

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

ХАБАРЛАРЫ

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**СЕРИЯ
БИОЛОГИЧЕСКАЯ
И МЕДИЦИНСКАЯ**

2 (290)

**НАУРЫЗ–СӘУІР 2012 г.
МАРТ–АПРЕЛЬ 2012 г.**

ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

АЛМАТЫ
НАН РК
ҒЫЛЫМ

Б а с р е д а к т о р

медицина ғылымдарының докторы, профессор

А. А. Ақанов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

ҚР ҰҒА академигі **И. О. Байтулин** (бас редактордың орынбасары), ҚР ҰҒА-ның академиктері **Е. В. Гвоздев, Н. Ә. Айтқожина, И. Р. Рахымбаев, М. Х. Шығаева, Р. С. Күзденбаева, А. М. Мелдебеков**, ауылшаруашылығы ғылымдарының докторы **Б. М. Махатов**, биология ғылымдарының докторы, профессор **А. Т. Иващенко**, биология ғылымдарының докторы, профессор **Н. П. Огарь**, биология ғылымдарының докторы **Т. С. Балмұханов**, биология ғылымдарының докторы **Р. С. Қарынбаев**, медицина ғылымдарының докторы **Р. И. Юй**, биология ғылымдарының кандидаты **Қ. Ә. Тойбаева** (жауапты хатшы)

Г л а в н ы й р е д а к т о р

доктор медицинских наук, проф.

А. А. Ақанов

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

академик НАН РК **И. О. Байтулин** (заместитель главного редактора), академики НАН РК **Е. В. Гвоздев, Н. А. Айтқожина, И. Р. Рахимбаев, М. Х. Шығаева, Р. С. Күзденбаева, А. М. Мелдебеков**, доктор сельскохозяйственных наук **Б. М. Махатов**, доктор биологических наук, профессор **А. Т. Иващенко**, доктор биологических наук, профессор **Н. П. Огарь**, доктор биологических наук **Т. С. Балмұханов**, доктор биологических наук **Р. С. Қарынбаев**, доктор медицинских наук **Р. И. Юй**, кандидат биологических наук **К. А. Тойбаева** (ответсекретарь)

E d i t o r - i n - c h i e f

doctor of medical sciences, prof.

A. A. Akanov

E d i t o r i a l s t a f f:

academician of the NAS of the RK **I. O. Baitullin** (deputy editor-in-chief), academicians of the NAS of the RK **E. V. Gvozdev, N. A. Aitkhozhina, I. R. Rakhimbaev, M. Kh. Shigaeva, R. S. Kuzdenbaeva, A. M. Meldebekov**, doctor of agricultural sciences **B. M. Makhatov**, doctor of biological sciences, prof. **A. T. Ivaschenko**, doctor of biological sciences, prof. **N. P. Ogar**, doctor of biological sciences **T. S. Balmukhanov**, doctor of biological sciences **R. S. Karynbaev**, doctor of medical sciences **R. I. Yui**, candidate of biological sciences **K. A. Toibaeva** (secretary)

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

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

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

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 218-220, тел. 261-06-33, 272-13-19, 272-13-18

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

УДК 579.873.71.017.7

Ж. Б. СУЛЕЙМЕНОВА, Ж. А. ИСКАКБАЕВА, А. Е. НУРЛЫБАЕВА

МИКРОБНЫЕ ФЕРМЕНТЫ (Современное состояние проблемы)

РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК

В обзоре дан анализ мировой практики в области исследований и использования ферментов микробного происхождения в разных отраслях промышленности и сельского хозяйства.

Анализ мировой литературы и практики в области исследований и практического применения в легкой, пищевой промышленности и сельском хозяйстве ферментных препаратов микробного происхождения показывает быстро растущий интерес к ним как в развитых, так и развивающихся странах [1-4]. Причина этого - стремление к постоянному увеличению производства биологически полноценной и безопасной пищевой продукции, которая уже включена в перечень критериев продовольственной безопасности этих стран. В этом отношении особый интерес представляют ферменты микробного происхождения.

Ферменты широко применяются в различных отраслях промышленности, а достижения современной энзимологии еще значительно расширили возможности применения ферментов, и в первую очередь, в медицине и пищевой промышленности. Рынок ферментов растет из года в год, причем он очень четко ориентирован на тенденции того рынка, где применяются ферменты. Его развитие зависит от двух взаимосвязанных факторов: экономической целесообразности их применения и возможности их промышленного производства. С деятельностью ферментов человечество знакомо очень хорошо с древних времен, хотя и не догадывалось об этом. Испокон веков люди знали способы приготовления хлеба, вина, пива, сыра, различных соусов и т.п., в которых главную роль играют процессы брожения, т.е. микроорганизмы и выделяемые ими ферменты. Использование ферментов позволяет значительно ускорять технологические процессы, увеличивать выход готовой продукции, повышать ее качество, экономить ценное сырье и др. Ферменты – биологические катализаторы белковой природы, способные во много раз ускорять химические реакции, протекающие в животном и растительном мире. Для получения ферментных препаратов пищевого назначения используют органы и ткани сельскохозяйственных животных, культурные растения (ананас, соя, папайя, инжир) и специальные штаммы микроорганизмов.

В настоящее время в промышленности применяют три вида штаммов: природные штаммы, нередко улучшенные естественным или искусственным отбором; штаммы, измененные в результате индуцированных мутаций; штаммы, полученные методами генной или клеточной инженерии. Часто путем отбора не удается получить высокоактивные продуценты, поэтому возникает задача изменения природы организма в нужном направлении. Для этого используют методы селекции. Природные штаммы микроорганизмов не обладают способностью выделять и накапливать в питательной среде такое количество нужного продукта, которое обеспечило бы низкую его стоимость и требуемый объем производства. Поэтому задачей селекции является не только усиление природной способности микроорганизмов продуцировать определенное вещество (ферменты, антибиотики, аминокислоты и т.д.), но во многих случаях и создание продуцента «заново» из штамма дикого типа, способного синтезировать вещество, но не способного его продуцировать [5-7]. Эти задачи осуществляются получением у природных штаммов наследственных изменений – мутаций, влияющих на фенотип (физиологические и морфологические признаки) клетки. Спонтанные (происходящие случайным образом) мутации помогают микробным популяциям приспосабливаться к новым условиям существования. Мутации приводят к усилению природной способности

микроорганизмов синтезировать и продуцировать определенное вещество, а также к появлению новой способности - синтезировать вещество в избытке (сверх своих потребностей).

Для ускорения селекции используют индуцированный мутагенез, применяя мутагенные факторы физической, химической и биологической природы. К универсальным физическим мутагенам относятся ультрафиолетовое облучение (УФО), рентгеновские лучи и др.; химические факторы мутагенного воздействия - азотистый иприт, нитрозамины, четыреххлористый углерод и другие химикаты; биологическими мутагенами являются фаги (вирусы микроорганизмов). Таким образом, селекционированные штаммы микроорганизмов обладают определенными ценными наследственно закрепленными свойствами.

Значительное увеличение выпуска ферментов наметилось в последние годы в связи с бурным ростом производства биоэтанола [8-11]. Создание промышленных способов получения недорогих амилолитических ферментных препаратов произвело революционный прорыв в технологии, который повлиял на мировую экономику. С помощью современных ферментных технологий из зерна получают биоэтанол – недорогое жидкое моторное топливо, которое уже стало альтернативой бензину, что дает возможность странам, не имеющим нефтяных месторождений, стать независимыми от поставок нефти. И это еще не все, на что способны ферменты. В будущем с их помощью можно будет получать биоэтанол из целлюлозосодержащего сырья, т.е. жидкое топливо из опилок – реальность завтрашнего дня. Сегодня биотехнология, особенно производство ферментных препаратов – огромный потенциал мировой экономики.

Одна из ведущих фирм по производству ферментных препаратов датская компания *Novozymes* начала в 2008 году строительство нового завода по производству ферментов для получения этанола в г. Бдэр (США). Эта компания считается непревзойденным лидером в области производства ферментов для получения этанола. Положительный пример не остается без поддержки. Компании *Dupont* и *Genencor*, подразделение *Danisco A/S* также объявили о создании совместного предприятия, которое будет выпускать биоэтанол из целлюлозосодержащего сырья, рынок которого оценивается в 75 млрд долларов.

Пищевая промышленность в этом плане тоже не стоит в стороне. Если несколько десятков лет назад ферментные препараты широко использовались только в производстве спирта, пива и сыроделии, то сейчас ферменты широко применяются в мясной, кондитерской, хлебобулочной, масложировой, не говоря уже о молокоперерабатывающей промышленности. С этой целью широко используют инновации, которые построены на таких направлениях в области получения новых ферментов и разработки современных технологий, как:

- модификация свойств индустриальных ферментов с целью повышения их активности и удешевления целевых продуктов;
- скрининг новых микроорганизмов – продуцентов ферментов;
- получение новых рекомбинантных ферментов с заданными свойствами;
- разработка пищевых нанотехнологий с использованием ферментов [12-15].

Новые технологии позволяют расширить сферу применения ферментных препаратов. На сегодняшний день можно насчитать около 15 отраслей пищевой промышленности, где с успехом используют ферменты, причем в каждой отрасли отдельная группа ферментов обеспечивает достижение конкретных целей, позволяющих либо улучшить качество продукта, либо увеличить выход данной продукции или удешевить процесс, а значит, снизить себестоимость продукции. Так, например, в хлебопечении применение ферментов способствует снижению расхода муки, улучшению качества теста, замедляет черствение, а также позволяет расширить производство охлажденного и замороженного теста, выпечка из которого пользуется большой популярностью в Европе.

В масложировой промышленности использование ферментных препаратов увеличивает выход продукции и экстракцию масла, в крахмалопаточной промышленности благодаря применению ферментов происходит увеличение выхода продукции, модификация крахмала, т.е. получение крахмала с четко заданными свойствами. Переработка зерна, пивоварение, производство молочной продукции, в частности, сыров, производство вина, соков и сокосодержащих напитков, спирта, кофе, белковых продуктов, сахара, ароматизаторов, растительных экстрактов и пектина также не обходятся без применения ферментных препаратов. Широко используются ферменты и при производстве мясных изделий для реструктурирования мяса.

Как видно, практически ни одна отрасль пищевой промышленности не обходится без использования ферментов [16]. Но это не означает, что идет тотальное, бездумное применение всего спектра ферментов. Специалисты из Европейского комитета окружающей среды считают, что на рынок должны быть допущены только те ферменты, которые действительно способны приносить пользу здоровью потребителей. В связи с этим в свод правил ЕС, которые регламентируют использование тех или иных пищевых добавок (и ферментов в том числе) были внесены некоторые новые законы. Так, первый закон позволит ввести в действие новую разрешительную процедуру, регулирующую порядок одобрения компетентными органами оборота «новых пищевых ингредиентов со всеми производными». Другие законодательные акты в деталях разрабатывают требования, которые предъявляются в отношении каждой разновидности пищевой добавки. Окончательное решение по поводу легальности оборота того или иного вещества будет приниматься ЕС на основании соответствующего постановления Европейского агентства пищевой безопасности.

По данным ряда аналитических служб европейский рынок пищевых ферментов постоянно расширяется и наращивает свои объемы, прибавляя ежегодно 8%, и, по мнению специалистов, к 2012 году должен в денежном выражении достичь объема в 846,2 млн евро. Одно из наиболее успешно развивающихся направлений – ферменты для выпечки. По данным *Frost и Sullivan*, этот сегмент, занимающий около трети всего рынка пищевых ферментов, за последние пять лет вырос почти на 40%. В 2010 году объем рынка составил более 53 млн евро.

На сегодняшний день рынок ферментов достаточно стабилен. Главными игроками на нем остаются такие компании, как *Novozymes, Danisco, Genzyme, Roche, Allergen, DSM* и *BASF*. Компания *Novozymes* контролирует 46% рынка ферментных препаратов, из которых, по данным исследовательского агентства *Freedonia Group*, более 26% приходится на ферменты для пищевой промышленности. Остальная часть (36%) поделена между *Danisco, Genzyme, Roche, Allergen, DSM* и *BASF*. Рынок пищевых ферментов отмечает исключительно положительную динамику. Для сравнения: весь рынок ферментных препаратов ежегодно «подрастает» в среднем на 10%, ежегодный рост европейского рынка, обеспеченный инновационными разработками, достиг уровня 3.5%. Мировой рынок ферментов растет вместе с мировым спросом на эту продукцию. На российском и казахстанском рынках присутствует продукция практически всех мировых лидеров ферментного рынка.

Компания *Novozymes* имеет в России представительство и также продает свою продукцию через дистрибьюторов, например, фирму «Пищепромпродукт», поставляющую ферментные препараты *Novozymes* для хлебопекарных и кондитерских предприятий. Продукцию нидерландской фирмы *DSM Food Specialties* – молокосвертывающие ферменты «Фромаза» и «Максирен» – на российский рынок поставляет компания «Антагро». Крупные фирмы предлагают на рынок, как правило, широкий спектр ферментов. Фирмы, специализирующиеся на определенных отраслях пищевой промышленности, выпускают ферменты специального назначения. Крупная датская фирма *Chr.Hansen*, работающая на рынке молочной продукции, уже более 130 лет производит и реализует универсальный сычужный фермент для производства сыра. Компания по праву считается лидером на рынке сыров, поставляя натуральные молокосвертывающие ферменты производителям сыра во всем мире.

Наряду с европейскими лидерами по производству ферментов все чаще на рынке появляются фирмы из Индии, Южной Кореи, Тайваня, Китая, чьи производства, по мнению аналитиков, влияют на повышение спроса. Так, компания «ХимПартнеры» – российское подразделение индийско-китайско-российской группы *ProPartners*, специализирующейся на международной торговле сырьевыми материалами, поставляет ферменты индийского производства для многих отраслей пищевой промышленности (пивоварения, хлебобулочной, соковой, чайной и др.).

Во всем мире уровень применения ферментов повышается с развитием и внедрением современных инновационных технологий. Что касается инновационных технологий, то Россия и Казахстан более консервативны по сравнению с европейскими странами, поэтому мы отстаем от Запада по потреблению ферментных препаратов. Так, например, в масложировой промышленности инновационные технологии использования ферментов только начинают внедряться. Такая же ситуация наблюдается в хлебопечении и в мясной промышленности. Но жизнь диктует свои законы и стремление людей к здоровому образу жизни, а значит, и потреблению здоровой и

функциональной пищи, заставляет производителей постепенно наращивать обороты своего производства с использованием инновационных технологий, позволяющих использовать различные пищевые ингредиенты, в том числе и ферменты определенного направленного действия.

Однако в России недостаточно, а в Казахстане практически не развито собственное производство ферментных препаратов. Все отрасли промышленности в Казахстане предпочитают использовать импортные ферментные препараты. Это связано в первую очередь с отсутствием масштабного отечественного производства. В настоящее время в России работают только несколько заводов, выпускающих ферменты микробного синтеза, среди них завод «Восток» в Кировской области и предприятие «Сиббиофарм» в Бердске.

Из других предприятий, которые ориентированы на выпуск пищевых ферментов, следует отметить ОАО «Московский завод сычужного фермента», который существует на рынке уже 75 лет и производит свои препараты из сырья исключительно животного происхождения. Свой вклад в развитие российского рынка ферментных препаратов вкладывает ростовский завод. Он поставляет на рынок не генномодифицированную продукцию для сыроделия, которая уступает импортной в цене, но не по качеству, как считают специалисты, использующие продукцию ростовского завода. Еще некоторое время назад управляющий Завода эндокринных ферментов г-н Ларичев высказал мнение, что российские сыроделы будут переходить на натуральные модифицированные ферментные препараты. Наличие генномодифицированных добавок, как правило, указывается на упаковках, и потребитель будет постепенно отказываться от такой продукции.

Конечно, вопрос завозить или производить ферменты из-за границы не может решиться одномоментно. Для развития собственного производства необходимо не только время, средства, но научный и производственный потенциал, а также стремление у российского и казахстанского производителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Fariha Hasan, Amer Ali Shah, Abdul Hameed*. Industrial applications of microbial lipases // *Enzyme and Microbial Technology*. 2006. Vol. 39. Issue 2. P. 235-251.
2. *Saha B.C., Jordan D.B., Bothast R.J.* Enzymes, Industrial (overview // *Encyclopedia of Microbiology*. 2009. P. 281-294.
3. *Brajesh Kumar Singh* Exploring microbial diversity for biotechnology: the way forward // *Trends in Biotechnology*. 2010. Vol. 28. Issue 3. P. 111-116.
4. *Diomi Mamma, Elisavet Kourtooglou, Paul Christakopoulos* Fungal multienzyme production on industrial by-products of the citrus-processing industry // *Bioresource Technology*. 2008. Vol. 99. Issue 7. P. 2373-2383.
5. *Manuel Ferrer, Olga Golyshina, Ana Beloqui, Peter N Golyshin* Mining enzymes from extreme environments // *Current Opinion in Microbiology*. 2007. Vol. 10. Issue 3. P. 207-214.
6. *Vargas-García M.C., Suárez-Estrella F., López M.J., Moreno J.* Microbial population dynamics and enzyme activities in composting processes with different starting materials // *Waste Management*. 2010. Vol. 30. Issue 5. P. 771-778.
7. *Reeta Rani Singhania, Rajeev K. Sukumaran* Advancement and comparative profiles in the production technologies using solid-state and submerged fermentation for microbial cellulases // *Enzyme and Microbial Technology*. 2010. Vol. 46. Issue 7. P. 541-549.
8. *Fei Wen, Nikhil U Nair, Huimin Zhao* Protein engineering in designing tailored enzymes and microorganisms for biofuels production // *Current Opinion in Biotechnology*. 2009. Vol. 20. Issue 4. P. 412-419.
9. *Curt R. Fischer, Daniel Klein-Marcuschamer* Selection and optimization of microbial hosts for biofuels production // *Metabolic Engineering*. 2008. Vol. 10. Issue 6. P. 295-304.
10. *Araque Edgardo, Parra Carolina, Rodríguez Manuel, Freer Juanita* Selection of thermotolerant yeast strains *Saccharomyces cerevisiae* for bioethanol production // *Enzyme and Microbial Technology*. 2008. Vol. 43. Issue 2. P. 120-123.
11. *Ana Beloqui, Pablo Domínguez de María, Peter N Golyshin, Manuel Ferrer* Recent trends in industrial microbiology // *Current Opinion in Microbiology*. 2008. Vol. 11. Issue 3. P. 240-248.
12. *Joseph R Warner, Ranjan Patnaik, Ryan T Gill* Genomics enabled approaches in strain engineering // *Current Opinion in Microbiology*. 2009. Vol. 12. Issue 3. P. 223-230.
13. *Jochen Weiss, Sylvia Gaysinsky, Michael Davidson, Julian McClements* Nanostructured Encapsulation Systems: Food Antimicrobials // *Global Issues in Food Science and Technology*. 2009. P. 425-479.
14. *Fernando Lopez-Gallego, Claudia Schmidt-Dannert* Multi-enzymatic synthesis // *Current Opinion in Chemical Biology*. 2010. Vol. 14. Issue 2. P. 174-18.
15. *Цурикова Н.В., Бурцева Э.И., Костылева Е.В.* Селекционные методы отбора высокоактивных штаммов-продуцентов ферментов. В сб. «Микробные биокатализаторы и их роль в нано- и биотехнологиях» (под ред. В. А. Полякова и Л. В. Римаревой). Москва. 2008. С. 46-51.
16. *Безбородов А.М., Загустина Н.А., Попов В.О.* Ферментативные процессы в биотехнологии. М.: Наука. 2008. 335 с.

Ж. Б. Сүлейменова, Ж. А. Исқақбаева, А. Е. Нұрлыбаева

МИКРОБТЫҚ ФЕРМЕНТТЕР
(заманауи жағдайдағы қиындықтар)

Бұл шолуда әлемдік практикадағы микробтық ферменттерді әртүрлі өндіріс аумағында және ауылшаруашылығында қолдану мен зерттеуге жалпы анықтама берілген.

Zh. B. Suleimenova, Zh. A. Iskakbaeva, A. E. Nurlybaeva

MICROBIAL ENZYMES
(current state of the problem)

This article review the broader international literature related to microbial enzymes and future prospects for their industrial application. Enzymes are employed in a wide range of processing steps in agricultural, food, environmental, and biotechnological industries. Today's biotechnology will continue to affect the food industry by providing new products, lowering costs and improving the microbial processes on which food producers have long relied. That is why the topic of improving industrial enzymes production technology and reducing their production cost is very important.

УДК 581.9 (574)

С. А. АЙПЕИСОВА

К СИСТЕМЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ТИПОВ ФЛОРЫ СТЕПНОЙ ЗОНЫ КАЗАХСТАНА

Актюбинский государственный университет им. К. Жубанова

Дана типология ареалов Актюбинского флористического округа. Выделено 53 типа ареала, объединенных условно в 3 группы типов ареалов.

В результате проведенного анализа распространения 1306 видов АФО нами была создана типология ареалов, включающая 53 типа ареалов, которая может быть взята за основу для ареалогического анализа степных региональных казахстанских флор.

Типы ареалов условно были объединены нами в три группы: широкораспространенную, евразийско-степную и древнесредиземно-морскую.

1. Широкораспространенная группа ареалов объединяет широкоареальные виды. Это следующие типы ареалов: плюрирегиональный, голарктический, голарктическо-древнесредиземно-морской, палеарктический, аркто-азиатско-североамериканский, евразийский, азиатский, европейский, европейско-сибирский, восточноевропейско-азиатский;

2. Евразийская степная группа ареалов объединяет виды, у которых вся или большая часть ареала лежит в пределах Евразийской степной области. Она включает следующие типы ареалов: европейско-причерноморско-казахстанский, европейско-причерноморско-казахстанский, европейско-переднеазиатско-причерноморско-казахстанский, европейско-причерноморско-казахстанско-сибирский, европейско-переднеазиатско-заволжско-казахстанский, европейско-заволжско-казахстанско-горносреднеазиатский, европейско-заволжско-казахстанско-туранский, европейско-заволжско-казахстанско-сибирский, европейско-заволжско-казахстанский, восточно-европейско-заволжско-казахстанско-монгольский, восточноевропейско-западноказахстанский, восточноевропейско-западноказахстанско-туранский, причерноморско-казахстанский, причерноморско-казахстанско-туранский, причерноморско-казахстанско-ирано-туранский, кавказ-заволжско-казахстанско-туранский, кавказ-заволжско-казахстанско-ирано-туранский, заволжско-казахстанский, заволжско-казахстанско-монгольско-сибирский, заволжско-казахстанско-сибирский, заволжско-казахстанско-туранско-монгольский, заволжско-казахстанско-туранско-сибирский, заволжско-казахстанско-ирано-туранский, заволжско-казахстанско-туранский, западно-казахстанский, западноказахстанско-туранский, актюбинский, мугалжарский, мугалжарско-бетпакадалинский, мугалжарско-приаральско-кашгарский, уральский, эмба-мугалжарско-приаральский, мугалжарско-центрально-казахстанский, мугалжарско-алтайский, причерноморско-казахстанско-горно-среднеазиатский, заволжско-казахстанско-горносреднеазиатский, западноказахстанско-туранско-горносреднеазиатский, урал-горносредне-азиатский.

Евразийская степная в свою очередь подразделена нами на 2 подгруппы типов ареалов:

Первая подгруппа ареалов, включает чисто степные виды, ареалы которых не выходят за пределы Причерноморско-казахстанской подобласти Евразийской степной области. К этой подгруппе ареалов относятся следующие типы ареалов: восточноевропейско-западноказахстанский, причерноморско-казахстанский, заволжско-казахстанский, заволжско-казахстанско-сибирский, западноказахстанский, актюбинский, мугал-жарский, уральский, мугалжарско-центрально-казахстанский, мугалжарско-алтайский.

Вторая подгруппа евразийской степной группы типов ареалов, представлена связующими видами (в понимании Н. Н. Портениера) [1]. Это виды, связующие степную зону Евразии с лесной и лесостепной зонами Европы, Сибири и Ирано-туранской подобластью Сахаро-Гобийской пустынной области, а также виды, ареалы которых лежат в пределах степной зоны и горных систем, зачастую с эксклавами в пустыни Турана. Это такие типы ареалов, как европейско-причерноморско-казахстанский, европейско-переднеазиатско-причерноморско-казахстанский, европейско-причерноморско-казахстанско-сибирский, европейско-переднеазиатско-заволжско-казахстанский, европейско-заволжско-казахстанско-горносреднеазиатский, европейско-заволжско-казахстанско-туранский, европейско-заволжско-казахстанско-сибирский, европейско-заволжско-казахстанский, восточно-европейско-заволжско-казахстанско-монгольский, восточноевропейско-западноказахстанский, восточноевропейско-западно-казахстанско-туранский, причерноморско-казахстанско-туранский, причерноморско-казахстанско-ирано-туранский, кавказ-заволжско-казахстанско-туранский, кавказ-заволжско-казахстанско-ирано-туранский, заволжско-казахстанско-монгольско-сибирский, заволжско-казахстанско-туранско-монгольский, заволжско-казахстанско-туранско-сибирский, заволжско-казахстанско-ирано-туранский, заволжско-казахстанско-туранский, западно-казахстанско-туранский, мугалжарско-бетпакадалинский, мугалжарско-приаральско-кашгарский, эмба-мугалжарско-приаральский, причерноморско-казахстанско-горносредне-азиатский, заволжско-казахстанско-горносреднеазиатский, западно-казахстанско-туранско-горносреднеазиатский, урал-горносреднеазиатский.

3. Древнесредиземноморская группа типов ареалов представлена 6 типами ареалов: древнесредиземноморской, европейско-древнесредне-земноморской, восточноевропейско-древнесредиземноморской, европейско-восточноевропейско-древнесредиземноморской, ирано-туранской, туранской.

Плюрирегиональный. С ареалом, охватывающим 2 или 3 флористических царства. Обычно этот тип называют космополитным. Это такие растения, как *Amaranthus retroflexus*, *Capsella bursa-pastoris*, *Convolvulus arvensis*, *Sonchus arvensis*, *Potamogeton perfoliatus*, *Phragmites australis*, *Typha angustifolia* и др.

Голарктический. С ареалом, охватывающим всю или почти всю территорию Голарктического царства флоры. К ним относятся *Dryopteris filix-mas*, *Matteuccia struthiopteris*, *Equisetum fluviatile*, *Humulus lupulus*, *Comarum palustre*, *Carex buxbaumii*, *Koeleria cristata*, *Poa angustifolia* и др.

Голарктическо-древнесредиземноморский. Данный тип ареала мы принимаем в определении Р. В. Камелина: «С ареалом более южным, охватывающим южную часть Бореальной области и большую часть Древнесредиземноморской и Восточноазиатской областей» [2, с. 71].

Это такие, как *Stellaria media*, *Tripolium vulgare*, *Eragrostis minor*, *Artemisia dracunculus* и др.

Палеарктический. С ареалом, охватывающим гумидные, субаридные и аридные области Голарктического царства в пределах Старого Света. К данному типу относятся *Achillea cartilaginea*, *Fragaria viridis*, *Lathyrus pratensis*, *Veronica scutellata*, *Trifolium lupinaster*, *Carex cespitosa*, *Erysimum hieracifolium*, *Inula britannica*, *Geranium pratense*, *Anemone sylvestris*, *Salix triandra*, *Impatiens noli-tangere* и др.

Аркто-азиатско-североамериканский. Объединяет виды с дизъюнктивным ареалом в Арктике, Северной Америке и большей части Азиатского материка (*Tanacetum boreale*, *Rubus sachalinensis*). Виды этой группы отражают древние флористические связи Азии и Северной Америки.

Древнесредиземноморский. С ареалом, охватывающим область Древнего Средиземья, т.е. от Испании и Марокко до Хингана (Средиземноморскую вечнозеленую, Евразийскую степную и Сахаро-Гобийскую пустынную области).

Это такие, как *Suaeda altissima*, *Frankenia pulverulenta*, *Lythrum thymifolia*, *Crypsis aculeate*, *Salsola australis*, *Aeluropus litoralis*, *Peganum harmala*, *Erysimum repandum*, *Atraphaxis replicata*, *Linum corymbulosum* и др.

Европейско-древнесредиземноморский. Объединяет виды с ареалами, охватывающими большую часть Древнего Средиземья и Европы с эксклавами в Западную Сибирь (*Stipa capillata*, *Poa bulbosa*, *Eremopyrum orientale*, *Bromus squarrosus*, *Lotus corniculatus*, *Artemisia scoparia*, *Alopecurus arundinaceus*, *Epilobium tetragonum*, *Cirsium vulgare* и др.).

Восточноевропейско-древнесредиземноморский. С ареалом в пределах восточной части Древнего Средиземья от Палестины, Сирии до Хингана. Виды данного типа ареала отличаются по западному

и восточному пределу распространения. Некоторые виды растений заходят в степные области Европы и проникают до Дуная и Днепра, часть видов заходит в Монголию.

К данному типу относятся *Tamarix laxa*, *Saussurea salsa*, *Puccinellia gigantea*, *Camphorosma monspeliaca*, *Spergularia diandra*, *Gagea bulbifera*, *Centaurea adpressa*, *Koelpinia linearis*, *Echinops ritro*, *Hypericum scabrum* и др.

Европейско-восточнодревнесредиземноморский. Объединяет виды с ареалом, охватывающим большую часть Европы, Восточную часть Древнего Средиземья. Это такие, как *Atriplex nitens*, *Glycyrrhiza glabra*, *Lepidium crassifolium*, *Atriplex calotheca*, *Rubus caesius*, *Hieracium echioides*, *Carex riparia*, *Festuca regeliana*, *Beckmannia eruciformis*, *Carex polyphylla* и др.

Ирано-туранский. Данный тип ареала объединяет виды, ареал которых охватывает Ирано-Туранскую подобласть Сахаро-Гобийской пустынной области по Лавренко [3; 4]. Их основной ареал охватывает контактную полосу между степями и пустынями. Среди ирано-туранских видов растений преобладают псаммофильная и галофильная группы. К ирано-туранскому типу относятся: *Alhagi persarum*, *Veronica rubrifolia*, *Cousinia alata*, *Eremurus inderiensis*, *Alyssum dasycarpum*, *Limonium suffruticosum*, *Kochia iranica*, *Girgenssohnia oppositiflora*, *Caragana grandiflora*, *Meristrotropis triphyllai* и др.

Туранский. Тип объединяет виды, распространенных в пустынях Северного и Южного Турана (южно-туранская и северо-туранская провинции Е.М. Лавренко [4]. Виды этого типа ареала имеют иррадиацию в заволжско-казахстанские степи, пустыни Западного Китая, и часть видов заходит в горы Казахстана и редко Средней Азии (*Euphorbia inderiensis*, *Crypsis acuminata*, *Suaeda physophora*, *Eremosparton aphyllum*, *Artemisia terrae-albae*, *Astragalus karakugensis*, *Jurinea tenuiloba*, *Artemisia terrae-albae*, *Zygophyllum turcomanicum*, *Inula multicaulis*, *Anabasis truncata*, *Calligonum aphyllum* и др.).

Евразийский. Объединяет виды, широко распространенные на территории Европы и Азии. Среди видов этого типа ареала преобладают влаголюбивые лесные и луговые растения. Это такие, как *Cyperus glomeratus*, *Lindernia procumbens*, *Calystegia sepium*, *Euphrasia pectinata*, *Euphorbia helioscopia*, *Polypogon monspeliensis* и др.

Азиатский. Объединяет виды, широко распространенные в Азии. Часть видов имеют участки распространения на Кавказе и Балканах.

Виды данного типа ареала различны по экологии. Это водные, лугово-болотные, луговые, степные, петрофильные и псаммофильные растения. К данному типу относятся: *Sagittaria trifolia*, *Sparganium stoloniferum*, *Trachomitum lancifolium*, *Hordeum brevisubulatum*, *Carex songorica*, *Leymus secalinus*, *Agropyron cristatum*, *Hordeum roshevitzii* и др.

Европейский. С ареалом в пределах Европы и эксклавами в Западную Сибирь, Кавказ и западноказахстанские степи. В большинстве своем это влаголюбивые растения, приуроченные к берегам рек, озер, влажным лугам и лескам. Это такие, как *Euphorbia palustris*, *Anemonoides nemorosa*, *Dastylorhiza traunsteineri*, *Sparganium erectum*, *Ulmus laevis* и др.

Европейско-сибирский. Объединяет виды, распространенные в бореальных областях Европы и Сибири.

Европейско-сибирские виды заходят в степи Казахстана, иногда проникая и в северные пустыни. Как отмечает Н.Н. Портениер [1, с.28], многие евросибирские виды распространены в северных провинциях восточно-азиатской области и имеют эксклавы в различных районах Древнего Средиземья.

Среди видов данного типа преобладают мезофилы, растущие в лесах и на влажных лугах. К данному типу относятся: *Betula pubescens*, *Salix myrsinifolia*, *Rosa majalis*, *Campanula cervicaria*, *Hesperis sibirica*, *Crepis sibirica* и др.

Восточноевропейско-азиатский. Объединяет виды с ареалом в пределах восточной Европы и Азии (включая Казахстан, Сибирь, Дальний Восток, Монголию, Китай, Японию). Большинство видов данного типа характерны для лесных, лугово-лесных сообществ. К ним относятся такие виды, как *Stellaria bungeana*, *Anemonoides altaica*, *Arabis pendula*, *Epilobium hirsutum*, *Serratula wolfii*, *Helictotrichon schellianum*, *Argusia sibirica* и др.

Европейско-причерноморско-казахстанский. Данный тип ареала объединяет виды, распространенные в пределах Европы и причерноморско-казахстанской подобласти (*Ononis arvensis*, *Tragopogon pratensis*, *Genista tinctoria*, *Carex supina*, *Astragalus glycyphyllos* и др.).

Европейско-переднеазиатско-причерноморско-казахстанский. Объединяет виды с ареалом, охватывающим большую часть Европы, переднюю Азию и причерноморско-казахстанскую под-область (*Cerasus fruticosa*, *Lathyrus pannonicus*, *Stip pulcherrima* и *Silene densiflora*).

Европейско-причерноморско-казахстанско-сибирский. С ареалом, охватывающим большую часть Европы, лесостепи и степи причерноморско-казахстанской подобласти и Сибири. Часть видов заходит на территорию Монголии. Виды этого типа ареала преимущественно луговые растения (*Salix cinerea*, *Salix viminalis*, *Salix fragilis*, *Carex vulpina*, *Festuca pratensis*, *Allium angulosum*, *Carex tomentosa*, *Juniperus sabina* и др.).

Европейско-переднеазиатско-заволжско-казахстанский. Объединяет виды с ареалом, охватывающим большую часть Европы, Малую Азию, Балканы и заволжско-казахстанские степ. Зачастую ряд видов имеют распространение и в прилежащих районах, особенно в Прикаспии, на юге Западной Сибири. Это такие, как *Populus alba*, *Mentha longifolia*, *Gladiolus imbricatus*, *Aristolochia clematitis*, *Crinitaria linosyris*, *Stipa pennata*, *Astragalus onobrychis*, *Iris sibirica* и др.

Европейско-заволжско-казахстанско-горносреднеазиатский. Объединяет виды, ареал которых охватывает большую часть Европы, заволжско-казахстанскую провинцию, Сибирь и горные цепи Тянь-Шаня до Памироалая (*Ranunculus polyanthemos*, *Trifolium fragiferum*, *Solidago virgaurea*, *Fumaria schleicheri*).

Европейско-заволжско-казахстанско-туранский. С ареалом, охватывающим большую часть Европы, заволжско-казахстанской провинции и Туран. Большинство видов данного типа ареала составляет степная группа растений. Это такие, как *Artemisia marschalliana*, *Eryngium planum*, *Gypsophila paniculata*, *Veronica spuria*, *Petasites spurius*, *Senecio erucifolius*, *Rorippa brachycarpa*, *Scirpus melanospermus*, *Galium ruthenicum*, *Rorippa brachycarpa* и др.

Европейско-заволжско-казахстанско-сибирский. Объединяет виды с ареалом, охватывающим почти всю Европу, степи заволжско-казахстанской провинции и Сибири.

Большинство видов этого типа ареала - влаголюбивые лугово-болотные, лугово-лесные и лесные растения. К этому типу относятся *Achillea salicifolia*, *Juncus compressus*, *Rorippa amphibia*, *Astragalus sulcatus*, *Lathyrus pisiformis*, *Heracleum sibiricum*, *Galium uliginosum*, *Oenanthe aquatica*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Cenolophium denudatum*, *Veronica prostrata*, *Linaria vulgaris* и др.

Европейско-заволжско-казахстанский. Объединяет виды с ареалом в пределах Европы и заволжско-казахстанской провинции. В подавляющем большинстве это растения сырых лугов, лесных пятен, берегов рек и степных западин. (*Geranium sylvaticum*, *Teucrium scordium*, *Crepis praemorsa*, *Asparagus officinalis*, *Ranunculus polyrhizos*, *Rhinanthus minor*, *Astragalus danicus* и др.).

Восточноевропейско-заволжско-казахстанско-монгольский. Объединяет виды, основной ареал которых лежит в пределах Восточной Европейской [5], заволжско-казахстанской провинции и Центральноазиатской подобласти Сахаро-Гобийской пустынной области с частичной иррадиацией в Сибирь и пустыни Северного Турана (*Pedicularis dasystachys*, *Chaerophyllum prescottii*, *Eremogone longifolia*, *Lychnis chalconica* и др.).

Восточноевропейско-западноказахстанский. Объединяет виды, основной ареал которых лежит в пределах восточноевропейской лесостепной, понтической степной провинции и западноказахстанской подпровинции. Это такие, как *Hedysarum razoumovianum*, *Onosma polychroma*, *Astragalus tauricus*, *Vincetoxicum intermedium*, *Centaurea arenaria* и *Jurinea polyclonos*, *Astragalus zingeri*, *Lamium paczoskianum* и др.

Восточноевропейско-западноказахстанско-туранский. Объединяет виды с ареалом из участков на западе от среднерусской возвышенности и Донецкого Кряжа до центрально-казахстанской на востоке с ответвлениями в пустыни Турана (*Jurinea ewersmannii*, *Astragalus amarus*, *Matthiola tatarica*).

Причерноморско-казахстанский. С ареалом в пределах причерноморско-казахстанской подобласти Евразийско-степной области с иррадиацией в прилегающие районы. Виды данного типа ареала различаются по полноте распространения в пределах причерноморско-казахстанской подобласти.

Большинство видов данного типа ареала распространены в пределах 4 провинций причерноморско-казахстанской подобласти (восточноевропейская лесостепной, причерноморской (понтической) степной, западносибирской лесостепной, заволжско-казахстанской степной).

К широко распространенным видам в пределах данной подобласти от Придунайских равнин Венгрии и Румынии относятся *Stipa zalesskii*, *Amygdalus nana*, *Plantago urvillei*, *Spiraea crenata*, *Limonium gmelinii* и др.

Есть виды, распространенные в пределах причерноморской (понтической) степной, заволжско-казахстанской степной и заходящие на территорию Западно-сибирской лесостепной провинции. Например, *Festuca beckeri*, *Ranunculus pedatus* и др. К видам с ареалом по территории причерноморско-казахстанской степной и заволжско-казахстанской степной провинции относятся *Caragana frutex*, *Tanacetum millefolium*, *Allium globosum*, *Astragalus albicaulis* и др.

Представители этого вида ареала отличаются и по восточной границе распространения.

По восточному пределу распространения виды подразделяются на 3 группы:

а) растения, заходящие в горы Восточного Казахстана (*Gnaphalium rossicum*, *Prangos odontalgica*, *Jurinea multiflora*, *Valeriana tuberosa* и др.);

б) растения, не выходящие за границы ЦКМ (*Astragalus ruprifragus*, *Palimbia turgaica*, *Thesium arvense* и др.);

в) растения, не выходящие за пределы Западноказахстанской подпровинции (*Lathyrus pallescens*, *Goniolimon rubellum*, *Mentha micrantha* и др.).

В случае, когда ареал вида на востоке не выходит за пределы западноказахстанской подпровинции, мы выделяем подтип причерноморско-западноказахстанский, к которому относятся ряд астрагалов (*Astragalus albicaulis*, *Astragalus pallescens*, *Astragalus physodes*, *Astragalus subuliformis*).

Причерноморско-казахстанско-туранский. С ареалом в пределах причерноморской, заволжско-казахстанской, западно-сибирской провинций причерноморско-казахстанской подобласти и пустынь Турана. К данному типу относятся *Stipa lessingiana*, *Astragalus testiculatus*, *Asparagus brachyphyllus*, *Allium decipiens*, *Tulipa schrenkii*, *Fritillaria ruthenica*, *Climacoptera brachiata*, *Saussurea amara*, *Rumex marschallianus*, *Kalidium foliatum*, *Lathyrus incurvus*, *Peucedanum alsaticum*, *Scutellaria dubia*, *Plantago maxima*, *Leonurus glaucescens*, *Vicia picta*, *Atraphaxis frutescens*, *Artemisia lerchiana*, *Leymus racemosus* и *Astragalus dolichophyllus*.

Внутри этого типа по распространению выделяются 4 группы:

1) виды, имеющие восточную границу на востоке ЦКМ, южную границу – в пределах Северного Турана: *Artemisia lerchiana*, *Dianthus rigidus*, *Ferula caspica*, *Peucedanum alsaticum*, *Artemisia proceriformis*, *Allium decipiens* и др.

2) виды, имеющие восточную границу на востоке ЦКМ, а южную границу по Южному Турану: *Syrenia montana*, *Astragalus brachylobus*, *Fritillaria ruthenica*, *Fritillaria meleagroides*, *Tulipa schrenkii*, *Tulipa biebersteiniana* и др.

3) виды, восточная граница которых заканчивается на территории западно-казахстанской подпровинции, а южная граница не выходит за пределы Северного Турана: *Petrosimonia brachiata*, *Lathyrus incurvus*, *Astragalus dolichophyllus*, *Astragalus varius*.

4) виды, восточная граница которых заканчивается на территории западно-казахстанской подпровинции, южная – в пределах Южного Турана: *Asparagus inderiensis*.

Причерноморско-казахстанско-ирано-туранский. Объединяет виды, распространенные в пределах причерноморско-казахстанской и ирано-туранской подобластей (*Carex diluta*, *Eragrostis collina*, *Humenolobus procumbens*, *Lepidium coronopifolium*, *Sium sisaroides* и *Crepis pannonica*).

Кавказ-заволжско-казахстанско-туранский. Объединяет виды с ареалом в пределах заволжско-казахстанской провинции, Кавказа и Турана. Это такие, как *Agropyron desertorum*, *Catabrosella humilis*, *Stipa caucasica*, *Isatis sabulosa*, *Plantago minuta*, *Salsola foliosa*, *Salsola laricina*.

Кавказ-заволжско-казахстанско-ирано-туранский. Объединяет степные виды с ареалом, охватывающим заволжско-казахстанские степи (от излучины Дона до юго-запада Алтая), Кавказ и ирано-туранскую провинцию (*Stipa caspia*, *Stipa hohenackerana*, *Glycyrrhiza aspera*, *Inula caspia*, *Matthiola odoratissima*).

Заволжско-казахстанский. Объединяет виды, распространенные в пределах Заволжско-казахстанской степной провинции. Это такие, как *Astragalus buchtormensis*, *Astragalus macropus*, *Thymus stepposus*, *Eremogone koriniana*, *Filipendula stepposa*, *Peucedanum morisonii*, *Allium praescissum*, *Euphorbia gmelinii*, *Oxytropis mugodsharica*, *Galium mugodsharicum*, *Centaurea turgaica*, *Serratula gmelinii*, *Anthemis trotziana*, *Centaurea carbonate* и др.

Восточный предел распространения видов данного типа ареала различен, и в связи с этим мы выделяем 3 группы:

а) виды, встречающиеся по всей территории заволжско-казахстанской провинции (*Dianthus ramosissimus*, *Trinia ramosissima*, *Tanacetum kiittaryanum*, *Astragalus buchtormensis*, *Lonicera micrantha*, *Gnaphalium kasachstanicum* и др.);

б) виды, распространенные до западной границы Восточно-казахстанской подпровинции (*Petrosimonia litwinowii*, *Thymus stepposus*, *Dianthus acicularis* и др.);

в) виды, распространенные до западной границы Саурско-Тарбагатайской горностепной подпровинции (*Euphorbia gmelinii*, *Oxytropis mugodsharica*, *Allium praescissum*, *Centaurea turgaica* и др.).

Часть видов данного типа ареалов заходит в своем распространении в пограничные районы Северного Турана. Некоторые виды имеют иррадиацию на территорию Монголии.

Заволжско-казахстанско-монгольско-сибирский. С ареалом, охватывающим степи заволжско-казахстанской провинции, Сибири и Монголии (*Juncus salsuginosus*, *Thellungiella salsuginea*, *Limonium coralloides*, *Pedicularis venusta*, *Pedicularis karoii*, *Potentilla bifurca*, *Thesium refractum*, *Dianthus versicolor*, *Hedysarum gmelinii* и др.

Заволжско-казахстанско-сибирский. Объединяет виды, распространенные в заволжско-казахстанской провинции и Сибири. Часть видов заходит в Северный Туран (*Leymus akmolinensis*, *Puccinellia tenuiflora*, *Puccinellia tenuissima*, *Suaeda corniculata*, *Crinitaria tatarica*, *Galatella biflora*, *Euphorbia subcordata*, *Silene altaica*, *Astragalus stenoceras*, *Centaurea sibirica*, *Eremogone saxatilis*, *Isatis costata* и др.

Заволжско-казахстанско-туранско-монгольский. Объединяет виды, распространенные от долины Нижней Волги и излучины Дона до восточной границы Центральноазиатской степной подобласти и заходящими в Туран. Это такие, как *Tamarix gracilis*, *Petrosimonia sibirica*, *Potentilla virgata*, *Artemisia schrenkiana*, *Artemisia pauciflora*, *Anabasis salsa*, *Orostachys thyrsoiflora* и др.

Заволжско-казахстанско-туранско-сибирский. Объединяет виды, основной ареал которых расположен в степях заволжско-казахстанской провинции, Сибири и пустынях Северного и Южного Турана (*Leymus paboanus*, *Asparagus polyphyllus*, *Glycyrrhiza uralensis*, *Silene sibirica*, *Iris tenuifolia*, *Matthiola superba*).

Заволжско-казахстанско-ирано-туранский. Объединяет виды, основной ареал которых расположен в пределах заволжско-казахстанской провинции и Ирано-туранской подобласти. Это такие, как *Garhadiolus papposus*, *Petrosimonia brachiata*, *Stipagrostis pennata*.

Заволжско-казахстанско-туранский. Объединяет виды, распространенные в пределах заволжско-казахстанской степной провинции и Турана зачастую с иррадиацией в степи Западной Сибири.

К данному типу относятся *Salsola acutifolia*, *Hordeum bogdanii*, *Artemisia gracilescens*, *Senecio noëanus*, *Leymus multicaulis*, *Cousinia astracanica*, *Leymus angustus*, *Jurinea transuralensis*, *Tragopogon dubianskyi*, *Astragalus turczaninowii*, *Astragalus arkalycensis* и др.

Западноказахстанский. Объединяет виды, основной ареал которых лежит в пределах западноказахстанской подпровинции, зачастую с иррадиацией в прилегающие районы (*Medicago komarovii*, *Linaria dolichocarpa*, *Astragalus mugodsharicus*, *Artemisia lessingiana*, *Rubia cretacea*).

Западноказахстанско-туранский. С ареалом, охватывающим степи западноказахстанской подпровинции и пустыни Турана. Наиболее многочисленной в данном типе ареала является степная группа. Это такие, как *Lagochilus acutilobus*, *Astragalus longipetalus*, *Gypsophila krascheninnikovii*, *Carthamnus gypsicola*, *Taraxacum turgaicum*, *Seseli eriocephalum*, *Echinops meyeri*, *Asperula danilewskiana*, *Jurinea kazachstanica* и др.

Актюбинский. Актюбинский тип ареала выделяется для узкоэндемичных видов, ареал которых ограничен Актюбинским флористическим округом (*Astragalus aktibensis*, *Hedysarum tsherkassovae*, *Jurinea fedtschenkoana*).

Мугалжарский. Это группа, объединяет виды, ареал которых не выходит за пределы Мугалжар (*Vincetoxicum mugodsharicum*, *Jurinea mugodcharica*, *Tanacetum saxicola*, *Sedum mugodsharicum*, *Arthropytum pulvinatum*).

Мугалжарско-бетпакадалинский с дизъюнктивным ареалом в Мугалжарах и Бетпакадале – *Potentilla turgaica*.

Мугалжарско-приаральско-кашгарский – с ареалом в Мугалжарах и Приаральских пустынях – *Astragalus subarcuatus*, обитающий на щербистых субстратах.

Уральский. Объединяет виды, основной ареал которых находится в пределах горных отрогов Южного Урала: *Dianthus uralensis* и *Elytrigia pruinaifera*.

Эмба-мугалжарско-приаральский. С ареалом, охватывающим Эмбу, Мугалжары и Приаральскую пустыню (*Astragalus temirensis*, *Tanacetum saxicola*).

Мугалжарско-центрально-казахстанский. Объединяет виды с дизъюнктивным ареалом в низкогорьях Мугалжар и Центрального Казахстана, начиная с юга верхнего течения р. Ори до Алтая. Это *Lappula brachycentroides*–петрофит.

Причерноморско-казахстанско-горносреднеазиатский. С ареалом, охватывающим большую часть причерноморско-казахстанской подобласти и горную систему Тянь-Шаня. Это такие, как *Nepeta ucranica*, *Centaurea ruthenica*, *Gypsophila altissima*, *Sedum hybridum*, *Scabiosa ochroleuca*.

Заволжско-казахстанско-горносреднеазиатский. С ареалом, охватывающим степную провинцию от окраин Южного Урала и долины р.Урал до юго-западного Алтая и горный пояс Тянь-Шаня до Памиро-алая с частичной иррадиацией в пустыни Турана. К данному типу ареала относятся такие виды, как *Ribes saxatile*, *Hieracium procerum*, *Crataegus korolkowii*, *Rosa laxa*, *Sanguisorba officinalis*, *Vicia tenuifolia*, *Rhinanthus songaricus*, *Cirsium alatum*, *Pseudosedum lievenii*.

Западноказахстанско-туранский-горносреднеазиатский. С ареалом, охватывающим западно-казахстанскую подпровинцию заволжско-казахстанской провинции, Джунгарский Алатау, горную систему Тянь-Шаня до Памиро-Алая с ответвлением в пустыни Турана (*Tragopogon marginifolius*, *Centaurea kasakorum*, *Cousinia platylepis*, *Caragana balchaschensis*).

Мугалжарско-алтайский. С дизъюнктивным ареалом в горных районах Мугалжар, Улутау и Алтая – это *Linaria altaica*.

Урал-горносреднеазиатский. Объединяет виды с дизъюнктивным ареалом от Урала, Джунгарского Алатау и горных цепей Тянь-Шаня до Памироалая, отчасти заходящие в Туран. Это такие виды, как *Astragalus lanuginosus*, *Astragalus filicaulis*, *Eryngium macrocalyx*, *Inula macrophylla*, *Stipa kirghisorum*, *Stipa orientalis*, *Atraphaxis virgata*.

ЛИТЕРАТУРА

1 Портениер Н.Н. Система географических элементов флоры Кавказа // Ботанический журнал. – 2000. – Т. 85, № 9. – С. 26-33.

2 Камелин Р.В. Флористический анализ естественной флоры горной Средней Азии. – М.; Л.: Наука, 1973. – 356 с.

3 Лавренко Е.М. О Сахаро-Гобийской пустынной ботанико-географической области и ее разделении // Доклады АН СССР. – 1960. – Т. 134, № 1. – С. 149-152.

4 Лавренко Е.М. Провинциальное разделение Центральноазиатской и Ирано-Туранской подобластей Афро-Азиатской пустынной области // Ботанический журнал. – 1965. – Т. 50, № 1. – С. 3-15.

5 Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. – Л.: Наука, 1978. – 247 с.

С. А. Айнейісова

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ДАЛАЛЫҚ АЙМАҒЫ ФЛОРАСЫНЫҢ ГЕОГРАФИЯЛЫҚ ТИПТЕРІНІҢ ЖҮЙЕСІНЕ

Ақтөбе флоралық аймағы ареалдарының типологиясы берілген. Ареалдардың 53 типі дараланып, шартты 3 топқа біріктірілген.

S. A. Aipeisova

TO SYSTEM OF GEOGRAPHICAL TYPES OF FLORA OF THE STEPPE ZONE OF KAZAKHSTAN

The article considers the area typology of Aktjubinskaya flora region. 53 types of species united into 3 basically are revealed.

С. А. АЙПЕИСОВА

ЭНДЕМИЗМ ФЛОРЫ АКТЮБИНСКОГО ФЛОРИСТИЧЕСКОГО ОКРУГА

Актюбинский государственный университет им. К. Жубанова

Дан анализ категорий эндемиков, приведена характеристика эндемиков и субэндемиков, определен их возраст и основное ведущее ядро эндемиков.

Флористические исследования, по мнению Б. А. Юрцева, Р. В. Камелина [1], должны содержать различные виды анализа флоры, включая анализ эндемизма и реликтовости.

Вопросам эндемизма в ботанической географии уделяется значительное внимание. По эндемизму различных регионов, в том числе Средней Азии, Казахстана, Сибири, Монголии и др. имеются многочисленные труды Н. В. Павлова [2], Л. И. Малышева [3], Р. В. Камелина [4, 5], Б. А. Быкова [6], В. П. Голоскокова [7], И. М. Красноборова [8], В. И. Грубова [9], Н. М. Большакова [10], Н. К. Аралбаева [11] и др.

Изучение состава эндемичных природных видов является одним из ключей к познанию степени оригинальности, самобытности флоры определенной территории [12, с. 66]. Как отмечает А. И. Толмачев [13, с. 147], эндемичные виды (роды) представляют специфическую составляющую часть каждой флоры и служат абсолютными ее отличиями от всех других флор.

Б. А. Быков [6] предложил вычислять индекс эндемизма, который дает возможность сравнивать эндемизм регионов, различных по площади.

О важности эндемичных видов говорят Р. Н. Raven [14], J. Holub, F. Prochazka, J. Crous [15] и др.

Как известно, роль эндемиков во флоре зависит в большей мере от размера территории, так как таксоны являются эндемичными лишь в случае, если их ареал не выходит за границы района.

Вместе с тем эндемизм значительно зависит от древности флоры и экологической и географической изоляции, способствующей сохранению таксонов с пониженной конкурентной способностью и препятствующий экспансии их ареала [16, с. 58].

Р. В. Камелин [4] утверждает, что самобытность и оригинальность флоры выявляются анализом их филогенетических, хорологических, цено-экологических особенностей. «В связи с этим учет количественного и качественного состава эндемиков имеет весьма высокое значение при флористическом районировании» [12, с. 65].

