальная значимость хронических нейродегенеративных заболеваний, таких, как болезнь Альцгеймера, возрастает с каждым годом. Согласно статистике, к концу 2013 года процент людей в возрасте 65 лет и старше в Республике составлял 6.7% [1]. Учитывая тот факт, что всего Казахстан населяет 17.221 млн граждан, [1] и основываясь на данных мировой статистики, можно предположить, что не менее 115 000 человек преклонного возраста могут страдать возрастной деменцией. БА является наиболее часто встречающейся формой старческой деменции, и во многих странах она является одной из основных причин смертности среди пожилых людей.

На поздних стадиях БА характеризуется тяжелыми когнитивными расстройствами, такими, как потеря памяти, нарушение пространственной ориентации и дефицит внимания. Лица, страдающие данным заболеванием, практически не способны вести самостоятельный образ жизни и нуждаются в постоянном уходе. У пациентов наблюдается патологические изменения морфологии головного мозга, резко отличающиеся от таковой при нормальном старении (рис.1). Кроме того, отмечается значительная атрофия холинэргических и глутаматэргических участков, связанная с нарушением синаптической сети и утратой нейронов.

Еще одной отличительной чертой данного заболевания является дисфункция гематоэнцефалического барьера (ГЭБ), характеризующаяся развитием воспалительных процессов в стенках церебральных сосудов и увеличением трансмиграции клеток крови в паренхиму мозга, приводящим к разрастанию очага нейрональной деструкции и значительному усугублению течения болезни [2].

Динамика симптомов и схожий анамнез у большинства пациентов позволили разработать относительно точные методы «поздней» диагностики БА, однако, окончательное подтверждение диагноза возможно только *post mortem*. Сложности в ранней диагностике связаны в основном с тем, что, несмотря на столетнюю ис-

торию исследований, точные причины развития заболевания до сих пор не установлены. По тем же причинам разработать эффективные препараты для излечения больных пока не удалось. Поэтому в настоящее время весь комплекс стратегических действий для лечения пациентов, сводится к профилактическим мерам, ослаблению симптомов и замедлению прогрессии болезни. Тем не менее механизмы и ранние факторы риска, приводящие к заболеванию, интенсивно исследуются, и на сегодняшний день можно выделить две основные гипотезы развития БА: тау-гипотеза и гипотеза амилоидного-каскада [3].

#### **Гипотезы раннего развития болезни Альцгеймера**

Согласно тау-гипотезе, первичные нарушения в структуре нейронов связаны с гиперфосфорилированием белка, стабилизирующего микротрубочки (тау-белок), что приводит к слипанию данных протеинов и образованию в паренхиме мозга нейрофибрилярных клубков. Скопления тау-белка мешают нормальной работе цитоскелета нервных клеток, что приводит к коллапсу внутриклеточного транспорта, нарушению синаптической коммуникации нейронов и, в конце-концов, их гибели.

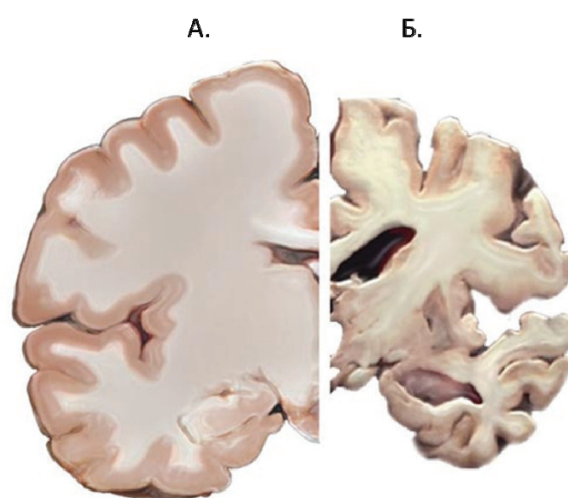
Согласно другой гипотезе, основной причиной развития нейродегенеративных процессов в головном мозге является  $\beta$ -амилоид (А $\beta$ ). Как известно, в головном мозге людей, страдающих БА, происходит накопление А $\beta$ , приводящее к образованию сенильных бляшек, поражающих нервные клетки и мелкие кровеносные сосуды. Ряд проведенных исследований показал, что растворимые формы олигомеров А $\beta$  наиболее токсичны и являются причиной нарушения синаптической пластичности, гибели нейронов и угнетения когнитивных функций [4, 5].

Первым фактом, говорящим в пользу амилоидной гипотезы, является схожесть патофизиологии пациентов, страдающих синдромом Дауна и больных БА. Дело в том, что ген, кодирующий протеин-предшественник бета-амилоида (APP, amyloid precursor protein), локали-



зован на 21 хромосоме. Как известно, лица с синдромом Дауна имеют дополнительную копию данного гена (трисомия по 21 хромосоме), и практически у всех пациентов, доживших до 40 лет, отмечается Альцгеймер подобная патология [6]. Во вторых, наследуемые мутации в генах APP и пресенилина (каталитический центр фермента  $\gamma$ -секретазы, отвечающего за процессинг APP) может служить причиной раннего развития тяжелой формы БА. Кроме того, у трансгенных мышей, в мозге которых синтезируется APP человека, наблюдаются отложения амилоидных бляшек, сопровождающиеся

проявлением других признаков БА, что так же является свидетельством в пользу данной гипотезы [7]. И наконец, недавно было показано, что растворимые олигомеры  $A\beta$  индуцируют гиперфосфорилирование тау-белка и аккумуляцию данного белка в нейронах [8]. Таким образом, тау-протеинопатия у больных БА вторична и индуцируется  $A\beta$ . Помимо вышесказанного, скопления  $A\beta$  наблюдаются в мозге задолго до первых признаков заболевания. В связи с этим, в настоящее время, все больше ученых склоняются к амилоидной гипотезе развития БА.



**Рисунок 1** – Изменение морфологии головного мозга у пациентов страдающих болезнью Альцгеймера (по Wikimedia common). Мозг здоровых людей (А); мозг больных с диагнозом БА на поздних стадиях развития заболевания (Б)

### Характеристика $\beta$ -амилоида

$A\beta$  – гетерогенный пептид, содержащий от 36 до 43 аминокислот, образующийся в нейронах путем последовательного протеолиза белка APP с помощью ферментов  $\beta$ - и  $\gamma$ -секретазы [9]. APP – это трансмембранный белок, который экспрессируется во многих тканях; в нейронах он сосредоточен в синапсах [10]. Метаболизм данного белка, равно как и его профилирующая функция, до конца не выяснены. Тем не менее известно, что он участвует в регуляции нейропластичности, формировании синапсов, транспорте железа и некоторых других важных процессах жизнедеятельности нейронов [11,12]. Посттрансляционный процессинг APP, осуществляемый специфическими протеазами семейства секретаз ( $\beta$ ,  $\gamma$  и  $\alpha$ ), может протекать двумя

путями: так называемыми «амилоидогенным» и «неамилоидогенным» (рис. 2) [13].

В результате амилоидогенного процессинга APP  $\beta$ - и  $\gamma$ -секретазами образуются 3 молекулы: собственно  $A\beta$ , sAPP $\beta$  и внутриклеточный домен APP (AICD – APP intracellular domain). Неамилоидогенный путь протеолиза APP осуществляется  $\alpha$ - и  $\gamma$ -секретазами, и при этом образуются три молекулы: sAPP $\alpha$ , небольшой пептид P3 и AICD. О физиологической роли данных метаболитов известно немного, однако имеются немногочисленные данные, объясняющие биологическую активность sAPP $\alpha$ , как регулятора роста отростков нейронов, а AICD, возможно, является прямым регулятором некоторых транскрипционных факторов в нейронах. Среди перечисленных продуктов протеолиза APP особое внимание уделяется  $A\beta$ , который, согласно

амилоидной гипотезе, является ключевым фактором развития БА.

Интересно, что наряду с токсическими свойствами  $A\beta$  также обладает физиологической активностью, которая не ассоциирована с деменцией. Так, например, в нано-молярных концентрациях он участвует в регуляции транспорта холестерина, является транскрипционным фактором, обладает антисептическими свойствами и даже может служить протектором при окислительном стрессе [14-16]. Однако о его токсических свойствах известно гораздо больше, и вот лишь неполный список: увеличение концентрации внутриклеточного кальция [17], активация комплемента [18], индукция апоптоза и формирование ионных каналов [19], генерация активных форм кислорода [20, 21], стимулирование секреции цитокинов [22], индукция фосфорилирования тау-белка [23], модуляция путей сигнальной трансдук-

ции, активация рецепторов к конечным продуктам гликирования (RAGE) [24,25], нарушение функций синапсов [26], связывание с APP [27], митохондриальная дисфункция [28], нарушение эндоцитоза [29], пробой мембран [30] и др. Таким образом, токсическое действие  $A\beta$  на клетки и организм в целом изучено достаточно неплохо, тем не менее, точных причин избыточного образования и аккумуляции данного пептида пока установлено. Существует мнение, что в основе накопления  $A\beta$  в мозге, возможно, лежат заболевания, связанные с нарушением функций сосудистой системы и метаболизма холестерина. Данное утверждение небезосновательно, поскольку совершенно точно известно, что лица с атеросклеротическими изменениями сосудов, а также пациенты, страдающие гипертонией и ишемической болезнью сердца, имеют повышенный риск развития болезни Альцгеймера [31].

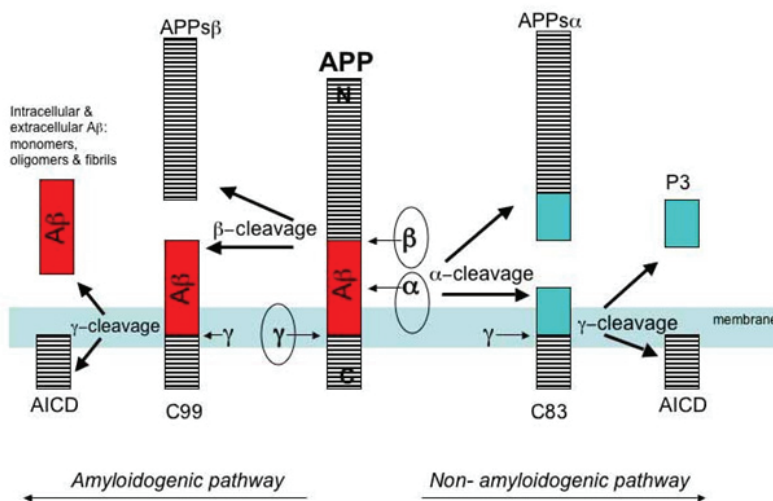


Рисунок 2 – Посттрансляционный процессинг APP (по Sarah L Cole, 2007) [15]

### Роль холестерина в патогенезе болезни Альцгеймера

Основными причинами атеросклероза могут быть возрастные изменения и износ сосудов, вредное воздействие факторов окружающей среды, а также повышенный уровень холестерина. Эксперименты на животных показали, что холестерин является ко-фактором формирования амилоидных отложений, и диета, обогащенная холестерином, приводит к ускорению амилоидогенеза [32].

Холестерин является обязательным компонентом нейронных мембран и необходим для их нормального функционирования [33]. Основным источником холестерина для головного мозга является кровь, кроме того, нервные клетки могут сами его синтезировать или вторично использовать холестерин из погибших нейронов. Несмотря на высокую потребность мозга в холестерине, проницаемость гематоэнцефалического барьера для этого вещества является ограниченной, и нарушение его целостности при повреждениях может изменить

существующий баланс и повысить приток холестерина в мозг [34].

Основным регулятором метаболизма холестерина в головном мозге являются астроциты. Они отвечают за синтез, адсорбцию и реутилизацию высвобождающегося холестерина, который образуется в результате распада нейронов [35]. Основным переносчиком свободного холестерина в клетку является аполипопротеин Е (АпоЕ), он связывается с эстерифицированным холестерином и доставляет его в нейроны. Данный комплекс регулирует транспорт холестерина и его выведение из внеклеточного матрикса [36]. В свою очередь, ГЭБ регулирует двухсторонний транспорт холестерина между кровью и паренхимой мозга, что особенно важно при БА, так как в результате нейродегенеративных процессов количество свободного холестерина в нервной ткани значительно возрастает.

Холестерин является основным компонентом атеросклеротических бляшек и высокая его концентрация приводит к образованию множественных холестериновых отложений, вызывающих закупорку сосудов, ишемию и инсульт головного мозга. Высокая концентрация холестерина в плазме влияет на ассоциированные с БА факторы риска, такие, как гипертензия и диабет [37]. Хроническая ишемия головного мозга индуцирует экспрессию АРР, повреждает ГЭБ и нарушает процессы выведения А $\beta$  из головного мозга [38].

Эпидемиологические исследования показали, что высокий уровень холестерина в крови людей ассоциирован с трехкратным повышением риска развития БА [39]. В другом исследовании было показано, что пациенты с развивающимися когнитивными расстройствами и деменцией обладали повышенным количеством холестерина в плазме крови [40]. Также доказано, что высокий уровень холестерина во взрослом возрасте значительно увеличивает риск развития старческой деменции [41]. Для пациентов с БА и высокими показателями холестерина и АпоЕ 4 характерно более быстрое снижение когнитивных функций по сравнению с пациентами с нормальным уровнем холестерина [42]. Справедливости ради необходимо отметить, что для пожилых людей в возрасте более 77 лет в некоторых случаях избыточное количество холестерина оказывалось защитным фактором против БА [43].

Как уже упоминалось,  $\beta$ -амилоид является продуктом амилоидогенного расщепления

белка – предшественника амилоида. Данные, полученные в ходе проведения ряда исследований, свидетельствуют о том, что амилоидогенное расщепление АРР происходит в основном в так называемых липидных рафтах – микродоменах липидного бислоя клеточной мембраны, обогащенных холестерином, и повышенное содержание холестерина в клеточных мембранах индуцирует формирование комплексов бета и гамма секретаз, приводящих к формированию нерастворимого А $\beta$  [44]. В то же время пониженное содержание холестерина в клеточных мембранах приводит к увеличению продукции растворимых продуктов АРР [45]. Концентрация холестерина в крови также может влиять на агрегацию А $\beta$  на стенках сосудов. При пониженной концентрации холестерина повышается взаимодействие А $\beta$  с клеточными мембранами, это увеличивает способность пептида проникать в клетку и тем самым способствует его деградации, в то время как повышенный уровень холестерина нарушает взаимодействие А $\beta$  с клеточной поверхностью, что приводит к его аккумуляции и агрегации во внеклеточном пространстве [46].

На культуре человеческих эмбриональных почечных клеток с повышенной экспрессией АРР было показано, что при добавлении экзогенного холестерина в клеточную среду происходило уменьшение количества растворимых продуктов АРР за счет частичного ингибирования активности альфа секретазы [47]. С другой стороны, воздействие холестерин-экстрагирующего вещества метил- $\beta$ -циклодекстрина (МВЦД) на человеческие эмбриональные почечные клетки, клетки нейроглиомы, или клетки астроглиомы, гиперпродуцирующие АРР, показало увеличение растворимых продуктов альфа секретазы [45]. Эксперименты на животных показали зависимость количества А $\beta$  от количества потребляемого холестерина. Так было показано, что ингибирование синтеза холестерина снижает продукцию А $\beta$  [48]. Напротив, изменение диеты трансгенных мышей, экспрессирующих человеческий АРР, в сторону повышения количества жиров и холестерина приводило к увеличению количества и размеров амилоидных бляшек [49]. У кроликов диета с высоким содержанием холестерина вдвое увеличивала количество А $\beta$  в коре гиппокампа и вызвала повреждение ГЭБ [50].

