

Российская академия наук | Казанский научный центр
Федеральное агентство научных организаций

Казанский институт биохимии и биофизики



70-летию
Казанского института биохимии и биофизики
посвящается



Дорогие друзья и коллеги!

Казанский институт биологии Казанского филиала АН СССР (ныне Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Казанский институт биохимии и биофизики Казанского научного центра РАН) был создан постановлением Совета народных комиссаров СССР и решением Президиума Академии наук СССР в 1945 году. Прошло 70 лет, сменилось не одно поколение сотрудников. Эта книга – прежде всего дань памяти тем, кто создавал историю института. Мы постарались рассказать о создании института, об истории становления лабораторий. Конечно, невозможно упомянуть всех тех, кто работал на протяжении этих 70 лет в подразделениях института, также как невозможно описать каждодневные радости и огорчения при-сущие работе, связанной с проведением экспериментов и анализом их результатов. Низкий поклон всем сотрудникам, вносившим и вносящим свой вклад в становление и развитие института.

На страницах книги вы можете прочитать и о сегодняшнем дне КИББ КазНЦ РАН, сопоставить прошлое и настоящее, узнать над решением каких научных проблем работают сотрудники сегодня. Освоение новейших методов исследований, наличие уникального современного оборудования сделали возможным получать результаты, которые достойно представляют наш институт не только в стране, но и за ее рубежами.

В отличие от предыдущих изданий в этой книге появилась глава, в которой представлены воспоминания сотрудников разных лет, стихи и посвящения.

Настоящая книга необходима в первую очередь молодым сотрудникам и аспирантам, которые должны знать историю института. На фундаменте этих знаний осуществляется связь поколений, что является залогом достойного продолжения традиций и истории.

Мы надеемся, что представленные материалы окажутся полезными и тем, кто, впервые прочитав об институте, заинтересуется научными проблемами, решаемыми в его подразделениях. Мы открыты для проведения совместных исследований.

Благодарим спонсоров, чья финансовая поддержка сделала возможным издание книги. Это наши друзья и партнеры: НПФ Татхимпродукт, ООО «Химмед-Поволжье», ООО НПФ «Литех», ООО «Аламед», ООО «ДжиИ Хэлскеа».

А. Н. Гречкин



Н. А. Гусев, В. А. Попов и Н. А. Ливанов, 1967 г.

ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

13 апреля 1945 года Совет народных комиссаров СССР принял постановление об открытии в Казани филиала Академии наук СССР. Президиум Академии наук СССР на своем распорядительном заседании 28 августа 1945 года утвердил структуру Казанского филиала АН СССР, в состав которого вошли пять институтов, в том числе Биологический.

Первым директором института был назначен известный морфолог-эволюционист, профессор **Николай Александрович Ливанов**. Институт состоял из четырех секторов: ботаники (заведующий профессор А. М. Алексеев), сельского хозяйства, агрохимии и по-

чвоведения (заведующий профессор М. А. Винокуров), зоологии (заведующий профессор В. В. Изосимов), экспериментальной биологии (заведующий профессор А. В. Кибяков). Всего в институте в то время работало 28 человек.

В 1947 году из состава Биологического института был выделен сектор сельского хозяйства как самостоятельная группа при Президиуме Казанского филиала АН СССР. Заведующий сектором профессор М. А. Винокуров покинул институт, но, несмотря на это, он еще долгое время осуществлял научное руководство почвенными исследованиями, которые проводились в институте.

В 1948 году в газете «Красная Татария» появилась статья преподавателя Казанского педагогического института В. Федоровой, обвиняющая Н. А. Ливанова в том, что он является главой казанских вейсманистов-морганистов. В то время такое обвинение было равносильно зловещему ярлыку «враг народа». Профессор Н. А. Ливанов вынужден был оставить институт. Научные исследования по эволюционной морфологии и ихтиологии были прекращены.

Директором института в 1949 году был назначен известный представитель казанской физиологической школы профессор **Алексей Васильевич Кибяков**. Структура института вновь была изменена и состояла теперь из трех секторов: геоботаники, физиологии растений, почвоведения и растениеводства (заведующий профессор А. М. Алексеев), зоологии и животноводства (заведующий кандидат биологических наук Г. А. Палкин), экспериментальной биологии (заведующий профессор А. В. Кибяков). В 1953 году А. В. Кибяков оставил пост директора института и уехал в Ленинград. После его ухода сектор экспериментальной биологии был ликвидирован.

После отъезда А. В. Кибякова институт возглавил профессор **Алексей Михайлович Алексеев**. К сожалению, почти ежегодные изменения структуры института и частая смена его руководителей, объясняемая резким противостоянием между сторонниками формальной генетики и сторонниками официальной «лысенковщины», не могли не сказаться на научной деятельности института. Да и условия для научной работы были далеко неблагоприятны. До 1948 года институт не имел своего помещения, и работа велась в лабораториях университета, сельскохозяйственного и ветеринарного институтов.

В середине 50-х годов длительная научно-организационная перестройка института была завершена, и в институте сформировались два основных научных направления: физиология растений и зоология. Они надолго определили направление научной деятельности института. Лабораторию физиологии



**Виктор Алексеевич
Попов**

растений возглавил профессор Алексей Михайлович Алексеев, лабораторию зоологии – профессор Виктор Алексеевич Попов, под руководством которого в институте начали развиваться исследования в области экологии.

В 1950-е годы при Президиуме Казанского филиала Академии наук СССР была создана Комиссия по охране природы, председателем которой являлся академик А. Е. Арбузов (руководитель Казанского филиала), а его заместителем – В. А. Попов. Усилиями этой Комиссии и в большой степени В. А. Попова удалось доказать необходимость создания в республике территорий, закрытых для прямого хозяйственного использования и сохраняющих благодаря этому типичные для региона экосистемы и их генофонд в естественных условиях. В 1960 году было принято решение создать Волжско-Камский государственный заповедник. Активно развивающиеся в Казанском институте биологии экологические исследования, привлечение к этим исследованиям студентов Казанского университета дали основание профессору В. А. Попову открыть в Казанском государственном университете первую в нашей стране кафедру охраны природы.

В 1960 году А. М. Алексеева в должности заведующей лабораторией физиологии растений и директора института сменил его ученик профессор **Николай**



Андреевич Гусев. В период его директорства институт занял лидирующее положение в стране в области изучения водного режима растений. Н. А. Гусев был инициатором развития в институте биофизических исследований.

После расформирования в 1963 году Казанского филиала АН СССР Институт биологии вошел в состав Казанского университета, при котором он просуществовал около восьми лет. Вузовская наука в то время бедствовала, и это существенно затормозило развитие института. Но, несмотря на трудности этого периода, удалось сохранить тематику и кадры. Все это время на протяжении более 20 лет бессменным ученым секретарем и хранителем истории института был к.б.н. Фарид Фатыхович Муртази.

В 1971 году Казанский институт биологии единственный из числа переданных в другие ведомства был возвращен в состав АН СССР. С этого момента начался период его интенсивного развития.

Новая эра в жизни института началась в 70-х годах, когда в институт вместе со своими учениками пришел заведующий кафедрой биохимии Казанского государственного университета молодой профессор **Игорь Анатольевич Тарчевский.** Он возглавлял институт с 1975 по 1992 год. В эти годы институт пополнился молодыми сотрудниками – биологами, химиками и физиками. На первый план выдвинулись исследования в области физико-химической биологии. Работы института были включены в Государственную научно-техническую программу «Физико-химическая биология», что дало возможность приобрести необходимые для проведения исследований на современном уровне уникальные приборы и дорогостоящие реактивы. Неоценимый вклад в претворение в жизнь идей И. А. Тарчевского по развитию в институте приоритетных направлений исследований в области физико-химической биологии и в оснащение института современным оборудованием и материалами внес Борис Авраамович Николаев, который с 1972 по



Фарид Фатыхович
Муртази



Борис Авраамович
Николаев

1977 год был ученым секретарем, а затем заместителем директора Казанского института биологии.

К началу 80-х годов в институте сформировались два основных направления научных исследований, которые были утверждены постановлением Президиума РАН:

- Физико-химические основы организации биологических систем.
- Изучение растительного и животного мира. Разработка рационального использования ресурсов живой природы Волжско-Камского края.

На первый план выдвинулись новые направления: регуляция метаболизма биополимеров и мембранных липидов, дыхательный и энергетический обмен, в том

числе фотосинтез и фотодыхание, культура клеток и тканей, клеточная инженерия, физиология микроорганизмов, генетика растительных микоплазм, структура и динамика белков.

В 1992–2002 годы, в тяжелое для российской науки время перестройки, институт возглавлял член-корреспондент Академии наук Республики Татарстан, профессор **Владимир Дмитриевич Федотов**. Несмотря на постоянные задержки и уменьшение и без того мизерного финансирования, ему удалось сохранить коллектив. Институт продолжал интенсивно развиваться. В.Д. Федотовым была разработана и введена система оценки работы подразделений и сотрудников института по количеству и качеству публикаций, а также учреждены стипендии для наиболее активно работающих молодых ученых. Это способствовало тому, что сотрудники стали публиковать результаты своих исследований в престижных отечественных и международных журналах с высоким импакт-фактором, что в свою очередь позволило подразделениям института получать гранты различных российских и международных научных фондов.

В 1993 году из состава института был выделен отдел экологии (руководитель профессор В. А. Бойко), на базе которого в Академии наук Республики Татарстан был создан Институт экологии природных систем.

Исследования в Казанском институте биологии сконцентрировались на изучении проблем физико-химической биологии. И в 1998 году Казанский институт биологии был переименован в Казанский институт биохимии и биофизики.

С 2002 года институт возглавляет академик РАН **Александр Николаевич Гречкин**. В настоящее время в институте проводятся фундаментальные исследования в области физиологии и биохимии растений, молекулярной биологии, молекулярной биофизики, биоорганической химии, нейрофизиологии. По ряду направлений институт занимает лидирующее положение.

В институте две признанные ведущие научные школы: «Клеточная сигнализация растений» (академики РАН А. Н. Гречкин и И. А. Тарчевский) и «Молекулярные механизмы функционирования периферического нервно-мышечного соединения» (академик РАН Е. Е. Никольский). В последние годы сформировались и активно развиваются новые научные направления, получавшие признание как в нашей стране, так и за рубежом. Это фундаментальная гликобиология; межмолекулярные взаимодействия и корреляция структура-активность белков в различном микроокружении; молекулярные механизмы адаптации растений, животных и микроорганизмов к действию стресс-факторов.

Исследования в институте проводятся по следующим основным направлениям:

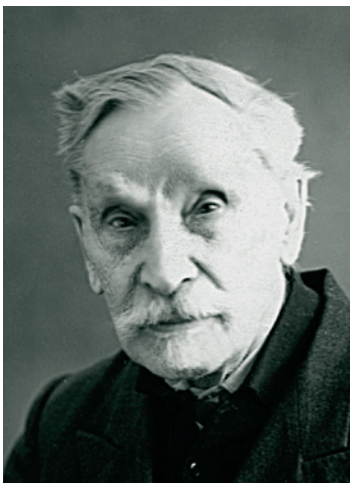
- Биосинтез, структура и функции биомакромолекул.
- Молекулярные механизмы межклеточных взаимодействий.
- Молекулярные механизмы роста, развития и адаптации растений.
- Разработка инновационных подходов конверсии возобновляемого растительного сырья и новых принципов диагностики и лечения заболеваний растений, животных, человека.

Уникален кадровый состав института: из 152 работающих в институте сотрудников – 3 академика РАН, 15 докторов наук и 89 кандидатов наук. 50% научных сотрудников – молодые ученые до 39 лет.

Институт оснащен современным научным оборудованием, позволяющим проводить исследования на высоком методическом уровне. Комплементарное использование методов и подходов биохимии, биофизики, физиологии и молекулярной биологии в их современных вариантах позволяет эффективно прогрессировать в области изучения механизмов функционирования живого и разрабатывать новые концептуальные подходы к исследованию сложных биологических систем.



ДИРЕКТОРА ИНСТИТУТА



Николай Александрович Ливанов
(1876–1974)

Николай Александрович Ливанов родился 20 ноября 1876 года в Саратове. В 1900 году окончил естественное отделение физико-математического факультета Казанского императорского университета и был оставлен профессорским стипендиатом по кафедре зоологии, сравнительной анатомии и эмбриологии. В 1907 году защитил магистерскую диссертацию, посвященную морфологическому исследованию примитивной пиявки, в 1914 году в Петербургском университете

защитил диссертацию на степень доктора зоологии и сравнительной анатомии. С 1918 года – профессор и заведующий кафедрой зоологии беспозвоночных Казанского университета, в 1947–1970 годы – профессор этой кафедры. С 1945 по 1949 год – директор Биологического института Казанского филиала Академии наук СССР. В период «лысенковщины» Н. А. Ливанов был лишен права иметь аспирантов.

Н. А. Ливанов автор более 50 научных работ, посвященных решению эволюционно-морфологических вопросов. В качестве объекта исследований он избрал высших червей, которые являются центральной группой беспозвоночных, т.к. у них впервые в животном мире появляются системы органов, характерные для высокоорганизованных животных. При изучении тонкого строения нервной системы полихет им были установлены состав и функциональное значение нервных клеток в центральной нервной системе. На основе изучения организации высших червей Н. А. Ливанов дал новое объяснение вторичной полости тела – целома. Полученные им данные вошли во второй том «Руководства по зоологии» (Москва, 1937–1940).

В 1945 году в Ученых записках Казанского университета, а затем отдельным изданием вышла его монография «Пути эволюции животного мира – анализ организации главнейших типов животного мира» (Москва, 1955), в которой на основе систематического анализа животных в единстве с условиями окружаю-

1945

щей среды Н. А. Ливанов расширяет и углубляет теоретические положения о ходе эволюционного процесса, выдвинутые крупнейшим зоологом-эволюционистом академиком Н. А. Северцевым.

Н. А. Ливанов – Заслуженный деятель науки РСФСР и Татарской АССР, награжден орденами Ленина и Трудового Красного Знамени, медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.»



**Алексей Васильевич Кибяков
(1889–1985)**

Алексей Васильевич Кибяков родился 27 сентября 1889 года в селе Шаморбаши Мамадышского уезда Казанской губернии. В 1927 году окончил медицинский факультет Казанского государственного университета.

А. В. Кибяков – доктор медицинских наук, член-корреспондент Академии медицинских наук СССР, профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии Казанского медицинского института (1948–1953), директор Биологического института

Казанского филиала Академии наук СССР (1949–1953), заведующий кафедрой нормальной физиологии Ленинградского медицинского института (1956–1974).

А. В. Кибяков – выдающийся представитель Казанской физиологической школы, ученик Н. А. Миславского и А. Ф. Самойлова. Развивая идеи своих учителей, он впервые в мире (1933) показал, что медиаторы передают возбуждения в межнейрональных синапсах, а также являются трофическими агентами, участвующими в регуляции функционального состояния иннервируемого органа и самого синаптического аппарата за счет воздействия на метаболические процессы. Им было установлено, что в биосинтезе основного медиатора симпатической нервной системы норадреналина важную роль играет гормональная функция мозгового слоя надпочечников, а синтез ацетилхолина связан с гормональной активностью поджелудочной железы. Эти исследования были обобщены А. В. Кибяковым в монографиях «О природе регуляторного влияния синаптической нервной системы» (Казань, 1949) и «Химическая передача возбуждения» (Москва-Ленинград, 1964), а также в книге «Рассказы о медиаторах» (Москва, 1978). Под руководством А. В. Кибякова защищено более 40 кандидатских диссертаций, 14 его учеников стали докторами наук.

А. В. Кибяков награжден двумя орденами Трудового Красного Знамени, медалями.

1949



**Алексей Михайлович Алексеев
(1893–1971)**

Алексей Михайлович Алексеев родился 23 мая 1893 года в Казани. В 1917 году окончил Казанский университет и был оставлен профессорским стипендиатом на кафедре физиологии и анатомии растений. В 1938 году защитил докторскую диссертацию «Физиологические основы влияния засухи на растения», в этом же году ему присвоено звание профессора. С 1932 года до конца жизни заведовал кафедрой физиологии растений Казанского университета. По совместительству с 1946 года заведовал сектором ботаники в Казанском институте биологии Казанского филиала Академии наук СССР, а с 1954 по 1960 год являлся директором института.

А. М. Алексеев – выдающийся физиолог растений, родоначальник широко известной казанской школы физиологов растений. Его исследования посвящены изучению водного режима растений и его связи с обменом веществ при воздействии различных условий внешней среды, в основном – засухи. А. М. Алексеевым разработана новая концепция изучения водного режима растений с позиций термодинамики и введено понятие об активности воды и ее парциальном химическом потенциале. Выдвинута гипотеза, что водный режим является ингредиентом обмена веществ, а также влияет на структуру цитоплазмы растительных клеток. Это положение легло в основу дальнейших исследований структурно-метаболической роли воды в жизни растений, оказавших большое влияние на направленность работ физиологов растений страны. Исследования А. М. Алексеева обобщены в монографиях «Водный режим растений и влияние на него засухи» (Казань, 1948) и «Влияние минерального питания на водный режим растений» (Москва, 1957). Им была прочитана лекция памяти К. А. Тимирязева.

Под руководством А. М. Алексеева защищено более 20 кандидатских диссертаций, среди его учеников четыре доктора наук и один академик (И. А. Тарчевский).

А. М. Алексеев – Заслуженный деятель науки РСФСР и Татарской АССР, награжден орденом Ленина и медалью Всесоюзной сельскохозяйственной выставки.

1954



**Николай Андреевич Гусев
(1911–1987)**

Николай Андреевич Гусев родился 7 июля 1911 года в Казани. В 1934 году окончил Казанский государственный университет. В 1957 году защитил докторскую диссертацию. Профессор, Заслуженный деятель науки РСФСР и Татарской АССР. С 1941 по 1943 год был на фронте. С 1946 года до конца жизни работал в Казанском институте биологии Казанского филиала Академии наук СССР сначала в должности старшего научного сотрудника, затем директора и заведующего лабораторией физиологии растений (1960–1975), заведующего лабораторией водного режима (1975–1987).

Н. А. Гусев был одним из ведущих специалистов в стране в области изучения водного режима растений. Им успешно развивалось представление о водообмене как о важном ингредиенте обмена веществ, взаимосвязанном с другими сторонами обмена, что дает возможность направленного воздействия на водообмен с целью регуляции физиологических процессов, а в конечном итоге – устойчивости и продуктивности растений. Под влиянием его работ широко распространилось исследование интенсивности водоотдачи клетками как показателя устойчивости растений к действию неблагоприятных факторов.

Широкую известность получили результаты его исследований, посвященных выяснению особенностей взаимосвязи водного режима с фотосинтезом и минеральным питанием растений.

Н. А. Гусев был инициатором внедрения в исследования физиологов растений института физических методов (ЯМР, ЭПР, инфракрасной и диэлектрической спектроскопии).

Н. А. Гусевым опубликовано около 100 научных работ, в том числе восемь монографий. Его книга «Некоторые закономерности водного режима растений» впоследствии была переиздана в Китае. Под руководством Н. А. Гусева защищено 15 кандидатских диссертаций, пятеро его учеников стали докторами наук.

1960



Игорь Анатольевич Тарчевский

Игорь Анатольевич Тарчевский родился 24 января 1931 года в Омске. В 1954 году окончил Казанский государственный университет, в 1964 году защитил докторскую диссертацию. С 1965 по 1974 и с 1983 по 1994 годы – заведующий кафедрой биохимии университета. С 1974 года – заведующий лабораторией Казанского института биологии Казанского филиала АН СССР, с 1975 по 1992 год – директор института. Под его руководством значительно усилилась биохимическая составляющая исследований института. С 1991 по 1996 год – председатель Президиума Казанского научного центра РАН, вице-президент Академии наук Республики Татарстан. В 1981 году избран членом-корреспондентом, а в 1987 году – действительным членом Академии наук СССР.

И. А. Тарчевский более 50 лет посвятил исследованию проблем физиологии и биохимии растений. Он выдвинул и обосновал концепцию неспецифических изменений фотосинтетического метаболизма углерода при стрессе, исследует особенности функционирования основных сигнальных систем клеток растений, отвечающих за адаптацию растений к неблагоприятным климатическим условиям и за формирование иммунитета к патогенам.

Анализ собственных и литературных экспериментальных данных позволил ему выдвинуть положение о функционировании в клетках растений единой сигнальной сети, состоящей из взаимодействующих друг с другом сигнальных систем. Показано, что промежуточные продукты сигнальных систем клеток могут использоваться для создания препаратов нового поколения, усиливающих выработку растениями устойчивости к неблагоприятным климатическим факторам и патогенам. Впервые обнаружена внутримолекулярная сигнальная конкуренция (между фрагментами хитин-хитозан-карбоксиметил олигосахаридного элизитора), идентифицированы многие защитные белки, синтез которых активируется салициловой кислотой – ключевым фактором фитоиммунитета.

Впервые проведен протеомный анализ клеток при действии на растения антибиотика циклогексимида – ингибитора синтеза белков. Как и ожидалось, он вызывает снижение содержания многих белков. Неожиданным было открытие антипатогенного

1975

феномена циклогексимида, проявившегося в повышении у корней растений содержания ферментов, катализирующих синтез антипатогенных небелковых соединений – фитоалексинов, лигнина и терпеноидов.

И. А. Тарчевским прочитаны лекции памяти К. А. Тимирязева и С. П. Костычева. Им опубликовано более 130 статей и 9 монографий, одна из которых вышла на английском языке в издательстве Springer. Он является автором учебного пособия по фотосинтезу (издательство «Высшая школа»), им подготовлено 40 кандидатов и 8 докторов наук, один из его учеников (А. Н. Гречкин) избран академиком РАН.

В настоящее время И. А. Тарчевский – советник РАН, главный научный сотрудник, заведующий группой белкового метаболизма Казанского института биохимии и биофизики КазНЦ РАН.

И. А. Тарчевский – Заслуженный деятель науки РСФСР и Республики Татарстан, Почетный доктор Казанского университета, награжден орденами «Дружбы народов», «За заслуги перед отечеством» IV степени, «Почета», «За заслуги перед Республикой Татарстан». Лауреат премии им. А. Н. Баха Российской академии наук и (совместно с А. Н. Гречкиным) премии им. В. А. Энгельгардта Академии наук Республики Татарстан.



В. Д. Федотов, А. Н. Гречкин и И. А. Тарчевский.



**Владимир Дмитриевич Федотов
(1940–2012)**

Владимир Дмитриевич Федотов родился 1 января 1940 года в городе Джалал-Абад, Киргизия. В 1962 году окончил Казанский государственный университет. Доктор физико-математических наук (1982), профессор (1986), член-корреспондент Академии наук Республики Татарстан (1992), Заслуженный деятель науки Российской Федерации (1995).

В.Д. Федотов начал свою научную деятельность в Казанском институте биологии (1962–1973), затем с 1973 по 1985 год работал в Казанском химико-технологическом институте. В 1985 году вернулся в Казанский институт биологии и с 1985 по 2006 год руководил лабораторией молекулярной биофизики Казанского института биохимии и биофизики. С 1992 по 2002 год – директор института.

В.Д. Федотов – известный специалист в области применения физических методов в исследованиях гетерогенных систем, таких, как природные и синтетические полимеры, а также сложные биологические системы.