Мы придерживаемся общепринятого толкования понятий эндемичности, сформулированного А. И. Толмачевым [13, с. 147], который пишет, что эндемичными могут быть как виды, обладающие узлокализированным распространением, так и распространенные широко. Единственным безусловным критерием эндемичности является приуроченность всего ареала рассматриваемого вида (рода) к тому пространству, флора которого изучается нами.

В настоящее время различают несколько категорий эндемиков, в основу которых положены разные признаки.

Так, И. М. Крашенинников [17], J. Holub, V. Jirasek [18], А. И. Толмачев [13] и др. по времени происхождения подразделяют эндемичные виды на прогрессивные эндемики или неоэндемики и реликтовые эндемики или палеоэндемики.

По определению А. И. Толмачева [13, с. 157] «прогрессивными эндемиками являются все виды данной флоры, представляющие новообразования, возникшие на занимаемой ею пространстве и не распространившиеся за его пределы».

Неоэндемики, согласно Б. В. Заверухи [12, с. 68], являются относительно молодыми образованиями флорогенеза, ареалы которых преимущественно находятся в стадии прогрессивного развития, своеобразной флористической экспансии по захвату новых территорий. В свою очередь, данную группу он подразделяет на экспансивные и пассивные. Относя к экспансивным неоэндемикам виды, находящиеся в стадии флористической экспансии.

К пассивным неозндемикам им отнесены виды, приуроченные к исключительно узким эколого-ценотипическим нишам и не имеющие в связи с этим тенденции к расширению ареала.

Палеозндемики – это древние таксоны с остаточными ареалами, морфологически и филогенетически изолированные, которые А. Engler [19] называл реликтовыми эндемиками.

Как отмечает Е. Wulff [20], «согласно Энглеру мы должны различать двоякого рода эндемизм: во-первых, эндемизм, обусловленный сохранением древних форм, которые могли возникнуть в совершенно других областях, и во-вторых, эндемизм, обязанный развитию новых, совершенно аутохтонных форм».

Б. В. Заверуха [12, с. 66] подразделяет эндемики по происхождению на аутохтонные и неаутохтонные. К первой категории относятся типичные эндемичные природные виды – прежде всего, географические расы, возникшие аутохтонно. К этой группе эндемиков во флоре АФО относятся *Megacarpaea mugodzhatica*, *Sedum mugodsharicum*, *Vincetoxicum mugodsharicum*.

Ко второй категории относятся виды, которые первоначально возникли за пределами данной флоры в ином регионе, но в своем современном распространении ограничены локальной территорией, вошли в состав естественной флоры, в ее флорокомплексы и заняли определенные экологические ниши. Р.В. Камелин [4] называет эту категорию эндемиков – аллоэндемиками.

По распространению эндемики подразделяются на локальные или узколокальные эндемики [13], стеноэндемики [18] и эвроэндемики. Стеноэндемики – это природные виды, распространенные только на ограниченной площади какой-то незначительной части исследуемой территории. Во флоре АФО к ним можно отнести *Jurinea mugodcharica*, *Astragalus aktiubensis* и др. Эвриэндемиками являются более широкоареальные эндемичные виды, захватывающие всю территорию естественного региона или его значительную часть.

Ограниченность ареала может быть результатом сокращения некогда обширного ареала (палеозндемизм) или обусловлено недавним возникновением неуспешного распространиться более широко вида (неозндемизм).

Хотя существуют и палеозндемичные виды с хорошо развитыми ареалами, охватывающими большую часть или всю территорию определенного региона, иногда выходя и за его пределы. Однако в практике флорогенезисных исследований при анализе явлений эндемизма встречаются природные виды, которые нельзя отнести ни к явным палеозндемикам, ни к категории неозндемиков. В таких сложных случаях предлагает пользоваться понятием о «мезохроноэндемики» Б. В. Заверуха [12, с. 69]. М. С. Байтенов [21, 22] применяет такой же подход к реликтам, называя их «мезореликтами» (плиоцен-плейстоцен).

По определению Б. В. Заверухи [12, с. 67] – это древние природные виды преимущественно с консервативными затухающими ареалами или же сильно дизъюнктивными ареалами, оторванным от ближайших родственных натуральных видов, которые тоже сохранились на определенных ограниченных территориях.

И. М. Крашенинников [17, с. 40] приводит для Южного Урала *Dianthus uralensis*, как пример молодого прогрессивного эндемизма. «Этот южно-уральский эндем ограничен весьма небольшим ареалом и пока обнаружен между 51° и 52° 30' с.ш. исключительно в области южно-уральского и зауральского пенепленов, где обитает на скалистых обнажениях частью в степной зоне, частью также в лесостепи».

П. Л. Горчаковский [23, с. 314] указывает для этого вида ареал в пределах лесостепных районов Южного Урала (Башкирия, Оренбургская и отчасти Челябинская области). Нами данный вид собран на левом берегу р. Урал в окр. с. Херсон, по каменистому склону в ур. Карабулак, у подножия холма в ур. Умарова балка. Эти данные служат подтверждением прогрессивного эндемизма данного вида.

Кроме видов, ареалы которых ограничены исследуемой территорией, в составе любой флоры имеются определенное количество видов с ареалами, выходящими за ее пределы.

В общем, ареал такого природного вида в целом ограничен, но не приурочен исключительно к исследуемому региону. Виды с такими ареалами называют субэндемичными.

Исходя из характера субэндемизма, Б. В. Заверуха [12, с. 71-72] выделяет:

1. Конфинитные субэндемики – виды, ареалы которых выходят недалеко за пределы изучаемой территории. В нашей флоре к таковым можно отнести западноказахстанские виды (*Astragalus mugodsharicus*, *Medicago komarovii*, *Linaria dolichocarpa*, *Hedysarum tsherkassovae*, *Rubia cretacea*) и

эмба-мугалжарский вид – *Tanacetum saxicola*, уральские виды (*Elytrigia pruinifera* *Dianthus uralensis*);

2. Экстенсивные субэндеммы – виды, ареалы которых значительно дальше выходят за предела исследуемого флористического района.

К этой категории субэндеммов мы относим эмба-мугалжарско-приаральский вид (*Astragalus temirensis*) и мугалжарско-центрально-казахстанский вид (*Lappula brachycentroides*);

3. Дубликатные субэндеммы – виды с бизндемичным, дизъюнктивным характером ареала. Из видов флоры АФО к данной категории субэндеммов мы относим мугалжарско-бетпакадалинский вид (*Potentilla turgaica*), мугалжарско-приаральско-кашгарский (*Astragalus subarcuatus*).

Проведенный географический анализ флоры исследуемого района позволил выделить нам 20 эндемичных видов, включая субэндеммы.

Приводим краткую характеристику эндеммов и субэндеммов АФО.

Эндемики:

1. *Megacarpaea mugodzharaica* Golosk. et Vass. – Крупноплодник мугоджарский. Голоценовый автохтонный неэндемик. Травянистый многолетник, поликарпик. Строгий петрофит. Узколокальный вид, распространение которого ограничено каменистыми склонами Центральной части хребта Мугоджар.

2. *Sedum mugodsharicum* Boriss. – Очиток мугоджарский. Голоценовый автохтонный неэндемик. Травянистый многолетник. Поликарпик. Узколокальный вид, описанный с урочища Берчогур.

3. *Vincetoxicum mugodsharicum* Pobed. – Ласточник мугоджарский. Автохтонный голоценовый неэндемик. Травянистый многолетник. Поликарпик. Узколокальный вид, встречающийся только в Мугоджарах.

4. *Arthropytum pulvinatum* Litv. – Саксаульчик подушковидный. Полукустарник. Узколокальный строгий петрофит. Описан со ст. Кара-Чокат (Мугоджары). Вероятно, мезохроноэндемик с плиоцен-плейстоценовым возрастом.

5. *Jurinea mugodcharica* Pjip – Наголоватка мугоджарская. Полукустарничек. Стеноэндемичный вид с очень ограниченным ареалом в Мугоджарах – г. Боктыбай. По происхождению голоценовый неэндемик.

6. *Astragalus aktiubensis* Sytin. – Астрагал актюбинский. Полукустарничек. Узколокальный эндемик, ареал которого охватывает гряду меловых холмов Подуральского Плато. Строгий кальцефит. Наиболее близок к двум видам: *Astragalus medius* и *Astragalus brachylobus*, *Astragalus aktiubensis* по мнению А.К. Сытина [24], является предковым таксоном по отношению к *Astragalus brachylobus*, для которого, по-видимому, меловые холмы к западу от Актюбинска, стали убежищем в позднеплейстоценовые трансгрессии комплекса. Вероятно, мезохроноэндемик с плиоцен-плейстоценовым возрастом.

7. *Hedysarum tsherkassovae* Knjasevsp. nov – Копеечник Черкасовой. Травянистый многолетник. Поликарпик. Стеноэндемик с ареалом в пределах Подуральского плато на меловых холмах между реками Илек и Уил. Строгий кальцефит.

По мнению М. С. Князева [25, с. 98-103], данный вид представляет собой древний, скорее всего, позднеплейстоценовый гибридогенный вид (*Hedysarum razoumovianum* х *Hedysarum cretaceum*), в значительной степени подвергшийся эволюционной переработке.

8. *Jurinea fedtschenkoana* Pjip – Наголоватка Федченковская. Полукустарничек. Узколокальный вид, произрастающий на меловых возвышенностях: г. Акбута, окр. ст. Мугалжарская и ур. Акжар. Строгий кальцефит. Вероятно, неэндемик с плейстоцено-голоценовым возрастом.

Субэндемики:

1. *Astragalus mugodsharicus* Bunge – Астрагал мугоджарский. Полукустарничек. Строгий петрофит. Конфинитный западноказахстанский субэндемик. Четвертичный голоценовый-неэндемик.

2. *Astragalus stemirensis* M. Pop. – Астрагалтемирский. Экстенсивный эмба-мугалжарско-приаральский субэндемик.

Кустарник. Степнопетрофит. Вероятно, неэндемик с плейстоценовым возрастом.

3. *Astragalus subarcuatus* M. Pop. – Астрагал почти дугообразный. Дубликатный мугалжарско-приаральско-кашгарский субэндемик.

Травянистый многолетник. Поликарпик. Строгий петрофит с дизъюнктивным ареалом: Мугалжары – Фергана – Кашгария. Вероятно, он является палеоэндемиком, возраст которого миоцен-плиоцен.

4. *Potentilla turgaica* Soják. – Лапчатка тургайская. Дубликатный мугалжарско-бетпакадалинский субэндемик. Травянистый многолетник. Поликарпик. Мезохроноэндемик. Возраст его – плиоцен-плейстоцен.

5. *Lappula brachycentroides* M. Pop. – Липучка безшиповая. Экстенсивный мугалжарско-центральноказахстанский субэндемик (с дизъюнктивным ареалом). Возраст его, вероятно, плейстоцен – голоцен.

6. *Tanacetum saxicola* (Krasch.) Tzvel. – Пижма скальная. Конфинитный субэндемик с эмбамугалжарским ареалом. Вид встречается в Мугоджарах и в среднем течение р. Эмбы. Неосубэндемик-плейстоцен-голоценовый.

7. *Medicago komarovii* Vassilcz. – Люцерна Комарова. Конфинитный субэндемик с западноказахстанским ареалом. Травянистый многолетник. Поликарпик. Неоэндемик, с плейстоценовым возрастом.

8. *Linaria dolichocarpa* Klok. – Льянка длинноплодная. Конфинитный западноказахстанский субэндемик. Травянистый многолетник. Поликарпик. Псаммофит. Возраст этого вида, вероятно, плейстоцен.

9. *Rubia cretacea* Pojark. – Марена меловая. – конфинитный западно-казахстанский субэндемик. Полукустарник. Строгий кальцефит. Вероятно, неоэндемик с плейстоцен-голоценовым возрастом.

10. *Dianthus uralensis* Korsh. – Гвоздика уральская. Конфинитный уральский голоценовый субэндемик. Травянистый многолетник. Поликарпик. Петрофит. П. Л. Горчаковский [23] относит его и последующий вид к уральским горностепным и скальным эндемикам, являющимися реликтами каменистых степей, широкораспространенных в конце третичного периода на Южном Урале. *Dianthus uralensis* – наиболее близок к *Dianthus rigidus* Vieb., от степного предка, которого отчленилась, по мнению П.Л. Горчаковского (1963) [23], в конце плейстоцена-голоцена.

11. *Elytrigia pruinifera* Nevski – Пырей инееватый. Конфинитный уральский голоценовый субэндемик. Травянистый многолетник. Поликарпик. Петрофит.

12. *Artemisia lessingiana* Bess. – Полынь Лессинговская. Конфинитный западноказахстанский субэндемик. Полукустарничек. Петрофит. Плейстоцен-голоценовый неоэндемик.

Как видим, в исследуемом районе 8 эндемиков (0,61% от общего количества природных видов флоры) и 12 субэндемиков (0,92%). Всего во флоре АФО имеется 20 видов эндемичного и субэндемичного характера, что составляет 1,5% от общего числа видов флоры.

Коэффициент эндемизма АФО, вычисленный по формуле Б.А. Быкова [26], составил +0,2, т.е. оказался довольно низким.

Сравнение процента эндемизма АФО с Южным Уралом и ЦКМ показало следующее соотношение: 1,5 – АФО; 1,5% – ЦКМ по З. В. Карамышевой и Е. И. Рачковской [27]; 3,22% – Южный Урал по З. Н. Рябиной [28].

При этом следует учесть, что к эндемичной группе З. Н. Рябиной [28, с. 11] отнесены виды со значительным ареалом (заволжско-казахстанским, причерноморско-казахстанским), таковые нами к субэндемикам не относились.

Мы согласны с З. В. Карамышевой и Е. И. Рачковской [27, с. 140], считающими главной причиной малого количества эндемиков – отсутствие изоляции от окружающих территорий. На исследуемой территории органических преград нет, так как г. Мугалжары к таковым не относятся.

Как отмечает И. Т. Васильченко [29, с. 319], «горные хребты в случае продольных миграций, происходящих вдоль горных цепей, по горизонталям, не затрудняет, а во многих случаях облегчает миграции. Но и при перпендикулярных миграциях горные хребты далеко не всегда являются сколько-нибудь серьезными препятствиями для миграций растений, как это, например, имеет место в отношении Уральского хребта».

Анализ распределения эндемиков и субэндемиков по семействам и родам показал следующее:

Семейства расположены в порядке убывания количества эндемичных и субэндемичных видов:

Fabaceae, из 79 видов семейства: 2 актюбинский, 2 западноказахстанский, 1 эмба-мугалжарско-приаральский, 1 мугалжарско-приаральско-кашгарский;

Asteraceae, из 220 видов семейства: 1 актюбинский, 1 мугалжарский, 1 эмба-мугалжарско-приаральский; 1 западноказахстанский;

Caryophyllaceae, из 64 видов семейства: 1 уральский

Chenopodiaceae, из 78 видов семейства: 1 мугалжарский;

Brassicaceae, из 79 видов семейства: 1 мугалжарский;

Crassulaceae, из 6 видов семейства: 1 мугалжарский;

Rosaceae, из 50 видов семейства: 1 мугалжарско-бетпақдалинский;

Rubiaceae, из 17 видов семейства: 1 западноказахстанский

Asclepiadaceae, из 3 видов семейства: 1 мугалжарский;

Boraginaceae, из 35 видов семейства: 1 мугалжарско-центрально-казахстанский;

Scrophulariaceae, из 47 видов семейства: 1 западноказахстанский.

Poaceae, из 106 видов семейства: 1 уральский.

Как видим, наиболее богатыми по количеству видов эндемичного характера являются 2 семейства, возглавляющие спектр ведущих семейств АФО *Fabaceae* и *Asteraceae*. При том наблюдаем, что семейство *Fabaceae* значительно преобладает по числу видов в группе видов эндемичного характера.

Г. А. Пешкова [30] отмечает, что высокий процент эндемичности, свойственный основным родам бобовых (астргал и остролодочник), приуроченных к горным территориям Ангариды. Эндемичные виды этих семейств составляют 47,37% от общего числа видов эндемичного характера АФО.

Наиболее богатыми родами на эндемичные и субэндемичные виды является самый полиморфный род нашей флоры – род *Astragalus* (4 вида, 21,05% от числа эндемичных видов) и род *Jurinea* (2 вида, 10,53%). Остальные, как видно из вышеприведенного обзора, содержат по 1 виду.

По спектру жизненных форм групп видов эндемичного характера доминируют гемикриптофиты, составившие 9 видов или 50,0% от общего числа эндемичных видов. На втором месте хамефиты – 6 видов (30,8%); далее идут фанерофиты – 2 вида (11,1%), терофиты и криптофиты – по 1 виду (5,6%).

Следует отметить, что по своей экологии в нашей флоре 60,0% видов эндемичного характера являются петрофитами, 30,0% кальцефитами. З. В. Карамышева и Е. И. Рачковская [27, с. 141] также отмечают, что эндемы, главным образом, являются петрофилами, а субэндемы разнообразны по своей экологии. Особенностью эндемичной флоры АФО является то, что узколокальные виды представлены только петро-кальцефитами, которые, по мнению З. Н. Рябининой [28, с. 12], не являются доминантами и субдоминантами, а представляют в большинстве своем группу редких растений.

П. Л. Горчаковский [23, с. 336] также отмечает, что «ни один из уральских эндемиков не играет ведущей, определяющей роли в сложении растительного сообщества».

Из перечисленных субэндемичных видов видно, что АФО имеет связи с Южным Уралом, Тургаем, Центральным Казахстаном, Северным и Южным Тураном, Кашгарией, т.е. ясно видны связи с прилегающими флористическими районами.

Таким образом, установлено, что именно, субэндемики наилучшим образом демонстрируют гетерогенность и гетерохронность флоры АФО.

Кроме того, основное ведущее ядро эндемиков АФО – это кальцепетрофиты и эти данные свидетельствуют о формировании основного автохтонного ядра в плиоцен-голоцене.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Юрцев Б.А., Камелин Р.В. Основные понятия и термины флористики. – Пермь: Пермский университет, 1991. – 80 с.
- 2 Павлов Н.В. Эндемичные и реликтовые растения Казахстана // Ботаника в Казахстане. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1959. – С. 19-28.
- 3 Малышев Л.И. Определитель высокогорных растений Южной Сибири. – Л.: Наука, 1968. – 281 с.
- 4 Камелин Р.В. Флористический анализ естественной флоры горной Средней Азии. – М.:Л.: Наука, 1973. – 356 с.
- 5 Камелин Р.В. О родовом эндемизме флоры средней Азии // Ботанический журнал. – 1965. – Т. 50, № 12. – С. 1702-1709.
- 6 Быков Б.А. О количественной оценке эндемизма // Ботанические материалы гербария. Инст. Ботан. АН Казахской ССР. – 1979. – Вып. 11. – С. 3-8.

- 7 Голоскоков В.П. Особенности видового эндемизма во «Флоре Казахстане» // Ботанические материалы института ботаники АН КазССР. – Алма-Ата: Наука, 1969. – Вып. 6. – С. 3-12.
- 8 Красноборов И.М. Высокогорная флора Западного Саяна. – Новосибирск: Наука, 1976. – 380 с.
- 9 Грубов В.И. Определитель сосудистых растений Монголии. – Л.: Наука, 1982. – 442 с.
- 10 Большаков Н.М. Дендрофлора Саур Тарбагатайской горной области. – Новосибирск: Наука, 1987. – 176 с.
- 11 Аралбаев Н.К. Солтүстік Зайсан өңірінің флорасы. – Алматы: Республ. баспа кабинеті, 1997. – 115 б.
- 12 Заверуха Б.В. Флора Вольно-Подольи и ее генезис. – Киев: Наука думка, 1985. – 192 с.
- 13 Толмачев А.И. Введение в географию растений. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1974. – 244 с.
- 14 Raven P.H. Catastrophic selection and edaphic endemism // Evolution. – 1964. – № 18. – P. 336-338.
- 15 Holub J., Prochaazka F., Cerousky J. List of extinct, endemic and threatened taxa of vascular plants of the flora of the Czech. Socialist Republic (First draft) // Preslia. – 1979. – Vol. 51, № 3. – P. 213-237.
- 16 Малышев Л.И., Пешкова Г.А. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Наука. – Новосибирск, 1984. – 265 с.
- 17 Крашенинников И.М. Анализ реликтовости флоры Южного Урала в связи с историей растительности и палеографией плейстоцена // Советская ботаника. – 1937. – № 4. – С. 16-45.
- 18 Holub J., Jirasek V. Zur Vereinheitlichung der Terminologie in der Phytogeographie // Folia geobot. Phytotaxon. (Praha). – 1967. – № 1. – P. 69-113.
- 19 Engler A. Die Entwicklung der Pflanzengeographie in den letzten 100 Jahren. Humboldt-Schrift von Gesellschaft für Erdkunde. – Berlin, 1899. – 179 p.
- 20 Wulff E. Entwicklungsgeschichte der Flora der Krim // Engler's Botan. Jahrb. – 1926. – B. 60. – P. 408-438.
- 21 Байтенов М.С. Высокогорная флора Северного Тянь-Шаня. – Алма-Ата: Наука, 1985. – 207 с.
- 22 Байтенов М.С. Реликты флоры Казахстана // Охрана растительного мира Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1979. – С. 149-150.
- 23 Горчаковский П.Л. Эндемичные и реликтовые элементы во флоре Урала и их происхождение // Материалы по флоре и растительности СССР. – М.-Л., 1963. – Вып. 4. – С. 285-375.
- 24 Сытин А.К. Новый вид Астрагала (*Astragalus L., Fabaceae*) из Западного Казахстана // Новости систематики высших растений. – СПб., 2000. – Т. 32. – С. 92-96.
- 25 Князев М.С. Новый вид рода *HEDYSARUM (FABACEAE)* из Северного Казахстана и Оренбургской области России // Ботанический журнал. – 2003. – Т. 88, № 4. – С. 98-103.
- 26 Быков Б.Б. Экологический словарь. – Алма-Ата: Наука, 1983. – 216 с.
- 27 Карамышева З.В., Рачковская Е.И. Ботаническая география степной части Центрального Казахстана. – Л.: Наука, 1973. – 278 с.
- 28 Рябинина З.Н. Конспект флоры Оренбургской области. – Екатеринбург: УрО РАН, 1998. – 163 с.
- 29 Васильченко И.Т. К вопросу о генезисе рода остролодочник *Oxytropis DC* // Ботанический журнал. – 1965. – Т. 50, № 3 – С. 313-323.
- 30 Пешкова Г.А. Флорогенетический анализ степной флоры гор Южной Сибири. – Новосибирск: Наука, 2001. – 192 с.

C. A. Айнейісова

АҚТӨБЕ ФЛОРИСТИКАЛЫҚ АЙМАҒЫ ФЛОРАСЫНЫҢ ЭНДЕМИЗМІ

Эндем категорияларына талдау жасалды, эндем және субэндемдерге сипаттама берілді, олардың жасы және негізгі жетекші ядросы анықталды.

S. A. Aipeisova

THE FLORA ENDEMISM OF AKTOBE FLORISTIC REGION

The analysis of Endemic categories is given, the endemic and subendemic types are specified, their age and main leading nucleus of endemics are defined.

Д. Қ. ЖАРКЕНОВ*, Қ. Ж. СЕЙТБАЕВ**

ШУ ӨЗЕНІ БАССЕЙНІНДЕГІ КІШІ СУ АЙДЫНДАРДЫҢ ИХТИОФАУНАСЫ ЖӘНЕ ЖАЛПЫ ЖАҒДАЙЫ

*Қазақ балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Алматы қаласы

**Тараз инновациялық-гуманитарлық университеті, Тараз қаласы

Шу өзені бассейніндегі су айдындардың ихтиофауна құрамы және физикалық-географиялық, биологиялық сипаттамасы қарастырылған. Осы барлық деректерді талдау арқылы болашағы жоқ өзен, су көлдер мен айдындарды жалпы тізімнен алып тастауға, барын қалдыруға ұсыныстар берілген.

Қазақстанның балық шаруашылығының дамуында Жамбыл облысы аумағында орналасқан кіші су айдындарының алатын орны ерекше. Облыстағы балықтардың өсіп-өнуіне қолайлы су қоймалары мен көлдердің көпшілігі Аса, Талас және Шу өзендерінен нәр алатындықтан олардың су қорлары үнемі жаңарып, толығып отырады.

Облыста жалпы көлемі 1034,7 шақырым болатын 11 ағын су қоймасы, 11 өзен тектес су жинау айдындар бар. Сонымен бірге су қорларын жинақтауға арналған 22 су қоймасы бар. Бұл бассейндерге су жинақтау, олардан қайтадан су алу шараларын жүзеге асыруға жалпы ұзындығы 5660 шақырымды құрайтын шаруашылықаралық каналдар пайдаланылады. Облыстың аймағында орналасқан табиғи және жасанды су айдындары жаңбыр және еріген қар суларының бастаулардың төмен рельефті жерлерге жиналуы арқылы пайда болады. Міне осы аталған су айдындарының жалпы аумағы мен олардың географиялық орналасу ерекшеліктері облыстағы балық аулауды қазіргіден ондаған есе арттырып, дамытуға мүмкіндік береді. Яғни осы су айдындарын тиісті пайдаланып, балық шаруашылығын өркендету арқылы облыстың балық шикізаты ресурстарын анағұрлым көтеруге болады. Кәсіпшілік балық аулау негізінен Билікөл көлінде жүргізіледі. 1995 жылдарға дейін бұл көл жылына 700 тоннаға дейін балық беретін және Ақкөл көлінде балық аулау кәсібі 100 тоннаны құрайтын, қазіргі кезеңде облыстағы барлық су айдындарынан балық аулау лимиті 150–200 тоннадан аспайды.

Қазіргі кезде облыстағы табиғи және жасанды су айдындары айтарлықтай болашағы бар деп саналады. Осыған қарамастан бұл су айдындар әлі де болса нашар пайдаланылуда. Су айдындарының мелиоративтік жағдайы да өте төмен. Кейбір су айдындарынан ауылшаруашылық дақылдарын суғару мақсатында пайдалану нәтижесінде көптеген кәсіптік маңызы бар балықтар түрлері қысқаруда.

Материалдар мен әдістемелер. Зерттелінген су айдындардың географиялық орналасуының космостық бейнелері Google Earth навигациялық бағдарламасының көмегімен интернет жүйесі арқылы әртүрлі масштабтарда көшірілді, ал схемалық көріністері қолданыстағы геодезиялық тәсілдемелер арқылы жасалынды. Сулардың гидрофизикалық және гидрохимиялық көрсеткіштері жалпы қолданыстағы әдістемелік нұсқаулары [1–3] бойынша анықталды. Гидробиологиялық зерзаттарды жинақтау және өңдеу қолданыстағы әдістемелік ұсыныстар мен нұсқауларға сәйкес орындалды [4, 5].

Ихтиологиялық материалдарды жинақтау, өңдеу, балықтардың түрлік құрамын анықтау Правдинге [6] негізделді. Ғылыми-зерттеу мақсатында балық аулау үшін көздері 30–55 мм, ұзындығы 25–50 м торлар пайдаланылды. Су айдынының ауданына байланысты тәулігіне 2–4 дейін торлар қойылды. Бір тор құру ұзақтығының мөлшері тәулігіне 12 сағатты құрады.

Зерттеулер мен талқылаулар. Аталмыш су айдындардың гидрологиялық жағдайына қысқаша тоқталсақ, көлдер жер асты сулары, бастау қар, жаңбыр суларымен қамтамасыз етіледі.

Зерттеулер көрсеткендей, Жамбыл облысының аумағындағы кіші су айдындарының ені, ұзындығы, тереңдігі де, жалпы ауданы біркелкі емес. Зерттеуден өткен су айдындарының тереңдігі 2,8 м-ден (Қаратума су айдыны) 15 м тереңдікке (Қордай су айдыны) дейін ауытқып отырды. Зерттелген көлдердің ішінде ең ірісі Қаракөл көлі болып, ұзындығы 1000 м және ені 6000 м, сәйкесінше, көлемі 600 га құрады. Ең кішісі «Кіші Арал» су айдыны болып, көлемі – 2,7 га аспады.

Шу өзені бассейніндегі су айдындардың ихтиофауна құрамы және физикалық-географиялық сипаттамасы

№	Су айдынының атауы	Географиялық орналасуы				Физикалық географиялық сипаттамасы				Биологиялық сипаттамасы			Су қоймасының кездері
		Әкімшілік аудан	елді мекен	елді мекеннен қашықтығы, км	ұзындығы, км	ені, км	ауданы, га	максималды тереңдігі, м	су үсті	есімдік жамылғысы	Ихтиофауна құрамы		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Новое су айдыны	Т.Рысқұлов	Разьезд Құм-арық	4	4	3,0	0,6	240	2,3	орташа	орташа	тұқы, мөңке, қызылқанат, жыланбас, шортан	Қорағаты өзені
2	Қайыңды	Шу	Тасеткел ауылы	5	0,8	16,8	2,2	4,0	2,2	орташа	жоғары	жыланбас, шортан, қызылқанат, мөңке	Қайыңды өзені, бұлақ сулары
3	Қаракөл	Мойынқұм	Кіші Қамқалы	8	1,0	600	2,5	5	2,5	жоғары	жоғары	тұқы, шортан, аққайран, жыланбас, алабуға, ақмарка, табан, мөңке	Шу өзені
4	Кіші Қамқалы	Мойынқұм	Кіші Қамқалы	0,1	4	480	2,0	3,5	2,0	төмен	орташа	сазан, мөңке, табан, жыланбас, ақмарка, көксерке, шортан, торга, аққайран, жыланбас	Шу өзені
5	Шілік су айдыны	Т.Рысқұлов	Қорағаты	25	1,0	100	2,5	4	2,5	орташа	орташа	тұқы, мөңке, көксерке, шортан, қызылқанат	Қарасу өзені, қар, жаңбыр сулары
6	Разьезд-98	Т.Рысқұлов	Қызыл шаруа ауылы	1	1,7	170	1,7	5	1,7	орташа	орташа	тұқы, мөңке, жыланбас, торга	Жалпақ саз бастауы
7	Ақсу	Баласағұн	Жалғыз-төбе	5	0,56	42	1,7	4,6	1,7	орташа	орташа	мөңке, сазан, табан, шортан, көксерке, жыланбас	Ақсу өзені
8	Белогор-ка су айдыны	Т.Рысқұлов	Қызыл шаруа	0,5	3,0	240	2,3	4,5	2,3	орташа	орташа	тұқы, мөңке, қызылқанат, жыланбас, шортан	Қорағаты өзені
9	Аспара су қоймасы	Меркі	Аспара	8	2,0	200	1,8	3,0	1,8	орташа	орташа	тұқы, мөңке, табан, жыланбас, алабуға	Үлкен Шу каналы
10	Акермен-1 су айдыны	Меркі	Акермен	0,1	2,1	84	1,5	3	1,5	жоғары	жоғары	тұқы, қаракөз, мөңке, шортан, жыланбас	Аспара өзені
11	Акермен-2 су айдыны	Меркі	Акермен	0,1	2,1	84	1,5	3	1,5	жоғары	жоғары	тұқы, қаракөз, мөңке, шортан, жыланбас	Аспара өзені

Кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12	Қара тума су айдыны	Меркі	Аспара көлінен	3,1	2,0	1,0	200	2,8	1,6	орташа	орташа	тұқы, мөңке, табан, жыланбас	Аспара өзені
13	Ленин жолы су қоймасы	Меркі	Ленин жолы	1	1	0,5	50	6,0	2,0	орташа	орташа	мөңке, жыланбас, тұқы, қызылқанат, шортан	Қара су өзені, қар, жаңбыр сулары
14	Қарағау су айдыны	Меркі	ПК Сыпатай	0,5	0,4	0,15	6	3,0	1,5	жоғары	орташа	тұқы, мөңке, қызылқанат, шортан, жыланбас	Қарасу өзені
15	Төменгі Акермен су айдыны	Меркі	Акермен	0,5	2,1	0,4	84	3	1,5	жоғары	жоғары	тұқы, қарақоз, мөңке, шортан, жыланбас	Аспара өзені
16	Чистые пруды су айдыны	Меркі	Ойтал ауылы	1,3	1,3	0,25	32	6,0	3,0	төмен	жоғары	тұқы, мөңке, қылыш балық, жыланбас	Бастаулар мен Кузьминка өзені
17	Қазақстан су айдыны	Меркі	Қапар бағыр ауылы	3	1	0,2	34	7	1,3	орташа	жоғары	тұқы, мөңке, шортан, жыланбас, торга, қызылқанат	Бұлақтар, қар, жаңбыр сулары
18	Қызыл қыстақ су айдыны	Меркі	Қызыл қыстақ ауылы	1	1,4	0,2	28	4	2	орташа	жоғары	тұқы, мөңке, жыланбас	Бұлақтар, қар, жаңбыр сулары
19	«Кенен»	Қорлай	Кенен	10	0,4	0,15	6	8	3	орташа	орташа	сазан, мөңке	Өлімбай, Ирсу өзені
20	Ақбұлым су айдыны	Қорлай	Қызыл партизан	0,5	0,7	0,6	35	5,0	3,0	төмен	өте жоғары	тұқы, мөңке, торга, көксерке	Шу өзені
21	Майбулак су айдыны	Қорлай	Өтеген ауылы	3	2,0	0,4	80	3,0	2,0	жоғары	жоғары	тұқы, мөңке	Қарасу каналы, бұлақ сулары
22	«Кіші Арал»	Меркі	Меркі	3	0,45	0,06	2,7	5	2,4	орташа	жоғары	мөңке, сазан, жыланбас	«Меркі» өзені
23	Тасөкел әуесқойлық орын	Шу	Тасөкел	47	0,5	0,2	10	12,0	4,0	төмен	төмен	тұқы, көксерке, табан, мөңке, тарак, донмандай, жыланбас, ақ амаур	Қырғыз мемлекетінен су алынады

Кестенің соңы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
24	«Кеңес»	Меркі	Кеңес	3	0,5	0,2	10	5	2,5	төмен	жоғары	мөңке, сазан, қызыл қанат, шортан, алабұға, қылыш балық	Шу өзені
25	«Сарғау»	Шу			1,2	0,6	72	5	3	төмен	орташа	сазан, мөңке, шортан, жыландас	Шу өзені
26	«Қара-қоңыз»	Қордай	Қара қоңыз	5	1	0,38	38	10	5	төмен	төмен	сазан, мөңке, шармай	тау, қар, жаңбыр сулары
27	Үлкен Қамқалы көлі	Сары су	Шығанақ	0,1	4,3	0,7	301	5	0,7	орташа	орташа	тұқы, көксерке, табан, қызылқанат, алабұға, жыландас, акмарка, аққайран, шортан, қарақөз	Шу өзені
28	«Қақта»	Қордай	Бетқай нар	15	1,5	0,5	75	15	5	төмен	төмен	сазан, мөңке, шармай	Қақпатас өзені
29	«Ешкілі Қордай»	Қордай	Кенен	1	0,8	0,3	24	10	6	төмен	төмен	сазан, мөңке,	Қордай Ешкілі каналы

Негізі, аталмыш су айдындары желтоқсан-қаңтар айларында толығымен қатады, мұздың еруі наурыз айында басталады. Облыстағы кіші су айдындарының ерекшелігі жылдық орташа сумен қамтамасыз етілуінің тұрақсыздығы болып отыр. Мысалы, табиғи өзен сулары мен қамтамасыз етілетін су айдындарында судың деңгейі көктем айларында өзінің ең жоғары деңгейіне жетсе, жаздың екінші жартысында немесе күзгі уақытта төмен болады. Зерттеулердің нәтижесі көрсеткендей, кейбір су айдындарының балық шаруашылығы үшін маңызы жоқ немесе төмен деп танылды. Мысалы, кейбір көлдер өзінің ихтиофаунасының аздығынан (1–2 балық түрі), ауданының кіші болғандығынан, тереңдігі төмен сияқты көптеген көрсеткіштерімен байқалды. Бірақ оларды толығымен балық шаруашылығы тұрғысынан төмен деп, жалпы тізімнен алып тастауға болмайды, өйткені, белгілі бір арнайы гидротехникалық-мелиоративті іс-шаралар жүргізген жағдайда олардың су деңгейін көтеріп, жем және балық қорегін арнайы жұмыстар жүргізу арқылы көтеріп, бір немесе екі жылдық балық өсіруге пайдалануға болады.

Зерттелген кіші су айдындарында балықтардың түрлері бойынша талдау жасай отырып, кейбір көлдерде өндірістік маңызы бар балықтардың түрлерінің орнында кәсіптік маңызы жоқ балықтар көбейіп кеткенін байқауға болады. Соның ішінде зерттелген су айдындарының 90–95 пайызында жоғарыда айтқандай, әсіресе, мөңке, 85–90 пайызға жыланбас балықтары көбейіп кеткен. Тұқы, шортан, дөңмандай, табан, қызыл қанат, көксерке сияқты балық түрлерінің қоры су айдындарында жетерлік мөлшерде.

Бірақ зерттелген көлдер үшін кестеде көрсетілген балық түрлері толық болмауы мүмкін, өйткені, зерттеулер бір жылда және мезгілде ғана жүргізілді. Болашақта қосымша толық зерттеулер жүргізілсе, аталмыш көлдер үшін ихтиофауна тізімі көбеюі мүмкін. Тәжірибе және уақыт көрсеткендей, балық шаруашылығы тұрғысынан маңызды көлдерде кәсіптік емес балықтардың орнына бағалы балықтарды енгізіп өсірген тиімді болады. Бұл іс-шараларды жүргізбес бұрын, кәсіптік емес балықтардан құрма ау, кіші көзді сүзгімен сүзу тәсілін қолдана отырып, көлді толығымен тазартып, жоғарыда айтып кеткендей, су деңгейін мелиоративтік-гидротехникалық шаралар жүргізу арқылы қажетті деңгейге дейін көтеріп (су деңгейі төмен көлдерде), қоректік базасын жоғарылатып, ихтиофауна құрамын бағалы балықтармен жақсартқан жағдайда ғана бұл көлдерді тиісінше балық өсіруге (бір немесе көпжылдық түрінде) қолдануға болады.

Әрине елеміздің қолданыстағы заңы және нормативті құжаттардың талабы бойынша кез келген көлді басқа балықпен балықтандырмас бұрын құзыретті органнан рұқсат алып, ғылыми ұжымдармен оған биологиялық негіздеме және т.с.с. құжаттар жасалу керек. Бұл биологиялық негіздеме мемлекеттік экологиялық сараптамадан өтіп, оңтайлы шешім алған жағдайда ғана жоғарыдағы аталмыш шараларды іске асыруға болады.

Негізі, бекітілген су айдындарында балық шаруашылығын дамыту үшін нақты және толық ғылыми ұсыныстар (балықтандыратын балық түрі, саны, мелиоративті жұмыс көлемі және т.б.), биологиялық негіздемелер кез келген су қойма бойынша арнайы тапсырыспен келісім-шартқа отыру арқылы ғылыми ұжымдармен арнайы жан-жақты толық зерттеулер жүргізілген жағдайда беріледі.

Жалпы, қорыта келгенде, Жамбыл облысы кіші су айдындарында балық шаруашылығын дамытуда келесі тенденциялар байқалады:

– кіші су айдындарының гидрологиялық, гидрофизикалық және гидродинамикалық көрсеткіштерін зерттеу нәтижесі, көпшілік су айдындарының су деңгейін қазіргі қалыпта ұстап тұруды қамтамасыз еткен жағдайда, оларды балық шаруашылығы үшін маңызы бар деп есептеп, сол мақсатта пайдалануға болатынын көрсетті.

– кіші су айдындардағы ихтиофауна құрамын мөңке мен жыланбас балық құрады.

– қазіргі кезде облыстағы табиғи және жасанды су айдындарың жартысынан көбі перспективті саналады, бірақ осыған қарамастан бұл су айдындар нашар пайдалануда.

– кейбір су айдындары ауылшаруашылық дақылдарын суғару мақсатында пайдаланылады нәтижесінде көптеген кәсіптік маңызы бар балықтар түрлері қысқаруда.

– жекелеген аудандар аумағында орналасқан су айдындарының гидрофизикалық, гидрохимиялық және биологиялық жағдайы балық шаруашылығы үшін маңызды болып есептелінсе, кейбіреулері жарамсыз екені анықталды.

ӘДЕБИЕТ

- 1 Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 541 с.
- 2 *Алекин О.А.* Методы исследования органических свойств и химического состава воды // Жизнь пресных вод СССР. – М.; АН СССР, 1959. – Т. 4. – С. 213-298.
- 3 Унифицированные методы анализа вод / Под ред. Ю. Ю. Лурье. – М.: Химия, 1973. – 376 с.
- 4 Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 239 с.
- 5 Методические рекомендации по сбору и анализу материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах: Зообентос и его продукция. – Л., 1983. – 50 с.
- 6 *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 306 с.

Д. К. Жаркенов, К. Ж. Сейтбаев

СОСТОЯНИЕ И ИХТИОФАУНА МАЛЫХ ВОДОЕМОВ БАССЕЙНА РЕКИ ШУ

Приводятся данные по современному видовому составу ихтиофауны малых водоемов Жамбылской области, а также представлены физико-географические характеристики. Учитывая все параметры малых водоемов даны краткие рекомендации по использованию их в рыбохозяйственных целях.

D. K. Zharkenov, K. J. Seitbaev

CONDITION AND IHTIOFAUNA OF SMALL RESERVOIRS OF RIVER BASIN CHU

In article cited, the data of modern specific structure of ihtiofauna in small reservoir of Zhambyl region, and fiziko-geographical characteristics are presented. Considering all parameters of small reservoirs short recommendations about their use in the fishery purposes are given.

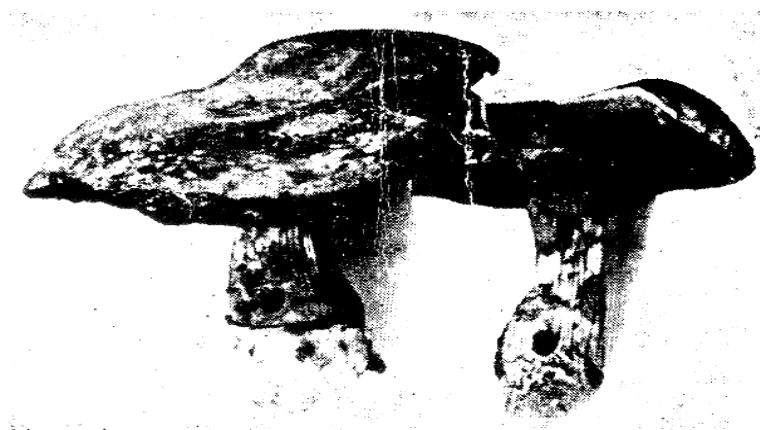
М. О. ИМАНҚҰЛОВ

**БАЛҚАШ САҢЫРАУҚҰЛАҒЫНЫҢ –
AGARICUS BALHASCHENSIS SAM ET NAM.,
ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ**

Қазақ Аграрлық ұлттық университет

Балқаш саңырауқұлақ дене бөлігінің химиялық құрамы зертханалық жолмен анықталып, ішкі құрамында 92 пайызы су, нәруыздар, майлар, көмірсулар тағы басқа да адам ағзасына пайдалы, энергетикалық заттардың кездесетіні анықталды.

Балқаш саңырауқұлағы – *Agaricus balhaschensis* Sam et Nam., көбнесе Алматы облысы Балқаш ауданындағы Балқаш көлінің оңтүстік жағалауы мен Іле өзенінің көлге құяр жерлерінде және Жамбыл облысы Мыңарал маңында кездесетіні анықталған 1-сурет.



1-сурет. Балқаш саңырауқұлағының жалпы көрінісі

Бұл саңырауқұлақтың шығуы мамыр айынан бастап, олардың кең таралған көлемі өте көп мөлшерде болатын, жоғарыдағы аудандарда, тағы да күз айларының аяғына дейін және өзінің жағымды иісі мен дәмі арқылы таралуы халыққа белгілі болған.

Олардың негізгі өсу ортасы екі ауданда да бірдей болғанымен, осы саңырауқұлақтар көбінесе қамыс қалдықтарында қара шірік топырақ астында кездесетіні байқалды [1].

Бұл саңырауқұлақтың морфологиялық сипаттамасы бұрынғы мақалаларда көрсетілгендей, ұқсастығы басқа саңырауқұлақтарда бар екені анықталған, ол тек қана Украина флорасында кездесетіні бір ғана саңырауқұлақ түріне жақындауы көрсетілген (*Шампиньон крупноспоровый – Agaricus macrosporum*) [2].

Бірінші ауданда, (Алматы облысы Балқаш ауданындағы Балқаш көлінің оңтүстік жағалауында) жыңғыл мен сексеуіл төңірегінде қамыс қалдықтарында болса, екіншісінде (Жамбыл облысы Мыңарал маңында) тек қана қамысты ортада, қамыс қалдығында қара шірік топырақ астында, кездесетіні анықталған. Біздің жүргізген зерттеулер осыны дәлелдеді. 2-сурет.

Екі ауданнан жиналған гербарий материалында ешқандай айырмашылығы байқалған жоқ. Бірақ бұл саңырауқұлақтың басқа саңырауқұлақтарға қарағанда негізгі ерекшелігі, олардың сол ортада топталып жер астында 10–15 талдан болып, төмпешіктер жасай отырып, жерді көтере өсуі және үлкен пішінде болуы мен ұзақ уақытқа созылуы болып саналады.

Біздің шыққан аудандардағы Алматы облысы Балқаш ауданындағы Балқаш көлінің оңтүстік жағалауы мен Іле өзенінің көлге құяр жерлеріндегі биоценоздардан жинап әкелген түбіртек пен қалпақшаны зертханалық зерттеулер жүргізу барысында, саңырауқұлақтардан ұлпалық жолмен жасанды түрде жіпшумақтар жасанды ортада 5 штамм алынған. Жіпшелердің өсу температурасы 22–24 °С болып келеді.



2-сурет. Балқаш саңырауқұлағының қамысты ортада кездесуі

2008–2009 жылдары жүргізген зерттеулер бойынша табиғи жағдайда Алматы облысы Балқаш ауданындағы Балқаш көлінің оңтүстік жағалауы мен Іле өзенінің көлге құяр жерлеріндегі (рекогно-сировка) нәтижесінде әртүрлі өсімдіктер қауымдастығында 30–40 см тереңдікте, қамыс қалдықтарында алдымен ұсақ түрінде сонан соң, үлкейе өсетіні немесе жетілген саңырауқұлақтар түрінде кездесетіні байқалды.

Жиналған саңырауқұлақ қалпақшасы мен түбіртегінен Қазақстанның Тағам академиясының арнайы зертханасымен бірігіп, саңырауқұлақтың дене бөлігінің химиялық құрамы анықталды. Олардың нәтижесі 1-кестеде көрсетілген.

Саңырауқұлақтың құрамында көбінесе нәруыздар, фосфор калий, темір, магний, мыс және тағы басқа пайдалы элементтер бар екені белгілі болды. Зертханалық зерттеулер нәтижесінде тек қана химиялық құрамы ғана емес, олардағы адам организміне пайдалы микро және макроэлементтердің бар екені көрсетілген.

Олар ақуыздар, майлар, көмірсулар, су, күл қалдығы және тағы басқа көрсеткіштерді атауға болады.

Бұл кесте нәтижесінде көрсетілгендей, 100 г, саңырауқұлақ дене мөлшеріндегі химиялық құрамының алынған көрсеткіштері мынадай болды: ақуыздар – 3–4 пайыз, майлар – 1,1 пайыз, көмірсулар – 0,25 пайыз, су – 92 пайыз, күл қалдығы – 0,84 пайыз, саңырауқұлақтың барлық энергетикалық күші – 4,5 пайызды құрайтыны анықталды (1-кесте).

1-кесте. Балқаш саңырауқұлағының – *Agaricus balhaschensis* Sam et Nam тағамдық және энергетикалық құндылығының зерттелген нұсқасының нәтижесі

Қ. С	Анықталған көрсеткіштер түрі	Зерттеу нәтижесі (пайыз)	Сынау әдістері
1	Ақуыздар	3,4	Скурихин И. М., 1984
2	Майлар	1,1	Скурихин И. М., 1984
3	Көмірсулар	0,25	Скурихин И. М., 1987
4	Су	92	Скурихин И. М., 1984
5	Күл қалдығы	0,84	Скурихин И. М., 1984
6	100 г тағамдағы энергетикалық күші к.кал.	4,5	Сан.Пи

Жоғарыда көрсетілген саңырауқұлақ дене құрамындағы ақуыздар мен микро- және макроэлементтердің адам өміріне тигізетін пайдасы мен әсері өте жоғары болып табылады. [3–5].

Сондықтан, қорытындылай келгенде, балқаш саңырауқұлағының химиялық құрамы анықталып, адам ағзасына пайдалы дәрумендер мен көмірсулар тағы басқа да энергетикалық жоғары заттардың бар анықталды.

ӘДЕБИЕТ

- 1 Самгина Д.И., Нам Г.А. Новый вид рода *Agaricus* // ҚазССР. Ғыл. акад. Хабаршысы. Биология сериясы. – 1990. – № 3. – С. 80-81.
- 2 Вассер С.П. Флора грибов Украины: Агариковые грибы. – Киев: Наук думка, 1980. – С. 226-228.
- 3 Скурихина И.М., Тутельяна В.А. Руководство по методом анализа качества и пищевых продуктов. – М., 1998. – С. 303-307.
- 4 Скурихина И.М., Шатерникова В.А. Химический состав пищевых продуктов. – М., 1984. – С. 299-321.
- 5 Скурихина И.М., Валгарева В.А. Химический состав пищевых продуктов. – М., 1984. – С. 291-311.

М. О. Иманкулов

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ БАЛХАШСКОГО ГРИБА–
AGARICUS BAIHASCHENSIS SAM ET NAM.

Проведены результаты лабораторных исследований химического анализа плодовых тел гриба шампиньона балхашского – *Agaricus balhaschensis Sam et Nam*, были определены в составах плодовых тел гриба 92 % воды, белки, жиры и углеводы, а также другие полезные для организма человека энергетические вещества.

М. О. Imankulov

THE CHEMICAL CONTENT OF MUSHROOMS
OF *AGARICUS BAIHASCHENSIS SAM ET NAM.*

In the article showed results of researches of chemical content of fruit bodies of *Agaricus balhaschensis Sam et Nam*. It has 92% of proteins, lipids and other useful for people ingredients.

Ж. О. МАЖИБАЕВА, А. НУРМУХАНБЕТОВ, Л. Т. ИСМУХАНОВА

ХАРАКТЕРИСТИКА МАКРОЗООБЕНТОСА МАЛЫХ ВОДОЕМОВ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ В 2010 г.

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»

Представлены данные по исследованию состояния макрозообентоса малых водоемов Алматинской области республики Казахстан. Определены биоразнообразие донных сообществ и уровень количественного развития. Оценена также трофность озер по общепринятой шкале.

Алматинская область республики Казахстан, помимо крупных рыбохозяйственных водоемов, обладает значительным фондом малых мелководных водоемов. Рациональное их использование с соответствующим биоразнообразием может стать существенным шагом в увеличении уловов рыбы.

В последние годы в республике ведется исследование биоразнообразия водных биологических компонентов, уровня их развития и оценка по ним трофности данных водоемов в плане рыбохозяйственного использования. Сведения о современном состоянии сообществ беспозвоночных водоемов указанного фонда в литературных источниках малочисленны, по некоторым из них отсутствуют.

Цель исследования – оценить состояние кормовых запасов водоемов по макрозообентосу на основе выявления их таксономического состава и количественного развития.

Материал и методика. Пробы зообентоса отбирались в августе 2010 г. дночерпателем Петерсена, площадью захвата 0,025 м². Обработка проб проводилась по общепринятым методикам [1, 2]. Животные в каждой пробе просчитывались и взвешивались на торсионных или электронных весах с разрешающей способностью 0,001 – крупные беспозвоночные – на чашечных весах с разрешающей способностью 0,01 г. Полученные данные о численности и биомассе животных в пробе пересчитывались на 1 м². Оценка уровня кормности сообществ дана по С.П. Китаеву [3].

Определение гидрохимических и гидрофизических показателей проводилось согласно общепринятым методикам [4–6].

Результаты и их обсуждение. Все исследованные озера относятся к Кураксуйской системе озёр, расположенной в широкой пойме реки Аксу, впадающей в оз. Балхаш ориентировочно на расстоянии от 2-3-х до 5–6 км. Озера образовались в результате затопления паводковыми водами рек через протоки межбарханных понижений южного побережья Балхаша. Координаты расположения озер показаны в табл. 1. Они имеют небольшой объем, в связи с чем хорошо прогреваются берега озер, заросшие растениями.

Таблица 1. Границы участков исследованных озер в августе 2010 г.

Озеро Сарыколь				
Широта	46° 5.482'С	46° 4.520'С	46° 5.392'С	46° 4.599'С
Долгота	78° 16.169'В	78° 15.891'В	78° 16.599'В	78° 15.623'В
Озеро Кокшколь				
Широта	46° 5.962'С	46° 7.002'С	46° 6.547'С	46° 6.674'С
Долгота	78° 17.870'В	78° 18.433'В	78° 18.675'В	78° 17.807'В
Озеро Райское				
Широта	46° 2.884'С	46° 2.638'С	46° 3.052'С	46° 2.318'С
Долгота	78° 6.693'В	78° 7.279'В	78° 7.298'В	78° 6.700'В
Озеро Баклан				
Широта	46° 10.281'С	46° 8.055'С	46° 9.487'С	46° 9.855'С
Долгота	78° 8.211'В	78° 7.062'В	78° 8.856'В	78° 7.531'В

Озеро Сарыколь расположено в 4–5 км от устья р. Аксу, максимальная глубина 3,8 м.

Сарыколь богато растительностью (рдест, уруть, рогоз, камыш), за счет чего прозрачность воды очень высокая – 3,8 м. Температура воды в августе в среднем по озеру была 25,5 °С, рН воды – 8,5. Значения концентрации кислорода достигали до 10,9 мг/дм³. Содержание органических веществ по перманганатной окисляемости невысокое – 5,4 мгО/дм³. Минерализация воды – 570 мг/дм³, вода пресная, по ионному составу относится к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе. По основным гидрохимическим параметрам озерная вода благоприятна для гидробионтов.

Бентофауна озера представлена 11 таксонами животных (табл. 2). Отмеченные организмы, в основном, из группы двукрылых – 7 таксонов, есть стрекозы и ручейники – по 1 виду. Кроме них были отмечены малощетинковые черви рода *Aelosoma* и *S. lacustris*. В зообентосе по численности доминируют личинки хирономиды – *P. lauterborni* (43%), по биомассе – крупноразмерные личинки настоящих комаров рода *Chaoborus* (70 %). Суммарная биомасса зообентоса озера характеризует водоем низким уровнем трофности по известной шкале [3].

Таблица 2. Таксономический состав, численность (Ч; – экз./м²) и биомасса (Б; – мг/м²) макрозообентоса озёр Алматинской области, август 2010 г.