Контроль уровня холестерина в крови и в головном мозге может служить эффективной тера-

пептической мишенью для лечения и профилактики БА. Одними из перспективных препаратов широкого спектра действия, способных контролировать уровень холестерина, могут служить статины.

### Потенциал статинов в профилактике и лечении болезни Альцгеймера

Статины – это группа лекарственных веществ, понижающих уровень общего холестерина и липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) в крови. Механизм их действия связан с блокированием действия фермента 3-гидрокси-3-метилглутарил-КоА редуктазы, отвечающего за катализ лимитирующего шага в биосинтезе холестерина *de novo* в печени [51]. Кроме того, ряд исследований показал, что статины также обладают выраженным противовоспалительным действием. Они способны повышать экспрессию оксида азота в клетках сосудистого эндотелия, микроглии и моноцитах, ингибировать адгезию лейкоцитов и тромбоцитов, и значительно снижать миграцию моноцитов и лимфоцитов через гемато-энцефалический барьер [52]. Более того, эпидемиологические исследования показали, что длительное применение статинов у людей с сосудистыми патологиями значительно снижает риск развития болезни Альцгеймера [53].

Известно, что при БА нарушаются процессы кровообращения в мозге [54]. Статины, повышающие экспрессию эндотелиальной синтазы оксида азота, способствуют расслаблению гладкой мускулатуры и расширению сосудов [55], что в совокупности с их противовоспалительным действием, приводит к улучшению перфузионных свойств сосудов головного мозга и потенциально снижает патогенез БА. Исследования на животных показали, что статины увеличивают активность альфа секретазы и снижают концентрацию внеклеточного А $\beta$  [48]. Более того, статины могут влиять на распределение холестерина в клеточной мембране нейронов, снижая активность бета и гамма секретаз и, следовательно, формирование патологических форм А $\beta$  [56]. Исследования, проводимые на клеточных культурах, также показали, что статины способны снижать уровень А $\beta$ . Так было показано, что обработка клеток человеческой астроглиомы ловастатином

снижала продукцию А $\beta$  [45]. В культуре гиппокампальных нейронов крыс обработка симвастатином или ловастатином снижала уровни как внутриклеточного, так и внеклеточного А $\beta$ 40 и А $\beta$ 42 [57]. В другом исследовании было показано, что добавление в культуру нейронов гиппокампа крыс, экспрессирующих человеческий APP, ловастатина и М $\beta$ ЦД, приводило к снижению образования А $\beta$ , при этом данный эффект не влиял на активность альфа секретазы и мог быть заблокирован добавлением в культуру холестерина [58].

Влияние статинов на уровень выработки А $\beta$  можно объяснить двумя механизмами. С одной стороны, снижение количества мембранного холестерина может влиять на внутриклеточный транспорт APP, таким образом препятствуя локализации APP с бета секретазой. С другой стороны, как уже упоминалось, амилоидогенное расщепление  $\beta$ -амилоида происходит в основном в микродоменах липидного бислоя клеточной мембраны, обогащенных холестерином, и уменьшение синтеза нерастворимой формы А $\beta$  может быть связано с уменьшением активности бета секретазы при пониженном содержании мембранного холестерина [58]. В подтверждение данного предположения, применение средств, снижающих содержание холестерина в культуре человеческих клеток, гиперпродуцирующих APP, показало снижение количества продуктов бета секретаз, и, наоборот, добавление экзогенного холестерина повышало активность амилоидогенного расщепления APP и увеличивало секрецию как А $\beta$ 40, так и А $\beta$ 42 [59].

### Заключение

Эпидемиологические исследования показали, что длительное применение статинов снижает риск развития болезни Альцгеймера, что также частично подтверждается экспериментальными данными ввиду способности статинов снижать уровень холестерина в клеточных мембранах, оказывать противовоспалительное действие и модулировать метаболизм А $\beta$ . Тем не менее вопрос о том, обладают ли статины терапевтическим эффектом при болезни Альцгеймера, все еще остается открытым и требует дальнейших исследований.

## Литература

- 1 Смайлов А. Предварительные данные за 2013 год // Статистический сборник -2014. – С. 261.
- 2 Ward A., Tardiff S., Dye C., Arrighi H.M. Rate of conversion from prodromal Alzheimer's disease to Alzheimer's dementia: a systematic review of the literature // *Dement Geriatr Cogn Dis Extra*. – 2013. – Vol. 3, № 1. – P. 320-332.
- 3 Tillemont J.P., Papadopoulos V. Subcellular Injuries in Alzheimer's Disease // *CNS Neurol Disord Drug Targets*. – 2013.
- 4 Walsh D.M., Selkoe D.J. Aβ Oligomers – a decade of discovery // *Journal of Neurochemistry*. – 2007. – Vol. 101. – № 5. – P. 1172-1184.
- 5 Dahlgren K.N., Manelli A.M., Stine W.B., Baker L.K., Krafft G.A., LaDu M.J. Oligomeric and Fibrillar Species of Amyloid-β Peptides Differentially Affect Neuronal Viability // *Journal of Biological Chemistry*. – 2002. – Vol. 277, № 35. – P. 32046-32053.
- 6 Nistor M., Don M., Parekh M., Sarsoza F., Goodus M., Lopez G.E., Kawas C., Leverenz J., Doran E., Lott I.T., Hill M., Head E. Alpha- and beta-secretase activity as a function of age and beta-amyloid in Down syndrome and normal brain // *Neurobiol Aging*. – 2007. – Vol. 28, № 10. – P. 1493-1506.
- 7 Hardy J., Selkoe D.J. The Amyloid Hypothesis of Alzheimer's Disease: Progress and Problems on the Road to Therapeutics // *Science*. – 2002. – Vol. 297, № 5580. – P. 353-356.
- 8 Zheng W.H., Bastianetto S., Mennicken F., Ma W., Kar S. Amyloid beta peptide induces tau phosphorylation and loss of cholinergic neurons in rat primary septal cultures // *Neuroscience*. – 2002. – Vol. 115, № 1. – P. 201-211.
- 9 LaFerla F.M., Green K.N., Oddo S. Intracellular amyloid-beta in Alzheimer's disease // *Nat Rev Neurosci*. – 2007. – Vol. 8, № 7. – P. 499-509.
- 10 Westmark C.J. What's hAPPening at synapses? The role of amyloid beta-protein precursor and beta-amyloid in neurological disorders // *Mol Psychiatry*. – 2012.
- 11 Priller C., Bauer T., Mitteregger G., Krebs B., Kretschmar H.A., Herms J. Synapse formation and function is modulated by the amyloid precursor protein // *J Neurosci*. – 2006. – Vol. 26. – № 27. – P. 7212-7221.
- 12 William C.M., Andermann M.L., Goldey G.J., Roumis D.K., Reid R.C., Shatz C.J., Albers M.W., Frosch M.P., Hyman B.T. Synaptic plasticity defect following visual deprivation in Alzheimer's disease model transgenic mice // *J Neurosci*. – 2012. – Vol. 32, № 23. – P. 8004-8011.
- 13 Cole S.L., Vassar R. The Alzheimer's disease beta-secretase enzyme, BACE1 // *Molecular neurodegeneration*. – 2007. – Vol. 2. – P. 22.
- 14 Head E., Lott I.T. Down syndrome and beta-amyloid deposition // *Curr Opin Neurol*. – 2004. – Vol. 17. – № 2. – P. 95-100.
- 15 Igbavboa U., Sun G.Y., Weisman G.A., He Y., Wood W.G. Amyloid beta-protein stimulates trafficking of cholesterol and caveolin-1 from the plasma membrane to the Golgi complex in mouse primary astrocytes // *Neuroscience*. – 2009. – Vol. 162. – № 2. – P. 328-338.
- 16 Soscia S.J., Kirby J.E., Washicosky K.J., Tucker S.M., Ingelsson M., Hyman B., Burton M.A., Goldstein L.E., Duong S., Tanzi R.E., Moir R.D. The Alzheimer's disease-associated amyloid beta-protein is an antimicrobial peptide // *PLoS One*. – 2010. – Vol. 5, № 3. – P. 9505.
- 17 Mattson M.P., Cheng B., Davis D., Bryant K., Lieberburg I., Rydel R.E. beta-Amyloid peptides destabilize calcium homeostasis and render human cortical neurons vulnerable to excitotoxicity // *J Neurosci*. – 1992. – Vol. 12. – № 2. – P. 376-389.
- 18 Rogers J., Cooper N.R., Webster S., Schultz J., McGeer P.L., Styren S.D., Civin W.H., Brachova L., Bradt B., Ward P., et al. Complement activation by beta-amyloid in Alzheimer disease // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. – 1992. – Vol. 89, № 21. – P. 10016-10020.
- 19 Arispe N., Rojas E., Pollard H.B. Alzheimer disease amyloid beta protein forms calcium channels in bilayer membranes: blockade by tromethamine and aluminum // *Proc Natl Acad Sci U S A*. – 1993. – Vol. 90. – № 2. – P. 567-571.
- 20 Behl C., Davis J.B., Lesley R., Schubert D. Hydrogen peroxide mediates amyloid beta protein toxicity // *Cell*. – 1994. – Vol. 77. – № 6. – P. 817-827.
- 21 Yang X., Askarova S., Sheng W., Chen J.K., Sun A.Y., Sun G.Y., Yao G., Lee J.C. Low energy laser light (632.8 nm) suppresses amyloid-beta peptide-induced oxidative and inflammatory responses in astrocytes // *Neuroscience*. – 2010. – Vol. 171, № 3. – P. 859-868.
- 22 Gitter B.D., Cox L.M., Rydel R.E., May P.C. Amyloid beta peptide potentiates cytokine secretion by interleukin-1 beta-activated human astrocytoma cells // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. – 1995. – Vol. 92, № 23. – P. 10738-10741.
- 23 Busciglio J., Lorenzo A., Yeh J., Yankner B.A. beta-amyloid fibrils induce tau phosphorylation and loss of microtubule binding // *Neuron*. – 1995. – Vol. 14, № 4. – P. 879-888.
- 24 Yan S.D., Chen X., Fu J., Chen M., Zhu H., Roher A., Slattery T., Zhao L., Nagashima M., Morser J., Migheli A., Nawroth P., Stern D., Schmidt A.M. RAGE and amyloid-beta peptide neurotoxicity in Alzheimer's disease // *Nature*. – 1996. – Vol. 382, № 6593. – P. 685-691.
- 25 Askarova S., Yang X., Sheng W., Sun G.Y., Lee J.C. Role of Abeta-receptor for advanced glycation endproducts interaction in oxidative stress and cytosolic phospholipase A(2) activation in astrocytes and cerebral endothelial cells // *Neuroscience*. – 2011. – Vol. 199. – P. 375-385.
- 26 Lambert M.P., Barlow A.K., Chromy B.A., Edwards C., Freed R., Liosatos M., Morgan T.E., Rozovsky I., Trommer B., Viola K.L., Wals P., Zhang C., Finch C.E., Krafft G.A., Klein W.L. Diffusible, nonfibrillar ligands derived from Abeta1-42 are po-

- tent central nervous system neurotoxins // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. –1998. –Vol. 95, № 11. – P. 6448-6453.
- 27 Lorenzo A., Yuan M., Zhang Z., Paganetti P.A., Sturchler-Pierrat C., Staufenbiel M., Mautino J., Vigo F.S., Sommer B., Yankner B.A. Amyloid beta interacts with the amyloid precursor protein: a potential toxic mechanism in Alzheimer's disease // *Nature neuroscience*. –2000. –Vol. 3, № 5. – P. 460-464.
- 28 Lustbader J.W., Cirilli M., Lin C., Xu H.W., Takuma K., Wang N., Caspersen C., Chen X., Pollak S., Chaney M., Trinchese F., Liu S., Gunn-Moore F., Lue L.F., Walker D.G., Kuppusamy P., Zewier Z.L., Arancio O., Stern D., Yan S.S., Wu H. ABAD directly links Abeta to mitochondrial toxicity in Alzheimer's disease // *Science*. –2004. –Vol. 304, № 5669. – P. 448-452.
- 29 Snyder E.M., Nong Y., Almeida C.G., Paul S., Moran T., Choi E.Y., Nairn A.C., Salter M.W., Lombroso P.J., Gouras G.K., Greengard P. Regulation of NMDA receptor trafficking by amyloid-beta // *Nature neuroscience*. –2005. –Vol. 8, № 8. – P. 1051-1058.
- 30 Kaye R., Sokolov Y., Edmonds B., McIntire T.M., Milton S.C., Hall J.E., Glabe C.G. Permeabilization of lipid bilayers is a common conformation-dependent activity of soluble amyloid oligomers in protein misfolding diseases // *The Journal of biological chemistry*. –2004. –Vol. 279, № 45. – P. 46363-46366.
- 31 Snowdon D.A., Greiner L.H., Mortimer J.A., Riley K.P., Greiner P.A., Markesbery W.R. Brain infarction and the clinical expression of Alzheimer disease. The Nun Study // *JAMA*. –1997. –Vol. 277, № 10. – P. 813-817.
- 32 Kandiah N., Feldman H.H. Therapeutic potential of statins in Alzheimer's disease // *J Neurol Sci*. –2009. –Vol. 283, № 1-2. – P. 230-234.
- 33 Pfrieger F.W. Cholesterol homeostasis and function in neurons of the central nervous system // *Cell Mol Life Sci*. –2003. –Vol. 60, № 6. – P. 1158-1171.
- 34 Leoni V., Masterman T., Patel P., Meaney S., Diczfalusy U., Björkhem I. Side chain oxidized oxysterols in cerebrospinal fluid and the integrity of blood-brain and blood-cerebrospinal fluid barriers // *J Lipid Res*. –2003. –Vol. 44, № 4. – P. 793-799.
- 35 Jurevics H., Morell P. Cholesterol for synthesis of myelin is made locally, not imported into brain // *J Neurochem*. –1995. –Vol. 64, № 2. – P. 895-901.
- 36 Poirier J. Apolipoprotein E and cholesterol metabolism in the pathogenesis and treatment of Alzheimer's disease // *Trends Mol Med*. –2003. –Vol. 9, № 3. – P. 94-101.
- 37 Breteler M.M. Vascular involvement in cognitive decline and dementia. Epidemiologic evidence from the Rotterdam Study and the Rotterdam Scan Study // *Ann N Y Acad Sci*. –2000. –Vol. 903. – P. 457-465.
- 38 Sadowski M., Pankiewicz J., Scholtzova H., Li Y.S., Quartermain D., Duff K., Wisniewski T. Links between the pathology of Alzheimer's disease and vascular dementia // *Neurochem Res*. –2004. –Vol. 29, № 6. – P. 1257-1266.
- 39 Kivipelto M., Helkala E.L., Laakso M.P., Hänninen T., Hallikainen M., Alhainen K., Iivonen S., Mannermaa A., Tuomilehto J., Nissinen A., Soininen H. Apolipoprotein E epsilon4 allele, elevated midlife total cholesterol level, and high midlife systolic blood pressure are independent risk factors for late-life Alzheimer disease // *Ann Intern Med*. –2002. –Vol. 137, № 3. – P. 149-155.
- 40 Solomon A., Kåreholt I., Ngandu T., Winblad B., Nissinen A., Tuomilehto J., Soininen H., Kivipelto M. Serum cholesterol changes after midlife and late-life cognition: twenty-one-year follow-up study // *Neurology*. –2007. –Vol. 68, № 10. – P. 751-756.
- 41 Whitmer R.A., Sidney S., Selby J., Johnston S.C., Yaffe K. Midlife cardiovascular risk factors and risk of dementia in late life // *Neurology*. –2005. –Vol. 64, № 2. – P. 277-281.
- 42 Helzner E.P., Luchsinger J.A., Scarmeas N., Cosentino S., Brickman A.M., Glymour M.M., Stern Y. Contribution of vascular risk factors to the progression in Alzheimer disease // *Arch Neurol*. –2009. –Vol. 66, № 3. – P. 343-348.
- 43 Mielke M.M., Zandi P.P., Sjögren M., Gustafson D., Ostling S., Steen B., Skoog I. High total cholesterol levels in late life associated with a reduced risk of dementia // *Neurology*. –2005. –Vol. 64, № 10. – P. 1689-1695.
- 44 Puglielli L., Tanzi R.E., Kovacs D.M. Alzheimer's disease: the cholesterol connection // *Nat Neurosci*. –2003. –Vol. 6, №4. – P. 345-351.
- 45 Kojro E., Gimpl G., Lammich S., Marz W., Fahrenholz F. Low cholesterol stimulates the nonamyloidogenic pathway by its effect on the alpha-secretase ADAM 10 // *Proc Natl Acad Sci U S A*. –2001. –Vol. 98, № 10. – P. 5815-5820.
- 46 Yip C.M., Elton E.A., Darabie A.A., Morrison M.R., McLaurin J. Cholesterol, a modulator of membrane-associated Abeta-fibrillogenesis and neurotoxicity // *J Mol Biol*. –2001. –Vol. 311, № 4. – P. 723-734.
- 47 Bodovitz S., Klein W.L. Cholesterol modulates alpha-secretase cleavage of amyloid precursor protein // *J Biol Chem*. – 1996. –Vol. 271, № 8. – P. 4436-4440.
- 48 Buxbaum J.D., Geoghagen N.S., Friedhoff L.T. Cholesterol depletion with physiological concentrations of a statin decreases the formation of the Alzheimer amyloid Abeta peptide // *J Alzheimers Dis*. –2001. –Vol. 3, № 2. – P. 221-229.
- 49 Shie F.S., Jin L.W., Cook D.G., Leverenz J.B., LeBoeuf R.C. Diet-induced hypercholesterolemia enhances brain A beta accumulation in transgenic mice // *Neuroreport*. –2002. –Vol. 13, № 4. – P. 455-459.
- 50 Sparks D.L., Kuo Y.M., Roher A., Martin T., Lukas R.J. Alterations of Alzheimer's disease in the cholesterol-fed rabbit, including vascular inflammation. Preliminary observations // *Ann N Y Acad Sci*. –2000. –Vol. 903. – P. 335-344.
- 51 Corsini A., Maggi F.M., Catapano A.L. Pharmacology of competitive inhibitors of HMG-CoA reductase // *Pharmacological Research*. –1995. –Vol. 31, № 1. – P. 9-27.
- 52 Ifergan I., Wosik K., Cayrol R., Kebir H., Auger C., Bernard M., Bouthillier A., Moundjian R., Duquette P., Prat A. Statins reduce human blood-brain barrier permeability and restrict leukocyte migration: relevance to multiple sclerosis // *Ann Neurol*. –2006. –Vol. 60, № 1. – P. 45-55.