Используя метод ЯМР для исследования динамических свойств молекул воды *in vivo*, В.Д. Федотов с сотрудниками впервые показали, что микродинамические параметры воды в биологических системах близки к таковым в чистой воде. Эти результаты способствовали коренному изменению взглядов большинства исследователей на роль воды в живых системах.

В.Д. Федотовым создан новый раздел ядерного магнитного резонанса – комплексная ЯМР-спектроскопия высокомолекулярных гетерогенных систем, основывающаяся на разработанных им методических приемах первичного анализа эксперимента и алгоритмов получения структурно-микродинамических характеристик из релаксационных параметров спиновых систем.

Под его руководством были проведены исследования, позволившие ответить на спорный вопрос о природе носителей заряда в явлении электрической перколяции в микроэмульсиях. Было показано, что основным источником электрической проводимости являются противоионы натрия, движущиеся по водным каналам, образующимся между обращенными мицеллами в процессе их кластеризации.

Под руководством В.Д. Федотова защищено 12 кандидатских диссертаций, четыре его ученика стали докторами наук.

Автор 259 печатных работ, в том числе монографий «Structure and dynamics of bulk polymers by NMR-methods» (1989), опубликованной в ФРТ, и «Структура и динамика полимеров» (М.: Наука, 1992).

1992



Александр Николаевич Гречкин

Александр Николаевич Гречкин родился 4 июня 1952 года в Казани. В 1974 году окончил химический факультет Казанского государственного университета. С 1975 года работает в Казанском институте биохимии и биофизики Казанского научного центра РАН. В 1992 году защитил докторскую диссертацию, в 1997 году избран членом-корреспондентом, а в 2008 году – действительным членом Российской академии наук. С 1992 года заведует лабораторией оксипинов, с 2002 года по настоящее время – директор института, по совместительству – профессор кафедры биохимии Казанского государственного университета.

А. Н. Гречкин – один из ведущих специалистов в области биохимии и биоорганической химии липидов. Область его основных научных интересов – изучение липоксигеназного пути метаболизма полиеновых жирных кислот в высших растениях, поиск новых биорегуляторов – оксипинов, изуче-

ние механизмов их биосинтеза, включая энзимологические аспекты, изучаемые с рекомбинантными ферментами и их мутантными формами. А. Н. Гречкин с сотрудниками обнаружил неизвестные ранее пути метаболизма линолевой и линоленовой кислот, в том числе – путь двойного диоксигенирования и синтеза оксотриенов, путь диоксигенирования аллильных кетонов, путь, контролируемый 13-дивинилэфирсинтазой. Получены принципиально новые сведения о механизмах образования кетолов, циклопентенонов и циклопропанонов по алленоксидсинтазному пути. Идентифицирован целый ряд новых оксипинов, некоторые из которых являются раневыми гормонами, стимуляторами роста растений, цитостатиками, ингибиторами липоксигеназ и агрегации тромбоцитов. Исследуются эволюционные аспекты происхождения ферментов липоксигеназного пути. А. Н. Гречкиным с сотрудниками внесен существенный вклад в развитие представлений об оксипинах как о новом обширном классе биорегуляторов растений.

Основные результаты исследований А. Н. Гречкина изложены в более, чем 150 печатных работах, а также в двух монографических обзорах (1998, 2002), опубликованных в авторитетных зарубежных изданиях.

Большое внимание А. Н. Гречкин уделяет подготовке научных кадров, является председателем Ученого совета по защите диссертаций. Под его руководством защищен ряд кандидатских диссертаций.

2002



2007

Лаборатория
окислительно-
восстановительного
метаболизма

(Ф. В. Минибаева)

2003

Лаборатория
физиологии и генетики
культивируемых
клеток

(Н. И. Румянцева)

2003

Лаборатория
механизмов роста
растительных клеток

(Т. А. Горшкова)

1983

Лаборатория
культуры клеток

(В. В. Лозовая)

1978

Лаборатория
дыхания растений

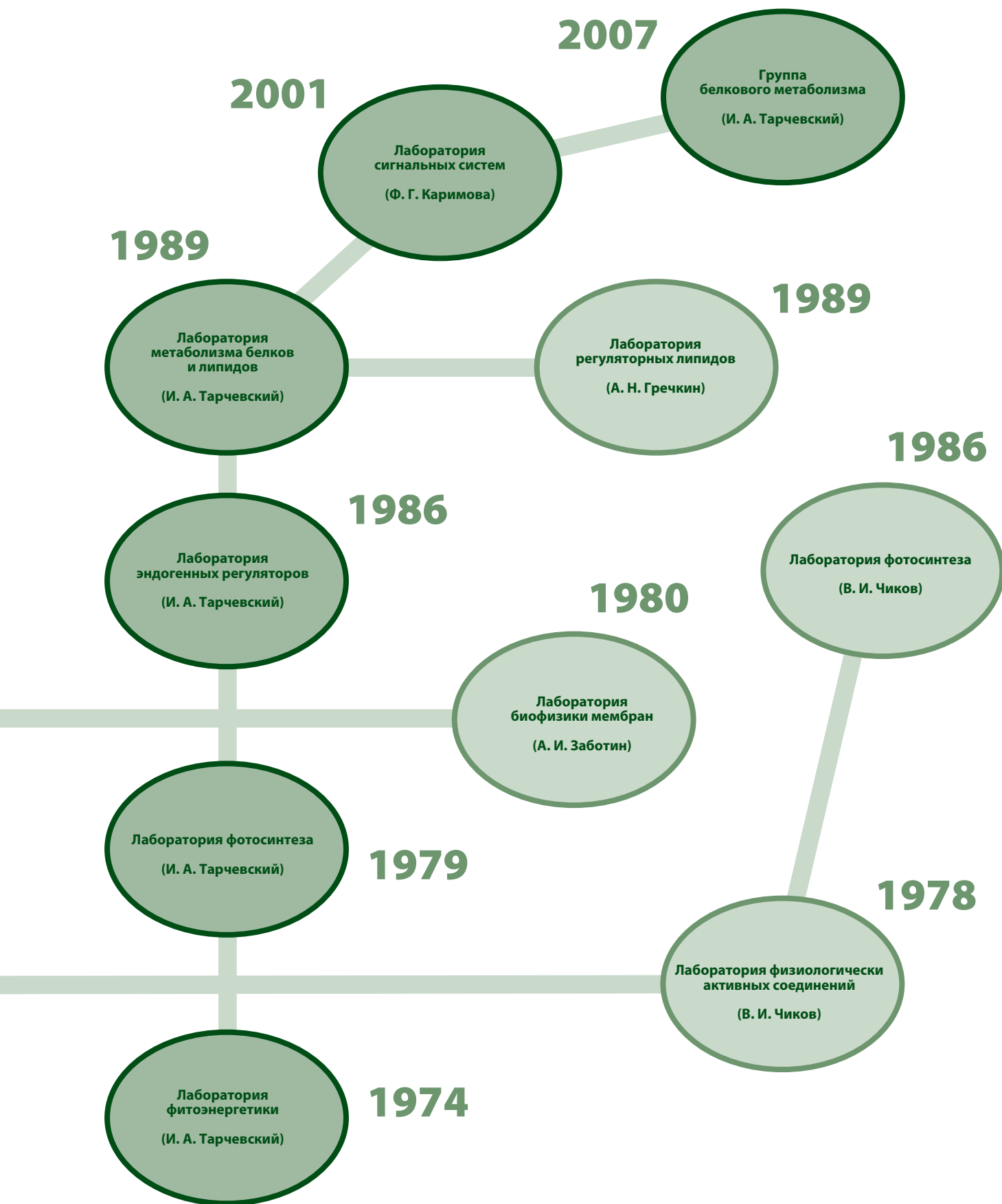
(Л. Х. Гордон)

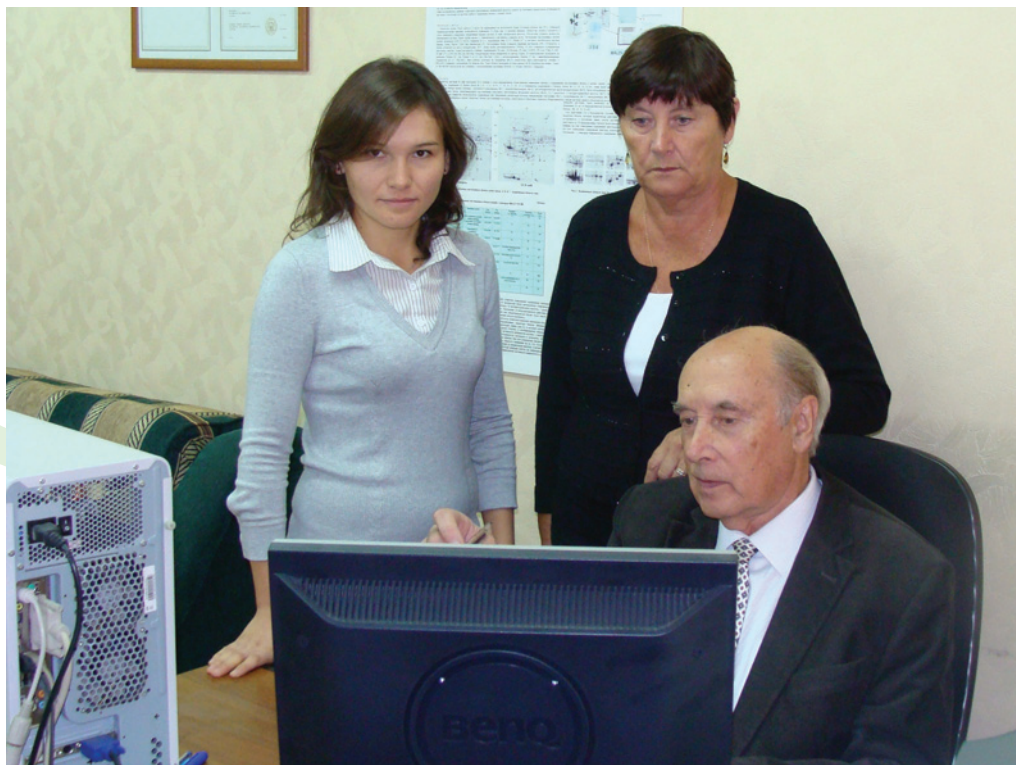
В настоящее время структура института представлена одиннадцатью лабораториями и одной группой. Основное направление деятельности института – фундаментальные и прикладные исследования в области физико-химической биологии.

Зародившиеся в 60-х годах биофизические исследования продолжают в лабораториях биофизики транспортных процессов и биофизической химии наносистем. В конце 80-х годов прошлого столетия возникли новые лаборатории: биофизики синаптических процессов и молекулярных основ патогенеза. Проводившиеся на протяжении многих лет работы по изучению животного и растительного мира Волжско-Камского бассейна и влияния на них антропогенного фактора после создания Академии наук Республики Татарстан были продолжены в Институте экологии природных систем АН РТ.

Активно развиваются исследования в области традиционного направления – физиологии и биохимии растений, получившие новый импульс с приходом в институт в 1974 профессора Игоря Анатольевича Тарчевского и организацией им лаборатории фитоэнергетики. Развитие лаборатории фитоэнергетики и образование на ее базе новых структурных подразделений можно проследить на схеме.

И не удивительно, что рассказ о многих лабораториях института начинается со слов «по инициативе И. А. Тарчевского ...».





группа белкового метаболизма

В 1974 году в институте была создана лаборатория фитоэнергетики, которой стал заведовать И. А. Тарчевский, до этого возглавлявший кафедру биохимии Казанского государственного университета. По мере разрастания лаборатории и появления новых задач от нее стали отпочковываться новые лаборатории (см. древо развития лаборатории). Главной проблемой, исследуемой в лаборатории в последние годы ее существования, стала клеточная сигнализация. Была опубликована первая в мире монография, посвященная этой важнейшей проблеме (И. А. Тарчевский. Сигнальные системы клеток растений. М.: Наука 2002).

После перехода И. А. Тарчевского в советники РАН (по существующему положению советник не может занимать должность заведующего лабораторией) он стал руководить группой белкового метаболизма, основной задачей которой стало выяснение молекулярных механизмов укрепления иммунитета растений при действии на них природных сигналь-

ных соединений, появляющихся в месте инфицирования растений патогенными микроорганизмами. Сотрудники группы (с.н.с. В. Г. Яковлева, н.с. А. М. Егорова, н.с. Н. В. Петрова) стали изучать с помощью протеомного анализа влияние на набор и содержание белков (с последующей их идентификацией) ключевых факторов индукции фитоиммунитета, главным образом, салициловой кислоты.

Направление исследований

Взаимодействие сигнальных систем растений в условиях стресса.

Результаты исследований

Выделены и идентифицированы более 25 белков, которые ранее не считались салицилат-зависимыми. К ним относятся

антипатогенные белки, участники олигомеризации, фолдинга и деградации белков, ядерно-цитоплазматического транспорта белков, переноса белков в вакуоли и за пределы клетки, а также белки, кодируемые ядерными генами, но входящие в состав хлоропластов и митохондрий. Результаты последних исследований были опубликованы в статьях, посвященных роли салицилат-индуцируемых белков в процессах олигомеризации и компартментации белков.

Использовавшийся протеомный анализ позволял судить лишь о содержании белков. В то же время известно, что ряд белков (относящихся к оперативным регуляторам метаболизма) имеет высокую скорость оборота за счет одновременно протекающих реакций их синтеза и деградации. Важно было выяснить, на какой из этих процессов главным образом влияет салициловая кислота.

Для решения этой задачи были использованы меченые по ^{14}C -аминокислоты, так как радиоактивность образующихся из них белков зависит, главным образом, от реакций синтеза (при относительно непродолжительных экспозициях). Оказалось, что наибольшей радиоактивностью обладают именно те белки, содержание которых повышается под влиянием салициловой кислоты.

Еще один метод решения вопроса о вкладе синтеза и распада в изменение содержания белков – это использование ингибиторов синтеза белков, под действием которых перекрывается приходная часть, но функционирует расходная часть баланса белка. Сотрудники группы использовали этот метод для получения дополнительных данных о приходно-расходном балансе зависимых от салициловой кислоты белков.

В связи с тем, что практически все салицилат-индуцируемые белки кодируются ядерными генами и синтезируются с помощью 80S рибосом цитоплазмы, был использован давно и широко применяемый метод ингибирования синтеза таких белков с помощью антибиотика циклогексимида. Было обнаружено, что циклогексимид

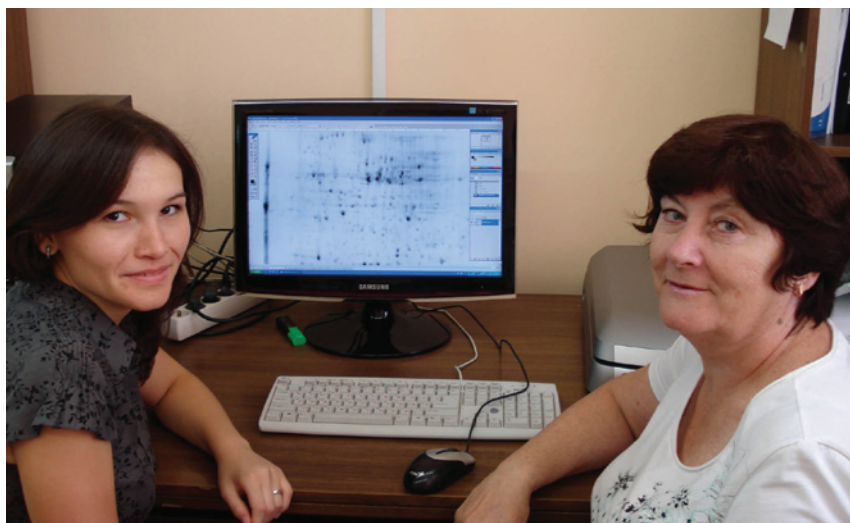
Обсуждение полученных результатов по действию салициловой кислоты на синтез белков, с.н.с. В. Г. Яковлева и н.с. А. М. Егорова.

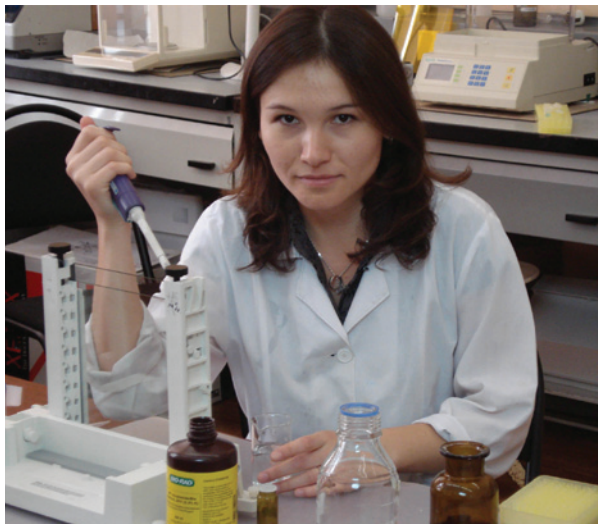


**Заведующий группой
Игорь Анатольевич Тарчевский**

полностью устранял появление белков, вызванное обработкой растений салициловой кислотой [Егорова, Тарчевский, 2015]. Этим было доказано, что салицилат-индуцируемые белки повышением своего содержания обязаны главным образом активации синтеза, а не торможению деградации специфическими для них протеазами.

Необходимо отметить, что до этих опытов протеомный анализ влияния циклогексимида на белки эукариотических организмов не проводился и было общепринято, что он является ингибитором синтеза белков. Сотрудники группы





Заливка геля для 2Д-электрофореза, н.с. А. М. Егорова.

подтвердили, что, действительно, циклогексимид вызывает у растений снижение содержания многих белков. Но парадоксальным было впервые обнаруженное повышение под влиянием циклогексимида содержания около 25 белков. Некоторые из них были идентифицированы и оказались ферментами, катализирующими реакции синтеза антипатогенных полифенольных соединений – фитоалексинов и лигнина (компонента клеточных стенок, препятствующего проникновению в клетки патогенных микроорганизмов). Был сделан вывод, что растения способны реагировать на циклогексимид не только как на ингибитор синтеза белков, но и как на сигнал об атаке патогенов, что приводит к репрограммированию экспрессии генов и синтезу белков, участвующих в защите растений. Этот вывод поставил под сомнение парадигму действия циклогексимида и возможность его дальнейшего использования исследователями в качестве специфического ингибитора синтеза белков.

Запланировано продолжение исследований антипатогенного феномена циклогексимида. В случае экспериментального подтверждения его действия в качестве сигнального соединения это ознаменует открытие нового вида клеточной сигнализации и возникнет необходимость расшифровки структуры нового вида рецепторов и медиаторов, участвующих в передаче сигнальных импульсов в ядерный геном клеток.

Исследования группы были поддержаны грантами Президента РФ для ведущих научных школ, Программы фундаментальных исследований Президиума РАН и Российского фонда фундаментальных исследований. За исследование особенностей клеточной сигнализации И. А. Тарчевский получил премию имени Н. А. Баха РАН и премию имени В. А. Энгельгардта АН РТ (совместно с А. Н. Гречкиным).

Избранные публикации

- Тарчевский И.А. Метаболизм растений при стрессе // Казань: Фэн. 2001. 447 с.
- Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений // М.: Наука. 2002. 294 с.
- Яковлева В.Г., Тарчевский И.А., Егорова А.М. Салицилатиндуцированное изменение набора и содержания белков в корнях гороха // Доклады РАН. 2007. Т.415. С.832–836.
- Тарчевский И.А., Яковлева В.Г., Егорова А.М. Протеомный анализ изменений в корнях гороха, вызванных апоптоз-индуцирующей концентрацией салициловой кислоты // Доклады РАН. 2008. Т.422. С.410–414.
- Тарчевский И.А., Яковлева В.Г., Егорова А.М. Салицилат-индуцированная модификация протеомов у растений // Прикладная биохимия и микробиология. 2010. Т.46. С.263–275.
- Тарчевский И.А., Яковлева В.Г., Егорова А.М. Протеомный анализ салицилат-индуцированных белков листьев гороха (*Pisum sativum* L.) // Биохимия. 2010. Т.75. С.689–697.
- Тарчевский И.А., Яковлева В.Г., Егорова А.М. Влияние салициловой кислоты на содержание белков и включение в них 14С-аминокислот в корнях гороха // Физиология растений. 2011. Т.5. С.523–532.
- Яковлева В.Г., Егорова А.М. Взаимоотношения между салицилатным и жасмонатным сигнальными путями у растений. В кн.: Клеточная сигнализация // Казань: Фэн 2010. С.46–55.
- Тарчевский И.А., Яковлева В.Г., Егорова А.М. Индукция салициловой кислотой компонентов олигомерных белковых комплексов // Физиология растений. 2012. Т.59. С.532–542.
- Тарчевский И.А. Компартиментация салицилат-индуцируемых белков // Прикладная биохимия и микробиология. 2014. Т.50. С.374–382.
- Егорова А.М., Тарчевский И.А. Антипатогенный феномен циклогексимида // Доклады РАН. 2015. Т.461. С.1–4.



лаборатория оксипинов

отдел эндогенной регуляции

Работы в области биохимии липидов были инициированы Игорем Анатольевичем Тарчевским в 1974 году и явились одним из продолжений основанного им направления исследований фотосинтетического метаболизма углерода.

В период работы академика И. А. Тарчевского в Казанском государственном университете особое внимание в его исследованиях уделялось изучению химизма процесса фотосинтеза, особенностям образования низкомолекулярных

продуктов. По мере развития этих исследований на первый план выдвинулись вопросы, касающиеся влияния первичных продуктов фотосинтеза на образование белков, полисахаридов клеточной стенки и мембранных липидов в растениях.

Особые успехи в изучении окислительного метаболизма липидов, с которым связывают начальные этапы реакции клеток на стрессорные воздействия, привели к тому, что в 1989 году из состава лаборатории, которая к этому времени стала называться лабораторией метаболизма белков и



Заведующий лабораторией
Александр Николаевич Гречкин

липидов, выделилась группа, руководителем которой стал ученик И. А. Тарчевского – к.б.н. Александр Николаевич Гречкин. Группа вскоре была преобразована в лабораторию регуляторных липидов. В составе лаборатории работали специалисты разного профиля: химики-органики, биохимики и физиологи растений. В результате систематического изучения окислительного метаболизма ненасыщенных жирных кислот было выделено и охарактеризовано большое число новых оксипинов, физиологически активных продуктов окислительного метаболизма линолевой и α -линоленовой кислот. Результаты исследований получили международное признание.

В 2002 году лаборатория регуляторных липидов была переименована в лабораторию оксипинов. В настоящее время в лаборатории проводятся исследования липоксигеназного сигнального каскада растений, включая поиск новых сигнальных медиаторов, выяснение путей и механизмов их биосинтеза, а

также их роли в репрограммировании экспрессии генома и синтезе белков, изучаются молекулярные механизмы катализа ферментов семейства CYP74, включая идентификацию первичных детерминант катализа. Метаболизм полиеновых жирных кислот и их гидроперекисей изучается как с использованием ферментных препаратов, выделенных из тканей растений, так и с использованием рекомбинантных ферментов (липоксигеназ и цитохромов семейства CYP74) и их мутантных форм, полученных методом сайт-направленного мутагенеза. Изучаются механизмы реакций образования и превращения короткоживущих интермедиатов биосинтеза, таких как окиси аллена, циклопропаноны, полуацетали. Лаборатория становится одним из ведущих центров в области изучения молекулярных механизмов, функционирования и устройства липоксигеназной сигнальной системы у высших растений, а также поиска новых физиологически активных биорегуляторов.