Таксоны	Куракусуйская система озер							
	Сарыколь		Кокшколь		Райское		Баклан	
	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б
Vermes – Черви								
<i>Aelosoma Ehrenberg</i>	40	0,01	–	–	–	–	–	–
<i>Stylaria lacustris</i> Linnaeus	40	0,001	–	–	–	–	–	–
<i>Oligochaeta</i> gen. sp.	–	–	–	–	–	–	240	0,07
<i>Hirudihea</i> sp.	–	–	40	0,004	–	–	–	–
Insecta – Насекомые								
Heteroptera – Клопы								
<i>Micronecta</i> gr. Kirkaldy	–	–	–	–	–	–	5840	9,9
<i>Sigara</i> sp.	–	–	–	–	–	–	40	0,3
Odonata – Стрекозы								
<i>Enallagma circulatum</i> (Selys)	–	–	–	–	–	–	160	1,9
<i>E. cyathigerum</i> (Charpentier)	–	–	–	–	–	–	840	0,8
Diptera – Двукрылые								
<i>Procladius ferrugineus</i> Kieffer	120	0,02	–	–	–	–	3520	2,8
<i>P. nigriventris</i> (Kieffer)	–	–	–	–	–	–	13880	13,8
<i>Syndiamesa nivosa</i> Goetghebuer	120	0,02	–	–	–	–	–	–
<i>Cricotopus algarum</i> Kieffer	–	–	80	0,03	–	–	–	–
<i>Cryptochironomus vulneratus</i> Zetterstedt	–	–	40	0,008	–	–	–	–
<i>Paratanytarsus lauterborni</i> Kieffer	1560	0,2	520	0,02	–	–	–	–
<i>Parachironomus pararostratus</i> Lenz	520	0,06	–	–	–	–	–	–
<i>Limnochironomus nervosus</i> Staeger	280	0,03	–	–	–	–	–	–
<i>Polypedilum scalaenum</i> Schrank	–	–	80	0,02	–	–	–	–
<i>P. brevia antennatum</i> Tshernovskij	–	–	80	0,04	–	–	–	–
<i>Chironomus plumosus</i> Linne	–	–	40	0,008	80	1,1	–	–
<i>Ch. behningi</i> (Goetghebuer)	–	–	–	–	–	–	120	0,08
<i>Stictochironomus histro</i> Fabricius	–	–	760	0,3	–	–	–	–
<i>Cladotanytarsus</i> sp.	–	–	–	–	–	–	440	0,3
<i>Ceratopogonidae</i> sp.	–	–	200	0,03	–	–	360	0,05
<i>Chaoborus</i> Licht.	76	1,14	–	–	4200	7,6	–	–
Взрослая Diptera sp.	40	0,09	–	–	–	–	–	–
Ephemeroptera - Поденки								
<i>Caenis macrura</i> Stephens	80	0,04	–	–	–	–	–	–
Trichoptera - Ручейники								
<i>Ecnomus tenellus</i> Ramb.	80	0,04	–	–	–	–	–	–
<i>Oecetis</i> sp.	–	–	–	–	–	–	80	0,3
Aphidinae - Тли								
<i>Aphidinae</i> sp.	–	–	–	–	–	–	–	–
Итого	3600	1,6	1840	0,5	4280	8,7	25520	30,4
Всего таксонов: 28	11		9		2		11	

Озеро Кокшколь. Расположено озеро в 5 км к востоку от современного устья р. Аксу, от п. Кураксу – в 2–3 км.

Температурный режим и рН водной среды озера аналогичны показателям озера Сарыколь (25,4 °С и рН – 8,7). Концентрации кислорода – 9,9 мг/дм³. Содержание органических веществ по перманганатной окисляемости низкое – 4,2 мгО/дм³. Минерализация воды несколько выше, чем в предыдущем озере – 634 мг/дм³. По ионному составу вода относится к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе.

В составе макрозообентоса Кокшколь было обнаружено 9 видов и разновидностей животных. Из них 8 представлены личинками двукрылых и 1 таксон-олигохетами. Основу численности и биомассы донной фауны создает личинка хирономиды – *S. histro* (40–50 %), в меньшей степени, многочисленный, очень мелкий, по-видимому, недавно осевший на дно вид *P. lauterborni* – 28% от общего количества. Характеризуется бентос озера самым низким уровнем кормности, по классификации озер.

Озеро Райское. Находится водоем в 10–15 км от русла р. Аксу, ее общая площадь 209 га.

Во время исследований прозрачность воды была 3,4 м, при глубине 7,6 м. Температура воды 24,3 °С. Содержание растворенного кислорода 10,3 мг/дм³. Значения перманганатной окисляемости воды низкое – 4,8 мгО/дм³. Минерализация воды 692 мг/дм³, т.е. озеро пресное. По ионному составу вода гидрокарбонатного класса, кальциево-магниевой группы.

Зообентос озера представлен всего 2 таксонами, личинками хирономиды и настоящих комаров (табл. 2). Личинки хаобаруса создавали 98 % численности и 87 % биомассы сообщества. Согласно шкалы трофности [3], кормность бентоса водоема оценивается средним уровнем.

Озеро Баклан. Расстояние озера от оз. Балхаш ориентировочно около 20 км. Прозрачность воды в период изучения – 1,8 м. В момент отбора проб вода в озере прогревалась до 24,8 °С. Содержание растворенного кислорода 13,5 мг/дм³, перманганатная окисляемость воды 2,7 мгО/дм³, вода пресная. Минерализации 479 мг/дм³. По ионному составу вода озера относится к гидрокарбонатному классу, кальциево-магниевой группе.

По гидрофизическим и гидрохимическим показателям водная среда удовлетворяет нормативам рыбного хозяйства, однако из-за малых глубин зимой возможны заморные явления.

В составе бентофауны озера было обнаружено 11 таксонов. Это малоцетинковые черви *Oligochaeta* – 1 и личинки насекомых: хирономиды – 4, клопы и стрекозы – по 2 разновидности, ручейники и мокрецы – по 1.

Количественные показатели зообентоса озера практически полностью создавались личинками насекомых (99,1% численности и 99,8% биомассы), ведущая роль, среди которых принадлежит личинкам хирономид *P. nigriventris* (54% численности и 45% массы). На втором месте личинки клопа. Основываясь на данных таблицы 2 оз. Баклан, согласно классификации С. П. Китаева, является водоемом высокой кормности по зообентосу.

Таким образом, в августе 2010 г. в Кураксуйской системе озер создавались для зообентоса благоприятные условия за счет хорошей прогреваемости, прозрачности и ряда других факторов среды. Кормовой ресурс озер – зообентос, формировали вторичноводные насекомые и, в первую очередь, личинки хирономид. Наиболее разнообразными в видовом отношении были донные организмы озер Баклан и Сарыколь, где обнаружено по 11 таксонов животных. Менее разнообразна была фауна оз. Кокшколь – 9 таксонов и беден состав зообентоса оз. Райское – 2 таксона.

Таким образом, по состоянию кормового ресурса оз. Баклан характеризуется самым высоким уровнем развития организмов, классифицируя озеро как высокотрофный. Оз. Райское несмотря на самый бедный таксономический состав, представлен значительным развитием количественных показателей животных и оценивается средним уровнем кормности. Низкокормными по зообентосу являлись озера Сарыколь и Кокшколь. Объясняется это снижением летом в озерах состава и количества донного корма, связанного с вылетом из водоемов гетеротопных насекомых.

ЛИТЕРАТУРА

1 Методическое пособие при гидробиологических рыбохозяйственных исследованиях водоемов Казахстана (планктон, зообентос). – Алматы, 2006. – 27 с.

- 2 Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л., 1983. – 240 с.
- 3 Китаев С.П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер разных природных зон: Тез. докл. V съезда ВГБО, Тольятти, 15-19 сентября 1986 г. – Куйбышев, 1986. – С. 254, 255.
- 4 Государственный контроль качества воды. Справочник технического комитета по стандартизации. – М.: ИПК издательство стандартов, 2003. – 775 с. оводство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – 541 с.
- 5 Унифицированные методы анализа вод / Под ред. Ю. Ю. Лурье. – М.: Химия, 1973. – 376 с.

Ж. Ө. Мәжібаева, Л. Т. Исмұханова, А. Нұрмұханбетов,

2010 ж. АЛМАТЫ ОБЛЫСЫ МАЙДА СУҚОЙМАЛАРЫНЫҢ
МАКРОЗООБЕНТОС МІНЕЗДЕМЕСІ

Қазақстан Республикасының Алматы облысы бойынша майда суқоймалар макрозообентос жағдайы қарастырылды. Зерттеу барысында сутүбі құрылымының биоалуантүрлілігі және олардың сандық көрсеткіштері анықталды. Сонымен қатар жалпыға белгілі шкала бойынша көлдердің трофтылық деңгейі зерттелді.

Zh. O. Mazhibayeva, A. Nurmukhanbetov, L. T. Ismukhanova

THE CHARACTERISTIC OF A MACROZOOBENTHOS
OF SMALL RESERVOIRS OF ALMATY AREA IN 2010

Р. С. АИМБЕТОВ¹, А. К. БИСЕНБАЕВ¹, Д. Д. САРБАСОВ²

МУТАЦИЯ G934E РИКТОРА ОТРИЦАТЕЛЬНО ВЛИЯЕТ НА КИНАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ mTORC2 И СКОРОСТЬ ПРОЛИФЕРАЦИИ КЛЕТКИ

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби

²The University of Texas MD Anderson Cancer Center, Houston, TX

mTOR (mammalian target of rapamycin) – важная киназа, находящаяся на пересечении сигнальных путей ростовых факторов и питательных веществ и существующая в составе двух мультипротеиновых комплексов – mTORC1 и mTORC2 (mTOR complex 1/2). Мутация G934E в составе одного из компонентов mTORC2 – риктора, блокирует сборку данного комплекса, что выражается в нарушении его киназных свойств и снижении скорости клеточной пролиферации.

Введение. Процессы роста и пролиферации клетки регулируются сложными механизмами сигнальных путей ростовых факторов, питательных веществ, апоптических каскадов и др.

В настоящее время фосфатидилинозитол 3 киназа (PI3K) рассматривается как один из важнейших регуляторных белков, находящихся на пересечении разных сигнальных путей и контролирующих ключевые функции клетки. Активация PI3K может происходить разными путями: через взаимодействие с рецепторами ростовых факторов (EGF, IGF), G-белками, нерцепторными тирозинкиназами и др. Одним из основных эффекторов PI3K является протеинкиназа B (PKB, или Akt) [1].

Akt является важной киназой, участвующей в процессах регуляции клеточной пролиферации и выживаемости. Главными субстратами этой киназы выступают транскрипционные факторы, убиквитин лигаза фактора транскрипции p53, киназа гликоген синтазы и др. [2] Установлено, что для полной активации Akt требуется фосфорилирование по Thr-308 и Ser-473 киназой PDK1 и mTOR комплексом 2 (mTORC2) соответственно [3].

mTOR – это протеин киназа, функционирующая в качестве центрального звена важного консервированного сигнального пути. В клетках mTOR обнаруживается в виде двух функционально различных комплексов - mTORC1 и mTORC2 [4, 5]. mTOR комплекс 1 (mTORC1), состоящий из mTOR, раптора, mLST8, PRAS40, DEPTOR, передает сигналы, полученные от ростовых факторов и питательных веществ, на S6K и 4EBP1, модулируя, таким образом, белоксинтезирующий аппарат.

Второй комплекс, рапамицин-нечувствительный mTORC2, помимо mTOR, mLST8 и DEPTOR включающий белки Sin1, риктор и Protor, является, как указано выше, киназой фосфорилирующей Akt по Ser-473. Комплекс mTORC2 предпочтительно фосфорилирует протеин киназы семейства AGC по сайтам гидрофобных мотивов, расположенных на С-конце [6]. Указанные особенности свойственны всем субстратам mTORC2, таким как Akt и PKC, а также SGK.

Риктор человека - это белок с молекулярной массой 200 кДа и состоит из 1708 аминокислотных остатков. В настоящее время ни один функциональный домен не обнаружен в его первичной структуре, несмотря на выявленные эволюционно консервативные участки. Известно, что комплекс mTORC2 образуется путем независимого объединения гетеродимеров риктор/Sin1 и mTOR/mLST8. Формирование тетрамера риктор/Sin1/mTOR/ mLST8 является необходимым минимальным «ядром», определяющим киназные свойства mTORC2 [3]. Риктор совместно с Sin1 обеспечивает субстратную специфичность киназного компонента комплекса в отношении Akt и PKC. А для осуществления регуляции киназы SGK1 в составе mTORC2 должен присутствовать

Protor, связывающийся с риктором. Таким образом, риктор является ключевым белком, обеспечивающим функциональную специфичность mTORC2.

В ходе генетических скринингов, проведенных Jones et al. и Soukas et al., были обнаружены мутанты риктора, проявляющие фенотип повышенного содержания липидов в организме, меньшего по сравнению с диким типом размера тела и укороченной продолжительностью жизни [7, 8]. Из четырех описанных мутантов три обладали точечными нонсенс-мутациями, приводящими к преждевременной терминации трансляции мРНК риктора с образованием нефункционального полипептида. В одном же случае фенотип, полностью копирующий утрату риктора, появлялся в результате замены высококонсервированного остатка глицина в положении 1120 (Gly-1120) на глутаминовую кислоту. Попытка ответа на вопрос, как замена одной-единственной аминокислоты может обладать настолько выраженным фенотипом, является интересной научной проблемой, позволяющей определить важные свойства риктора, обуславливающие структурную целостность и функциональную компетентность mTORC2.

В предыдущих работах мы показали, что мутация G1120E риктора (у человека приходящаяся на 934-й остаток) приводит к нарушению его димеризации с белком Sin1 [9]. В настоящей статье мы публикуем результаты исследования эффекта указанной мутации на функциональную активность комплекса mTORC2, а также на скорость пролиферации клеток.

Материалы и методы

Сайт-направленный мутагенез риктора. Все нуклеотидные замены проводились на фрагменте 400-1400 риктора посредством ПЦР с использованием соответствующих праймеров (для G934E: CTCTTTGGGCCTTGGGAAATATCGAGTC-ATCAAATTGGGGTCTCAATTT (forward), AAATTGAGACCCCAATTTGATGACTCG-ATATTTCCCAAGGCCCAAAGAG (reverse); для G934L: CTCTTTGGGCCTTGGGAA-ATATCCTATCATCAAATTGGGGTCTCAATTT (forward), AAATTGAGACCCCAATT-TGATGATAGGATATTTCCCAAGGCCCAAAGAG (reverse)).

Реакцию проводили с полимеразой PfuUltra II Fusion HS (Stratagene) в амплификаторе C1000™ Thermal Cycler (Bio-Rad).

По завершении амплификации наличие продуктов ПЦР требуемой длины проверялось методом агарозного гель-электрофореза. Наличие и отсутствие мутаций подтверждали секвенированием всей вставки. Все мутированные фрагменты субклонировали в полноразмерный риктор по сайтам рестрикции *PacI/AgeI*.

Культура клеток млекопитающих. Клетки MEF и HEK293T культивировали в среде DMEM с 10% ФБС, пенициллин/стрептомицином и 20 мМ L-глутамином в 37°C с 5% содержанием CO₂ в атмосфере. Плотность клеток позволяла свободное деление на протяжении всего эксперимента. При достижении конфлюэнтного слоя до 70-80% проводилось разделение культур клеток. Старую питательную среду удаляли, клетки промывали PBS. Для отделения клеток от чашек добавляли необходимый объем 0,25% Trypsin/EDTA и помещали клетки в инкубатор (условия инкубации см. выше) на 5 мин. После этого в чашки с отделенными клетками добавляли свежую питательную среду, клетки тщательно ресуспендировали и в зависимости от плотности суспензии больший или меньший ее объем переносили в новые чашки.

Для стимуляции MEF ростовыми факторами к старвированным клеткам (инкубированным без ФБС в питательной среде в течение 16 ч) добавляли IGF1 до конечной концентрации 50 нг/мл и инкубировали в течение 20 мин.

Трансфекция клеток HEK293T фосфатом кальция и сборка mTORC2. Для трансфекции 1·10⁶ клеток HEK293T высаживали на 6 см чашки в 3 мл среды DMEM с 10% ФБС за день до трансфекции. Трансфекцию клеток осуществляли методом кальциево-фосфатной преципитации: смешивали 1 мкг pRK5-мус-риктор и 400 нг pRK5-Sin1-V5 в dH₂O до конечного объема 175 мкл; к этому объему добавляли 200 мкл 2xHBSS (280 мМ NaCl, 10 мМ KCl, 1.5 мМ Na₂HPO₄, 12 мМ декстрозы, 50 мМ HEPES, pH 7.1) и тщательно перемешивали. К полученной смеси медленно, по каплям добавляли 25 мкл 2М CaCl₂, перемешивая содержимое пробирки носиком после каждой капли. Далее инкубировали смесь 30 мин при комнатной температуре для формирования преципитатов фосфата кальция и ДНК. После добавления полученного раствора ДНК и солей к

НЕК293Т полученные преципитаты осаждались на монослой и поглощались клетками путем эндоцитоза. Питательную смесь меняли на следующий день. Лизис клеток проводили через 48 часов после трансфекции.

$1 \cdot 10^6$ клеток НЕК293Т высаживали на 6 см чашки за день до трансфекции. Клетки, конфлюентные на 50-60%, трансфецировали 1 мкг pRK5-мус-ric1, 400 нг pRK5-Sin1.1-V5, 500 нг pRK5-НА-mTOR и 100 нг pRK-НА-mLST8 методом кальциево-фосфатной преципитации. Через 24 ч меняли среду на свежую. Лизис клеток и иммунопреципитацию комплексов осуществляли на второй день.

Лизис клеток и иммунопреципитация. Все чашки помещали на лед, удаляли среду, промывали клетки холодным PBS и добавляли холодный буфер для лизиса (40 mM HEPES (pH 7.5), 120 mM NaCl, 1 mM EDTA, 10 mM Na-пирофосфата, 10 mM Na-глицерофосфата, 50 mM NaF, 0.3% CHAPS), содержащий набор ингибиторов протеаз (Roche). Объем буфера зависел от плотности клеточного слоя и диаметра чашки.

Клетки соскабливали с поверхности чашки продольными движениями пластмассового шпателя, ресуспендировали клетки пипетированием и переносили суспензию в пробирки. Для повышения эффективности лизиса собранный лизат инкубировали 20 мин при 4°C на ротаторе. Растворимые фракции клеточных лизатов изолировали центрифугированием при 16,000 · g в течение 15 мин при 4°C.

Для иммунопреципитации в очищенные лизаты, содержащие 1 мг тотального белка, вносили 4 мкг анти-мус антител с последующей инкубацией с ротацией в течение 90 мин при 4°C. Иммуноосаждение осуществляли 45 мкл 25% протеин G-агарозы (Pierce) (50% смолу смешивали с охлажденным PBS из расчета 1:1) в течение 1 ч при 4°C. По завершении инкубации осаждали смолу центрифугированием и удаляли супернатант. Смолу промывали четыре раза лизисным буфером. Остаточный объем буфера удаляли вакуумным отсосом через 25G иглу. К смоле добавляли 20 мкл 2X буфера Лэммли для образцов и кипятили 5 мин при 95°C. Полученные образцы белков разделялись SDS-PAAGE, переносились на PVDF мембраны и анализировались методом Вестерн блоттинга.

В случае *in vitro* киназной реакции четвертую промывку проводили с 1X киназным буфером.

In vitro киназная реакция. Для киназной реакции 15 мкл киназного буфера, содержащего 500 нг неактивного Akt1-GST и 500 μM ATP, наносили на осажденную протеин G-агарозу (Pierce) со связанными комплексами mTORC2. Реакцию проводили на 37°C водяной бане в течение 20 мин, осторожно смешивая содержимое пробирок каждые 5 мин. Реакцию останавливали добавлением 235 мкл ледяного буфера 20 mM MOPS, pH 7.0, 1 mM EDTA, 0.3% CHAPS, 5% глицерола, 0.1% 2-меркаптоэтанола, 1 мг/мл БСА. Осаждали смолу легким центрифугированием. Супернатант использовали для иммунологического анализа фосфо-Ser-473 Akt и тотального содержания Akt. Уровни риктора Sin1 и mTOR определяли иммуноблоттингом связанных с протеин G-агарозой белков.

Продукция лентивирусов и инфекция. $1 \cdot 10^6$ клеток НЕК293Т высаживали на 6 см чашки в 3 мл среды DMEM с 10% ФБС. На следующий день на 50-60% конфлюентные клетки трансфецировали 3 мкг вектора pRV3 (с геном для упаковки в вирусную частицу), 1.5 мкг вектора pNer (gag-pol), 1.5 мкг вектора pEnv (env) методом кальциево-фосфатной преципитации. Среду, содержащую лентивирусы, собирали спустя 48 часов после трансфекции и центрифугировали при 3,000 · g в течение 15 мин при 4° C для удаления остаточных НЕК293Т.

За день до инфекции $1 \cdot 10^5$ клеток MEF высаживали в шестилуночные плашки. Вирусные супернатанты добавляли в отношении 1:1 к культурной среде в присутствии полибрена (8 мгк/мл). Для увеличения эффективности инфекции клетки центрифугировали при 350 · g 45 мин. Клетки инкубировали с лентивирусами 24 ч. На следующий день проводили вторую инфекцию по указанному протоколу. Спустя 24 часа инфицированные клетки пересаживали в 6 см чашки и подвергали селекции 2 мгк/мл пурамицином.

Результаты и обсуждение

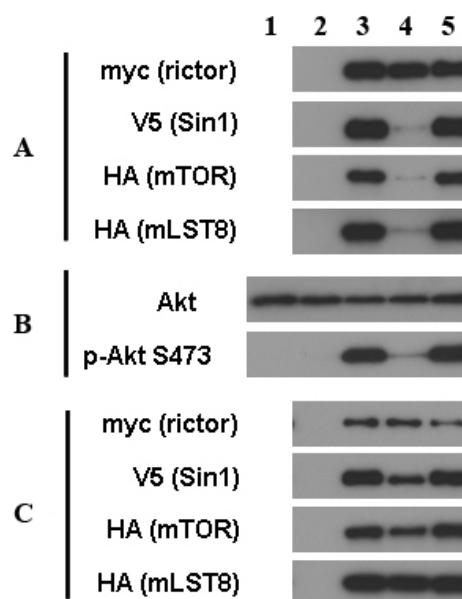
In vitro киназная активность mTORC2 с мутантами риктора. Сборка mTORC2 требует образования гетеродимера риктор/Sin1, так как ни риктор, ни Sin1 не способны связываться с комплексом mTOR/mLST8 поодиночке. Предыдущие исследования показали, что ко-экспрессии

четырёх компонентов mTORC2 (mTOR, mLST8, риктора и Sin1) достаточно для реконституции функционального комплекса mTORC2, обладающего киназной активностью в отношении своего субстрата Akt *in vitro*.

Сборка mTORC2 проводилась путем трансфекции клеток HEK293T рекомбинантными плазмидами pRK5-myc-ric1or, pRK5-Sin1-V5, pRK5-HA-mTOR и pRK5-HA-mLST8 методом кальциево-фосфатной преципитации. Через 48 ч инкубации клетки лизировали и осуществляли иммунопреципитацию образованных комплексов антителами к мус.

Из рис. 1, С видно, что экспрессируется равное количество всех компонентов mTORC2 во всех случаях. Анализ иммунопреципитатов риктора показал, что риктор дикого типа и его G934L-мутант связывают одинаковое количество mTOR, Sin1 и mLST8. В силу неспособности мутантом G934E ассоциировать с Sin1, образование комплекса в данном случае нарушено. Для этого мутанта показано, что при иммунопреципитации с ним со-осаждается крайне небольшое количество белков, входящих в состав mTORC2 (рис. 1, А).

Рис. 1. *In vitro* киназная активность mTORC2 с мутантами риктора. А – иммуноблоттинг иммунопреципитатов риктора дикого типа и его мутантных форм. В – киназная реакция с иммунопреципитатами риктора дикого типа и его мутантных форм. С – иммуноблоттинг тотальных белковых экстрактов из клеток, трансфицированных кДНК риктора дикого типа и его мутантных форм.
1 – добавочный отрицательный контроль киназной реакции (киназная реакция без иммуно-преципитатов);
2 – отрицательный контроль (иммунопреципитаты и экстракты из лизатов нетрансфицированных клеток);
3 – положительный контроль (иммунопреципитаты и экстракты из лизатов клеток, трансфицированных риктором дикого типа);
4 – иммунопреципитаты и экстракты из лизатов клеток, трансфицированных G934E-формой риктора;
5 – иммунопреципитаты и экстракты из лизатов клеток, трансфицированных G934L-формой риктора



Наличие всех компонентов киназного комплекса mTORC2 не говорит о его активности. Для ее детекции нами был разработан метод определения киназной активности mTORC2 *in vitro*, основанный на инкубации иммунопреципитированных комплексов с Akt.

Известно, что mTORC2 фосфорилирует киназу Akt по остатку Ser-473 в активационной петле киназного домена [3]. Поэтому по степени фосфорилированности данного сайта можно судить о киназной активности mTORC2.

Для киназной реакции иммунопреципитаты инкубировали с 500 нг неактивной Akt в присутствии АТФ. Для определения активности mTORC2 киназную смесь после инкубации использовали для иммунологического анализа фосфорилированной по Ser-473 Akt и тотального содержания Akt. Результаты эксперимента показаны на рис. 1, В.

На рисунке показано, что полноценные комплексы, осажденные диким типом риктора и его G934L-мутантом, с одинаковой эффективностью фосфорилируют Akt по Ser-473 *in vitro*. В случае мутанта риктора G934E комплекса как такового не было образовано, поэтому сайт Ser-473 гипофосфорилирован.

Таким образом, в результате применения системы реконституции и *in vitro*-киназной реакции было обнаружено, что дикий тип риктора и его G934L-мутант включались в функциональный mTORC2 киназный комплекс, обеспечивая фосфорилирование Akt по Ser-473 *in vitro*.

Мутант G934E оказался неспособен сформировать mTORC2. Иммуноосажденный риктор, без сопутствующих белков, не обладал киназной активностью.

Влияние мутантов риктора на пролиферацию MEF. Дальнейшая работа проводилась на иммортализованных клетках MEF с нокаутированным риктором (ric1^{-/-} MEF).

MEF – это мышинные эмбриональные фибробласты, поддерживающие структурную целостность тканей путем секреции компонентов внеклеточного матрикса. В лабораторных исследованиях MEF часто используют в качестве поддерживающей культуры для человеческих стволовых клеток. Кроме того, MEF являются удобной системой для изучения роли тех или иных нокаутированных генов на клеточном уровне в культуре. Будучи изолированы из зародышей на 12-14 день развития, MEF позволяют изучить влияние тех генов, нокаут которых летален на более поздних стадиях развития организма [10].

Как показано в [3], в отсутствие риктора комплекса mTORC2 не образуется и, следовательно, в случае нокаута риктора сайт Ser-473, контролируемый mTORC2, остается гипофосфорилированным.

Для изучения влияния G934E-мутанта риктора на скорость пролиферации MEF были созданы линии клеток, стабильно экспрессирующие риктор дикого типа и его мутантную форму в *ric1^{-/-}* MEF. Необходимость создания подобных линий была продиктована низкой эффективностью поглощения ДНК клетками MEF (ок. 30%) и, следовательно, низким уровнем экспрессии изучаемых генов при транзientной (временной) трансфекции традиционными способами [11]. При кальциево-фосфатном методе и методе, основанном на липосомах, чужеродная ДНК хоть и проникает в ядро, но не встраивается в геном и по прошествии некоторого времени «теряется», ограничивая время изучения трансфицированных клеток несколькими днями. Для оценки влияния мутантной формы риктора на такой сложный процесс, как пролиферация клетки, было необходимо обеспечить достаточно высокий уровень экспрессии изучаемого белка, достигаемый при экспрессионных системах, основанных на лентивириальной трансдукции.

Риктор является необходимым компонентом mTORC2 комплекса, функционирующего в качестве киназы сайта Ser-473 Akt. Утрата клетками риктора обладает значительным ингибирующим воздействием на сигнальный путь Akt. Индукция стабильной экспрессии риктора в нокаутных по риктору клетках MEF восстанавливает регуляцию Akt, что выражается в увеличении уровня клеточной пролиферации.

Для установления степени влияния замены G934E на регуляцию Akt и клеточную пролиферацию нами были созданы клеточные линии, стабильно экспрессирующие мутантную и дикого типа формы риктора. Для получения стабильных линий мы использовали ретровирусную экспрессионную систему.

Для проверки уровня экспрессии генов риктора трансдуцированные клетки MEF лизировали, тотальные белковые экстракты подвергали фракционированию при помощи SDS-PAAGE. Разделенные по молекулярной массе белки переносили на PVDF мембраны и анализировали методом иммуноблоттинга с применением антител к тус. Также проверяли уровни эндогенных клеточных белков mTOR, Sin1 и Akt, а также степень фосфорилирования Akt по сайту Ser-473. В качестве контроля содержания равного количества белка в каждой полосе использовали сигнал от тубулина.

Кроме того, для проверки формирования mTORC2 продуктами экспрессии рекомбинантной кДНК риктора и эндогенными внутриклеточными компонентами этого комплекса была произведена иммунопреципитация mTORC2 из трансдуцированных клеток при помощи анти-mTOR антител.

Как видно из рис. 2, В, стабильная экспрессия риктора дикого типа в нокаутных по риктору клетках MEF стабилизировала содержание Sin1 и восстановила фосфорилирование Akt по Ser-473, в то время как интродукция мутанта G934E риктора подобного влияния не оказала, а степень фосфорилирования Ser-473 оставалась по-прежнему низкой.

Иммунопреципитация эндогенных mTORC2 показала, что комплекс образуется только в случае *ric1^{-/-}* MEF, трансдуцированных риктором дикого типа (рис. 2, А).

Для оценки влияния G934E-мутанта риктора на скорость пролиферации MEF был применен метод прямого подсчета клеток в Beckman Coulter Z1 Dual Cell and Particle Counter (Beckman Coulter Inc.). Для подсчета равное количество клеток негативного контроля (*ric1^{-/-}* MEF, трансдуцированные вектором pRV3 без вставки), позитивного контроля (экспрессирующих риктор дикого типа) и экспрессирующих мутантный риктор высаживалось на чаши Петри. Определение числа клеток проводили через 48 и 72 ч. Результаты подсчета приведены на рис. 3.

Рис. 2. Стабильная экспрессия риктора в *ric1^{-/-}* MEF.

А – иммуноблоттинг иммунопреципитатов mTOR из клеток, трансдуцированных кДНК риктора дикого типа и его мутантных форм.

В – иммуноблоттинг тотальных белковых экстрактов из клеток, трансдуцированных кДНК риктора дикого типа и его мутантных форм.

1 – отрицательный контроль (иммунопреципитаты и экстракты из лизатов клеток, трансдуцированных вектором pRV3 без вставки);

2 – положительный контроль (иммунопреципитаты и экстракты из лизатов клеток, трансдуцированных кДНК риктора дикого типа);

3 – иммунопреципитаты и экстракты из лизатов клеток, трансдуцированных кДНК G934E-формы риктора

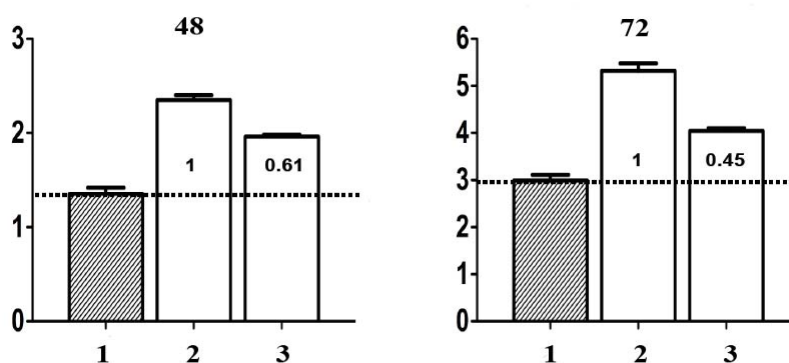
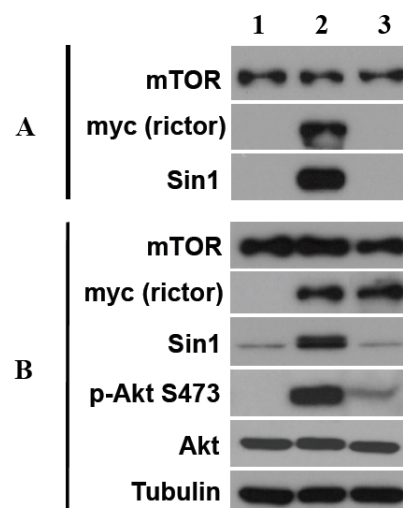


Рис. 3. Скорость пролиферации *ric1^{-/-}* MEF, стабильно экспрессирующих риктор дикого типа и его мутантную форму. 1 – отрицательный контроль (клетки, трансдуцированные вектором pRV3 без вставки); 2 – положительный контроль (клетки, трансдуцированных кДНК риктора дикого типа); 3 – клетки, трансдуцированные кДНК G934E-формы риктора

На рисунке показано, что на 48 ч клетки положительного контроля более чем в два раза увеличили свою массу и на 39% превышают количеством клетки, экспрессирующие мутантный риктор. На 72 ч разница в скоростях пролиферации трех клеточных линий становится более выраженной. Так, линии, экспрессирующие мутантный риктор, на 55% уступают в числе клеткам положительного контроля.

Таким образом, было установлено, что утрата активности mTORC2 в клетках, экспрессирующих мутантный риктор G934E, ассоциирована с пониженным уровнем клеточной пролиферации по сравнению с положительным контролем. Клетки, экспрессирующие мутантный риктор хоть и пролиферировали быстрее отрицательного контроля, но все же уступали в скорости клеткам с риктором дикого типа.

Следовательно, полученные результаты в совокупности показывают, что мутант G934E риктора не способен связываться с Sin1 и не включается в функциональный киназный комплекс mTORC2, приводя к нарушению регуляции Akt и снижению уровня пролиферации.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Franke T.F., Kaplan D.R., Cantley L.C., Toker A. Direct regulation of the Akt proto-oncogene product by phosphatidylinositol-3,4-bisphosphate // *Science*. – 1997. – Vol. 275(5300). – P.665–8.
- 2 Somanath P.R., Razorenova O.V., Chen J., Byzova T.V. Akt1 in endothelial cell and angiogenesis // *Cell Cycle*. – 2006. – Vol. 5(5). – P. 512–8.
- 3 Sarbassov D.D., Guertin D.A., Ali S.M., Sabatini D.M. Phosphorylation and regulation of Akt/PKB by the rictor-mTOR complex // *Science*. – 2005. – Vol. 307. – P.1098-1101.
- 4 Loewith R., Jacinto E., Wullschlegel S., Lorbeg A., Crespo J.L., Bonenfant D., Oppliger W., Jenoe P., Hall M.N. Two TOR complexes, only one of which is rapamycin sensitive, have distinct roles in cell growth control // *Mol Cell*. – 2002. – Vol. 10. – P.457-468.

5 Jacinto E., Loewith R., Schmidt A., Lin S., Ruegg M.A., Hall A., Hall M.N. Mammalian TOR complex 2 controls the actin cytoskeleton and is rapamycin insensitive // *Nat Cell Biol.* – 2004. – Vol. 6. – P.1122-1128.

6 Kannan N., Haste N., Taylor S.S., Neuwald A.F. The hallmark of AGC kinase functional divergence is its C-terminal tail, a cis-acting regulatory module. // *Proc Natl Acad Sci USA.* – 2007. – Vol. 104(4). – P. 1272-7.

7 Jones K.T., Greer E.R., Pearce D., Ashrafi K. Rictor/TORC2 regulates *Caenorhabditis elegans* fat storage, body size, and development through *sgk-1* // *PLoS Biol.* – 2009. – Vol. 7. – P. 0604-0615.

8 Soukas A.A., Kane E.A., Carr C.E., Melo J.A., Ruvkun G. Rictor/TORC2 regulates fat metabolism, feeding, growth, and life span in *Caenorhabditis elegans* // *Genes Dev.* – 2009. – Vol. 23. – P. 496-511.

9 Aimbetov R., Chen C.-H., Bulgakova O., Abetov D., Bissenbaev A.K., Bersimbaev R.I., Sarbasov D.D. Integrity of mTORC2 is dependent on the rictor Gly-934 site // *Oncogene.* – 2011. – doi: 10.1038/onc.2011.404.

10 Xu J. Preparation, culture, and immortalization of mouse embryonic fibroblasts // *Curr Protoc Mol Biol.* – 2005. – P. 104-111.

11 Tseng Y.T., Padbury J.F. Transient transfection and adrenergic receptor promoter analysis. // *Methods Mol Biol.* – 2000. – Vol. 126. – P. 235-9.

P. S. Айымбетов, А. К. Бисенбаев, Д. Д. Сарбасов

**РИКТОРДЫҢ G934E МУТАЦИЯСЫ mTORC2-НЫҢ КИНАЗАЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІНЕ
ЖӘНЕ КЛЕТКА ПРОЛИФЕРАЦИЯСЫ ЖЫЛДАМДЫҒЫНА КЕРІ ӘСЕР ЕТЕДІ**

mTOR өсу факторлары мен коректік заттардың сигналдық жүйесінің тоғысында орналасқан және mTORC1 және mTORC2 мультипротеиндік кешендерінің құрамына кіретін негізгі киназа болып табылады. mTORC2 кешеніне кіретін риктордың G934E мутациясы аталмыш кешеннің құрастырылуын тежеп, оның киназалық белсенділігінің төмендеуіне және клетка пролиферациясы жылдамдығының төмендеуіне алып келеді.

R. S. Aimbetov, A. K. Bisenbayev, D. D. Sarbasov

**THE MUTATION OF G934E OF THE RICTOR NEGATIVELY INFLUENCES
ON KINASE ACTIVITY OF mTORC2 AND SPEED PROLIFERATION OF A CELL**

mTOR (mammalian target of rapamycin) is an important hub kinase of growth factor and nutrient signaling, functioning as a part of two multiprotein complexes - mTORC1 and mTORC2 (mTOR complexes 1 and 2). G934E mutation of one of the mTORC2 components - rictor - blocks the complex's assembly and kinase activity and decreases the cell proliferation rate.

А. А. АХМЕТОВ

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ВОЛЬФАРТОВЫХ МУХ (DIPTERA, SARCOPHAGIDAE) КАЗАХСТАНА

Институт зоологии МОН и НАН РК, г. Алматы

Вначале приводится определитель некоторых родов семейства *Sarcophagidae*, близких к роду *Wohlfahrtia*, и затем – определительная таблица видов вольфартовых мух, встречающихся в Казахстане.

Когда семейство нашего экземпляра мух известно, что это – *Sarcophagidae*, тогда переходим к определению их родов, близких сравнительно к роду *Wohlfahrtia*, которых сравниваем в определительной таблице. В СНГ насчитывается 75 родов семейства *Sarcophagidae*, поэтому в определителе приводим только некоторые роды, сравнительно близкие по морфологическим признакам к роду *Wohlfahrtia* и далее приводится определительная таблица видов рода *Wohlfahrtia*, зарегистрированных в Казахстане.

Определительная таблица некоторых родов *Sarcophagidae*

- 1 (14). Тело в светлом желтовато-сером налете. Брюшко с отливающим шашечным рисунком, если тергиты брюшка с темными пятнами, то боковые пятна расположены у переднего края тергитов. Ариста с длинными волосками, перистая в базальной половине, реже с нежными волосками. cx_3 на верхней задней поверхности тазика покрыты нежными, но хорошо выраженными волосками.
- 2 (7). Тело уплощенное, покрытое густым желтоватым налетом. Ариста с длинными волосками. Среднеспинка с темными продольными полосами. Брюшко без четких пятен. Постабдомен ♂ и ♀ красный с желтовато-серым переливчатым рисунком. Фаллосома с хорошо выраженными мембральными лопастями и обычно с неясно обособленной апикальной частью. Мелкие мухи: 4-8 мм.
- 3 (6). Тело в светло-сером налете. Ариста перистая. Щеки широкие. Ряды фронтальных щетинок параллельные, в передней части нерасходящиеся в стороны. Среднеспинка серая с черными продольными полосами. Брюшко с серым шашечным рисунком.
- 4 (5). Лоб узкий, без *or*. Брюшко ♀ уплощенное с желтовато-серым шашечным рисунком. Анальный тергит значительно длиннее генитального. Генитальные сегменты красные; мембральные отростки фаллозома парные, очень большие, стебельчатые. cx_3 сзади с торчащими волосками. 4,5-8 мм. **Ravinia**
- 5 (4). Лоб ♂ уже, без *or*, у ♀ - широкий, реже с *lor*. Среднеспинка нечеткой темной срединной продольной полоской. Брюшко удлиненное, темноокрашенное, без четких пятен. cx_3 без волосков сзади. Постабдомен крупный, темный. Генитальные сегменты черные и анальные тергиты яркокрасные.
- 6 (3). Основная окраска тела темная. Ариста с короткими волосками. Щеки не особенно высокие. Среднеспинка с черными продольными полосами. Брюшко с блестящим шашечным рисунком и нечеткой срединной полоской, без четких пятен. Изгиб *M* тупоугольный. Постабдомен крупный. 6-8 мм. **Pseudosacophaga**
- 7 (2). Тело удлиненное с переливчатым серо-черным рисунком, иногда с более-менее четкими темными пятнами на брюшке. Среднеспинка с 5 темными продольными полосами. Ариста перистая. Постабдомен целиком черный. Фаллосома в профиль округлая, иногда мембральные отростки мало развиты. Брюшко удлиненное. III-IV стерниты брюшка ♂ покрыты торчащими волосками. Средние тергиты брюшка с очерченными черными пятнами, удлиненными по средней линии тергитов и округлыми в боковых их отделах. Крупные мухи.

- 8 (9). Скулы широкие; щеки высокие. *ac* 0+1, 3 пары зашовных крепких *dc*. 3-й членик усика короткий. *R*₁ голая. Проплевры голые. Постабдомен ♂ черный, крупный, анальный тергит всегда меньше генитального. Апикальная часть парафалла обычно не обособленная; мембранные лопасти короткие, иногда отсутствуют. Фаллосома удлинённая, несущая обычно хорошо заметные ушки (загнутые назад роговидные выросты), в профиль в середине не прозрачная; апикальная часть парафалла неясная или в виде округлых перепончатых лопастей; мембранные лопасти в виде каймы или же плохо выраженные в виде бугорков. 6,5-16 мм. **Bellieria**
- 9 (8). Скулы узкие, покрытые короткими щетинками. Щеки высокие. 3-й членик в 2-3 1/2 раза длиннее 2-го. *ac* 0+0 ; *dc* за швом в числе 4-5 щетинок неравной длины. Проплевры голые. Постабдомен средней величины, красный. Фаллосома не удлинённая, без мембранных отростков; мембрана в виде выпуклого бугра; апикальная часть парафалла хорошо выражена и четко отграничена.
- 10 (11). Светлосерые мухи. Ариста длинноперистая. Усики удлинённые; Брюшко с шашечным рисунком. Анальный тергит ♂ часто красный. VI тергит брюшка ♀ яркокрасный, разделен на 2 половины. Церки ♂ очень глубоко расщепленные, и между их левой и правой ветвями свободно располагается фаллосома характерной формы: с очень длинной базальной частью парафалла. Крупные, 8-15 мм, реже средней величины. **Bercaea** (=Coproscaphaga)
- 11 (10). Темно-серые мухи. Ариста перистая. 3 - й членик усика в 1,5-2,5 раза длиннее 2-го. Брюшко с обычным шашечным рисунком, без обособленных пятен или полос. Генитальный тергит ♂ не изогнутый. Церки прямые.
- 12 (13). Тело темно-серое. Ариста длинноперистая. Скулы очень широкие, покрытые желтовато-серым, серо-золотистым налетом, с короткими волосками. Щеки высокие, темно-серые. III-стернит брюшка ♂ с короткими щетинками, IV стернит без торчащих щет. Постабдомен ♂ крупный, черный. Апикальная часть парафалла тонкая, перепончатая, облегчающая крупные и массивные стилеты; мембранные лопасти в числе 1 пары округлых выростов, смешанных дистальнее вентральных выростов базальной части парафалла. 7-16 мм. **Sarcophaga**
- 13 (12). Тело светло-серое. Ариста перистая. Скулы не особенно узкие с немногими щетинками. В профиль лоб не выступающий. Постабдомен ♂ небольшой, черный или частично красно-оранжевый. Апикальная часть парафалла сильно склеротизированная, четко отграниченная с хорошо выраженным срединным отделом; мембранные лопасти различной формы. IV, а иногда и III-й стернит брюшка ♂ с короткими прилегающими щет. Крупные, реже средней величины. 7-17 мм. **Parasarcophaga**
- 14 (1). Тело темнокоричневое в светло-желтовато-сером налете. Брюшко без шашечного рисунка, с резко выраженными (по средней линии брюшка) округлыми или удлинёнными черными пятнами, из которых боковые расположены всегда у заднего края тергитов. Ариста перистая или с нежными короткими волосками. *sc*₃ голые.
- 15 (18). Тело темноокрашенное продолговатое с густым желтоватым налетом. 3-й членик усиков в 1,5 раза длиннее 2-го. Лоб ♂ и ♀ широкий, с 2 крепкими *or*. Скулы узкие, с 1 рядом нежных щетинок. Щеки высокие. Среднеспинка с темными продольными полосами. Брюшко с черной срединной продольной полосой. Постабдомен ♂ черный, покрытый налетом, крупный. Мелкие мухи.
- 16 (17). Тело в желтовато-сером налете. Ариста перистая, с волосками. Брюшко в желтовато-сером густом налете, с плохо выраженным рисунком в виде нерезко отграниченных пятен по бокам тергитов. 4-8 мм. **Agria**
- 17 (16). Тело в светло-сером налете. Ариста с короткими прилегающими волосками. Брюшко с более или менее контрастными пятнами и одноцветное, никогда не переливчатое, реже одноцветное, серое. С *or*.

- 18 (15). Тело почти белое с черными пятнами на брюшке. 3-й членик усиков в 1/2-3 раза длиннее 2-го. Лоб ♂ довольно широкий, но всегда уже, чем у ♀, с *or*. Среднеспинка с 3 темными продольными полосами. Брюшко с четкими черными крупными пятнами, средние пятна более крупные и продольно вытянутое, часто сливающимися друг с другом на тергитах II-V. Скулы голые. Постабдомен ♂ крупный. Крупные мухи: 8-18 мм. **Wohlfahrtia**

Определительная таблица видов рода *Wohlfahrtia*

- 1 (8). Щеки шире половины высоты глаза. Голова сзади вздутая. Генитальные сегменты темные, почти черные. Размеры в среднем крупные. Скулы узкие.
- 2 (5). 3-й членик усиков в 2,5-3 раза длиннее 2-го. Щеки в профиль всегда заметно ниже половины высоты глаза. Скулы узкие. Пятна на брюшке все обособленные. Постабдомен красно-желтый. Предшовных *ac* нет, за швом *dc* в числе 2-3 пар. V тергит без четких пятен. Фаллосома ложковидная, с торчащей апикальной частью и косо расположенными вентральными отростками. Крупные 15-18 мм.
- 3 (4). Налет на брюшке почти чисто белый. Лоб самца без орбитальных щетинок, у самок - с 2 орбитальными щетинками. Скулы и щеки очень широкие. Среднеспинка с тремя широкими и двумя узкими черными полосками. Брюшко с крупными, продольно сливающимися пятнами на середине двух средних тергитов и мелкими круглыми пятнами на боках двух средних тергитов; на последнем тергите отсутствуют пятна. Очень густые, длинные волоски покрывают все бедра и голени. Церки на конце острые, тонкие и загнутые. Фаллосома с очень крупной апикальной частью. Крупный. 15-18 мм. **W. bella**
- 4 (3). Налет на брюшке обычно желтоватый, золотистый. Скулы широкие. Лобные щетинки слабые, не перекрещивающиеся. Щеки равны 2/3 высоты глаза. Брюшко удлинено-яйцевидное. Щетинки на конечностях как у *W. bella*. Церки на конце почти прямые, притупленные, с характерной складкой. Фаллосома с относительно небольшой апикальной частью. 10-17 мм. **W. pavlovskiyi**
- 5 (2). 3-й членик усиков в 1,5 раза длиннее 2-го. Щеки в профиль выше половины высоты глаза. Скулы широкие. Предшовные *ac* имеются. Постабдомен темно окрашенный. V-й тергит всегда с хорошо выраженными черными пятнами. Брюшко всегда с четко выраженным рисунком в виде черных пятен, разграниченных светлым налетом.
- 6 (7). Тело в светло-сером налете. Среднеспинка с 3 темными продольными полосами. Усики черные. 3-й членик усиков в 1,5 раза длиннее 2-го. У ♂ лоб широкий, у обоих полов с редкими орбитальными щетинками. Щупики черные. Гипопигий черный, блестящий. Задние голени с длинными черными волосками. Последний тергит брюшка (морфологически 5-й, т.е. видимый 4-й) с тремя круглыми сильно сближенными черными пятнами. Средние пятна более крупные и продольно вытянутые. 9-16 мм. **W. Magnifica**
- 7 (6). Налет на теле серый. Лоб и хоботковая полость выдаются вперед сильнее, продольный диаметр головы длиннее, чем у *W. magnifica*. Предшовных *ac* нет. Основание щупальца и усика желто-красные. 3-й членик усиков равен 2-му. Скулы и щеки очень широкие. Пятна на брюшке очень крупные; срединное пятно IV тергита сильно вытянутое, достигающее переднего края тергита и слитое с пятном III-тергита, а пятна V тергита не округлые, продольно удлиненные. Задние параметры мало изогнутые, широкие. Церки ♂ острые. 10-13 мм. **W. meigeni**
- 8 (1). Щеки в профиль почти всегда уже половины высоты глаза. Голова короткая, сзади мало вздутая, скулы узкие. Налет на теле почти белый, окраска в целом светлая, конец брюшка красно-желтый или желтовато-коричневый.
- 9 (10). Среднеспинка с продольными темно-серыми полосами, брюшко с крупными округлыми черными пятнами на всех тергитах. Перед швом имеются 2-3 пары ясных *ac*; за швом они в количестве 4, реже 3 пар. Фаллосома короткая, резко склеротизированная; ее апикальная

- часть прямая, с особыми боковыми выростами. Кокситы крупные, церки массивные в профиль умеренно загнутые, острые. Гипопигий желтовато-красный, на основании коричневый. 7-12 мм. **W. fedtschenkoi**
- 10 (9). Среднеспинка с пятью продольными полосами в зашовной половине и семью полосами перед швом. Перед швом *ac* отсутствуют, зашовных 3 или 2 пары. Фаллосома длинная, в виде ложковидно вогнутой пластинки, без боковых выростов апикальной части и без длинных вентральных отростков. Гипопигий красный, блестящий.
- 11(12) Щетинки по заднему краю генитального тергита расположены в 2 ряда. Щеки узкие, сзади выпуклые. Щупальцы желтые, усики частично желтые. Брюшко с черными круглыми пятнами на трех дистальных тергитах; среднее пятно на втором тергите крупнее других, вытянутое, достигающее переднего края. I+II тергит с пятнами слитыми спереди. III+IV тергиты с средним большим, достигающим до переднего края и круглыми боковыми пятнами. V тергит с небольшим равными круглыми пятнами. Церки прямые, постепенно утончающиеся к концу, образуют небольшой резкий крючок. Фаллосома с большим непарным крючковидно изогнутым гипофаллом в виде когтя. 8-15 мм. **W. trina**
- 12 (11) Среднеспинка с продольными серыми полосами. I+II тергит со слитыми спереди пятнами. III и IV тергиты с 3 пятнами на каждом, срединные вытянутые, особенно на III тергите, а боковые круглые. V тергит с 3 небольшими круглыми пятнами. Щетинки по заднему краю генитального тергита расположены в один ряд. Фаллосома без длинного крючковидного гипофалла. Скулы узкие, не больше 2/3 длины 3-го членика антенн.
- 13 (14). Тело покрыто светлым налетом. Членики усиков красно-желтые. I+II тергит брюшка с обособленными боковыми пятнами, III тергит с вытянутым переднего края срединным пятном. V тергит с 3 пятнами равных размеров. Ноги без длинных щетинок. Фаллосома длинная, в конце тупая, в виде желоба. Церки равномерно загнутые, сильно заостренные. 5,5-10 мм. **W. nuba**
- 14 (13). Тело светлое. Фаллосома длинная, в виде ложковидной вогнутой пластинки, без боковых выростов апикальной части и без длинных вентральных отростков. Церки почти прямые, мало согнутые.
- 15 (16). Среднеспинка с продольными серыми полосками. I+II тергит с 3-мя менее обособленными пятнами. III тергит с продольным срединным и круглыми боковыми пятнами. У IV тергита срединное пятно вытянуто вперед тонким отростком. V-й тергит с 3 круглыми равными пятнами. Брюшко с черными пятнами и красно-желтым гипопигием. Ноги с густыми волосками. Фаллосома не изогнутая, узкая, в профиль в виде прямой, на конце расширенной в виде ложки. Церки очень мало согнутые, почти прямые. 6,5-11 мм. **W. balassogloi**
- 16 (15). Брюшко светлое, с красно-желтым гипопигием, четкими пятнами. Бедро и дистальные концы задних голеней с густыми тонкими волосками. Церки слабо, но заметно согнутые. Фаллосома широкая, на конце без ложковидного расширения. 7-13 мм. **W. indigens**

При описании отличительных морфологических признаков вольфартовых мух, которые применяются при дифференциации их видов, использованы работы А. А. Штакельберга [1], Б. Б. Родендорфа [2] с сокращениями и дополнениями. Определение видов вольфартовых мух осуществляется в основном по самцам. Особенности строения конца брюшка самцов позволяют определить представителей различных видов Вольфартий. Морфологические признаки *Sarcophila wohlfahrti* (*W. magnifica*) не дадут возможности смешать этот вид с *S. meigeni*, *S. latifrons*, *S. ruralis* [3]. *W. intermedia* наиболее близки к *W. meigeni*. Главное отличие *W. intermedia* от мухи Мейгена состоит в том, что третье брюшное кольцо на заднем крае снабжено тремя круглыми черными пятнами, т.е. среднее пятно не продолжается вперед в виде полосы к следующему кольцу, как у мухи Мейгена. Бедро, голень снабжены более длинными и густыми волосками. Указанные в сравнительном диагнозе признаки позволяют легко отличать *S. intermedia* sp. nov. от *S. meigeni*, в общем, очень сходных между собой [4]. У мухи Мейгена (*W. meigeni* Sch.) лоб значительно уже, передняя часть

выдается вперед, продольный диаметр гораздо длиннее, а вертикальный - короче, второй членик сажки длиннее, два первые - ярко-рыжие, а 3-й членик черный, на брюшке среднее пятно более крупное, углы усечены далеко от вершины, ноги с более густыми волосками, чем у самцов мухи Вольфарта.