- 53 Wolozin B K.W., Rousseau P., Celesia G.G and Siegel G. . Decreased prevalence of Alzheimer disease associated with 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase inhibitors. // Arch. Neurol. –2000. № 57. – P. 1439-1443.
- 54 Jagust W.J., Eberling J.L., Reed B.R., Mathis C.A., Budinger T.F. Clinical studies of cerebral blood flow in Alzheimer’s disease // Ann N Y Acad Sci. –1997. –Vol. 826. – P. 254-262.
- 55 Hess D.C., Demchuk A.M., Brass L.M., Yatsu F.M. HMG-CoA reductase inhibitors (statins): a promising approach to stroke prevention // Neurology. –2000. –Vol. 54, № 4. – P. 790-796.
- 56 Kirsch C., Eckert G.P., Mueller W.E. Statin effects on cholesterol micro-domains in brain plasma membranes // Biochem Pharmacol. –2003. –Vol. 65, № 5. – P. 843-856.
- 57 Fassbender K., Simons M., Bergmann C., Stroick M., Lutjohann D., Keller P., Runz H., Kuhl S., Bertsch T., von Bergmann K., Hennerici M., Beyreuther K., Hartmann T. Simvastatin strongly reduces levels of Alzheimer’s disease beta -amyloid peptides Abeta 42 and Abeta 40 in vitro and in vivo // Proc Natl Acad Sci U S A. –2001. –Vol. 98, № 10. – P. 5856-5861.
- 58 Simons M., Keller P., De Strooper B., Beyreuther K., Dotti C.G., Simons K. Cholesterol depletion inhibits the generation of beta-amyloid in hippocampal neurons // Proc Natl Acad Sci U S A. –1998. –Vol. 95, № 11. – P. 6460-6464.
- 59 Frears E.R., Stephens D.J., Walters C.E., Davies H., Austen B.M. The role of cholesterol in the biosynthesis of beta-amyloid // Neuroreport. –1999. –Vol. 10, № 8. – P. 1699-1705.

УДК 57.089.32

<sup>1</sup>С.Б. Байкошкарова\*, <sup>2</sup>М.К. Отарбаев,  
<sup>2</sup>Т.М. Шалахметова, <sup>1</sup>Г.А. Акбердиева,  
<sup>2</sup>Ж.Б. Сабырбек

<sup>1</sup>Клиника репродукции человека «Экомед»,  
Республика Казахстан, г. Алматы  
<sup>2</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Республика Казахстан, г. Алматы  
\*E-mail: ecomed\_marat@mail.ru

**Исследование качественных показателей  
ооцитов человека как критерия успешной реализации  
витрификации в программах вспомогательных  
репродуктивных технологий**

В настоящее время основной задачей репродуктологии является рациональное использование человеческих гамет и эмбрионов. В программах ВРТ часто можно наблюдать появление ооцитов с различными повреждениями. Эти повреждения ооцитов можно условно разделить на две группы: экстрацитоплазматические и интрацитоплазматические. К экстрацитоплазматическим патологиям относят нарушение строения и формы зоны пеллюцида, дебрис в перивителлиновом пространстве и его резкое увеличение, аномалии первого полярного тела (увеличение в размере, дегенерация, мультифрагментация), а также нарушение симметрии оолецма ооцита. К интрацитоплазматическим аномалиям ооцита, относят гранулярность цитоплазмы клетки, агрегаты гладкого эндоплазматического ретикулаума, рефрактерные тела, вакуоли, нарушение вязкости цитоплазмы. В статье рассматриваются критерии оценки качества ооцитов в криоциклах, а также прогноз успешной реализации криоконсервации методом витрификации в зависимости от качественных показателей клеток.

**Ключевые слова:** вспомогательные репродуктивные технологии, витрификация, качество ооцитов, дисморфизмы, экстракорпоральное оплодотворение.

S.B. Baikoshkarova, M.K. Otarbayev, T.M. Shalakhmetova,  
G.A. Akberdieva, Zh.B. Sabyrbek

**Qualitative research human oocytes, as a criterion  
of the success vitrification in programs  
of the assisted reproductive technologies**

Currently, the main task of reproduction is the rational use of human gametes and embryos. In ART programs can often observe the appearance of oocytes with various damages. These lesions oocytes can be divided into two groups: extracytoplasmic and intracytoplasmic. To extracytoplasmic pathologies include violation of the structure and shape of the zona pellucida, debris in perivitelline space and areas increase, the first polar body abnormalities (increase in size, degeneration, multifragmentation), and violation of the symmetry of oocyte oolemm. To intracytoplasmic anomalies oocyte cytoplasm include granularity, smooth endoplasmic reticulum aggregates, refractory bodies, vacuoles, violation viscosity of the cytoplasm. This article discusses criteria for evaluating oocyte quality in cryocycles and forecast the success of cryopreservation by vitrification, depending on the quality indicators cells.

**Key words:** assisted reproductive technology, vitrification, oocyte quality, dysmorphism, in vitro fertilization.



С.Б. Байқошқарова, М.Қ. Отарбаев, Т.М. Шалахметова,

Ғ.А. Ақбердиева, Ж.Б. Сабырбек

**Қосалқы репродуктивтік технологиялардың бағдарламаларында  
витрификация жүргізудің оңтайлы белгісі ретінде  
адамның ооциттерінің сапалық көрсеткіштерін зерттеу**

Қазіргі кезде адамның гаметалары мен эмбриондарын рационалды пайдалану репродуктологияның негізгі мақсаты болып табылады. ҚРТ бағдарламаларында жиі әртүрлі бұзылыстары бар ооциттерді байқауға болады. Ооциттердің мұндай бұзылыстарын шартты түрде екі топқа бөлуге болады: экстрацитоплазматикалық және интрацитоплазматикалық. Экстрацитоплазматикалық патологияларға пеллюцид аймағының пішіні мен құрылымының өзгеруін, перивителлиндік кеңістіктің үлкеюі және онда дебристің пайда болуын, бірінші серік денешігінің аномалияларын (көлемінің үлкеюі, дегенерация, мультифрагментация), және ооциттердің оолема симметриясының бұзылыстарын жатқызады. Ооциттердің интрацитоплазматикалық аномалияларына цитоплазманың түйіршіктенуі, тегіс эндоплазматикалық ретикулумның агрегациясы, рефрактерлік денешіктер, вакуольдер, цитоплазма тұтқырлығының бұзылыстары жатады. Мақалада криоциклдарда ооциттердің сапасын бағалау критерийлері және олардың сапасына қатысты витрификация әдісімен сәтті криоконсервация жүргізудің болжамы қарастырылған.

**Түйін сөздер:** қосалқы репродуктивтік технологиялар, витрификация, ооциттердің сапасы, дисморфизм, денеден тыс ұрықтандыру.

В настоящее время основной задачей репродуктологии является рациональное использование человеческих гамет и эмбрионов в программах вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ). Целенаправленно эту проблему можно преодолеть двумя путями. Первое – ограничить выход биоматериала, используя мягкие/минимальные протоколы стимуляции суперовуляции или обходясь без стимуляции в натуральных циклах, где выход гамет является минимальным соответственно эмбрионов тоже. Однако этот путь имеет свои недостатки (сравнительно более низкая результативность, селективный отбор пациентов, недостаточность биоматериала в программах предимплантационной генетической диагностики, несовершенство индивидуализации протоколов и др.). В этой связи в последние десятилетия бурно начали развиваться технологии криоконсервации гамет и эмбрионов [1, 2]. Прогрессивное развитие этой области криобиологии привело к появлению методов витрификации. С помощью витрификации удалось добиться успешной заморозки и разморозки, таких «капризных», хрупких объектов, как человеческие ооциты. Так, в феврале 1997 г. Итальянская клиника сообщила о рождении здоровой девочки после интрацитоплазматической инъекции сперматозоида (ИКСИ) в замороженный и размороженный ооцит [3, 4]. Технология криоконсервации дает не только возможность рационального использования биоматериала, но и в случае витрификации ооцитов открывает перспективу сохранения репродуктивного по-

тениала на неопределенный промежуток времени, при риске утраты овариальной функции как в случае злокачественных новообразований, так и в силу определенных социальных причин [5,6]. Однако она имеет свои ограничения в виду того, что успешность реализации витрификации зависит от качественных показателей ооцитов [7]. Качество ооцита является важным прогностическим фактором, так как ядерная и цитоплазматическая зрелость клетки напрямую связаны с эффективностью не только витрификации, но и в целом программ ВРТ [8].

Ооцит человека с «идеальными» параметрами имеет светлую умеренно гранулярную цитоплазму, небольшое перивителлиновое пространство, интактное первое полярное тело, круглую и бесцветную зону пеллюцида (ЗР). Все встречающиеся в клинической практике аномалии ооцита можно условно разделить на две группы: экстрацитоплазматические и цитоплазматические. К экстрацитоплазматическим аномалиям относят нарушение строения и формы зоны пеллюцида, дебрис в перивителлиновом пространстве и его резкое увеличение, аномалии первого полярного тела (увеличение в размере, дегенерация, мультифрагментация), а также нарушение симметрии оолемы ооцита. К интрацитоплазматическим аномалиям, определяемым на световом уровне при оценке ооцита, относят гранулярность цитоплазмы клетки, агрегаты ГЭР, рефрактерные тела, вакуоли, нарушение вязкости цитоплазмы [8-14].

Основываясь на вышеизложенном, целью наших исследований было изучение влияния

морфологических показателей ооцитов человека на успешную выживаемость и частоту оплодотворения в циклах криоконсерваций ооцитов путем витрификации.

### Материалы и методы

Описанные в данной статье исследования были проведены в частном медицинском центре (Экомед, г. Алматы, Казахстан). Все участвующие пары подписали письменное информированное согласие на криоконсервацию и культивирование яйцеклеток и эмбрионов. Нами был проведен ретроспективный анализ 60 циклов криоконсервации ооцитов у 60 супружеских пар прошедших различные программы ВРТ в период 2011-2012 года. Возраст женщин варьировал в пределах от 22 до 38 лет. Стимуляцию суперовуляции у женщин проводили по схеме гонадотропинами, контролировали развитие фолликулов с помощью ультразвукового исследования. При достижении доминантными фолликулами размера 18-20 мм вводили триггер овуляции – хорионический гонадотропин (ХГ) в дозе 5-10 тыс.МЕ. Преовуляторные ооциты получали посредством трансвагинальной пункции фолликулов через 35-36 часов после инъекции ХГ.

Оценка морфологических показателей ооцитов производилась через 3,5-4,0 часа после трансвагинальной пункции, путем энзиматического очищения в растворе гиалуронидазы ооцит/кумулюсных комплексов. По выявленным морфологическим аномалиям ооциты были разделены на следующие группы и подгруппы:

Морфологические нормальные ооциты;

Экстрацитоплазматические аномалии:

Ооциты с аномалиями формы (аномалии зоны пеллюцида, аномалии перивителинового пространства);

Ооциты с аномалиями полярных телец;

Ооциты с дебрисом.

Интрацитоплазматические аномалии:

Ооциты с вакуолизацией;

Ооциты с гранулированной и окрашенной цитоплазмой;

Ооциты с агрегацией ЭР и рефрактерными телами.

Смешанные аномалии (экстрацитоплазматические и интрацитоплазматические).

Витрификация и размораживание ооцитов производилась по технологии доктора М. Куваемы с использованием растворов фирмы CryoTech.

### Результаты и обсуждение

Ооциты человека особенно чувствительны к повреждениям при замораживании и размораживании вследствие их размеров (самая большая клетка человеческого тела), сложного строения и особенностей клеточного цикла (незавершенный мейоз).