Исследования лаборатории поддержаны грантами Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Молекулярная и клеточная биология», Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Основы фундаментальных исследований нанотехнологий и наноматериалов», Президента РФ для поддержки ведущих научных школ и молодых кандидатов наук, Российского фонда фундаментальных исследований.



Академики РАН
И. А. Тарчевский и А. Н. Гречкин.

Признанием лидирующей роли лаборатории оксипинов стало проведение в Казани в 1991 и 2008 I и II Международных симпозиумов «Липиды и оксипины растений», посвященных современным проблемам фундаментальной биохимии и физиологии растений, связанной с изучением устройства и функционирования липоксигеназной сигнальной системы у высших растений, а также проблемам биохимии, молекулярной биологии, биотехнологии липидов и оксипинов растений.

Направление исследований

Механизмы липоксигеназного пути и биосинтеза оксипинов у растений и не млекопитающих.

Результаты исследований

Открыты неизвестные ранее пути метаболизма линолевой и линоленовой кислот, в том числе – путь двойного диоксигенирования и синтеза оксотриенов, путь диоксигенирования аллильных кетонов, путь синтеза дивиниловых эфиров.

Идентифицировано большое число новых оксипинов, часть из которых являются раневыми гормонами и стимуляторами роста растений.

Благодаря экспериментам по сайт-направленному мутагенезу, впервые выяснена роль отдельных первичных детерминант в качественной специфике катализа ферментов семейства CYP74.

Получены приоритетные данные об образовании кетолов и циклопентенов по пути, контролируемому алленоксидсинтазами (CYP74A и CYP74C), о механизме катализа гидропероксидаз (CYP74B и CYP74C).

Впервые обнаружены короткоживущие полуацетали, первичные продукты «гидропероксидазы» CYP74B и CYP74C. Показано, что «гидропероксидазы» CYP74B и CYP74C в действительности являются изомеразами, катализирующими гомолитическую перегруппировку гидроперекисей в полуацетали.



Анализ продуктов метаболизма непредельных жирных кислот методом газовой хромато-масс-спектрометрии, с.н.с. Ф. К. Мухитова.

Обнаружены неизвестные ранее продукты скелетных перегруппировок гидроперекисей жирных кислот (образующиеся по механизму типа перегруппировки Фаворского), сопровождающих образование окисей аллена. Продукты Фаворского образуются в результате нуклеофильного раскрытия кольца у циклопропанов, валентных таутомеров окиси аллена.

Исследовано новое направление липоксигеназного пути растений, приводящее к образованию циклопентенов *цис*-12-оксо-10-фитоеновой и 10-оксо-11-фитоеновой кислот.

Впервые осуществлено целенаправленное превращение одного фермента макросемейства P450 в другой. С помощью сайт-направленного мутагенеза (мутации F295I и S297A) алленоксидсинтаза (дегидраза) томата CYP74C3 превращена в гидропероксидазу (изомеразу). В результате сайт-направленного мутагенеза в I-спирали и ERR-триаде дивинилэфирсинтазы превращены в алленоксидсинтазы. Полученный четверной мутант гидропероксидазы MtHPL (CYP74C) обладает активностью алленоксидсинтазы.

Впервые обнаружены эпоксиалкогольсинтазы высших растений, относящиеся к подсемейству CYP74C, а именно, ферменты сои и огурца. Осуществлено их молекулярное клонирование и изучены каталитические свойства.



Охарактеризовано новое уникальное семейство патоген-индуцируемых сложных оксипинов в листьях льна – линолипины. Выделены и идентифицированы первые представители семейства, галактолипиды, содержащие этерифицированные остатки дивинилового эфира (9Z,11E,1'Z,3'Z)-12-(1',3'-гексаденилокси)-9,11-додекадиеновой, (ω 5Z)-этеролоеновой кислоты.

Осуществлено молекулярное клонирование неизвестного ранее уникального гена CYP74B16, обнаруженного в транскриптоме листьев льна. Рекombинантный белок CYP74B16 идентифицирован как дивинилэфирсинтаза (LuDES), синтезирующая оксипин, дивиниловый эфир (ω 5Z)-

этеролоеновую кислоту, обладающую антибактериальной активностью.

Обнаружено новое подсемейство CYP74Q цитохромов P450. Первый представитель подсемейства, ген CYP74Q1 лютика *Ranunculus acris* L., секвенирован и клонирован. Рекombинантный белок CYP74Q1 проявляет активность дивинилэфирсинтазы и контролирует биосинтез антимицробной (ω 5Z)-этеролоеновой кислоты.

Изучен механизм катализа рекombинантного фермента CYP440A1v1 (клан CYP74) ланцетника *Branchiostoma floridae*. Обнаружено, что CYP440A1v1 осуществляет гомолитическую перегруппировку гидроперекисей жирных кислот в эпокси-спирты. Таким образом, CYP440A1v1 является новым типом фермента, эпоксиалкогольсинтазой (EAS).

Клонированы четыре гена семейства CYP74 плаунка *Selaginella moellendorffii*. CYP74M1 и CYP74M3 являются 13-гидропероксид-специфичными дивинилэфирсинтазами с различной специфичностью. CYP74M2 проявляет активность эпоксиалкогольсинтазы, а CYP74L2 – алленоксидсинтазы. Наличие сложного липоксигенного каскада у представителя самых примитивных сосудистых растений обнаружено впервые.

Избранные публикации

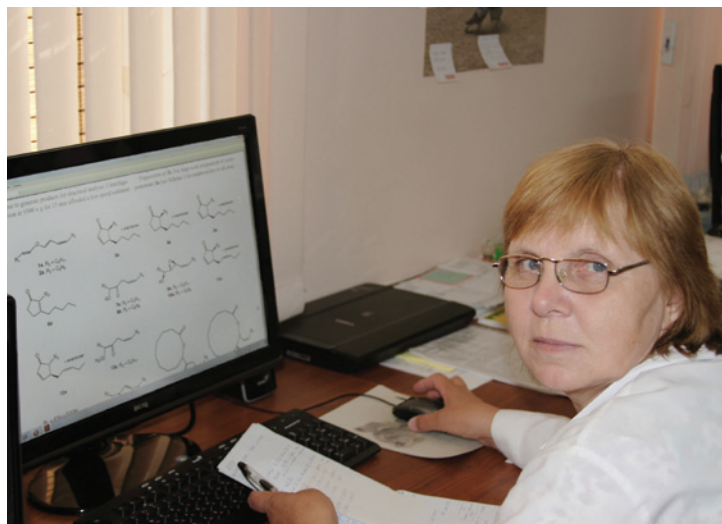
- Grechkin A.N., Brühlmann F., Mukhtarova L.Sh., Gogolev Yu.V., Hamberg M. Hydroperoxide lyases (CYP74C and CYP74B) catalyze the homolytic isomerization of fatty acid hydroperoxides into hemiacetals // *Biochim. Biophys. Acta*. 2006. V.1761. N.12. P.1419–1428.
- Hamberg M., Chechetkin I.R., Grechkin A.N., Ponce de León I., Castresana C., Bannenberg G. Synthesis of 3-oxalinalonic acid and beta-oxidation-resistant 3-oxa-oxylipins // *Lipids*. 2006. V.41. N.5. P.499–506.
- Medvedeva N.V., Mukhtarova L.Sh., Mukhitova F.K., Balandina A.A., Latypov S.K., Grechkin A.N. Cyclization of natural allene oxide in aprotic solvent: formation of the novel oxylipin methyl cis-12-oxo-10-phytoenoate // *Chem. Phys. Lipids*. 2007. V.148. N.2. P.91–96.

Протеомный анализ растительных белков в системе нано-ВЭЖ-МС MicroTOFQ, м.н.с. А. С. Блуфард.



Обработка экспериментальных данных, н.с. Л. Ш. Мухтарова.

- Chechetkin I.R., Blufard A.S., Hamberg M., Grechkin A.N. A lipoxygenase-divinyl ether synthase pathway in flax (*Linum usitatissimum* L.) leaves // *Phytochemistry*. 2008. V.69. N.10. P.2008–2015.
- Grechkin A.N., Mukhtarova L.Sh., Latypova L.R., Gogolev Yu.M., Toporkova Y.Yu., Hamberg M. Tomato CYP74C3 is a multifunctional enzyme not only synthesizing allene oxide but also catalyzing its hydrolysis and cyclization // *ChemBioChem*. 2008. V.9. N.15. P.2498–2505.
- Ogorodnikova A.V., Latypova L.R., Mukhitova F.K., Mukhtarova L.Sh., Grechkin A.N. Detection of divinyl ether synthase in Lily-of-the-Valley (*Convallaria majalis*) roots // *Phytochemistry*. 2008. V.69. N.16. P.2793–2798.
- Toporkova Y.Yu., Gogolev Yu.V., Mukhtarova L.Sh., Grechkin A.N. Determinants governing the CYP74 catalysis: Conversion of allene oxide synthase into hydroperoxide lyase by site-directed mutagenesis // *FEBS Lett*. 2008. V.582. P.3423–3428.
- Blufard A.S., Mukhitova F.K., Yarin A.Yu., Antsygina L.L., Chechetkin I.R., Grechkin A.N. Unprecedented pathogen-inducible complex oxylipins from flax: linolipins A and B // *FEBS J*. 2009. V.276. N.16. P.4463–4472.
- Chechetkin I.R., Osipova E.V., Antsygina L.L., Gogolev Y.V., Grechkin A.N. Oxidation of glycerolipids by maize 9-lipoxygenase and its A562G mutant // *Chem. Phys. Lipids*. 2011. V.164. N.3. P.216–220.
- Grechkin A.N., Lantsova N.V., Toporkova Y.Y., Gorina S.S., Mukhitova F.K., Khairutdinov B.I. Novel allene oxide synthase products formed via Favorskii-type rearrangement: mechanistic implications for 12-oxo-10,15-phytodienoic acid biosynthesis // *ChemBioChem*. 2011. V.12. P.1–8.
- Mukhtarova L.S., Mukhitova F.K., Gogolev Y.V., Grechkin A.N. Hydroperoxide lyase cascade in pea seedlings: non-volatile oxylipins and their age and stress dependent alterations // *Phytochemistry*. 2011. V.72. N.4-5. P.356–364.
- Gogolev Y.V., Gorina S.S., Gogoleva N.E., Toporkova Y.Y., Chechetkin I.R., Grechkin A.N. Green leaf divinyl ether synthase: gene detection, molecular cloning and identification of a unique CYP74B subfamily member // *Biochim. Biophys. Acta. Mol. Cell Biol. Lipids*. 2012. V.1821. P.287–294.
- Chechetkin I.R., Blufard A.S., Khairutdinov B.I., Mukhitova F.K., Gorina S.S., Yarin A.Y., Antsygina L.L., Grechkin A.N. Isolation and structure elucidation of linolipins C and D, complex oxylipins from flax leaves // *Phytochemistry*. 2013. V.96. P.110–116.
- Mukhtarova L.S., Mukhitova F.K., Grechkin A.N. Thermal conversions of fatty acid peroxides to cyclopentenones: a biomimetic model for allene oxide synthase pathway // *Chem. Phys. Lipids*. 2013. V.175-176. P.9–98.
- Toporkova Y.Y., Ermilova V.S., Gorina S.S., Mukhtarova L.S., Osipova E.V., Gogolev Y.V., Grechkin A.N. Structure-function relationship in the CYP74 family: conversion of divinyl ether synthases into allene oxide synthases by site-directed mutagenesis // *FEBS Lett*. 2013. V.587. P.2552–2258.
- González-Pérez A.B., Grechkin A.N., de Lera A.R. A unifying mechanism for the rearrangement of vinyl allene oxide geometric isomers to cyclopentenones // *Org. Biomol. Chem*. 2014. V.12. N.39. P.7694–7701.
- Gorina S.S., Toporkova Y.Y., Mukhtarova L.S., Chechetkin I.R., Khairutdinov B.I., Gogolev Y.V., Grechkin A.N. Detection and molecular cloning of CYP74Q1 gene: Identification of *Ranunculus acris* leaf divinyl ether synthase // *Biochim. Biophys. Acta. Mol. Cell Biol. Lipids*. 2014. V.1841. N.9. P.1227–1233.
- Ogorodnikova A.V., Gorina S.S., Mukhtarova L.S., Mukhitova F.K., Toporkova Y.Y., Hamberg M., Grechkin A.N. Stereospecific biosynthesis of (9S,13S)-10-oxo-phytoenoic acid in young maize roots // *Biochim. Biophys. Acta*. 2015. V.1851. N.9. P.1262–1270. May 22. pii: S1388-1981(15)00107-9. doi: 10.1016/j.bbali.2015.05.004. [Epub ahead of print]





лаборатория окислительно-восстановительного метаболизма

отдел эндогенной регуляции

Лаборатория окислительно-восстановительного метаболизма была основана в 2007 году на базе лаборатории регуляции клеточного окисления и группы белков апопласта. Богатое научное наследие по изучению редокс-статуса, активности и состава белков растительных клеток в стрессовых условиях легло в основу сформированной тематики лаборатории по исследованию функциони-

рования апопластных и внутриклеточных окислительно-восстановительных систем растительных клеток.

Еще в 1970–80е годы в лаборатории дыхания (позднее переименованной в лабораторию регуляции клеточного окисления) под руководством профессора Льва Хаймовича Гордона была сформирована концепция энергозависимости стресса в растениях. В рамках этой концепции была проана-

лизирована окислительно-восстановительная активность в митохондриях, мембранах эндоплазматического ретикулума и плазмалемме. В плазматической мембране растительных клеток было установлено наличие и функционирование редокс-систем, ответственных за контроль электрохимического потенциала плазмалеммы и образование в апопласте чрезвычайно агрессивных и короткоживущих молекул – активных форм кислорода (АФК). Впоследствии было продемонстрировано, что активация редокс-систем плазмалеммы и усиленное образование в апопласте АФК является одной из универсальных стрессовых реакций растительных клеток. В настоящее время в лаборатории окислительно-восстановительного метаболизма осуществляется комплексный анализ ферментов, ответственных за образование и детоксикацию АФК в растениях при стрессе, мембранных липидов, вовлеченных в трансдукцию стрессового сигнала, а также последствий окислительного стресса на уровне клеточных органелл. Научная работа, проводимая в лаборатории, сочетается с участием сотрудников лаборатории в образовательном процессе посредством чтения лекций, участием в работе ГАК Казанского (Приволжского) федерального университета и Казанского государственного технологического университета, руководством курсовых и дипломных работ студентов вузов. Исследования лаборатории поддержаны российскими грантами, в том числе Российского фонда фундаментальных исследований. Совместные исследования с коллегами ряда ведущих лабораторий мира поддержаны международными грантами и подтверждены публикациями в высокорейтинговых международных журналах.

Направление исследований

Молекулярные механизмы антиоксидантной защиты растительных клеток.

Результаты исследований

Проведен аналитический скрининг особенностей и механизмов образования и метаболизма АФК при абиотическом стрессе в ряде высших и низших растений, а также симбиотических организмах, в частности, в корнях и листьях пшеницы,



Заведующий лабораторией
Фарида Вилевна Минибаева

семенах сельскохозяйственных и дикорастущих растений, бриофитах и различных видах лишайников. Обнаружено, что быстрый редокс-ответ растительных клеток в ответ на действие стрессора обеспечивается активностью дощочковых редокс-ферментов клеточной стенки и плазмалеммы. Методами протеомики показана множественность изоформ апопластных пероксидаз, обладающих анти- и прооксидантными свойствами. Анализ кинетических характеристик пероксидаз эволюционных предшественников высших сосудистых растений бриофитов *Dumortiera birsuta* и *Anthoceros natalensis*



Лев Хаймович Гордон



Аспирант А. Сулкарнаева проводит полимеразную цепную реакцию гена стеринметилтрансферазы.

выявил, что образование АФК пероксидазами – эволюционно древний процесс, способствующий повышению иммунитета растений и успешной колонизации ими различных экологических ниш. Обнаружено, что пероксидаза лишайников подотряда Пельтигеровые обладает высоким редокс-потенциалом и может окислять рекальцитрантные субстраты, в том числе фенольные метаболиты конкурирующих лишайников. Эти результаты вносят вклад в расшифровку редокс-механизмов, контролирующих стрессовые ответы и формирование иммунитета растений, а также способствующих колонизации растениями различных экологических ниш.

В трансдукцию редокс-сигналов из апопласта внутрь клетки вовлечены мембранные липиды, в том числе стерины и сфинголипиды. В отличие от животных и грибов, растения обладают многообразием молекулярных видов стеринов. С использованием хромато-масс-спектрометрического анализа получены данные о составе мембранных липидов, изменении соотношения молекулярных видов стеринов, в частности

кампестерина и ситостерина, в условиях окислительного, раневого, холодного стрессов. Обнаружена взаимосвязь между изменениями стеринов и гликоцерамидов при абиотическом стрессе и истощении стеринов. Анализ структуры и активности гена 24С-стерин-метилтрансферазы – ключевого фермента биосинтеза растительных стеринов – выявил наличие стресс-чувствительных мотивов и значительные изменения экспрессии гена *TaSMT1* в условиях абиотического стресса. Эти результаты свидетельствуют о вовлечении стеринов и ферментов стеринового биосинтеза в стрессовый ответ растительных клеток.

Проводится исследование механизмов аутофагии – регулируемого удаления в клетках растений окисленных и поврежденных молекул, структур и органелл – на ультраструктурном, биохимическом и молекулярно-биологическом уровне. Впервые описаны и охарактеризованы последовательные этапы формирования аутофагосом в растительных клетках. Показана индукция, развитие и регулируемость макроаутофагии в растениях в условиях окислительного стресса. Анализ активности аутофагических генов *ATG4*, *ATG6* и *ATG8* с помощью ПЦР-РВ выявил стимуляцию экс-



Сбор лишайников на Мысе Доброй надежды (ЮАР) для анализа редокс-активности, зав. лаб. Ф. В. Минибаева.

прессии этих генов в корнях пшеницы при действии про-оксидантов, митохондриальных ядов и поранении. Методами биоинформатики и компьютерного моделирования впервые охарактеризована пространственная структура аутофагических белков ATG4 и ATG8 у растений пшеницы и выявлены специфичные сайты, необходимые для их взаимодействия с лигандами при формировании аутофагосом. Для проведения детального анализа структуры впервые получены рекомбинантные белки ATG8 пшеницы. Новые знания о механизмах аутофагической деградации окисленных внутриклеточных белков и поврежденных органелл в растениях способствуют расшифровке механизмов контроля иммунитета растений в условиях стресса.

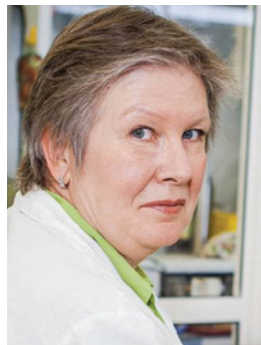
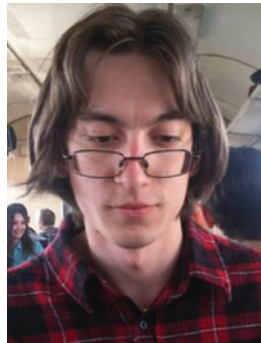
Избранные публикации

- Beckett R.P., Minibayeva F.V. Desiccation tolerance in lichens. In: Plant desiccation tolerance (Jenks M.A., Wood A.J., eds.) // Blackwell Publishing, Iowa, USA 2007. P.91–115.
- Minibayeva F., Kolesnikov O., Chasov A., Beckett R.P., Lüthje S., Vylegzhanina N., Buck F., Böttger M. Wound-induced apoplastic peroxidase activities: their roles in the production and detoxification of reactive oxygen species // Plant, Cell & Environment. 2009. V.32. P.497–508.
- Kranner I., Minibayeva F.V., Beckett R.P., Seal C.E. What is stress? Concepts, definitions and applications in seed science // New Phytologist. 2010. V.188. P.655–673.
- Valitova J.N., Minibayeva F.V., Kotlova E.R., Novikov A.V., Shavarda A.L., Murtazina L.I., Ryzhkina I.S. Sterol depletion by nystatin increases membrane permeability and modifies sphingolipid composition in wheat roots // Phytochemistry. 2011. V.72. P.1751–1759.
- Liers C., Ullrich R., Hofrichter M., Minibayeva F.V., Beckett R.P. A heme peroxidase of the ascomyceteous lichen *Leptogium saturninum* oxidizes high-redox potential substrates // Fungal Genetics and Biology. 2011. V.48. N.12. P.1139–1145.
- Часов А.В., Бекетт Р.П., Минибаева Ф.В. Пероксидазы *Anthoceros natalensis*, эволюционного предшественника сосудистых растений // Доклады РАН. 2012. Т.447. №2. С.235–237.
- Minibayeva F., Dmitrieva S., Ponomareva A., Ryabovol V. Oxidative stress-induced autophagy in plants: the role of mitochondria // Plant Physiol. and Biochem. 2012. V.59. P.11–19.



Обсуждение результатов экспериментов по анализу мембранных липидов, зав. лаб. Ф. В. Минибаева, с.н.с. Ю. Н. Валитова.

- Valitova J., Sulkarnayeva A., Kotlova E., Ponomareva A., Mukhitova F.K., Murtazina L., Ryzhkina I., Beckett R., Minibayeva F. Sterol binding by methyl- β -cyclodextrin and nystatin – comparative analysis of biochemical and physiological consequences for plants // FEBS J. 2014. V.281. P.2051–2060.
- Minibayeva F.V., Beckett R.P., Kranner I. Roles of apoplastic peroxidases in plant response to wounding // Phytochemistry. 2015. V.112. P.122–129.
- Minibayeva F., Beckett R.P. The roles of plant peroxidases in the metabolism of reactive nitrogen species and other nitrogenous compounds. In: Reactive oxygen and nitrogen species signaling and communication in plants (Gupta K.J., Igarberdiev A.U., eds.) // Springer International Publishing Switzerland 2015. P.43–62.



лаборатория молекулярной биологии

отдел эндогенной регуляции



Заведующий группой
Юрий Викторович Гоголев

Развитие физико-химической биологии в институте вызвало потребность в применении методов молекулярной биологии и геной инженерии, в первую очередь, вследствие необходимости получения чистых препаратов рекомбинантных белков. Заинтересованность в препаратах для ЯМР-исследований проявил профессор В. Д. Федотов, который возглавлял КИББ на рубеже 2000-х. Первые работы по геной инженерии в институте, в результате которых были получены препараты лизоцима фага T4, барназы, альфа-кристаллина и некоторых других белков были проведены на базе лаборатории молекулярных основ патогенеза. В процессе исследований совершенствовалась методическая и техническая база для работ в области молекулярной биологии. Эти работы привлекли целый ряд молодых исследователей. Всестороннюю поддержку новому направлению оказали академики И. А. Тарчевский и А. Н. Гречкин. По их инициативе в мае 2006 года была создана группа при дирекции, основная задача которой заключалась в методическом обеспечении различных подразделений при проведении исследований с применением методов молекулярной биологии. Ядро группы составили четыре сотрудника лаборатории молекулярных основ патогенеза (Ю. В. Гоголев, Н. Б. Тарасова, О. Е. Петрова, Н. Е. Мухаметшина), которые опирались на творческую инициативу и энтузиазм трех аспирантов (Я. Ю. Топоркова, Е. В. Осипова, В. Ю. Горшков) и студентов различных кафедр

биофака КГУ. Кроме того, И. А. Тарчевский предложил в качестве одной из задач группы проведение фундаментальных исследований по изучению процессов взаимодействия сигнальных систем растений и бактерий. В результате этого сформировалось собственное научное направление нового подразделения. В ноябре 2011 года коллектив получил статус лаборатории.