W. bella наиболее близок к *W. pavlovskiyi*, но *W. pavlovskiyi* с более общей темной окраской. *W. bella* близка в систематическом отношении к *W. seguyi* и *W. nuba*, от которых отличается строением полового аппарата, жилкованием крыльев и рисунком на брюшных сегментах, отсутствием пятен на V тергите [5].

У самца *W. balassogloi* брюшко коническое, среднее пятно брюшка кольцевидное, продолжающееся у самки в виде тонкой полоски к переднему кольцу, а у самца - более широкой полоски. Близки к *W. indigena*, отличается от него строением генитальных придатков. *W. indigena* близки к *W. balassogloi*, отличаясь от нее широкой фаллосомой без обособленного апикального расширения.

W. fedtschenkoii своеобразный вид с красными генитальными придатками и боковыми выростами апикальной части парафалла.

W. trina своеобразный, светлоокрашенный вид, хорошо отличающийся наличием двойного ряда щетинок на генитальном тергите и большим ногтевидным гипофаллом.

Вольфартовые мухи имеют большое габитуальное сходство с известными представителями других родов (*Parasarcophaga*, *Coprosarcophaga*, *Sarcophaga*, *Pseudosarcophaga*, *Bellieria* и др.) семейства саркофагид: общая форма, окраска тела, профиль головы, груди, ног, пропорции её частей. Однако, строение конца брюшка самцов рода *Wohlfahrtia* - наличие щетинок, слияние тека и парафалла, отсутствие волосков на задних тазиках, блестяще-черный рисунок на брюшке позволяет с легкостью отличать род *Wohlfahrtia* от родов настоящих саркофагид. По внешнему виду и строению виды мух с трудом определяются, поэтому для дифференциации видов дополнительно использованы морфологические признаки церки и фаллосом самцов *Wohlfahrtia*. Таким образом, достоверное определение до вида вольфартовых мух – дело нелегкое, наружным осмотром зачастую невозможно добиться успеха, требуется изготовление тотальных препаратов и микроскопия некоторых вышеуказанных деталей мух. Диапазон определения вида мух очень широкий. Из-за отсутствия определителя для видов рода *Wohlfahrtia*, встречающихся в Казахстане, можно довольствоваться настоящим определителем.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Штакельберг А. А. Синантропные двукрылые // Фауны СССР. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – 163 с.
- 2 Родендорф Б. Б. Семейство Sarcophagidae – Саркофагиды // Определитель насекомых Европейской части СССР. – Т. V. Вторая часть. – М.; Л., 1970. – С. 624-670.
- 3 Порчинский И. А. О мухе Вольфарта (*Sarcophila wohlfahrti*), живущей в состоянии личинок на тель человека и животных // Труды Русского энтомологического общества. – СПб., 1883-1884. – Т. XVIII, № 1, 2. – С. 4-69, 247-313.
- 4 Порчинский И. А. Двукрылые новые и малоизвестные с биологическими примечаниями // Труды русского энтомологического общества. – СПб., 1887. – Т. XXI. – С. 176-200.
- 5 Gil Collado J., Zapatero H. M., Guillen J. L. Estudios sobre la *Wohlfahrtia bella* (Macq.) // Rev. Iberoam. parasitol. – 1974. – V. 34, N 1, 2. – P. 9-27.

А. А. Ахметов

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ВОЛЬФАРТИА ШЫБЫНДАРЫНЫҢ ТҮРІН АНЫҚТАУ КЕСТЕСІ

Қос қанаттылардың Sarcophagidae тұқымдасының ішінен Вольфартия шыбындарына ұқсас туыстас түрлерін ажырату үшін кесте берілген. Мақала соңында Қазақстанда кездесетін Вольфартия шыбындарының түрін анықтау кестесі келтірілген.

А. А. Akhmetov

KEY TO SPECIES OF WOHLFAHRTIA FLY (DIPTERA, SARCOPHAGIDAE) OF KAZAKHSTAN

Key for the determination of some genera related to *Wohlfahrtia* from Sarcophagidae family and key for the determination of the species from *Wohlfahrtia* genus living in Kazakhstan are compiled.

К. К. БАЙТҰРСЫНОВ, Р. А. ДАЙРАБАЕВ, Ф. О. ЕЛУБАЕВА

БИОЛОГИЯЛЫҚ АЛУАНТҮРЛІЛІКТІ САҚТАУ МАҚСАТЫНДА ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТОРЛАРДЫ ҚҰРУДЫҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ

А. Ясауи атындағы халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан қ.

Оңтүстік Қазақстан облысының Сырдария жайылмасындағы бұқар бұғысын қорғау жолдары қарастырылған.

Қазақстанда биоресурстардың ерекшелігіне және оның алуантүрлілігіне мән беріп, оларды сақтап қорғауға ғылыми тұрғыдан жан-жақты зерттеулер жасалып жатыр. Сондай-ақ ел аумағындағы экологиялық жағдайдың өзгеруі, табиғат пен тіршілік иелерінің арасындағы тепе-теңдіктің бұзылуы да жан-жануарлардың кейбір түрлерінің жоғалып кету қаупін тудырады. Биологиялық алуантүрлілікті сақтау әлем мамандарының алдында тұрған үлкен мәселе. Бұл жағдай Қазақстан зоологтары мен биологтарын да мазалаумен келеді. Биологиялық алуантүрлілікті, тепе-теңдікті сақтап, пайдалану ерекше қолға алыну қажет.

Қазақстан аумағында ерекше және маңызды әлемдік фаунаның генетикалық қоры жиналған: қарақұйрық, қызыл қасқыр, ақбөкен, құлан, Қаратау және Алтай архары, Тянь-Шань аюы, қар барысы, ортаазиялық сілеусін, ителгі, жұртшы, құмай және т.б.

Солардың бірі – бұқар бұғысы (1-сурет) (*cervus elaphus bactrianus* Lydekker, 1990).



1-сурет. Бұқар бұғысы

Бұғылар, бітеумүйізділер (лат. *Cervidae*) — жұптұяқтылар отрядына жататын жануарлар тұқымдасы. Бұғының отыз түрі бес тұқымдас тармағына бөлінеді: құдырлар; мунтжактар; су бұғылары; нағыз бұғылар; Америка бұғылары. Бұғы Азия, Еуропа, Америка және Солтүстік Африкада тараған. Қазақстанда бұғы екі тұқымдас тармағына жататын төрт түрі (құдыр, елік, марал, бұлан) Алматы, Солтүстік Қазақстан, Шығыс Қазақстан, Ақмола облыстарының орманды алқаптарын мекендейді.

Бұқар бұғысы, немесе ақ марал (лат. *Cervus elaphus bactrianus*) – ақ маралдар арасындағы ең ұсағы және Орталық Азия жағдайында шөл және шөлейт жерлерде өмір сүруге бейімделген жалғыз түр. Ол Амударияның тек шектеулі аймағында ғана тіршілік етеді. Бұғы өзен бойындағы тоғайда ғана тұрақтанып, жақын маңайдағы тауға ешқашан көтерілмейді. Ертеректе бұғылар жиі кездесетін. Бірақ шаруашылықта тоғай талдарын отын ретінде пайдалану, өрттің әсерінен бұғылардың саны күрт төмендеді. Бұл жануарлардың тарихи мекен ортасы Амудария мен Сырдария өзендері және Қызылқұм болатын [1, 2]. Қазақстанда бұқар бұғылары Сырдария өзенінің төменгі және ортаңғы ағысы мен Қызылқұмды мекендейтін [3, 4]. Салмағы 200 келі шамасында.

Реңі ақшыл-күлгін, жыл мезгіліне қарай терісі сәл қоңыр-сары – сұр түстерге де келіңкіреп тұрады. Қазақстан маралдың сұлулығы мен бекзаттығын бағалап, альпі раушан гүлін «маралшөп» деп атап кеткен. Бұл жануар тек қана Орталық Азияның тоғайлы ормандарында кездеседі. Қазақстан Республикасының Қызыл Кітабы мен ғаламдық қауіп төніп тұрған жануарлар тізіміне енгізілген.

Ертеректе бұқар бұғылары Сырдария өзені бойын (2-сурет) мекендеген [5].



2-сурет. Сырдария өзені

Соңғы рет Сырдария тоғайында бұқар бұғысы 1950 жылдары байқалған. Ең соңғы бұқар бұғысы 1956 жылы атып алынған [6].

1960 жж. ортасында бұқар бұғылары тек Амударияның қорықтары мен Дарганата сақталды. Сақталған бұғылардың саны – 350-400 басты құрады. Жануарларды қорғау шараларының арқасында Орталық Азияның бірқатар елдерінде бұғылардың саны 1980 жылдардың басында 1000-ға жетті. Қазақ ССР Министрлер Кеңесі шешімімен 1981 жылы 22 бас бұғы Іле өзенінің ортаңғы ағысында орналасқан Қарашеңгел мемлекеттік аң аулау шаруашылығына әкелінді. Шаруашылықтағы күйі келіскен бұғылардың саны 1991 жылы 120 басқа артып, 2001 жылы 310 басқа жетті [7].

1999 жылы Нидерландиялық WWF қолдауымен «Бұқар бұғыларын тарихи ареалында сақтау және қалпына келтіру» жұмыстары басталды.

Дүниежүзілік жабайы табиғат қорының (WWF) Орталық Азия биоалуантүрлілігін сақтау, саны азайған түрлерін қайта қалпына келтіру мақсатына арналған бағдарламасы бойынша арнайы жоба дайындалды.

2000 жылы бұқар бұғыларын өзінің тарихи мекен еткен ортасында сақтау және қалпына келтіру үшін дүниежүзілік жабайы табиғат қоры қаржыландыра бастаған кезде ҚР ҰҒА-ның Зоология институты Түркістан қаласына қарасты Сырдария өңірін қайта жерсіндіруді бастау үшін ең қолайлы жер деп дәлелдеді.

Түркістанда бұғыларды қорғау, күтіп-бағу және қадағалау жұмыстары үшін вольерлер жүйесі мен инфрақұрылыс салынды. Тұқымбақ Сырдария өзенінің бойында мемлекеттік орман қоры жерінің «Бұғытүбек» деп аталатын бөлігінде орналасқан. Бұқар бұғысын өсіруге, бұрынғы ортасын қайта қалпына келтіру мақсатында 2 га жер аумағы берілген.

Содан 2001 жылы 31 мамыр күні Сырдария бойында алдын ала тұрғызылған тұқымбаққа бұқар бұғысының 6 басы Дүниежүзілік жабайы табиғат қоры (WWF) көмегімен Қарашеңгелден әкелінген. Бұл жұмысты бүгінгі күнге дейін WWF Дүниежүзілік жабайы табиғат қоры ұйымдастырып келуде. Бұқар бұғысы тұқымбақта 1,5x1,5 га қоршалған жерде 40 басқа дейін көбейген. Осы бұғылардың санын көбейтіп, тиімді қорғау үшін ҚР 2012 жыл 1 қаңтардан бастап

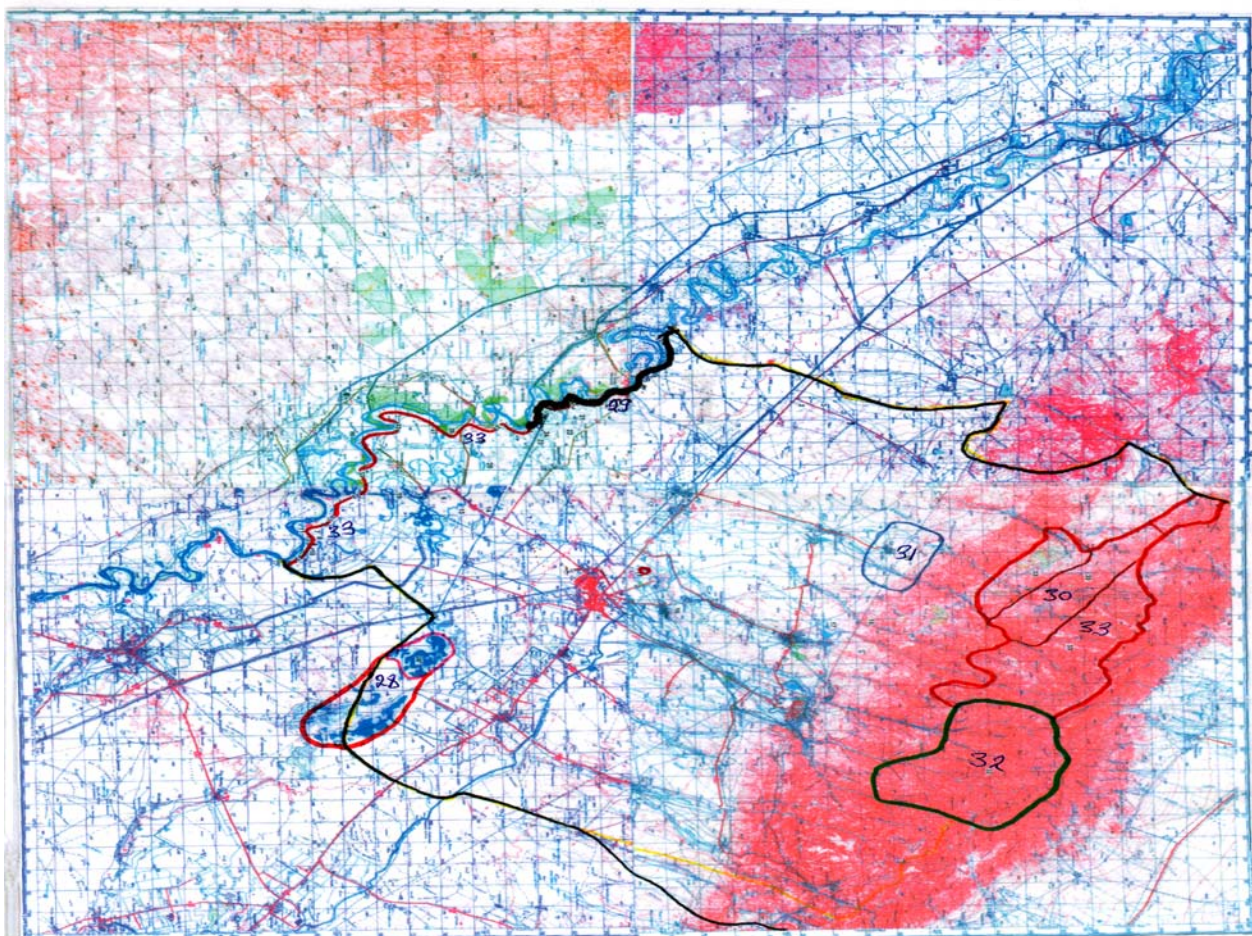
Түркістан ұлттық саябағын құру туралы арнайы өкім шығарған. Түркістан ұлттық саябақ аумағы Қаратау тауының көптеген жері мен Сырдария өзенінің бойын қамтиды.

Қазіргі кезде планетадағы осынау сұлу жануарлардың шағын бөлігі біздің Қазақстанды мекендейді. Мемлекеттің айрықша қорғауындағы бұғылардың бұл түрі Халықаралық Қызыл Кітапқа енгізілген.

Сыр өңіріндегі бұқар бұғысының популяциясын жаңғырту үшін біз Дүниежүзілік жабайы табиғат қоры (WWF) сарапшыларының ұзақ мерзімдік экологиялық торға арналған концепциясын қолдануымыз керек.

Экологиялық тор – қорғалатын табиғи аумақтар, экологиялық дәліздер мен буферлік аймақтардың Орталық Азияның барлық мемлекеттерінің мақұлдауына ие болған біртұтас желісі.

Экологиялық тор – биоалуандылықтың экологиялық қаңқасын сақтауды көздейді және сол өңірдің биоресурстарының әр алуандылығының сақталуын қамтамасыз етеді (3-сурет).



3-сурет. Сырдария – Қаратау өңірінің экологиялық тор жобасы және негізгі элементтері.

- 28. Шошқакөл – орнитологиялық аймақтың ядросы
- 29. Экологиялық дәліз – Сырдария аңғарында
- 30. Экологиялық дәліз – Қаратау тауында
- 31. Қалпына келтірілетін аудан – Абай селосының маңы
- 32. Қаратау мемлекеттік қорығы
- 33. Түркістан ұлттық табиғи паркі

Бұқар бұғыларының өсіп-өнуін тұрақты қалпына келтіру үшін экологиялық тор жобасы Түркістан мемлекеттік ұлттық табиғи саябағын құруды көздейді. Бастама облыстық және республикалық мемлекеттік құрылымдар тарапынан қолдауға ие болды.

Буферлі аймақтар мен экологиялық дәліздердегі табиғатты тұрақты пайдалану жоспары дайындалып, тиісті органдарға жолданды. Айрықша қорғалатын табиғи аумақтар жетілдірілген жүйесінің (ЭКОНЕТ) әзірленген құжаттамалары өкілеттік облыстық, республикалық және аудандық деңгейдегі мемлекеттік органдар тарапынан қаралуда. Түркістан экожелісі экологиялық басқармасының кешенді жоспарлары талдануда.

Оңтүстік Қазақстан облысы әкімдігімен, Түркістан әкімдігімен, ҚР Ауылшаруашылық министрлігінің орман және аң шаруашылығы комитетімен және облыстық құрылымдармен Түркістан мемлекеттік ұлттық табиғи саябағын құру мүмкіндігі келісіліп, экспедициялық және талдау жұмыстары жүргізілді. Солардың негізінде «Түркістан мемлекеттік ұлттық табиғи саябағының табиғи ғылыми негіздемесі» әзірленді.

Түркістан аймағының экологиялық дәліздерін ұйымдастыру және қорғалатын табиғи аумақтардың желісін үдету үшін ұсыныстар әзірленді.

Ғаламдық қауіп төніп тұрған жануар – бұқар бұғыларының санын қайта қалпына келтіру үшін маңызды экологиялық дәліздер мен буферлі аймақтар ретінде белгіленген аудандардағы жер және табиғи ресурстарды ақылмен пайдаланудың түрлі жолдарын дамыту, жергілікті тұрғындармен және қоғамдық ұйымдармен тығыз ынтымақтасуға ықпал жасау, жергілікті жамағатқа қолдау көрсету және оларды жобаны орындау ісіне тарту, мамандарды көптеп даярлау, биоалуантүрліліктің қысқаруының басты себептерінің бірі болып табылатын браконьерлікті болдырмау мақсатында мемлекет тарапынан заң жүзінде көрсетілген жазалардың дәрежесін ауырлату жолдарын қарастыру.

Ғалымдар осынау асылтұқымды жануарларды тек бұрынғы тарихи мекендеріне орналастырып және сонымен бірге, олардың үйреншікті ортасын қайта түлете отырып қана бұқар бұғыларын сақтап қалуға болатынына сенімді.

ӘДЕБИЕТ

- 1 Соколов И.И. Млекопитающие фауны СССР (копытные звери). – М.: Л., 1959. – Т. 1. – 359 с.
- 2 Гептнер В.Г., Насимович А.А., Банников А.Г. Млекопитающие Советского Союза (Парнокопытные). – М.: Высшая школа, 1961. – Т. 1. – 200 с.
- 3 Северцов Н.А. Вертикальное и горизонтальное распределение туркестанских животных // Изв. Общество любителей естествознания, антропологии и этнографии. – 1873. – Т. 8, вып. 2. – 213 с.
- 4 Богданов М.Н. Очерки природы Хвинского оазиса и пустыни Кызыл-Кум. – Ташкент, 1882. – С. 1-155.
- 5 Гептнер В.Г. Динамика ареала некоторых копытных и антропокультурных фактор. – 1960.
- 6 Антипин В.М. Тугайный олень в Казахстане // Охота и охотничье хозяйство. – 1957. – № 10. – С. 20.
- 7 Байдавлетов Р.Ж., Переладова О.Б., Семпере А.Ж., Есжанов Б.Е., Феодоров В.В., Павлов А.К. Акклиматизация и особенности экологии бухарского оленя в Карачингильском государственном охотничьем хозяйстве // Мат-лы междунаучной конф. «Фауна Казахстана и сопредельных стран на рубеже веков». – Алматы, 2004. – С. 55-57.

К. К. Байтурсинов, Р. А. Дайрабаев, Г. О. Елюбаева

ЗНАЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПЯТСТВИЙ С ЦЕЛЮ СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ

В статье приводятся пути охраны бухарского оленя в пойме Сырдарьи Южно-Казахстанской области.

К. К. Baitursinov, R. A. Dairabayev, G. O. Eluybayeva

VALUE OF FORMATION OF ECOLOGICAL OBSTACLES FOR THE PURPOSE PRESERVATION OF BIOLOGICAL DIVERSITY

В статье приводятся пути охраны бухарского оленя в пойме Сырдарьи Южно-Казахстанской области.

А.А. БАРИ, В.А. ХАЙЛЕНКО, С.Б. ОРАЗОВА, А.Т. ИВАЩЕНКО

ХАРАКТЕРИСТИКИ СВЯЗЫВАНИЯ НЕКОТОРЫХ СЕМЕЙСТВ miRNA *ARABIDOPSIS THALIANA* С mRNA ГЕНОВ ХРОМОСОМЫ 4

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы

Изучены свойства нескольких семейств miRNA¹ и их генов-мишеней, локализованных в четвертой хромосоме Arabidopsis thaliana. Установлено связывание нескольких miRNA с одной mRNA и связывание одной miRNA в нескольких сайтах одной mRNA. Основной вклад в энергию гибридизации miRNA с mRNA могут вносить 5'-, 3'- и центральные участки miRNA. В 5'UTR, CDS и 3'UTR находятся соответственно 8,6%, 63,0% и 28,4% сайтов связывания miRNA с mRNA изученных генов-мишеней хромосомы 4. Значительная часть генов-мишеней для miRNA кодирует: транскрипционные факторы, ферменты репарации DNA, белки, участвующие в убиквитинировании, белки семейства цинк-фингер и ферменты, участвующие в ответе на стресс.

В растениях микроРНК (miRNA) изучаются более 15 лет и за это время получено много сведений об участии их в различных биологических процессах [1-19]. Показана важная роль miRNA в развитии растений [2-7], дифференцировке [8-11], регуляции клеточного цикла [10, 12-14], ответе растений на различные виды стресса [14-19] и т.д. Созданы базы данных о miRNA и их генах-мишенях для многих растений [20, 21]. Однако некоторые поисковые системы выявления взаимодействующих пар miRNA-mRNA не учитывают ряд важных характеристик взаимодействия miRNA с mRNA. Поэтому большинство существующих баз данных о miRNA неадекватно отражает имеющиеся в растениях связи miRNA с mRNA.

В связи с этим в настоящей работе поставлены следующие задачи: а) выявить особенности взаимодействия miRNA с различными участками mRNA; б) установить отличия miRNA по способности связываться с разными mRNA; в) выявить особенности взаимодействия нуклеотидов при образовании комплексов miRNA с mRNA; г) определить, какие функции выполняют белки, кодируемые генами-мишенями, экспрессия которых регулируется посредством miRNA.

Материалы и методы

В качестве материала использованы нуклеотидные последовательности mRNA 4122 генов хромосомы 4 *Arabidopsis thaliana*, которые были заимствованы из GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>). Нуклеотидные последовательности miRNA получены из базы miRBase (<http://www.mirbase.org>). Для поиска miRNA была разработана программа miRNA Finder 2.2 (<http://sites.google.com/site/malaheenee/software/mirna-finder>).

Для расчета величины свободной энергии гибридизации (ΔG) мы использовали программу RNAHybrid 2.1 (<http://bibiserv.techfak.uni-bielefeld.de/rnahybrid>). Эта программа позволяет проводить поиск сайтов гибридизации с учетом сайтов-мишеней 5'-доминантного канонического, 5'-seed-доминантного и 3'-компенсаторного типа. В качестве сравнительного количественного критерия силы связи вычисляли отношение $\Delta G/\Delta G_m$ (%), в котором величина ΔG_m равна энергии связи конкретной miRNA с ее полностью комплементарной нуклеотидной последовательностью. Поиск сайтов связывания miRNA проводили по всей нуклеотидной последовательности mRNA. Сайты взаимодействия miRNA с mRNA определяли на основании величины ΔG и ее стандартного отклонения. Сродство miRNA к 5'UTR, CDS и 3'UTR mRNA изученных генов оценивали для каждого из этих участков с достоверностью $p < 0,0005$.

Плотность сайтов связывания в 5'UTR, CDS, 3'UTR и всей mRNA рассчитывали как отношение числа сайтов (s) к длине нуклеотидной последовательности (l) этих участков, умноженное на 10^3 (s/l), то есть в расчете на 1000 нуклеотидов.

¹ Сокращения: mRNA – матричная РНК; miRNA – микроРНК; 3'UTR – 3'-нетранслируемая часть мРНК; 5'UTR – 5'-нетранслируемая часть мРНК, CDS – белок-кодирующая часть мРНК.

Результаты и обсуждение

В результате изучения характеристик взаимодействия нескольких семейств miRNA с mRNA 4122 генов хромосомы 4 установлено, что только 137 генов являются мишенями для этих miRNA. Полученные данные приведены в табл. 1. miR156a-f, miR156g, miR159c, miR166a-g, miR167c, miR171b-c, miR393a-b и miR398a имеют только по одному гену-мишени.

miR156h, miR157a-c и miR157d имеют один сайт связывания в позиции 243 н. CDS mRNA гена AT4G31050. В CDS mRNA этого же гена имеется иной сайт связывания с miR414 (2292 н.). Таким образом, один ген является мишенью шести miRNA. miR156a-f и miR156g связываются в одном сайте (442 н. CDS) mRNA гена AT4G35170, а miR156h не взаимодействует с этой mRNA и в качестве мишени имеет mRNA трех других генов (табл. 1).

Таблица 1. Характеристики связывания miRNA с mRNA генов хромосомы 4 *A.thaliana*

miRNA: mRNA гена (участок, первая позиция сайта – н., $\Delta G/\Delta G_m$ - %)
<p>miR156a-f: AT4G35170 (CDS, 442, 77,3). miR156g: AT4G35170 (CDS, 442, 77,4). miR156h: AT4G02290 (5'UTR, 92, 79,6), AT4G31050 (CDS, 243, 77,1), AT4G35000 (5'UTR, 137, 77,1). miR157a-c: AT4G28650 (CDS, 350, 77,0), AT4G31050 (CDS, 243, 84,1). miR157d: AT4G28650 (CDS, 350, 78,2), AT4G29850 (3'UTR, 916, 77,4), AT4G31050 (CDS, 243, 86,2), AT4G29860 (3'UTR, 3621, 77,4). miR159a: AT4G37770 (CDS, 658, 77,2), AT4G18190 (3'UTR, 1316, 77,2), AT4G28540 (3'UTR, 3526, 76,7), AT4G26930 (CDS, 819, 77,6), AT4G39850 (3'UTR, 8202, 76,9), AT4G27330 (CDS, 538, 79,6). miR159b: AT4G37770 (CDS, 658, 77,9), AT4G17070 (3'UTR, 1652, 76,2), AT4G18190 (3'UTR, 1315, 78,4), AT4G28540 (3'UTR, 3526, 77,4), AT4G26930 (CDS, 819, 78,4), AT4G39850 (3'UTR, 8201, 76,7), AT4G27330 (CDS, 538, 80,3). miR159c: AT4G39850 (3'UTR, 8201, 78,9). miR166a-g: AT4G03250 (CDS, 1204, 76,8). miR167c: AT4G21660 (3'UTR, 2172, 77,2). miR171a: AT4G00150 (CDS, 855, 100), AT4G01910 (CDS, 1409, 80,0), AT4G01930 (CDS, 1406, 76,8). miR171b-c: AT4G00150 (CDS, 855,88,7). miR172a-b: AT4G24630 (83'UTR, 1728, 1,5), AT4G02080 (3'UTR, 1026, 78,7), AT4G29430 (5'UTR, 7, 81,0), AT4G35550 (CDS, 612, 76,4). miR172c-d: AT4G24630 (3'UTR, 1728, 79,5), AT4G29430 (5'UTR, 8, 77,5). miR172e: AT4G23050 (CDS, 965, 77,6), AT4G24630 (3'UTR, 1728, 79,1), AT4G02080 (3'UTR, 1026, 76,4), AT4G29430 (5'UTR, 7, 78,3). miR393a-b: AT4G03190 (CDS, 1696, 76,0). miR396a: AT4G32175 (3'UTR, 1904, 81,9), AT4G37740 (CDS, 1002, 85,4), AT4G24150 (3'UTR, 2677, 84,9). miR396b: AT4G24080 (3'UTR, 861, 76,1), AT4G08450 (CDS, 2152, 76,6), AT4G12050 (CDS, 998, 76,9), AT4G13100 (3'UTR, 1161, 76,4), AT4G24320 (CDS, 909, 76,9), AT4G32175 (3'UTR, 1904, 84,4), AT4G32590 (3'UTR, 696, 76,9), AT4G37740 (CDS, 1002, 88,1), AT4G24150 (3'UTR, 2677, 87,5), AT4G16310 (CDS, 570, 76,4). miR398a: AT4G27510 (3'UTR, 1941, 76,6). miR404: AT4G08630 (3'UTR, 3364, 76,2), AT4G12020 (3'UTR, 5719, 77,8). miR414: AT4G00340 (CDS, 1172, 76,3), AT4G00830 (CDS, 850, 76,1), AT4G01037 (CDS, 1584, 87,0), AT4G01170 (CDS, 53, 80,9), AT4G01560 (5'UTR, 96, 80,9), AT4G02020 (CDS, 397, 85,8), AT4G02070 (CDS, 605, 81,4), AT4G02160 (CDS, 389, 78,1), AT4G02220 (CDS, 509, 76,8; CDS, 566, 86,8), AT4G02400 (CDS, 606, 80,9), AT4G02460 (3'UTR, 4233, 81,2), AT4G02660 (CDS, 81, 83,7), AT4G03070 (CDS, 684, 88,0), AT4G03130 (CDS, 260, 82,7), AT4G03180 (3'UTR, 1261, 77,1), AT4G04614 (5'UTR, 123, 88,0), AT4G04630 (5'UTR, 454, 100), AT4G05410 (CDS, 438, 97,5), AT4G08230 (3'UTR, 1259, 79,6), AT4G08580 (CDS, 1057, 85,8), AT4G09012 (3'UTR, 647, 87,3), AT4G09300 (CDS, 507, 79,1), AT4G10710 (CDS, 3159, 78,9), AT4G12100 (3'UTR, 1569, 85,0), AT4G12610 (1023, 84,7, CDS), AT4G12640 (CDS, 206, 76,6), AT4G14840 (CDS, 332, 78,4), AT4G15390 (5'UTR, 17, 79,4), AT4G16310 (CDS, 56, 80,2), AT4G16563 (CDS, 966, 78,4), AT4G16960 (3'UTR, 3542, 88,3; 3'UTR, 3684, 85,5; 3'UTR, 3647, 81,9), AT4G17100 (5'UTR, 210, 88,3), AT4G17215 (CDS, 125, 78,6), AT4G17940 (3'UTR, 964, 87,3), AT4G17950 (CDS, 650, 76,1), AT4G18620 (CDS, 359, 82,2), AT4G18770 (CDS, 470, 85,8), AT4G19100 (CDS, 596, 87,3), AT4G19670 (CDS, 1477, 76,6), AT4G20230 (CDS, 1590, 87,5), AT4G21710 (5'UTR, 110, 76,8), AT4G21970 (CDS, 516, 86,0), AT4G22285 (CDS, 503, 85,5), AT4G22350 (CDS, 404, 80,2), AT4G22420 (CDS, 198, (85,5), AT4G23030 (CDS, 1430, 83,2), AT4G23040 (CDS, 1517, 87,0), AT4G24020 (CDS, 403, 76,1), AT4G24420 (CDS, 119, 76,6), AT4G24430 (CDS, 1296, 76,6), AT4G25070 (CDS, 168, 88,0), AT4G26110 (3'UTR, 2263, 100), AT4G26600 (CDS, 370, 90,6; CDS, 343, 87,5), AT4G27120 (CDS, 448, 77,1), AT4G27310 (CDS, 625, 90,1; CDS, 573, 79,6), AT4G27320 (CDS, 912, 84,7), AT4G27500 (3'UTR, 2195,77,6), AT4G27800 (CDS, 593, 80,7), AT4G28530 (CDS, 295, 81,4), AT4G29420 (3'UTR, 1700, 90,8), AT4G29520 (3'UTR, 1237, 90,3), AT4G30150 (CDS, 2292, 76,6), AT4G30460 (CDS, 319, 79,4), AT4G30720 (3'UTR, 3223, 85,2), AT4G30830 (CDS, 548, 76,6), AT4G30930 (5'UTR, 287, 80,7), AT4G31210 (3'UTR, 6303, 80,9), AT4G31420 (CDS, 1215, 85,0 ; CDS, 532, 83,0), AT4G31510 (CDS, 491, 87,5), AT4G31610 (CDS, 671, 88,0; CDS, 629, 80,2), AT4G31620 (CDS, 382, 77,1), AT4G31630 (CDS, 344, 78,6), AT4G32240 (5'UTR, 66, 79,9), AT4G32340 (CDS, 388, 79,6), AT4G32680 (CDS, 815,76,3), AT4G33060 (3'UTR, 1678, 100), AT4G33240 (CDS, 1344, 83,7), AT4G33310 (CDS, 240, 80,2), AT4G33330 (5'UTR, 19, 84,0), AT4G33620 (3'UTR, 4924, 76,6), AT4G33690 (3'UTR, 870, 79,9), AT4G34390 (CDS, 468, 77,1), AT4G35050 (3'UTR, 1958, 79,9), AT4G35070 (CDS, 1039, 78,4), AT4G36280 (CDS, 812, 77,4), AT4G36860 (CDS, 1102, 91,1), AT4G36980 (CDS, 974, 90,1), AT4G37210 (CDS, 1038, 77,4), AT4G37840 (CDS, 659, 76,3), AT4G37970 (CDS, 132, 79,6), AT4G38260 (3'UTR, 1460, 80,7), AT4G38420 (CDS, 95, 79,4), AT4G38480 (3'UTR, 2033, 96,9), AT4G38590 (3'UTR, 3782, 79,9), AT4G38630 (CDS, 818, 77,6), AT4G38780 (CDS, 1486, 82,7), AT4G39570 (CDS, 718, 76,6), AT4G40010 (3'UTR, 2152, 76,3).</p>

miR159a и miR159b имеют одинаковые сайты связывания в mRNA шести генов, и miR159b имеет сайт в mRNA гена AT4G17070. miR159c имеет сайт связывания только в mRNA AT4G39850 - общего гена-мишени для этих трех miRNA. Из трех генов-мишеней для miR171a имеется только один ген-мишень для miR171b-с (таблица 1). Для miR172a-b, miR172c-d и miR172e два гена-мишени являются общими (AT4G24630 и AT4G29430). Для miR396a и miR396b три гена-мишени являются общими, и miR396b имеет дополнительно семь mRNA-мишеней (табл. 1).

miR414 является уникальной среди других miRNA *Arabidopsis thaliana*, поскольку число генов-мишеней в хромосоме 4 для ее равно 98. В отличие от изученных miRNA она имеет в mRNA некоторых генов более одного сайта связывания. Например, в mRNA генов AT4G02220, AT4G26600, AT4G27310, AT4G31420 и AT4G31610 есть по два сайта связывания miR414, а в mRNA гена AT4G16960 miR414 связывается в трех сайтах (табл. 1).

Возможность связывания нескольких miRNA с одной mRNA или одной miRNA в нескольких сайтах одной mRNA говорит о повышенном контроле экспрессии соответствующих генов со стороны miRNA.

Таблица 2. Характеристики взаимодействия miRNA с mRNA некоторых генов *A.thaliana*

AT4G00150 5' G U 3' GAUUAUGGCGGCGCUCAA CUAUAACCGUGCCGAGUU miR171b 3'GCA 5'		AT4G02400 5' A U 3' GAUGAUGAUGAAGAUGG CUACUACUACUUCUACU miR414 3' ACUG 5'
CDS, 855 $\Delta G = -38,4$ $\Delta G/\Delta G_m = 88,7$		CDS, 606 $\Delta G = -31,8$ $\Delta G/\Delta G_m = 80,9$
AT4G18770 5' C U 3' AUGAUGAUGAUGAGGAUGA UGCUCUACUACUUCUACU miR414 3' AC 5'		AT4G38780 5' U C 3' AUGAUGAUGAUGGGGAUGA UGCUCUACUACUUCUACU miR414 3' AC 5'
CDS, 470 $\Delta G = -33,7$ $\Delta G/\Delta G_m = 85,8$		CDS, 1486 $\Delta G = -32,5$ $\Delta G/\Delta G_m = 82,7$
AT4G37740 5' C C G 3' GUUCAAGAAAGC UGUGGAA CAAGUUCUUUCG ACACCUU miR396a 3'GU 5'		AT4G24150 5' C A U 3' GUUCAAGAAAGC UGUGGAA CAAGUUCUUUCG ACACCUU miR396a 3'GU 5'
CDS, 1002 $\Delta G = -33,9$ $\Delta G/\Delta G_m = 85,4$		CDS, 2677 $\Delta G = -33,7$ $\Delta G/\Delta G_m = 84,9$
AT4G08580 5' C G C 3' GA GAUGAUGAUGAAGAUG CU CUACUACUACUUCUAC miR414 3' A G U 5'		AT4G02660 5' C A 3' GAUGAUGAUGAUGAAGA CUGCUACUACUACUUCU miR414 3' A ACU 5'
CDS, 1057 $\Delta G = -33,7$ $\Delta G/\Delta G_m = 85,5$		CDS, 81 $\Delta G = -32,9$ $\Delta G/\Delta G_m = 83,7$
AT4G18620 5' A G 3' GACGGUGGUGGUGGAGA CUGCUACUACUACUUCU miR414 3' A ACU 5'		AT4G27320 5' C C 3' GAUGAUGAUGAUGAAGAU CUGCUACUACUACUUCUA miR414 3' A CU 5'
CDS, 359 $\Delta G = -32,3$ $\Delta G/\Delta G_m = 82,2$		CDS, 912 $\Delta G = -33,3$ $\Delta G/\Delta G_m = 84,7$
AT4G01560 5' A A 3' UGAUGGUGAUGGUGAGGA ACUGCUACUACUACUUCU miR414 3' ACU 5'		AT4G12100 5' A U 3' UGAUGAUGAUGAUGAGGAU ACUGCUACUACUACUUCUA miR414 3' CU 5'
5'UTR, 96 $\Delta G = -31,83$ $\Delta G/\Delta G_m = 80,9$		3'UTR, 1569 $\Delta G = -33,4$ $\Delta G/\Delta G_m = 85,0$
AT4G12610 5' A A 3' UGAUGAUGAUGAUGAAGA ACUGCUACUACUACUUCU miR414 3' ACU 5'		AT4G02460 5' A U C 3' UGAUGAUGAUGAUGA GAUG ACUGCUACUACUACU CUAC miR414 3' U U 5'
CDS, 1023 $\Delta G = -33,3$ $\Delta G/\Delta G_m = 84,7$		3'UTR, 4233 $\Delta G = -31,9$ $\Delta G/\Delta G_m = 81,2$

Приведенные выше данные показывают, что отличие miRNA одного семейства на один или два нуклеотида существенно изменяет число генов мишеней для этих miRNA, то есть, нуклеотидный полиморфизм miRNA может сильно влиять на их регулируемую способность. Учитывая важную роль miRNA в регуляции экспрессии генов, не удивительно, что многие miRNA являются консервативными в процессе эволюции.

Сайты связывания miRNA располагаются в 5'UTR, CDS и 3'UTR mRNA генов-мишеней (табл. 1). Из общего числа сайтов связывания изученных miRNA в 5'UTR, CDS и 3'UTR находятся соответственно 8,6%, 63,0% и 28,4% сайтов. Следовательно, программы поиска сайтов связывания miRNA с mRNA только в 3'UTR выявляют менее трети общего числа сайтов. Очевидно, что такая информация неадекватно отражает способность miRNA регулировать экспрессию генов.

Еще одной проблемой взаимодействия miRNA с mRNA является предположение, что основой для этого взаимодействия служит обязательная комплементарность нуклеотидов 5'-участка miRNA соответствующему участку mRNA. Это требование используется во многих программах поиска сайтов связывания miRNA с mRNA, но оно недостаточно обосновано. Приведенные на табл. 2 данные о свойствах сайтов взаимодействия miRNA с mRNA отчетливо показывают, что основной вклад в энергию взаимодействия могут вносить 5'-, 3'- и центральные участки miRNA. Следовательно, отбор поисковыми программами взаимодействующих пар miRNA-mRNA с учетом указанного выше требования не учитывает значительную часть реальных взаимодействий miRNA с mRNA.

Представляется важным выяснить, какую функцию выполняют гены, экспрессия которых наиболее часто регулируется miRNA. Проведенный в работе анализ функции изученных генов-мишеней для miRNA показал, что значительная их часть кодирует: транскрипционные факторы (AT4G02020, AT4G10710, AT4G12610, AT4G18770, AT4G31630), ферменты репарации DNA (AT4G02070, AT4G02460, AT4G03130, AT4G26110), белки, участвующие в убиквитинировании (AT4G01037, AT4G12100, AT4G22285, AT4G22350, AT4G22420, AT4G24320, AT4G33620), белки семейства цинк-фингер (AT4G02220, AT4G27310, AT4G31420) и ферменты, участвующие в ответе на стресс (AT4G00340, AT4G23050, AT4G27320, AT4G28650, AT4G33240, AT4G36280, AT4G40010).

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Voinnet O. Origin, biogenesis, and activity of plant microRNAs // *Cell*. – 2009. – V. 136. – P. 669-687.
- 2 Huijser P., Schmid M. The control of developmental phase transitions in plants // *Development*. – 2011. – V. 138. – P. 4117-4129.
- 3 Wang Y. et al. Function and evolution of a microRNA that regulates a Ca²⁺-ATPase and triggers the formation of phased small interfering RNAs in tomato reproductive growth // *Plant Cell*. – 2011. – V. 23. – P. 3185-3203.
- 4 Meng Y. et al. The regulatory activities of plant microRNAs: a more dynamic perspective // *Plant Physiol*. – 2011. – V. 157. – P. 1583-1595.
- 5 Nonogaki H. MicroRNA gene regulation cascades during early stages of plant development // *Plant Cell Physiol*. – 2010. – V. 51. – P. 1840-1846.
- 6 Todesco M. et al. A collection of target mimics for comprehensive analysis of microRNA function in *Arabidopsis thaliana* // *PLoS Genet*. – 2010. – V. 6. – e1001031.
- 7 Wu G. et al. The sequential action of miR156 and miR172 regulates developmental timing in *Arabidopsis* // *Cell*. – 2009. – V. 138. – P. 750-759.
- 8 Koyama T. et al. TCP transcription factors regulate the activities of ASYMMETRIC LEAVES1 and mir164, as well as the auxin response, during differentiation of leaves in *Arabidopsis* // *Plant Cell*. – 2010. – V. 22. – P. 3574-3588.
- 9 Rodriguez R.E. et al. Control of cell proliferation in *Arabidopsis thaliana* by microRNA miR396 // *Development*. – 2010. – V. 137. – P. 103-112.
- 10 Alonso-Peral M.M. et al. The microRNA159-regulated GAMYB-like genes inhibit growth and promote programmed cell death in *Arabidopsis* // *Plant Physiol*. – 2010. – V. 154. – P. 757-771.
- 11 Vidal E.A. et al. Nitrate-responsive miR393/AFB3 regulatory module controls root system architecture in *Arabidopsis thaliana* // *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* – 2010. – V. 107. – P. 4477-4482.
- 12 Zheng B. et al. The anaphase-promoting complex is a dual integrator that regulates both microRNA-mediated transcriptional regulation of cyclin B1 and degradation of cyclin B1 during *Arabidopsis* male gametophyte development // *The Plant Cell*. – 2011. – V. 23. – P. 1033-1046.
- 13 Eckardt N.A. Function and Evolution of a MicroRNA with a Role in Reproductive Growth in Tomato // *The Plant Cell*. – 2011. – V. 23. – P. 3083.
- 14 Martin R.C. et al. microRNA, seeds, and Darwin?: diverse function of miRNA in seed biology and plant responses to stress // *J. Exp. Bot.* – 2010. – V. 61. – P. 2229-2234.
- 15 Frazier T.P. et al. Salt and Drought Stresses Induce the Aberrant Expression of microRNA Genes in Tobacco // *Mol. Biotechnol.* – 2011. – V. 49. – P. 159-165.

- 16 Sunkar R. MicroRNAs with macro-effect on plant stress responses // *Seminars in Cell and Devel. Biol.* – 2010. – V. 21. – P. 805-811.
- 17 Ding Y. et al. Microarray-based analysis of cadmium-responsive microRNAs in rice (*Oryza sativa*) // *J Exper. Botany.* – 2011. – V.62. – P.3563-3573.
- 18 Sunkar R. et al. Small RNAs as big players in plant abiotic stress responses and nutrient deprivation // *TRENDS in Plant Science.* – 2007. – V. 12. – P. 301-309.
- 19 Zhu C. et al. MiR398 and plant stress responses // *Physiol. Plant.* – 2011. – V. 143. – P. 1-9.
- 20 Zhang Z. et al. PMRD: plant microRNA database // *Nucleic Acids Res.* – 2010. – V. 38. – D806-D813.
- 21 Mochida K., Shinozaki K. Genomics and bioinformatics resources for crop improvement // *Plant Cell Physiol.* – 2010. – V. 51. – P. 497-523.

A. A. Бари, В. А. Хайленко, С. Б. Оразова, А. Т. Иващенко

ARABIDOPSIS THALIANA БІРНЕСHE ТУЫСТАС miRNA ТОПТАРЫНЫҢ 4 ХРОМОСОМА ГЕНДЕРІНІҢ mRNA-ЛАРЫМЕН БАЙЛАНЫСУ СИПАТТАМАСЫ

Бірнеше туыстас miRNA-дың топтарын және олардың *Arabidopsis thaliana* төртінші хромосомасындағы нысана гендердің қасиеттері талқыланды. Бірнеше miRNA-ның бір mRNA-мен және бір miRNA-ның бір mRNA-ның бірнеше сайттарымен байланысатыны анықталған. miRNA мен mRNA гибридизация энергиясының негізгі үлесін miRNA-ның 5', 3'-немесе орталық бөліктері құрай алады. miRNA байланыс сайттары mRNA-ның 5'UTR-де, CDS-те және 3'UTR-де (8,6%, 63,0% және 28,4% сәйкесінше) анықталған. miRNA нысаны гендерінің едәуір бөлігі транскрипция факторларын, DNA репарациясы ферменттерін, убиквитин белоктарын, цинк-фингер белоктарын, стресске қарсы жауапқа қатысатын ферменттерді кодтайды.

A. A. Bari, V. A. Khailenko, S. B. Orazova, A. T. Ivashchenko

THE CHARACTERISTICS OF INTERACTION OF *ARABIDOPSIS THALIANA* SOME miRNA FAMILIES WITH mRNA OF GENES IN CHROMOSOME 4

The properties of several miRNA families and their target genes localized in the fourth chromosome of *Arabidopsis thaliana* were studied. It was established that several miRNAs bind to a single mRNA and one miRNA communicates with multiple sites in one mRNA. The main contribution to the miRNA-mRNA interaction energy can introduce the 5', 3'-and central parts of miRNA. There are miRNA binding sites in the 5'UTR, CDS and 3'UTR (respectively 8.6, 63.0 and 28.4%) of mRNA of target genes in chromosome 4. The analysis of miRNA target genes functions showed that a significant part of them encodes: transcription factors, DNA repair enzymes, proteins involved in ubiquitination, proteins of zinc-finger family and the enzymes involving in stress response.

Д. К. БЕЙСЕНОВ, Г. Э. СТАНБЕКОВА, Р. В. КРЫЛДАКОВ,
Н. С. ПОЛИМБЕТОВА, А. В. ЖИГАЙЛОВ, Б. К. ИСКАКОВ

ВИРУСНЫЕ ТРАНСЛЯЦИОННЫЕ ЭНХАНСЕРЫ КАК МИШЕНИ ДЛЯ РНК-ИНТЕРФЕРЕНЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ РАСТЕНИЙ, УСТОЙЧИВЫХ К ВИРУСАМ

РГП «Институт молекулярной биологии и биохимии им. М. А. Айтхожина», МОН РК, г. Алматы

Работа посвящена исследованию способности 5'-нетранслируемых последовательностей геномных РНК вируса гравировки табака (TEV) и вируса сателлита некроза табака (STNV), а также субгеномной РНК-4 вируса мозаики люцерны (AMV) повышать уровень трансляции мРНК в бесклеточной системе из зародышей пшеницы. Показано, что 5'-нетранслируемые последовательности всех исследуемых в работе вирусных РНК обладают свойствами трансляционных энхансеров, что позволяет их использовать в качестве мишеней для РНК-интерференции при создании растений, устойчивых к этим вирусам.

Введение. Одним из механизмов пост-транскрипционного молчания генов (PTGS) в растительных клетках является РНК-интерференция. РНК-интерференция – это специфический механизм деградации РНК с участием коротких интерферирующих РНК (киРНК), которые представляют собой двуцепочечные РНК длиной 21-25 нуклеотидов с двумя неспаренными выступающими нуклеотидами на 3'-концах [1]. Такая структура киРНК образуется в результате активности фермента Dicer, субстратом которого являются длинные двуцепочечные РНК, или РНК, содержащие шпильки [2].

Трансгены, кодирующие предшественники киРНК, мишенями которых являются участки геномных РНК вирусов, могут опосредовать пост-транскрипционное молчание вирусных генов. В качестве мишеней для РНК-интерференции, как правило, выбираются транскрипционно и/или трансляционно важные участки вирусного генома, либо участки вирусного генома, кодирующие жизненно важные для вируса белки.

Большинство вирусных РНК транслируется в клетке-хозяине эффективнее клеточных мРНК, и основными продуктами клеточного синтеза при вирусной инфекции являются, как правило, вирусные белки [3]. Причиной высокой эффективности и конкурентной способности вирусных мРНК обычно связывают с нахождением в их составе энхансерных последовательностей (или трансляционных энхансеров), которые повышают эффективность трансляции мРНК в несколько раз [4]. Таким образом, энхансерные последовательности, входящие в состав вирусных геномных (гРНК), могут использоваться в качестве мишеней для РНК-интерференции при создании трансгенных растений, устойчивых к вирусам.

В качестве объектов исследования были выбраны 5'-НТП гРНК трех вирусов, относящихся к разным систематическим группам и имеющих разных хозяев, а именно вируса гравировки табака (TEV), вируса сателлита некроза табака (STNV) и вируса мозаики люцерны (AMV).

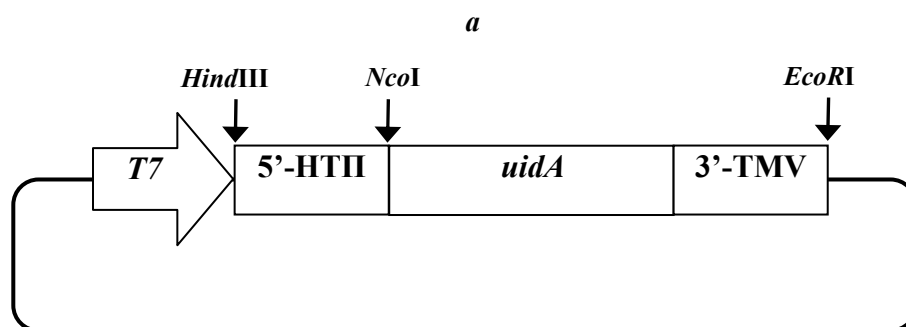
В настоящей работе показано, что 5'-НТП всех исследуемых в работе вирусных РНК способны повышать эффективность трансляции рекомбинантных мРНК в бесклеточной системе из зародышей пшеницы. Трансляционные энхансерные последовательности, выявленные в ходе настоящей работы, могут быть использованы в качестве потенциальных мишеней для создания растений, устойчивых к TEV, STNV и AMV.

Материалы и методы исследования

В работе использовали зародыши яровой пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта «Казахстанская 10». Зародыши пшеницы получали по методу Ф. Джонстона и Х. Стерн [5] и компетентные клетки *Escherichia coli* штамма DH5.

Создание рекомбинантных ДНК. Для создания ДНК-конструкций использовали любезно предоставленную Д.Р. Галли (Gallie D., Отдел Биохимии, Университет Калифорнии) плазмиду

«*pl-GUS*», сконструированную на основе вектора pBluescript KS II(+) и содержащую репортерный ген, кодирующий β-глюкуронидазу [6]. Рекомбинантные ДНК «*T7-TEV-GUS-TMV*», «*T7-STNV-GUS-TMV*» и «*T7-PVM-GUS-TMV*» были получены путем встраивания в исходную плазмиду «*pl-GUS*» по сайтам рестрикции *Hind*III и *Nco*I (рис. 1, а) фрагментов ДНК, содержащих 5'-НТП соответствующих вирусных гРНК, фланкированных теми же сайтами рестрикции. Эти конструкции содержали промотор бактериофага T7, фрагмент, соответствующий 5'-НТП модельных мРНК, ген *uidA* и 3'-НТП гРНК вируса табачной мозаики. Нуклеотидные последовательности конструкций проверяли с помощью рестрикционного анализа и секвенирования.



б

мРНК «*pl-GUS*»

5' - GCCUAAGCUUGUCGACC - **AUGG** *uidA* - **3' - TMV**

мРНК «*TEV-GUS*»

5' - GCCUAAGCUUAAAUAACAAAUCUCAACACAACAUAUACAAAACAAACGA
AUCUCAAGCAAUCAAGCAUUCUACUUCUAUUGCAGCAAUUUAAAUCAUUUCU
UUUAAAAGCAAAGCAAUUUUCUGAAAAUUUUCACCAUUUACGAACGAUAGCC - **AUGG** *uidA* - **3' - TMV**

мРНК «*STNV-GUS*»

5' - GCCUAAGCUUAGTAAAGACAGGAAACTTTACTGACTAACC - **AUGG** *uidA* - **3' - TMV**

мРНК «*AMV-GUS*»

5' - GCCUAAGCUUGUUUUUUAAUUUUUAAUUUUCUUUCAAAUACUCCACC - **AUGG** *uidA* - **3' - TMV**

Обозначения: T7 – промотор бактериофага T7; 5'-НТП – фрагмент ДНК, соответствующий 5'- НТП рекомбинантной мРНК; *uidA* – ген, кодирующий β-глюкуронидазу (GUS); 3'-TMV – фрагмент ДНК, соответствующий 3'-НТП гРНК вируса табачной мозаики; стрелками показаны сайты рестрикции. В 5'-НТП мРНК подчеркнуты последовательности, соответствующие 5'-НТП геномных РНК соответствующих вирусов растений.