В практике эмбриолога оценить полученные ооциты затруднительно и возможно лишь после энзиматического удаления клеток кумулюса и *zona radiata*. На световом уровне (максимальное увеличение 400) по выбросу первого полярного тела определяют мейотическое состояние ооцитов (GV, MI, MII), а также можно различить некоторые цитоплазматические аномалии – гранулярность цитоплазмы, вакуолизацию, агрегацию гладкого эндоплазматического ретикулума (ЭР), рефрактерные тела. Каждая из таких аномалий по-своему влияет на выживаемость ооцитов в криоциклах. Технология витрификации доктора М. Куваемы [15], является успешно используемой и наиболее бережной по отношению к ооцитам, однако, она тоже имеет свои ограничения зависящие от качества гамет до замораживания, которые определенным образом влияют на их криотолерантность и интактность внутриклеточных структур после размораживания.

В таблице №1 приведены общие данные наших исследований. Количество и соотношение зрелых, незрелых и дегенеративных ооцитов было нормальным, а значит все манипуляции направленные на получение ооцитов (гормональная стимуляция, аспирация фолликулов, поиск ооцитов) в циклах ВРТ проводились правильно.

Считается, что нужно замораживать только зрелые ооциты на стадии MII. Однако, мы замораживали и ооциты на стадии MI. Частота выживаемости ооцитов составила 96%, при этом, как и ожидалось зрелые ооциты лучше поддавались витрификации, чем незрелые. Но даже при этом из 16 незрелых ооцитов на стадии MI выжило 9 и к нашему удивлению 4 из них самостоятельно дозрели до стадии MII после размораживания, что указывает на сохранность такой хрупкой структуры, как веретено деления ооцитов.

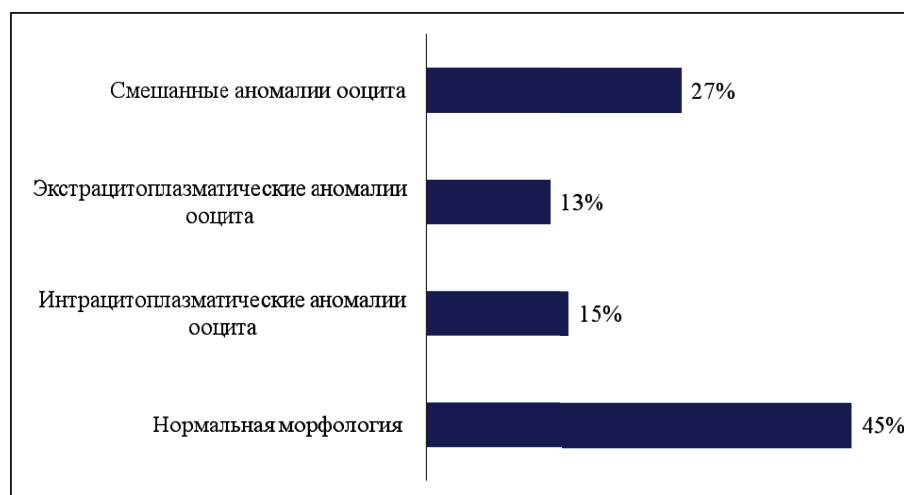
Морфологическая оценка проводилась только у зрелых ооцитов. Результаты выявленных морфологических аномалий показаны на рисунке 1. Как видно на рисунке 1, частота ооцитов с нормальной морфологией составила 45%.

**Таблица 1** – Общая характеристика данных, полученных в циклах криоконсерваций ооцитов в рамках программ ВРТ

Показатели	Абсолютное число
Количество циклов	60
Количество ооцитов	598
Количество зрелых	564
Количество незрелых	26
Количество дегенеративных	18
Количество витрифицированных ооцитов	570
Количество интактных ооцитов после размораживания	541
Количество зрелых ооцитов на ИКСИ	536

В проведенных нами исследованиях среди ооцитов с аномальной морфологией встречались интрацитоплазматические аномалии 15%, с небольшой разницей экстрацитоплазматические аномалии 13% и сочетанная патология была выявлена у 27%. Эти данные показывают, что каждый второй ооцит имел какую-либо аномалию. Эти изменения мы отнесли к специфическим аномалиям ооцитов в силу их периодических появлений у различных женщин, разного возраста и региона проживания.

Среди дисморфизмов ооцитов, объединенных в группу экстрацитоплазматических аномалий были отмечены: ооциты с аномалиями формы, ооциты с аномалиями полярных телец и ооциты с дебрисом. А в группе интрацитоплазматических аномалий ооцитов были отмечены: ооциты с вакуолизацией, ооциты с гранулированной и окрашенной цитоплазмой, а также ооциты с агрегацией ЭР и рефрактерными телами. Частота встречаемости этих аномалий показана на рисунке 2.

**Рисунок 1** – Общая частота различных аномалий ооцитов в циклах криоконсерваций ооцитов в рамках программ ВРТ

Для удобства расчетов распределение дисморфизмов сделали в сумме общей встречаемости той или иной группы аномалий. Как видно из рисунка 2, в группе экстрацитоплазматических аномалий распределение дисморфизмов было

сравнительно одинаковым в отличие от группы интрацитоплазматических аномалий, где преобладали ооциты с гранулированной цитоплазмой. Это очень интересное явление, если брать во внимание, что в группе смешанных аномалий

частота ооцитов с гранулированной цитоплазмой практически была равна нулю (0,41%), а остальные нарушения встречались в привычных пределах. Возможно, появление этого дисморфизма у ооцитов блокирует появление других морфологических отклонений, либо в сочетании

с другими аномалиями оно приводит к наиболее серьезным повреждением клеток, которое заставляет ооциты дегенерировать в процессе оогенеза и в результате их элиминации общая частота ооцитов с гранулированной цитоплазмой снижается в группе смешанных аномалий.



Рисунок 2 – Частота различных дисморфизмов внутри группы

Итоговым критерием наших исследований было сопоставление морфологических характеристик ооцитов с частотой выживаемости после криоконсервации и нормальным оплодотворением после процедуры ИКСИ.

На рисунке 3 показана частота выживаемости ооцитов после криоконсервации и размораживания. Видна положительная корреляция между морфологическими показателями ооцитов и их криотолерантностью. Чем лучше морфология ооцитов, тем лучше их выживаемость после криоконсерваций. Различные дисморфизмы ооцитов по разному оказывали влияние на криотолерантность ооцитов. Если сравнивать интрацитоплазматические и экстрацитоплазматические аномалии ооцитов, первые оказались более криолабильными в силу своих особенностей. Нарушения цитоскелета клеток в случае экстрацитоплазматических аномалий возможно менее критичны при замораживании, по сравнению с нарушениями метаболизма, представленными при интрацитоплазматических абберациях ооцитов. Необходимо также учитывать особенность соотношения проникающих и непроникающих криопротекторов, используемых

для витрификации ооцитов. Которые, главным образом, направлены на стабилизацию цитоскелета как самого уязвимого звена криоконсервации ооцитов. Данные, полученные в ходе наших исследований, подтверждают эффективность использования, сочетания проникающих и непроникающих криопротекторов. Самой неблагоприятной аномалией ооцитов оказалось появление агрегации ЭР и рефрактерных тел. Однако, даже при этой аномалии частота выживаемости ооцитов составила 87%.

На последнем этапе для подтверждения интактности не только морфологических, но и физиологических, биохимических и генетических структур мы провели исследование частоты нормального оплодотворения ооцитов после процедуры ИКСИ. Как видно на рисунке 4, самая низкая частота нормального оплодотворения, как и ожидалось, была в группе интрацитоплазматических аномалий ооцитов, но общая частота нормального оплодотворения ооцитов составила почти 76%, что является высоким показателем не только успешной криоконсервации но и сохранности внутриклеточных структур ооцитов.

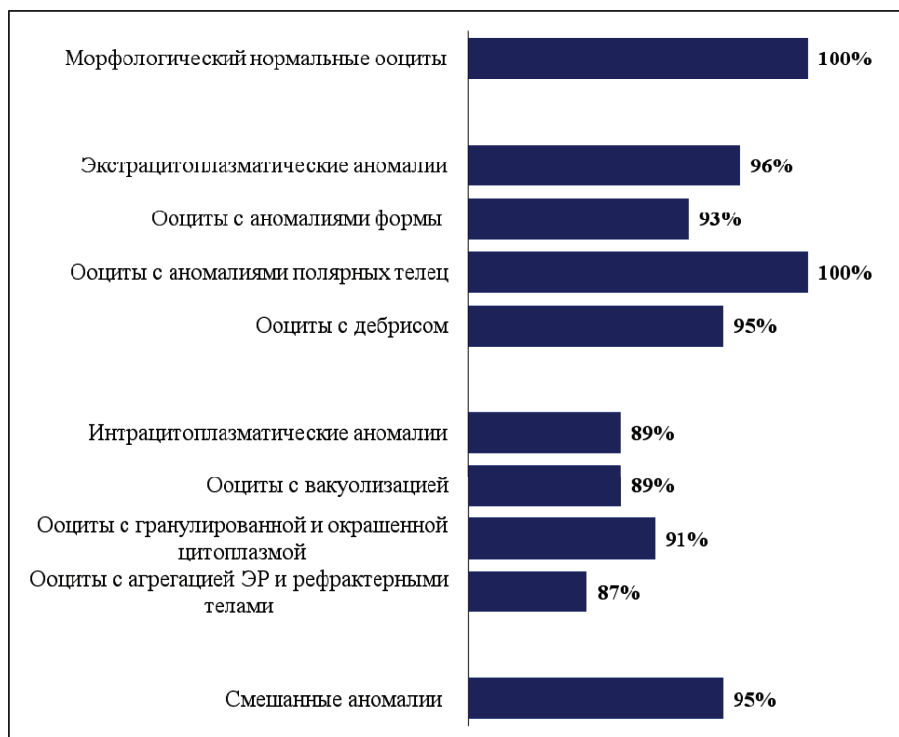


Рисунок 3 – Частота выживаемости ооцитов после криоконсервации

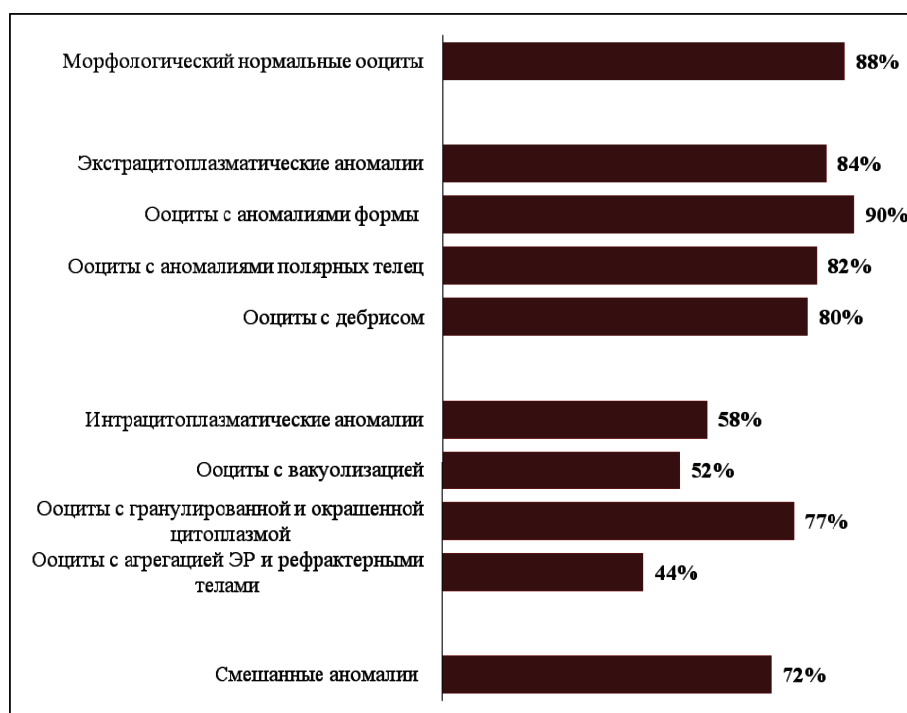


Рисунок 4 – Частота нормального оплодотворения после процедуры ИКСИ

## Выводы

В результате проведенных нами исследований были сделаны следующие выводы:

Выявлена положительная корреляция между морфологическими показателями ооцитов и их криотолерантностью. Чем лучше морфология ооцитов, тем лучше их выживаемость после криоконсерваций.

Различные дисморфизмы ооцитов по разному оказывали влияние на криотолерантность ооцитов. Если сравнивать интрацитоплазматические и экстрацитоплазматические аномалии ооцитов, первые оказались более криолабильными в силу своих особенностей.

Самой неблагоприятной аномалией ооцитов оказалось появление агрегации ЭР и рефрактерных тел.

Высокие показатели нормальной фертилизации ооцитов являются подтверждением не только успешной криоконсервации, но и сохранности внутриклеточных структур ооцитов после размораживания.

Изучение аномалий ооцитов человека в криоциклах имеет значение не только в селекции гамет, но и в понимании роли, а также взаимодействии внутриклеточных структур клеток для нормального завершения процессов оогенеза, оплодотворения и дробления эмбрионов.

## Литература

- 1 Bernard A., Fuller B.J. Cryopreservation of human oocytes: a review of current problems and perspectives // *Human Reproduction Update*. – 1996. – № 3. – P. 193-207.
- 2 Mandelbaum J., Junca A.M., Plachot M. et al. Cryopreservation of human embryos and oocytes // *Human Reproduction*. – 1988. – № 1. – P. 117-119.
- 3 Porcu E., Fabbri R., Seracchioli R. et al. C. Birth of a healthy female after intracytoplasmic sperm injection of cryopreserved human oocytes // *Fertility and Sterility*. – 1990. – № 68. – P. 724-726.
- 4 Nawroth F., Kissing K. Pregnancy after intracytoplasmic sperm injection (ICSI) of cryopreserved human oocytes // *Acta Obstet. Gynecol. Scand*. – 1998. – № 77. – P. 462-463.
- 5 Noyes N., Labella P.A., Grifo J., Knopman J. Oocyte cryopreservation: a feasible fertility preservation option for reproductive age cancer survivors // *J. Ass. Reprod. Genet*. – 2010. – № 27. – P. 495-499.
- 6 Manipalviratn S., Decherney A. Clinical application of human oocyte cryopreservation // *Rev. Recent. Clin. Trials*. – 2008. – № 3. – P. 104-110.
- 7 Mandelbaum J., Anastasiou O., Levy R. et al. Effects of cryopreservation on the meiotic spindle of human oocytes // *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol*. – 2004. – № 113. – P. 17-23.
- 8 Макарова Н.П., Калинина Е.А. Критерии оценки качества ооцита в циклах ИКСИ: взгляд клинического эмбриолога // *Гинекология*. – 2012. – № 14. – С. 24-28.
- 9 Курило Л. Закономерности овариогенеза и оогенеза млекопитающих. Хронология и динамика развития гонад, гамет и фолликулов человека и млекопитающих животных. LAP Lambert Academic Publishing; 2012. 292 с.
- 10 Rienzi L., Vajta G., Ubaldi F. Predictive value of oocyte morphology in human IVF: a systematic review of the literature // *Human Reproduction*. – 2011. – № 17. – P. 34-45.
- 11 Hinduja I., Kumar A., Kumar T.C. Ultrastructure of the cortex in the human egg // *Human Reproduction*. – 1989. – № 5. – P. 66-70.
- 12 Balaban B., Urman B. Effect of oocyte morphology on embryo development and implantation // *Reproductive Biomedicine Online*. – 2006. – № 12. – P. 608-615.
- 13 Ebner T et al. Prognosis of oocytes showing aggregation of smooth endoplasmic reticulum // *Reproductive Biomedicine Online*. – 2008. – № 16. – P. 801-807.
- 14 Wells D., Hiller S.G. Polar bodies: their biological mystery and clinical meaning // *Molecular Human Reproduction*. – 2011. – № 17. – P. 273-274.
- 15 Kuwayama M., Vajta G., Kato O., Leibo S.P. Highly efficient vitrification method for cryopreservation of human oocytes // *Reproductive Biomedicine Online*. – 2005. – № 11. – P. 300-308.