Направление исследований

Роль сигнальных молекул бактерий и растительных метаболитов в формировании специфичных и неспецифичных взаимоотношений бактерий и растений при бактериозах.

Результаты исследований

Достижения лаборатории связаны как с созданием современных экспериментальных платформ, используемых лабораториями института, так и с получением приоритетных научных результатов. Отработаны и плодотворно используются подходы для клонирования и экспрессии генов в различных гетерологичных системах, очистки препаратов рекомбинантных белков, количественного ПЦР-анализа содержания транскриптов генов, модификации белков с помощью сайт-направленного мутагенеза, «нокаута» генов, проведения различных типов биоинформационного анализа, а также транскриптомных исследований на платформе нового поколения Illumina и др.

Создана модель развития патосистемы табак – *Pectobacterium atrosepticum* (ранее *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica*), описывающая соответствие патологических изменений тканей растений стадиям жизненного цикла бактерии, сопряженным с дифференцировкой микробных клеток. Выявлен и охарактеризован новый тип мультиклеточных микробных структур, названных «бактериальные эмболы», которые образуются в сосудах ксилемы растений, вызывая их закупорку. Показано принципиальное отличие бактериальных эмболов от микробных биопленок по морфологии, генезису и составу межклеточного матрикса, который включает высокомолекулярные продукты распада полисахаридов растительных клеточных стенок.



Работа со стерильными растениями, м.н.с. А. Г. Даминова.

лодания в зависимости от исходной плотности популяции происходит уменьшение или увеличение ее численности, что обеспечивает стабилизацию плотности микроорганизмов на уровне 1 млн. клеток/мл. Продемонстрирована способность бактерий увеличивать численность не менее чем на три порядка без внесения источников углерода и фосфора за счет образования клеток редуцированного размера и нетипичной морфологии.

Получены приоритетные данные о механизмах каталитического действия и молекулярной эволюции ферментов липоксигеназной сигнальной системы растений. Выявлены детерминанты, определяющие механизмы каталитического действия ферментов CYP74. В результате единичных аминокислотных замен проведены конверсии ферментов разных функциональных групп: алленоксидсинтазы (дегидразы) LeAOS3 томата в гидропероксидлиазу (изомеразу), дивинилэфирсинтаз LuDES льна и NtDES табака в алленоксидсинтазы. Создана модель взаимодействия субстратов (жирных кислот и сложных липидов) с активными центрами липоксигеназ ZmLOX3 кукурузы и GmLOX1 сои. Охарактеризованы структурно-функциональные свойства ферментов, обеспечивающие позиционную 9- или 13-специфичность липоксигеназных реакций. Получена модель молекулярной филогении цитохромов P450, согласно которой семейство CYP74 возникло до дивергенции последнего общего предка эукариот и могло участвовать в начальных этапах эволюции цитохромов P450.

Исследования, проводимые в лаборатории, поддержаны многочисленными грантами Российского фонда фундаментальных исследований, Министерства образования и науки РФ (ФЦП и МК), Академии наук РТ и Российского научного фонда. Проводятся совместные исследования с Институтом физиологии растений им. К. А. Тимирязева РАН (Москва), Институтом физиологии и биохимии растений и микроорганизмов РАН (Саратов), Институтом клеточного и внутри-

Описан механизм регуляции сигнальной системы кворум-сенсинга бактерий при участии регуляторных некодирующих РНК, образующихся в результате «антисмысловой транскрипции». Разработан метод количественного определения транскрипционной активности генных локусов, дифференцированно оценивающий синтез РНК с прямой и обратной цепей ДНК.

Расширено представление об адаптивной стратегии грамотрицательных и грамположительных бактерий (*P. atrosepticum*, *Escherichia coli*, *Xanthomonas campestris*, *Azospirillum brasilense*, *Salmonella enterica*, *Bacillus subtilis*) при дефиците субстрата. Установлено, что в условиях го-



Фиксация образцов растений, инфицированных фитопатогенными пектобактериями, н.с. В. Ю. Горшков.



Культивирование продуцентов рекомбинантных белков,
м.н.с. В. С. Ермилова.

клеточного симбиоза УрО РАН (Оренбург), Всероссийским научно-исследовательским институтом сельскохозяйственной микробиологии (Пушкин), Университетом Претории (ЮАР). Сотрудниками лаборатории защищена одна докторская (Ю. В. Гоголев) и четыре кандидатские (Я. Ю. Топоркова, В. Ю. Горшков, Е. В. Осипова, А. Г. Даминова) диссертации.

Избранные публикации

- Toporkova Y.Y., Gogolev Y.V., Mukhtarova L.S., Grechkin A.N. Determinants governing the CYP74 catalysis: conversion of allene oxide synthase into hydroperoxide lyase by site-directed mutagenesis // *FEBS Lett.* 2008. V.582. P.3423–3428.
- Горшков В.Ю., Петрова О.Е., Мухаметшина Н.Е., Агеева М.В., Мулюкин А.Л., Гоголев Ю.В. Образование «некультивируемых» покоящихся форм фитопатогенной энтеробактерии *Erwinia carotovora* // *Микробиология.* 2009. Т.78. №5. С.647–655.

- Krushelnitsky A.G., Zinkevich T., Mukhametshina N.E., Tarasova N.B., Gogolev Y.V., Gnezdilov O.I., Fedotov V.D., Belton P., Reichert D. ^{13}C and ^{15}N NMR study of the hydration response of T4 Lysozyme and rB-crystallin Internal dynamics // *J. Phys. Chem.* 2009. V.113. P.10022–10034.
- Gorshkov V., Petrova O., Gogoleva N., Gogolev Y. Cell-to-cell communication in the populations of enterobacterium *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica* SCRI1043 during adaptation to stress conditions // *FEMS Immunol. Med. Microbiol.* 2010. V.59. N.3. P.378–385.
- Grechkin A.N., Lantsova N.V., Toporkova Y.Y., Gorina S.S., Mukhitova F.K., Khairutdinov B.I. Novel allene oxide synthase products formed via Favorskii-type rearrangement: mechanistic implications for 12-oxo-10,15-phytodienoic acid biosynthesis // *ChemBioChem.* 2011. V.12. N.16. P.2511–2517.
- Gogolev Y.V., Gorina S.S., Gogoleva N.E., Toporkova Y.Y., Chechetkin I.R., Grechkin A.N. Green leaf divinyl ether synthase: gene detection, molecular cloning and identification of a unique CYP74B subfamily member // *Biochim. Biophys. Acta.* 2012. V.1821. P.287–294.
- Tarasova N., Gorshkov V., Petrova O., Gogolev Y. Potato signal molecules that activate pectate lyase synthesis in *Pectobacterium atrosepticum* SCRI1043 // *World J. Microbiol. and Biotechnol.* 2013. V.29. P.1189–1196.
- Toporkova Y.Y., Ermilova V.S., Gorina S.S., Mukhtarova L.S., Osipova E.V., Gogolev Y.V., Grechkin A.N. Structure-function relationship in CYP74 family: conversion of divinyl ether synthases into allene oxide synthases by site-directed mutagenesis // *FEBS Lett.* 2013. V.587. N.16. P.2552–2558.
- Гоголева Н.Е., Шлыкова Л.В., Горшков В.Ю., Даминова А.Г., Гоголев Ю.В. Влияние топологии генов регуляторной системы кворума *Pectobacterium atrosepticum* на их экспрессию // *Молекулярная биология.* 2014. Т.48. №4. С.669–676.
- Gorshkov V., Daminova A., Ageeva M., Petrova O., Gogoleva N., Tarasova N., Gogolev Y. Dissociation of a population of *Pectobacterium atrosepticum* SCRI1043 in tobacco plants: formation of bacterial emboli and dormant cells // *Protoplasma.* 2014. V.251. N.3. P.499–510.
- Petrova O.E., Gorshkov V.Y., Daminova A.G., Ageeva M.V., Moleleki L.N., Gogolev Y.V. Stress response in *Pectobacterium atrosepticum* SCRI1043 under starvation conditions: adaptive reactions at a low population density // *Research in Microbiol.* 2014. V.165. P.119–127.



лаборатория продукционных процессов растений

отдел биотехнологии

Работы по изучению фотосинтеза и продукционных процессов растений были начаты в 70-х годах XX века в лаборатории фитоэнергетики. Важную роль в становлении этого направления сыграла экспедиция в Среднюю Азию, организованная в 1977 году заведующим лабораторией фитоэнергетики и директором института И. А. Тарчевским, для изучения продукционных процессов хлопчатника. В 1978 году с целью развития этих исследований была создана лаборатория физиологически активных соединений. Руководителем ее был назначен к.б.н. В. И. Чиков. На протяжении

почти 40 лет лаборатория неоднократно преобразовалась и переименовывалась: в 1983 году – в лабораторию фотосинтеза, затем в лабораторию углеродного и азотного метаболизма, группу экологической физиологии растений, в 2002 году – в лабораторию биохимии апопласта, а с 2007 по 2012 год работы продолжались в лаборатории биофизики транспортных процессов. В 2012 году была создана лаборатория продукционных процессов растений. На протяжении всех лет бессменным руководителем работ по изучению регуляции фотосинтеза и продуктивности растений является В. И. Чиков.

Направление исследований

Регуляция фотосинтеза и продуктивности растений транспортом ассимилятов.

Результаты исследований

Установлено, что величина фотодыхания зависит от экспортной функции листа. При торможении оттока ассимилятов из листа фотодыхание растёт, а продукты гликолатного метаболизма используются в большей степени на репарацию и ростовые процессы самого листа-донора ассимилятов. Тем самым было опровергнуто представление о паразитной роли фотодыхания и необходимости его снижения для повышения фотосинтетической продуктивности.

Обнаружена конкуренция за получение продуктов фотосинтеза между корневой системой и репродуктивными органами (зерновками). Возникающий в растении дефицит ассимилятов прежде всего подавляет активность корневой системы со всеми негативными для продукционного процесса последствиями.

Обнаружен неизвестный ранее механизм перераспределения продуктов фотосинтеза через восходящий транспирационный ток воды между разными потребляющими органами в соответствии с их транспирацией.



Заведующий лабораторией
Владимир Иванович Чиков

Показано, что в листе растения существует единый регуляторный комплекс включающий электрон-транспортную цепь хлоропластов, углеродный метаболизм в цикле Кальвина-Бенсона, апопластную инвертазу и устьичный механизм газообмена, который срабатывает через изменение степени невозврата продуктов гликолатного метаболизма в цикл Кальвина-Бенсона и подкисление апопластной среды листа.

Выявлен новый механизм запуска перестройки метаболизма целого растения в ответ на изменение внешних условий, который реализуется через взаимодействие встречных потоков сахаров и нитратов, позволяет влиять на экспорт сахаров из листа и повышать устойчивость растения к засухе

Исследование генетически трансформированных растений с введением дополнительного гена апопластной инвертазы или подавление его экспрессии с помощью РНК-интерференции позволило установить регуляторную роль этого фермента и возможность управления продукционным процессом растений путем воздействия на его активность.

Разработаны подходы к управлению продукционным процессом растений путем воздействия на апопластную инвертазу листа синтетическими регуляторами – комплексными соединениями металлов с аммиаком (аммиакатами).

Проведение экспериментов с ген-модифицированными пробирочными растениями картофеля, с.н.с. С. Н. Баташева.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований.

Избранные публикации

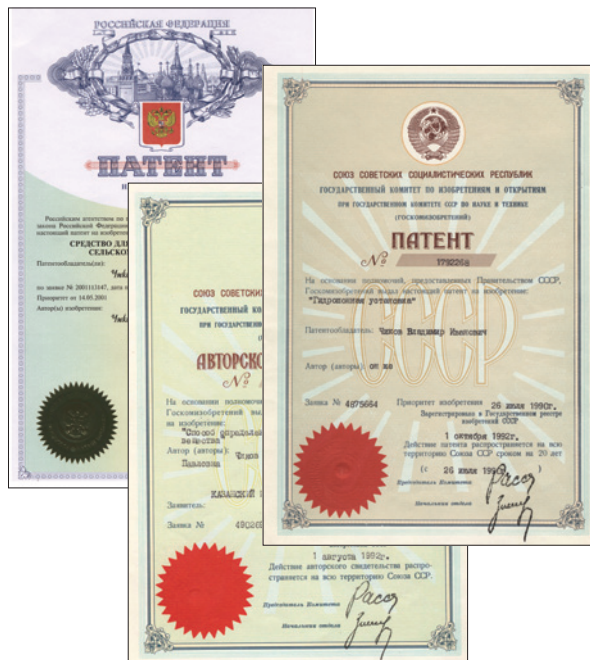
Чиков В.И., Яргунов В.Г., Федосеева Э.З., Чемикосова С.Б. Влияние соотношения между производством и потреблением ассимилятов на функционирование фотосинтетического аппарата растений // Физиология растений 1982. Т.29. №6. С.1141–1146.

Чиков В.И., Булка М.Е., Яргунов В.Г. Влияние удаления плодоеlementов на фотосинтетический метаболизм $^{14}\text{CO}_2$ в листьях хлопчатника // Физиология растений 1985. Т.32. №6. С.1055–1063.

Chikov V., Bakirova G. Relationship between carbon and nitrogen metabolism on photosynthesis. The role of photooxidation processes // Photosynthetica 1999. V.37. N.4. P.519–527.

Chikov V.I., Bakirova G.G., Avvakumova N.Y., Belova L.A., Zaripova L.M. Apoplastic transport of ^{14}C -photosynthates measured under drought and nitrogen supply // Biologia Plantarum. 2001. V.44. N.4. P.517–521.

Абдрахимов Ф.А., Баташева С.Н., Бакирова Г.Г., Чиков В.И. Динамика изменения ультраструктуры листовых пластинок льна-долгунца при торможении транспорта ассимилятов анионом нитрата // Цитология. 2008. Т.50. №8. С.700–710.



Баташева С.Н., Абдрахимов Ф.А., Бакирова Г.Г., Исаева Э.В., Чиков В.И. Влияние донора оксида азота – нитропруссид натрия – на фотосинтез и ультраструктуру листовых пластинок льна-долгунца // Физиология растений. 2010. Т.57. №3. С.398–403.

Хамидуллина Л.А., Абдрахимов Ф.А., Баташева С.Н., Фролов Д.А., Чиков В.И. Влияние введения нитратов в апопласт побега на фотосинтез и транспорт ассимилятов у симпластных и апопластных растений // Физиология растений. 2011. Т.58. №3. С.420–426.

Чиков В.И., Бакирова Г.Г., Баташева С.Н., Замалиева Ф.Ф., Саляхова Г.А., Сафиуллина Г.Ф., Синькевич М.С., Хамидуллина Л.А. Влияние введенного гена апопластной инвертазы на фотосинтез картофеля, выращенного при разной освещенности // Физиология растений. 2011. Т.58. №5. С.737–742.

Chikov V.I., Batasheva S.N. The role of C to N balance in the regulation of photosynthesis. In: Function Advances in Photosynthesis – Fundamental Aspects (Mohammad Mahdi, ed.) // Najafpour Publisher 2012. P.273–298.

Чиков В.И., Ахтямова Г.А., Баташева С.Н., Михайлов А.Л., Хамидуллина Л.А., Тимофеева О.А. Влияние блокирования гена апопластной инвертазы на фотосинтез в растениях томата // Физиология растений. 2015. Т.62. №1. С.45–51.



Исследование влияния нитратов на фотосинтез и транспорт ассимилятов у симпластного растения кипрея, м.н.с. Л. А. Хамидуллина.



лаборатория физиологии и генетики культивируемых клеток

отдел биотехнологии

Лаборатория физиологии и генетики культивируемых клеток была создана в 2003 году на базе группы экспериментального морфогенеза лаборатории биохимии клеточной стенки. Тем не менее, работы по культивированию клеток растений *in vitro* были начаты в Институте значительно раньше – сначала как отдельные работы на протопластах в группе биосинтеза целлюлозы лаборатории фотосинтеза под руководством И. А. Тарчевского, затем – уже с большим охватом объектов и методических приемов – в лаборатории культуры клеток тканей под руководством В. В. Лозовой.

Важный этап в развитии исследований в лаборатории заключался в разработке способа получения длительно культивируемых каллусов двух видов гречихи: культурной, посевной и ее дикого сородича – гречихи татарской, а также регенерации растений через органогенез и эмбриоидогенез. Эти исследования носили приоритетный характер и были защищены авторским свидетельством, а на биотехнологической выставке на ВДНХ (1990) отмечены серебряной медалью. После защиты Н. И. Румянцевой кандидатской диссертации на тему «Морфогенез в культуре клеток и тканей гречихи:



Заведующий лабораторией
Наталья Ивановна Румянцова

теоретические и прикладные аспекты», в лаборатории была создана группа экспериментального морфогенеза. Жизнь молодой группы пришлось на лихие девяностые, тем не менее, в это время были получены межвидовые гибриды гречихи через культуру зародышей *in vitro*, причем тройные гибриды при скрещивании культурной гречихи и гигантской, которая сама является гибридом татарской и многолетней гречихи, были получены впервые. На основе тонкослойных эксплантов из гипокотилей гречихи была разработана тест-система, которую с успехом использовали сотрудники другой группы лаборатории, занимающиеся выделением биологически активных олигосахаридов. Параллельно, в рамках хоздоговора с институтом хмелеводства в Цивильске, был разработан способ получения безвирусных растений хмеля из меристем. Достаточно плодотворным оказалось выяснение особенностей состава клеточных стенок в клетках каллусных культур гречихи и кукурузы, обладающих разной способностью к морфогенезу (совместно с группой Т. А. Горшковой, изучавшей фенольные соединения клеточной стенки). В 1998 году в группе была защищена первая кандидатская диссертация (А. И. Валиева), затем – еще две (Ю. А. Костюкова и А. Р. Мухитов). Дальнейшие исследования в группе были сопряжены с изучением роли секретируемых белков в дифференцировке растительных клеток. Работа в Боннском университете у профессора Д. Фолькманна, совместно со словацкими исследова-

телями Ф. Балужкой и Й. Шамаем была очень плодотворной. Было выявлено, что инициальные единицы морфогенных культур, так называемые проэмбриональные клеточные комплексы (ПЭКК) гречихи татарской в отличие от клеток неморфогенных каллусов имеют специфический поверхностный маркер – фибриллярную сеть, образованную секретируемыми арабиногалактановыми белками (АГБ) и пектинами.

В январе 2003 года была создана лаборатория физиологии и генетики культивируемых клеток. В течение последующих лет основным направлением в развитии исследований группы, а затем и лаборатории было изучение роли межклеточных взаимодействий в регуляции морфогенеза *in vitro*. Тем не менее, активно совершенствовались методики регенерации растений *in vitro*, как необходимой основы для различного рода биотехнологий. Постепенно в лаборатории, в основном опирающейся на методы работы с культурой *in vitro* и цитологический анализ, начали осваиваться методы выделения и анализа белков. Основное внимание было уделено изучению вовлечения в морфогенез арабиногалактановых белков (АГБ), по содержанию и локализации которых морфогенные и неморфогенные культуры имели принципиальные отличия. Исследование АГБ расширило представления о роли секретируемых молекул в морфогенетических процессах. Много, особенно в методическом плане, дала стажировка сотрудника лаборатории А. Н. Акулова в Институте биоорганической химии им. М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова РАН (Москва) в лаборатории биоактивных пептидов академика РАН В. Т. Иванова. Совместные исследования с лабораторией профессора Ф. Г. Каримовой показали, что секретируемые белки могут быть фосфорилированы, в том числе по остаткам тирозина. Известно, что в клетках млекопитающих системы фосфорилирования внеклеточных белков, использующие внеклеточный АТФ, играют важную роль в трансдукции сигналов и межклеточном взаимодействии.

Сравнительное исследование разнообразных характеристик каллусных и суспензионных культур с разной способностью к морфогенезу привело к заключению, что неморфогенные культуры – это «специализанты», неоспоримое преимущество которых в данных условиях *in vitro* – это значительно более быстрое размножение по сравнению с морфогенными культурами. Базу для такой специализации

создает высокая генетическая гетерогенность неморфогенных культур. Селекция среди быстро растущих клонов дает преимущество тем клеткам, которые максимально перестроили свой метаболизм на нужды быстрого роста, «выключив» все энергетически затратные, но ненужные «здесь и сейчас», программы морфогенетических дифференцировок. Специализация неморфогенных культур очень хорошо выявляется при воздействии на них стрессоров (салициловая кислота, ингибиторы каталазы и синтеза глутатиона), чувствительность к которым неморфогенных культур значительно выше, чем морфогенных.

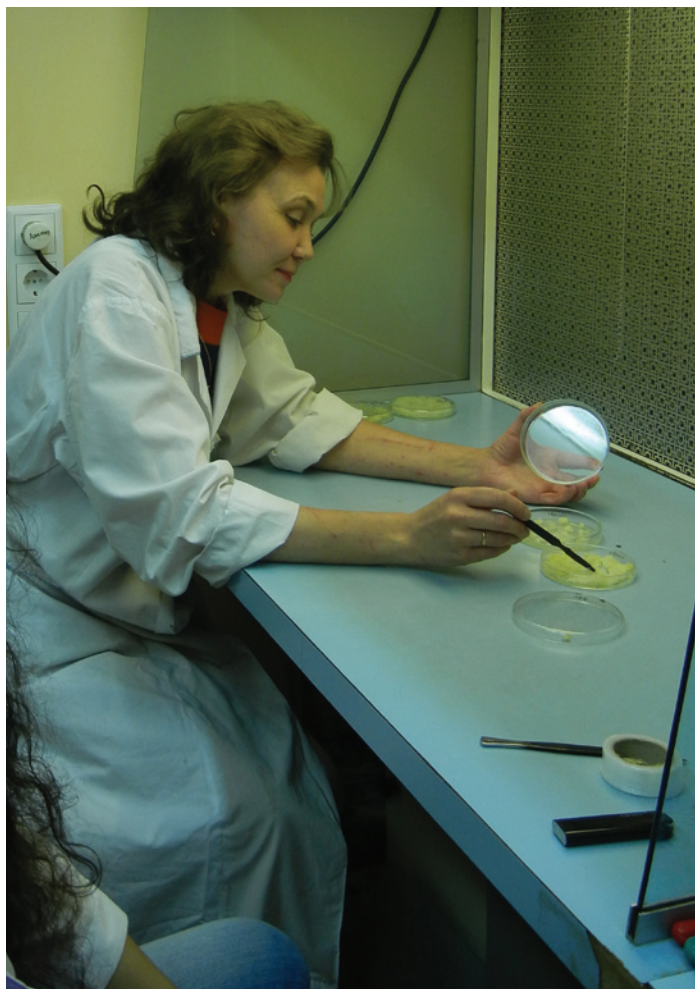
Последние 5 лет жизни лаборатории были связаны с расширением методической базы и введением в работу новых молекулярно-биологических, протеомных, хроматографических методов анализа. Сейчас, благодаря тесному сотрудничеству с лабораторией физико-химического анализа Института органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН (Ризванов И.Х.) и Междисциплинарным геномным и протеомным центром Казанского (Приволжского) федераль-

ного университета (А. В. Лайков, В. М. Чернов), в лаборатории поставлены методы пептидного фингерпринта. Коллеги из Московского государственного университета (М. Н. Логачёва, А. А. Пенин) провели РНК-секвенирование гречихи татарской, что значительно улучшило качество проводимой идентификации белков. Работы по совместному гранту позволили выполнить транскриптомно-протеомный анализ каллусных культур, различающихся по морфогенной активности. Для проведения исследований использовали методы высокопроизводительного секвенирования, выполненного на платформе Illumina HiSeq 2000, а также методы двумерного электрофореза, масс-спектрометрии и биоинформатического анализа.