Рис. 1. Карта плазмиды для получения рекомбинантных мРНК (а) и схематическое представление использующихся в работе рекомбинантных мРНК (б)

Рекомбинантные мРНК (рис. 1б) получали транскрипцией *in vitro* с помощью РНК-полимеразы бактериофага T7 согласно [7]. В качестве матрицы использовали описанные выше ДНК-конструкции, линейаризованные по *Eco*RI-сайту.

Компьютерный анализ последовательностей вирусных РНК, взятых из базы данных NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>), проводили с помощью программы *Vector NTI 8.0*.

Трансляцию *in vitro* проводили в бесклеточной системе из зародышей пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта “Казахстанская 10”, полученной согласно [8]. Реакционная смесь объемом 25 мкл содержала 20 мМ Трис-ОАс (рН 7.6), 90 мМ КОАс, 2.0 мМ Mg(OAc)₂, 1 мМ АТФ, 0.1 мМ GTP, 10 мМ креатинфосфат (“Fluka”), 0.12 мг/мл креатинфосфокиназы (“Sigma”), 0.1 мМ спермидин, по 0.1 мМ каждой из 20 аминокислот, 1 мкг мРНК и 11 мкл экстракта из зародышей пшеницы, приготовленного согласно [5]. Реакционную смесь инкубировали в течение 1 ч при 26°C. Эффективность трансляции рекомбинантных мРНК определяли по активности β-глюкуронидазы (GUS), которую измеряли флуориметрически [6] и выражали в условных единицах.

Общие методы. Выделение ДНК, приготовление компетентных клеток *Escherichia coli*, электрофорез ДНК и РНК в агарозном и полиакриламидном геле и трансформацию клеток *E. coli* проводили по стандартным методикам [9].

Результаты и их обсуждение

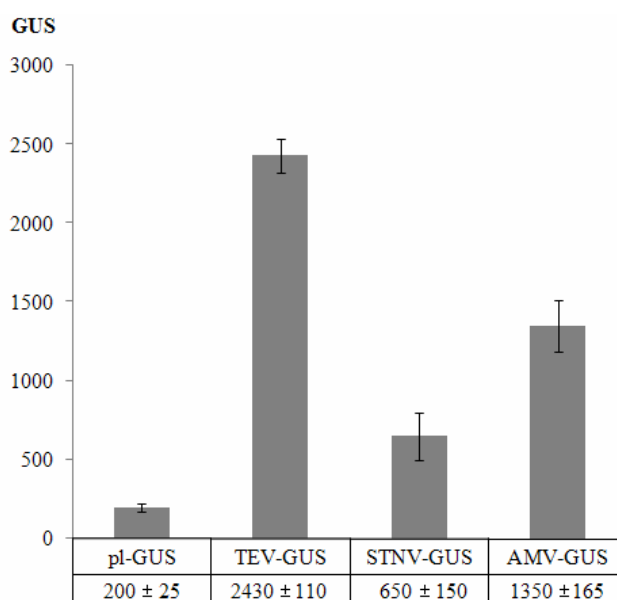
Геном TEV и STNV представлен единственной «+»-цепью РНК. В качестве мишеней для РНК-интерференции в случае этих двух вирусов были выбраны 5'-НТП их гРНК (коды доступа GenBank – соответственно V01468.1 и V01468.1). Геном AMV представлен тремя гРНК (РНК-1, РНК-2 и РНК-3) и одной субгеномной РНК (РНК-4). В качестве потенциальной мишени для РНК-интерференции в этом случае была выбрана 5'-НТП РНК-4 AMV (код доступа GenBank: M10851.1), поскольку РНК-4 AMV кодирует капсидный белок, скорость синтеза которого в зараженной вирусом клетке теоретически должна превышать скорость синтеза остальных вирусных белков. К тому же фрагмент РНК, соответствующий 5'-НТП РНК-4 AMV, входит еще и в состав геномной РНК-3 AMV, кодирующей вирусный белок, необходимый для распространения вируса от растения к растению.

Чтобы проверить, обладают ли 5'-НТП гРНК TEV, STNV и 5'-НТП РНК-4 AMV способностью повышать уровень трансляции мРНК в растительных системах, были созданы три ДНК-конструкции, позволяющие синтезировать мРНК с репортерной последовательностью, кодирующей β-глюкуронидазу и имеющие разные 5'-НТП. Для этого кДНК, соответствующие 5'-НТП гРНК TEV, STNV и 5'-НТП РНК-4 AMV встраивались в плазмиду «pI-GUS» (рис. 1, а) по сайтам рестрикции *HindIII* и *NcoI*. Таким образом, перед фрагментом, кодирующим β-глюкуронидазу в ДНК-конструкции «T7-TEV-GUS-TMV» располагался фрагмент, соответствующий 5'-НТП гРНК TEV, в ДНК-конструкции «T7-STNV-GUS-TMV» - фрагмент, соответствующий 5'-НТП гРНК STNV, а в ДНК-конструкции «T7-AMV-GUS-TMV» - фрагмент, соответствующий 5'-НТП РНК-4 AMV.

Описанные выше ДНК-конструкции были использованы нами для синтеза РНК-транскриптов, названных «pI-GUS», «TEV-GUS», «STNV-GUS» и «AMV-GUS» (рис. 1, б), которые транслировали в качестве мРНК в бесклеточной системе биосинтеза белка из зародышей пшеницы. Транскрипт «pI-GUS» служил контролем при изучении энхансерных свойств вирусных последовательностей. Эта мРНК несла репортерную последовательность и не содержала трансляционных энхансеров в своей 5'-НТП [8].

Как видно из результатов, представленных на рис. 2, все исследуемые вирусные последовательности проявили свойства трансляционных энхансеров. Так, 5'-НТП гРНК TEV повышала уровень трансляции мРНК приблизительно в 12 раз, 5'-НТП гРНК STNV – в 3,25 раза, а 5'-НТП РНК-4 AMV - в 6,75 раза.

Ранее было установлено, что 5'-НТП РНК-4 AMV обладает способностью повышать уровень экпированных мРНК [10]. В настоящей работе мы показали, что данная последовательность также способна повышать уровень трансляции неэкпированных мРНК в бесклеточной системе из зародышей пшеницы. Причем энхансерные свойства данная последовательность проявляла в отсутствие капсидного белка AMV, который, как было установлено, отвечает за эффективную трансляцию всех РНК AMV [11].



Обозначения: GUS – активность β-глюкуронидазы в относительных единицах флуоресценции.

Рис. 2. Уровень трансляции РНК-транскриптов в бесклеточной системе биосинтеза белка из зародышей пшеницы при 26°C в течение 1 ч

В литературе широко известен трансляционный энхансер, расположенный в 3'-НТП гРНК STNV [12]. Позже было установлено, что для эффективной трансляции гРНК STNV требуется как 3'-НТП, так и 5'-НТП этой РНК [13]. В этом случае 5'- и 3'-НТП гРНК STNV функционируют синергично, осуществляя посредством комплементарных взаимодействий циклизацию гРНК STNV [14]. Однако в настоящей работе показано, что 5'-НТП гРНК STNV может проявлять энхансерные свойства сам по себе, даже в отсутствии 3'-НТП гРНК STNV.

Широко известный способ получения устойчивых к вирусам растений основан на встраивании в геном растений фрагментов ДНК, позволяющих продуцировать в их клетках длинные двухцепочечные РНК, соответствующие полноразмерным гРНК вируса, либо крупным сегментам вирусных гРНК [15]. Однако встраивание в растительный геном больших фрагментов чужеродной ДНК сопряжен с определенными трудностями [16]. Также возникают вопросы, связанные с безопасностью употребления в пищу растений, содержащих в своем геноме участки ДНК, кодирующие вирусные белки. Таких сложностей и вопросов можно избежать, используя в качестве мишеней для РНК-интерференции короткие участки вирусного генома, не кодирующие вирусных белков.

Ранее в нашей лаборатории было показано, что 5'-НТП гРНК М-вируса картофеля (PVM), проявляющая свойства трансляционного энхансера, может успешно использоваться в качестве мишени для РНК-интерференции при создании трансгенных растений картофеля, устойчивых к этому вирусу [17]. Поэтому можно предположить, что трансляционные энхансерные последовательности, выявленные в ходе настоящей работы, также могут быть использованы в качестве мишеней для создания растений, устойчивых к STNV, AMV и TEV.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Waterhouse P.M., Wang M.B., Finnegan E.J. Role of short RNAs in gene silencing // *TRENDS in Plant Science*. – 2001. – Vol. 6, N 7. – P. 297-301.
- 2 Bernstein E, Caudy A, Hammond S, Hannon G. Role for a bidentate ribonuclease in the initiation step of RNA interference // *Nature*. – 2001. – Vol. 409. – P. 363-366.
- 3 Bailey-Serres J. Selective translation of cytoplasmic mRNAs in plants // *Trends in Plant Science*. – 1999. – Vol. 4, N 4. – P. 142-148.
- 4 Hellen Ch.U.T., Sarnow P. Internal ribosome entry sites in eukaryotic mRNA molecules // *Genes Dev*. – 2001. – Vol. 15. – P. 1593-1612.
- 5 Johnston F.B., Stern H. Mass isolation of viable wheat embryo // *Nature*. – 1957. – N 179. – P. 160-161.
- 6 Gallie D.R., Feder J.N., Schimke R.T., Walbot V. Post-transcriptional regulation in higher eukaryotes: The role of the reporter gene in controlling expression // *Mol. Gen. Genet*. – 1991. – Vol. 228. – P. 258-264.
- 7 Gurevich V., Pokrovskaya I.D., Obukhova T.A. Preparative in vitro mRNA synthesis using SP6 and T7 RNA polymerases // *Anal. Biochem*. – 1991. – Vol. 195. – P. 207-213.
- 8 Akbergenov R.Zh., Zhanybekova S.Sh., Kryldakov R.V., Zhigailov A.V., Polimbetova N.S., Hohn T., Iskakov B.K. ARC-1, a sequence element complementary to an internal 18S rRNA segment, enhances translation efficiency in plants when present in the leader or intercistronic region of mRNAs // *Nucleic Acids Research*. – 2004. – Vol. 32, N 1. – P. 239-247.
- 9 Maniatis T., Fritsch E.F., Sambrook J. *Molecular cloning (a laboratory manual)*. – New York: Cold Spring Harbor Lab. Press, 1989. – 3 vol.
- 10 Rakotondrafaraand A.M., Miller W.A. In Vitro Analysis of Translation Enhancers // *Plant Virology Protocols Methods in Molecular Biology*. – 2008. – Vol. 451, N 2. – P. 113-124.
- 11 Krab I.M., Caldwell Ch., Gallie D.R., Bol J.F. Coat protein enhances translational efficiency of Alfalfa mosaic virus RNAs and interacts with the eIF4G component of initiation factor eIF4F // *Journal of General Virology*. – 2005. – Vol. 86. – P. 1841-1849.
- 12 Danthinne X., Seurinck J., Meulewaeter F., Van Montagu M., Cornelissen M. The 3'-untranslated region of satellite tobacco necrosis virus RNA stimulates translation in vitro // *Mol. Cell Biol*. – 1993. – Vol. 13. – P. 3340-3349.
- 13 Meulewaeter F., Danthinne X., Van Montagu M., Cornelissen M. 5'- and 3'-sequences of Satellite Tobacco Necrosis Virus RNA promoting translation in tobacco // *The Plant J*. – 1998. – Vol. 14, N 2. – P. 169-176.
- 14 Lipzig R., Gulyaev A. P., Pleij C.W., Montagu M., Cornelissen M., Meulewaeter F. The 5' and 3' extremities of the satellite tobacco necrosis virus translational enhancer domain contribute differentially to stimulation of translation // *RNA*. – 2002. – Vol. 8. – P. 229-223.
- 15 Tenllado F., Diaz-Ruiz J.R. Double-stranded RNA-mediated interference with plant virus infection // *Journal of Virology*. – 2001. – Vol. 75, N 24. – P. 12288-12297.
- 16 Пирузян Э.С., Андрианов В.М. Плазмиды агробактерий и генетическая инженерия растений. – М.: Наука, 1985. – 280 с.
- 17 Карпова О.В., Станбекова Г.Э., Низкородова А.С., Назарова Л.М., Лигай Г.Л., Исаков Б.К. Создание трансгенных растений картофеля, трансформированных фрагментами 5'-нетранслируемого района геномной РНК М-вируса картофеля // *Известия научно-технического общества «КАХАХ»*. – 2006. – Т. 14, № 1. – С. 103-106.

REFERENCES

1. Waterhouse P.M., Wang M.B., Finnegan E.J. *TRENDS in Plant Science*, **2001**, 6 (7), 297-301 (in Engl.).
2. Bernstein E, Caudy A, Hammond S, Hannon G. *Nature*, **2001**, 409, 363–366 (in Engl.).
3. Bailey-Serres J. *Trends in Plant Science*, **1999**, 4 (4), 142-148 (in Engl.).
4. Hellen Ch.U.T., Sarnow P. *Genes Dev.*, **2001**, 15, 1593-1612 (in Engl.).
5. Johnston F.B., Stern H. *Nature*, **1957**, 179, 160-161 (in Engl.).
6. Gallie D.R., Feder J.N., Schimke R.T., Walbot V. *Mol.Gen.Genet.*, **1991**, 228, 258-264 (in Engl.).
7. Gurevich V., Pokrovskaya I.D., Obukhova T.A. *Anal.Biochem.*, **1991**, 195, 207-213 (in Engl.).
8. Akbergenov R.Zh., Zhanybekova S.Sh., Kryldakov R.V., Zhigailov A.V., Polimbetova N.S., Hohn T., Iskakov B.K. *Nucleic Acids Research*, **2004**, 32 (1), 239-247 (in Engl.).
9. Maniatis T., Fritsch E.F., Sambrook J. *Cold Spring Harbor Lab.Press*, **1989**, 3 vol. (in Engl.).
10. Rakotondrafaraand A.M., Miller W.A. *Plant Virology Protocols Methods in Molecular Biology*, **2008**, 451 (2), 113-124 (in Engl.).
11. Krab I.M., Caldwell Ch., Gallie D.R., Bol J.F. *Journal of General Virology*, **2005**, 86, 1841–1849 (in Engl.).
12. Danthinne X., Seurinck J., Meulewaeter F., Van Montagu M., Cornelissen M. *Mol. Cell Biol.*, **1993**, 13, 3340-3349 (in Engl.).
13. Meulewaeter F., Danthinne X., Van Montagu M., Cornelissen M. *The Plant J.*, **1998**, 14 (2), 169-176 (in Engl.).
14. Lipzig R., Gulyaev A. P., Pleij C.W., Montagu M., Cornelissen M., Meulewaeter F. *RNA*, **2002**, 8, 229-223 (in Engl.).
15. Tenllado F., Diaz-Ruiz J.R. *Journal of Virology*, **2001**, 75 (24), 12288-12297 (in Engl.).
16. Piruzjan Je.S., Andrianov V.M. Plazmidy agrobakterij i geneticheskaja inzhenerija rastenij. M.: Nauka, **1985**, 280 s. (in Russ.).
17. Karpova O.V., Stanbekova G.Je., Nizkorodova A.S., Nazarova L.M., Ligaj G.L., Iskakov B.K. *Izvestija nauchno-tehnicheskogo obwewsta "KAHAN"*, **2006**, 14(1), 103-106 (in Russ.).

*Д. Қ. Бейсенов, Г. Э. Станбекова, Р. В. Қырылдақов,
Н. С. Полимбетова, А. В. Жигайлов, Б. Қ. Ысқақов*

**ВИРУСТЫҚ ТРАНСЛЯЦИЯЛЫҚ КҮШЕЙТКІШТЕР – ВИРУСТАРҒА
ТӨЗІМДІ ӨСІМДІКТЕР ШЫҒАРҒАНДА РНҚ-ИНТЕРФЕРЕНЦИЯҒА ЛАЙЫҚ НЫСАНА**

Жұмыс темекі қырнақшы вирусының (TEV) және темекі некрозы сателлиті вирусының (STNV) геномдық РНҚ, сондай-ақ жоңышқа мозаикасы вирусының (AMV) субгеномдық РНҚ-4 5'-трансляцияланбайтын тізбектері қабілетін зерттеуге арналған. Осы жұмыста зерттелген барлық вирустық РНҚ-дарының 5'-трансляцияланбайтын тізбектері трансляциялық күшейткіш қабілетіне ие екендігі, оларды вирустарға төзімді өсімдіктер шығарғанда РНҚ-интерференцияға лайық нысана ретінде қолдануға болатындығы көрсетілді.

*D. K. Beisenov, G. E. Stanbekova, R. V. Kryldakov,
N. S. Polymbetova, A. V. Zhigailov, B. K. Iskakov*

**THE VIRAL TRANSLATION ENHANCERS AS TARGETS
FOR RNA-INTERFERENCE TO PRODUCE PLANTS, RESISTANT TO VIRAL INFECTION**

The work is devoted to investigation of ability of tobacco etch virus (TEV) and satellite tobacco necrosis virus (STNV) genomic RNAs as well as alfalfa mosaic virus (AMV) subgenomic RNA-4 5'-untranslated regions to enhance translation level in wheat germ cell free system. It was shown, that the 5'-untranslated regions of all investigated virus RNAs possess translation enhancers features. This allows using them as targets for RNA-interference to produce plants, resistant to viral infection.

А. М. БОСТАНОВА, А. А. АБДРАШИТОВ

МИКОБИОТА СЕМЯН БОБОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ХРАНЕНИЯ

Международный казахско-турецкий университет им. Х. А. Ясауи, г. Туркестан

Приведен видовой состав грибов на семенах бобовых культур, выявлены возбудители болезней, передающиеся семенами, определены грибы, вызывающие плесневения семян бобовых культур в условиях хранения.

Объектами исследования служили семена бобовых культур: гороха (*Pisum sativum* L.), фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.), фасоль золотистая – маш (*Phaseolus aureus* Roxb.), сои (*Glycine hispida* (Moench) Maxim).

Была выявлена микобиота семян бобовых культур при хранении (табл. 1).

Таблица 1. Микобиота семян бобовых культур при хранении (1998–2009)

Наименование грибов	<i>Pisum sativum</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>Phaseolus aureus</i>	<i>Glycine sativum</i>
Oomycota				
Peronosporaceae				
<i>Peronospora manshurica</i> (Naum.) Syd ^x				+
Zygomycota				
Mucoraceae				
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehren. ^x	+	+	+	
<i>Mucor mucedo</i> Fr. ^x	+	+	+	+
Ascomycota				
Erysiphaceae				
<i>Erysiphe communis</i> Greville.f.pisi Dietrich ^x	+			
Helotiaceae				
<i>Sclerotinia libertiana</i> Fckl.	+	+		
Mucedinaceae				
<i>Monilia sitophila</i> (Mont.) Sacc.	+	+	+	
<i>Botrytis cinerea</i> Pers ^x	+	+		
<i>Verticillium nigrescens</i> Sacc. ^x	+	+		
<i>Verticillium dahliae</i> Kleb. ^x		+		
<i>Trichothecium roseum</i> (Pers) Link. ^x		+		
Семейство Aspergillaceae				
<i>Aspergillus fumigatus</i> Fres. ^x		+	+	+
<i>Aspergillus flavus</i> Link ^x		+	+	+
<i>Penicillium rugulosum</i> Thom ^x	+	+	+	+
<i>Penicillium chysogenum</i> Thom ^x	+	+	+	+
Dematiaceae				
<i>Stemphylium macrosporoideum</i> (Berk. Et Br) Sacc. ^{xx}		+	+	
<i>Cladosporium transchelii</i> Pidopl et Daenia ^x		+	+	
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link. ^x	+			
<i>Macrosporium commune</i> Rbh. ^x	+	+	+	
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl. ^x	+	+	+	+
Tuberculariaceae				
<i>Fusarium culmorum</i> (W.G.Sm.) Sacc. ^x	+	+		+
<i>Fusarium mertii</i> App. et Wr. ^x		+		
<i>Fusarium gibbosum</i> App et Wr. ^x			+	
<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc. ^x				+
Sphaeropsidaceae				
<i>Ascochyta pisi</i> . Libert ^x	+		+	
<i>Septoria glicines</i> Hemmi ^x				+
<i>Phyllosticta sojaecola</i> Massal. ^x				+
Basidiomycota				
Pucciniaceae				
<i>Uromyces pisi</i> (Pers.)De Bary ^x	+			
<i>Uromyces fabae</i> (Pers.)De Bary. ^x	+			
	16/14	18/16	13/12	11/11
Примечание. ^x – обозначаются виды грибов, идентифицированные автором; ^{xx} – виды грибов, идентифицированные впервые на юге Казахстана на семенах сельскохозяйственных культур.				

В результате исследования с семян *Pisum sativum* выделено 14 видов, относящихся к 12 родам, 8 семействам, 3 отделам. Микобиота семян *Pisum sativum* представлена следующими грибами хранения *Rhizopus nigricans* Ehren., *Mucor mucedo* Fres., *Penicillium rugulosum* Thom, *Penicillium chrysogenum* Thom., а также почвенными грибами *Erysiphe communis* Grev. f. *pisi* Dietr., *Botrytis cinerea* Pers., *Verticillium nigrescens* Sacc., *Cladosporium herbarum* Link., *Macrosporium commune* Rabh., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc., *Ascochyta pisi* Libert, *Uromyces pisi* (Pers.) De Bary, *Uromyces fabae* (Pers.) De Bary.

Грибы, передающиеся семенами: *Botrytis cinerea*, *Verticillium nigrescens*, *Fusarium culmorum*. (табл. 2).

В микобиоте семенного материала гороха занимают: отдел *Zygomycota* включает 2 вида, *Ascomycota* 10 видов, *Basidiomycota* 2 вида.

Таблица 2. Возбудители болезней, передающиеся семенами на *Pisum sativum*

Культура	Возбудитель болезни	Способ передачи
<i>Pisum sativum</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Мицелий внутри тканей семени, споры на поверхности.
	<i>Verticillium nigrescens</i>	Мицелий внутри тканей семени, споры на поверхности.
	<i>Fusarium culmorum</i>	Мицелий внутри тканей семени.

С семян *Phaseolus vulgaris* нами выделено 16 видов, относящихся к 12 родам, 5 семействам, 3 отделам. Микобиота семян представлена следующими грибами хранения *Rhizopus nigricans* Ehren., *Mucor mucedo* Fres., *Aspergillus fumigatus* Fres., *Aspergillus flavus* Link., *Penicillium rugulosum* Thom, *Penicillium chrysogenum* Thom., а также полевыми грибами *Botrytis cinerea* Pers., *Verticillium nigrescens* Sacc. (рис. 1), *Verticillium dahliae* Kleb., *Trichothecium roseum* Link., *Stemphylium macrosporoideum* (Berk.) Sacc. (рис. 2), *Cladosporium transchelii* Pidopl., *Macrosporium commune* Rabh., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc., *Fusarium mertii* App. et Wr.

Таким образом, семена *Phaseolus vulgaris* поражаются грибами хранения *Mucor mucedo*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* К почвенным грибам относятся *Verticillium dahliae*, *Stemphylium macrosporoideum*, *Cladosporium transchelii*, *Alternaria alternata*, *Fusarium mertii*.

Возбудители болезней, передающиеся семенами *Botrytis cinerea*, *Verticillium nigrescens*, *Verticillium dahliae*, *Cladosporium transchelii*, *Alternaria alternata*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium mertii*. (табл. 3).

В микобиоте семенного материала фасоли занимают: отдел *Zygomycota* включает 2 вида, *Ascomycota* 14 видов.

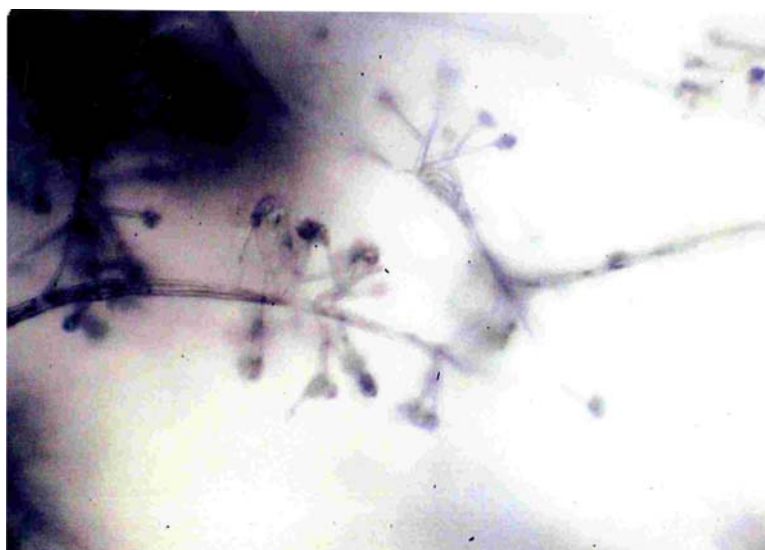


Рис. 1. Конидии *Verticillium nigrescens* на семенах *Phaseolus vulgaris* (ув. 600^x)

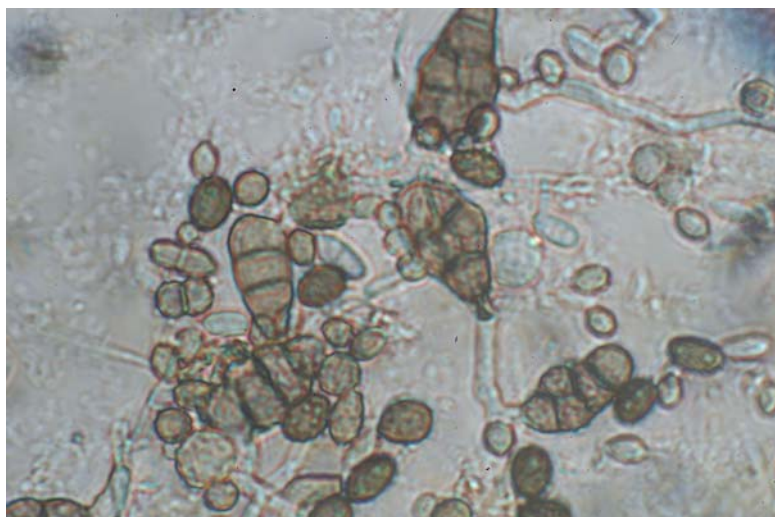


Рис. 2. Конидии *Stemphylium macrosporoideum* на семенах *Phaseolus vulgaris* (ув. 600^x)

Таблица 3. Возбудители болезней, передающиеся семенами на *Phaseolus vulgaris*

Культура	Возбудитель болезни	Способ передачи
<i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Мицелий внутри тканей семени, споры на поверхности.
	<i>Verticillium nigrescens</i>	Мицелий внутри тканей семени, споры на поверхности.
	<i>Verticillium dahliae</i>	Мицелий внутри тканей семени, споры на поверхности.
	<i>Cladosporium transchellii</i>	Мицелий внутри тканей семени, споры на поверхности.
	<i>Alternaria alternata</i>	Мицелий внутри тканей семени, споры на поверхности.
	<i>Fusarium culmorum</i>	Мицелий внутри тканей семени.
	<i>Fusarium mertii</i>	Мицелий внутри тканей семени.
	<i>Macrosporium commune</i>	Мицелий внутри тканей семени.

Полевые грибы на семенах *Phaseolus aureus* представлены 12 видами грибов, относящиеся к 10 родам, 5 семействам, 3 отделам. Из них грибы хранения представлены видами *Rhizopus nigricans* Ehren., *Mucor mucedo* Fres., *Aspergillus fumigatus* Fres., *Aspergillus flavus* Link., *Penicillium rugulosum* Thom, *Penicillium chrysogenum* Thom., а почвенные грибы *Stemphylium macrosporoideum* (Berk.) Sacc., *Cladosporium transchellii* Pidopl., *Macrosporium commune* Rabh., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl, *Fusarium gibbosum* App. et Wr., *Ascochyta pisi* Libert.

Возбудители болезни, передающиеся семенами *Cladosporium transchellii*, *Alternaria alternata*, *Fusarium gibbosum*, *Ascochyta pisi*. (табл. 4).

В микобиоте семенного материала фасоль золотистая, маш занимают: отдел *Zygomycota* включает 2 вида, *Ascomycota* 10 видов.

Таблица 4. Возбудители болезней, передающиеся семенами на *Phaseolus aureus*

Культура	Возбудитель болезни	Способ передачи
<i>Phaseolus aureus</i>	<i>Cladosporium transchellii</i>	Мицелий внутри тканей семени, споры на поверхности.
	<i>Alternaria alternata</i>	Мицелий внутри тканей семени, споры на поверхности.
	<i>Fusarium gibbosum</i>	Мицелий внутри тканей семени.
	<i>Ascochyta pisi</i>	Мицелий внутри тканей семени, споры на поверхности.

На семенах *Glycine sativum* обнаружены 11 видов, относящиеся к 8 родам, 6 семействам, 3 отделам. Из них грибы хранения *Mucor mucedo* Fres., *Aspergillus fumigatus* Fres., *Aspergillus flavus* Link., *Penicillium rugulosum* Thom, *Penicillium chrysogenum* Thom., а почвенные грибы *Peronospora manshurica* (Naum.) Syd., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl, *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc., *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *Septoria glycinis* Hemmi, *Phyllosticta sojaecola* Mass.

Посевное и технологическое качество семян *Glycine sativum* снижают возбудители многих болезней видов родов *Peronospora*, *Fusarium*, *Septoria*, *Phyllosticta* и др.

Грибы, передающиеся семенами: *Fusarium culmorum*, *Fusarium avenaceum*. (табл. 5).

В микобиоте семенного материала сои занимают: отдел *Oomycota* 1 вид, отдел *Zygomycota* включает 1 вида, *Ascomycota* 9 видов.

Таблица 5. Возбудители болезней, передающиеся семенами на *Glycine sativum*

Культура	Возбудитель болезни	Способ передачи
<i>Glycine sativum</i>	<i>Fusarium culmorum</i>	Мицелий внутри тканей семени
	<i>Fusarium avenaceum</i>	Мицелий внутри тканей семени, споры на поверхности

Некоторые среди исследуемых грибов на семенах бобовых культур могут вызывать как внешнюю, так и внутреннюю инфекцию (табл. 2–5). Внутреннюю инфекцию вызывают виды родов *Verticillium*, *Alternaria*, *Mucor*, *Penicillium*. Сапрофитные грибы встречаются на поверхности недозревших и мертвых тканей грибов. Патогенные виды совместно с сапрофитными разрушают ткани и проникают внутрь семян. При повышенной влажности сапротрофные виды быстро развиваются, вызывая загнивание семян. Они в основном проявляют себя в период хранения, когда создаются условия для их развития (повышенная влажность, плохая вентиляция, повышенная температура и др.).

Представители родов *Rhizopus*, *Macrosporium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Ascochyta* причиняют значительный вред семенам бобовых культур, представители сапрофитной флоры (виды родов *Rhizopus*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Penicillium* и др.) – семенному материалу при нарушении условий хранения.

Таким образом, общими для микофлоры семян большинства видов бобовых культур являются: *Rhizopus nigricans* Ehren., *Mucor mucedo* Fres., *Botrytis cinerea* Pers., *Aspergillus fumigatus* Fres., *Aspergillus flavus* Link., *Penicillium rugulosum* Thom, *Penicillium chrysogenum* Thom, *Macrosporium commune* Rabh., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. Только на семенах гороха обнаружены *Cladosporium herbarum*, *Uromyces pisi*, *Uromyces fabae*; *Trichothecium roseum*, *Fusarium mertii* – на семенах фасоли; *Fusarium gibbosum* – на семенах маш; *Peronospora manshurica*, *Fusarium avenaceum*, *Septoria glycinis*, *Phyllosticta sojaecola* – на семенах сои (табл. 1).

К возбудителям плесневения семян бобовых культур относятся *Botrytis cinerea*, *Stemphylium macrosporoideum*, *Cladosporium herbarum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium mertii*, *Fusarium gibbosum*, *Fusarium avenaceum*.

При анализе 775 проб семян бобовых культур оказалось, что на юге Казахстана такие семена, как *Pisum sativum* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Phaseolus aureus* Roxb., *Glycine sativum* (Moench.) Maxim поражены как поверхностно, так и субэпидермиально видами грибов хранения и почвенными видами, относящимися к 4 классам, 10 семействам, 20 родам, 28 видам. Из них нами на семенах бобовых культур обнаружено и идентифицировано 26 видов грибов, относящихся к 18 родам, 9 семействам, 4 классам (табл. 1).

Впервые выделен вид *Stemphylium macrosporoideum* (Berk.) Sacc. на *Phaseolus vulgaris* для юга Казахстана. Из них многие виды, как, например, на семенах гороха – *Rhizopus nigricans* Ehren., *Mucor mucedo* Fres., *Erysiphe communis* Grev. f. *pisii* Dietr., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl, *Uromyces pisi* (Pers.) De Bary, *Uromyces fabae* (Pers.) De Bary; на семенах фасоли – *Aspergillus fumigatus* Fres., *Aspergillus flavus* Link., *Penicillium chrysogenum* Thom, *Verticillium dahliae* Kleb., *Trichothecium roseum* Link., *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc., *Fusarium mertii* App. et Wr.; на семенах маш – *Fusarium gibbosum* App. et Wr., *Ascochyta pisi* Libert; на семенах сои – *Peronospora manshurica* (Naum.) Syd., *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc., *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *Septoria glycinis* Hemmi, *Phyllosticta sojaecola* Mass., передаются семенами и вызывают соответствующие заболевания растений (табл. 2–5).

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Горленко М.В. Семена как источник распространения инфекционных болезней растений // Микология и фитопатология. – 1970. – Т. 4, вып. 2. – С. 165-169.
- 2 Семенов А.Я. Микологические аспекты фитопатологической экспертизы семян // Микология и фитопатология. – 1974. – Т. 8, вып. 5. – С. 461.
- 3 Рамазанова С.С. Некоторые данные к биологии *Verticillium dahlia* – возбудителя увядания хлопчатника // Споровые растения Средней Азии и Казахстана. – Ташкент: Фан, 1965. – С. 61-65.
- 4 Семенова А.Я., Потлайчук В.И. Болезни семян полевых культур. – Л., 1982. – С. 25-27.
- 5 Наумова Н.А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию. – Л., 1970. – С. 65-138.

А. М. Бостанова, А. А. Эбдірашитов

ҚОЙМАДА САҚТАЛАТЫН БҰРШАҚ ТҰҚЫМДАС ДАҚЫЛДАРДЫҢ МИКОБИОТАСЫ

Қоймаларда сақталатын бұршақ тұқымдастарының дақылдарында кездесетін зерттеу объектілерінің түрлілік сан алуандылығы, дақылдар арқылы таралатын аурулардың қоздырғыштары және бұршақ тұқымдас дақылдарының көгеруі анықталды.

А. М. Bostanova, А. А. Abdrashitova

MYCOBIOTA OF SEEDS BEAN CULTURES IN KEEPING CONDITIONS

Was make the results of specific consist of fungi on seeds of legume crops. Came to light disease activators and defined the fungi which were mold development of legume crops in keeping conditions.

Ж. Е. ДАРИБАЕВ, Г. У. АБИШОВА, Ш. АХМЕТОВА

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ШЛАКОВ СВИНЦОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Международный казахско-турецкий университет им. Х. А. Ясауи, г. Туркестан

Рассматривается кинетика горения угольной мелочи в сырцовых шлаковых гранулах. Выявлено, что с повышением температуры обжига повышается выгорание коксового остатка из гранул.

Производство цветных металлов из-за низкого содержания полезных компонентов в рудах сопровождается образованием большого количества техногенных отходов. Эти отходы, сконцентрированные в различных отвалах, занимают значительные площади, загрязняя окружающую среду. Одним из путей рационального использования сырья, экономии природных ресурсов является совершенствование технологии комплексной переработки минерального сырья, создание малоотходных и безотходных технологий, вовлечение в переработку бедных, забалансовых руд, отходов обогащения и металлургического производства. Использование отходов данной отрасли в республике находится в настоящее время на низком уровне [1].

В последние годы ценные свойства шлаков все больше привлекают внимание ученых и практиков во всем мире к проблеме применения шлаков в строительстве. Вместе с тем исследование новых схем переработки шлаков свинцовой плавки с извлечением всех ценных составляющих (цинк, свинец, медь, железо и др.) и применение конечных шлаков для получения строительных материалов позволят полностью использовать исходное сырье. В этом случае свинцовые заводы не будут иметь никаких отходов, в частности, шлаковых отвалов.

В Южно-Казахстанской области накоплено свыше 180 млн т промышленных отходов и более 100 т запрещенных и непригодных пестицидов [11]. Наибольшее количество шлаков сосредоточено в отвалах Балхашского медеплавильного завода – 35 млн т, в отвалах Жезказганского медеплавильного завода – 7,5 млн т, Иртышского медеплавильного завода – 9 млн т, Шымкентского свинцового завода (ЗАО «Южполиметалл») – 9 млн т, Лениногорского свинцового завода – 4 млн т. Среднегодовой выход шлаков предприятий производства цветных металлов РК при условии их работы на проектной мощности составляет 1400 тыс. т. Поэтому шлаки – это техногенное сырье, в котором находится около 3,4 млн т цинка, 0,5 млн т меди и 0,4 млн т свинца [2].

Использование отходов металлургической промышленности для производства строительных материалов позволяет получить новый значительный и дешевый источник цветных и редких металлов.

При производстве пористых заполнителей наиболее эффективным методом является метод агломерационного обжига. В этом случае расширяются допустимые пределы изменения химического состава отходов промышленности, пригодных для производства заполнителя, обеспечивается высокая производительность теплового агрегата, создаются предпосылки для полной механизации и автоматизации всего производства.

Исследование кинетики горения угольной мелочи в сырцовых шлаковых гранулах проводили в два этапа: 1-ый этап исследований проводились на лабораторной установке, 2-ой этап – на укрупненной агломерационной установке.

Для получения аглопорита из шлака Шымкентского свинцового завода была приготовлена шихта с использованием в качестве твердого топлива угольной мелочи.

Выгорание углерода из образцов гранул с угольной мелочью в изотермических условиях при различных температурах приведено на рис. 1.

При равномерном повышении температуры в печи от 700 до 1000 °С продолжительность обжига гранул сокращается. Так как при подъеме температуры обжига увеличивается интенсивность обжига гранул угольной мелочи. Как правило, горение угольной мелочи проходит в два этапа: сначала сгорают легколетучие составляющие угля, а затем весь коксовый остаток. Но в данной графической зависимости такая закономерность не соблюдается, так как горение угольной мелочи

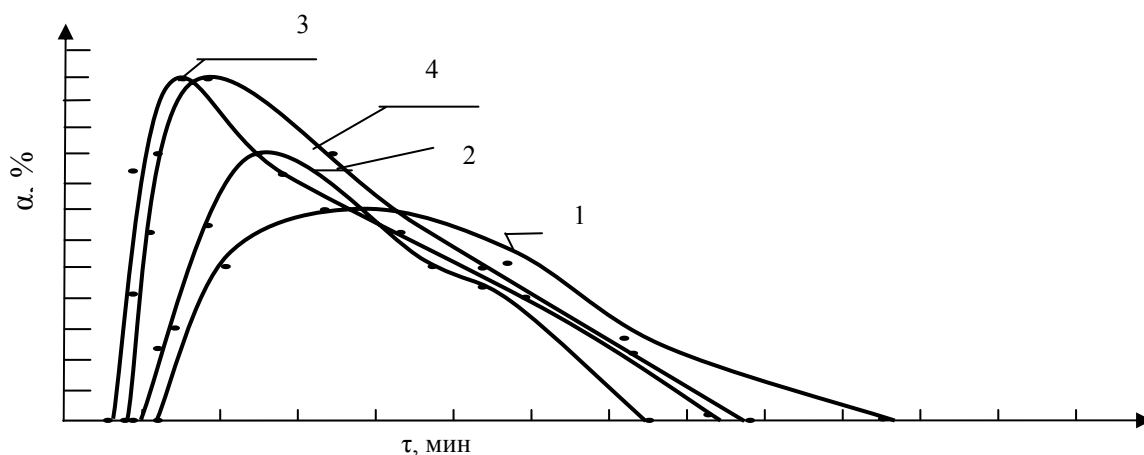


Рис. 1. Графическая зависимость выгорания углерода из образцов гранул с угольной мелочью, °С:
1 – 700; 2 – 800; 3 – 900; 4 – 1000

и реакция испарения влаги проходят одновременно. Испаряющаяся вода, образуя большое количество микропор, увеличивает поверхность соприкосновения реагирующих компонентов. Поэтому в диффузионной области процесс горения может быть интенсифицирован путем повышения температуры расплавления материала, увеличения скорости просасывания воздуха, уменьшения диаметра гранул и повышения их пористости.

Между тепловыделением (Q), температурой (T) и площадью термограмм (S) в координатах $\Delta T = f(\tau)$ существует взаимосвязь:

$$Q = \tau \int_{T_1}^{T_2} ds$$

То есть степень протекания процесса (α) за определенное время пропорциональна отношению площади термограммы к максимальной площади, соответствующей максимальному протеканию процесса. Для расчета степени протекания процесса в этом случае используется формула:

$$\alpha_{\tau} = Si/S_{\max} \cdot q_c/q_0 \cdot 100,$$

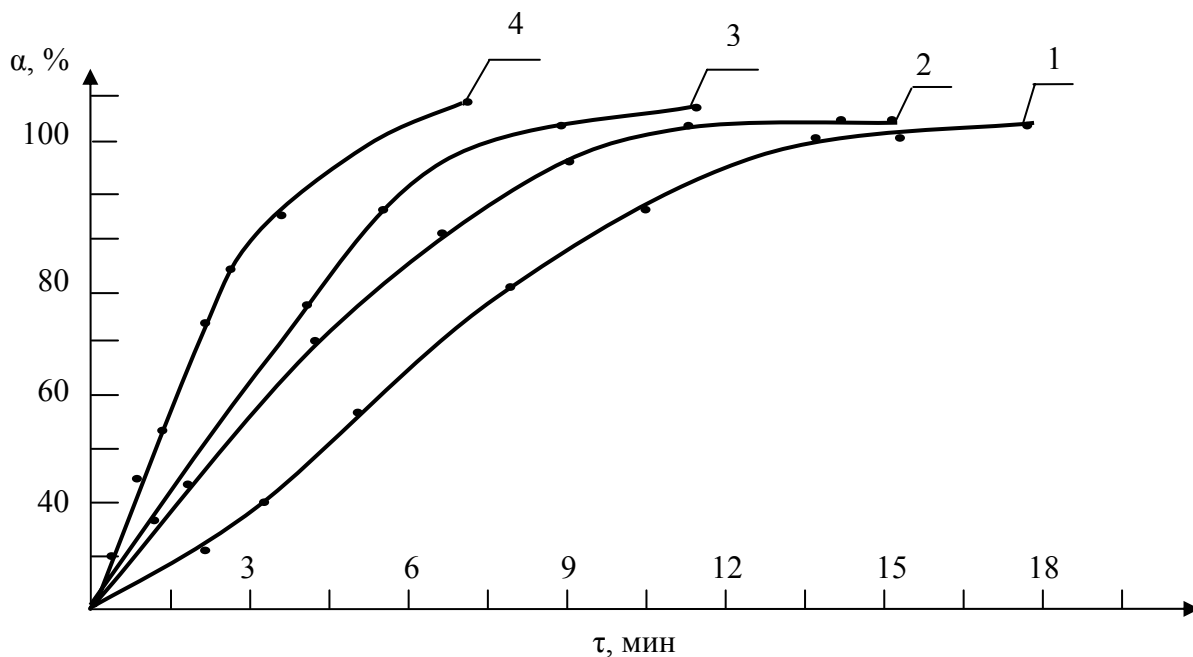


Рис. 2. Выгорание коксового остатка, °С: 1 – 700; 2 – 800; 3 – 900; 4 – 1000

где α_n – степень протекания процесса ко времени τ ; S_i – площадь термограммы, соответствующая времени τ_i ; q_n – начальная масса углерода в грануле, г; q_k – конечная масса углерода в грануле, г.

После проведения термообработки обожженные гранулы с угольной мелочью прокаливаются в муфельной печи при t 1000 °С 1 час для определения остаточного несгоревшего углерода.

На рис. 2 приведены кривые степени выгорания коксового остатка от температуры и от продолжительности обжига.

Процесс горения коксового остатка в грануле является гетерогенным, где участвуют твердые, жидкие и газообразные вещества, которые обуславливают скорость протекания реакции окисления и полноты его выгорания.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Жаркенов М.И. Сырьевой потенциал Казахстана // Горный журнал. – 1997. – № 10. – С. 14-17.
- 2 Айткулов Д.К. Разработка физико-химических основ и технологии извлечения Cu, Zn и Pb из оксидно-сульфидного сырья хлоридной продувкой: Автореф. ... д.т.н. – Алматы, 2001. – 50 с.

Ж. Е. Дәрібаев, Г. У. Әбішова, Ш. Ахметова

ҚОРҒАСЫН ӨНДІРІСІНДЕ ТҮЙІРШКТЕЛГЕН ШЛАКТЫ ҚАЙТА ӨНДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Шикі шлак бөлшектеріндегі көмір майдаларының жану кинетикасы зерттелген. Жану температурасының деңгейі көтерілген сайын бөлшектердегі кокс қалдықтарының жану деңгейі көтерілетіні анықталды.

Zh. E. Daribayev, G. U. Abisheva, Sh. Akhmetova

TECHNOLOGY OF PROCESSING SLAG GRANULES IN LEAD PRODUCTION

This article deals with the kinetics research of a coal trifle in adobe slag granules. It is revealed, that with growth of level of roasting degree temperature of burning out of the coconut rest from granules raises.

А. Т. ИВАЩЕНКО, О. А. БЕРИЛЛО, А. С. ИСАБЕКОВА, В. А. ХАЙЛЕНКО

НУКЛЕОТИДЫ В САЙТАХ СВЯЗЫВАНИЯ mRNA С miRNA КОДИРУЮТ КОНСЕРВАТИВНЫЕ ОЛИГОПЕПТИДЫ В ОРТОЛОГИЧНЫХ БЕЛКАХ

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы

Установлены свойства сайтов связывания miR-1279, miR-548j и miR-548t в белок-кодирующей области (CDS) mRNA гена PTPN12 в 24 видах животных. Выявлена высокая селективность связывания miR-1279 в сайте mRNA кодирующем гексапептид TKEQYE. Этот олигопептид расположен в консервативной области белка PTPN12 всех изученных животных. Последовательность нуклеотидов сайта связывания miR-548j в CDS mRNA гена PTPN12 человека и животных слабовариабельна. Этот сайт кодирует гексапептид PRTRSC, который консервативен в аминокислотной последовательности белка PTPN12 в 20 видах животных. Сайт связывания miR-548t расположен в CDS mRNA гена PTPN12, который кодирует консервативный пентапептид EATDI в семи видах животных. В других видах животных пентапептиды гомологичные EATDI имеют замены одной или двух аминокислот и расположены в той же консервативной области белка.

Ключевые слова: miRNA, mRNA, ген PTPN12, человек, регуляция экспрессии.

Регуляция экспрессии генов на пост-транскрипционном уровне с помощью miRNA установлена в одноклеточных и многоклеточных эукариотических организмах [1-3]. Эффективное участие miRNA в регуляции экспрессии белок-кодирующих генов обуславливает быстрорастущее внимание ученых к биологической функции этих молекул [4]. В процессе эволюции эта система регуляции экспрессии генов стала широко распространенной и используется во всех ключевых процессах жизнедеятельности организмов. Показана важная роль miRNA в регуляции процессов развития [5], дифференцировки [6], деления клеток [7] и апоптоза [8]. Протекание метаболических реакций при патологиях, как правило, вызывается нарушениями экспрессии белок-кодирующих генов, в том числе за счет изменения концентрации miRNA.

Установлены изменения концентрации miRNA при онкологических [9] и сердечно-сосудистых [10] заболеваниях, при гепатите [11], заболеваниях нервной системы [12] и т.д.

Многие miRNA человека регулируют экспрессию нескольких генов и mRNA многих генов связывает несколько miRNA [13]. Это обстоятельство значительно затрудняет установление сложной системы взаимодействий miRNA с генами-мишенями. Экспрессия около 70% генов человека регулируется посредством miRNA. Примерно 700 генов кодируют в своих интронах miRNA и, следовательно, синтез miRNA зависит от экспрессии хозяйского гена. Такая зависимость еще больше осложняет выявление селективных связей между miRNA и генами-мишенями.

Существует проблема точного предсказания сайтов взаимодействия miRNA с mRNA, от решения которой в большой степени зависит разработка направленной регуляции экспрессии генов посредством miRNA. В рамках данной проблемы имеется необоснованное представление о том, что сайты взаимодействия miRNA с mRNA находятся только в 3'UTR mRNA [14, 15]. Однако известны публикации о наличии сайтов связывания miRNA с mRNA в 5'UTR и CDS [13, 16-19]. Недавно опубликованы результаты экспериментального анализа свойств сайтов в CDS, которые подтверждают наличие сайтов в CDS и показывают важные особенности их [20].

Учитывая происхождение системы взаимодействия miRNA с mRNA, следует ожидать наличия сходства miRNA в родственных организмах и определенной консервативности их взаимодействия с mRNA-мишенями. Нуклеотидные последовательности многих miRNA обладают высокой гомологией в филогенетически родственных организмах [21]. Степень сходства сайтов связывания miRNA с mRNA в разных организмах слабо изучена и поэтому требуется исследование этой проблемы. Поскольку сайты связывания miRNA с mRNA находятся в 5'UTR, 3'UTR и CDS mRNA,

¹Сокращения: mRNA – матричная РНК; miRNA – микроРНК; 3'UTR – 3'-нетранслируемая часть мРНК; 5'UTR – 5'-нетранслируемая часть мРНК, CDS – белок-кодирующая часть мРНК.

то это накладывает определенные ограничения на свойства этих сайтов. Например, если сайт расположен в белок-кодирующей области mRNA, то он должен быть связан с функцией и свойствами соответствующего белка. *A priori* не известно, в какой части CDS этот сайт должен располагаться и какими конкретными свойствами он должен обладать. Поэтому требуется выяснение характеристик сайтов взаимодействия miRNA с CDS mRNA генов-мишеней.

Цель настоящей работы заключалась в выявлении сайтов связывания miRNA с mRNA в белок-кодирующей области и изучении их свойств в mRNA ортологичных генов.

Материалы и методы

В качестве объектов исследований использовали нуклеотидные и аминокислотные последовательности mRNA гена *PTPN12 Homo sapiens* (Hsa) и ортологичных генов *PTPN12* в геномах следующих видов животных: *Anolis carolinensis* (Aca), *Ailurogale melanoleuca* (Ame), *Bos Taurus* (Bta), *Cricetulus griseus* (Cgr), *Callithrix jacchus* (Cja), *Canis lupus* (Clu), *Danio rerio* (Dre), *Equus caballus* (Eca), *Galus galus* (Gga), *Loxodonta africana* (Laf), *Monodelphis domestica* (Mdo), *Meleagris gallopavo* (Mga), *Mus musculus* (Mmu), *Nomascus leucogenys* (Nle), *Ornithorhynchus anatinus* (Oan), *Oryctolagus cuniculus* (Ocu), *Oreochromis niloticus* (Oni), *Pongo abelii* (Pab), *Pan troglodytes* (Ptr), *Rattus norvegicus* (Rno), *Taeniopygia guttata* (Tgu), *Xenopus laevis* (Xla), *Xenopus tropicalis* (Xtr), которые были заимствованы из GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>). Ген *PTPN12* кодирует тирозин-фосфатазу (PTPN12) и участвует в развитии ряда онкозаболеваний [22]. Нуклеотидные последовательности hsa-miR-1279, hsa-miR-548j и hsa-miR-548m получены из базы miRBase (<http://www.mirbase.org>). Свободная энергия гибридизации (ΔG) рассчитывалась с помощью программы RNAHybrid 2.1 (<http://bibiserv.techfak.uni-bielefeld.de/rnahybrid/>). Величина $\Delta G/\Delta G_m$ (%) является сравнительным количественным критерием силы взаимодействия miRNA с mRNA. ΔG_m равна энергии связи miRNA с полностью комплементарной ей нуклеотидной последовательностью. Величины ΔG_m для hsa-miR-1279, hsa-miR-548j и hsa-miR-548m соответственно равны -28,2 kcal/mol, -38,5 kcal/mol и -33,3 kcal/mol. Величину ΔG и ее стандартное отклонение использовали для определения по критерию Стьюдента уровня достоверности сайтов взаимодействия miRNA с mRNA. Графики варибельности нуклеотидных и аминокислотных последовательностей построены по программе WebLogo (<http://weblogo.berkeley.edu/>).

Результаты и обсуждение

Ранее нами было показано, что miRNA могут связываться с mRNA в CDS [13]. С целью установления особенностей взаимодействия miRNA с CDS в настоящей работе изучали связывание miRNA с mRNA ортологичных генов в геномах 24 видов животных. Для miR-1279, miR-548j и miR-548m выявлено по одному сайту связывания в CDS mRNA гена *PTPN12* человека.

Величина $\Delta G/\Delta G_m$ для сайтов связывания miR-1279 с mRNA ортологичных генов *PTPN12* изменялась от 63,1% до 87,9%, что соответствует уровню достоверности от $p < 0,01$ до $p < 0,0002$ (табл. 1).

Следовательно, вероятность взаимодействия miR-1279 с mRNA ортологичных генов *PTPN12* высокая. В табл. 1 приведены характеристики взаимодействия miR-1279 с mRNA ортологичных генов *PTPN12* 18 видов животных. Соответствующие сайты связывания определены с уровнем достоверности от $p < 0,0003$ до $p < 0,0002$.

Сравнение последовательностей нуклеотидов в сайтах связывания CDS mRNA ортологичных генов *PTPN12* показало, что они все кодируют гексапептид TKEQYE в ортологичных белках PTPN12 изученных видов животных (табл. 2).

Этот олигопептид расположен в интервале с 13 по 18 позиции в высококонсервативной области белка (рис. 1), что говорит о функциональной важности сайта для надежной регуляции экспрессии гена с участием miR-1279.