## References

- 1 Bernard A., Fuller B.J. Cryopreservation of human oocytes: a review of current problems and perspectives // *Human Reproduction Update*. – 1996. – № 3. – P. 193-207.
- 2 Mandelbaum J., Junca A.M., Plachot M. et al. Cryopreservation of human embryos and oocytes // *Human Reproduction*. – 1988. – № 1. – P. 117-119.
- 3 Porcu E., Fabbri R., Seracchioli R. et al. C. Birth of a healthy female after intracytoplasmic sperm injection of cryopreserved human oocytes // *Fertility and Sterility*. – 1990. – № 68. – P. 724-726.

- 4 Nawroth F., Kissing K. Pregnancy after intracytoplasmatic sperm injection (ICSI) of cryopreserved human oocytes // *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* – 1998. – № 77. – P. 462-463.
- 5 Noyes N., Labella P.A., Grifo J., Knopman J. Oocyte cryopreservation: a feasible fertility preservation option for reproductive age cancer survivors // *J. Ass. Reprod. Genet.* – 2010. – № 27. – P. 495-499.
- 6 Manipalviratn S., Decherney A. Clinical application of human oocyte cryopreservation // *Rev. Recent. Clin. Trials.* – 2008. – № 3. – P. 104-110.
- 7 Mandelbaum J., Anastasiou O., Levy R. et al. Effects of cryopreservation on the meiotic spindle of human oocytes // *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* – 2004. – № 113. – P. 17-23.
- 8 Makarova N.P., Kalinina E.A. Kriterii ocenki kachestva oocita v ciklah ICSI: vzgljad klinicheskogo jembriologa // *Ginekologija.* – 2012. – № 14. – С. 24-28.
- 9 Kurilo L. Zakonomernosti ovariogeneza i oogeneza mlekopitajushhh. Hronologija i dinamika razvitija gonad, gamet i follikulov cheloveka i mlekopitajushhh zhivotnyh. LAP Lambert Academic Publishing; 2012. - 292 p.
- 10 Rienzi L., Vajta G., Ubaldi F. Predictive value of oocyte morphology in human IVF: a systematic review of the literature // *Human Reproduction.* – 2011. – № 17. – P. 34-45.
- 11 Hinduja I., Kumar A., Kumar T.C. Ultrastructure of the cortex in the human egg // *Human Reproduction.* – 1989. – № 5. – P. 66-70.
- 12 Balaban B, Urman B. Effect of oocyte morphology on embryo development and implantation // *Reproductive Biomedicine Online.* – 2006. – № 12. – P. 608-615.
- 13 Ebner T et al. Prognosis of oocytes showing aggregation of smooth endoplasmic reticulum // *Reproductive Biomedicine Online.* – 2008. – № 16. – P. 801-807.
- 14 Wells D., Hiller S.G. Polar bodies: their biological mystery and clinical meaning // *Molecular Human Reproduction.* – 2011. – № 17. – P. 273-274.
- 15 Kuwayama M., Vajta G., Kato O., Leibo S.P. Highly efficient vitrification method for cryopreservation of human oocytes // *Reproductive Biomedicine Online.* – 2005. – № 11. – P. 300-308.

УДК 57.089.36

<sup>1</sup>С.Б. Байкошкарова, <sup>2</sup>М.К. Отарбаев\*,  
<sup>2</sup>Т.М. Шалахметова, <sup>1</sup>Г.А. Акбердиева, <sup>2</sup>Ж.Б. Сабырбек

<sup>1</sup>Клиника репродукции человека «Экомед», Республика Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби,

Республика Казахстан, г. Алматы

\*E-mail: ecomed\_marat@mail.ru

### **In vitro перфузия целого яичника коровы как модели человека в целях криоконсервации целого яичника**

Криоконсервация и трансплантация целого яичника с сосудами является эффективным решением предотвращения посттрансплантационной ишемии. На самом деле перфузия интактных яичников млекопитающих через артерии и вены является наиболее технической сложной частью всего процесса криоконсервации. В первом цикле экспериментов яичники (n=145) были перфузированы в течение 60 минут и интервалом от 1 до 1,5 часов после извлечения яичников на скотобойне. Во втором цикле экспериментов, (n=29) перфузию яичников проводили со скоростью 25 мл/час (0,42 мл/мин) в течение 60 минут. Актуальна разработка технологии длительной перфузии интактных яичников криопротекторами при низких температурах, поскольку ранее, было установлено, что 24-часовое охлаждение до 5°C перед криоконсервацией благоприятно влияет на замораживание человеческой яичниковой ткани. Целью данного исследования было изучение эффективности перфузии интактных коровьих яичников с различной скоростью перфузии и времени прошедшего между извлечением этих яичников и началом перфузии.

**Ключевые слова:** криоконсервация, криопротекторы, яичники, перфузия, ишемия, анастомоз.

S.B. Baikoshkarova, M.K. Otarbayev, T.M. Shalakhmetova,  
G.A. Akberdieva, Zh.B. Sabyrbek

### **In vitro perfusion of the whole ovary as a cow in order to model human ovarian cryopreservation whole**

Cryopreservation and transplantation of whole ovary with vessels is an effective solution to prevent post-transplant ischemia. In fact, perfusion intact mammalian ovary through the arteries and veins, is the most technically difficult part of the process of cryopreservation. In the first series of experiments, ovary (n = 145) were perfused for 60 minutes and at intervals of 1 to 1.5 hours after removal of the ovaries at the slaughterhouse. In a second series of experiments, (n = 29) was performed with ovarian perfusion rate of 25 ml / hour (0.42 ml / min) for 60 minutes after removal of the ovaries. Relevant technology development prolonged perfusion intact ovaries cryoprotectants at low temperatures, as previously, it was found that 24-hour cooling to 5°C before cryopreservation beneficial effect on human ovarian tissue freezing. The purpose of this study was to investigate the effectiveness of perfusion intact bovine ovaries at different rates of perfusion and time elapsed between removal of the ovaries and the beginning of perfusion.

**Key words:** cryopreservation, cryoprotectants, ovaries, perfusion, ischemia, anastomosis.

С.Б. Байқошқарова, М.Қ. Отарбаев, Т.М. Шалахметова,  
Ғ.А. Ақбердиева, Ж.Б. Сабырбек

### **Адамның аналық жыныс бездерінің криоконсервациясын жүргізу үлгісі ретінде In vitro жағдайындағы сиырдың тұтас жыныс бездерінің перфузиясы**

Қан тамырларымен қоса тұтас аналық жыныс бездерін криоконсервация және трансплантация жасау трансплантациядан кейінгі ишемияны үрдістерін алдын алудың тиімді шешімі болып табылды. Шындығында, сүтқоректілердің интакты аналық жыныс бездерін артерия және тамыр арқы-



лы перфузия жүргізу криоконсервация үрдісінің техникалық жағынан ең бір күрделі бөлігі болып табылады. Тәжірибелік жұмыстарымыздың бірінші бөлімінде аналық жыныс бездерін (n=145) қасапханадан алғаннан бастап 1 мен 1,5 сағат аралығындағы интервалда 60 минут бойы перфузия жүргізілді. Тәжірибелік жұмыстарымыздың екінші бөлімінде аналық жыныс бездерінің (n=29) перфузиясын 25 мл/сағ (0,42 мл/мин) жылдамдықпен 60 минут бойы жүргізілді. Ертеректе белгілі болғандай, адамның аналық жыныс бездерін криоконсервация жүргізу алдында 24 сағат бойы 5°C дейін салқындату оңтайлы нәтиже бергеніне байланысты, төменгі температураларда интакты аналық жыныс бездерін криопротекторлармен перфузия жүргізу технологиясын жасау өзекті болып табылады. Әртүрлі перфузия жылдамдықтарына және қасапханадан алғаннан бастап перфузия басталғанға дейінгі уақыт аралығына қатысты сиырдың интакты жыныс бездеріндегі перфузияның тиімділігін зерттеу осы жұмыстың мақсаты ретінде алынды.

**Түйін сөздер:** криоконсервация, криопротекторлар, аналық жыныс бездер, перфузия, ишемия, анастомоз.

В медицине в связи с увеличением эффективности лечения рака и улучшением прогнозов для молодых женщин проблема бесплодия постракового периода играет важную роль. Так как химиотерапия зависит от выбранного типа лечения, эффект может быть гонадотоксическим и может привести к функциональной гибели яичников. Криоконсервация ткани яичников перед терапией рака с ретрансплантацией после выздоровления является ключевым решением этой проблемы [1].

Эксперименты с криоконсервацией целого коровьего яичника с сосудистой ножкой актуальна для сохранения некоторых исчезающих видов жвачных животных, а также для медицины, когда эти яичники играют роль модели человека.

В отличие от исследования различных вопросов, связанных с криоконсервацией, осуществляемой на мелких видах жвачных животных, данные о криоконсервации, проводимой на крупных видах жвачных, ограничены [2].

В недавней публикации исследовательской группы из Франции, которая является одним из лидеров криоконсервации целого яичника млекопитающих [3], было отмечено, что диффузия криопротектора в перфузированных яичниках является потенциально ограничивающим фактором, который не достаточно исследован [3].

Криоконсервация и трансплантация целого яичника с сосудами является эффективным решением предотвращения посттрансплантационной ишемии. Однако, полученные данные показывают, что после криоконсервации целых яичников их жизнеспособность уменьшается [4,5].

Разработка технологии продолжительной перфузии интактных яичников криопротекторами при низких температурах актуальна, поскольку ранее было установлено, что 24-часовое охлаждение до 5°C перед криоконсервацией

благоприятно влияет на замораживание фрагментов человеческих яичников [6]. Было установлено, что качество фолликулов и интенсивность неоваскуляризации резко возрастает в тканях яичников, предварительно охлажденных и до культивирования и до криоконсервации.

Целью данного исследования было изучение эффективности перфузии интактных коровьих яичников с различной скоростью перфузии и времени прошедшего между извлечением этих яичников и началом перфузии.

## Материалы и методы

Технологии в местных скотобойнях позволяют получить яичники в течение от 10 до 15 минут после смерти животных. Яичники с сосудами были вырезаны из дорсальной аорты и помещены в термос без жидкости и доставлены в лабораторию в течение от 30 до 40 минут. В лаборатории все манипуляции при подготовке яичников к перфузии, среды для перфузии и процесс перфузии выполнялись при комнатной температуре (22 °C). Яичники были изолированы один за другим, но соединительная ткань (mesoovarium) не была удалена. Фазы яичника (фолликулярная или лютеиновая) определяли после постперфузионного рассечения яичника на отсутствие или наличие свежих (красный или оранжевый) желтых тел. Сосуды (овариальная артерия и вена) были перерезаны на расстоянии приблизительно 20-25 см под яичниками.

Овариальная артерия (внутренний диаметр 0,8-1,2 мм) была подготовлена введением катетера 22 G и фиксированием при помощи нейлоновой нити. Перфузию проводили смесью среды Лейбовица L-15 + 100 МЕ/мл гепарина + 5% телячьей сыворотки + 6% диметилсульфоксида + 6% этиленгликоля + 0,15 M сахарозы + 25% туши.

В первом цикле экспериментов, яичники (n=145) были перфузированы в течение 60 минут и интервалом от 1 до 1,5 часов после извлечения яичников на скотобойне. Скорость перфузии составляла 150 мл/час (2,5 мл/мин), 100 мл/час (1,67 мл/мин), 75 мл/час (1,25 мл/мин), 50 мл/час (0,83 мл/мин), 25 мл/час (0,42 мл/мин), и 12,5 мл/час (0,21 мл/мин) для групп 1, 2, 3, 4, 5 и 6, соответственно.

Во втором цикле экспериментов перфузию яичников (n=29) проводили с помощью Перфузатора Secura FT (B. Braun MelsungenAG, Melsungen, Germany) со скоростью 25 мл/час (0,42 мл/мин) в течение 60 минут после извлечения яичников и их хранения при комнатной температуре 3 часа (N = 18), 4 часа (N = 5), 5 часов (N = 3) и 6 часов (N = 3) для групп 1, 2, 3 и 4, соответственно. Яичники в лютеиновой и фолликулярных фазах развития были распределены в группы случайным образом. Успешная перфузия кровяных сосудов была определена визуально окрашиванием в синий цвет сосудистой ножки и овариальной ткани. По интенсивности цвета туши выявлялась перфузия тканей. Интенсивность разрушения сосудов и повреждения тканей оценивали микроскопическим методом и отмечали следующее: отсутствие нарушения (-), слабое разрушение (+), умеренное разрушение (++) , а также сильное разрушение (+++).

Эффективность перфузии оценивали с помощью десперсионного анализа. Уровень статистической достоверности был рассчитан при помощи  $p < 0,05$ .

### Результаты и обсуждение

После успешной перфузии примерно 95% ткани яичников и сосудов окрасились в синий цвет. Ткань яичников с неокрашенными областями свидетельствует о неполной перфузии средой замораживания (таблица 1).

Нарушение сосудов и повреждение тканей в результате высокого давления перфузии (замораживающей средой) с различной интенсивностью (сильное (+ + +), недостаточное (+ +), и слабое (+)) наблюдались в различных скоростях перфузии, а именно 150, 100 и 75 мл/час для групп 1, 2 и 3, соответственно (таблица 1).

В первом цикле экспериментов оптимальная скорость перфузии была установлена для яичников 4 и 5 групп (50 и 25 мл/час, соответственно) (таблица 1). Во втором цикле экспериментов успешная перфузия яичников со скоростью перфузии 25 мл/ч была установлена только для яичников группы 1 (3 часа после извлечения). Эффективность перфузии в группе 2 (4 часа после извлечения) резко снижалась.

**Таблица 1** – Эффективность перфузии целых яичников коровы средой для замораживания

Группы	Скорость перфузии		Количество яичников в группе, n	Насыщение ткани, %	Интенсивность разрушения сосудов и повреждения тканей
	мл/час	мл/мин			
1	150	2,5	6	95	+++
2	100	1,67	12	95	++
3	75	1,25	12	95	+
4	50	0,83	50	95	-
5	25	0,42	50	95	-
6	12,5	0,21	15	15	-

Ишемия – серьезная проблема, сопровождающая процесс извлечения ткани яичников для криоконсервации и ретрансплантации. Известно, что наличие кровеносных сосудов является очень важным фактором для успешной трансплантации ткани яичников [7]. Было показано, что пересеженные яичники у крыс стали усиленно васкуляризоваться повторно в течение 48 часов после аутоотрансплантации

[7]. В коре развитие первичных фолликулов полностью зависит от сосудов стромы [8]. При повторной васкуляризации трансплантаты уязвимы к ишемии, которая является главным препятствием для выживания тканей после трансплантации. Такое повреждение может привести снижению размера трансплантата от 30 до 70% сопровождающегося фиброзными изменениями [9]. Гипоксия наблюдается в течение первых 5

дней после пересадки, и ишемические повреждения, происходящие в этот период, могут вызвать потерю примордиальных фолликулов [10] и нарушение фолликулярной активации [11, 12].