В лаборатории всегда, начиная с первых работ, используются разнообразные методы микроскопии, которые позволяют связать физиологическую реакцию культивируемых клеток с изменениями структур на клеточном уровне. В настоящее время совместно с лабораторией микроскопии нашего института (В. В. Сальников), а также Междисциплинарным центром аналитической микроскопии КФУ (В. Г. Евтюгин, Ю. Н. Осин) проводятся исследования, связанные с изучением неклассической везикулярной секреции в растениях.

В последний год в рамках договора о взаимном сотрудничестве с Казанским государственным медицинским университетом (кафедра фармацевтической технологии, Тухбатуллина Р.Г.) начаты исследования, которые могут быть положены в основу биотехнологического производства лекарственных веществ растительного происхождения в Татарстане.

Важным событием в жизни лаборатории, отражающим ее авторитет в сообществе биотехнологов растений, стало проведение совместно с Институтом физиологии растений РАН им. К. А. Тимирязева X Юбилейной международной конференции «Биология клеток растений *in vitro* и биотехнология»



Работа с культивируемыми клетками,
м.н.с. Ю. А. Костюкова



(14–18 октября 2013 года, Казань, Россия), которая собрала более 200 человек из России, Украины, Беларуси, Казахстана, Таджикистана, Южной Кореи и Германии. Россию представляли специалисты из 25 городов.

Лаборатории уже 12 лет. Она преодолела средний 10-летний барьер жизни научных лабораторий и развивается в новых, непростых для всех нас, условиях, развивая связи и сотрудничество, используя свой богатый опыт в работе с культивируемыми клетками растений. Проводимые в лаборатории исследования неоднократно поддерживались грантами Российского фонда фундаментальных исследований.

Направление исследований

Механизмы межклеточных взаимодействий и их роль в регуляции морфогенеза *in vitro*.

Результаты исследований

Разработаны методы получения длительно пассируемых каллусов четырех видов гречихи; впервые получена массовая регенерация растений через геммогенез и соматический эмбриогенез из длительно пассируемых каллусов гречихи культурной и татарской, подобраны условия для их клонального размножения *in vitro* с получением семенного потомства.

Разработана тест-система на основе тонкослойных эксплантов из гипокотилей гречихи культурной, позволяющая оценивать морфогенетическую активность олигосахаридов и других физиологически активных соединений.

С использованием культуры зародышей *in vitro* получены межвидовые гибриды гречихи культурной и гречихи многолетней, а также гречихи культурной и гречихи гигантской.

Разработан способ получения соматических зародышей гречихи культурной, который позволяет в сжатые сроки (через 2 мес.) получать высокий выход генетически однородных растений.

Выявлены маркерные изменения компонентов клеточных стенок (фенольных кислот, лигнина, пектинов, арабиногалактановых белков), характерные для каллусов с разным морфогенным потенциалом (морфогенных и неморфогенных).

Впервые установлено, что проэмбриональные клеточные комплексы (ПЭКК) морфогенного каллуса покрыты фибриллярной сетью, отсутствующей на поверхности клеток неморфогенного каллуса, в состав которой входят арабиногалактановые белки и дезтерифицированные пектины.

Установлено, что неморфогенные культуры клеток растений, независимо от их происхождения, характеризуются значительным изменением редокс-метаболизма по сравнению с морфогенными культурами, из которых они были получены: снижением активности определенных антиоксидантных ферментов, уменьшением общего содержания фенольных



Проведение биохимических экспериментов, с.н.с. А. Н. Акулов и н.с. Г. В. Сибгатуллина.

соединений и восстановленного глутатиона, значительным снижением общей антиоксидантной активности клеток. Для поддержания «морфогенности» *in vitro*, вероятно, необходим высокий уровень разнообразных антиоксидантных молекул, с одной стороны, защищающий генетический аппарат клеток от прооксидантных повреждений, а, с другой, эффективно модулирующий редокс-регуляцию сигналинга.

Впервые проведен транскриптомно-протеомный анализ каллусов, различающихся по морфогенной активности. В целом, транскриптомный анализ дал значительно более широкую картину отличий в сравнении с протеомным анализом. Данные протеомного анализа подтвердили, что для морфогенных культур характерна высокая экспрессия защитных белков, таких как глутатион-S-трансферазы, тиоловая пероксидаза 1-цис пероксиредоксин, патогенез-связанные белки и др. Сохранение высоких компенсаторных возможностей, обусловленных присутствием различных форм защитных соединений и их взаимозаменяемостью, вероятно, является одним из основных «маркеров», отличающих культивируемые клетки с высокой морфогенной активностью от неморфогенных культур, полностью потерявших способность к формированию меристем.

Выявлено, что эмбрионные культуры гречихи татарской выделяют экстраклеточные микровезикулы (МВ). Процесс стимулируется пересадкой на среду с ауксином и совпадает с растяжением и дифференцировкой клеток. Выделенные МВ изучены с помощью негативного контрастирования, сканирующей и трансмиссионной электронной микроскопии; проанализированы их морфология и размеры. Результаты свидетельствуют о возможности неклассической секреции у растений.

Избранные публикации

Lozovaya V.V., Gorshkova T.A., Romyantseva N.I., Ulanov A.V., Valieva A.I., Yablokova E.V., Mei C., Widholm J.M. Cell wall – bound phenolics in cells of maize (*Zea mays*, Graminae) and buckwheat (*Fagopyrum tataricum*, Polygonaceae) with different regeneration abilities // Plant Science. 2000. V.152. P.79–85.

Гумерова Е.А., Галеева Е.И., Чуенкова С.А., Румянцова Н.И. Со-матический эмбриогенез и геммогенез в культуре тканей

гипокотилей *Fagopyrum esculentum* // Физиология растений. 2003. Т.50. №5. С.716–721.

Румянцова Н.И., Шамай Й., Энзикат Х.-Ю., Сальников В.В., Костюкова Ю.А., Балущка Ф., Фолькманн Д. Изменение поверхностной сети экстраклеточного матрикса в процессе циклического воспроизводства проэмбриональных клеточных комплексов в каллусе *Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn // Доклады РАН. 2003. Т.391. №1. С.123–127.

Румянцова Н.И. Арабиногалактановые белки: участие в росте и морфогенезе растений // Биохимия. 2005. Т.70. №10. С.1301–1317.

Камалова Г.В., Акулов А.Н., Румянцова Н.И. Сравнение редокс-статуса клеток морфогенных и полученных из них неморфогенных каллусов гречихи татарской // Биохимия. 2009. Т.74. №6. С.842–852.

Акулов А.Н., Скрипников А.Ю., Румянцова Н.И. Экспрессия 1-цис пероксиредоксина в морфогенных и неморфогенных каллусах гречихи татарской // Физиология растений. 2010. Т.57. №3. С.433–440.

Румянцова Н.И., Акулов А.Н., Федина Е.О., Петрова Н.В., Каримова Ф.Г. Фосфорилирование белков в культивируемых клетках гречихи с разной морфогенной способностью // Физиология растений. 2010. Т.57. №1. С.50–56.

Сибгатуллина Г.В., Румянцова Н.И., Хаертдинова Л.Р., Тарасова Н.Б., Акулов А.Н., Гумерова Е.А. Получение и характеристика устойчивой к аминотриазолу линии морфогенного каллуса *Fagopyrum tataricum* // Физиология растений. 2012. Т.59. №5. С.701–709.

Нигматуллина Л.Р., Румянцова Н.И., Костюкова Ю.А. Влияние D,L-бутионин-S,R-сульфоксимида на соотношение форм глутатиона и рост каллусов гречихи татарской // Онтогенез. 2014. Т.45. №1. С.50–62.

Гумерова Е.А., Акулов А.Н., Румянцова Н.И. Влияние метил-жасмоната на ростовые характеристики суспензионной культуры гречихи татарской и накопление в ней фенольных соединений // Физиология растений. 2015. Т.62. №2. С.212–221.



лаборатория механизмов роста растительных клеток

Лаборатория механизмов роста растительных клеток создана в 2003 году на базе одноименной группы и группы под руководством А. И. Заботина, занимающейся исследованием олигосахаридов. Оба этих коллектива входили на более ранних этапах в состав лаборатории биохимии клеточной стенки и отчасти сохранили преемственность ее тематики.

Работы по изучению растительной клеточной стенки начались в институте (тогда Казанском институте биологии Казанского филиала АН СССР) в конце 70-х годов по

инициативе и при непосредственном участии профессора Игоря Анатольевича Тарчевского, а также особом интересе со стороны академика Андрея Львовича Курсанова – директора Института физиологии растений АН СССР (Москва). Впоследствии эти исследования успешно развивались профессором В. В. Лозовой, длительное время руководившей лабораторией биохимии клеточной стенки. Коллектив лаборатории, ставшей одной из наиболее крупных в институте, был молод.

Первоначальное направление исследований этой лаборатории – биосинтез целлюлозы и других полисахаридов

клеточных стенок и его зависимость от концентрации субстратов, макроэргических фосфатов, фитогормонов, ретардантов, почвенно-климатических факторов. Ключевым объектом исследований служил хлопчатник, что в значительной мере определялось наличием хоздоговора с НИИХП – института при пороховом заводе, использовавшем хлопок в качестве сырья. Для проведения исследований на протяжении ряда лет организовывались продолжительные летние экспедиции в Среднюю Азию, сначала в Ферганскую долину Таджикистана, а затем – в Узбекистан в предместья Ташкента. Более поздние исследования развивали представления о клеточной стенке как о динамичной системе со сложной субклеточной структурой. Анализировались особенности клеточных стенок в различных культурах *in vitro*; среди других объектов исследований в конце 80-х появился лен. Большой раздел исследований был связан с изучением физиологически активных фрагментов полимеров клеточных стенок – олигосахаридов. Успехи лаборатории нашли отражение и в проведении на базе нашего института трех Всесоюзных конференций (1980, 1985, 1990 гг.), посвященных изучению биосинтеза целлюлозы и других компонентов растительных клеточных стенок. В



Заведующий лабораторией
Татьяна Анатольевна Горшкова

конце 80-х – начале 90-х годов сформировались контакты с зарубежными коллегами, среди которых очень известные имена – Д. Делмер, Д. Видхолм, Н. Карпита, Г. Белдман.

Без малого 20 лет заведовала лабораторией биохимии клеточной стенки (изначально она называлась лаборатория культуры клеток и тканей) Вера Владимировна Лозовая –



Выездной семинар сотрудников лаборатории биохимии клеточной стенки.



эффективный администратор, яркая личность. Она активно сотрудничала с учеными Иллинойского университета (США), большую часть времени проводила в зарубежных командировках, результатом чего стало ее увольнение из института и расформирование лаборатории.

Тематика лаборатории механизмов роста растительных клеток во многом сформировалась на основе исследований, связанных с изучением растительной клеточной стенки. Впоследствии диапазон исследований был расширен. Ключевые направления исследований – изучение роста растяжением, анализ формирования надмолекулярной структуры третичной клеточной стенки, исследование физиологически активных фрагментов растительной клеточной стенки – олигосахарин. Для изучения ключевых процессов развития растительных клеток, таких как дифференциация, удлинение и формирование вторичной клеточной стенки в качестве модельной системы широко используются растительные волокна, в частности волокна льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.).

В лаборатории на собственной базе и при активном сотрудничестве с коллегами из других подразделений используется совокупность методов, позволяющая комплексно характеризовать изучаемые процессы и включающая разнообразные методы биохимии углеводов (различные виды

хроматографии, масс-спектрометрии, ЯМР), микроскопии (электронная и конфокальная), радиоизотопного анализа, протеомики и транскриптомики.

Направление исследований

Механизмы роста растительных клеток, формирования, функционирования и физиологической роли клеточных стенок.

Результаты исследований

К числу достижений коллектива можно отнести следующие. Пересмотрены представления о характере роста растительных волокон. Выявлены маркерные признаки различных стадий формирования волокон: инициации, координированного и интрузивного роста и созревания. Детально разработана удобная модель для изучения различных типов роста клетки в системе интактного растения – флоэмное волокно льна. Для исследования молекулярных механизмов осуществления и регуляции интрузивного роста волокон используется лазерная микродиссекция (на базе ИБФРМ РАН, г. Саратов), поскольку извлечь интрузивно растущее волокно, обладающего тонкой первичной клеточной стенкой и растущего в толще тканей, с помощью тривиальных подходов невозможно.

Получены приоритетные данные о роли клеточной стенки в механизмах роста и дифференциации растительных клеток; впервые выявлен ряд компонентов, специфичных для разных стадий развития растительных клеток и для отдельных типов специализированных тканей. Установлены особенности взаиморасположения ключевых полисахаридных компонентов – глюкана со смешанным типом связей, глюкуроноарабиноксилана и микрофибрилл целлюлозы – в пер-



Сотрудницы лаборатории работают над сборкой компьютера к жидкостному хроматографу, с.н.с. П. В. Микшина и м.н.с. А. А. Петрова.



Спектрофотометрическое определение концентрации углеводов в образцах, с.н.с. Н. Е. Мокшина.

с образованием надмолекулярных комплексов рамногалактуронанов особой структуры и их активной модификацией в клеточной стенке.

Обнаружены новые физиологически-активные фрагменты полисахаридов клеточной стенки (олигосахарины); продемонстрирована их вовлеченность в приспособительные реакции растений в качестве эндогенных регуляторов. Ведутся работы по расшифровке структуры и механизмов действия этих соединений.

В сотрудничестве с Казанским национальным исследовательским технологическим университетом инициированы разноплановые работы по созданию инновационных методов конверсии растительного сырья в многоцелевые продукты.

Перспективы исследований лаборатории связаны с изучением фундаментальных принципов формирования пространственной организации сложных углеводов и их комплексов с различными соединениями, а также с исследованием роли компонентов клеточной стенки в процессах роста и дифференциации растительных клеток. К этим направлениям примыкает и выявление биологических детерминант разнообразия свойств растительных волокон.

вичных клеточных стенках злаков. Предложена оригинальная модель пространственной организации клеточных стенок однодольных растений и ее модификации в ходе роста растяжением, базирующаяся на доменной организации глюкуроноарабиноксилана.

Охарактеризован особый тип клеточных стенок, отличающийся а) аксиальным расположением микрофибрилл целлюлозы; б) отсутствием лигнина; в) высокой долей галактозо-содержащих полимеров; г) интенсивной постсинтетической модификацией слоев. Выявлены процессы, служащие основой биогенеза клеточных стенок такого типа, присутствующего в желатинозных волокнах лубо-волоконистых культур и древесины напряжения. Установлено, что формирование контрактильных свойств растительных волокон, необходимых для передвижения органов растения и реакции на механические воздействия, связано

Заготовка растительного материала для изучения механизмов интрузивного роста и формирования третичной клеточной стенки.





I Всероссийская конференция «Фундаментальная гликобиология», организованная по инициативе сотрудников лаборатории, председатель Оргкомитета профессор Т. А. Горшкова.

Молекулярно-генетические аспекты формирования клеточной стенки – еще одно перспективное направление развития лаборатории. Недавно осуществленное полное секвенирование генома льна позволило приступить к системной характеристике генов, вовлеченных в синтез полимеров третичной клеточной стенки флоэмных волокон, которая почти на 90% состоит из целлюлозы. Особенно эффективно реализовать этот подход позволяет появление технологии полногеномного секвенирования, которая позволяет проводить масштабное профилирование транскриптома. В настоящее время эта технология активно используется, благодаря появлению прибора Illumina MiSeq в приборном парке института. Ведется работа по профилированию транскриптома в тканях, формирующих различные типы клеточной стенки, для выявления не охарактеризованных ранее участников (включая факторы транскрипции), задействованных в формировании и функционировании клеточных стенок.

Исследования лаборатории поддержаны многочисленными грантами Российского фонда фундаментальных исследований, фонда НИОКР Республики Татарстан, а также грантом Президента РФ для государственной поддержки ведущих научных школ (рук. А. Н. Гречкин). Проводятся совместные исследования с Институтом физиологии рас-

тений им. К. А. Тимирязева РАН (Москва), Всероссийским научно-исследовательским институтом растениеводства (Санкт-Петербург), Институтом физиологии и биохимии растений и микроорганизмов РАН (Саратов), Казанским национальным исследовательским технологическим университетом, Университетом Руана (Франция), Университетом Умеа (Швеция), Университетом Альберты (Канада), Университетом Кэмбриджа (Великобритания), Университетом Хайфы-Ораним (Израиль).

Сотрудниками, работавшими в лаборатории, за последние 10 лет защищена одна докторская и 7 кандидатских диссертации. К числу достижений можно отнести издание двух обстоятельных монографий, а также проведение в 2009 году Международного симпозиума «Растительные волокна: взгляд фундаментальной биологии», собравшего известных ученых из многих стран. В 2012 году лаборатория стала инициатором и организатором I Всероссийской конференции «Фундаментальная гликобиология». Эта конференция создала платформу для эффективного общения, более плодотворного использования имеющихся ресурсов и выявления дополнительных перспектив в углеводной тематике. Искренне радуется, что с нашей «легкой руки» «Фундаментальная гликобиология» стала регулярным мероприятием с широкой географией – в 2014 году она проводилась в Саратове, а в 2016 году пройдет во Владивостоке на базе Тихоокеанского института биоорганической химии ДВО РАН.

Сотрудники лаборатории стараются проявлять свои творческие способности не только в научной деятельности, но и в жизни института: стало доброй традицией активное участие коллектива в организации и проведении новогодних праздников, творческих конкурсов, «Дня Растений» для школьников и студентов.



Последствия поездок на международные научные конференции. Новый год в японском стиле.

Избранные публикации

- van Dam J.E.G., Gorshkova T.A. Plant growth and development: Plant fiber formation. In: Encyclopedia of Applied Plant Sciences. Chapter MS 46. // Academic Press, Elsevier Ltd. 2003. P.87–96.
- Горшкова Т.А. Клеточная стенка как динамичная система // М.: Наука 2007. 429 с.
- Горшкова Т.А. (ред.) Биогенез растительных волокон // М.: Наука 2009. 264 с.
- Roach M.J., Mokshina N.Y., Badhan A., Snegireva A.V., Hobson N., Deyholos M.K., Gorshkova T.A. Development of cellulosic secondary walls in flax fibers requires β -galactosidase // Plant Physiology. 2011. V.156. P.1351–1363.
- Mellerowicz E.J., Gorshkova T.A. Tensional stress generation in gelatinous fibres: a review and possible mechanism based on cell wall structure and composition // J. Exp. Bot. 2011. Darwin Review. 2012. V.63. N.2. P.551–565.
- Mikshina P.V., Gurjanov O.P., Mukhitova F.K., Petrova A.A., Shashkov A.S., Gorshkova T.A. Structural details of pectic galactan from the secondary cell walls of flax (*Linum usitatissimum* L.) phloem fibres // Carbohydrate Polymers. 2012. V.87. P.853–861.
- Gorshkova T., Brutch N., Chabbert B., Deyholos M., Hayashi T., Lev-Yadun S., Mellerowicz E.J., Morvan C., Neutelings G., Pilate G. Plant fiber formation: state of the art, recent and expected progress, and open questions // Critical Reviews in Plant Sciences. 2012. V.31. N.3. P.201–228.
- Mikshina P.V., Chernova T.E., Chemikosova S.B., Ibragimova N.N., Mokshina N.Y., Gorshkova T.A. Cellulosic fibers: role of matrix polysaccharides in structure and function // Cellulose. 2013. Ch.4. P.91–113.
- Fagerstedt K.V., Mellerowicz E., Gorshkova T., Ruel K., Joseleau J.-P. Cell wall polymers in reaction wood. In: The Biology of Reaction Wood (Gardiner B., Barnett J., Saranpää P., Gril J., eds.) Springer Series in Wood Science // Berlin: Springer 2014. P.37–106.
- Kozlova L.V., Ageeva M.V., Ibragimova N.N., Gorshkova T.A. Arrangement of mixed-linkage glucan and glucuronoarabinoxylan in the cell walls of growing maize roots // Ann. Bot. 2014. V.114. N.6. P.1135–1145.
- Mokshina N., Gorshkova T., Deyholos M.K. Chitinase-like (CTL) and cellulose synthase (CESA) gene expression in gelatinous-type cellulosic walls of flax (*Linum usitatissimum* L.) bast fibers // PLoS ONE 9(6): e97949. doi:10.1371/journal.pone.0097949
- Kozlova L.V., Gorshkov O.V., Mokshina N.E., Gorshkova T.A. Differential expression of α -l-arabinofuranosidases during maize (*Zea mays* L.) root elongation // Planta. 2015. V.241. P.1159–1172.



лаборатория биофизической химии наносистем

Началом развития биофизики в Казанском институте биологии считается конец 1959 года, когда по инициативе бывшего в ту пору директором профессора Н. А. Гусева в институт был приглашен Н. А. Мальцев, энтузиаст применения в биологии нового по тем временам метода ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Научное ядро группы составили физиолог Ф. Г. Мифтахутдинова, физик-теоретик Л. А. Абецдарская и физик-экспериментатор В. Д. Федотов. В силу основных научных задач того времени (физиология рас-

тений) и ограниченных экспериментальных возможностей в течение первого десятилетия биофизические исследования в институте были в основном сосредоточены на проблемах водного режима растений, работы проводились преимущественно на целых растениях или их фрагментах.

Немного позднее, в самом начале 70-х, биофизические исследования в институте стали резко расширяться. Помимо ЯМР стали активно использоваться новые методы – диэлектрическая и инфракрасная (ИК) спектроскопия, электронный

парамагнитный резонанс (ЭПР). В институт пришла талантливая и, главное, очень «жадная» до науки молодежь, часть которой со временем пополнила отряд профессоров института (А. В. Анисимов, Г. А. Великанов, Ю. Ф. Зуев) и зарубежных университетов (Ю. Д. Фельдман). Большую роль в привлечении новых методов и молодежи к биофизическим исследованиям в институте сыграл Н. В. Седых, под руководством которого в институте сформировалась достаточно многочисленная группа биофизики. К сожалению его революционные идеи о роли воды в биологических системах в то время не нашли признания научной общественности.