Таблица 1. Характеристики взаимодействия hsa-miR-1279 с mRNA гена *PTPN12* разных видов животных

mRNA <i>PTPN12</i>	5'	C		A	3'	mRNA <i>PTPN12</i>	5'	C		A	3'
			AAAGGAGCAAUAUGA						AAAGGAGCAGUAUGA		
			UUUCUUCGUUAUACU						UUUCUUCGUUAUACU		
miR-1279	3'	UC			5'	miR-1279	3'	UC			5'
Cgr	CDS, 788	$\Delta G = -24,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 86,5$			Gga	CDS, 836	$\Delta G = -24,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 86,5$		
Hsa	CDS, 836	$\Delta G = -24,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 86,5$			Mga	CDS, 677	$\Delta G = -24,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 86,5$		
Mmu	CDS, 836	$\Delta G = -24,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 86,5$			Tgu	CDS, 1108	$\Delta G = -24,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 86,5$		
Ptr	CDS, 836	$\Delta G = -24,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 86,5$			Xtr	CDS, 677	$\Delta G = -24,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 86,5$		
mRNA <i>PTPN12</i>	5'	C		G	3'	mRNA <i>PTPN12</i>	5'	U		G	3'
			AAAGGAGCAAUAUGA						AAGGAGCAGUAUGA		
			UUUCUUCGUUAUACU						UUUCUUCGUUAUACU		
miR-1279	3'	UC			5'	miR-1279	3'	UCU			5'
Laf	CDS, 836	$\Delta G = -24,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 86,5$			Ame	CDS, 837	$\Delta G = -23,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 83,0$		
Nle	CDS, 479	$\Delta G = -24,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 86,5$			Bta	CDS, 837	$\Delta G = -23,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 83,0$		
Ocu	CDS, 815	$\Delta G = -24,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 86,5$			Clu	CDS, 447	$\Delta G = -23,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 83,0$		
Pab	CDS, 479	$\Delta G = -24,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 86,5$			Eca	CDS, 765	$\Delta G = -23,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 83,0$		
mRNA <i>PTPN12</i>	5'	C		A	3'	mRNA <i>PTPN12</i>	5'	C		G	3'
			AAAGGAGCAAUAUGA						AAGGAGCAGUAUGA		
			UUUCUUCGUUAUACU						UUUCUUCGUUAUACU		
miR-1279	3'	UC			5'	miR-1279	3'	UCU			5'
Rno	CDS, 836	$\Delta G = -24,8$	$\Delta G/\Delta G_m = 87,9$			Oni	CDS, 840	$\Delta G = -23,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 83,3$		

Примечание. В табл. 1, 3 и 6 начало 5'-участка сайтов связывания в mRNA указано в нуклеотидах, начиная от первого нуклеотида CDS; энергия взаимодействия (ΔG) – в kcal/mol; величина $\Delta G/\Delta G_m$ – в процентах.

Таблица 2. Нуклеотидные последовательности mRNA ортологичных генов *PTPN12* в сайтах взаимодействия с miR-1279 и аминокислотные последовательности фрагмента белка PTPN12 в области, содержащей гексапептид TKEQYE

Объект	Участок mRNA гена <i>PTPN12</i>	Фрагмент белка PTPN12 с TKEQYE
Aca	CAAACGAAGGAGCAGTATGAACTCG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Ame	CAAACAAAGGAGCAGTATGAACTTG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Bta	CAAACAAAGGAGCAATATGAACTTG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Cgr	CAAACAAAGGAGCAATATGAACTTG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Cja	CAAACAAAGGAGCAATATGAGCTTG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Clu	CAAACAAAGGAGCAATATGAGCTTG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Dre	CAAACAAAGGAGCAGTATGAGCTTG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Eca	CAGACAAAGGAGCAGTATGAGTTGG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Gga	CAGACAAAGGAGCAGTATGAACTTG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Hsa	CAGACAAAGGAGCAGTATGAACTTG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Laf	CAAACAAAGGAGCAATATGAGCTTG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Mdo	CAAACAAAGGAACAATATGAGCTTG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Mga	CAAACAAAGGAGCAATATGAGCTTG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Mmu	CAAACAAAGGAGCAGTATGAGCTTG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Nle	CAGACTAAGGAGCAGTATGAGCTTG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Oan	CAGACCAAGGAGCAGTATGAGCTGG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Ocu	CAAACAAAGGAGCAATATGAGCTTG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Oni	CAAACGAAGGAGCAATATGAACTTG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Pab	CAGACAAAGGAGCAGTACGAGTTGG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Ptr	CAAACAAAGGAGCAGTATGAGCTTG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Rno	CAAACGAAGGAACAGTATGAACTTG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Tgu	CAAACAAAGGAACAGTATGAACTCG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Xla	CAAACAAAGGAGCAATATGAACTTG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ
Xtr	CAAACAAAGGAGCAGTATGAACTTG	QEMRTQRHSAVQTKEQYELVHRAIAQ

Примечание. В табл. 2, 4 и 5 жирным шрифтом выделены последовательности нуклеотидов и соответствующие им последовательности аминокислот.



Рис. 1. Варибельность нуклеотидов (1) в сайтах взаимодействия miR-1279 с mRNA ортологичных генов *PTPN12* и варибельность аминокислот (2) в области ортологичных белков PTPN12, содержащей гексапептид TKEQYE

Нуклеотидная последовательность сайта связывания miR-1279 в CDS расположена в интервале с 4 по 24 нуклеотид (рис. 1). Варибельность нуклеотидов имеется только по третьему нуклеотиду в кодонах, что не влияет на кодируемую аминокислоту. Последовательность нуклеотидов сайта связывания miR-548j в CDS mRNA ортологичных генов *PTPN12* изученных видов животных слабо варибельна (рис. 2).



Рис. 2. Варибельность нуклеотидов (1) в сайтах взаимодействия mRNA ортологичных генов *PTPN12* с miR-548j и варибельность аминокислот (2) в области белка PTPN12, содержащей гексапептид PRTRSC, в 20 видах животных

Таблица 3. Характеристики взаимодействия hsa-miR-548j с mRNA ортологичных генов PTPN12 10 видов животных

mRNA	5'	C	C	C	3'	mRNA	5'	C	C	C	3'
		ACCAAGGA	CCGCAGUUGC					ACCAAGGA	CCGCAGUUGC		
		UGGUUUCU	GGCGUAAUG					UGGUUUCU	GGCGUAAUG		
miRNA	3'			AAAA	5'	miRNA	3'			AAAA	5'
Ame	CDS, 1009	$\Delta G = -30,9$	$\Delta G/\Delta G_m = 80,3$			Hsa	CDS, 1009	$\Delta G = -30,9$	$\Delta G/\Delta G_m = 80,3$		
Bta	CDS, 1009	$\Delta G = -30,9$	$\Delta G/\Delta G_m = 80,3$			Laf	CDS, 1009	$\Delta G = -30,9$	$\Delta G/\Delta G_m = 80,3$		
Cja	CDS, 1009	$\Delta G = -30,9$	$\Delta G/\Delta G_m = 80,3$			Pab	CDS, 653	$\Delta G = -30,9$	$\Delta G/\Delta G_m = 80,3$		
Clu	CDS, 620	$\Delta G = -30,9$	$\Delta G/\Delta G_m = 80,3$			Ptr	CDS, 1009	$\Delta G = -30,9$	$\Delta G/\Delta G_m = 80,3$		
mRNA	5'	C	U	C	3'	mRNA	5'	C	U	C	3'
		GCCAAGGAC	CGCAGUUGC					ACC	AGGACCGCAGUUGC		
		UGGUUUCUG	GCGUAAUG					UGG	UUCUGCGGUAAUG		
miRNA	3'			AAAA	5'	miRNA	3'	U		AAAA	5'
Eca	CDS, 938	$\Delta G = -31,2$	$\Delta G/\Delta G_m = 81,0$			Ocu	CDS, 989	$\Delta G = -30,6$	$\Delta G/\Delta G_m = 79,5$		

Характеристики некоторых сайтов взаимодействия приведены в табл. 3. Достоверность сайтов 16 животных соответствует уровню от $p < 0,04$ до $p < 0,0002$. Нуклеотидные последовательности сайтов связывания в mRNA гена *PTPN12* соответствуют гексапептиду PRTRSC тирозин-фосфатазы. Этот гексапептид расположен с 13 по 18 позиции в другой области ортологичных белков PTPN12 в 20 видах животных (рис. 2). В восьми видах животных (*Aca*, *Dre*, *Mdo*, *Mmu*, *Oni*, *Rno*, *Xla* и *Xtr*) имеются аминокислотные замены в гексапептиде и уровень связывания miRNA в соответствующих сайтах ниже 40–50% ($p < 0,17$ до $p < 0,86$).

Расположение сайта-мишени для miR-548j в консервативной части CDS может свидетельствовать об устойчивой зависимости экспрессии гена от этой miRNA. Необходимо отметить, что miR-548j является интронной по своему происхождению, то есть ее концентрация в клетке зависит от уровня экспрессии гена *TPST2*, из pre-mRNA которого она процессируется. Этот ген выявлен в полностью и частично секвенированных геномах изученных животных. Следовательно, вероятность участия miR-548j в регуляции экспрессии гена *PTPN12* в этих организмах высока.

Третья miRNA (miR-548m), взаимодействующая с CDS mRNA ортологичных генов *PTPN12*, имеет сайты связывания менее консервативные, чем сайты связывания для miR-1279 и miR-548j. miR-548m связывается с CDS mRNA ортологичных генов *PTPN12* в сайтах, кодирующих пентапептид EATDI у девяти видов животных (табл. 5).

Таблица 4. Нуклеотидные последовательности mRNA ортологичных генов *PTPN12* в сайтах взаимодействия с miR-548j и аминокислотные последовательности ортологичных белков PTPN12 в области, содержащей гексапептид PRTRSC

Объект	Участок mRNA гена <i>PTPN12</i>	Фрагмент белка PTPN12 с PRTSCL
<i>Aca</i>	CAAACGAAGGAGCAGTATGAACTCG	DSPPPKP PRTRSC LVEGDVKEEILQP
<i>Ame</i>	CAAACAAAGGAGCAGTATGAACTTG	DSPPPKP PRTRSC LVEGDAKEEILQP
<i>Bta</i>	CAAACAAAGGAGCAATATGAACTTG	DSPPPKP PRTRSC LVEGDAKEEILQP
<i>Cgr</i>	CAAACAAAGGAGCAATATGAACTTG	DSPPPKP PRTRSC LVEGDAKEEILQP
<i>Cja</i>	CAAAC TA AGGAGCAATATGAGCTTG	DSPPPKP PRTRSC LVEGDAKEEILQP
<i>Clu</i>	CAAACAAAGGAGCAATATGAGCTTG	DSPPPKP PRTRSC LVEGDAKEEILQP
<i>Eca</i>	CAGACAAAGGAGCAGTATGAGTTGG	DSPPPKP PRTRSC LVEGDAKEEILQP
<i>Gga</i>	CAGACAAAGGAGCAGTATGAACTTG	DSPPPKP PRTRSC LVEGDAKEEILQP
<i>Hsa</i>	CAGACAAAGGAGCAGTATGAACTTG	DSPPPKP PRTRSC LVEGDAKEEILQP
<i>Laf</i>	CAAACAAAGGAGCAATATGAGCTTG	DSPPPKP PRTRSC LVEGDAKEEILQP
<i>Mdo</i>	CAAACAAAGGAACAATATGAGCTTG	DSPPPKP PRTRSC LVEGDAKEEILQP
<i>Mga</i>	CAAACAAAGGAGCAATATGAGCTTG	DSPPPKP PRTRSC LVEGDAKEEILQP
<i>Mmu</i>	CAAAC TA AGGAGCAGTATGAGCTTG	DSPPPKP PRTRSC LVEGDAKEEILQP
<i>Nle</i>	CAGAC TA AGGAGCAGTATGAGCTTG	DSPPPKP PRTRSC LVEGDAKEEILQP
<i>Ocu</i>	CAGACCAAGAGCAGTATGAGCTGG	DSPPPKP PRTRSC LVEGDAKEEILQP
<i>Pab</i>	CAAACGAAGGAGCAATATGAACTTG	DSPPPKP PRTRSC LVEGDAKEEILQP
<i>Ptr</i>	CAGACAAAGGAGCAGTACGAGTTGG	DSPPPKP PRTRSC LVEGDAKEEILQP
<i>Rno</i>	CAAACCAAGGAGCAGTATGAGCTGG	DSPPPKP PRTRSC LVEGDAKEEILQP
<i>Tgu</i>	CAAACGAAGGAACAGTATGAACTTG	DSPPPKP PRTRSC LVEGDAKEEILQP
<i>Xla</i>	CAAACAAAGGAACAGTATGAACTCG	DSPPPKP PRIRSC LVEGDVKEEILQP
<i>Xtr</i>	CAAACAAAGGAGCAATATGAACTTG	DSPPPKP PRIRSC LVEDVKEEILQPP
<i>Dre</i>	CAAAC TA AGGAGCAGTATGAGCTTG	DTPPPKP PRLRSV QGECAVQEEILQA
<i>Oni</i>	CAAACAAAGGAGCAATATGAGCTTG	DTPPPKP PRIRST QVEGDVKEEILQP

Для этих сайтов уровень достоверности находится в интервале от $p < 0,008$ до $p < 0,0005$, величина $\Delta G/\Delta G_m$ варьировала от 73,9 до 76,3%. В олигопептидах гомологичных белков PTPN12 других видов животных имеются замены одной или двух аминокислот, однако гексапептиды расположены в той же позиции консервативной области белка. Характеристики сайтов связывания miR-548m приведены в табл. 6 и показывают меньшую степень взаимодействия miR-548m с CDS mRNA ортологичных генов *PTPN12*.

В олигопептидах гомологичных белков PTPN12 других видов животных имеются точечные замены одной или двух аминокислот, однако гексапептиды расположены в той же позиции консервативной области белка. Характеристики сайтов связывания miR-548m приведены в табл. 6

Таблица 5. Нуклеотидные последовательности mRNA гена *PTPN12* в сайтах взаимодействия с miR-548m и аминокислотные последовательности белка *PTPN12* в области содержащей пентапептид EATDI

Объект	Участок mRNA гена <i>PTPN12</i>	Фрагмент белка <i>PTPN12</i> с EATDI
Cgr	СТА ACAGAAGCCACGGATATT GGT	L EATDI GFGNRCGKPKGPR
Clu	ССА ACAGAGGCCACAGATATT GGT	P EATDI GFGNRCGKPKGPR
Eca	ССА ACAGAAGCCACAGATATT GGT	P EATDI GFGNRCGKPKGPR
Hsa	ССА ACAGAAGCCACAGATATT GGT	P EATDI GFGNRCGKPKGPR
Laf	ССG ACAGAAGCCACAGATATT GGT	P EATDI GFGNRCGKPKGPR
Nle	ССА ACAGAAGCCACAGATATT GGT	P EATDI GFGNRCGKPKGPR
Ptr	ССА ACAGAAGCCACAGATATT GGT	P EATDI GFGNRCGKPKGPR
Ocu	ССА TCAGAAGCCACAGATAT CGGT	P SEATDI GFGNRCGRPKGPR
Ame	ССА ACAGAGGCCACAGATATT GGT	S PEATDI GFRNRCGKPKGPR
Mdo	ССА TCAGAAATCACAGATATT GGT	P SEITDI GFGNRCGKPKGPR
Mga	ССС GCAGAAATAACAGATATT GGT	P AEITDI GFGNRCGKPRGPR
Mmu	СС AGCAGAAGTCACAGATATT GGT	P AEVTDI GFGNRCGKPKGPR
Gga	ССА ACAGAAGTAACAGATATT GGT	P TEVTDI GFGNRCGKPRGPR
Rno	СТА ACAGAAGTCACAGACATT GGT	L TEVTDI GFGNRCGKPKGPR
Tgu	СС TGCAGAAGTAACAGATATT GGT	P AEVTDI GFGNRCAGKPRGPR
Aca	СС AGTTGAGACTACAGATATT GGT	P VEVTDI GFGNRCGKPRGPR

и свидетельствуют о меньшей степени взаимодействия miR-548m с CDS mRNA ортологичных генов *PTPN12*.

Величина $\Delta G/\Delta G_m$ изменялась от 42,6% до 80,8% для 20 животных ($p < 0,96$ до $p < 0,0003$). У четырех животных сайт в изученной области не сохранился (Dre, Oan, Xla, Xtr). Следовательно, влияние miR-548m на экспрессию гена *PTPN12* слабее, чем miR-1279 и miR-548j. Соответственно степень гомологии нуклеотидных последовательностей сайтов связывания в mRNA и степень гомологии пентапептидов ортологичных белков *PTPN12* у разных животных меньше (рис. 3).

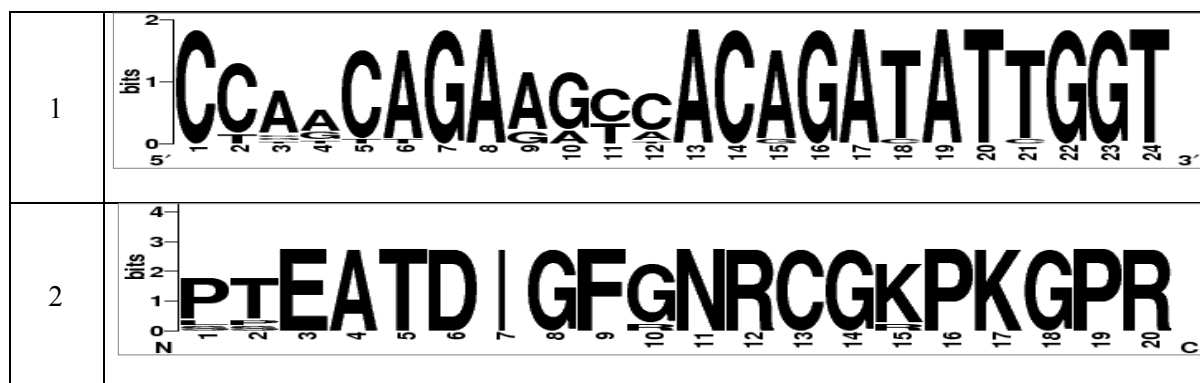


Рис. 3. Вариабельность нуклеотидов (1) в сайтах взаимодействия miR-548m с mRNA ортологичных генов *PTPN12* и вариабельность аминокислот (2) в области белка *PTPN12*, содержащей пентапептид EATDI 9 видов животных

Данные табл. 1 свидетельствуют, что miR-1279 связывается 5'-частью с mRNA гена *PTPN12* всех видов животных. miR-548j связывается преимущественно своей центральной частью с mRNA большинства изученных животных, либо 3'-частью с mRNA *O. niloticus* и *D. rerio* (табл. 3).

По данным табл. 6, miR-548m связывается с mRNA ортологичных генов *PTPN12* преимущественно 3'-частью или центральной частью (*A. carolinensis*, *C. jacchus*, *Galus galus*, *Meleagris gallopavo*, *O. niloticus*, *P. abelii*). Эти и приведенные выше данные свидетельствуют о возможности связывания mRNA с любой частью нуклеотидной последовательности miRNA.

Таблица 6. Характеристики взаимодействия hsa-miR-548m с mRNA ортологичных генов *PTPN12* разных видов животных

mRNA	5' A		G	3'	mRNA	5' A		G	3'
			CAGAAGCCACAGAUUU					CAGAAGCCACAGAUUU	
			GUUUUUGGUGUUUAUGG					GUUUUUGGUGUUUAUGG	
miRNA	3'		AAAC	5'	miRNA	3'		AAAC	5'
Eca	CDS, 2195	$\Delta G = -25,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 76,3$		Nle	CDS, 1905	$\Delta G = -25,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 76,3$	
Hsa	CDS, 2261	$\Delta G = -25,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 76,3$		Ptr	CDS, 2261	$\Delta G = -25,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 76,3$	
Laf	CDS, 2336	$\Delta G = -25,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 76,3$						
mRNA	5' U		G	3'	mRNA	5' A		G	3'
			CAGAAGCCACAGAUAUU					CAGAGGCCACAGAUUU	
			GUUUUUGGUGUUUAUGG					GUUUUUGGUGUUUAUGG	
miRNA	3'		AAAC	5'	miRNA	3'		AAAC	5'
Ocu	CDS, 2243	$\Delta G = -26,9$	$\Delta G/\Delta G_m = 80,8$		Clu	CDS, 1878	$\Delta G = -25,0$	$\Delta G/\Delta G_m = 75,1$	
					Ame	CDS, 2264	$\Delta G = -25,0$	$\Delta G/\Delta G_m = 75,1$	
mRNA	5' A		G	3'	mRNA	5' C		A	3'
			CAGAAGCCACGGAUUU					AACCGCAAGUGCC	
			GUUUUUGGUGUUUAUGG					UUGGUGUUUAUGG	
miRNA	3'		AAAC	5'	miRNA	3' GUUU		AAAC	5'
Cgr	CDS, 2201	$\Delta G = -24,6$	$\Delta G/\Delta G_m = 73,9$		Tgu	CDS, 2142	$\Delta G = -24,4$	$\Delta G/\Delta G_m = 73,3$	

Полученные данные о свойствах сайтов связывания трех miRNA в белок-кодирующей области mRNA гена *PTPN12* свидетельствуют о локализации сайтов в участках mRNA, кодирующих консервативные аминокислотные последовательности тирозин-фосфатазы. Несмотря на дивергенцию, произошедшую сотни миллионов лет назад для некоторых из 24 видов животных, взаимодействие mRNA ортологичных генов *PTPN12* с изученными miRNA сохранилось. Этому способствовало расположение сайтов связывания в консервативных участках mRNA, которые определяют сохранение функции тирозин-фосфатазы. Благодаря этому сохранилась возможность регуляции экспрессии гена *PTPN12* с помощью miRNA.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Molnar A., Schwach F., Studholme D., Thuenemann E., Baulcombe D. MiRNAs control gene expression in the single-cell alga *Chlamydomonas reinhardtii* // Nature. – 2007. – Vol. 447. – P. 1126-1129.
- 2 Arteaga-Vazquez M., Caballero-Perez J., Vielle-Calzada J. A family of microRNAs present in plants and animals // Plant Cell. – 2006. – Vol. 18. – P. 3355-3369.
- 3 Zhao T., Li G., Mi S., Li S., Hannon G., Wang X., Qi Y. A complex system of small RNAs in the unicellular green alga *Chlamydomonas reinhardtii* // Genes & Dev. – 2007. – Vol. 21. – P. 1190-1203.
- 4 Bushati N., Cohen S. microRNA Functions // Annual Review of Cell and Developmental Biology. – 2007. – Vol. 23. – P. 175-205.
- 5 Neilson J., Zheng G., Burge C., Sharp P. Dynamic regulation of miRNA expression in ordered stages of cellular development // Genes & Dev. – 2007. – Vol. 21. – P. 578-589.
- 6 Shivdasani R. MicroRNAs: regulators of gene expression and cell differentiation // Blood. – 2006. – Vol. 108. – P. 3646-3653.
- 7 Carleton M., Cleary M., Linsley P. MicroRNAs and cell cycle regulation // Cell Cycle. – 2007. – Vol. 6. – P. 2127-2132.
- 8 Jovanovic M., Hengartner M. miRNAs and apoptosis: RNAs to die for // Oncogene. – 2006. – Vol. 25. – P. 6176-6187.
- 9 Wang D., Qiu C., Zhang H., Wang J., Cui Q., et al. Human MicroRNA oncogenes and tumor suppressors show significantly different biological patterns: from functions to targets // PLoS ONE. – 2010. – Vol. 5 (9). – P. e13067, doi:10.1371.
- 10 Kingwell K. Cardiovascular disease: microRNA protects the heart // Nature Reviews Drug Discovery. – 2011. – Vol. 10. – P. doi:10.1038/nrd3380.
- 11 Bala S., Marcos M., Szabo G. Emerging role of microRNAs in liver diseases // World J. Gastroenterol. – 2009. – Vol. 15 (45). – P. 5633-5640.
- 12 Yokota T. MicroRNA and central nervous system // Brain Nerve. – 2009. – Vol. 61. – P. 167-176.
- 13 Иващенко А.Т., Берилло О.А., Исабекова А.С., Хайленко В.А., Атамбаева Ш.А. Свойства интронных и межгенных miRNA человека и особенности их взаимодействия с mRNA // Известия НАН РК, серия биологическая и медицинская. – 2011. – № 5. – С. 34-39.

14 Delay C., Calon F., Mathews P., Hébert S. Alzheimer-specific variants in the 3'UTR of Amyloid precursor protein affect microRNA function // *Molecular Neurodegeneration*. – 2011. – Vol. 6. – P. 70.

15 Iorio M.V., Croce C.M. MicroRNAs in cancer: small molecules with a huge impact // *J. Clin Oncol*. – 2009. – Vol. 27. – P. 5848-5856.

16 Moretti F., Thermann R., Hentze M. Mechanism of translational regulation by miR-2 from sites in the 5' untranslated region or the open reading frame // *RNA*. – 2010. – Vol. 16. – P. 2493-2502.

17 Ram Savan S.K., Qi Y., Gao X., Yuki Y., Bass S., Martin M. Differential microRNA regulation of HLA-C expression and its association with HIV control // *Nature*. – 2011. – Vol. 472. – P. 495-499.

18 Tsai N.-P. et al. MicroRNA mir-346 targets the 5'UTR of RIP140 mRNA and up-regulates its protein expression // *Biochem J*. – 2009. – Vol. 424 (3). – P. 411-418.

19 Duursma A., Kedde M., Schrier M., le Sage C., Agami R. miR-148 targets human DNMT3b protein coding region // *RNA*. – 2008. – Vol. 14. – P. 872-877.

20 Schnall-Levin M., Rissland O.S., Johnston W.K., Perrimon N., Bartel D.P., Berger B. Unusually effective microRNA targeting within repeat-rich coding regions of mammalian mRNAs // *Genome Res*. – 2011. – Vol. 21. – P. 1395-1403.

21 Shomron N., Golan D., Hornstein E. An Evolutionary Perspective of Animal MicroRNAs and Their Targets // *Journal of Biomedicine and Biotechnology*. – 2009. – Vol. 2009 (ID594738). – P. doi:10.1155/2009/594738.

22 Streit S., Ruhe J., Knyazev P., Knyazeva T., Iacobelli S., Peter S., Hoefler H., Ullrich A. PTP-PEST phosphatase variations in human cancer // *Cancer Genet Cytogenet*. – 2006. – Vol. 170 (1). – P. 48-53.

A. T. Иващенко, O. A. Берилло, A. С. Исабекова, В. А. Хайленко

mRNA MEN miRNA БАЙЛАНЫСАТЫН САЙТТАРДАҒЫ НУКЛЕОТИДТЕР ОРТОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛОКТАРДА КОНСЕРВАТИВТІ ОЛИГОПЕПТИДТЕР КОДТАЙДЫ

miR-1279, miR-548j мен miR-548m-дың және 24 жануарлар түрлерінің *PTPN12* гені mRNA-ның белок-кодтайтын аймағымен (CDS) байланысу ерекшеліктері зерттелді. miR-1279 келесі TKEQYE гексапептидты кодтайтын mRNA бөлігімен сұрыптаулы байланысатыны анықталды. Бұл олигопептид барлық зерттелген жануарларда PTPN12 белогының консервативтілігі жоғары бөлігінде орналасқан. miR-548j байланысатын mRNA-ның CDS-тағы сайттың нуклеотидтік тізбегі біршама өзгерген. Бұл сайт PRTRSC гексапептидін кодтайды және 20 жануарлар түрлерінде аминқышқыл тізбегі бойынша консервативті және төрт жануарда біраз өзгешеленеді. miR-548m байланысатын сайт *PTPN12* генінің mRNA CDS-да тоғыз жануарда консервативті пентапептид EATDI-ді кодтайды. Жануарлардың басқа түрлерінде гомологиялық пентапептидте бір немесе екі аминқышқылы ауысқан және ол белоктың консервативті аймағының дәл сол жерінде орналасқан.

A. T. Ivachshenko, O. A. Berillo, A. S. Issabekova, V. A. Khailenko

NUCLEOTIDES IN BINDING SITES mRNA WITH miRNA THAT CODE CONSERVATIVE OLIGOPEPTIDE IN ORTHOLOGY PROTEINS

Properties of miR-1279, miR-548j and miR-548m binding sites in protein-coding domain (CDS) mRNA *PTPN12* gene in 24 species of animals are established. High selectivity of miR-1279 binding site in mRNA coding hexapeptide TKEQYE is revealed. This oligopeptide is located in conservative sequence of protein PTPN12 of all studied animals. Nucleotide sequence of miR-548j site in CDS mRNA *PTPN12* gene of human and animals few variable. This site codes hexapeptide PRTRSC which is conservative in amino-acid sequence of protein PTPN12 of 20 animal species and has low differences of four animals. The binding miR-548m site is located in CDS mRNA *PTPN12* gene which codes conservative pentapeptide EATDI in nine animal species. In other animal species the pentapeptide have replacements of one or two amino acids and are located in the same conservative domain of protein.

Б. Н. МЫНБАЕВА

AZOTOBACTER КАК ИНДИКАТОР ТОКСИЧНОСТИ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

Казахский национальный педагогический университет, г. Алматы

В работе были определены наиболее загрязненные тяжелыми металлами (Pb, Cd, Cu, Zn) участки территории г.Алматы: транспортный перекресток просп.Райымбека/ул.Розыбакиева и район ТЭЦ-1. Подсчет количества КОЕ и средний диаметр колоний аэробных свободноживущих азотфиксирующих бактерий Azotobacter в образцах почв показал, что наибольший индекс токсичности присутствовал в пробах почв, взятых на этих же участках, т.е. эти почвы можно назвать токсичными. Воздействие загрязнения на культуру Azotobacter сравнили через фоновый вариант и получили максимальное уменьшение в 2 раза в почвах транспортного урбанозема; больше чем на 1/3 – в почвах, взятых возле ТЭЦ-1. Очевидна индикаторная функция бактерий Azotobacter при высоком содержании в почвах Cd и Pb.

Охрана почв от возрастающего техногенного влияния, в частности, от загрязнения тяжелыми металлами (ТМ) относится к актуальным проблемам взаимодействия общества и природы. Попадая в почву, ионы ТМ приводят к изменениям физико-химических свойств почв, а также влияют на почвенный микробоценоз. Отмечены попытки использования свободноживущих азотфиксирующих бактерий рода *Azotobacter* как индикаторов химического загрязнения почвы [1].

Целью данной работы являлось изучение возможности применения бактерий *Azotobacter* для оценки токсичности почв г.Алматы.

Объекты и методы

Объектом исследований выбраны образцы почв г.Алматы, отобранные в следующих участках (или точках): т.1 – просп.Райымбека (пересечение с ул. Пушкина); т.2 – просп.Райымбека (Пересечение с просп.Сейфуллина); т.3 – просп.Райымбека (пересечение с ул.Розыбакиева); т.4 – район ТЭЦ-1; т.5 – 25 км от города (фон или контроль). Образцы почв отбирали согласно общепринятой методике отбора проб для проведения почвенного мониторинга [2]. Для микробиологических исследований отбор проб производился с соблюдением стерильных условий. Обилие азотфиксирующих бактерий рода *Azotobacter* учитывали методом комочков обрастания на агаризованной безазотной среде Эшби [3]. Индекс токсичности рассчитывали по Р.Р. Кабирову и Р.Х. Хазиповой [4]. Подготовку почвенных проб и определение содержания ТМ (Pb, Cd, Cu и Zn) проводили по методике [5] на атомно-абсорбционном спектрометре с электротермической атомизацией АА-6650 фирмы «Shumadzu».

Результаты и их обсуждение

В городских почвах накапливаются разнообразные соединения естественного и антропогенного происхождения, обуславливающие загрязненность урбаноземов. Основные загрязнители почв – ТМ, присутствие которых связано с токсичностью почв, а их количество – со степенью токсичности. В г. Алматы перекрестки с интенсивным транспортным движением имели полиметаллическое (Cd, Pb, Cu, Zn) загрязнение, но их содержание варьировало от места отбора (табл. 1).

Таблица 1. Содержание тяжелых металлов в почвенных образцах

Место отбора почвенных проб	Концентрация тяжелых металлов, мг/кг			
	Cd	Pb	Cu	Zn
т.1	0,51±0,012	44,8±0,265	36,4±0,265	59,6±0,153
т.2	0,39±0,015	42,1±0,436	43,7±0,208	59,2±0,208
т.3	0,67±0,015	50,5±0,306	52,7±0,252	59,7±0,231
т.4	0,41±0,015	63,8±0,153	42,8±0,306	60,7±0,208
т.5	0,16±0,015	19,8±0,208	21,5±0,265	41,3±0,351

Содержание Cd во всех опытных образцах превышало контроль (максимальное превышение составило примерно 4,2 раза в т.3). В этой же точке отбора почвы имели повышенное содержание Cu (превышение по сравнению с контролем составило 2,5 раза); превышение по Pb и Zn составило 2,6 и 1,5 соответственно. Таким образом, почвенные образцы из т.3 (позже выявленные как токсичные по результатам экспериментов с биотестовой культурой *Azotobacter*) содержали наибольшее количество ТМ (кроме Pb). Т.4 имела максимальное превышение дозы Pb по сравнению с контролем в 3,2 раза, содержание остальных ТМ было также значительным и превышение составило: Cd – 2,6, Cu – 2,0, Zn – 1,5 раза.

Для оценки степени химического загрязнения почв был использован коэффициент опасности (K_0), который показывал, во сколько раз содержание элемента-экополлютанта в почвенной пробе выше его ПДК. Наибольшие значения K_0 отмечены для Pb от 1,3 до 2,0, Cd – около 1,3 и Cu – от 1,0 до 1,6.

Обилие колониеобразующих единиц (КОЕ) бактериальной культуры *Azotobacter* отмечено в почвенных образцах фоновой почвы (25 км от города). Интегральный показатель биологического состояния почвы был рассчитан по следующим параметрам (табл. 2): обилие КОЕ *Azotobacter*/г почвы, средний диаметр их колоний и индекс токсичности (ИТ).

Таблица 2. Некоторые параметры роста и развития культуры *Azotobacter* в анализируемых почвенных образцах

Место отбора почвенных проб	Средний диаметр колоний <i>Azotobacter</i> , (см)	Среднее число КОЕ <i>Azotobacter</i> /1 г почвы	ИТ
т.1	0,61±0,07	124,1±5,2	0,70 среднетоксичная
т.2	0,57±0,04	120,8±7,8	0,67 среднетоксичная
т.3	0,39±0,05	84,6±8,5	0,46 токсичная почва
т.4	0,46±0,03	102,5±10,6	0,55 близкая к токсичной
т.5	0,73±0,05	157,5±14,3	почва стимулирующая

Наибольший ИТ имели пробы почв, взятые на интенсивном транспортном перекрестке (т.3), число КОЕ *Azotobacter* и средний диаметр колоний в них минимальные, т.е. эту почву можно отнести к токсичной. Почвенный образец, взятый возле ТЭЦ-1, находился на 2 месте по токсичности (т.4). Показатели токсичности, количество колоний *Azotobacter* и их диаметр из т.1 и т.2 были близки между собой и соответствовали категории «среднетоксичных» почв. В варианте фоновой почвы, взятой за городом, все 3 показателя свидетельствовали о благополучии в почвенных образцах.

Таким образом, у азотфиксирующей культуры *Azotobacter* наблюдались различия в скорости роста, количестве колоний и их диаметре; выявлена зависимость между показателями роста и развития бактерий и содержанием ТМ в почвенных образцах.

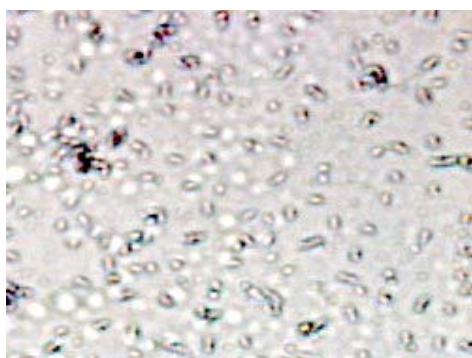
В урбаногемах, загрязненных ТМ, через месяц наблюдали значительное снижение численности КОЕ *Azotobacter*/г почвы. Cd явился самым токсичным металлом из исследуемых, так как ингибирующее действие ТМ на *Azotobacter* проявилось весьма значительно в почвенных образцах, взятых в т.3 (наибольшее содержание Cd 0,67 мг/кг) и т.4 (наибольшее содержание Pb 63,8 мг/кг).

Таким образом, рост колоний *Azotobacter* на среде Эшби составил 53,7% из почвенных образцов в т.3 и 65,1% из образцов почвы, взятых в т.4, очевидна коррелятивная связь между высокими концентрациями Cd и Pb в этих пробах и количеством колоний *Azotobacter* (почти на 40–50 % меньше, чем в почвенных пробах за городом). В т.1 и т.2 (среднее значение загрязнений почв по Pb) выявлено около 25% уменьшения числа КОЕ *Azotobacter*/г почвы. Содержание Cu и Zn также оказало определенное ингибирующее воздействие на микробиоту почв по сравнению с фоновыми значениями.

При изучении морфологических характеристик бактериальных клеток *Azotobacter* мы отмечали, что на плотных питательных средах они образовывали плоские, слизистые колонии пастообразной консистенции диаметром 5-10 мм, в жидких питательных средах – плёнки. Культура *Azotobacter* являлась мезофильной и росла при температуре 20–30°C, для нее характерна бесцветная слизистая оболочка (табл. 3).

Таблица 3. Морфология колоний *Azotobacter*

Морфология колоний <i>Azotobacter</i> , инкубированных на твердой питательной среде (свободной от азота) при 30° С в течение 4 дней	
Размер	1-5 мм диаметр
Форма	Круглая
Пигментация	Сливочно-бежевая белизна
Поднятие	Приподнятые колонии
Край	Гладкий
Поверхность	Гладкая
Под отраженным светом	Опалесцирующий, сияющий
Структура	Аморфная
Консистенция	Клейкая
Аромат	Мускусный
Другие характеристики	Большие области округлых колоний, которые напоминают одну большую колонию
Другие колонии	Не было никаких других видимых типов колоний



а



б

Рис. 1. а – общий вид клеток *Azotobacter* (ув. х40); б – колонии *Azotobacter* вокруг почвенных частиц

На рисунке представлены форма и размеры клеток, а также вид колоний культуры *Azotobacter*.

На рис., а видны палочковидные и кокковидные бактериальные клетки различного размера (окраска по Граму). На микроскопических препаратах клетки бактерий *Azotobacter* выглядели относительно крупными (1–2 мкм в диаметре), имели чаще палочковидную форму, располагаясь одиночно, парами, неправильными скоплениями или, изредка, цепочками различной длины. Это неспорообразующая культура, формирующая особые покоящиеся формы – цисты. В свежих культурах клетки были подвижны за счёт многочисленных жгутиков. В более поздних культурах клетки теряли подвижность, приобретали почти кокковидную форму и продуцировали толстый слой слизи, формирующий капсулу клетки. При микроскопии в клетках наблюдали определенные включения, часть из которых окрашивается, а часть остаётся бесцветными, считается, что прокрашиваемые гранулы состоят из волютина, неокрашивающиеся же гранулы являются каплями жира [6]. При росте культуры на твердой питательной среде наблюдали образование цист.

Таким образом, все исследованные показатели роста и развития культуры *Azotobacter* (количество колоний, их средний диаметр и ИТ) снижали свои значения при загрязнении почвы ТМ. На основании этих же экспериментов были введены еще 2 экологических показателя, характеризующих зависимость обилия КОЕ *Azotobacter*/г почвы от концентрации ТМ в почвенных образцах: среднесмертельный показатель LD₅₀ и биоцидный показатель LD₁₀₀ (табл. 4).

Среднесмертельный показатель LD₅₀ наблюдали при концентрациях ТМ, соответствовавших варианту 2 модельного эксперимента. Летальная доза ТМ LD₁₀₀ для бактерий *Azotobacter* в данном опыте не выявлена.

Таблица 4. Экологические характеристики развития культуры *Azotobacter* в модельном эксперименте

Вариант модельного опыта	Средний диаметр колоний <i>Azotobacter</i> , (см)	ИТ	Среднее число колоний <i>Azotobacter</i> в 1 г почвы
1	0,36±0,05	0,43	78,2±6,3
2	0,16±0,01	0,24	51,7±4,9
3	0,07±0,01	0,11	8,4±1,1
Контроль	0,50±0,09	0,60	108,0±9,5

Таким образом, нами подтверждена биоиндикационная функция бактерий *Azotobacter*, а также возможность использования данной тест-культуры для диагностики загрязнения урбанизированных почв г. Алматы.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Przybulewska, K., Nowak A. Evaluation of sensitivity at different temperatures bacteria of the genus *Azotobacter* for the presence of soil contaminants // *Folia Univ. agr. stetin.* – 2004. – 98. – С. 143-150.
- 2 ГОСТ 17.4.3.01-83 (СГ СЭВ 3347-82). Общие требования к отбору проб. – М., 1983.
- 3 Gulyas F., et al. Analysis of soil Toxicity using *Azotobacter* sp. by soil disk method // Abstracts conf. «Proc. World», Amsterdam, 1987, oct. – Budapest, 1987. – С. 753-755.
- 4 Кабиров Р.Р., Хазипова Р.Х. Альгологический метод оценки токсичности ПАВ // Биоиндикация и биомониторинг. – М.: Наука, 1991. – С. 282-285.
- 5 Методика выполнения измерения массовой доли подвижных форм металлов. РД 2.18.269-90. – М.: Госкомитет СССР по «Гидрометеорологии», 1990. – 35 с.
- 6 Lewis I. M. The cytology of bacteria // *Bacteriological Reviews.* – 1991. – 5. – 3. – С. 181-230.

LITERATURA

- 1 *Przybulewska, K., Nowak A.* Evaluation of sensitivity at different temperatures bacteria of the genus *Azotobacter* for the presence of soil contaminants // *Folia Univ. agr. stetin.* **2004.** 98. 143-150.
- 2 *GOST 17.4.3.01-83 (SG SJeV 3347-82).* Obwie trebovanija k otboru prob. M. 1983 (in Russ.).
- 3 *Gulyas F. et al.* Analysis of soil Toxicity using *Azotobacter* sp. by soil disk method // Abstracts conf. «Proc. World», Amsterdam, 1987, oct. Budapest, **1987.** 753-755.
- 4 *Kabirov R.R., Hazipova R.H.* Algologicheskij metod ocenki toksichnosti PAV /Bioindikacija i biomonitoring. M. Nauka. 1991. 282-285 (in Russ.).
- 5 *Metodika vypolnenija izmerenija massovoj doli podviznyh form metallov.* RD 2.18.269-90. M. Goskomitet SSSR po «Gidrometeorologii». 1990. 35 (in Russ.).
- 6 *Lewis I. M.* The cytology of bacteria // *Bacteriological Reviews.* **1991.** 5, 3. 181-230.

Б. Н. Мыңбаева

AZOTOBACTER – ҚАЛА ТОПЫРАҒЫ УЛЫЛЫҒЫНЫҢ КӨРСЕТКІШІ РЕТІНДЕ

Алматы қаласының ауыр металдармен (Pb, Cd, Cu, Zn) өте көп ластанған аумақтары анықталды, олар: Райымбек даңғылы мен Розыбакиев көшелеріндегі көлік қиылысы, 1 ЖЭО ауданы. Колония түзуші бірліктер (КТБ) саны мен *Azotobacter* аэробтық еркін өмір сүруші азот бекітуші бактериялар колониясының топырақ үлгісіндегі есебі, осы аумақтардан алынған топырақ сынамаларында топырақ улылығының жоғары көрсеткішке ие екенін көрсетті. *Azotobacter* культурасымен ластану әсері фон нұсқасы арқылы салыстырылды, соның нәтижесінде көлік урбанземасында 2 есе, 1 ЖЭО маңындағы топырақта 1/3-ке дейін төмендегені байқалды. Топырақтағы Cd мен Pb құрамы жоғарылаған сайын *Azotobacter* көрсеткіштік қызметі де өсе түседі.

B. N. Mynbayeva

AZOTOBACTER AS AN INDICATOR OF TOXICITY OF URBAN SOILS

We identified the most polluted by heavy metals (Pb, Cd, Cu, Zn) parts of the territory of Almaty city: transport crossroads ave. Raiymbek/st. Rozybakiev and district TEP-1. Counting the number of CFU and the mean diameter of colonies of aerobic free-living nitrogen-fixing bacteria *Azotobacter* in the soil samples showed that the largest index of toxicity was present in soil samples taken at these same sites, i.e. these soils can be called toxic. The impact of contamination on *Azotobacter* was compared through a background option and received the maximum 2-fold decrease in transport urban soils; more than a third - in soils collected near a TEP-1. It's obvious indicator function of bacteria *Azotobacter* with a high content Cd and Pb in soils.

М. Н. МЫРЗАХАНОВА, Н. МЫРЗАХАНОВ

СТАНОВЛЕНИЕ СОКРАТИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АППАРАТА ЛИМФООБРАЩЕНИЯ

Кокшетауский государственный университет им Ш. Уалиханова

Рассматриваются вопросы о формировании сократительной активности лимфатических узлов в онтогенезе у млекопитающих.

У низших позвоночных движение лимфы обеспечивается исключительно интралимфатическим фактором – сокращением особых лимфатических сердец [1, 2]. Млекопитающие же животные лишены подобного образования. По мнению [3], существование системы лимфатических сосудов и узлов у позвоночных является свидетельством наибольшего совершенства их интерстиции. Это кажущееся несоответствие. В многочисленных работах исследователей [4-12] было установлено, что именно высшие млекопитающие животные и человек обладают наиболее мощным интралимфатическим фактором – сократительной активностью самих лимфатических сосудов. Под ней подразумеваются как «спонтанные» ритмические сокращения сосудов, так и их способность реагировать изменениями своего просвета в ответ на нейрогенные и гуморальные влияния. По мнению [13], автономные сокращения лимфатических сосудов являются универсальной и главной силой для транспорта лимфы в кровь.

Первым, кто сообщил о спонтанных изменениях просвета млечных сосудов лошадей и собак, убитых после приема пищи, был [14]. Наблюдения [14] затем были подтверждены [15] на лимфатических сосудах брыжейки. [15] – диафрагмы [15, 16] – афферентного сосуда пахового лимфатического узла морских свинок [16, 17] – на поясничном лимфатическом стволе овцы [8].

Авторы, изучая сократительную активность отдельных межклапанных сегментов – лимфангионов, пришли к выводу, что они представляют собой автономный функциональный элемент [10, 11]. Независимо от вида животного и областей тела частота сокращений лимфангиона варьирует от 8 до 22 в минуту и зависит от ряда факторов. Наибольшее влияние оказывает интраваскулярное давление [10, 20, 22], с ростом которого увеличивается амплитуда и частота сокращений [10]. Создается ситуация, очень похожая на закон Франка-Старлинга по отношению к сердцу [13, 18].

Важнейшим и постоянным фактором движения лимфы является ауторитмика лимфатических сосудов [10, 20, 21] и узлов [20, 21]. Важную роль в активации и координации деятельности лимфангионов играют интрамуральные прессорецепторы, наличие которых отмечал [24]. Об этом же свидетельствует корреляция между электрическим потенциалом и стимулом на лимфангион. Спонтанная ритмика лимфатических сосудов существенным образом меняется при нейрогенных и гуморальных воздействиях, а также под влиянием метаболитов и тканевых биологически активных веществ [10, 19-21].

В настоящее время спонтанная сократительная деятельность лимфатических сосудов выявлена почти у всех видов животных: летучей мыши, морской свинки, крыс, свиней, коз, обезьян, белки, кошки, крота, хомячка, овец и носорога [21-26]. Вопрос об участии лимфатических узлов в лимфотоке приобретает особое значение в связи с тем, что лимфоузлы проявляются у тех позвоночных животных, у которых исчезают лимфатические сердца [27]. До сих пор в литературе мало освещен вопрос о собственной сократительной активности лимфатических узлов. Эта деятельность лимфатических узлов впервые зарегистрирована у овец и коров [22], которая подтверждена последующими исследованиями многих авторов [28, 29] в норме, при отравлениях солями тяжелых металлов и при ортостазе. Полученные результаты позволили выдвинуть и обосновать представленные в сосудисто-узловой системе транспорта лимфы [20, 22, 26] в организме млекопитающих животных. Однако до сих пор остались малоизученными вопросы становления сократительной способности лимфатических сосудов и узлов в региональном и онтогенетическом аспектах. Между тем известно, что лимфатические узлы как самостоятельные органы впервые проявляются у птиц (шейная и поясничная группа) и высокого уровня развития достигают у млекопитающих животных с хорошо

развитой капсулой, содержащей гладкомышечные элементы. Согласно [10], строение лимфатических узлов у новорожденных мышей весьма примитивное, а формирование всех основных структур узла происходит в первые три недели после рождения.

Задачей наших исследований было изучение формирования сократительной активности отдельных сегментов (лимфангионов) кишечного лимфатического протока овец в направлении от корней лимфатической системы до хилёзной цистерны, а также становления сократительной активности висцеральных и соматических лимфатических узлов крыс в 1,5, 10, 15, 20 и 30-й дни после рождения.

Методика исследований

Опыты проводились на препаратах кишечного лимфатического протока овец, полученного в условиях мяскокомбината и на висцеральных и соматических лимфатических узлах белых лабораторных крыс.

Для исследования формирования спонтанной ритмической сократительной активности брыжеечных лимфатических сосудов коровы и овцы в направлениях от брыжеечного края кишечника до впадения их в хилезную цистерну были использованы лимфатические сосуды тонкого кишечника коров и овец, отпрепарированных полностью из организма, начиная от брыжеечного края кишечника до их впадения в хилезную цистерну. Для этого еще до выделения всего сосудистого лимфатического ствола из организма и препарации препарата были наложены лигатуры через каждый лимфангион, которые затем туго перевязывались. В результате образовывалась целая цепочка «бус», представляющих отдельные лимфангионы с их содержимым. Подготовленный таким образом препарат выделялся из организма, очищался от посторонних тканей, помещался в раствор Кребса (37 °С). Выделение последовательных лимфангионов и регистрация их спонтанной сократительной активности проводились по методике, описанной [21, 22].

Для изучения становления сократительной деятельности лимфатических узлов в опыт брались соматические (подчелюстной, паховый и подмышечный) и висцеральные (брыжеечный, сердечный правый и левый почечные) лимфатические узлы белых крыс с 1-го до 30-й день после рождения.

Изолированные лимфатические узлы или сосуды помещали в камеру с проточным, термостатируемым (37 °С) и оксигенизированным раствором Кребса следующего состава (в мл/л): NaCl – 124,0; NaH₂PO₄ – 1,2; KCl – 5,9; CaCl₂ – 2,5; MgCl₂ – 1,2; NaHCO₃ – 15,5; C₆H₁₂O₆ – 11,5 ммоль/литр дистиллированной воды. Для работы использовались растворы с pH – 7,2–7,3. Изометрическое напряжение препаратов регистрировали при помощи двух высокочувствительных механотронов типа 6МХ-ИБ [25] на чернильно-пишущем самописце Н-327-5 (рис. 1).

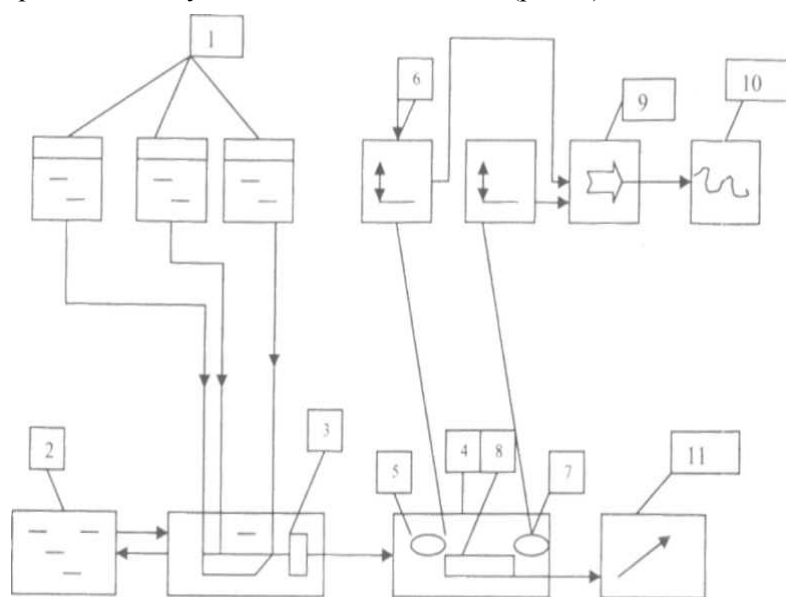


Рис. 1. Блок-схема установки для исследования моторики лимфатических узлов (Орлов и др., 1983):

- 1 – емкость для растворов; 2 – ультратермостат; 3 – многоходовой кран; 4 – термостатируемая рабочая камера;
5 – препарат лимфатического узла; 6 – механотрон; 7 – препарат лимфатического сосуда; 8 – термистр;
9 – усилитель; 10 – самописец; 11 – микроэлектротермометр

Термостатирование производили с помощью ультратермостата УТ-15 в теплообменнике специальной конструкции. Точность термостатирования в наших исследованиях была не ниже 0,2 °С.

Результаты исследований

Эксперименты показали, что по мере удаления от корней к устьям отмечается усиление спонтанной сократительной активности лимфатических сосудов за счет возрастания амплитуды сокращений (рис. 2).



Рис. 2. Формирование спонтанной ритмической сократительной активности брыжеечных лимфатических сосудов коровы (верхнее) и овцы (нижнее) в направлении от брыжеечного края кишечника до впадения из хилезную цистерну

На рис. 2 показано, что у лимфатических сосудов кишечного региона имеет место положительный дистально-проксимальный градиент спонтанной ритмической сократительной активности лимфатических магистралей. Это свидетельствует о том, что с увеличением объема лимфы, а, следовательно, с повышением внутрилимфатического давления, происходит усиление транспортной активности лимфатических сосудов. Обнаруженное нами явление согласуется с данными о микроциркуляции и повышенной иннервации лимфатических сосудов в связи с увеличением диаметра сосудов от корней лимфатической системы к хилезной цистерне [5] и показывает на роль и значение ауторитмики лимфатических сосудов в циркуляции лимфы в организме.

Нами установлено, что на первый день постнатального развития лимфатические узлы имеют очень маленькие размеры (1–2 мм²) и не проявляют спонтанную сократительную активность, которая появляется в среднем на 5-й день рождения крыс, когда лимфатические узлы достигают размеров 2–5 мм². В остальные дни наблюдения, т.е. на 10, 15, 20, 30-й дни после рождения, все узлы обладали спонтанной сократительной активностью, которая проявлялась в виде фазной, фазово-ритмической и переходной форм. Обнаружено, что спонтанная сократительная активность висцеральных лимфатических узлов выше по сравнению с соматическими. В то же время выявлена некоторая высокая активность брыжеечных лимфатических узлов по сравнению с остальными висцеральными лимфатическими узлами. Однако нам не удалось составить четкий ряд спонтанной ритмической сократительной активности лимфатических узлов различных органов как в направлении понижения, так и в направлении повышения. Это, по-видимому, было связано с тем, что за период с 1-го по 30-й день после рождения все лимфатические узлы, которые нами изучены, показывали не линейную сократительную активность, а сократительную активность, которая возрастала в один и убывала в другие дни у одного и того же узла. Это свидетельствует о том, что на период изучения спонтанной сократительной активности у крыс с 1-го до 30-го дня после рождения не происходит полного становления функциональной активности лимфатических узлов на определенном, характерном для этого вида уровне деятельности.