Когда мы говорим о криоконсервации целого яичника с размораживанием и ретрансплантацией через сосудистый анастомоз, проблема неоваскуляризации будет решена «автоматически». Мы провели наши исследования на коровьих яичниках, которые являются хорошей моделью криоконсервации целого яичника человека с сосудистой ножкой. Мы выбрали три «популярных» видов млекопитающих по следующим двум причинам.

Первым видом являются анатомические и физиологические факторы. Мы полностью разделяем точку зрения Gerritse соавторов [2], которые выполняли свои эксперименты с использованием коровьих яичников в качестве модельной системы для человека. Авторы пояснили, что они использовали коровьи яичники из-за следующих причин: (I) яичники сравнимы по размеру с человеческими яичниками; (II) в них созревает только один или два фолликула за цикл, созревание нескольких фолликулов существенно влияет на объем яичников и, следовательно, на исход процесса замораживания; и (III) у коров есть месячный цикл. Авторы [2] для их исследования действительно рассматривали яичники крупного рогатого скота, свиней, овец и коз в качестве возможных кандидатов для модельной системы. Измерения объемов показали, что свиные яичники сопоставимы по размерам с яичниками человека, коровьи яичники значительно больше, яичники овец и коз гораздо меньше. Эти авторы отмечают, что у свиней созревают несколько фолликулов за цикл, что может привести к изменению формы и/или сосудистой функции яичников по сравнению с яичниками, в которых каждый месяц созревает только один или два фолликула. Таким образом, эти авторы [2] выбирают коровьи яичники в качестве модельной системы [2].

Вторым видом мы выбрали корову в качестве модели для наших криоисследований по «криобиологическим» причинам. Как правило, криоисследования на тканях человека основаны на успешно используемых протоколах аналогичных экспериментов, проведенных на лабораторных и сельскохозяйственных животных. Прежде чем что-либо использовать для замораживания клеток человека, оно должно пройти успешное испытание на животных тканях. Од-

нако стоит принять во внимание, что человеческие клетки имеют свои особенности. Одним из таких особенностей, является наличие внутриклеточных липидов. Внутриклеточные липиды являются «камнем преткновения» для криоконсервации. Данные, демонстрирующие роль этих внутриклеточных структур при криоконсервации, были опубликованы [13]. Предлагаемый в нем метод включает поляризацию и перемещение цитоплазматических липидов из ооцитов или эмбрионов до криоконсервации. В 1995 году Нагашима в соавт. [13] были первыми, которые успешно получили эмбрионы из GV-ооцитов свиней, которые были криоконсервированы после делипидизации. С помощью этого метода авторы избежали отрицательных эффектов, вызванных внутриклеточными липидами. В соответствии с данными, предоставленными авторами, удаление внутриклеточных липидов не приводит к ухудшению дальнейшего развития ооцитов и эмбрионов. При успешной витрификации ооцитов после удаления цитоплазматических липидов возникает вопрос о возможном изменении физико-химических свойств цитоплазматических мембранных липидов, возникающих при низких температурах, о которых шла речь, как об одной из основных причин криобиологической проблемы во время экспериментов.

Мы считаем, что нельзя сбрасывать со счетов классические данные о роли внутриклеточных липидов, энергетических материалов ооцитов и строительных материалов для мембран будущих эмбрионов. Тот факт, что объем митохондрий, а также липидных пузырьков увеличивается во время развития ооцита до стадии метафазы II (MII), косвенно подтверждает эту точку. Кроме того, в 1992 году Sathananthan соавт., [14] показали, что в клеточном комплексе под названием «гладкой эндоплазматической сети – липидных глобул – митохондрий» существует связь. Они также показали, что эти связи могут быть повреждены после охлаждения или замораживания ооцитов.

В подавляющем большинстве работ по изучению влияния охлаждения на ооциты и эмбрионы млекопитающих отрицательное влияние криотемператур объясняется с точки зрения влияния на элементы цитоскелета. Например, охлаждение ооцитов человека вызывает деполимеризацию структуры белка цитоскелета, а у большинства ооцитов мыши, охлажденных до 25°C в течение 10 минут, имелись нарушения в цитоскелете [15].

Мы считаем, что негативный эффект охлаждения на ткани можно объяснить эффектом охлаждения липидных структур цитоскелета. Во время выполнения наших исследований мы обнаружили, что перераспределение липидов в ооцитах свиней происходит после центрифугирования в течение 48 часов в *in vitro* культивировании ооцитов, не подвергавшихся к витрификации/размораживанию. Однако при витрификации/размораживании поляризованных ооцитов липидная поляризация является необратимой. Это, на наш взгляд, позволяет предположить, что витрификация/размораживание вызывает изменение физико-химических свойств внутриклеточных липидов.

Известно, что МП ооциты более устойчивы при замораживании к повреждениям, чем ооциты на GV-стадии. Мы считаем, что это может быть связано с различиями в свойствах элементов цитоскелета. Одним из важных отличий является то, что конфигурация микротрубочек и микрофиламентов отличается на этих двух стадиях созревания ооцитов. Элементы цитоскелета в GV-ооцитах кажутся прямыми и жесткими, в то время как появление микрофиламентов и микротрубочек в ооцитах стадии МП делает их волнистыми и гибкими. На основе гипотезы о сложном взаимодействии липидной фазы клеток и элементов цитоскелета можно предположить, что затвердевание этих липидов может привести к деформации и разрушению цитоскелета. В случае GV-ооцитов в их жестком цитоскелете, видимо, происходят необратимые повреждения, в то время как у МП-ооцитов более гибкий цитоскелет препятствует появлению необратимых повреждений. Цитохалазины имеют специфические обратимые воздействия на элементы цитоскелета, делая их более гибкими и менее восприимчивыми к эффекту от охлаждения липидов.

Оптимальный протокол криоконсервации должен предотвращать изменение физико-химических свойств охлажденных липидов, избегать необратимых повреждений липидов в мембранах и везикулах, а также защищать от разрушения при охлаждении ретикулум-липидной связи.

Известно, что ооциты коров в значительной степени более криостабильны, чем ооциты свиней. Существует также информация о том, что диаметры коровьих и свиных внутриклеточных липидных везикул различны. Характеристики внутриклеточных мембран, гранул липидов также является темой для обсуждения.

Мы сравнивали ультраструктуры липидных капель и эффект охлаждения на внутриклеточные липидные везикулы коровьих и свиных GV-ооцитов [16]. Было показано, что липидные капельки коровьих клеток имеют однородную структуру. Использование липидов происходит непосредственно от этих везикул без образования промежуточных соединений липидов. В противоположность этому, существуют два вида липидных капель в свиных GV-ооцитах: «темные» и «серые».

Пузырьки каждой конкретной группы соединены друг с другом. После 12-часового культивирования формируется слой цистерн эндоплазматического ретикулума, этот слой всегда ассоциируется с «серыми» липидными везикулами. Это свидетельствует о том, что во время оогенеза липолиз происходит только в «серых» пузырьках. Предполагается, что цитоплазматический липолиз имеет два этапа: «темные» пузырьки превращаются в «серые» с последующим использованием этих «серых» липидов. Кроме того, морфология обоих типов липидных капель в ооцитах свиней меняется при охлаждении: они преобразуются от круглых в сферические формы со светящимися полосами. В липидных каплях коровьих GV-ооцитов не было выявлено никаких видимых морфологических изменений после охлаждения [16].

Для сравнения внутриклеточных липидов и криотолерантности овечьих и человеческих пронуклеарных эмбрионов мы витрифицировали эмбрионы обоих видов и оценивали ультраструктуру внутриклеточных липидов до и после витрификации.

Криоконсервацию эмбрионов проводили в соответствии с описанным ранее способом на овечьих GV-ооцитах с двумя различными методами удаления криопротекторов: поэтапной и прямой регидратацией. Мы отметили, что в отличие от пронуклеарных эмбрионов человека, где прямая регидратация имеет летальный эффект после оттаивания, напротив, овечьи пронуклеарные эмбрионы показывают высокую частоту развития в *in vitro* культивировании (31-34%) [17].

Свежие липидные капли в обоих видах (человека и коровьих ооцитах) по структуре однородны. Было отмечено, что после витрификации внутриклеточные липиды в криоконсервированных эмбрионах человека не претерпевали видимых морфологических изменений, в то время как различные изменения наблюдались в липид-

ных каплях в эмбрионах овец. Эти изменения, связанные с процессом витрификации, отражают изменения в физических и химических свойствах липидов, таких, как стабильность.

Мы полагаем, что специфика человеческих клеток, отражающая их высокую чувствительность к осмотическим процессам, связана со спецификой как внутриклеточных липидов, так и цитоплазматических и органойдных мембран. Липиды являются наиболее криолабильными внутриклеточными соединениями ооцитов и эмбрионов. Действительно, специфика внутриклеточных липидов в ооцитах свиней делает их практически непригодными для криоконсервации, особенно для витрификации. Было установлено, что внутриклеточные липиды в свежих клетках человека до и после витрификации не имеют никаких изменений. Мы сравнили эти липиды с теми, которые в овечьих клетках, применяя для них такой же протокол, который был использован для ооцитов человека с прямой регидратацией в наших предыдущих исследованиях. Эти липиды в жизнеспособных эмбрионах показали ультраструктурные изменения после витрификации, не выявленные в ооцитах человека [18].

Принимая во внимание резистентность клеток овец к прямой регидратации при размораживании увеличивается плотность, и происходят морфологические изменения во внутриклеточных липидах во всех овечьих ооцитах подверженных охлаждению. Эти изменения отсутствовали во всех человеческих ооцитах, которые однозначно не могут переносить прямую регидратацию. Можно предположить, что в пределах одной клетки структура внутриклеточных и мембранных липидов является одинаковой. Учитывая отрицательную роль липидов в процессе криоконсервации, криостабильность липидов и, напротив, осмотическая нестабильность клеток человека еще далеко не полностью изучены. Прямая регидратация после размораживания вызывает летальный осмотический эффект в человеческих пронуклеарных ооцитах, но эта методика успешно используется на овечьих ооцитах. Корреляция между криостабильностью ооцитов млекопитающих и ультраструктурой внутриклеточных липидов является целью дальнейших исследований. Учитывая, что ультраструктура внутриклеточных липидов лабораторных и сельскохозяйственных животных отличается от внутриклеточных липидов человека, мы считаем, что использование жи-

вотных ооцитов в качестве модели для человеческих ооцитов в криоисследованиях является сомнительной [26].

Однако принимая во внимание все приведенные выше данные посредством трех видов сельскохозяйственных животных, свиньи, коровы и овцы, коровья яичниковая ткань является наиболее подходящей моделью для человека, поскольку внутриклеточные и мембранные липиды являются наиболее чувствительны к осмотическому влиянию, как у клеток человека. Только поэтому коровья модель была использована в наших экспериментах.

На сегодняшний день нет никаких данных об успешной трансплантации человеческих интактных яичников с сосудистой ножкой после криоконсервации. Тем не менее криоконсервация целого яичника с сосудистыми анастомозами и ретрансплантацией после размораживания может рассматриваться как перспективная стратегия для больных раком. Были описаны случаи трансплантации незамороженных яичников с сосудистыми анастомозами человека и была зафиксирована одна беременность [19].

Проблема криоконсервации яичников с нетронутой сосудистой ножкой у животных еще далеко не решена. Несмотря на многочисленные попытки и доказательства восстановления долгосрочного развития фолликулов, были зафиксированы только три случая рождения ягнят после ретрансплантации замороженных овечьих яичников [4, 5].

Недавно была показана важная роль среды с криопротекторами в перфузии целого яичника овцы [3]. Было проведено обширное исследование на 360 яичниках овец, окрашенных *in vitro* путем перфузии с качественным маркером кровоснабжения тканей. Модель логистической регрессии была построена, чтобы определить факторы, связанные с неполным окрашиванием яичника. Целые яичники овец с их сосудистой ножкой были перфузированы при 0,35 мл/мин в течение 2 часов при 39°C в 19 различных экспериментальных условиях. Ножки были удалены, яичники разрезали и сфотографировали. Неокрашенные места на разрезанной поверхности были измерены. У 64,4% яичников наблюдались неокрашенные участки. Многомерный анализ показал, что неполное окрашивание яичников было независимо от малого опыта экспериментатора, меньшей поверхности среза яичников, и наличия желтого тела. Наличие неокрашенных участков не зависело от экспериментальных ус-

ловий. Частота неполного окрашивания яичников снизилась с 83% до 60% [3]. Из этих экспериментов можно сделать следующий вывод, что нарушения кровоснабжения, которые приводят к неполной перфузии, могут отрицательно сказаться на последующих результатах криоконсервации целого яичника. Улучшенные методы перфузии должны положительно повлиять на успех криоконсервации [3]. Перфузия тушью в исследованиях Gerritse соавт. [2] проводилась на интактных коровьих яичниках. Авторы отметили, что более крупные сосуды были хорошо перфузированы, в то время как более мелкие и капилляры были менее хорошо перфузированы. Авторы предположили, что относительно меньшая молекулярная масса криопротекторов, таких, как диметилсульфоксид и сахаразы, позволяет быть менее подверженными молекулярным механизмам фильтрации эндотелиальными клетками и базальными мембранами [2]. В наших экспериментах в качестве раствора для перфузии была использована смесь, которая включает в себя 5% телячьей сыворотки + 6% диметилсульфоксида + 6% этиленгликоля + 0,15 М сахаразы, являющейся средой для замораживания. В самом деле, присутствие из этих компонентов не приводит к увеличению проницаемости перфузирующей среды в мелких капиллярах. Наличие криопротекторов (особенно

непроницающего криопротектора сахаразы) и сыворотки теленка в перфузирующем растворе можно объяснить тем, что для успешной перфузии мелких кровеносных сосудов и особенно капилляров [2] (2,5 мл/мин). Увеличение скорости перфузии в яичниках группы 3 (1,25 мл/мин) приводит к разрывам сосудов и повреждению тканей.

Время, прошедшее между гибелью животных в бойне и извлечением яичников, а также началом процесса перфузии, является важным параметром технологии криоконсервации, поскольку влияет на ишемическое повреждение яичников. Мы показали, что этот период при комнатной температуре не должен превышать 3 часов, потому что за это время начинается закупорка маленьких и больших сосудов коагулированными эритроцитами. Конечно, это время может быть увеличено с помощью более низких температур для транспортировки яичников. Для проведения эффективной перфузии коровьих интактных яичников с сосудистой ножкой необходимо использовать замораживающую среду (6 % этиленгликоль + 6% диметилсульфоксид + 0,15 М сахаразы) при комнатной температуре, со скоростью перфузии 25 или 50 мл/час. Кроме того, яичники должны быть перфузированы в течение 3 часов после смерти животных.