Несмотря на значительные успехи «биофизики растений» в стенах института, 70-е годы существенно видоизменили мировоззрение исследователей и заложили основу для перехода на молекулярный уровень исследования живых систем и процессов. Для этих, в общем-то, революционных изменений было несколько предпосылок. Наверное, достаточно сложно проранжировать все предпосылки по их значимости. Анализируя те давние события, следует признать, что основным толчком к развитию молекулярной биофизики стало появление в институте профессора И. А. Тарчевского со своей командой. И дело не только в том, что, возглавив институт, И. А. Тарчевский стал активно внедрять и развивать самые современные методы. Была создана новая творческая научная



Заведующий лабораторией
Юрий Федорович Зуев

атмосфера, в которой сложно было не попытаться освоить что-то новое. Нужно отметить, что к этому времени усилиями прежнего руководства были созданы хорошие условия для перехода биофизики на молекулярный уровень. Во-первых, это появление в институте большого числа молодых физиков, к тому же неплохо владеющих английским языком, что позволяло напрямую знакомиться с новейшими научными тенденциями. Следует напомнить, что библиотека КазНЦ РАН



Николай Васильевич Седых



Сотрудники лаборатории молекулярной биофизики
Ю. Ф. Зуев, И. В. Ермолина и Е. А. Польшгалов.



в то время обладала очень приличной научной подпиской. Во-вторых, именно в 70-е годы начал раскрываться неординарный организаторский талант ученого секретаря института Б. А. Николаева, и появилась возможность получения в свое распоряжение очень хорошего оборудования. Даже не перечисляя уникальных приборов, полученных институтом благодаря его высокой научной эрудиции и активности, чего стоит только активная компьютеризация исследований, в которой остро нуждались многие молекулярно-биофизические работы. Именно появление в институте производительных электронных вычислительных машин (термин компьютер появился, в общем-то, позднее) позволило группе молодых биофизиков Ю. Д. Фельдману, В. М. Валитову и Ю. Ф. Зуеву впервые в СССР разработать и ввести в эксплуатацию диэлектрический рефлектометр, который позволял на молекулярном уровне проводить исследования структурного состояния белков. Позже, в 1984 году за цикл работ по развитию метода импульсной диэлектрической спектроскопии эти сотрудники были награждены Почетным дипломом Академии наук СССР.

Следующим важным шагом на пути становления молекулярной биофизики в институте стало возвращение в 1985 году в родные пенаты д.ф.-м.н. В. Д. Федотова – позднее профессора, члена-корреспондента АН РТ, Заслуженного деятеля науки Российской Федерации. Анализируя спустя многие годы временный уход В. Д. Федотова из института в самом начале 70-х, становится понятно, что это явилось следствием того, что его научный потенциал перерос классические исследования состояния воды в растениях. Он понимал, что будущее биологии за молекулярными физико-химическими методами, а институт того времени к этому еще не был готов. Возвращение В. Д. Федотова было своевременным, поскольку зарождающейся молекулярной биофизике нужен

был харизматический лидер – шестидесятник, обладающий колоссальным количеством научных контактов. Широкий научный кругозор и необычайно высокая активность позволили В. Д. Федотову в течение нескольких лет кардинально перестроить работу биофизиков института и сформировать новое направление – молекулярную биофизику. Традиционные для института методы ЯМР, ЭПР, ИК-спектроскопии были перепрофилированы под молекулярно-биофизические задачи. Большую поддержку у В. Д. Федотова получил метод диэлектрической спектроскопии. Нужно признать, что не все сотрудники выдержали темпа работы нового лидера и некоторые вынуждены были уйти. Однако появились новые специалисты, в том числе физики-теоретики, без моделей и расчетов которых движение вперед существенно тормозилось.

С момента организации в 1983 году лаборатории молекулярной биофизики основная активность была направлена на исследование механизмов молекулярного движения в белках и их взаимосвязи с процессами гидратации и денатурации. С помощью взаимодополняющих физических методов и теоретических расчетов проводились исследования внутримолекулярной и глобальной подвижности белков в растворах и в твердом состоянии; процессов гидратации и денатурации; структуры, динамики и механизмов переноса вещества в мем-



Профессора Ю. Ф. Зуев и В. Д. Федотов.

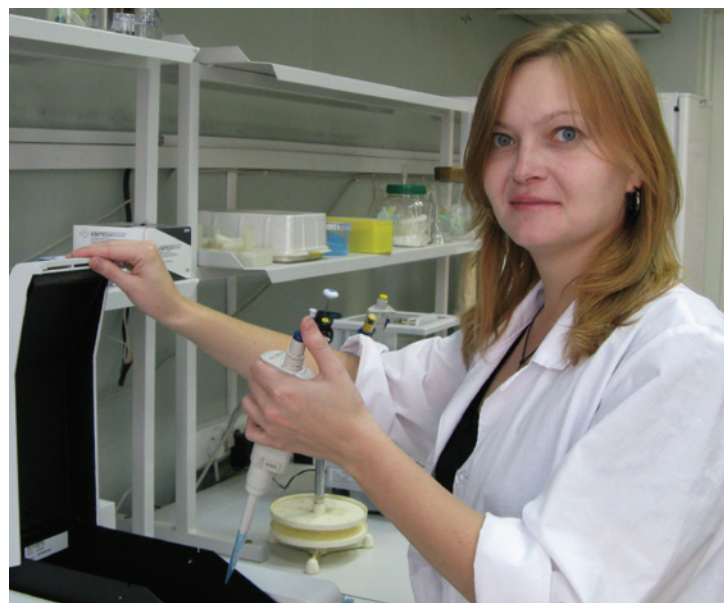
бранных модельных системах. Велась активная разработка и применение новых физических методов к биологическим системам: модификация ЯМР релаксационных экспериментов во вращающейся и дважды вращающейся системах координат для изучения медленных молекулярных движений, разработка аппаратуры для селективного измерения трансляционной диффузии в сложных системах на базе ЯМР высокого разрешения. В лаборатории сформировалось и активно развивалось новое направление – исследование микрогетерогенных систем на основе амфифильных соединений синтетического и природного происхождения, как моделей природного микроокружения ферментов и примембранных химических процессов. Таким образом, сохраняя свои традиционные приоритеты, лаборатория имела поступательное движение на пути «структура – динамика – функции белков» при последовательном усложнении их микроокружения. На определенном этапе работы полученные результаты и общие тенденции развития науки привели к пониманию того, что функциональная активность белков проявляется только в составе межмолекулярных комплексов со специфическими лигандами, где наряду с законами макромира огромное значение имеют движущие силы, возникающие и работающие на нанометровой шкале расстояний. Поэтому, не отступая от направления, определенного профессором В. Д. Федотовым, и взяв на вооружение новые научные принципы и подходы в 2007 году лаборатория была переименована в лабораторию биофизической химии наносистем.

На определенном этапе своего развития в силу объективных обстоятельств лаборатория выступила донором специалистов для ряда зарубежных университетов. В настоящее время пять бывших сотрудников работают на постоянной основе в университетах Израиля, США и Англии, что свидетельствует о высоком научном потенциале лаборатории. Это Ю. Д. Фельдман – профессор Института прикладной физики Иерусалимского университета (Израиль), Д. А. Фушман – профессор Центра биомолекулярной структуры и организации в Университете г. Мериланд (США), И. В. Несмелова – ассистент-профессор Факультета физики и оптики Университета Северной Каролины (США), И. В. Ермолина – доцент Университета

Де Монфорт и Е. А. Польшгалов – старший научный сотрудник Факультета фармакологии Университета Де Монфорт (Великобритания). Несмотря на понесенные кадровые потери, ныне лаборатория представляет собой коллектив, в котором оптимально сочетается опыт старшего поколения с энергией молодежи. За последние 5 лет сотрудниками лаборатории защищены 3 кандидатские диссертации, а к.б.н Т. А. Коннова получила степень Доктора философии (PhD) Нантского университета. Проводимые в лаборатории исследования поддерживаются грантами Президиума РАН по программам «Молекулярная и клеточная биология» и «Основы фундаментальных исследований нанотехнологий и наноматериалов», Программы Отделения химии и наук о материалах РАН «Химия биологии и медицине», Российского фонда фундаментальных исследований, Фонда НИОКР Республики Татарстан, Немецкого научно-исследовательского общества, Международных фондов Сороса и CRDF, Программы российско-французского научного сотрудничества и др.

Направление исследований

Межмолекулярное распознавание и внутримолекулярная передача сигнала в функциональных комплексах белков и нуклеиновых кислот с целевыми лигандами.



Исследование флуоресценции белков, м.н.с. Ю. А. Валиуллина.



Результаты исследований

Экспериментально и теоретически установлен анизотропный характер броуновского вращения глобулярных белков в водных растворах, вызываемый взаимной ориентацией макромолекул за счет межмолекулярных электростатических взаимодействий.

Установлены основные механизмы действия микроокружения (микрогетерогенные системы на основе амфифильных соединений синтетического и природного происхождения) в катализе реакций гидролитического расщепления пептидных и сложноэфирных связей.

Построена математическая модель конформационной динамики белка, описывающая динамический фазовый переход от жидкоподобного к стеклоподобному состоянию белка. Модель свидетельствует, что: переход является результатом прямого взаимодействия фрагментов структуры белка между собой, а не взаимодействия белок-растворитель; растворитель влияет на переход косвенно, определяя морфологию белка на уровне третичной структуры; переход может иметь место в небольших доменах белка, включающих лишь несколько фрагментов его структуры.

Разработан метод построения физических моделей конформационной динамики биополимеров по данным экспериментов ЯМР, основанный на сопоставительном количественном анализе степени усреднения молекулярным движением различных ядерных магнитных взаимодействий.

Установлена количественная связь между флуктуациями электрического поля в активном центре фермента и константой ферментативной реакции. Построена физическая модель скорость-стимулирующей вибрации (rate-promoting vibration (RPV)) при действии фермента, в которой предполагается, что источником вибрации является осциллирующее электрическое поле, производимое долгоживущими локализованными колебательными модами во вторичной структуре белка. Оценена сила взаимодействия RPV с координатой реакции и показано, что эффект ускорения реакции может достигать 7–8 порядков.

Разработана методика применения метода Броуновской динамики для изучения диффузионно-контролируемых реакций взаимодействия белков (димеризация, образование комплексов фермент-ингибитор) и формирования фермент-субстратных комплексов в электростатическом поле микроокружения.

Разработан новый тип эксперимента ЯМР, позволяющий получать информацию о частотных и амплитудных параметрах медленных конформационных движений с сайт-специфичным разрешением в микрокристаллах белка.

Впервые с использованием взаимодополняющих методов ИК-спектроскопии и квантовой химии охарактеризованы



Проведение ЯМР-эксперимента по структуре и динамике белков, с.н.с. Б. З. Идиятуллин.



структура гидратной оболочки и механизмы ее модификации в присутствии апротонных органических растворителей для полипептидов с различным химическим строением боковых групп и типом вторичной структуры. Показано, что апротонные органические растворители модифицируют структуру гидратной оболочки полипептида, конкурируя с водой за центры связывания на полипептиде, изменяя доступность центров гидратации полипептидов для молекул воды за счет изменения конформации полипептида и дополнительно связывая воду полярными центрами органического растворителя.

Определен механизм внутримолекулярной передачи сигнала в молекуле белка при связывании эффектора, который заключается в коррелированном изменении энергии взаимодействия и подвижности аминокислотных остатков белка (на примере карбогидрат-связывающих белков галектин-1 и галектин-7).

Установлено, что одним из факторов, определяющих пластичность и упругость структуры ступцов и тромбов крови, может быть разрушение суперспиральных участков и формирование внутри- и межмолекулярной бета-структуры в надмолекулярных комплексах фибрина. Фундаментальное

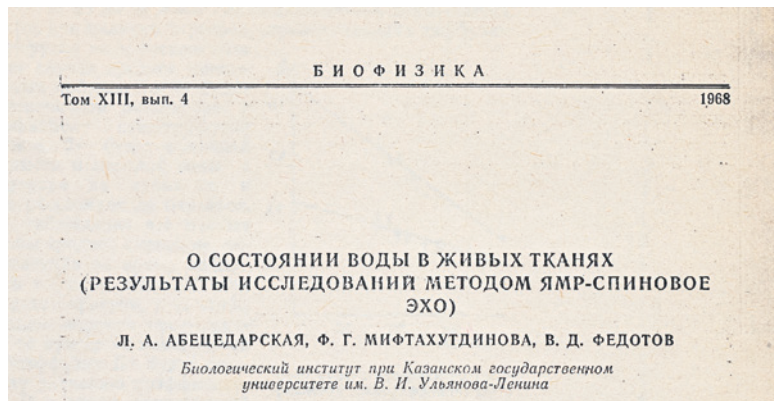
значение полученного результата связано с проблемой управления состоянием трехмерной структурой белка, а практическая – с потенциальными разработками технологий использования фибрина и материалов на его основе в медицине и наномеханике.

Исследована роль динамики структуры белка во внутримолекулярной передаче сигнала на примере взаимодействия трипсина с ингибитором и субстратом. Показано, что при образовании комплекса трипсин-ингибитор изменяется амплитуда флуктуаций функционально важных петель белка, обеспечивая тем самым перераспределение энергии между аминокислотными остатками его полипептидной цепи и внутримолекулярную передачу сигнала. Показано, что субстрат усиливает корреляцию между движением аминокислотных остатков активного центра и остатков субстрат-связывающего кармана.

Определена трансфекционная активность новых химических соединений – геминальных поверхностно-активных веществ с алкиламмонийной головной группой и ряда производных каликсаренов, которые выступают хорошей альтернативой уже известным соединениям для доставки генетического материала в клетку. Установлены оптимальные условия для трансфекции. Получен патент на изобретение.

Избранные публикации

- Fedotov V.D., Schneider H. Structure and dynamics of bulk. Polymers by NMR-methods // Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1989. 176 p.
- Feldman Yu.D., Zuev Yu.F., Polygalov E.A., Fedotov V.D. Time domain dielectric spectroscopy. A new effective tool for physical chemistry investigation // Colloid Polymer Science. 1992. V.270. P.768–780.
- Feldman Yu., Andrianov A., Polygalov E., Ermolina I., Romanychev G., Zuev Yu., Milgotin B. Time domain dielectric spectroscopy: an advanced measuring system // Review Scientific Instruments. 1996. V.67. P.3208–3216.
- Feldman Yu., Kozlovich N., Nir I., Garti N., Archipov V., Idiatullin Z., Zuev Yu., Fedotov V. Mechanism of transport of charge carriers in the sodium bis(2-ethylhexyl) sulfosuccinate-water-decane microemulsion near the percolation temperature threshold // J. Phys. Chem. 1996. V.100. P.3745–3748.



- Nesmelova I.V., Skirda V.D., Fedotov V.D. Generalized concentration dependence of globular protein self-diffusion coefficients in aqueous solutions // *Biopolymers*. 2002. V.63. N.2. P.132–140.
- Zuev Yu.F., Vylegzhanina N.N., Zakhartchenko N.L. Effects of protein solubilization on the structure of surfactant shell of reverse micelles // *Appl. Magn. Reson*. 2003. V.25. P.29–42.
- Zuev Yu., Faizullin D., Idiyatullin B., Mukhitova F., Chobert J.-M., Fedotov V., Haertle Th. Aggregation of sodium dodecyl sulfate in micellar solution of beta-casein analyzed by ^1H NMR self-diffusion, relaxation and Fourier transform IR spectroscopy // *Colloid Polymer Science*. 2004. V.282. P.264–269.
- Ermakova E. Brownian dynamics simulation of the competitive reactions: Binase dimerization and the association of binase and barstar // *Biophys. Chem*. 2007. V.130. P.26–31.
- Sitnitsky A.E. Discrete breathers in protein secondary structure. In: *Soft Condensed Matter: New Research* // New York: Nova Publishers 2007. Ch.5. P.157–172.
- Krushelnitsky A.G. Complex NMR approaches to studying conformational dynamics of biopolymers. In: *BioPolymer Research Trends* // New York: Nova Publishers. 2008. Ch.3. P.87–118.
- Матвеева Е.Л., Зюев Ю.Ф. Новые возможности медицины и биотехники в связи с развитием нанотехнологий. В кн.: *Нанотехнологии: новый этап в развитии человечества* // Казань: «Познание» 2010. С.52–52.
- Krushelnitsky A., Zinkevich T., Reichert D., Chevelkov V., Reif B. Microsecond time scale mobility in a solid protein as studied by the ^{15}N $R_{1\rho}$ site-specific NMR relaxation rates // *J. American Chem. Society*. 2010. V.132. P.11850–11853.
- Makshakova O., Ermakova E. Computational study of hydrogen-bonding complex formation of helical polypeptides with water molecule // *Journal Molecular Structure: THEOCHEM*. 2010. V.942. P.7–14.
- Sitnitsky A.E. Model for solvent viscosity effect on enzymatic reactions // *Chem. Phys*. 2010. V.369. P.37–42.
- Sitnitsky A.E. Exactly solvable master equation for rotational reorientations of molecules // *Recent Res. Devel. Chem. Physics (Transworld Research Network, 37/661 (2), Fort P.O., Trivandrum-695 023 Kerala, India)*. 2013. P.1–21.
- Litvinov R.I., Faizullin D.A., Zuev Yu.F., Weisel J.W. The α -helix to β -sheet transition in stretched and compressed hydrated fibrin clots // *Biophys. J*. 2012. V.103. P.1020–1027.
- Зюева О.С., Чичиров А.А., Зюев Ю.Ф. Биотопливо и нанотехнологии. В кн.: *Наноматериалы и нанотехнологии в энергетике*. // Казань: КГЭУ 2014. С.48–80.
- Khairutdinov B., Ermakova E., Sitnitsky A., Stoikov I., Zuev Yu. Supramolecular complex formed by DNA oligonucleotide and thiacalix[4]arene. NMR-spectroscopy and molecular docking // *J. Mol. Structure*. 2014. V.1074. P.126–133.
- Ermakova E., Kurbanov R. Effect of ligand binding on the dynamics of trypsin. Comparison of different approaches // *J. Mol. Graphics and Model*. 2014. V.49. P.99–109.
- Leighton G., Konnova T., Idiyatullin B., Hurr S., Zuev Yu., Nesmelova I. The folding of the specific DNA recognition subdomain of the Sleeping Beauty transposase is temperature-dependent and is required for its binding to the transposon DNA // *PLoS ONE*, V.9. Is.11, Article number e112114.
- Makshakova O.N., Semenyuk P.I., Kuravsky M.L., Ermakova E.A., Zuev Yu.F., Muronetz V.I. Structural basis for regulation of stability and activity in glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenases. Differential scanning calorimetry and molecular dynamics // *J. Structural Biology*. 2015. V.190. N.2. P.224–235.



лаборатория биофизики транспортных процессов

В 1960-х годах с подачи известного физиолога растений профессора Алексея Михайловича Алексеева в Казанском институте биологии, входившем тогда в состав Казанского государственного университета, и усилиями с.н.с. Мальцева Николая Александровича с сотрудниками была создана спин-эхо ЯМР-установка для исследования структурного состояния воды в растениях. Это была одна из первых в нашей стране установок ЯМР, специально разработанная и изготовленная для систематического применения в исследованиях биологических объектов.

В те годы физиологи выбирали между двумя основными гипотезами о структурном состоянии воды в биологических объектах: вода в биологических объектах имеет особое структурное состояние; структурное состояние воды в клетках аналогично таковому обычной (условно водопроводной) воды.

Уже первые ЯМР эксперименты показали, что времена магнитной релаксации и коэффициент самодиффузии воды (КСД) в растительных тканях заметно отличаются от таковых обычной (водопроводной) воды. Казалось бы дилемма решена: подтвердилась гипотеза об особом структурированном



Заведующий лабораторией
Александр Васильевич Анисимов

состоянии воды в клетках. Однако вскоре выяснилось, что аномальное поведение измеряемого КСД воды в клетках обязано эффекту ограниченной диффузии: диффундирующие молекулы воды сталкиваются с мембранами и другими барьерными структурами клеток и пробегает меньший диффузионный путь, нежели могли бы пробежать при отсутствии барьеров. В итоге диаметрально изменилась точка зрения на структуру воды: основная часть воды в клетках по структуре не отличается от водопроводной. Лишь небольшая ее часть, связанная на неводных компонентах клеток (гидратная вода), действительно отличается от водопроводной: не замерзает до весьма низких температур, имеет пониженную подвижность, короткие времена релаксации и т.д. В настоящее время феномен ограниченной диффузии кажется очевидным явлением, но тогда, в 1969 году опубликованная в журнале «Биофизика» статья сотрудников группы ЯМР, посвященная этому явлению, была откровением для многих исследователей и получила очень высокий индекс цитирования.

В 60-ые годы прошлого столетия проблема структурного состояния воды переживала определенный бум. С решением этой проблемы связывались надежды на прорыв в понимании организации метаболизма растений. В большой степени успех был обеспечен масштабным привлечением биофизических методов исследования, роль которых в биологии прозорливо предвидел профессор А. М. Алексеев. В итоге, по

крайней мере в рамках СССР, Казань заслуженно завоевала титул родоначальника школы физиологии водного режима растений.

В те годы группа, использующая метод ЯМР, была в составе большой лаборатории водного режима растений, руководимой директором института, профессором Н. А. Гусевым, который придерживался представления об особой структуре воды в клетках. Но надо отдать должное Николаю Андреевичу – он достаточно толерантно относился к сотрудникам группы ЯМР, стоящим на противоположных научных позициях. По мере развития института и появления новых возможностей на фронте биологических исследований лаборатория претерпела ряд реорганизаций и на сегодняшний день является лабораторией биофизики транспортных процессов. Реорганизациям способствовал тот факт, что в процессе накопления информации о динамичности связей воды с клеточными структурами потребовалось смещение акцентов исследований со структуры воды на не менее важную и явно более физиологическую проблему – транспорт воды в растениях и его главные составляющие: пути переноса, движущие силы, барьерно-регуляторные функции неводных структур.

Подавляющая часть экспериментальных результатов в лаборатории получена методом ЯМР, в том числе благодаря практике самостоятельной разработки ЯМР аппаратуры. На сегодняшний день имеются все основания полагать, что в рамках СНГ лаборатория биофизики транспортных процессов Казанского института биохимии и биофизики занимает лидирующее положение в области систематического применения ЯМР к решению вопросов транспорта воды в растениях.

Наряду с техникой ЯМР в лаборатории в последние годы стали использоваться и другие методы: калориметрия, микроскопия, манометрический метод оценки интенсивности дыхания, осмометрия, метод генерации статического давления, а также биохимические методы. Расширился и список объектов исследований: помимо традиционных объектов – кукуруза, пшеница – введены контрастные по водообмену наземным растениям одноклеточные водоросли – *Chlorella vulgaris*, *Dumaliella maritime*.

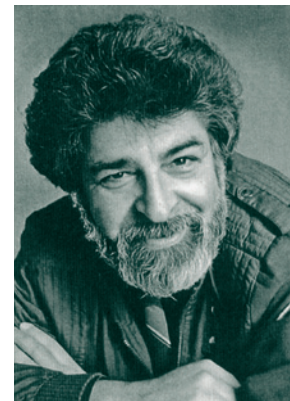
С 2011 года в лаборатории применяется новый подход к исследованию движущих сил и регуляции транспорта воды в растениях. Суть подхода заключается в анализе реакции



Николай Александрович
Мальцев



Фаузия Гимазетдиновна
Мифтахутдинова



Владимир Дмитриевич
Федотов

гидродинамической системы растения на действие внешнего газового давления, выводящего гидросистему растения из положения равновесия. Изучение влияния внешнего газового давления представляет интерес для медицины: уточнение протоколов баротерапии, изучение цепочки факторов, определяющих течение инфарктов и инсультов. В этом случае растительные объекты могут выступать в качестве модельных.