Таким образом, полученные нами экспериментальные данные показывают, что формирование сократительной активности аппарата лимфообращения происходит как на уровне региональной адаптации лимфатических сосудов, так и на уровне селективных адекватных изменений деятельности лимфатических узлов в период постнатального развития.

ЛИТЕРАТУРА

1 Булекбаева Л.Э. и др. Особенности адренергических механизмов регуляции лимфотока при артериальной гипертензии // Физиол. журнал. – 1991. – Т. 77. – 9. – 245 с.

2 Булекбаева Л.Э. и др. Механизмы регуляции транспорта лимфы у низших позвоночных // Проблемы клин. и экспер. лимфологии. – Новосибирск, 1992. – Т. 1. – С. 33-34.

- 3 Иосифов Г.М. Лимфатическая система человека. – Томск, 1914. – 113 с.
- 4 Жданов Д.А. Функциональная анатомия лимфатической системы. – Горький, 1940. – 375 с.
- 5 Жданов Д.А. Общая анатомия и физиология лимфатической системы. – Л., 1952. 336 с.
- 6 Жданов Д.А., Полосухин А.П. // БМЭ. – 1960. – Т. 15. – С. 1064-1070.
- 7 Вальдман В.А. Сосудистый тонус: лимфатический, капиллярный, венозный. – Л., 1960. – 360 с.
- 8 Hall et al. Intrinsic rhythmic propulsion of lymph in the nanaesthetized sheep // J. Physiol. – 1965. – 6.281, 13. – С. 720-722.
- 9 Mislin H. Structural and functional relations of the mesenteric vessels // New Trends in Basic Lymphology. – Basel – Stuttgart, 1967. С. 87-93.
- 10 Mislin H. Die motorik der lymphgefabe und die regulation der lymphhlrzen // Handbuch der Aalceiminen patologie. – Berlin-Heidelberg – New-York, 1972. – С. 219-238.
- 11 Campbell T et al. Instrinsic contractility of lymphatics in sheep and in dogs // Quart. J. Exp. Physiol. – 1973. – 58. – С. 207-217.
- 12 Casley-Smith I.R. Colloidal osmotic pressure as a forse in the formation of lymph // Bibl. Anat. – 1977. – 15. – С. 496-498.
- 13 Мамуровский А.Г. Микроскопическое исследование движения лимфы и расстройство его при пассивной гиперемии и воспалении. – М., 1886.
- 14 Florev H. Observations on the contractility of lactealis // Part I. – J. Physiol. – 1926-1927. – 62. – P. 267-272; – Part. 2. – Jbid. – 1927. – 63. – P. 1-18.
- 15 Horstman W. Beobachtungen zur motoric der lymphgefube // Pflugers Arch. Des Physiol. – 1959. – 269. – P. 511-519.
- 16 Smith R.O. Lymphatic contractility. A possible instrinsic mechanism of lymphatic vessels for the transport of lymph // J. Exp Med.. – 1949. – 90. – P. 497-509.
- 17 Мандрыко Е.С. Анализ спонтанных и вызванных одиночных сокращений гладкой мышцы лимфатических сосудов // Физиол. журн. СССР. – 1975. – 61. – 7. – С. 457-461.
- 18 Mislin H. Experimenteller nachweis der autochtonen automatik der lymphgefafaae // Experimente. – 1961. – 17. – P. 29-30.
- 19 Орлов Р.С, Борисова Р.П. Лобачева Т.А., Мандрыко Е.С. Природа, механизмы регуляции и функциональная роль спонтанных сокращений лимфатических сосудов // Венозное кровообращение и лимфообращение. – Алма-Ата, 1976. – С. 105-111.
- 20 Мырзаханов Н.М. Экспериментальное изучение сократительной активности лимфатических узлов // ДАН НАН РК. – 1994. – 1. – С. 51-61.
- 21 Мырзаханов Н.М Роль лимфатических узлов и сосудов в продвижении лимфы // Вестник НАН РК. – 1994. – 3. – С. 70-76.
- 22 Валеева З.Т. Об иннервации грудного лимфатического протока собаки и реакции его на некоторые яды // Фармакол. и токсикол. – 1948. – 11. – 5. – 36.
- 23 Сапин М.Р. Возрастные изменения лимфатических узлов // В кн.: Физиология развития человека. – М., 1971.
- 24 Мырзаханова М.Н. Сравнительно-физиологическое исследование нейро-гуморальной регуляции венозного кровообращения и лимфотока у низших позвоночных: Автореф. канд. дис. – Алматы, 1999.
- 25 Shipp R. Zur Feinstrukter der mesenterialen Lymphgefasse (Cavia porcellus) // Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat. – 1965. – 67. – P. 799-818.
- 26 Schipp R. Structure and ultrastructure of mesenteric lymphatic vessels // New Trend in Basic Lymphology / Ed. J. Collette Birkhauser, Basel, Stuttgart, 1967. – P. 50-56.
- 27 Мырзаханов Н., Шахабаева Г.С. Спонтанная сократительная активность и клеточный состав висцеральных лимфатических узлов // Мат-лы междунар. конф. «Актуальные проблемы клинической и теоретической медицины». – Туркестан, 2000. С. –283-285.
- 28 Malek P., Kolc J., Beguosa M. Significance of lymphatic system in resorption of enzymes from the damaged kidney. In: progress in lymphology II / Ed. G. Thieme // Stuttgart. – 1970. – P. 167-169.
- 29 Mccarrell J.D. Cervical Lymph pressure in the dog // Am. J. Physiol. – 1989. – 127. – С. 154-160.

М.Н. Мырзаханова, Н. Мырзаханов

ЛИМФААЙНАЛЫМ АППАРАТЫ ҚЫЗМЕТІ ЖИЫРЫЛУЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУЫ

Лимфа тамырлары мен бездердің дене бөліктерінің аймағы мен онтогенезге байланысты ырғақты жиырылысының қалыптасуы туралы тәжірибелік нәтижелер баяндалған.

М. N. Myrzakhanova, N. Myrzakhanov

THE FORMATION OF STAFF LYMPHATIC CONTRACTILE ACTIVITY

This article contains experimental facts about forming contracting function of the lymphatic vessels of the mammals in every section of the body during ontogenesis.

М. Н. МЫРЗАХАНОВА, Н. МЫРЗАХАНОВ

ХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ РИТМЫ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ В ИССЛЕДОВАНИИ

Кокшетауский государственный университет им Ш. Уалиханова,
университет «Туран», г. Астана

В экспериментальной статье рассмотрены значения амплитуды, частоты и временной структуры суточной кривой сокращения лимфоузлов, лимфонодулограмм.

Были установлены уровни средних значений амплитуды, частоты и хронограмма суточной сократительной активности лимфатических узлов кишечника, печени и почек крыс.

В предыдущих работах [1-3] нами описаны неизвестные ранее явления хронобиологических процессов эндогенного происхождения сокращения лимфатических узлов кишечника, печени и почек крыс. Эти сокращения носили спонтанный ритмический характер и проявлялись в виде сложной кривой – лимфонодулограмм, которые обнаружены и исследованы впервые одним из нас [4]. Как известно, аппарат лимфообращения является одним из фундаментальных механизмов в адаптации к изменяющейся обстановке [5].

Адаптацию делят на генетическую (запрограммированную) и фенотипическую (индивидуальную). Становление и функционирование наследственной, эндогенной периодичности в различных системах организма проявляется неодинаково как по времени, так и по форме. Следовательно, с помощью биоритмологического «ключа» и биоритмологических тестов можно судить об адаптации организма к окружающей среде, которая осуществляется непрерывно и не прекращается ни на одно мгновение вплоть до момента смерти.

В настоящей работе рассмотрены уровни средних значений амплитуды, частоты и временной структуры суточной кривой сокращения лимфоузлов лимфонодулограмм, обнаруженные и описанные нами ранее [1-3].

Методика исследований

В опытах использованы изолированные (солитарные) лимфатические узлы (ЛУ) кишечника, печени и почек, полученные от лабораторных белых крыс обоих полов со средней массой 180–320 г. Регистрация суточной спонтанной ритмической сократительной активности (СРСА) одиночных ЛУ производилась путем регистрации СРСА узлов в течение 10 минут через каждый час в течение суток при помощи высокочувствительного механотрона типа 6МХ-1Б на самописце по методике [6, 7]. Анализ лимфонодулограмм производили по трем показателям: среднему уровню амплитуды, частоты и временной структуры смены различных волн кривой лимфонодулограмм.

Результаты исследований статически обработаны.

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ неизвестного ранее явления хронобиологических процессов эндогенного происхождения в висцеральных узлах крыс [1-3] показали сложность структуры феномена. Обнаружено, что кривая СРСА ЛУ состоит из трех видов активности, а именно ритмической (I), ритмическо-фазной (II) и ритмическо-фазно-тонической (III) форм сократительной деятельности. При этом отдельные формы СРСА проявляются как события, разворачивающиеся в закономерной временной последовательности на фоне единого хронобиологического сократительного процесса эндогенного происхождения. Феномологически процесс аналогичен сократительной деятельности тонкого отдела кишечника. Нами обнаружено, что частота I – волны сокращений солитарных ЛУ кишечника составляет 8,0–11,2; печени 8,0–11,0 и почек 7,6–10,3 сокращений в минуту. Этот же показатель в отношении II – формы активности составил 7,2–10,7; 6,9–9,9 и 7,4–10,6 сокращений в минуту для

кишечного, почечного и печеночного (соответственно) ЛУ, тогда как частота III – волн сокращений для всех узлов были невысокими и находились в пределах 0,1–1,0 движений в минуту. Кроме того, нами выявлена суточная динамика частотной характеристики сократительной деятельности кишечных, почечных и печеночных ЛУ (рис. 1–3). Максимум частоты I и II-формы сократительной деятельности кишечных ЛУ отмечались в 6, 11, 17 и 19 ч.; почечных ЛУ – 4, 11, 15, 19 и 23 часами суток, тогда как в отношении печеночного ЛУ пики I и II-волны сокращений отмечались в 3, 5, 11, 15 и 22 часы суток. Биоритмика хронологических процессов III-форм активности ЛУ носили более или менее равномерный характер (рис. 1–3).

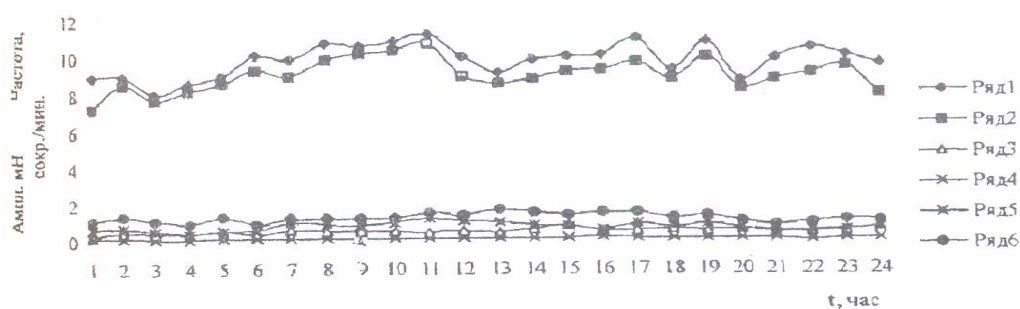


Рис. 1. Изменение частотно-амплитудного сокращения кишечных лимфоузлов в течение суток. Частота: 1 – ритмическая; 2 – ритмическо-фазная; 3 – ритмическо-фазно-тоническая форма. Амплитуда: 4 – ритмическая; 5 – ритмическо-фазная; 6 – ритмическо-фазно-тоническая форма

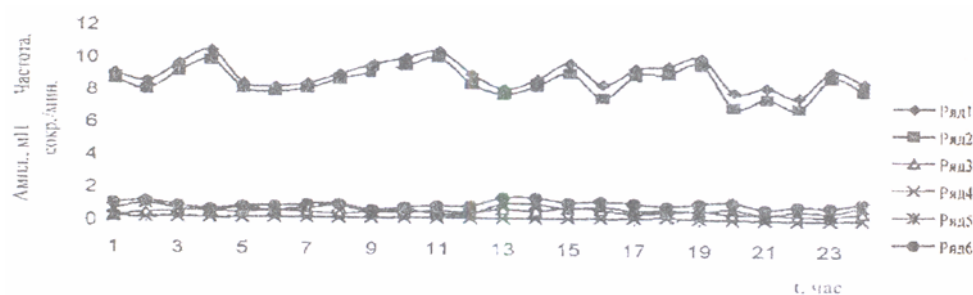


Рис. 2. Изменение частотно-амплитудных сокращений почечных лимфоузлов в течение суток. Обозначения те же, что на рис. 1.

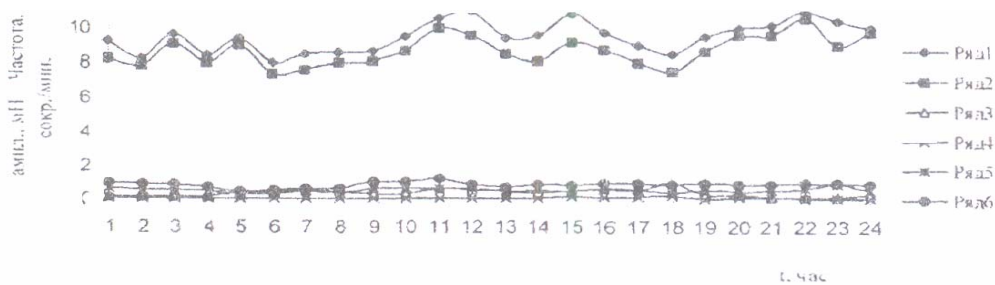


Рис. 3. Изменение частотно-амплитудных сокращений печеночных лимфоузлов в течение суток. Обозначения те же, что на рис. 1.

Анализ амплитуды сократительной деятельности ЛУ показал, что наибольшей амплитудой обладает ритмическо-фазно-тонические (0,53–1,65 мН), средне – ритмическо-фазные (0,29–1,21 мН) и наименьшей – ритмические (до 0,21 мН) формы волн сократительной активности, что свидетельствует о специфичности роли каждого из форм сократительной активности солитарных ЛУ в транспорте лимфы в организме (рис. 1–3). Суточная динамика амплитуды (силы) сокращений ЛУ в 80–90% случаев повторяют частоту сокращений узла, свидетельствуя об однонаправленности изменений частоты и амплитуды функциональной активности ЛУ исследуемых регионов тела организма, что, по-видимому, связано общностью генеза указанных эндогенных хронобиологических процессов, лежащих в их основе. Функциональную организацию различных форм сократительной активности солитарных ЛУ кишечника, печени и почек (ритмическую, ритмическо-

фазную, ритмическо-фазно-тоническую) крыс можно рассматривать как совокупность биологических ритмов, интегрированных и согласованных во времени и в пространстве внутри одного органа. Анализ лимфонодулограмм показывает, что хронограммы или ритмы отдельных видов сократительной активности во времени и по продолжительности не совпадают. Данный процесс, по-видимому, не носит строго синусоидальной характер, а является перемежающимся событием и обладает известной лабильностью.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Мырзаханов Н.М., Ибраева Г.С. Олжабаев Д.А. Биоритмы сократительной деятельности лимфатических узлов // Международный сб. научных трудов "Актуальные проблемы клинической и теоретической медицины". – Туркестан, 2000. – 1. – С. 236-239.
- 2 Мырзаханов Н.М. Сократительная активность лимфатических узлов и ее регуляция // Проблемы лимфологии. – Новосибирск, 1987. – 42 с.
- 3 Ибраева Г.С. Лимфа түйіндерінің жиырылу эрекетінің тәуліктік ырғақтары // Акмола медицина журналы. – Астана, 2001. – 3. – С. 103-1056.
- 4 Мырзаханов Н.М., Ибраева Г.С., Мырзаханова М.Н. Суточные ритмы сократительной активности лимфатических узлов крыс // Международный сб. научно-практической конференции. – Кокшетау, 2001. – 72 с.
- 5 Русьяк И., Фельди Д., Сабо К. Физиология и патология лимфообращения. – Будапешт, 1954.
- 6 Мырзаханов Н.М. Физиологические особенности лимфообразования сельскохозяйственных животных: Автореф. докт. дис. – Алматы, 1995. – 42 с.
- 7 Орлов Р.С., Борисова Р.П. Спонтанная и вызванная сократительная активность гладких мышц лимфатических сосудов // ДАН СССР. – 1974. – 215. – 14. – С. 1013-1015.

М. Н. Мырзаханова, Н. Мырзаханов

ХРОНОЛОГИЯЛЫҚ ЫРҒАҚТЫҢ ЛИМФАТИКАЛЫҚ ТҮЙІНІН ЗЕРТТЕУ

Осы тәжірибелік мақалада амплитуданың, жиіліктің және уақытша құрылымның күнделікті сызығының жиырылуы лимфатикалық түйінінің, лимфонодуллограмманың маңызы қарастырылған.

M. N. Myrzakhanova, N. Myrzakhanov

CHRONOLOGICAL RHYTHMS OF LYMPH NODES IN RESEARCH

In the article the experimental values of the amplitude, frequency and temporal structure of the daily curve of reduction of lymph nodes, limfonodulogramm.

А. Е. НҰРЛЫБАЕВА, А. К. САДАНОВ, Ж. Б. СҮЛЕЙМЕНОВА, Ж. А. ИСҚАҚБАЕВА

АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ МАЛДАРЫ МЕН ҮЙ ҚҰСТАРЫНЫҢ ЖЕМДЕРІ ҮШІН КЕШЕНДІ ФЕРМЕНТТІК ПРЕПАРАТТАРДЫ ҚОЛДАНУ

«Микробиология және вирусология институты» РМК ҚР БҒМ ҒК

Азық өндірісте ферменттік препараттарды қолданудың шолуы берілген. Амилолитикалық, протеолитикалық, липолитикалық немесе целлюлитикалық ферменттері бар бөлек ферментті препараттар мен қоспа жемдерді байыту жемнің нәрлі заттарының қорытылуы мен қолданылуын жақсартатыны бұрын соңды жүргізілген зерттеулермен анықталған болатын, дегенмен түрлі дәнді негізі және биологиялық қол жетімділігі түрлі болып келетін қоспа жемдердің жағдайында ауыл шаруашылық жағдайлар мен құстарды азықтандыруға қолдану әрдайым тиімді бола бермеген, көбінесе тұрақты нәтижелерді алмаған.

Мал шаруашылығын дамыту мен қарқындылығының қазіргі жағдайында ауыл шаруашылық жануарлары мен үй құстарын азықтандырғанда астық тұқымдас дақылдарды рационалды қолдануға тәжірибелік қызығушылық айтарлықтай өсіп отыр. Қоспа жемдердегі олардың үлесі 70 %-ға дейін барады, себебі дәндік компоненттер энергияның басты көзі болып табылады. Дәнді дақылдардың көмірсулары өзінің құрамы бойынша біртекті емес, себебі түрлі сандық мөлшерде түрлі қанттар, декстриндер, крахмал, целлюлоза, гемицеллюлозаларды біріктіреді.

Қоспа жемдердің рецептурасында қолданылатын дәндердің көмірсу құрамының ерекшеліктеріне қарасақ, энзиматикалық қолжетімдерге жүгері, төменірек бидай, кейін арпа, сұлы, қара бидай екені анықталды.

Дайын жемдік қоспалардың нәрлі заттарының қолданылуы және сіңімді болуы оның құрамына кіретін дәнді компоненттерге тәуелді. Соңғы жылдары қоспа жемдердің рецептурасында жүгері мөлшері азайып, оның орнына басқа дәндердің: арпа, сұлы түрлерінің мөлшері артты, оларды енгізу жануар өнімділігін төмендететін және жемге шығынды арттыратын асқорыту үдерісін бұзатын ауыр гидролизденетін және ингибирлейтін заттардың қоспа жемдердегі мөлшерін айтарлықтай жоғарылатады. Осыған байланысты жануарларды экзогенді ферментті кең спекторлы әсері бар препараттармен азықтандыруға қажеттілік пен объективті алғышарттар пайда болды [1, 2].

Көп гастритті жануарлар доңыз бен үй құстары басқа жануар түрлерінің асқазан-ішек жолы микрофлорасымен өндірілетін сәйкес ферменттердің жоқ болуына байланысты тәжірибе жүзінде дәнді компоненттердің жасушааралық қабырғаларын ыдырата алмайды. Әсіресе, өз ферменттерінің жетіспеушілігі жас төлдерде байқалады. Осыған байланысты жасуша ішіндегі крахмал және басқа көмірсулардың, протеиндердің, майлардың, яғни оңай гидролизденетін нәрлі заттардың қол жетімділігі сол жануарлардың асқазан-ішек жолындағы асқорыту ферменттері үшін төмен болып қалады. Асқорыту ферменттерінің әсеріне осындай «жабық» жасушаны бере тұра крахмалды емес полисахаридтер жемнің нәрлі заттарының және аш ішектегі олардың сіңірілу тиімділігін нашарлатады. Сөйтіп крахмалды емес полисахаридтер көп гастритті жануарлар үшін нәрсіз фактор болып табылады және өсімдік тектес қоспа жем компоненттерінің барлық әлеуетін жүзеге асыруға мүмкіндік бермейді. Бұдан басқа крахмалды емес полисахаридтердің мөлшері бұршақ дәнділерде және дәнділерде әртүрлілігіне, өсіру жағдайларына, өнімді жинау және сақтауына байланысты қатты өзгешеленеді.

Көп гастритті жануарларға қарағанда күйіс қайыратындарда микрофлора синтездейтін және дәннің жасуша қабырғасында болатын крахмалды емес полисахаридтерді гидролиздейтін ферменттер болады. Дегенмен кейбір жағдайларда (жануарлардың жоғары өнімділігі жас төлдің ағзасындағы ферментті жүйенің жетілмегендігі, стрестік жағдайлар, азықтандырудың концентратты типі, лимиттеуші (шектеуші) санды қосу және сәйкес микроорганизмдердің дамуы) организмде пайда болатын өз ферменттерінің мөлшері жеткіліксіз болуы мүмкін және кең спектрі әсері бар көп компонентті ферментті препараттардың қосылуы жемдерді тиімді түрде қолдануға қажет болады.

Өсімдік тектес ақуыз шикізаты бар крахмалды емес полисахаридтердің құрамының арнайылығын ескере отырып, құрамында ақуызды және ақуызды емес табиғаты бар қорытылмайтын олигосахаридтердің, сонымен қатар басқа да негативті (жағымсыз, кері) факторлардың (таниндер, лектиндер және т.б.) асқорыту ферменттерінің ингибиторларының бар екенін ескере отырып осы шикізаттың нәрлік құнын жоғарылатуын шешуге кешенді түрде қарастыруға ерекше назар аударылып отыр. Құрамы жағынан күрделі өсімдік тектес шикізатқа тиімді және экономикалық тұрғыдан орынды көп функционалды әсер ету әдістері мақсатына арналған ферменттердің көп компонентті жүйесін жасау шартымен ферментативті өңдеу жатады. Бұл композицияда нәрсіз заттарды ыдыратуға бағытталған ферменттердің нақты құрамы мен арақатынасы болуы керек [3].

Амилолитикалық, протеолитикалық, липолитикалық немесе целлюлитикалық ферменттері бар бөлек ферментті препараттар мен қоспа жемдерді байыту жемнің нәрлі заттарының қорытылуы мен қолданылуын жақсартатыны бұрын-соңды жүргізілген зерттеулермен анықталған болатын, дегенмен түрлі дәнді негізі және биологиялық қол жетімділігі әртүрлі болып келетін қоспа жемдердің жағдайында ауыл шаруашылық жағдайлар мен құстарды азықтандыруға қолдану әрдайым жақсы тиімділік бермеген, көбінесе тұрақты нәтижелерді алмаған.

Соңғы жылда әлемдік тәжірибеде биокатализ өндірісінің айналасында ауылшаруашылық өндірісте қолданылатын арнайы кешенді ферментті жүйелерді жасаумен байланысты зерттеу жұмыстары дамып келе жатыр. Жем өндірісі үдерісінде бөлек ферменттердің қолданылуы табиғи полимерлердің диградациясының биологиялық үдерісіне қатысатыны белсенді ферментті жүйелердің қолайлы емес арақатынасының болуы немесе қолданылатын дәнді компоненттердің негативті факторларын жоюды қамтамасыз етпейді. Қалыптасқан жағдайда қолданылу аймағына байланысты нақты арақатынаста алынған, бағытталған әсері бар кең спектрлы ферментативті белсенді кешенді ферментті препараттарды қолданған орынды. Белсенді ферменттердің үйлесуі құрамында бидайы, арпасы бар жемдерге әсер етеді. Бұндай препараттарды қолдану нәтижесінде астық тұқымдас, бұршақ тұқымдас нәрлі заттарының қол жетімділігінің жақсаруы, рационға берілген дақылдарды енгізу нормасын арттыру мүмкіндігін береді, ол өз кезегінде: бройлерлерде (қонды балапандарда), күрке тауықтарда және торайларда жем конверсиясының жақсаруына және тірі массаның өсуінің артуына, төсеніш жағдайының жақсаруына; мекиен тауықтарда ластанған жұмыртқа пайызының кемуіне және жұмыртқа салғыштықтың артуына алып келеді [4-6].

Соңғы жылдары комплексті (кешенді) ферментті препараттар өндірісі мөлшерінің АҚШ, Жапония, Ұлыбритания, ГФР, Дания, Нидерланды және Францияда өсімі бірнеше рет артты. Өндіріс жоғары белсенді препараттарды өндіреді, негізі түрлі салаларға арналған, оның құрамында жем өндірісі де бар. Құрамында амилаза, протеиназа, целлюлаза, глюконаза, ксилоназа, пектин-трансильюминаза бар ферменттік препараттар перспективтірек болып табылады. Оған қоса өндірістің гендік инженерия және биотехнологиялық әдістерін қолдану нәтижесінде жаңа жемді кешенді ферментті препараттар ойлап табылды. Санкт-Петербургтік медициналық орта тағайындаған антибиотиктер мен ферменттік препараттар ҒЗИ-да пуривитин деген препарат жетілдірілді. Ол целлюлозалитикалық әсері бар көп компонентті ферментті препарат болып табылады. Оның құрамына негізінен жем целлюлоза макромолекуласының ішкі байланыстарына әсер ететін глюконаза, глюкозидаза, амилаза және басқа ферменттер кіреді. Пуриветин құрамына көп компонентті целлюлозды кешеннен басқа рибоксин және метилурацил метаболиттері кіреді.

«Биосинтез» (Литва) АҚ Вильзим мультиферментті препаратын өндіріп шығарады. Ол жемдік қоспаларда және құстар рационында қолдануға арналған мультиэнзимді препарат болып табылады. Препарат бактерия және саңырауқұлақтарының нақты штамдарын өсіру үдерісінде алынған және құрамына β-глюконаза, целлюлаза, протеаза, амилаза, ксилоназа, фитаза және т.б. кіреді. Вильзим құрамына енетін ферменттер дәнді дақылдардың дәнінде болатын нәрсіз заттарды (полисахаридтерді) бейтараптайды, ол өз кезегінде құстар ағзасындағы жемнің қорытылған заттары сіңірілуінің артуына мүмкіндік тудырады.

Ашық-қоңыр түстес 1 г ұнтақтың құрамында орта есеппен амилолитикалық белсенділіктің 100 бірлігі, протеолитикалықтың 2 бірлігі, β-глюкоздың 100 бірлігі, целлюлоздың 10 бірлігі және фитазды белсенділіктің 500 бірліктен кем емес кіреді. Осы ферментті препараттармен байтылған қоспа жемдермен құстарды азықтандыру өнімнің сапасына, өнімділігіне және сақталуына оң әсерін береді. Пуриветин әсерінен мекиен тауықтардың жұмыртқа салғыштығы және жұмыртқа массасының шығуы 5,6 және 8,9%, ал вильзим әсерінен 6,7 және 9,5% сәйкесінше артады. 120 тәуліктегі

жас төлдердің тірі массасы пуревитин әсерінен 3,1%, вильзим әсерінен 9,1% артады; бройлер-балапандардың тірі массасының орташа тәуліктік өсімі пуриветин әсерінен 2,7%; вильзим әсерінен 6,0% артады. Өнімділіктің артуы, жұмыртқа мен еттің сапасының жақсаруы, жем конверсиясының артуы және құс шаруашылығының өнімін алудағы шығынның кемуі ферментті препараттардың қорытылуға және ағзаға нәрлі және минералды заттардың жемдегі сіңірілуіне оң әсерін беруіне байланысты болады.

Қазіргі таңда құс шаруашылығын Бүкілресейлік ғылыми-зерттеу және технологиялық институтында құрғақ мультиэнзимді композициялардың «Фекорд» тауарлы атымен шығарылатын сұйық аналогтарына сынақ өтті. Фекорд – арнайы иісі бар кара-қоңыр түсті сұйықтық. Препарат қоспа жемдердің және премикстердің құрамына кіретін компоненттерімен үйлесімді.

Фекорд құрамында арпасы жоғары (65% дейін ересек құсқа және 30м дейін балапанға) қоспа жемдерге арналған және целлюлозды белсенділіктің 141 бірлігі/мл кем емес, 400 бірлігі/мл ксилазды белсенділік, 300 бірлік/мл амилолитикалық белсенділік, 300 бірлік/мл β-глюканазды белсенділік және 2 бірлік/мл протеолитикалық белсенділік кіреді. Препаратты енгізудің нормасы рациондағы арпа деңгейіне байланысты және жемнің 500 – 1000 мл/т құрайды.

Фекорд – II құрамында бидай немесе қарабидайдың мөлшері жоғары қоспа жемдерге, 25% тауықтарға және 15м дейін балапандарға арналған, құрамында бета-глюкозды белсенділіктің 80 бірлік/мл кем емес амилолитикалық 200 бірлік/мл, ксилазды 1800 бірлік/мл және протеолитикалық белсенділіктің 2 бірлік/мл кіреді. Препараттың енгізу нормасы рациондағы бидай мен қарабидайдың деңгейіне байланысты және жемнің 500-1000 мл/т құрайды.

Фекорд – ПЯ құрамында бидай-арпалы типті (30% дейін арпа, 30% дейін бидай) жемдерге арналған және бета-глюкозды белсенділіктің 250 бірлік/мл, теллюлазды ПО бірлік/мл, амилолитикалық 250 бірлік/мл, ксилазды 1100 бірлік/мл және протеолитикалық белсенділіктің 2 бірлік/мл. Препараттың енгізу нормасы рациондағы тағы да бидай мен қарабидайдың деңгейіне байланысты және жемнің 500-1000 мл/т құрайды.

Соңғы жылдары ферментті препараттар, антибиотиктер, пробиотиктер, дәрумендер, тотықтандырғыштар, органикалық қышқылдар және тағы басқа үйлесімді қолдануға тенденция пайда болды, зерттеушілердің деректері бойынша, ол кезегінде ауыл шаруашылық жануарлар мен құстардың рациондағы қолданылу тиімділігін жоғарылатуға мүмкіндік тудырады. Құрамына целлюлаза, бета-глюканаза, пектиназа және пробиотик кіретін Батцелл ферментті препаратының арқасында (Краснодар биоорталығының өндірісі) ақуыз жемінің жалғыз көзі ретінде күнбағыс шротын (30%) қолданып, қоспа жемдердің бағасын арзандатуға болады, бірақ лизин мен өсімдік майын енгізу шартымен [7-9].

ӘДЕБИЕТ

- 1 Фаритов Т.А. Использование кормовых добавок в животноводстве. – Уфа: БГАУ, 2002. – С. 84-105.
- 2 Плесовских Н.Ю. Использование ферментных препаратов в пшенично-ячменных кормосмесях при выращивании цыплят-бройлеров. – Омск, 1999. – 16 с.
- 3 Околева Т.М., Кулаков Н.В. и др. Корма и ферменты. – Сергиев Посад., 2001. – 112 с.
- 4 Ленкова Т. Мультизимы в комбикормах для бройлеров // Птицеводство. – 2007. – № 2. – С. 15.
- 5 Шакиров Ш.К., Бикташев Р.У., Гибадуллина Ф.С., Бикбов Р.Р. Мультиэнзимная добавка для ферментативной обработки зерновых кормов // Патент РФ №022364459. МКИ⁵ А23К 1/165. 2004.
- 6 Феодориди Р., Кривко В., Скидан В., Маркова Д., Тимошинов В. Ферменты для повышения качества корма // Комбикорма. – 2004. – № 7. – С. 49.
- 7 Околелова Т., Криворучко Л., Морозов А., Румянцев С. Как повысить эффективность ферментов в комбикормах для птицы // Комбикорма. – 2005. – № 3. – С. 59.
- 8 Ленкова Т., Меньшенин И., Соколова Т. Ферментные препараты в кормах пониженной питательности // Комбикорма. – 2007. – № 6. – С. 83-84.
- 9 Рядчиков В., Скакун М., Мхитарян В., Павлов Н., Ромазев Е. Подсолнечный шрот – белковая основа рациона: Оценка ферментного препарата "Бацелл" // Птицеводство. – 2004. – № 10. – С. 5-7.

А. Е. Нурлыбаева, А. К. Саданов, Ж. Б. Сулейменова, Ж. А. Искакбаева

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ В КОМБИОКОРМАХ
ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И ДОМАШНЕЙ ПТИЦЫ

В обзоре отражены преимущества использования комплексных ферментных препаратов в кормлении сельскохозяйственных животных и домашней птицы. Комплексные ферментные препараты, являясь препаратами нового поколения, повышают переваримость и усвояемость питательных веществ корма, устраняют или снижают отрицательное влияние антипитательных веществ.

A. E. Nurlybaeva, A. K. Sadanov, Zh. B. Suleimenova, Zh. A. Iskakbaeva

APPLICATION OF COMPLEX ENZYME PREPARATIONS
TO MIXED FODDERS IN ANIMALS AND POULTRY FARMING

This article review the benefits of using the complex of enzyme preparations in feeding farm animals and poultry. Application of individual enzymes to the feeding process for the biological degradation of natural polymers does not ensure the elimination of negative factors in the feed. It is very important to use a complex of enzymes that maximize the efficiency of conventional and non-conventional feedstuffs; increase the digestibility of fibre components and rendering the nutrients more available for digestion, thereby reducing the manure output; reduce the cost of animals and chicken feed.

Г. ПИЧХАДЗЕ, Э. САТБАЕВА, Ю. МЕНЧИШЕВА, А. АКАНОВА

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМПЛАЕНСА У ДЕТЕЙ И ВЗРОСЛЫХ, БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

Казахский национальный медицинский университет им. С. Д. Асфендиярова, г. Алматы

Проведен анализ показателей комплаенса среди детей и взрослых, больных сахарным диабетом. По результатам исследования выявлена низкая комплаентность. Были даны соответствующие рекомендации: указаны типичные ошибки со стороны пациентов, разработана стратегия оптимизации терапевтического режима.

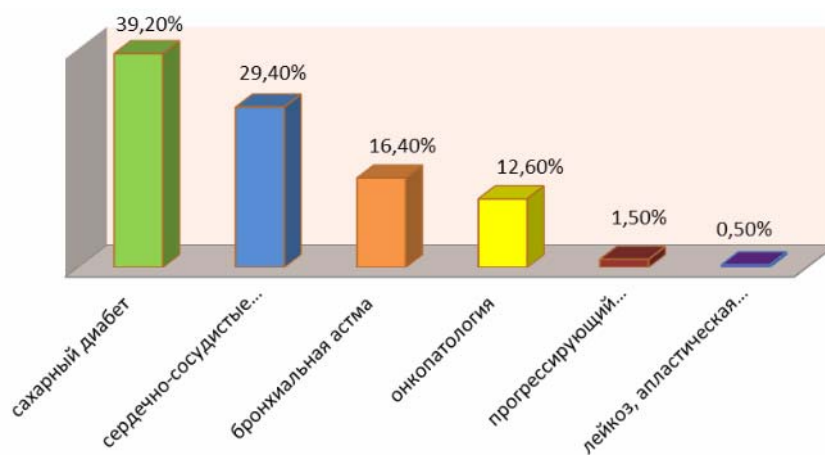
Проблема лечения сахарного диабета в настоящее время представляет собой достаточно серьезную проблему современной медицины, что связано с высокой степенью заболеваемости и распространенности данной патологии, а также хроническим инвалидизирующим течением и возникновением тяжелых осложнений, которые зачастую приводят к значительному уменьшению продолжительности жизни пациентов и ухудшению ее качества. В последние годы отмечается значительный рост заболеваемости сахарным диабетом, что позволяет говорить о «глобальной эпидемии диабета», причем тенденция роста отмечается как в развитых, так и в развивающихся странах. Казахстан не является исключением в этом плане. В связи с этим весьма актуальна оценка фармакотерапии сахарного диабета. Одним из определяющих моментов результатов проводимого лечения, как известно, является комплаентность больных.

Под термином «комплаенс» (англ. compliance – «согласие») понимают «информированное согласие» больного на лечение, готовность подчиняться, следовать инструкциям, соответствовать предъявляемым требованиям, т.е. это некое внутреннее пространство больного, в пределах которого можно говорить о совпадении действий пациента с медицинскими рекомендациями. Систематическое изучение того, как пациенты следуют советам врача, началось сравнительно недавно, а понятие комплаенса было включено в международный медицинский библиографический справочник IndexMedicus в 1974 г. [1, 2]. Термин «комплаенс» можно определить как соблюдение режима приема лекарственного препарата пациентом, так и с необходимостью изменять свое поведение или привычки при проведении терапии, т.е. другими словами, «комплаенс» – это склонность пациента к сотрудничеству. Подобное определение позволяет рассматривать проблему не только и не столько с позиций исполнительности больного, сколько с точки зрения создания медицинским работником условий для понимания больным необходимости этой исполнительности.

Как известно, несоблюдение назначений врача приводит к серьезным медицинским последствиям. Во-первых, нарушение режима терапии существенно снижает эффективность лечения. Самое лучшее лекарство становится бесполезным, если пациент не выполняет назначения врача: в лучшем случае состояние больного не меняется, в худшем – болезнь продолжает прогрессировать. Во-вторых, переоценка врачом дисциплинированности больного в сочетании с неэффективностью лечения приводит к многократным пересмотрам терапии и назначению новых лекарств [3, 4]. При отсутствии ожидаемого эффекта врач разочаровывается в успехе лечения, снижается его профессиональный интерес к пациенту, создается впечатление "бесперспективности" больного. Таким образом, возникает порочный круг, в котором сначала больной, а затем и врач способствуют снижению успешности лечения.

По данным общественного фонда «Аман-Саулык» (рисунок), который проводит мониторинг лекарственного обеспечения пациентов с социально-значимыми заболеваниями, 39,2% жалоб со стороны больных приходится на пациентов с сахарным диабетом [2].

В связи с вышеизложенным, нами было проведено изучение показателей комплаенса у детей и взрослых, больных сахарным диабетом 1 и 2 типа.



Анализ жалоб по социально-значимым заболеваниям

Материалы и методы исследований

1. Разработка анкет – опросников для изучения комплаенса у детей и взрослых, больных сахарным диабетом.
2. Проведение анкетирования и анализ основных показателей, характеризующих комплаенс с различных сторон.
3. Выявление типичных ошибок, влияющих на уровень комплаенса.
4. Разработка рекомендаций по улучшению соблюдения предписаний врача больными сахарным диабетом.

Анкеты – опросники были разработаны для амбулаторных больных с сахарным диабетом – детей (2-х групп в возрасте 1–11 и 12-16 лет) и взрослых.

Основываясь на данных работы Т. Ю. Гречко [3], разработанная анкета была разделена на 6 частей, в соответствии с факторами, влияющими на комплаенс, а именно: врачебную и пациентскую части, разделы, характеризующие поддержку родственников, терапевтическую модель, социально-экономические условия и организацию медицинской помощи.

Анализ данных проводился по следующим параметрам: *во врачебной части* – оценивалось качество и полнота предоставляемой врачом информации; наличие рекомендации относительно лечения, диеты, режима приема лекарств, побочных действий, а также регулярность посещения и смены врача; *в пациентской части* – учитывались психологические особенности больного, осознание им собственной болезни, понимание пользы от лечения, неудобства, связанные с лечением, побочные эффекты, знание о них и отношение к ним со стороны пациента; *в части, отражающей поддержку родных и близких*, учитывалось отношение родных и близких к проводимому лечению, их заинтересованность в лечении; *в части, отражающей терапевтическую модель*: оценивалось понимание обоснованности приема препаратов определенной группы, а также все аспекты, связанные с приемом лекарств (продолжительность приема, время наступления эффекта, наличие побочных эффектов – знание о них и о предполагаемых действиях в случае их наступления, правила хранения, режим приема, взаимодействие с другими препаратами); наличие негативного опыта в приеме лекарств; *в части, отражающей социально-экономические условия*: учет доступности препарата и получение лечения на льготных условиях на деле; *в части, отражающей организацию оказания медицинской помощи*: наличие образовательных программы и методик, разъясняющих информацию о болезни, способах лечения, побочных эффектах, и улучшающих навыки и повышающих готовность к лечению.

Результаты

С помощью разработанного специального опросника для детей и взрослых, больных сахарным диабетом, проводилось анкетирование взрослых, подростков и родителей детей младшего возраста.

Проведенный анализ выявил следующее: родители детей в возрасте 1-12 лет, подростки 12-16 лет удовлетворены полученной информацией от врача в 91% и 100% случаев, соответственно; среди взрослых только 2/3 опрошенных смогли дать положительный ответ, хотя при этом во всех возрастных группах остались отдельные неразрешенные вопросы: у 1/3 взрослых респондентов, 1/4 среди родителей детей 1-12 лет, 1/6 среди подростков 12-16 лет. Наименьшая удовлетворенность отношением с врачом у взрослых – 1/3 ответила отрицательно. Также среди взрослых отмечается более высокий процент (73%) смены лечащего врача.

В возрастной группе 12-16 лет треть опрошенных считала, что можно пропустить прием или изменить дозу лекарственного препарата в периоды улучшения самочувствия. Только половина респондентов утверждала, что хорошо знает о всех возможных последствиях пропуска приема препарата, изменения дозы либо его замены другим. При этом практически все больные и их родители понимают цель лекарственных назначений (98%) и знают о правилах приема лекарственных средств (95%). Около половины опрошенных считают, что лечение доставляет много неудобств, в частности, вызывает много капризов у ребенка из-за необходимости соблюдения диеты (63%), влияет на поведение в детском саду, школе (42%), создает сложности в необходимости контроля приема лекарств ребенком (39%). У 12% больных детей наблюдались побочные эффекты при приеме лекарств, прописанных врачом. Среди взрослых данные показатели увеличивались: побочные эффекты наблюдались в 27%, а 73% отметило, что лечение вызывает массу неудобств; 45% пациентов считает правильным возможность повышения дозы для быстрого выздоровления и ровно столько же респондентов не сообщают своему лечащему врачу о несоблюдении рекомендации и пропуске приема препаратов.

Относительно терапевтической модели: не все больные информированы о причинах выбора конкретного препарата в лечении, предположительном времени наступления эффекта, длительности терапии, возможности развития побочных эффектов и последствиях пропуска приема доз. Более того, больше половины (55%) взрослого контингента не знают, что нужно делать в случае наступления побочных эффектов. Во всех возрастных группах треть не знала о взаимодействии прописанных препаратов с другими лекарственными средствами, напитками, продуктами питания. При этом 73% взрослых пришлось поменять свой образ жизни, 80% детей и 60% их родителей – в связи с проводимым лечением. У трети взрослых возникало желание прекратить прием препаратов.

Была отмечена интересная тенденция: с возрастом процент утвердительного ответа относительно получения лечения по льготным условиям значительно уменьшался от 94% – у детей 1-12 лет, 88% – у детей 12-16 лет и до 27% – у взрослых.

Практически все опрошенные отметили, что нуждаются в специальных обучающих программах, которые могли бы улучшить их навыки и повысили бы готовность к лечению.

В ходе исследования мы попытались ответить на следующие вопросы: «чем обусловлена пониженная комплаентность – ошибками со стороны врача или пациентов?» и «как можно оптимизировать режим лечения для большего удобства пациента?».

В результате исследования было выявлено, что недостатки в качестве лечения социально значимых заболеваний зависят не только от недостатков терапевтической модели и самой системы лекарственного обеспечения, но и в большинстве случаев от приверженности к лечению самих пациентов. Выявлены типичные ошибки со стороны пациентов во время лечения:

- отказ от приобретения препаратов (по экономическим соображениям, из-за опасения негативного воздействия на организм, предрассудки в отношении медикаментозной терапии, надежды на саморазрешение болезни);
- изменение режима дозирования (несовпадение режима дозирования с привычным режимом работы, занятий);
- пропуск приема дозы (уверенность, что при улучшении состояния можно пропустить прием препарата);
- прием дополнительных доз в надежде быстрого выздоровления;
- прекращение терапии из-за побочных эффектов, улучшения самочувствия, неоправданности ожиданий.

Также были выявлены ошибки со стороны врача:

- отсутствие сотрудничества врача и пациента в планировании и проведении лечения;
- оставшиеся и неразъясненные вопросы пациентов относительно терапевтической модели;

– зачастую врачами не предоставляется информация обо всех возможных последствиях несоблюдения терапевтического режима (пропуск дозы, изменение дозирования, прекращение лечения, взаимодействие лекарственных средств, применяемых при лечении с другими, а также продуктами питания, побочные эффекты).

В качестве стратегии оптимизации способности пациента придерживаться режима лечения можно выделить следующее:

- идентификация плохой комплаентности, поиск маркеров неблагоприятности (пропуск визитов к врачу, отсутствие ответа на лечение);
- подчеркнуть значение и эффект соблюдения режима лечения;
- оценить отношение самого пациента к его способности придерживаться режима лечения и, если это необходимо, применять соответствующие методы с целью улучшения расположения к лечению;
- дать простые, понятные инструкции и как можно больше упростить схему лечения;
- содействовать разработке пациентом системы приема препаратов;
- прислушиваться к пациенту и обеспечить соответствующие схемы лечения потребностям;
- получить помощь от других членов семьи, друзей и в случае необходимости социальных служб;
- поддерживать желаемое поведение и подчеркивать полученные результаты, если это нужно;
- если обеспечить комплаентность к лечению маловероятно, рассмотреть возможность применения тех препаратов, на эффективность которых пропуск дозы или задержки не влияют.

Таким образом, согласно результатам опроса, у больных детей в обеих возрастных группах и у взрослых выявляется комплаентность недостаточной степени. Причиной таких показателей являются выявленные недостатки в каждой из частей, действующих на комплаенс: со стороны врача – не установлено сотрудничество с пациентом в планировании и проведении лечения, наличие после посещения врача открытых вопросов у пациентов относительно собственного лечения, включая все эффекты пропуска и изменения доз; со стороны терапевтической модели – наличие значительных неудобств в приеме препарата; и большой спектр со стороны пациентской части – несоблюдение рекомендаций, пропуск доз, несоблюдение диеты, страх из-за имевшегося когда-то негативного опыта, а также отсутствие обучающих программ.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Елфимова Е.В., Елфимов М.А. // Заместитель главного врача. – 2009. – 11. – С. 20-26.
- 2 Osterberg L., Blaschke T. // *New England Journal of Medicine*. – 2005. – 353. – С. 487-497.
- 3 Гречко Т.Ю. // Психиатрия и психофармакотерапия. – 2008. – 1. – С. 13-20.
- 4 Scott Leslie R. // *Pharmaceutical Programming*. – 2008. – 1. – С. 13-19.
- 5 Баимбетова О. // Казахстанский фармацевтический вестник. – 2009. – 4. – С. 5-8.

REFERENCES

1. Elfimova E.V., Elfimov M.A.. *Deputy of a senior doctor*, **2009**, 11, 20-26 (In Russ.)
2. Osterberg L., Blaschke T., *New England Journal of Medicine*, **2005**, 353, С. 487 – 497
3. Grechko T.U. *Psychiatry and psychopharmacotherapy*, **2008**, 1, 13-20.
4. Scott Leslie R., *Pharmaceutical Programming*, **2008**, 1, С. 13 – 19.
5. Bayimbetova O. *Kazakhstani Pharmaceutical Vestnik*, **2009**, 4, 5-8.

Г. Пичхадзе, Э. Сатбаева, Ю. Менчишева, А. Ақанова

ҚАНТ ДИАБЕТИМЕН АУЫРАТЫН БАЛАЛАР МЕН ЕРЕСЕКТЕР АРАСЫНДА КОМПЛАЕНС КӨРСЕТКІШТЕРІН ТАЛДАУ

Қазіргі уақытта элеуметтік маңызды аурулары бар науқастар арасында комплаентті бағалау өзекті мәселе болып саналады. Қант диабетімен ауыратын балалар және ересектер арасында комплаенс көрсеткіштеріне талдау жүргізілді. Комплаенттілікке әсер ететін факторлар бойынша жан-жақты сұрақтардан тұратын сауалнамалар құрастырылды. Зерттеу нәтижелері бойынша, негізінен, дәрігерлердің жұмысындағы кемшіліктерімен, емдеу моделінің ерекшеліктерімен, науқастар жағынан емдеу тәртібін сақтамауымен, оқыту бағдарламаларының жоқтығымен байланысты болған төмен комплаенттілік анықталды. Соған сәйкес ұсыныстар

берілді: наукастар жағынан қателіктер анықталып, емдеу тәртібін қолайлыландыру стратегиясы құрастырылды.

Кілттік сөздер: комплаенс, қант диабеті, сауалнама, ересектер, балалар.

G. Pichkhadze, Iy. Satpayeva, Uy. Menchisheva, A. Akanova

THE ANALYSIS OF CHILDREN INDICATORS COMPLIANCE
AND THE ADULTS SICK WITH DIABETES

At present the problem of compliance estimation in patients with socially significant diseases is a very topical one. Parameters of compliance in children and adults with diabetes mellitus were investigated. Questionnaires which included questions concerning factors that can influence patients' compliance have been developed. Research results revealed low compliance associated with insufficient amount of doctors' work, a therapeutic model features, a failure to comply with the treatment and an absence of training programs. Corresponding recommendations have been given: patients' most common mistakes were demonstrated, a strategy for an optimization of therapeutic regime has been developed.

Key words: compliance, diabetes, questionnaires, adult, children.

А. Т. САРСЕМБАЕВА, Н. Ж. ТАКИБАЕВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ИОНОВ H_2^+ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ИОНОВ H^- ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ 5000–15000 К

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы

В работе была определена концентрация положительных молекулярных ионов H_2^+ и концентрации отрицательных ионов H^- при температурах 5000–15000 К.

Введение. Вещество на Солнце находится в состоянии значительной ионизации. Процесс ионизации состоит в том, что при возрастающей энергии движения атомов и энергии световых квантов столкновения атомов между собой и поглощение фотонов могут привести к такому возбуждению атома, когда электрон вовсе покидает его. В результате этого из одного нейтрального атома получаются две заряженные частицы – положительный ион и отрицательный электрон. В этом отношении ионизацию можно рассматривать как своеобразную диссоциацию [1].

Исследование связанно-свободных радиационных переходов в водородной плазме в условиях локального термодинамического равновесия позволяет получать важную информацию о наиболее эффективных источниках непрерывного фотопоглощения в звездных атмосферах. Известно, что в квазиравновесной водородной плазме с эффективной температурой $T_{eff} \approx 6000$ К (характерной для фотосферы Солнца) основной вклад в поглощение света в видимой области спектра вносит процесс фотоотрыва электрона от отрицательного иона H^- , концентрация которого мала и составляет $N_{H^-}/N_H \sim 10^{-8}$ от концентрации нейтрального атома водорода H [2].

Концентрация ионов H^- и H_2^+ . Концентрация ионов H^- вычисляется по этой формуле [2]

$$N_{H^-} = \frac{g_{H^-}}{g_e g_H} \left(\frac{2\pi\hbar^2}{m_e kT} \right)^{3/2} \exp\left(\frac{\epsilon_{H^-}}{kT}\right) N_H N_e, \quad (1)$$

где $\epsilon_{H^-} = 0.754$ эВ – энергия связи электрона в отрицательном ионе H^- ; $g_{H^-} = 1$ – статистический вес состояния, $g_e = 2$, а $g_H = 2$ – статистический вес атома водорода в основном состоянии [2].

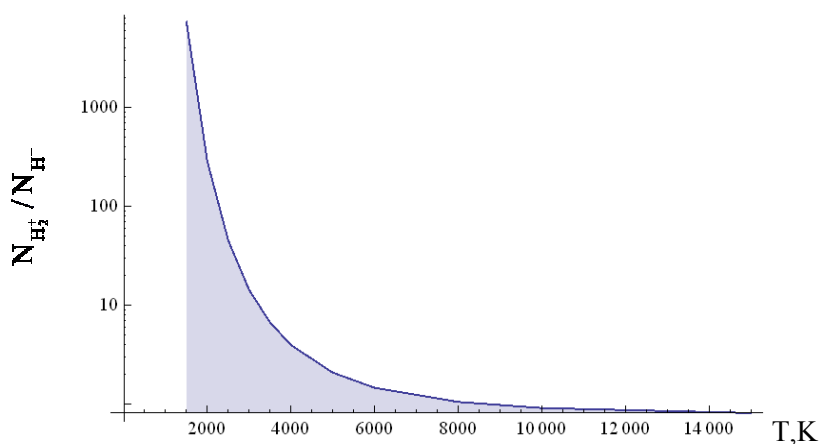
Полная концентрация $N_{H_2^+} = \sum_{v,J} N_{v,J}$ положительных молекулярных ионов H_2^+ может быть найдена с помощью закона действующих масс

$$N_{H_2^+} = \frac{Z_{v,r} g_{H_2^+}}{\kappa g_H g_{H^+}} \left(\frac{2\pi\hbar^2}{\mu kT} \right)^{3/2} \exp\left(\frac{D_0}{kT}\right) N_H N_{H^+}. \quad (2)$$

Здесь $g_H = 2$, $g_{H^+} = 1$, $g_{H_2^+} = 2$, $\kappa = 2$ и $D_0 = 2.651$ эВ. Для внутренней статистической суммы $Z = (g_{H_2^+}/\kappa) Z_{v,r}$ здесь используем квантовый результат [4], полученный с помощью имеющихся значений всех колебательно-вращательных уровней энергии иона H_2^+ . В таблице представлены результаты расчетов концентраций ионов H_2^+ и H^- . Как видно из таблицы, при достаточно высоких температурах $T \sim 6500$ – 15000 К полная концентрация $N_{H_2^+}$ молекулярного иона H_2^+ и концентрация ионов H^- оказывается одного и того же порядка величины. При понижении температуры концентрация ионов $N_{H_2^+}$ ионов H_2^+ возрастает и значительно превышает величину N_{H^-} [3].