#### Литература

- 1 Dittrich R., Maltaris T., Hoffmann I., et al. Fertility preservation in cancer patients // *Minerva Gynecology*. – 2010. – № 62. – P. 51-59.
- 2 Gerritse R., Beerendonk C.C., Tijink M.S., et al. Optimal perfusion of an intact ovary as a prerequisite for successful ovarian cryopreservation // *Human Reproduction*. – 2008. – № 23. – P. 329-335.
- 3 Torre A., Ben Brahim F., Popowski T., et al. Factors related to unstained areas in whole ewe ovaries perfused with a metabolic marker // *Human Reproduction*. – 2013. – № 28. – P. 423-429.
- 4 Grazul-Bilska A.T., Banerjee J., Yazici I., et al. Morphology and function of cryopreserved whole ovine ovaries after heterotopic autotransplantation // *Reproduction Biology and Endocrinology*. – 2008. – № 6. – P. 16-18.
- 5 Onions V.J., Mitchell M.R., Campbell B.K., Webb R. Ovarian tissue viability following whole ovine ovary cryopreservation: assessing the effects of sphingosine-1-phosphate inclusion // *Human Reproduction*. – 2008. – № 23. – P. 606-618.
- 6 Isachenko V., Isachenko E., Mallmann P., Rahimi G. Long-time cooling of human ovarian tissue before cryopreservation as obvious procedure: stimulation of follicular development and neo-vascularisation // *Clinical Laboratory*. – 2012. – № 58. – P. 1293-300.
- 7 Weissman A., Gotlieb L., Colgan T., et al. Preliminary experience with subcutaneous human ovarian cortex transplantation in the NOD-SCID mouse // *Biology Reproduction*. – 1999. – № 6. – P. 1462-1467.
- 8 Disen G.A., Lara H.E., Fahrenbach W.H. Immature rat ovaries become revascularized rapidly after autotransplantation and show a gonadotrop independent increase in angiogenic factor gene expression // *Endocrinology*. – 1994. – № 134. – P. 1146-1154.
- 9 Kim S.S., Soules M.R., Battaglia D.E. Follicular development, ovulation, and corpus luteum formation in cryopreserved human ovarian tissue after xenotransplantation // *Fertility and Sterility*. – 2002. – № 78. – P. 77-82.
- 10 Aubard Y., Piver P., Cogni Y., et al. Orthotopic and heterotopic autografts of frozen-thawed ovarian cortex in sheep // *Human Reproduction*. – 1999. – № 14. – P. 2149-2154.

- 11 Donnez J., Martinez-Madrid B., Jadoul P., et al. Ovarian tissue cryopreservation and transplantation: a review // *Human Reproduction Update*. – 2006. – № 12. – P. 519-535.
- 12 Dolmans M.M., Martinez-Madrid B., Gadisseux E., et al. Shortterm transplantation of isolated human ovarian follicles and cortical tissue into nude mice // *Reproduction*. – 2007. – № 134. – P. 253-262.
- 13 Nagashima H., Kashiwazaki N., Ashman R.J., et al. Cryopreservation of porcine embryos // *Nature*. – 1995. – № 374. – P. 416-418.
- 14 Sathananthan A.H., Kirby C., Peura A., Trounson A. Mouse oocyte cooling // *Journal of Assisted reproductive genetics*. – 1992. – № 9. – P. 138-148.
- 15 Pickering S.J., Braude P.R., Johnson M.H. Transient cooling to room temperature can cause irreversible disruption of the meiotic spindle in the human oocyte // *Fertility and Sterility*. – 1990. – № 54. – P. 102-108.
- 16 Isachenko V., Michelmann H.W., Alabart J.L., et al. Lipolyse and ultra-structural changes of an intracellular lipid vesicles after cooling of bovine and porcine GV-oocytes // *Anatomy Histology and Embryology*. – 2001. – № 30. – P. 333-338.
- 17 Isachenko V., Alabart J.L., Nawroth F., et al. The open pulled straw vitrification of ovine GV-oocytes: positive effect of rapid cooling or rapid thawing or both? // *Cryo Letters*. – 2001. – № 22. – P. 157-162.
- 18 Van der Ven H., Isachenko V., Isachenko E., et al. Vitrification of pronuclear embryos: research basis for aseptic technology and its application to oocytes and blastocysts. – London: Informa Healthcare, 2008 – 210 p.
- 19 Hilders C.G., Baranski A.G., Peters L. Successful human ovarian autotransplantation to the upper arm // *Cancer*. – 2004. – № 101. – P. 2771-2778.

## ЮБИЛЯРЫ

**БЕЙСЕМБАЕВА**  
**Роза Ултубаевна**



Бейсембаева Роза Ултубаевна родилась в 1944 году в с. Славянка Пахта-Аральского района Южно-Казахстанской области Республики Казахстан. В 1961 году окончила среднюю школу в с. Сары-Агач Сары-Агаческого района Южно-Казахстанской области. В том же году поступила на химический факультет Московского Государственного университета, который окончила в 1966 году. За годы учебы в МГУ она вела активную общественную работу, являясь членом студсовета факультета, членом совета молодых ученых на факультете. В 1966 году она поступила в аспирантуру химического факультета МГУ, в феврале 1970 г. на заседании Ученого совета кафедры химии природных соединений химического факультета МГУ защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук (по специальности химия природных и физиологически активных соеди-

нений). С 1970 г. по 2002 г. работала в системе Академии наук Республики Казахстан (Институт экспериментальной биологии АН КазССР) в должности младшего научного сотрудника, старшего научного сотрудника, заведующего лабораторией биохимии. В 1985 году защитила диссертацию на соискание ученой степени доктора биологических наук (специальность «03.00.04-Биохимия») на заседании Диссертационного Совета института им. А.Н. Баха АН СССР, г. Москва, с 1997 г. – профессор (ВАК). За время работы в системе Академии наук Роза Ултубаевна вела активную общественную работу, являясь председателем профкома, членом партбюро, членом пленума Калининского райкома партии.

С 1996 года Бейсембаева Р.У. совмещает научную и педагогическую деятельность с работой на кафедре биотехнологии, биохимии,



физиологии растений биологического факультета КазНУ, с 2011 года – профессор кафедры биотехнологии КазНУ. В течение всего периода работы в КазНУ Бейсембаева Р.У. активно ведет научную работу, являясь руководителем научных проектов.

Бейсембаева Роза Ултубаевна крупный специалист в области биохимии белков, владеющий фундаментальными знаниями и методологией в современных областях биологии – биохимии, биоорганической химии, биотехнологии, химии белка и нуклеиновых кислот, энзимологии. За период работы в НИИ Академии наук Республики Казахстан и биологическом факультете КазНУ Бейсембаевой Р.У. развиты исследования по биохимии животных и физико-химии белков, инженерной энзимологии, обосновано новое научное направление в биохимии животных – исследование структурно-функциональных особенностей биорегуляторов в животной клетке на примере гаптоглобина.

Бейсембаева Р.У. автор учебных пособий: «Медициналық биотехнология», «Белковая инженерия», «Ақуыз инженерия» «Биохимия», «Тестовые задания по биохимии», написанных совместно с сотрудниками кафедры биотехнологии КазНУ, научных статей, опубликованных в научных журналах России, дальнего зарубежья и Республики Казахстан, авторских свидетельств и патентов СССР и Республики Казахстан. Ею опубликовано более 150 научных работ, в том числе международные публикации, обзорные статьи в журналах «Успехи современной

биологии», и «Клиническая медицина», монография «Гаптоглобин», 2 авторских свидетельства СССР, 2 предпатента Республики Казахстан.

Бейсембаева Роза Ултубаевна с 1985 года работала в составе диссертационных советов по присуждению ученых степеней доктора и кандидата биологических наук при Институте Молекулярной биологии и биохимии АН КазССР и при биологическом факультете КазНУ, являлась заместителем председателя диссертационного совета при биологическом факультете КазНУ, входила в состав экспертного совета Министерства образования и науки. В период 1996-1999 годы – член экспертного совета по биологическим наукам ВАК, в 1994 году работала в составе международной группы экспертов INTAS, принимала участие в становлении Национального центра Биотехнологии Республики Казахстан в качестве заместителя Генерального директора центра.

Бейсембаевой Р.У. подготовлены лекции «Биохимия» «Низкомолекулярные биологические молекулы» «Энзимология», «Белковая инженерия», «Протеомика», «Клеточная и молекулярная иммунология», «Медицинская биотехнология», «Медицинская биохимия», «Биохимия болезней», «Проблемы биомедицины», «Иммунобиотехнология» на казахском и русском языках, которые она читает на факультете биологии и биотехнологии КазНУ.

Под руководством Бейсембаева Р.У. выполнены и утверждены ВАК 4 кандидатские диссертации, 10 магистерских диссертаций, более 30 дипломных работ.

## Авторлар туралы мәліметтер

*Абигейл Ньюсам* – Ph.D., профессор, Миссиссиппи Валлей мемлекеттік университетінің профессоры, АҚШ

*Абидкулова К.Т.* – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының жетекші маманы

*Адамбеков Ш.К.* – биология магистрі, Назарбаев Университеті Өмір туралы ғылымдар орталығының биоинженерия, клеткалық технология және клеткалық терапия департаментінің кіші ғылыми қызметкері

*Айдосова С.С.* – б.ғ.д., профессор, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының профессоры

*Айткельдиева С.А.* – б.ғ.д., ҚР БҒМ Микробиология және вирусология институтының микробиология бөлімінің жетекшісі

*Айтмұқамет Н.* – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, «Геоботаника» мамандығының 2 оқу жылының магистранты

*Ақбердиева Г.А.* – «Экомед» медициналық орталығының эмбриологы

*Ақылбаева К.К.* – ҚР БҒМ Биологиялық қауіпсіздігі мәселелері бойынша Ғылыми-зерттеу институтының кіші ғылыми қызметкері

*Аметов А.А.* – б.ғ.к., доцент, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының профессоры

*Амирханова Н.Т.* – б.ғ.к., ҚР БҒМ Биологиялық қауіпсіздігі мәселелері бойынша Ғылыми-зерттеу институтының ғылыми қызметкері

*Аралбай Н.К.* – б.ғ.д., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің профессоры

*Аскарова Ш.Н.* – PhD, Назарбаев Университеті Өмір туралы ғылымдар орталығының биоинженерия, клеткалық технология және клеткалық терапия департаментінің директоры

*Ахтаева Н.З.* – б.ғ.к., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының доценті

*Байкошкарлова С.Б.* – б.ғ.д., «Экомед» медициналық орталығының ғылыми директоры

*Богуснаев К.К.* – б.ғ.д., доцент, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Биотехнология кафедрасының профессоры

*Дюскалиева Г.У.* – б.ғ.д., профессор, Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университетінің профессоры

*Еспембетов Б.А.* – в.ғ.к., ҚР БҒМ Биологиялық қауіпсіздігі мәселелері бойынша Ғылыми-зерттеу институтының микробиология зертханасының меңгерушісі

*Жагловская А.А.* – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, «Геоботаника» мамандығының 3 оқу жылының докторанты

*Жексембекова М.А.* – б.ғ.к., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті Экология проблемалары бойынша Ғылыми зерттеу институтының аға ғылыми қызметкері

*Зайцев В.Л.* – б.ғ.к., ҚР БҒМ Биологиялық қауіпсіздігі мәселелері бойынша Ғылыми-зерттеу институтының бас ғылыми қызметкері

*Исаева Р.Б.* – м.ғ.д., Назарбаев Университеті Өмір туралы ғылымдар орталығының бас директорының операциялық қызмет және стратегия жөніндегі орынбасары

*Кадырбеков Р.Х.* – б.ғ.д., ҚР БҒМ Зоология институтының бас ғылыми қызметкері

*Калиева А.Н.* – Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университетінің PhD докторанты

*Калимагамбетов А.М.* – б.ғ.к., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Молекулалық биология және генетика доцент м.а.

*Касымбеков Б.К.* – б.ғ.к., доцент, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының профессоры

*Куатбаев А.Т.* – б.ғ.к., доцент, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының профессоры

*Курбатова Н.В.* – б.ғ.к., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті Биология және биотехнология проблемалары бойынша Ғылыми зерттеу институтының аға ғылыми қызметкері

*Қалдыбекқызы Г.* – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, «Биология» мамандығының 2 оқу жылының магистранты

*Мамурова А.Т.* – б.ғ.к., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының аға оқытушысы

*Мамутбекова Т.Т.* – Қырғызстан Республикасының ҰҒА Биологиялық-топырақ институтының ғылыми қызметкері

*Мелисбек А.М.* – ҚР БҒМ Биологиялық қауіпсіздігі мәселелері бойынша Ғылыми-зерттеу институтының практиканты

*Мухитдинов Н.М.* – б.ғ.д., профессор, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының профессоры

*Орынбаев М.Б.* – в.ғ.к., ҚР БҒМ Биологиялық қауіпсіздігі мәселелері бойынша Ғылыми-зерттеу институтының бактериялық және вирустық инфекциялардың мониторингі зертханасының меңгерушісі

*Отарбаев М.К.* – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, «Биология» мамандығының 3 оқу жылының PhD докторанты

*Рсадиев А.С.* – а.ш.ғ.к., ҚР БҒМ Биологиялық қауіпсіздігі мәселелері бойынша Ғылыми-зерттеу институтының фитосанитарлық қауіпсіздігі зертханасының меңгерушісі

*Рыстаева Р.А.* – ҚР БҒМ Биологиялық қауіпсіздігі мәселелері бойынша Ғылыми-зерттеу институтының кіші ғылыми қызметкері

*Сабырбек Ж.Б.* – PhD, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Дене шынықтыру және спорт кафедрасының меңгерушісінің орынбасары

*Саданов А.К.* – б.ғ.д., профессор, ҚР БҒМ Микробиология және вирусология институтының бас директоры

*Садикалиева С.О.* – ҚР БҒМ Биологиялық қауіпсіздігі мәселелері бойынша Ғылыми-зерттеу институтының кіші ғылыми қызметкері

*Сандыбаев Н.Т.* – б.ғ.к., ҚР БҒМ Биологиялық қауіпсіздігі мәселелері бойынша Ғылыми-зерттеу институтының бас директорының орынбасары

*Сансызбай А.Р.* – в.ғ.д., профессор, ҚР БҒМ Биологиялық қауіпсіздігі мәселелері бойынша Ғылыми-зерттеу институтының бас директоры

*Сәбденова А.* – ҚР БҒМ Микробиология және вирусология институтының зертханашысы

*Смирнова И.Э.* – б.ғ.д., ҚР БҒМ Микробиология және вирусология институтының микроорганизмдер экологиясының зертханасының меңгерушісі

*Строчков В.М.* – ҚР БҒМ Биологиялық қауіпсіздігі мәселелері бойынша Ғылыми-зерттеу институтының аға ғылыми қызметкері

*Султанқұлова К.Т.* – б.ғ.к., ҚР БҒМ Биологиялық қауіпсіздігі мәселелері бойынша Ғылыми-зерттеу институтының молекулалық биология және гендік инженериясы зертханасының меңгерушісі

*Султанова А.Ж.* – ҚР БҒМ Микробиология және вирусология институтының зертханашысы

*Табынов К.К.* – в.ғ.к., ҚР БҒМ Биологиялық қауіпсіздігі мәселелері бойынша Ғылыми-зерттеу институтының инфекциялық ауруларды алдын алу зертханасының меңгерушісі

*Ташимбаева А.Б.* – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, «Биология» мамандығының 2 оқу жылының магистранты

*Тленчиева Т.М.* – ҚР БҒМ Биологиялық қауіпсіздігі мәселелері бойынша Ғылыми-зерттеу институтының аға лаборанты

*Тлептаева А.М.* – б.ғ.к., ҚР БҒМ Зоология институтының аға ғылыми қызметкері

*Фалеев Д.Г.* – б.ғ.к., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті Экология проблемалары бойынша Ғылыми зерттеу институтының аға ғылыми қызметкері