Работа лаборатории поддержана грантами Российского фонда фундаментальных исследований, Программой фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине».

Направление исследований

Движущие силы и регуляция транспорта воды в растениях

Результаты исследований

Разработана модель взаимосвязи структуры и транспортных функций плазмодесм, построенная на основе теории капиллярного осмоса, в которой плазмодесмы выступают как элемент модулятора потока водного раствора, а движущая сила потока обеспечивается градиентом межклеточного осмотического потенциала (концентрации сахарозы).

Установлена функциональная связь между характеристиками суммарного переноса воды и структурными параметрами плазмодесм – их длиной, размерами и формой шейных сужений. Предполагается, что изменения апертуры шейных сужений приводят к экстремальной величине потока при просвете в шейном сужении, равном размеру молекулы осмотика, а при отрицательном знаке адсорбционного потенциала стенок канала плазмодесм и изменении раскрытия шейного сужения происходит смена направления потока воды.

Исследование регуляции проницаемости вакуолярного симпласта,
в.н.с. Г. А. Великанов.





На основании данных ЯМР и электронной микроскопии выдвинута гипотеза существования между вакуолями соседних клеток корней регулируемой диффузионной связи через высокопроводимые тесные мембранные контакты.

Установлено наличие транспортно-распределительной функции эндоплазматического ретикулума, основанной на способности мембраны последнего формировать близкие высокопроницаемые контакты с другими мембранами внутри клетки.

Установлена чувствительность измеряемого методом ЯМР эффективного коэффициента диффузии воды через мембраны растительных клеток к блокаторам аквапоринов различного механизма действия. Продемонстрирована зависимость функционирования аквапоринов от ряда абиотических факторов (водно-солевой, температурный, раневой стрессы); установлен температурный оптимум функционирования аквапоринов.

Установлено что стресс, вызванный осмотическим давлением, снимает чувствительность к ртутному блокатору аквапоринов, что свидетельствует о гидродинамической регуляции транспорта воды. Показано, что реакция гидродинамической системы корня интактного растения на водный стресс

представляет собой ряд разделенных во времени переходных процессов и состоит из быстрой, секундного диапазона, импульсной реакции на стресс, процесса регулирования проницаемости плазмалеммы и тонопласта (диапазон десятков минут) и установления равновесного значения проницаемости, характеризующегося повышенной интенсивностью переноса воды (диапазон свыше 1 часа). Установлено, что направленность изменения водопроницаемости мембран определяется уровнем окислительного стресса.

На примере растений кукурузы (*Zea mays*) установлена роль давления в регуляции межклеточного переноса воды. Под действием внешнего давления до 4 МПа зарегистрирована предстрессовая реакция эндомембранной системы клеток корней: альтерации в эндомембранной системе клеток, кластеризация элементов эндоплазматической сети с образованием участков эргастоплазмы, заполнение отдельных частей клетки мембранными структурами, накопление везикул с электронно-плотным содержимым на транс-стороне диктиосом, указывающее на изменение мембранного трафика в эндомембранной системе, а также возникновение альтераций деструктивного характера в тонопласте. Наряду с изменениями в эндомембранной системе клеток зарегистрированы



Исследование транспорта воды в растениях, с.н.с. И. Ф. Ионенко.

замедление ростовых процессов, заметное изменение уровня тепловыделения и дыхания. Снятие давления приводит к восстановлению скорости роста в течение 24 часов.

Методом ЯМР обнаружено обратимое изменение межклеточного переноса воды трансмембранным и симпластным путями у наземных растений (сегменты корней *Zea mays*) под статическим давлением газа (воздуха) до 4 МПа и резистентность к действию давления в суспензиях *Chlorella vulgaris* и *Dunaliella maritima*. Показана высокая чувствительность межклеточного переноса воды к кислородному допингу, возникающему при увеличении внешнего давления воздуха на наземные объекты.

Разработан метод получения карт диффузионной проницаемости многоклеточных объектов на основе диффузионно-взвешенной магнитно-резонансной томографии. Впервые получена карта диффузионной проницаемости межклеточных водных транспортных путей в растительной ткани. Обнаружена анизотропия диффузионной проницаемости в тканях корнеплода моркови.

Избранные публикации

- Анисимов А.В., Егоров А.Г. Плазмодесмы как модулятор осмотических потоков воды в растениях // Физиология растений. 2002. Т.49. №5. С.758–766.
- Vorob'ev V.N., Anisimov A.V., Dautova N.R. Contribution of the actomyosin motor to the temperature-dependent translational diffusion of water by cytoplasmic streaming in *Elodea Canadensis* cells // Protoplasma. 2004. V.224. P.195–199.
- Великанов Г.А., Волобуева О.В., Белова Л.П., Гапоненко Е.М. Вакуолярный симпласт – регулируемое русло для водообмена у растений // Физиология растений. 2005. Т.52. №3. С.326–331.
- Ionenko I.F., Anisimov A.V., Karimova F.G. Water transport in maize roots under the influence of mercuric chloride and water stress: a role of water channels // Biologia plantarum. 2006. V.50. N.1. P.74–80.
- Vorob'ev V.N., Anisimov A.V., Dautova N.R. Water diffusion in cytoplasmic streaming in *Elodea internodal* cells under the effect of antimetabolic agents // Europ. Biophys. J. 2008. V.37. P.975–978.
- Великанов Г.А., Пономарева А.А., Белова Л.П., Леванов В.Ю. Контакты мембраны эндоплазматического ретикулума с плазмалеммой в растительных клетках // Цитология. 2010. Т.52. №2. С.117–125.
- Anisimov A.V., Dautova N.R. A simple air system for temperature stabilization in the range –10 to +80 °C for use in NMR spectroscopy // Review of Scientific Instruments. 2010. V.81. N.7. P.5101–5104.
- Ionenko I.F., Anisimov A.V., Dautova N.R. Effect of temperature on water transport through aquaporins // Biologia Plantarum. 2010. V.54. N.3. P.488–494.
- Sibgatullin T.A., Vergeldt F.J., Gerkema E., Van As H. Quantitative permeability imaging of plant tissues // Europ. Biophys. J. 2010. V.39. N.4. P.699–710.
- Великанов Г.А., Белова Л.П., Пономарева А.А. Мембранные контакты эндоплазматического ретикулума и их возможные функции в растительной клетке // Известия РАН. Сер. биологическая. 2011. №1. С.5–15.
- Великанов Г.А., Пономарева А.А., Белова Л.П., Ильина Т.М. Стромуподобные выпячивания мембранной оболочки пластид в клетках корня // Цитология. 2011. Т.53. №2. С.192–197.
- Ionenko I.F., Dautova N.R., Anisimov A.V. Early changes of water diffusional transfer in maize roots under the influence of water stress // Environmental and Experimental Botany. 2012. V.76. P.16–23.
- Великанов Г.А., Леванов В.Ю., Белова Л.П., Пономарева А.А., Ильина Т.М. Регулируемое русло для диффузии между вакуолями соседних клеток: вакуолярный симпласт // Успехи современной биологии. 2012. Т.132. №1. С.36–50.
- Абдрахимов Ф.А., Суслов М.А., Анисимов А.В. Влияние гидростатического давления на структурную организацию клеток корней кукурузы // Цитология. 2013. Т.55. №6. С.414–420.
- Анисимов А.В., Суслов М.А., Алябьев А.Ю. Транспорт воды по симпласту корня модулируется давлением // Физиология растений. 2014. Т.61. №4. С.512–519.
- Velikanov G.A., Sibgatullin T.A., Belova L.P., Ionenko I.F. Membrane water permeability of maize root cells under two levels of oxidative stress // Protoplasma. 2015. DOI 10.1007/s00709-015-0758-9.



лаборатория молекулярных основ патогенеза

В июне 1987 года по инициативе академика И. А. Тарчевского в институте была организована группа молекулярной генетики растительных микоплазм, которая позже (в июне 1988 года) была преобразована в лабораторию молекулярной генетики микоплазм. Образование нового подразделения и введение новой темы были связаны с Постановлением ЦК КПСС и Совета министров СССР от 26 августа 1985 г. № 807 «О дальнейшем развитии новых направлений биологии и биотехнологии», а также необходимостью инициации в институте исследований молекулярно-генетических основ взаимодействия растений с патогенными микроорганизмами.

Выбор микоплазм в качестве модельных патогенных микроорганизмов был обусловлен уникальностью организации мельчайших прокариот, ограниченные биосинтетические способности которых не препятствуют их широкому распространению в природе, преодолению защитных систем высших эукариот и персистенции. Интерес к этим микроорганизмам был связан с проектами NASA по поиску на Земле самых простых форм жизни с целью постижения «механики минимальной клетки». Согласно теоретическим расчетам, микоплазмы как раз соответствуют «минимальной» клетке, способной к самостоятельному воспроизведению. В 1984 году профессор Дж. Моровитц (США) обратился к международному научному сообществу с предложением объединить усилия на определении всех белков, нуклеиновых кислот и клеточных реакций микоплазм, знание которых позволило бы проверить основную концепцию молекулярной биологии о конечности «логики жизни», ее относительной простоте и доступности для исчерпывающего описания. Это предложение существенным образом активизировало фундаментальные и прикладные исследования микоплазм, связанные с расшифровкой геномов этих бактерий, разработкой «нанодвигателя» на основе *Mycoplasma mobile*, конструированием искусственной хромосомы «минимальной клетки» на основе нуклеотидной последовательности *Mycoplasma genitalium* (К. Венгер, США) и появлением первой томографии клетки *Mycoplasma pneumoniae*.

Однако большое внимание к микоплазмам продиктовано также практической необходимостью: микоплазмы – паразиты человека, животных, растений, основные контаминанты



Заведующий лабораторией
Владислав Моисеевич Чернов

клеточных культур, широко используемых в биотехнологии. Контроль (диагностика и подавление) микоплазменных инфекций представляет серьезную проблему, решение которой связывают с успехами исследований молекулярных механизмов взаимодействия микоплазм с высшими эукариотами и адаптации этих микроорганизмов к стрессорам.

Первыми сотрудниками нового подразделения стали вернувшиеся после завершения целевой аспирантуры В. М. Чернов и О. А. Чернова (Институт цитологии АН СССР, г. Ленинград), М. А. Хасанова (Институт биохимии и физиологии микроорганизмов АН СССР, г. Пущино), а также перешедший из лаборатории биохимии клеточной стенки Казанского института биологии КФАН СССР (зав. проф. В. В. Лозовая) инженер Ю. В. Гоголев.

Лаборатория была образована в период глобальных реформаций и социально-политических потрясений в стране. Во время сложной экономической обстановки сотрудники лаборатории тем не менее чувствовали постоянную поддержку со стороны директора института академика И. А. Тарчевского и ученого секретаря к.б.н. Б. А. Николаева, стремившихся оснастить лабораторию всеми необходимыми для работы оборудованием и реактивами.

В 1988 году распоряжением Обкома КПСС институту были выделены дополнительные площади в здании Всесоюзного научно-исследовательского проектно-технологического



института химизации сельского хозяйства. Было принято решение о размещении на выделенных площадях лабораторий почвоведения, водного режима растений, а также микробиологических лабораторий. В период ремонтных работ заведующему лабораторией – В. М. Чернову – приходилось заниматься исследованиями не только структурной организации генома микоплазм, но и водопровода, канализации и электрических сетей. Позитивным итогом усилий стало то, что лаборатория обрела большие площади, позволяющие разместить и научное, и вспомогательное оборудование, обустроить микробиологические боксы, помещения для автоклавирования, центрифугирования и фоторабот, что в значительной мере определило возможность эффективного выполнения экспериментальной работы.

В 1989 году сотрудники лаборатории получили авторские свидетельства на изобретения ДНК-зондов для выявления микоплазменных инфекций человека, животных, растений и были удостоены серебряной медали ВДНХ за разработку первого в мире комплекта диагностических зондов для обнаружения и идентификации микоплазм в клеточных культурах. Создание диагностических зондов для выявления микоплазм

определило сотрудничество лаборатории с медицинскими учреждениями города. В начале 90-х годов прошлого столетия лаборатория молекулярной генетики микоплазм была единственным местом в Казани, где можно было провести диагностику клинического материала на наличие микоплазм. В связи с этим была разработана Республиканская программа «Внутриутробные инфекции и микоплазмозы», следствием чего стал переезд в 1991 году лаборатории в клинику детских болезней им. Е. М. Лепского в целях более эффективного взаимодействия сотрудников лаборатории с медицинскими коллективами для выполнения исследовательской программы.

В 1990 году лабораторию посетил Генеральный секретарь Международного общества микоплазмологов профессор И. Кахане (Израиль). Важным итогом визита проф. Кахане стало получение институтом серии журналов, издаваемых Федерацией европейских микробиологических обществ (FEMS). Во времена «информационного голода» в течение пяти лет институт, благодаря усилиям проф. Кахане, бесплатно получал такие журналы как FEMS Microbiology Letters, FEMS Microbiology Ecology, FEMS Immunology and Medical Microbiology, FEMS Microbiology Reviews.

В 1991 году французские диагностические компании International Mycoplasma и Stago, заинтересованные в приобретении ДНК-диагностикумов, пригласили во Францию на переговоры академика И. А. Тарчевского и основного разработчика ДНК-зондов для диагностики микоплазменных инфекций О. А. Чернову. В итоге сотрудникам лаборатории пришлось значительную часть времени посвятить коммерческой работе, связанной с производством, анализом и контролем опытных партий ДНК-зондов и передачей их на фирму. Однако вскоре стремитель-



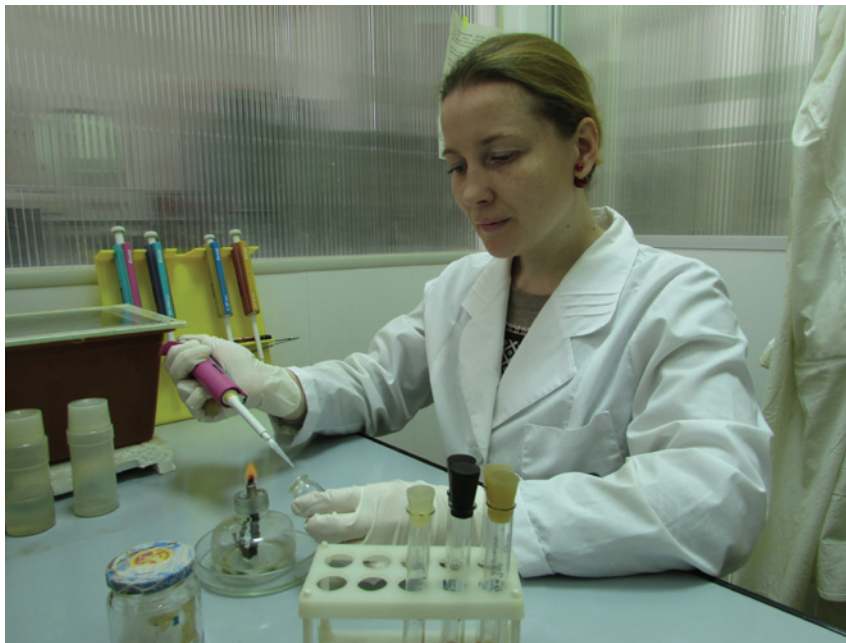
Идентификация белков на масс-спектрометре, н.с. А. А. Музыкантов.

Высев микоплазм на питательные среды,
н.с. Н. Б. Баранова.

ное внедрение в практику метода ПЦР вытеснило с рынка диагностических услуг ДНК-зонды, и необходимость сотрудников отвлекаться на коммерческую деятельность естественным образом отпала. Возможности ДНК-зондов и ПЦР были использованы в фундаментальных исследованиях лаборатории, связанных с генотипированием бактерий, определением полиморфизма генов, геномных перестроек и изменений топологии ДНК микоплазм при воздействии стрессоров, установлением феномена дифференциальной амплификации нуклеотидных последовательностей генов микоплазм при культивировании бактерий в стрессовых условиях.

Идеи академика И. А. Тарчевского и работы И. Кахане в значительной мере определили одно из направлений лаборатории – выяснение молекулярных основ патогенеза при персистенции микоплазм. В результате развития этого направления были защищены 3 докторские и 10 кандидатских диссертаций, посвященных морфофизиологическим, ультраструктурным, биохимическим и молекулярно-генетическим аспектам взаимодействия микоплазм и высших эукариот – растений и человека, обусловившим в том числе разработку стратегии и тактики ведения больных с микоплазменными инфекциями.

В 1995 году дирекция института приняла решение собрать все лаборатории в одном здании. Пережив третий переезд, лаборатория в 1996 году наконец обосновалась в здании Казанского научного центра на ул. Лобачевского. Полученные к этому времени результаты научных исследований лаборатории определили необходимость изменения ее названия: с 2002 года подразделение называется лабораторией молекулярных основ патогенеза. В 2003 году в состав лаборатории вошла группа микробиологии, возглавляемая к.б.н. М. Н. Давыдовой (ранее сотрудники этой группы составляли основную часть лаборатории физиологии и биохимии анаэробных бактерий, созданной в 1976 году заслуженным деятелем науки РСФСР и ТАССР, доктором биологических наук, профессором М. И. Бе-



ляевой), а в 2006 году часть сотрудников лаборатории была выделена в группу молекулярной биологии при дирекции, которая позже была преобразована в лабораторию молекулярной биологии (руководитель д.б.н. Ю. В. Гоголев).

В настоящее время основным направлением исследований лаборатории является выяснение молекулярных механизмов адаптации микоплазм к стрессорам и формирования системы «паразит-хозяин». Значительная часть научных работ подразделения посвящена изучению микоплазмы *Acholeplasma laidlawii*, инфицирующей человека, животных, растения, контаминанта клеточных культур, и механизмов взаимодействий этой микоплазмы с растениями. В начале 2000 годов сотрудники лаборатории молекулярных основ патогенеза и отдела молекулярной биологии и генетики (зав. проф. В. М. Говорун) НИИ физико-химической медицины Росздрава РФ (г. Москва) начали работу над совместным исследовательским проектом по транскриптомно-протеомному профилированию клеток микоплазм и эукариот при их взаимодействии с целью разработки способов подавления микоплазменных инфекций. Отсутствие данных о полной нуклеотидной последовательности генома «вездесущей» микоплазмы сдерживало проведение соответствующих исследований. Это обстоятельство стимулировало определение полной нуклеотидной по-



следовательности микоплазмы *Alaidlawii* PG8, которое было выполнено коллективом исследователей под руководством профессора В. М. Говоруна.

Успех геномного проекта в отношении *Alaidlawii* определил реализацию приоритетного направления лаборатории молекулярных основ патогенеза – сравнительного протеомного профилирования разных микоплазм в стрессовых условиях. Работы по протеомному профилированию микоплазм дополняются исследованием этих микроорганизмов с помощью различных вариантов микроскопии: трансмиссивной, сканирующей, конфокальной, атомно-силовой. Использование атомно-силовой микроскопии позволило впервые получить трехмерные изображения живых клеток микоплазмы, определить их морфометрические особенности при воздействии стрессоров. Применение комплексного подхода для исследований микроорганизмов с привлечением как классических, так и современных методов физико-химической биологии позволило получить приоритетные результаты, связанные с выяснением закономерностей реорганизации молекулярной и клеточной биологии микоплазм, определяющих выживание мельчайших прокариот в разных условиях среды и персистенцию у высших организмов. В 2011 году сотрудниками лаборатории обнаружен везикулярный транспорт у микоплазм.

Реализация геномных проектов и внедрение постгеномных технологий открыли принципиально новые возможности для выявления бактериальных резистомов – совокупности генов и их продуктов, которые вовлечены в формирование устойчивости микроорганизмов к антибактериальным препаратам. В результате сравнительного анализа полных геномов, а также клеточных и везикулярных протеомов штаммов *Alaidlawii*, различающихся по чувствительности к ципрофлоксацину, сотрудниками лаборатории было установлено, что адаптация микоплазмы к антибиотикам связана с существенной перестройкой биохимических процессов клетки, определяющих в том числе патогенез и горизонтальный перенос генов. Полученные данные диктуют необходимость принципиальной коррекции системы контроля инфектов.

Сотрудники лаборатории активно участвуют в образовательном процессе: В. М. Чернов – заведующий кафедрой генетики Казанского (Приволжского) федерального уни-

верситета, О. А. Чернова – профессор, М. В. Трушин – доцент, Н. Б. Баранова и Е. С. Медведева – ассистенты кафедры генетики. В. М. Чернов также является руководителем Междисциплинарного центра протеомных и геномных исследований КФУ, оснащенного современным парком оборудования для проведения омиковых исследований. Эта интеграция в значительной мере определяет новые точки роста исследований лаборатории и перспективы ее развития.

Результаты научной деятельности сотрудников лаборатории изложены в 2 монографиях, 7 авторских свидетельствах на изобретения, 5 патентах, а также научных статьях, опубликованных в центральных отечественных и зарубежных изданиях.

Исследования лаборатории финансировались в рамках федеральных целевых программ «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы», «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», грантами Российского фонда фундаментальных исследований, Президента РФ для поддержки ведущих научных школ (руководители академики РАН И. А. Тарчевский и А. Н. Гречкин) и молодых докторов и кандидатов наук, грантами Фонда НИОКР Республики Татарстан.

Направление исследований

Взаимодействие микоплазм и эукариот: анализ структуры геномов, протеомов, транскриптомов.

Результаты исследований

Впервые выполнен протеомный анализ клеток *Alaidlawii*, а также *Mgallisepticum*, *Mbominis* при культивировании их в различных условиях среды, в результате которого были идентифицированы стресс-реактивные белки и гены, определяющие ответные реакции микоплазм на стрессоры, а также растений на инфицирование микоплазмами.

У мельчайших прокариот – микоплазм обнаружен везикулярный транспорт. Показано, что клетки микоплазм в оптимальных и стрессовых условиях секретируют во внеклеточную среду везикулы – сферические окруженные

мембраной наноструктуры (диаметр 20–120 нм), которые помимо мембранных компонентов содержат нуклеотидные последовательности ДНК и РНК, а также цитозольные белки, состав которых зависит от условий среды.

Установлено, что экстраклеточные везикулы микоплазм опосредуют эффлюкс фторхинолонов и экспорт мутантных генов мишеней антибиотика, участвуют в адаптации к стрессорам, а также формировании системы «паразит-хозяин» и представляют новый тип инфектогенов.

Определены молекулярные основы формирования устойчивости *A.laidlawii* к фторхинолонам. Установлено, что адаптация к антибактериальному препарату опосредуется множественными изменениями в геномно-протеомном профиле микоплазмы, которые связаны не только с мишенями антибиотика, но и многими другими генами и белками, вовлечение которых в формирование резистентности к фторхинолонам ранее не было известно.

Идентифицированы белки, определяющие адаптацию микоплазм (*A.laidlawii* PG8, *M.gallisepticum* S6 и *M.bominis* PG37) к стрессорам, и составлены принципиальные схемы метаболических и клеточных процессов у этих бактерий в оптимальных и стрессовых условиях.