Зависимости относительных концентраций положительных молекулярных ионов H_2^+ и отрицательных ионов H^- от температуры равновесной водородной плазмы

T, K	$N_{H_2^+}, cm^3$	N_{H^-}, cm^3	$N_{H_2^+}/N_{H^-}$
5000	3.51818×10^{-21}	1.68767×10^{-21}	2.08464
5500	2.12707×10^{-21}	1.2476×10^{-21}	1.70493
6000	1.40478×10^{-21}	9.58935×10^{-22}	1.46494
6500	9.91281×10^{-22}	7.6016×10^{-22}	1.30404
7000	7.35903×10^{-22}	6.17804×10^{-22}	1.19116
7500	5.68402×10^{-22}	5.12505×10^{-22}	1.10907
8000	4.53073×10^{-22}	4.32488×10^{-22}	1.0476
8500	3.70447×10^{-22}	3.70276×10^{-22}	1.00046
9000	3.09269×10^{-22}	3.20954×10^{-22}	0.963593
9500	2.62698×10^{-22}	2.81182×10^{-22}	0.934263
10000	2.26406×10^{-22}	2.48636×10^{-22}	0.910592
11000	1.74206×10^{-22}	1.99028×10^{-22}	0.875284
12000	1.39074×10^{-22}	1.63467×10^{-22}	0.850777
13000	1.14202×10^{-22}	1.37062×10^{-22}	0.833214
14000	9.58806×10^{-23}	1.16883×10^{-22}	0.820313
15000	8.19463×10^{-23}	1.01088×10^{-22}	0.810643



Отношение полной концентрации $N_{H_2^+} = \sum_{v,j} N_{v,j}$ положительных молекулярных ионов H_2^+ к концентрации отрицательных ионов H^- в зависимости от температуры равновесной водородной плазмы. Принято, что концентрация электронов и протонов равны $N_e = N_{H^+}$

Заключение. В статье определена концентрация положительных молекулярных ионов H_2^+ и концентрации отрицательных ионов H^- в зависимости от температуры равновесной водородной плазмы. Было показано, что при достаточно высоких температурах $T \sim 6500\text{--}15000\text{ K}$ полная концентрация $N_{H_2^+}$ молекулярного иона H_2^+ и концентрация ионов H^- оказывается одного и того же порядка величины. При понижении температуры концентрация ионов $N_{H_2^+}$ ионов H_2^+ возрастает и значительно превышает величину N_{H^-} .

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Мартынов Д.Я. Курс практической астрофизики. – М.: Наука, 1977.
- 2 Лебедев В.С., Пресняков Л.П., Собельман И.И. Радиационные переходы молекулярного иона H_2^+ // УФН. – 2003. – Т. 173, № 5.
- 3 Лебедев В.С. Связанно-свободные и свободно-свободные фотопереходы в квазиравновесной водородной плазме // Энциклопедия низкотемпературной плазмы / Под ред. В.Е. Фортова. – Сер. Б, Т. V-1, Ч. II, Раздел IV, Гл. 6, С. 75-105. М.: Янус-К, 2007.
- 4 Термодинамические свойства индивидуальных веществ / Под ред. Л. В. Гурвича и др. – Т. I. – М.: Наука, 1978.

A. T. Sarsembayeva, N. Zh. Takibayev

H_2^+ ОҢ МОЛЕКУЛАЛЫҚ ИОННЫҢ ЖӘНЕ H^- ТЕРІС ИОННЫҢ 5000–15000 К
ТЕМПЕРАТУРА АРАЛЫҒЫНДАҒЫ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН АНЫҚТАУ

Жұмыста H_2^+ оң молекулалық ионның және H^- теріс ионның 5000–15000 К температура аралығындағы концентрациясы анықталды.

A. T. Sarsembayeva, N. Zh. Takibayev

DEFINITION OF POSITIVE H_2^+ AND NEGATIVE H^- MOLECULAR IONS
AT TEMPERATURES 5000–15000 K

In this paper has been certain concentration of positive molecular ions H_2^+ and concentration of negative ions H^- at temperatures 5000–15000 K.

Л. Б. СЕЙЛОВА, Р. К. ДЖЕКСЕМБИЕВ

АПОМИКСИС: АСПЕКТЫ ЭМБРИОЛОГИИ У САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы,
Казахский государственный женский педагогический университет, г. Алматы

Приведены результаты изучения у сахарной свеклы апомиксиса (агамоспермии) – уникального, генетически обусловленного, репродуктивного механизма, обеспечивающего материнский тип наследования признаков, единообразие потомства и высокую семенную продуктивность в неограниченном ряду поколений. Привлечение растений-апомиктов в селекционный процесс позволяет фиксировать эффект гетерозиса, получать нерасщепляющееся потомство от гибридов с уникальными признаками родительских форм, копировать ценные генотипы, каждый из которых может стать родоначальником нового сорта. С помощью цитозембриологического анализа у сахарной свеклы с факультативным апомиксисом выявлены основные его механизмы – диплоспория, апоспория, адвентивная эмбриония; описана специфика их проявления и структура основных элементов. Установлено, что только апоспория является реально работающим апомиксическим механизмом, приводящим к полноценному семенному потомству.

Среди форм воспроизводства покрытосеменных апомиксис является наиболее своеобразным, поскольку у обладающих им растений половой процесс как таковой отсутствует, и это приводит к возникновению клонального потомства материнского типа. На его генотип существенное влияние оказывает структурно-функциональная организация зародышевого мешка, который у нормальных растений является гаплоидным (n) и приспособлен для реализации двойного оплодотворения, у апомиктов он всегда диплоидный ($2n$) в силу специфических преобразований в его структуре [1]. Сфера влияния апомиксиса распространяется не только на женский гаметофит, где он проявляется в форме дипло- и апоспории, но и на спорофитные ткани семяпочки (семязачатка), порождающие адвентивную эмбрионию. Диплоспорию и апоспорию объединяет термин «апомейоз», подразумевающий отсутствие механизма оплодотворения яйцеклетки, которая приобретает способность развиваться партеногенетически. При адвентивной эмбрионии зародыши дифференцируются в соматических тканях семязачатка, выстилающего его нуцеллуса и покровах-интегументах.

Эволюция взглядов на суть апомиксиса как такового достаточно подробно отражена в ряде современных обзоров, рассматривающих в том числе вопросы его практического применения [2–7]. Что касается сахарной свеклы, то на сегодняшний день у этой культуры выявлены все известные механизмы и четко определена их значимость для целей селекции [8–13]. В то же время у свеклы остаются слабо изученными некоторые аспекты цитозембриологии апомиксиса, анализу которых и посвящена данная публикация.

Объекты и методы исследования

Объектом исследований послужила диплоидная ($2n = 18$) факультативно апомиксическая линия сахарной свеклы, завязывающая при отсутствии опыления (беспыльцевой вариант) до 60 % семян. Эмбриогенез ее растений изучали на интактных семяпочках, фиксированных в растворе Карнуа (этанол+ледяная уксусная кислота, 3:1) и спирт-хлороформенной смеси (2:1), начиная с 1-2 суток до и в течение 10-20 дней после кастрации цветков. Постоянные препараты готовили по общепринятой методике с последующим их окрашиванием пиронином [14]. Фотосъемки эмбриологических препаратов производили на микроскопе ИЕНАВАЛ при увеличении 3,2x12, 3,2x24, 3,2x40.

Результаты и их обсуждение

Сахарная свекла является двухлетним перекрестноопыляющимся растением, у которого механизм поддержания ксеногамии является генетически обусловленная самонесовместимость – неспособность растений с функциональными гаметами завязывать семена от самоопыления. Система же размножения свеклы охватывает автогамию, аллогамию и апомиксис.

Семяпочка сахарной свеклы – амфитропная битегмальная с мощно- развитым нуцеллусом. Субэпидермальный археспорий может быть одно- или многоклеточным, формирующийся из него зародышевый мешок относится к *Polygonum*-типу: в его микропиллярном конце располагается яйцевой аппарат, в центре – два полярных ядра, в халазальной части развиваются три ромбовидные антиподы. Для представителей рода *Beta*, к которым относится свекла, характерно особое развитие нуцеллуса, который по мере накопления в его клетках крахмала превращается в перисперм – специфическую питательную ткань, имеющую равный с эндоспермом статус.

Эмбриогенез у диплоидных растений протекает по типу маревых (*Chenopodiaceae*), образующаяся в результате сингамии зигота развивается лишь при наличии в зародышевом мешке нескольких ядер эндосперма. Терминальная и базальная клетки, являющиеся результатом первого деления зиготы, дают начало подвеску-суспензору и собственно зародышу, проходящему затем все обычные для морфогенеза стадии – булавовидную, шаровидную, сердцевидную, «торпеды» и далее – полной зрелости (рис. 1).

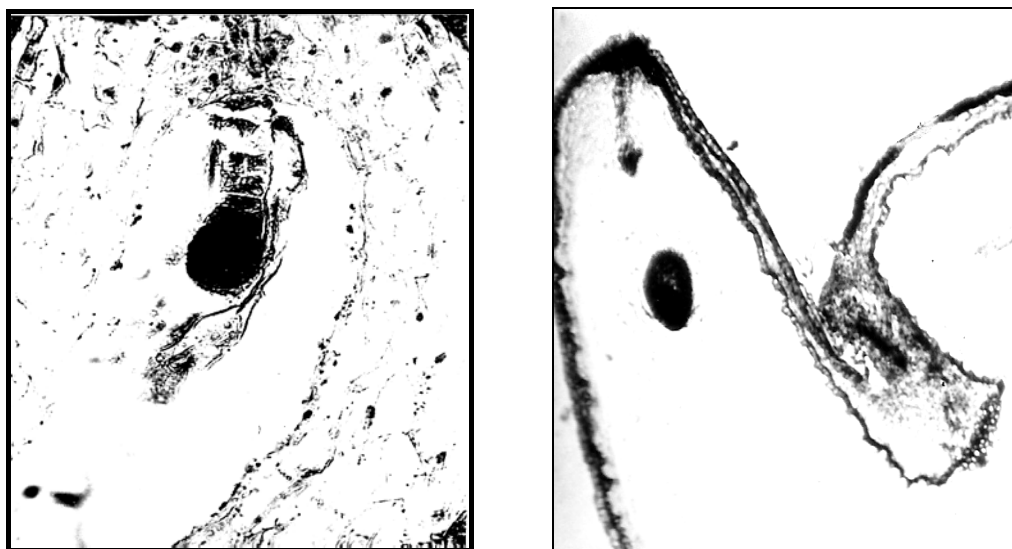


Рис. 1. Булавовидный и шаровидный зародыши нормальной сахарной свеклы

У изученной линии свеклы апомиксис проявлялся во всех известных его формах, включающих диплоспорию, апоспорию, адвентивную эмбрионию –интегументальную и нуцеллярную.

Диплоспория: этот механизм до сих пор остается практически неизученным. По данным некоторых авторов, у диких сородичей свеклы диплоспория развивается по *Antennaria*-типу, когда материнская клетка споры не входит в мейоз, но после трех митотических делений дает нередуцированный 8-ядерный зародышевый мешок или женский гаметофит. Слияние в нем полярных ядер ведет к образованию центральной клетки, эндосперм развивается автономно, зародыш – партеногенетически, т.е. путем обычного митоза [8].

Согласно другому мнению, археспорий свеклы представляет собой конгломерат из диплоидных и тетраплоидных клеток, последние при определенных условиях могут стать источниками диплоспории [9]. Оба вывода очевидны, однако на практике идентификация диплоспории затруднена ввиду того, что зародышевые мешки этого типа морфологически и позиционно неотличимы от нормальных гаплоидных (n), а данных по цитологии этого явления на сегодняшний день явно недостаточно.

Начальные этапы формирования диплоспорических гаметофитов нами не зафиксированы, но в закрытых бутонах в микропиллярной зоне семяпочка были замечены лишённые суспензоров партеногенетические проэмбрионы, имевшие на 2-4 сутки после кастрации многоклеточное строение (рис. 2).

Слияния полярных ядер не наблюдали, в то же время имели место случаи самостоятельного деления каждого из них с образованием эмбриональной массы из небольшого числа клеток, в случаях образования центральной клетки ее ядро проявляло тенденцию к эндомитотическому делению.

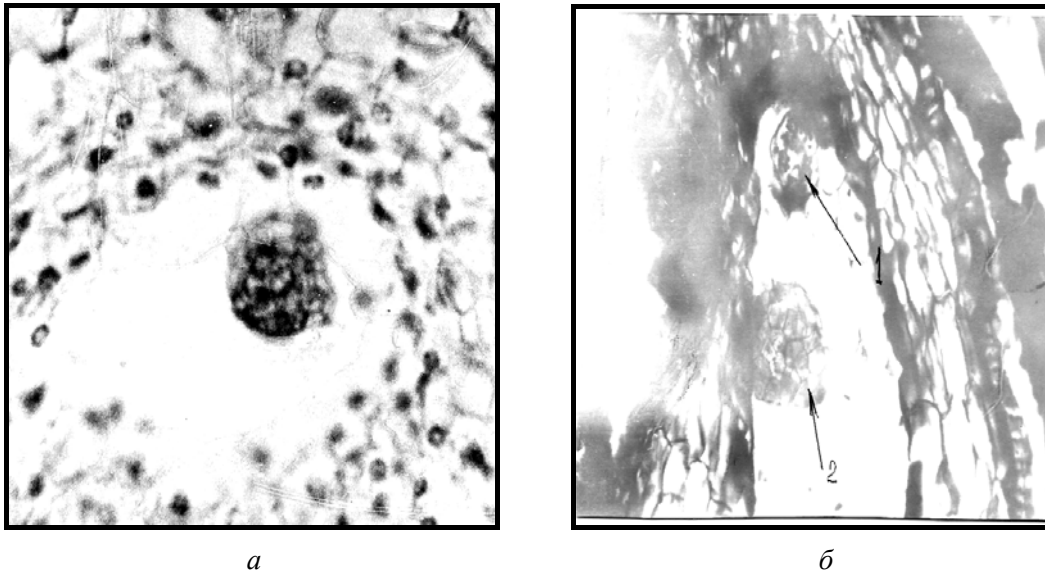


Рис. 2. Партегенетический зародыш в верхней части зародышевого мешка (*a*),
б – развитие в одном гаметофите партегенетического (1) и нуцеллярного (2) проэмбрионов

Эндоспермальная ткань в диплоспорических зародышевых мешках не формировалась, что стало возможной причиной гибели партегенетических зародышей, не развивавшихся далее булавовидной стадии. Другим подтверждением неполноценности диплоспорических проэмбрионов явилось отсутствие триплоидов в потомствах от скрещивания растений изученной линии с диплоидными краснолистными маркерами.

Апогаметия. Известно, что синергиды и антиподы являются потенциальными после яйцеклетки гаметами, способными развиваться, как и она, партегенетически [15]. Образование из этих структур зародышей называется апогаметией (апогамией), которая достаточно широко распространена в природе [16]. У изученной линии апогаметия (синергидная и антиподальная) проявлялась крайне редко: проэмбрионы из синергид иногда возникали в районе яйцевого аппарата, митотическая активность антипод приводила к образованию неорганизованной клеточной массы (рис. 3).



Рис. 3. Семязачаток с зародышевым мешком (*a*); в том же гаметофите крупным планом показаны не слившиеся полярные ядра и самостоятельно делящаяся нижняя антипода

Последующие этапы становления зародышей при апогамии нами не наблюдались, но в отдельных зародышевых мешках были замечены многоклеточные структуры с гигантскими ядрами. Развивались они в нижней части женского гаметофита всегда с проэмбрионами других типов и имели, на наш взгляд, антиподальное происхождение, являясь возможным следствием последующей дифференциации обозначенной на рис. 3, б эмбриональной массы клеток. На представленном ниже рис. 4 зафиксировано одновременное развитие в одном и том же зародышевом мешке удлиненного антиподального (1) и лишнего четкой формы и симметрии нуцеллярного зародышей (2).

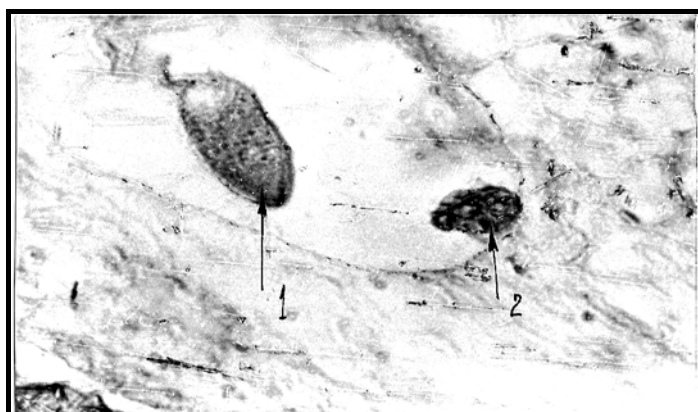


Рис. 4. Апогамия и нуцеллярная эмбриония в халазальной части гаметофитов

Апоспория у растений изученной линии оказалась единственным, реально работающим механизмом формирования полноценного семенного потомства. Апоспорические зародышевые мешки возникали, как правило, в середине микропиллярного района семязачатка, несколько под углом к его продольной оси. Более тонкую структуру этих гаметофитов выявить не удалось, но поскольку ни в одном из них мы не наблюдали наличия антипод, можно предположить их развитие по *Eragrostis*-типу: материнская клетка споры не вступает в мейоз, но делится путем митоза двукратно с образованием 4-ядерного диплоидного зародышевого мешка, что является частным случаем *Antennaria*-типа [17].

При наличии в одном и том же семязачатке нормальных мейотических и апоспорических женских гаметофитов последние подавляли развитие первых и развивались далее весьма интенсивно. Зародыши в них формировались партеногенетически, проходя обычные стадии морфогенеза. В то же время при анализе начальных этапов их роста было замечено существенное отклонение. Так, у нормальной свеклы при образовании гибридных проэмбрионов базальная и терминальная клетки – результат первого деления зиготы – развиваются далее по строго определенной схеме: базальная путем поперечных делений дает начало подвеску-суспензору, другая делится взаимно перпендикулярными перегородками, что достаточно четко просматривается на рис. 1.

У апоспорических зародышей на ранних этапах эмбриогенеза не наблюдалось строго определенной закономерности в направленности и последовательности клеточных делений, поэтому подвесок мог и не формироваться (рис. 5, а). В других случаях зародыши приобретали обычную булавовидную форму, но с мощным многоклеточным суспензором (рис. 5, б).

Зафиксированные на рисунках проэмбрионы окружены целлюлярным эндоспермом, клетки которого имеют необычайно крупные ядра, превышающие величину ядер собственно зародыша в несколько раз. Не вызывает сомнения автономное происхождение эндоспермальной ткани, равно как и эндомитотический путь развития ее ядер, приводящий в конечном итоге к полиплоидии. Потомство данной линии всегда было диплоидным, отличалось интенсивным начальным ростом и последующим мощным развитием, проявляя фенотип исходной материнской формы.

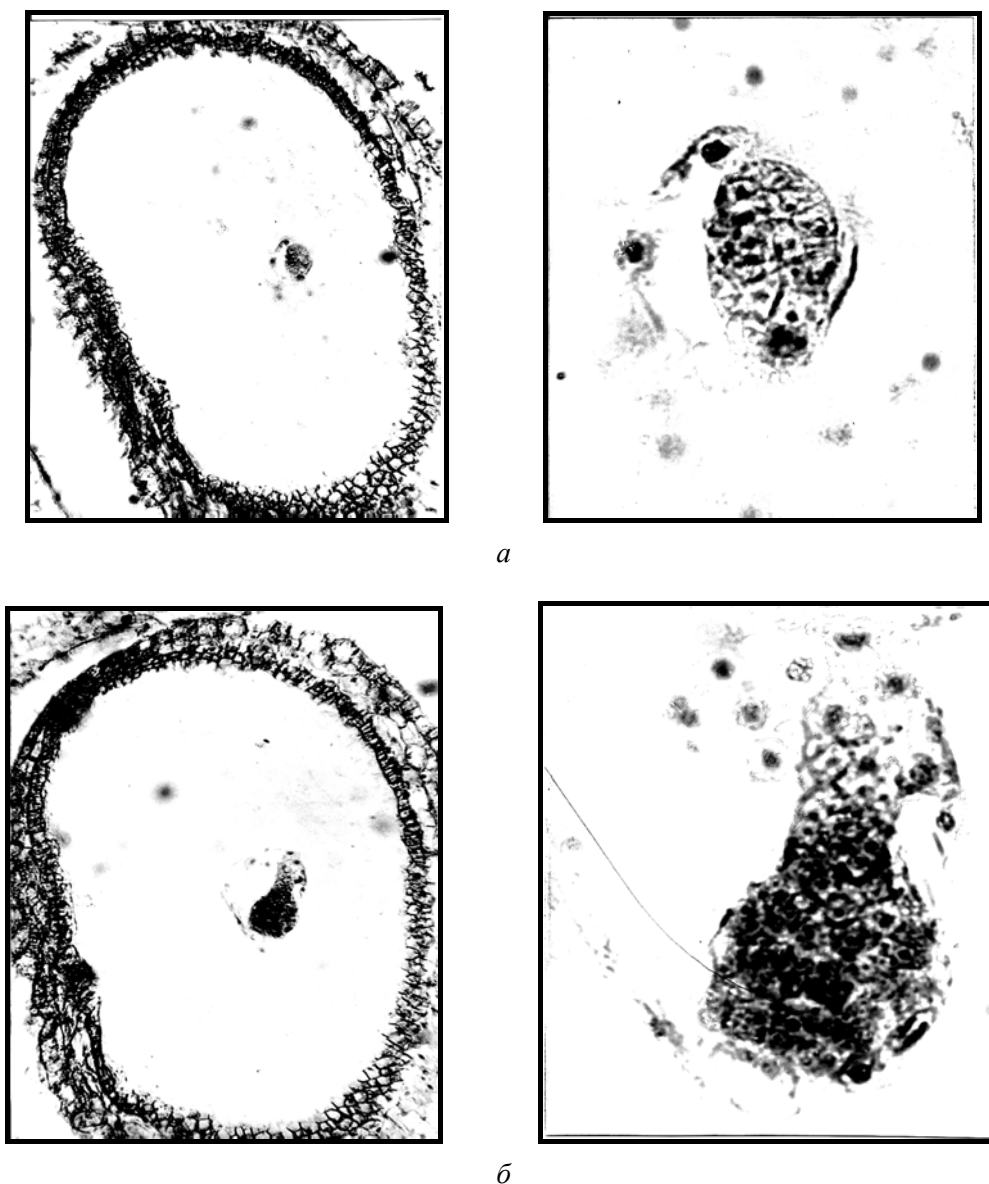


Рис. 5. Зародыши свеклы при апоспории – овальный (а) и булавовидный (б)

Адвентивная эмбриония у свеклы представлена обеими ее формами. При интегументальной эмбрионии зародыши возникали из клеток внутреннего покрова и затем, активно делясь митотически, как бы «врастали» в полость зародышевого мешка по направлению к центру. Обладали они массивным суспензором, помогающими продвижению зародыша в свободное пространство семязачатка. Показанный на рис. 6 частично разрушенный нуцеллус не портит наглядности общей картины происходящего.

Начало нуцеллярным зародышам давали инициальные мелкоклеточные меристематические комплексы, закладывающиеся вблизи зародышевого мешка. Возникающие из них проэмбрионы в своем большинстве проникали в женский гаметофит в любой его части – микропиллярной (рис. 2), средней либо халазальной, причем деление клеток происходило вначале хаотично. Позднее очертания зародышей становились более четкими и даже симметричными, но в любом случае признаки их последующей дифференциации и нормального морфогенеза отсутствовали (рис. 7).

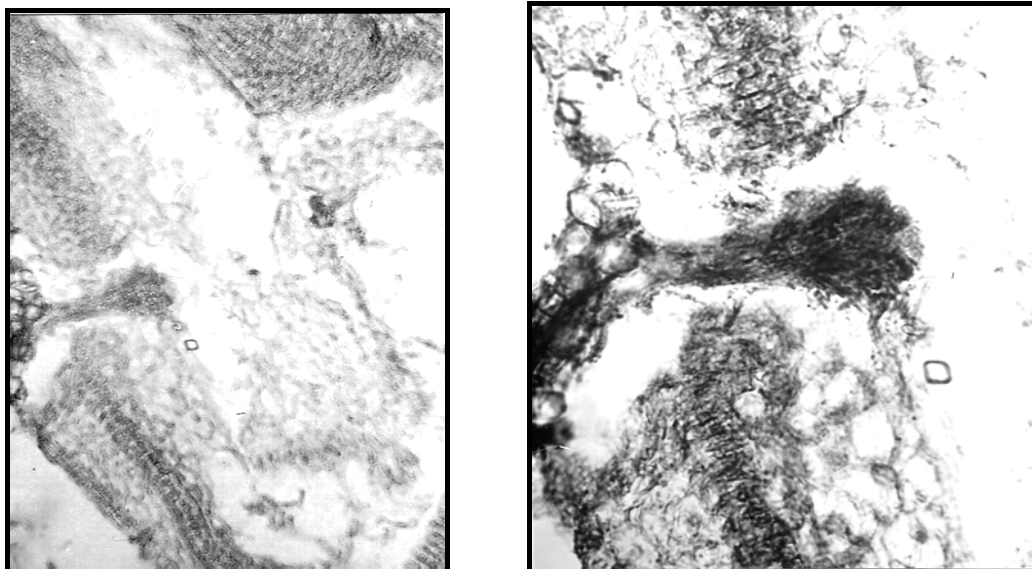


Рис. 6. Интегументальный зародыш, врастающий в полость семязачатка

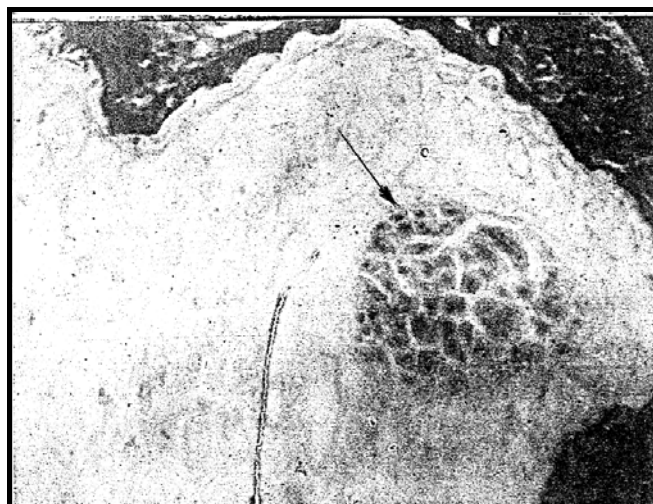


Рис. 7. Адвентивный зародыш, дифференцирующий в нуцеллусе семязачатка

Нуцеллярные проэмбрионы развивались вместе с таковыми другого происхождения и могли достигать значительных размеров даже при отсутствии эндосперма. По всей видимости, функцию их питания осуществлял перисперм – специфическая ткань, характерная не только для представителей семейства *Chenopodiaceae*, к которому относится свекла, но и для других растений, объединенных в порядок Центросеменные (*Centrospermae*) – перечных (*Piperaceae*), гвоздичных (*Caryophyllaceae*), крапивных (*Urticaceae*).

Образование перисперма происходило путем постепенного накопления крахмала в клетках нуцеллуса уже через неделю после начала цветения. Именно в это время в анализируемом материале было замечено массовое появление нуцеллярных проэмбрионов, которые вместе с зародышами других типов служили источником полиэмбрионии. Визуальным проявлением последней стали проростки с несколькими точками роста, а выросшие из них растения формировали так называемые «многоголовчатые» корнеплоды, имевшие на каждом по 2-4 головки, но не точки роста. Эти растения и послужили исходным материалом при создании новой маркерной линии.

Таким образом, эмбриологические исследования выявили у линейной сахарной свеклы все известные типы апомиксиса, из которых лишь *апоспория является реально работающим механизмом*, приводящим к полноценному семенному потомству материнского типа, называемого

иначе матроклинным. Его привлечение в селекционный процесс весьма перспективно, поскольку позволяет: 1) фиксировать у перекрестноопыляющейся свеклы эффект гетерозиса; 2) копировать ценные генотипы; 3) получать нерасщепляющееся потомство от гибридов с уникальными признаками родителей; 4) создавать устойчивые высокопродуктивные сорта как прямым использованием перспективных генотипов, так и гибридизацией нужных форм с апомиктически размножающимися материалами.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Bicknell R.A., Koltunov A.M. Understanding Apomixis: recent advances and remaining conundrums // *Plant Cell*. – 2004. – V. 16, N 1. – P. 228-245.
- 2 Asker S., Jerling L. Apomixis in Plant // CRC Press. – Boca Raton, 1992. – 298 p.
- 3 Hanna W.W. Use of apomixes in cultivar development // *Adv. Agr.* – 1995. – V. 54. – P. 333-350.
- 4 Vielle J.P., Crane C.F., Stelly D.D. Apomixis: the asexual revolution // *Science*. – 1996. – V. 27. – P. 1322-1324.
- 5 Сейлова Л.Б. Репродуктивная биология растений. – Алматы: Школа XXI века, 2005. – 160 с.
- 6 Наумова Т.Н. Апомиксис и амфимиксис у цветковых растений // *Цитология и генетика*. – 2008. – Т. 42, № 3. – С. 51-63.
- 7 Кашин А.С., Куприянов П.Г. Эволюция агамных комплексов у цветковых // *Известия Саратовского ун-та*. – 2009. – Т. 9, вып. 1. – С. 41-47.
- 8 Jassem B. Apomixis in the genus Beta // *Apomixis Newsletter*. – 1990. – N 19. – P. 7-23.
- 9 Малецкий С.И., Малецкая Е.И. Самофертильность и агамоспермия у сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) // *Генетика*. – 1996. – Т. 32, № 12. – С. 1643-1650.
- 10 Seilova L.B., Sedlovskii A.I. Apomixis in diploid sugar beet and its use in breeding // *Sugar tech (India)*. – 2000. – V. 2, N 4. – P. 31-32.
- 11 Богомолов М.А. Апомиксис и его роль в селекции сахарной свеклы // *Сахарная свекла*. – 2005. – № 8. – С. 19-21.
- 12 Szkutnik T. Apomixis in the Sugar beet reproduction system // *Acta biologica. Series Botanica*. – 2010. – V. 52, N 1. – P. 87-96.
- 13 Малецкий С.И., Малецкая У.И., Юданова С.С. Апозиготический способ репродукции семян в системе рода Beta (*Chenopodiaceae*) и гомологические ряды Н. И. Вавилова // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2011. – Т. 15, № 1. – С. 66-78.
- 14 Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – М.: Колос, 1982. – 256 с.
- 15 Батыгина Т.Б., Васильев В.Е. Размножение растений. – СПб.: СПбГУ, 2002. – 232 с.
- 16 Сейлова Л.Б., Джексембиев Р.К. Апогаметия у растений-апомиктов сахарной свеклы // *Kluczowe aspekty naukowe dzialalnosci*. – Polska: Przemysl, 2009. – С. 34-39.
- 17 Battaglia E. Embryological questions: Unreduced embryo sacs and related problems in Angiosperms // *Atti. Soc. Tosc. Sc. Nat.* – 1991. – Ser. Biol. – V. 73. – P. 1-134.

Л. Б. Сейлова, Р. К. Жексембиев

АПОМИКСИС: ҚАНТ ҚЫЗЫЛШАСЫНЫҢ ЭМБРИОНЫНДАҒЫ КӨРІНІСТЕРІ

Жартылай апомиксис тән диплоидты қант қызылшасының диплоспориялық, апоспориялық және қосалқы эмбриондық барлық белгілі тетіктері анықталды. Негізгі элементтерінің эмбриондық дамуы мен құрылысының ерекшеліктері баяндалды. Хромосомдық редуцияланбаған тұқым қапшықшасы тұқым бүрінің соматикалық клеткаларынан дамитыны және толық қанды тұқымдық ұрпақ қалыптастыратын негізгі жұмыс үлгісі апоспория болатындығы анықталды.

L. B. Seilova, R. K. Djeksembiev

APOMIXIS: ASPECTS OF EMBRYOLOGY IN SUGAR BEET

In diploid sugar beet with facultative apomixis all known mechanisms are revealed – diplospory, apospory, adventitious embryony. It is described the peculiarities of embryonal development and structure the main elements. Only apospory is really working model, when chromosomally unreduced embryo sacs are developed from somatic cells of ovule and it formed the valuable seed progeny.

Г. Б. ТУСТИКБАЕВА, А. П. БОГОЯВЛЕНСКИЙ, И. А. ЗАЙЦЕВА,
Э. С. ОМИРТАЕВА, П. Г. АЛЕКСЮК, В. Э. БЕРЕЗИН

ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МЕТОДА ИММУНОФЕРМЕНТНОЙ ДИАГНОСТИКИ НА МЕМБРАННОМ СОРБЕНТЕ (ИФА-ТИС) ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ АНТИТЕЛ К ВИРУСУ БОЛЕЗНИ НЬЮКАСЛА

РГП «Институт микробиологии и вирусологии» Комитет науки МОН РК, г. Алматы

Разработка простых, надежных в употреблении и высокочувствительных методов и тест-систем для диагностики вируса болезни Ньюкасла является весьма актуальной задачей современной вирусологии, имеющей не только теоретическое, но и большое практическое значение. Был разработан высокочувствительный способ выявления антител к белкам ВБН методом ИФА-ТИС. Показано, что чувствительность метода ИФА-ТИС значительно превышает чувствительность традиционных способ выявления антител к вирусу ВБН с помощью РГА, РТГА и РНГА.

Введение. Болезнь Ньюкасла – высококонтагиозная вирусная инфекция птиц, которая характеризуется поражением всех внутренних органов и систем организма и вызывающая крупные эпизоотии среди домашних и диких птиц [1-3]. ВБН способен вызывать массовую гибель птиц в птицеводческих хозяйствах, нанося значительный экономический ущерб. Своевременная и эффективная диагностика ВБН, а также контроль за напряженностью иммунитета после вакцинации служат хорошим барьером на пути распространения вируса и помогает предотвратить значительные экономические потери [4, 5].

Материалы и методы

В работе был использован вирус болезни Ньюкасла, штамм А/ПМВ-1/La Sota/46. Вирус выращивали в течение 48 часов в аллантоисной полости куриных эмбрионов при 37 °С. Концентрация и очистка вируса осуществлялась дифференциальным центрифугированием с использованием градиента плотности сахарозы при 29 тыс./об.мин. Полученный осадок вируса суспендировали фосфатно-солевым буфером (ФСБ), определяли гемагглютинирующую активность и концентрацию белка. Концентрацию белка определяли по методу Bradford с использованием красителя Кумасси [6].

Реакцию точечного иммунного связывания на мембранном сорбенте (ИФА-ТИС) ставили, как описано ранее [7-9]. Аликвоты антигена в рабочем разведении сорбировали на нитроцеллюлозную мембрану. Полученный иммуносорбент для исключения неспецифической сорбции антител обрабатывали 10 %-ной нормальной лошадиной сывороткой в сочетании с 0,5 % Твин-20 в течение 60 минут при 37 °С.

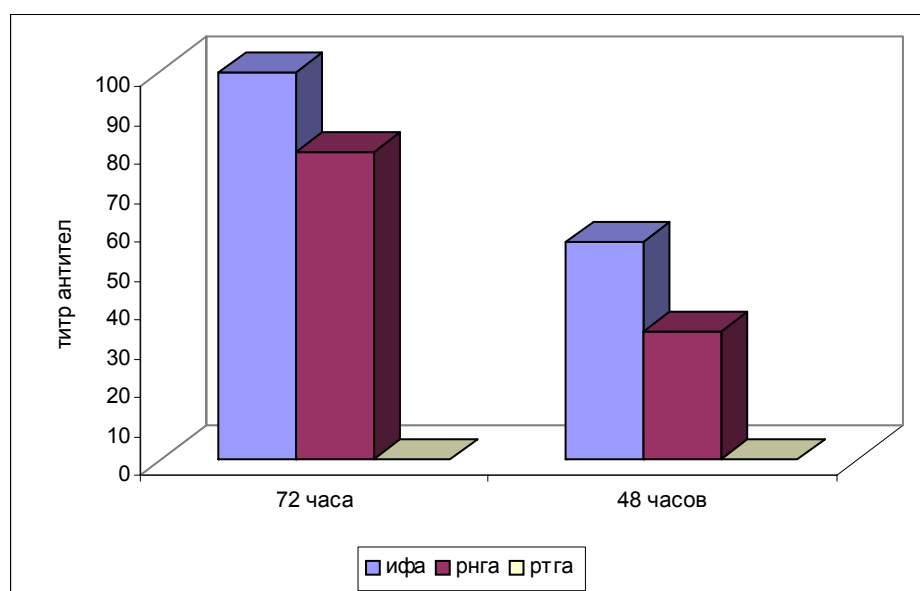
Исследуемые сыворотки в последовательных двукратных разведениях наносили на сорбент и после инкубации иммуносорбента с сывороткой в течение 1 часа при 37 °С несвязавшиеся иммуноглобулины отмывали от иммуносорбента буферным раствором (0,05 М Трис HCl, 0,9 % NaCl, 0,05% Твин 20). Связанные с иммуносорбентом вирусспецифические антитела выявляли в иммуноферментной реакции, используя антивидовой конъюгат с пероксидазой хрена в рабочем разведении. В качестве цветного индикатора применяли комплексобразующий субстрат бензидин [10]. РТГА и РНГА осуществляли стандартными методами [11].

Результаты исследования

Для изучения чувствительности различных методов определения антител к ВБН было проведено экспериментальное заражение цыплят вирусом А/ПМВ-1/La Sota /46. Двухнедельных цыплят, не имеющих антител к ВБН, заражали интраназально в дозе 1000 ЭИД₅₀/цыплянок в объеме 0,2 мл. Антитела определяли в течение первых 4 дней после заражения.

Сопоставление чувствительности методов РТГА, РНГА и ИФА-ТИС осуществлялось по двум параметрам: 1) сроки обнаружения антител и возможность ранней диагностики ВБН, 2) титры антител в иммунных сыворотках при определении различными методами. В качестве контроля использовали сыворотки неиммунных цыплят из контрольной незараженной группы.

Изучение динамики появления антител к ВБН в сыворотках цыплят после заражения вирусом продемонстрировало более высокую чувствительность метода ИФА-ТИС по сравнению с РТГА и РНГА. В РТГА значимый уровень антител к ВБН выявлялся только через 72 ч после экспериментального заражения, тогда как в РНГА и ИФА-ТИС подъем уровня специфических антител регистрировали уже через 24 часа после заражения. Через 48 ч после заражения антитела к ВБН обнаруживали у 33% инфицированных цыплят, если использовали метод РНГА и у 56% цыплят, если для диагностики применяли метод ИФА-ТИС. Через 72 ч после инфицирования метод ИФА-ТИС позволял выявить антитела к ВБН у всех инфицированных цыплят (100%), тогда как в РНГА антитела обнаруживали у 79% цыплят (рис.). Сопоставление титров антител к вирусу болезни Ньюкасла (табл.) показало, что метод РНГА чувствительнее РТГА в 2-8 раз, а ИФА-ТИС обладает чувствительностью, превосходящей РТГА более чем в 100 раз.



Примечание. По оси ординат дан % выявления антител у инфицированных птиц; по оси абсцисс – время после экспериментального заражения в часах.

Динамика обнаружения антител к ВБН различными методами после экспериментального заражения цыплят А/ПМВ-1/Ла Сота/46

Титры антител в сыворотках цыплят после экспериментального заражения ВБН, штамм А/ПМВ-1/Ла Сота /46

№ сыворотки	Титр антител, определяемый различными методами		
	РТГА	РНГА	ИФА-ТИС
1	4*	32	320
2	8	64	1280
3	4	32	640
4	8	64	640
5	4	64	1280
6	8	64	320
7	4	32	640

* Даны обратные величины титров антител.

Показано, что чувствительность метода ИФА-ТИС превосходит чувствительность традиционных методов диагностики антител к ВБН в РТГА и РНГА, что дает возможность осуществлять более эффективное и раннее выявление антител у зараженных или вакцинированных птиц. Стабильность основных компонентов тест-системы ИФА-ТИС при +4 °С составляет не менее 8 мес., что позволяет сохранять тест-систему в активном состоянии длительное время и использовать ее для рутинной диагностики.

Таким образом, было установлено, что чувствительность метода ИФА-ТИС существенно превосходит чувствительность традиционных методов диагностики антител к ВБН в РТГА и РНГА. Это позволяет выявлять диагностические значимые уровни антител в более ранние сроки и с большей эффективностью. Данное обстоятельство делает метод ИФА-ТИС более удобным для определения иммунного статуса в популяциях домашних птиц и для контроля эффективности вакцинопрофилактики ВБН в птицеводческих хозяйствах. Определение антител к ВБН с помощью ИФА-ТИС также может служить эффективным методом диагностики инфицированности ВБН у диких мигрирующих птиц, что важно с точки зрения контроля распространения вируса в популяциях диких птиц.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Alexander D.J. The Epidemiology and Control of Avian Influenza and Newcastle disease // J. Comp. Pathol. – 1995. – Vol. 112. – P. 105-106.
- 2 WHO Manuel for in Animal influenza Diagnosis and Surveillance // Geneva. – 2002. – P. 105.
- 3 Саятов М.Х., Бутакова И.Ш., Кыдырманов А.И., Даулбаева К.Д., Асанова С.Е. Итоги изучения парамиксовируса птиц серотипа 1 в Казахстане // Известия МОН РК, НАН РК. – Сер. биол. и мед. – 2003. – № 2. – С. 71-81.
- 4 Дзантиев Б.Б., Осипов А.П. Классификация и характеристика иммуноферментного анализа // Биотехнол. – М, 1987. – Т. 3. – С. 56-116.
- 5 Коровин Р.Н., Зеленский В.П., Грошева Г.А. Лабораторная диагностика болезней птиц. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 117.
- 6 Bradford 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, N 1. – P. 248-254.
- 7 Богоявленский А.П., Боряк И.А., Зайцева И.А., Третьяков Ю.К., Толмачева В.П., Березин В.Э. Разработка гетерологичной тест-системы ИФА на мембранном сорбенте // Известия МОН РК, НАН РК. – Сер. биол. и мед. – 1994. – № 5. – С. 37-40.
- 8 Толмачева В.П., Худякова С.С., Богоявленский А.П., Березин В.Э. Использование метода точечного иммуноферментного анализа на мембранном сорбенте для определения антител к вирусу болезни Ньюкасла // Известия МОН РК, НАН РК. – Сер. биол. и мед. – 1996. – № 5. – С. 74-77.
- 9 Березин В.Э., Таран О.И., Зайдес В.М. Применение метода точечного иммунного связывания (ТИС) для иммунодиагностики вирусных антигенов и антител к вирусным белкам // Метод., исследов. в молекул., общей и медицин., вирусол. – М., 1987. – С. 143-151.
- 10 Коровин Р.Н. Значение реакции задержки гемагглютинации (РЗГА) и непрямой гемагглютинации (РНГА) в ретроспективной диагностике ньюкаслской болезни и оценке поствакцинального иммунитета: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тарту, 1967. – 23 с.
- 11 Асанова С.Е., Богомолова Т.С., Асанов Н.Г., Саятов М.Х. Способ приготовления антигенных эритроцитарных диагностикумов для выявления специфических антител к вирусу болезни Ньюкасла // Известия МОН РК, НАН РК. – Сер. биол. и мед. – 2002. – № 4. – С. 48-55.

*Г. Б. Түстікбаева, А. П. Богоявленский, И. А. Зайцева,
Э. С. Өміртаева, П. Г. Алексюк, В. Э. Березин*

НЬЮКАСЛ АУРУ ВИРУСЫНЫҢ АНТИДЕНЕЛЕРІН ДИАГНОСТИКА ЖАСАУДА МЕМБРАНА СОРБЕНТІНДЕГІ ИММУНОФЕРМЕНТТІ ДИАГНОСТИКА ӘДІСІНІҢ СЕЗІМТАЛДЫҒЫН ЖОҒАРЫЛАТУ

Ньюкасл ауыруы вирусын диагностикалауда теориялық және практикалық маңызы зор сенімді, қолданылуда қарапайым және жоғары сезімтал әдістер мен тестжүйелерді құрау қазіргі вирусологияның көкейтесті мақсаты боп табылады. ИФТ-НИС әдісі арқылы НАВ ақуызына антиденелерді түзу үшін жоғары сезімтал әдісі өңделінді. НАВ антиденелерін анықтауда ИФТ-НИС әдісінің сезімталдығы ГАР, ГАТР, ТГАР белгілі әдістердің сезімталдығына қарағанда біршама жоғары болғаны көрсетілді.

*G. B. Tustikbaeva, A. P. Bogoyavlenskiy, I. A. Zaitzeva,
E. S. Omirtaeva, P. G. Aleksyuk, V.E. Berezin*

INCREASE OF SENSITIVITY OF A METHOD ELISA
ON MEMBRAN SORBENT AT DEFINITION OF ANTIBODY
OF NEWCASTLE DISEASE VIRUS

The development of reliable, simple in the use and big of sensitive methods and test-systems for diagnostics of Newcastle disease virus is rather urgent task modern virology having not only theoretical meaning, but also large practical meaning. In the result of implementation of the work was developed highly sensitive method for detection antibodies to protein by ELISA-PIS. It was shown that sensitivity of ELISA-PIS method significantly gone beyond of conventional NDV antibodies detection test of hemagglutination reaction, hemagglutination inhibition and passive hemagglutination test.

Юбилейные даты



**Раиса
Салмаганбетовна
КУЗДЕНБАЕВА**

3 апреля научная медицинская общественность отмечает юбилей академика Национальной академии наук Республики Казахстан Раисы Салмаганбетовны Кузденбаевой. В 1965 году с отличием завершает учебу в Актюбинском государственном медицинском институте и поступает в аспирантуру II-го Московского государственного медицинского института им. Н. И. Пирогова, успешно защитив кандидатскую диссертацию в 1968 году. Докторскую диссертацию защитила в 1981 году. С 1971 года по 2004 годы Раиса Салмаганбетовна Кузденбаева заведовала кафедрой фармакологии Актюбинского государственного медицинского института.

Раиса Салмаганбетовна в качестве клинического фармаколога более 45 лет руководит научными работами по разработке фитопрепаратов для населения и лечебных учреждений в рамках целевых научно-технических программ Республики Казахстан, внедряя результаты исследований в практическую медицину. Она является автором 35 патентов и авторских свидетельств на изобретения, разработала 11 оригинальных фитопрепаратов, предклинические и клинические исследования которых свидетельствуют о наличии их высокой фармакологической активности.

В 1983 году ей присвоено звание профессора, в 1994 году избрана член-корреспондентом Национальной академии наук и Академии медицинских наук Республики Казахстан, в 1995 году – академиком Академии Профилактической медицины РК.

С 2005 года по настоящее время является директором Фармакологического центра РГП «Национальный центр экспертизы лекарственных средств, изделий медицинского назначения и медтехники» МЗ РК. Работа системы фармаконадзора Казахстана высоко оценена экспертами ВОЗ и Республика Казахстан, в 2006 году была принята ассоциативным членом, а в 2008 году – действительным членом Программы ВОЗ по международному мониторингу ЛС и получила доступ к международной базе данных ВОЗ VigiBase.

С 1971 года по 1994 год была членом Правления Всесоюзного научного общества фармакологов, с 1995 года является Почетным членом научного общества фармакологов Российской Федерации, членом редакционного совета журналов «Экспериментальная и клиническая фармакология» (РФ), «Центрально-азиатский медицинский журнал», «Фармация» (РК).

Кузденбаевой Р.С. создана замечательная школа фармакологов, она подготовила 6 докторов и 40 кандидатов наук, автор 400 научных трудов, в том числе 4 монографий.

Р. С. Кузденбаева принимала активное участие в разработке «Кодекса о здоровье народа и системе здравоохранения». Она является членом Формулярной комиссии МЗ РК. Активно занимается вопросами обеспечения населения Казахстана эффективными, безопасными и качественными лекарственными средствами.

За плодотворную научную и педагогическую деятельность Р. С. Кузденбаева награждена орденами «Знак Почета», «Курмет», орденом «М. Ломоносова» РФ, значком «Отличник здравоохранения СССР», медалями «10 лет независимости Казахстана», «20 лет независимости Казахстана», «Алгыс хат» Президента Назарбаева Н. А. В 2001 году Р. С. Кузденбаева удостоена Государственной премии Республики Казахстана в области науки, техники и образования, в 2002 году ей присвоено звание «Почетный гражданин г. Актобе», в 2003 году «Человек года г. Актобе».

Пожелаем Раисе Салмаганбетовне доброго здоровья, успехов во всех начинаниях и задуманных планах работы, благополучия семье.

Памяти ученого

Екатерина Трофимовна НИКИТИНА



Коллектив Института микробиологии и вирусологии Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан глубоко скорбит по поводу безвременной утраты, ухода из жизни доктора биологических наук, профессора, выдающегося ученого-микробиолога Никитиной Екатерины Трофимовны.

Екатерина Трофимовна Никитина родилась 7 сентября 1931 года в г. Усть-Каменогорске. После окончания биолого-почвенного факультета Казахского Государственного Университета в 1951 году Екатерина Трофимовна поступила в Институт микробиологии и вирусологии, где прошла путь от аспиранта до доктора наук, профессора, специалиста высочайшего уровня квалификации. Все эти годы ее научная деятельность, широко признанная в стране и за рубежом, неразрывно связана со становлением важнейших направлений микробиологии – селекционно-генетического, биотехнологического, экологического.

Наиболее существенный вклад, сделанный Екатериной Трофимовной в виде разработки уникальной микробной модели опухолевого роста, пригодной для быстрого и простого скрининга канцерогенов и отбора противоопухолевых препаратов, обобщен в докторской диссертации и монографии. Модель одобрена и рекомендована миссией ООН для продвижения на западные рынки. Международные проекты Никитиной Екатерины Трофимовны с американскими коллегами прославляют казахстанскую науку. Дело всей жизни Екатерины Трофимовны оказалось важным для человечества.

Большой вклад внесен Екатериной Трофимовной в подготовку научных кадров. Будучи мудрым и требовательным наставником, Екатерина Трофимовна создала серьезную научную школу и сумела передать своим многочисленным ученикам трудолюбие, настойчивость и самоотверженность в достижении высоких целей науки. Опубликованные ею более 200 научных трудов и 2 монографий являются образцом высокой фундаментальной науки и служат весомым вкладом в развитие теоретической и прикладной микробиологии.

Коллеги и друзья высоко ценят интеллект, духовные и человеческие качества Екатерины Трофимовны, душевную теплоту, честность и порядочность, скромность и отзывчивость.

Кроме того, мы знаем Екатерину Трофимовну как верную хранительницу домашнего очага, заботливую маму и бабушку, надежного друга.

Светлую память о Никитиной Екатерине Трофимовне навсегда сохраняют те, кто знал ее, как ученого-микробиолога и как прекрасного человека с БОЛЬШОЙ БУКВЫ.

*Коллектив ИМВ, коллеги, друзья, подруги, ученики,
18 апреля 2012 г.*

СОДЕРЖАНИЕ

Обзоры

Сулейменова Ж.Б., Искакбаева Ж.А., Нурлыбаева А.Е. Микробные ферменты (Современное состояние проблемы)..... 3

Биология и медицина – региону

Айпеусова С.А. К системе географических типов флоры степной зоны Казахстана..... 8
Айпеусова С.А. Эндемизм флоры Актобинского флористического округа..... 15
Жаркенов Д.К., Сейтбаев Қ.Ж. Шу өзені бассейніндегі кіші су айдындардың ихтиофаунасы және жалпы жағдайы..... 21
Иманқұлов М.О. Балқаш саңырауқұлағының – *Agaricus balhaschensis* Sam et Nam., химиялық құрамы..... 27
Мажидбаева Ж.О., Нурмуханбетов А., Исмуханова Л.Т. Характеристика макрозообентоса малых водоемов Алматинской области в 2010 г. 30

Теоретические и экспериментальные исследования

Аимбетов Р.С., Бисенбаев А.К., Сарбасов Д.Д. Мутация G934E риктора отрицательно влияет на киназную активность mTORC2 и скорость пролиферации клетки..... 34
Ахметов А. А. Определитель вольфартовых мух (Diptera, Sarcophagidae) Казахстана..... 41
Байтурсинов К.К., Дайрабаев Р.А., Елюбаева Ф.О. Биологиялық алуантүрлілікті сақтау мақсатында экологиялық торларды құрудың маңыздылығы..... 46
Бари А.А., Хайленко В.А., Оразова С.Б., Иващенко А.Т. Характеристики связывания некоторых семейств miRNA *Arabidopsis thaliana* С mRNA генов хромосомы 4..... 50
Бейсенов Д.К., Станбекова Г.Э., Крылдаков Р.В., Полимбетова Н.С., Жигайлов А.В., Искаков Б.К. Вирусные трансляционные энхансеры как мишени для РНК-интерференции при создании растений, устойчивых к вирусам..... 55
Бостанова А.М., Абдрашитов А.А. Микобиота семян бобовых культур в условиях хранения..... 60
Дарибаев Ж.Е., Абишова Г.У., Ахметова Ш. Технология переработки гранулированных шлаков свинцового производства..... 65
Иващенко А.Т., Берилло О.А., Исабекова А.С., Хайленко В.А. Нуклеотиды в сайтах связывания mRNA с miRNA кодируют консервативные олигопептиды в ортологичных белках..... 68
Мынбаева Б.Н. *Azotobacter* как индикатор токсичности городских почв..... 76
Мырзаханова М. Н., Мырзаханов Н. Становление сократительной деятельности аппарата лимфообращения..... 80
Мырзаханова М.Н., Мырзаханов Н. Хронологические ритмы лимфатических узлов в исследовании..... 84
Нурлыбаева А.Е., Саданов А.К., Сулейменова Ж.Б., Искакбаева Ж.А. Аылшаруашылық малдары мен үй құстарының жемдері үшін кешенді ферменттік препараттарды қолдану..... 87
Пичхадзе Г., Сатбаева Э., Менчишева Ю., Аканова А. Анализ показателей комплаенса у детей и взрослых, больных сахарным диабетом..... 91
Сарсембаева А.Т., Такибаев Н.Ж. Определение концентраций положительных молекулярных ионов H_2^+ и отрицательных ионов H^- при температурах 5000–15000 К..... 96
Сейлова Л.Б., Джексембиев Р.К. Апомиксис: аспекты эмбриологии у сахарной свеклы..... 99
Тустикбаева Г.Б., Богоявленский А.П., Зайцева И.А., Омритаева Э.С., Алексюк П.Г., Березин В.Э. Повышение чувствительности метода иммуноферментной диагностики на мембранном сорбенте (ИФА-ТИС) для диагностики антител к вирусу болезни Ньюкасла..... 106

Юбилейные даты

Раиса Салмаганбетовна Кузденбаева (К 70-летию со дня рождения)..... 110

Памяти ученого

Никитина Екатерина Трофимовна..... 111

Редакторы: М. С. Ахметова, Ж. М. Нургожина
Верстка на компьютере Д. Н. Калкабековой

Подписано в печать 02.05.2012.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
7,0 п.л. Тираж 300. Заказ 2.