*Цой А.К.* – биология магистрі, Назарбаев Университеті Өмір туралы ғылымдар орталығының биоинженерия, клеткалық технология және клеткалық терапия департаментінің ғылыми қызметкері

*Чилдибаевой Ә.Ж.* – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының аға оқытушысы

*Чирикова М.А.* – ҚР БҒМ Зоология институтының орнитология және герпетология бөлімінің меңгерушісі

*Шалахметова Т.М.* – б.ғ.д., профессор, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің Биология және биотехнология факультетінің деканы

*Шораева К.А.* – ҚР БҒМ Биологиялық қауіпсіздігі мәселелері бойынша Ғылыми-зерттеу институтының ғылыми қызметкері

*Шыныбекова Г.О.* – ҚР БҒМ Биологиялық қауіпсіздігі мәселелері бойынша Ғылыми-зерттеу институтының аға лаборанты

## МАЗМУНЫ – СОДЕРЖАНИЕ

1-бөлім БОТАНИКА	Раздел 1 БОТАНИКА
<p><i>Аметов А.А., Курбатова Н.В., Мухитдинов Н.М., Абидкулова К.Т., Айтмұқамет Н.</i> Флористическое описание ареала и запасы сырья <i>Polygonum undulatum</i> Murr., произрастающего в урочище Уйтас (Заилийский Алатау) .....</p>	3
<p><i>Аралбай Н.К., Қуатбаев А.Т., Чилдибаева А.Ж., Калдыбекқызы Г.</i> Қазақстан флорасындағы тарандар тұқымдасының (<i>Polygonaceae</i> Lindl.) туыстық және түрлік анықтағыш кілттері.....</p>	9
<p><i>Аралбай Н.К., Қуатбаев А.Т., Чилдибаева А.Ж., Ташимбаева А.А.</i> Қазақстан флорасындағы таран туысының (<i>Polygonum</i> L.) түрлік анықтағыш кілттері.....</p>	15
<p><i>Жагловская А.А., Айдосова С.С.</i> Анализ динамики биологической продуктивности саксаульных лесов Иле-Балхашского региона .....</p>	23
<p><i>Жагловская А.А., Айдосова С.С., Ахтаева Н.З., Мамурова А.Т.</i> Сравнительная морфо-анатомическая характеристика <i>Haloxylon aphyllum</i> и <i>Haloxylon persicum</i> Иле-Балхашского региона .....</p>	31
2-бөлім БИОТЕХНОЛОГИЯ	Раздел 2 БИОТЕХНОЛОГИЯ
<p><i>Богуслаев К.К., Фалеев Д.Г., Касымбеков Б.К.</i> Разработка технологии культивирования растений тау-сагыза (<i>Scorzonera tau-saghyz</i> Lipsch. et Bosse) с использованием почвенной микрофлоры: 1. Изучение микосимбиотрофизма в природе и в условиях культивирования .....</p>	41
<p><i>Касымбеков Б.К., Фалеев Д.Г., Жексембекова М.А., Столбов Д.В.</i> Влияние микроскопических зеленых водорослей и грибов-микоризообразователей на некоторые ростовые параметры растений <i>Xanthium strumarium</i> L. ....</p>	51
3-бөлім ЗООЛОГИЯ	Раздел 3 ЗООЛОГИЯ
<p><i>Кадырбеков Р.Х., Тлеппаева А.М.</i> Видовой состав насекомых-ксилофагов (Insecta, Coleoptera, Hymenoptera) на лесном ветровале в ущелье реки Малой Алматинки (хребет Заилийский Алатау, Северный Тянь-Шань).....</p>	61
<p><i>Мамутбекова Т.Т.</i> Характеристика видов пяти родов краснотелковых клещей в ущелье Ала-Арча Киргизского хребта .....</p>	68
<p><i>Чирикова М.А.</i> Анализ асимметрии билатеральных признаков фолидоза разноцветной ящурки <i>Eremias arguta</i> (Pallas, 1773) (Sauria, Lacertidae) .....</p>	75
4-бөлім МИКРОБИОЛОГИЯ	Раздел 4 МИКРОБИОЛОГИЯ
<p><i>Рсалиев А.С., Амирханова Н.Т.</i> Морфолого-культуральные особенности изолятов возбудителей <i>Septoria nodorum</i> и <i>Septoria tritici</i> в Казахстане.....</p>	82

Смирнова И.Э., Саданов А.К., Айткельдиева С.А. Султанова А.Ж., Сабденова А.А.  
Подбор среды культивирования для фосфатмобилизирующих бактерий .....89

Шораева К.А., Тленчиева Т.М., Султанкулова К.Т., Строчков В.М., Садикалиева С.О., Орынбаев М.Б.,  
Рыстаева Р.А., Сандыбаев Н.Т., Сансызбай А.Р.  
Определение типа и серотипа штаммов бактерии рода *Pasteurella*, выделенных от сайгаков на территории  
Республики Казахстан ..... 94

**5-бөлім**  
**МАЛЕКУЛЯРЛЫҚ БИОЛОГИЯ**  
**ЖӘНЕ ГЕНЕТИКА**

**Раздел 5**  
**МАЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ**  
**И ГЕНЕТИКА**

Акылбаева К.К., Шыныбекова Г.О., Садикалиева С.О., Султанкулова К.Т., Строчков В.М.,  
Еспембетов Б.А., Сандыбаев Н.Т., Сансызбай А.Р., Мелисбек А.М.  
Молекулярно-генетический анализ внешнего мембранного белка Omp19 бактерии *Brucella abortus*,  
выделенной в Республике Казахстан ..... 100

Зайпанова Н.Б., Зайпанова М.Б., Калимагамбетов А.М.  
Лейкоз ауруындағы хромсомалық бұзылыстардың түрлері және жиілігі ..... 106

Калиева А.Н., Дюскалиева Г.У., Ньюсам А.  
Изучение полиморфизма различных популяций *Agrimonia asiatica* Juz. и *Agrimonia pilosa* LDB.,  
распространенных в Юго-Восточном Казахстане ..... 111

Қалимагамбетов А.М., Ысқақова Г.Ш., Ануарбекова С.С.  
Балалардың жыныстық дамуының зақымдалуында хромсомалық бұзылыстардың түрлері  
және жиілігі ..... 117

Садикалиева С.О., Султанкулова К.Т., Строчков В.М., Акылбаева К.К., Шыныбекова Г.О.,  
Сандыбаев Н.Т., Сансызбай А.Р.  
Генетический анализ вирулентных генов *virb1*, *virb3*, *virb5* и *virulence protein* бактерии  
*Brucella abortus*, выделенной в Казахстане ..... 122

Шыныбекова Г.О., Акылбаева К.К., Садикалиева С.О., Султанкулова К.Т., Строчков В.М.,  
Зайцев В.Л., Табынов К.К., Сандыбаев Н.Т., Сансызбай А.Р.  
Сравнительный генетический анализ NS гена рекомбинантных гриппозных векторов Flu-NS1-80-L7/L12  
(H5N1) и Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1), экспрессирующих бруцеллезный антиген ..... 128

**6-бөлім**  
**АДАМ ЖӘНЕ ЖАНУАРЛАР**  
**ФИЗИОЛОГИЯСЫ**

**Раздел 6**  
**ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА**  
**И ЖИВОТНЫХ**

Адамбеков Ш.К., Аскарова Ш.Н., Цой А.К., Исаева Р.Б., Шалахметова Т.М.  
Статины: потенциал в лечении болезни Альцгеймера ..... 135

Байкошкарлова С.Б., Отарбаев М.К., Шалахметова Т.М., Акбердиева Г.А., Сабырбек Ж.Б.  
Исследование качественных показателей ооцитов человека как критерия успешной реализации  
витрификации в программах вспомогательных репродуктивных технологий ..... 144

Байкошкарлова С.Б., Отарбаев М.К., Шалахметова Т.М., Акбердиева Г.А., Сабырбек Ж.Б.  
In vitro перфузия целого яичника коровы как модели человека в целях криоконсервации  
целого яичника ..... 152

**ЮБИЛЯРЫ**

Бейсембаева Роза Ултубаевна ..... 160

Авторлар туралы мәліметтер ..... 162

## CONTENTS

### Section 1 BOTANY

- Ametov A.A., Kurbatova N.V., Mukhitdinov N.M., Abidkulova K.T., Aytmukamet N.*  
Floristic description of areal and the stocks of raw materials of *polygonum undulatum* murr. growing in natural boundary Uytas (Trans-ili Alatau) ..... 3
- Aralbai N.K., Kuatbaev A.T., Childibaeva A.Zh., Kaldybekkyzy G.*  
Generic and species keys of determinant of familie *polygonaceae* lindl. by flora of Kazakhstan ..... 9
- Aralbai N.K., Kuatbaev A.T., Childibaeva A.Zh., Tashimbaeva A.A.*  
Species keys of determinant of genus *polygonum* l. by flora of Kazakhstan ..... 15
- Zhaglovskaya A.A., Aidosova S.S.*  
Analysis of the dynamics of biological productivity of saxaul forests in Ile-Balkhash region ..... 23
- Zhaglovskaya A.A., Aidosova S.S., Akhtayeva N. Z., Mamurova A.T.*  
Comparative morphological and anatomical features of *Haloxylon aphyllum* and *Haloxylon persicum* of Ile-Balkhash region ..... 31

### Section 2 BIOTECHNOLOGY

- Boguspaev K.K., Faleev D.G., Kasymbekov B.K.*  
Development of technology for the cultivation of plants tau sagyz (*S. tau-saghyz* Lipsch. Et Bosse) using soil microflora: 1 Study mikosimbiofizma in nature and culture conditions ..... 41
- Kasymbekov B.K., Faleev D.G., Zheksembekova M.A., Stolbov D.V.*  
Effect of microscopic green algae and mycorrhizal fungi on some growth parameters of plant *Xanthium strumarium* L. .... 51

### Section 3 ZOOLOGY

- Kadyrbekov R.Kh., Tleppaeva A.M.*  
Species composition of insect-xylophages on forest windfalls gorge of the Malaya Almatinka river (Trans-Ili Alatau ridge, Northern Tien Shan) ..... 61
- Mamutbekova T.T.*  
Species characteristic of types of five childbirth chigger mites in the gorge it is Ala - Arch of the Kyrgyz ridge ... 68
- Chirikova M.A.*  
Analysis of asymmetry of bilateral traits of pholidosis of racerunner *Eremias arguta* (Pallas, 1773) (Sauria, Lacertidae) ..... 75

### Section 4 MICROBIOLOGY

- Rsaliev A.S., Amirhanova N.T.*  
Morphological and cultural characteristics of pathogens isolates *Septoria nodorum* and *Septoria tritici* in Kazakhstan ..... 82

<i>Smirnova I.E., Sadanov A.K., Aitkeldiyeva S.A., Sultanov A. Zh., Sabdenova A.A.</i> Selection of culture medium for phosphate solubilizing bacteria.....	89
--	----

<i>Shorayeva K.A., Tlenchiyeva T.M., Sultankulova K.T., Strochkov V.M., Sadikaliyeva S.O., Sandybayev N.T., Orynbayev M.B., Rystayeva R.A., Sandybayev N.T., Sansyzbay A.R.</i> Determination of the type and serotype strains of bacteria <i>Pasteurella</i> isolated from saigas on the territory Republic of Kazakhstan .....	94
---	----

## Section 5 MOLECULAR BIOLOGY AND GENETICS

<i>Akylbayeva K.K., Shynybekova G.O., Sadikaliyeva S.O., Sultankulova K.T., Strochkov V.M., Espembetov B.A., Sandybayev N.T., Sansyzbay A.R., Melisbek A.M.</i> Molecular genetic analysis of the external membrane protein omp19 bacteria brucella abortus, isolated in the Republic of Kazakhstan .....	100
--	-----

<i>Zaypanova N.B., Zaypanova M.B., Kalimagambetov A.M.</i> The frequency and types of chromosomal abnormalities in leukemia .....	106
--	-----

<i>Kaliyeva A.N., Dyuskaliyeva G.U., Newsome A.</i> The study of polymorphism different populations <i>Agrimonia asiatica</i> Juz. and <i>Agrimonia pilosa</i> Ldb. common in the south-east of Kazakhstan .....	111
---	-----

<i>Kalimagambetov A.M., Yskakova G.III., Anuarbekova S.S.</i> The frequency and types of chromosomal abnormalities in children with disorders of sexual development .....	117
--	-----

<i>Sadikaliyeva S.O., Sultankulova K.T., Strochkov V.M., Akylbayeva K.K., Shynybekova G.O., Sandybayev N.T., Sansyzbay A.R.</i> Genetic analysis of virulent genes of <i>virb1</i> , <i>virb3</i> , <i>virb5</i> and <i>virulence protein</i> of the bacterium <i>Brucella abortus</i> , isolated in Kazakhstan. ....	122
--	-----

<i>Shynybekova G.O., Akylbayeva K.K., Sadikaliyeva S.O., Sultankulova K.T., Strochkov V.M., Zaitcev V.L., Tabynov K.K., Sandybayev N.T., Sansyzbay A.R.</i> Comparative genetic analysis of NS gene recombinant influenza vectors Flu-NS1-80-L7/L12 (H5N1) and Flu-NS1-124-L7/L12 (H5N1), expressing brucellosis antigen.....	128
--	-----

## Section 6 HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

<i>Adambekov Sh., Askarova Sh., Tsoy A., Isayeva R.B., Shalakhmetova T.M.</i> Statins: the potential in treating alzheimer's disease .....	135
---	-----

<i>Baikoshkarova S.B., Otarbayev M.K., Shalakhmetova T.M., Akberdieva G.A., Sabyrbek Zh.B.</i> Qualitative research human oocytes, as a criterion of the success vitrification in programs of the assisted reproductive technologies .....	144
---	-----

<i>Baikoshkarova S.B., Otarbayev M.K., Shalakhmetova T.M., Akberdieva G.A., Sabyrbek Zh.B.</i> In vitro perfusion of the whole ovary as a cow in order to model human ovarian cryopreservation whole .....	152
---	-----

## ЮБИЛЯРЫ

Бейсембаева Роза Ултубаевна .....	160
Авторлар туралы мәліметтер .....	162

**УСПЕЙТЕ ПОДПИСАТЬСЯ НА СВОЙ ЖУРНАЛ**

**АКЦИЯ!!!**

**Каждому подписчику  
ПУБЛИКАЦИЯ СТАТЬИ  
БЕСПЛАТНО!!!**

- Акция действительна при наличии квитанции об оплате годовой подписки.
- Статья должна соответствовать требованиям размещения публикации в журнале.
- Статья печатается в той серии журнала, на которую подписался автор.
- Все нюансы, связанные с публикацией статьи, обсуждаются с ответственным секретарем журнала.

---

Издательский дом  
«Қазақ университеті»  
г. Алматы,  
пр. аль-Фараби, 71  
8 (727) 377 34 11, 221 14 65

АО «КАЗПОЧТА»  
г. Алматы,  
ул. Богенбай батыра, 134  
8 (727 2) 61 61 12

ТОО «Евразия пресс»  
г. Алматы,  
ул. Жибек Жолы, 6/2  
8 (727) 382 25 11

ТОО «Эврика-пресс»  
г. Алматы,  
ул. Кожамкулова, 124, оф. 47  
8 (727) 233 76 19, 233 78 50