Избранные публикации

- Борхсениус С.Н., Чернова О.А. Микоплазмы // Л.: Наука. 1989. 156 с.
- Борхсениус С.Н., Чернова О.А., Чернов В.М., Вонский М.С. Микоплазмы: молекулярная и клеточная биология, взаимодействие с иммунной системой млекопитающих, патогенность, диагностика // Санкт-Петербург: Наука. 2002. 319 с.
- Чернова О.А. Биохимические и молекулярно-генетические аспекты персистенции микоплазм у человека // Успехи биологической химии. 1999. Т.39. С.103–140.
- Arleevskiy I.P., Chernova O.A., Saphin I.N., Trushin M.V. Chernov V.M. The pattern of acute myocardial infarction in people with persistent infections // Acta Medica (Hradec Kralove). 2007. V.50. N.2. P.149–153.
- Чернов В.М., Чернова О.А., Горшков О.В., Музыкантов А.А. Адаптация микоплазм к стрессорам: у некультивируемых форм *Mycoplasma gallisepticum* S6 определяются нуклеотидные последовательности, не регистрируемые у вегетативных форм микоплазмы // Молекулярная биология. 2009. Т.43. №4. С.642–647.
- Chernov V.M., Chernova O.A., Mouzykantov A.A., Ponomareva A.A., Trushin M.V., Gorshkov O.V., Nesterova T.N. Phytopathogenicity of avian mycoplasma *Mycoplasma gallisepticum* S6: morphologic and ultracytostructural changes in plants infected with the vegetative forms and the viable but nonculturable forms of the bacterium // Microbiol Res. 2010. V.165. N.4. P.346–350.
- Trushin M.V., Chernov V.M., Gorshkov O.V., Baranova N.B., Chernova O.A. AFM analysis of DNA extracted from the vegetative cells and the viable but nonculturable cells of two mycoplasmas (*Acholeplasma laidlawii* PG8 and *Mycoplasma bominis* PG37) // The Scientific World J. 2010. V.10. P.894–900.
- Чернов В.М., Чернова О.А., Баранова Н.Б., Горшков О.В., Медведева Е.С., Шаймарданова Г.Ф. Адаптация микоплазм к стрессовым условиям: особенности изменений протеома у *Mycoplasma bominis* PG37 при голодании и пониженной температуре среды // Молекулярная биология. 2011. Т.45. №5. С.914–923.
- Chernov V.M., Chernova O.A., Medvedeva E.S., Mouzykantov A.A., Ponomareva A.A., Shaymardanova G.F., Gorshkov O.V., Trushin M.V. Unadapted and adapted to starvation *Acholeplasma laidlawii* cells induce different responses of *Oryza sativa*, as determined by proteome analysis // J. Proteomics. 2011. V.74. N.12. P.2920–2936.
- Chernov V.M., Mouzykantov A.A., Baranova N.B., Medvedeva E.S., Grygorieva T.Yu., Trushin M.V., Vishnyakov I.E., Sabantsev A.V., Borchsenius S.N., Chernova O.A. Extracellular membrane vesicles secreted by mycoplasma *Acholeplasma laidlawii* PG8 are enriched in virulence proteins // J. Proteomics. 2014. V.110. P.117–128.
- Medvedeva E.S., Baranova N.B., Mouzykantov A.A., Grigorieva T.Yu., Davydova M.N., Trushin M.V., Chernova O.A., Chernov V.M. Adaptation of mycoplasmas to antimicrobial agents: *Acholeplasma laidlawii* extracellular vesicles mediate the export of ciprofloxacin and a mutant gene related to the antibiotic target // The Scientific World J. 2014. V.2014. 7 p.
- Чернов В.М., Чернова О.А., Санчес-Бера Х.Т., Колпаков А.И., Ильинская О.Н. Микоплазменные контаминации клеточных культур: везикулярный трафик у бактерий и проблема контроля инфектогенов // Acta naturae. 2014. Т.6. №3. С.79–90.



лаборатория биофизики
синаптических процессов

Лaborатория биофизики синаптических процессов, получившая свое современное название в 2003 году, была создана на базе группы биоэлектrogenеза, сформированной в 1993 году. Основателем и бессменным руководителем лаборатории является д.м.н., академик РАН Е. Е. Никольский. Коллектив лаборатории продолжает славные традиции Казанской нейрофизиологической школы – одной из старейших физиологических школ России, яркими представителями которой были профессора А. Ф. Самойлов, А. В. Кибяков, Г. И. Полетаев и др. Коллектив лаборатории постоянно подтверждает высокое звание «Ведущая научная школа России».

В настоящее время в лаборатории работают два ведущих научных сотрудника, имеющие степень доктора наук, 8 кандидатов наук, аспиранты, магистранты и студенты. Сотрудники лаборатории проводят исследования по нескольким направлениям биофизики и физиологии синаптических процессов, которые объединены общей темой «Молекулярные механизмы модуляции синаптической передачи возбуждения при различных физиологических и патологических состояниях».

В рамках этого направления коллективом проводятся исследования различных аспектов процесса передачи информации в синапсах химического типа, включающих в себя изучение механизмов выделения медиаторов, модуляции этих процессов пресинаптическими рецепторами. Изучаются механизмы развития гипогравитационного синдрома, ведется поиск новых лекарственных средств для лечения ряда заболеваний центральной и периферической нервной системы, имеющих в своей основе синаптические дефекты.

Направление исследований

Механизмы обеспечения пластичности центральных и периферических синапсов.

Результаты исследований

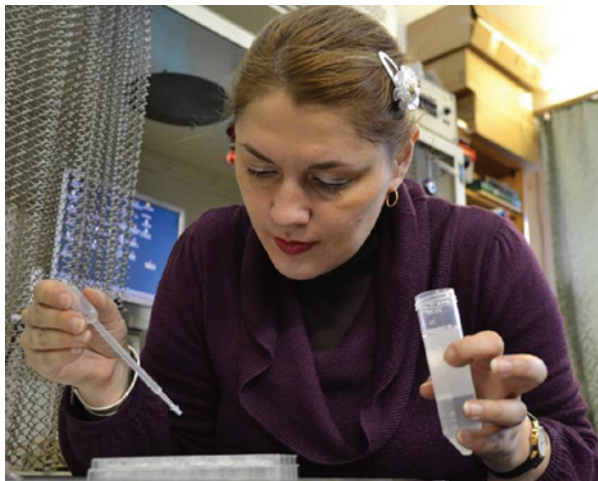
За последнее пятилетие сотрудниками лаборатории получены новые принципиально важные данные о механизмах регуляции синаптической передачи возбуждения при различных физиологических и патологических состоя-



Заведующий лабораторией
Евгений Евгеньевич Никольский

ниях. Впервые выявлена физиологическая роль фермента бутирилхолинэстеразы, который участвует в ауторегуляции интенсивности квантовой секреции медиатора за счет ограничения времени жизни экстраклеточного ацетилхолина. Эти данные раскрывают механизмы реализации обратной связи в холинергическом периферическом синапсе, участвующей в обеспечении эффективности его функционирования. Лаборатория является мировым лидером в изучении механизмов реализации неквантового освобождения медиатора и физиологической роли этой формы нейросекреции. Впервые в мире установлено, что неквантовое освобождение ацетилхолина осуществляется не только из моторных нервных терминалей, но и из окончаний вегетативных нервов. Сотрудниками лаборатории выявлено, что угнетающее действие АТФ на процесс неквантового выделения ацетилхолина в нервно-мышечном синапсе млекопитающего обусловлено активацией метаболитных пуриновых рецепторов (P2Y), связанных с G-белком, что приводит к повышению активности фосфолипазы C и снижению уровня секреции медиатора.

В ходе комплексного исследования пресинаптических механизмов обеспечения пластических перестроек нервно-мышечного синапса позвоночных при разных режимах его активности и действии физиологически активных соединений выявлены ранее неизвестные механизмы мо-



Подготовка образцов для полногеномного анализа тканей животных, находившихся в условиях реального космического полета на спутнике «Бион-1М», м.н.с. О. В. Тяпкина.

дуляции квантовой секреции медиатора ацетилхолина из двигательных нервных окончаний. Используя сочетание методов электрофизиологии, иммуногистохимического и флуоресцентного анализов, сотрудники лаборатории установили наличие на двигательных нервных разных типов потенциал-зависимых Ca^{2+} -каналов, подтипов никотиновых и мускариновых и пуриновых ауторецепторов, изменение активности которых при различных режимах ритмической активности двигательного нерва, меняет внутриклеточный кальциевый метаболизм и параметры синаптической передачи возбуждения, включая скорость проведения возбуждения по терминальным разветвлениям аксона, количество освобождаемых квантов медиатора и кинетику их выделения. Были выявлены особенности регуляции квантовой секреции в синапсах животных, находящихся на разных стадиях постнатального онтогенеза.

При исследовании механизмов развития гипогравитационного синдрома впервые в мире установлено, что важную роль в его патогенезе при моделировании последствий гипогравитации на Земле играют процессы демиелинизации двигательных нервов, приводящие к снижению скорости

проведения потенциалов действия по пораженным нервным волокнам. Впервые проведен анализ тканей животных, находившихся в реальном космическом полете на спутнике «БИОН-М» (совместно с Институтом медико-биологических проблем РАН), и выявлены существенные различия в экспрессии целого ряда генов и белков по сравнению с тканями животных, находившихся в условиях моделирования гипогравитации на Земле. Полученные данные крайне важны для поиска эффективных путей преодоления дефектов, развивающихся при длительном воздействии невесомости на организм.

Проводятся исследования молекулярного механизма действия нового класса ингибиторов ацетилхолинэстеразы – производных б-метилурацила (совместно с Институтом органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН). Установлено, что алкиламмониевые производные б-метилурацила являются высокоэффективными ингибиторами ацетилхолинэстеразы и обладают органоспецифическими свойствами. Скрининг соединений данного



Проведение исследований механизмов секреции нейромедиатора в нервно-мышечном синапсе, с.н.с. А. Н. Ценцевицкий.

класса по способности ингибировать ацетилхолинэстеразу разных органов выявил вещества, которые в концентрациях, облегчающих синаптическую передачу возбуждения в нервно-мышечном синапсе, не оказывают побочных эффектов, связанных с влиянием на ацетилхолинэстеразу сердца и гладкой мускулатуры. Это позволяет рассматривать эти соединения как потенциальные лекарственные средства для лечения миастении Гравис и других синдромов патологической мышечной слабости. Отдельные представители соединений этого класса находятся на стадии завершения доклинических исследований.

Результаты проведенных исследований за последние пять лет представлены сотрудниками лаборатории в 32 статьях в зарубежных ведущих научных изданиях, индексируемых в системе Web of Science и в 25 статьях в отечественных журналах, а также главы в монографиях зарубежных издательств Publisher: InTech и Nova Science Publishers. В издательстве «Наука» в 2011 году вышла в свет монография «Современная световая микроскопия в биологических и медицинских исследованиях», по мнению

специалистов ставшая одним из лучших отечественных учебных руководств по световой микроскопии.

Успешное развитие лаборатории поддерживается грантами Российского фонда фундаментальных исследований и Программ фундаментальных исследований Президиума РАН.

В течение последних пяти лет молодыми сотрудниками лаборатории защищены 5 диссертаций на соискание ученой степени кандидата биологических наук.

Сотрудники лаборатории имеют широкий круг контактов с коллегами ведущих отечественных и зарубежных исследовательских организаций: с Институтом физиологии АН Чехии (Прага, Чехия), Университетом Рене Декарта (Париж, Франция), Институтом молекулярных исследований им. А. Виртанена Университета Восточной Финляндии (Куопио, Финляндия).

Сотрудники лаборатории принимают активное участие в общественной жизни института. Д. В. Самигуллин и Э. Ф. Хазиев неоднократно становились победителями лыжных соревнований «Академиада» среди сотрудников институтов Казанского научного центра РАН.



Сотрудники лаборатории В. Ф. Хузахметова, Л. Ф. Нуруллин, Э. Ф. Хазиев и Д. В. Самигуллин на соревнованиях «Академическая лыжня».

Избранные публикации

- Vyskočil F, Malomouzh A.I., Nikolsky E.E. Non-quantal acetylcholine release at the neuromuscular junction // *Physiol. Research*. 2009. V.58. P.673–684.
- Petrov K.A., Kovyazina I.V., Zobov V.V., Bukharaeva E.A., Nikolsky E.E., Vyskočil F. Different sensitivity of miniature endplate currents in rat external and internal intercostal muscles to the acetylcholinesterase inhibitor C-547 as compared with diaphragm and extensor digitorum longus // *Physiol. Research*. 2009. V.58. P.149–153.
- Shaihutdinova A.R., Nikolsky E.E., Vyskočil F, Skorinkin A.I. Mechanisms of the inhibition of endplate acetylcholine receptors by antiseptic chlorhexidine (experiments and models) // *Naunyn Schmiedebergs Arch. of Pharmacol.* 2009., V.380. N.6. P.551–560.
- Kovyazina I.V., Tsentsevitsky A.N., Nikolsky E.E., Bukharaeva E.A. Kinetics of acetylcholine quanta release at neuromuscular junction during high-frequency stimulation // *Europ. J. Neurosci*. 2010. V.32. P.1480–1489.
- Malomouzh A.I., Nurullin L.F., Arkhipova S.S., Nikolsky E.E. NMDA receptors at the endplate of rat skeletal muscles: precise postsynaptic localization // *Muscle and Nerve*. 2011. V.44. P.987–989.
- Malomouzh A.I., Nikolsky E.E., Vyskočil F. Purine P2Y receptors in ATP-mediated regulation of non-quantal acetylcholine release from motor nerve endings of rat diaphragm // *Neurosci. Research*. 2011. V.71. P.219–225.
- Volkov E.M., Nurullin L.F., Volkov M.E., Nikolsky E.E., Vyskočil F. Mechanisms of carbacholine and GABA action on resting membrane potential and Na⁺/K⁺-ATPase of *Lumbricus terrestris* body wall muscles // *Comp. Biochem. Physiol.* 2011. Part A 158. P.520–524.
- Abramochkin D.V., Tapilina S.V., Sukhova G.S., Nikolsky E.E., Nurullin L.F. Functional M3 cholinergic receptors are present in pacemaker and working myocardium of murine heart // *Pflügers Archiv – Europ. J. Physiol.* 2012. V.463. P.523–529.
- Shneider M.N., Gimatdinov R.S., Skorinkin A.I., Kovyazina I.V., Nikolsky E.E. Hydrodynamic flow in a synaptic cleft during exocytosis // *Europ. Biophys. J.* 2012. V.41. P.73–78.
- Petrov K.A., Malomouzh A.I., Kovyazina I.V., Krejci E., Nikitashina A.D., Proskurina S.E., Zobov V.V., Nikolsky E.E. Regulation of acetylcholinesterase activity by nitric oxide in rat neuromuscular junction via N-methyl-D-aspartate receptor activation // *Europ. J. Neurosci*. 2013. V.37. P.181–189.
- Tsentsevitsky A.N., Kovyazina I.V., Nikolsky E.E., Bukharaeva E.A., Giniatullin R.A. Redox-sensitive synchronizing action of adenosine on transmitter release at the neuromuscular junction // *Neuroscience*. 2013. V.248. P.699–707.
- Khuzakhmetova V.F., Samigullin D.V., Nurullin L.F., Vyskočil F, Nikolsky E.E., Bukharaeva E.A. Kinetics of neurotransmitter release in neuromuscular synapses of newborn and adult rats // *International Journal of Developmental Neuroscience*. 2014. V.34. P.9–18.
- Petrov K.A., Girard E., Nikitashina A.D., Colasante C., Bernard V., Nurullin L.F., Leroy J., Samigullin D.V., Colak O., Nikolsky E.E., Plaud B., Krejci E. Schwann cells sense and control acetylcholine spillover at the neuromuscular junction by $\alpha 7$ nicotinic receptors and butyrylcholinesterase // *J. Neurosci*. 2014. V.34. P.11870–11873.



лаборатория микроскопии

Лаборатория микроскопии была создана в ноябре 2007 года на основе кабинета электронной микроскопии, существовавшего в институте с 1978 года. Организатором и бессменным руководителем кабинета с момента образования до 2006 года являлась Ольга Олеговна Польшгалова. Она пришла работать в институт сразу после окончания Казанского государственного университета и приложила немало усилий и энтузиазма для формирования и становления кабинета электронной микроскопии. Вокруг Ольги Олеговны сформировался высокопрофессиональный дружный коллектив единомышленников. Ее талант педагога и старшего наставника проявился в работе со студентами и аспирантами. Под ее руководством защищено 3 кандидатские диссертации, опубликовано более 80 печатных работ. Ольга Олеговна всегда аргументировано отстаивала свои научные взгляды и стремилась заинтересовать все лаборатории института в использовании метода электронной микроскопии.

Ее настойчивость и высокий профессионализм позволили сохранить кабинет микроскопии в сложные 90-е годы и постоянно модернизировать оборудование. В настоящее время на базе кабинета микроскопии создана лаборатория, возглавляемая доктором биологических наук Вадимом Владимировичем Сальниковым. В задачи лаборатории входит техническое, методическое и научное обеспечение решения научно-исследовательских задач подразделений института, связанных с получением изображений микробиологических, растительных и животных объектов как на световом, так и на ультраструктурном уровне. Освоены и широко используются методы световой микроскопии, электронной микроскопии, иммуноцитохимии. В распоряжении сотрудников находятся электронный микроскоп JEM 1200 EX (Jeol, Япония), микротомы LKB 8800 (Швеция) и ULTRACUT E (Reichert, Австрия). Недавно приобретенный лазерный конфокальный сканирующий микроскоп LSM510 (Carl Zeiss, Германия) позволил значитель-



Заведующий лабораторией
Вадим Владимирович Сальников

но расширить спектр исследований клеток и тканей: получать трехмерные изображения объектов, следить за передвижением веществ и определять концентрацию ионов в клетке и др.

В последние годы работа лаборатории микроскопии сконцентрирована на исследовании изменений в ультраструктуре и поведении органелл, участвующих в секреторных функциях клеток хозяйственно-значимых растений и животных, при действии стрессоров различной природы с использованием методов, основанных на применении наночастиц и флуоресцентных красителей. В составе лаборатории высококвалифицированные специалисты, кандидаты наук Агеева Марина Вячеславовна, Мухитов Александр Ренатович и Пономарева Анастасия Анатольевна. Техническое обслуживание оборудования лаборатории осуществляется инженером Шамиловым Александром Викторовичем. Методы, используемые в лаборатории, необходимы для решения многочисленных задач других подразделений института. Сотрудники лаборатории проводят совместные исследования с коллегами из других лабораторий института. Кроме этого лаборатория микроскопии КИББ КазНЦ РАН проводит методические консультации и первичные эксперименты для других учреждений, подведомственных ФАНО, как в Казани, так и в других регионах Российской

Ольга Олеговна Польшгалова – первый заведующий кабинетом электронной микроскопии.

Федерации. В лаборатории применяется весь спектр методов, используемых в микроскопии: иммуногистохимия, лазерная конфокальная сканирующая микроскопия фиксированных клеток и тканей (Emission fingerprinting, 3-D imaging, Ion imaging, FRAP). Объекты: микоплазма, одноклеточные водоросли, высшие растения в культуре и *in vivo*, нервно-мышечные препараты холоднокровных и теплокровных животных. За период 2009–2015 гг. было опубликовано более 100 печатных работ, из которых 35 в ведущих зарубежных и отечественных журналах. Исследования поддерживаются грантами Российского фонда фундаментальных исследований.

Направление исследований

Структура и функции клеток модельных и хозяйственно-значимых биологических объектов в различных физиологических условиях и при действии стрессоров.

Результаты исследований

В 2009–2015 годах получены следующие приоритетные результаты, которые нашли свое отражение, как в публикациях сотрудников лаборатории микроскопии, так и в совместных публикациях с другими лабораториями.

С помощью различных методов микроскопии охарактеризован процесс формирования вторичных клеточных стенок в клетках, специализированных на интенсивном



синтезе целлюлозы (флоэмные волокна льна, конопля, волоски семян хлопчатника, трахеальные элементы циннии). Развито представление о существовании многокомпонентных комплексов, обеспечивающих биосинтез целлюлозы в клеточной стенке растений. Впервые на ультраструктурном уровне локализована особая форма сахарозсинтазы, связанная с плазматической мембраной. При проведении иммуноцитохимических реакций на серийных срезах установлено взаиморасположение клеточных структур, участвующих в формировании микрофибрилл целлюлозы.

Модифицированы методы фиксации и инфильтрации растительного материала с целью адаптации их для анализа тканей с утолщенными клеточными стенками, в результате чего достигнута высокая сохранность внутриклеточного содержимого и стабильная воспроизводимость локализации исследуемых антигенов.

Охарактеризованы стадии формирования клеточных стенок флоэмных волокон льна-долгунца. Доказана тканеспецифичность β -(1,4)-D-галактана в стебле льна-долгунца. Методами иммуноцитохимии продемонстрировано наличие его эпитопов только в клеточной стенке флоэмных волокон. Обнаружен особый тип секреции высокомолекулярного галактана в волокнах льна-долгунца, включающий не описанное ранее слияние везикул аппарата Гольджи с электронно-плотным содержимым. Этот процесс является важнейшим звеном в формировании клеточной стенки желатинозного типа. С применением целого ряда антител на компоненты клеточной оболочки проведен скрининг локализации различных полисахаридов в клеточных стенках тканей стебля льна, конопля и других растений.

Выявлен широкий спектр морфологических изменений в митохондриях, которые непосредственно связаны с функциональной активностью органелл при различных стрессовых воздействиях (абиотической и биотической природы) на клетки. Совместное использование биохимических методов с электронной и конфокальной микроскопией по-

зволило более детально охарактеризовать функциональное состояние митохондрий при ингибировании различных участков дыхательной цепи, изменении проницаемости мембран, а также в ходе развития окислительного стресса.

С помощью методов электронной микроскопии выявлены множественные плотные контакты между эндоплазматическим ретикуломом и плазмалеммой в клетках флоэмы корня пшеницы. Установленные контакты по структурной морфологии напоминают межмембранные связи в животных клетках. В клетках исследованной зоны корня обнаружены также близкие контакты эндоплазматического ретикула с митохондриями и пропластидами.

Применение иммуногистохимического метода позволило на электронно-микроскопическом уровне выявить маркеры рибосомных белков. Впервые в ходе данного исследования установлено, что в двигательном окончании нервно-мышечного синапса млекопитающих локализуются свободные рибосомы, а также выявлено наличие рибосомного белка с помощью специфичных антител. Полученные результаты позволяют предположить, что ретроградный аксонный транспорт не в полной мере обеспечивает белковый состав аксоплазмы двигательного нервного окончания, и что в пресинаптической части нервно-мышечного синапса происходит локальный синтез белка.

Впервые идентифицированы и охарактеризованы основные этапы формирования аутофагосом в клетках корней



Изучение ультраструктуры клеток растительной ткани,
с.н.с. А. А. Пономарева.



Работа за конфокальным флуоресцентным микроскопом.
Визуализация расположения компонентов цитоскелета в клетках,
с.н.с. А. Р. Мухитов.

пшеницы в условиях окислительного стресса. Индуцирование и стадийность формирования аутофагосом, увеличение уровня экспрессии аутофагических генов и наличие в структуре аутофагических белков специфичных последовательностей свидетельствуют об активации, развитии и регулируемости процессов макроаутофагии в корнях пшеницы в условиях окислительного стресса.

Проведена детальная характеристика ультраструктуры клеток бактерий (*Pectobacterium atrosepticum*) и растений на разных стадиях развития бактериоза табака. Описана структура бактериальных эмбол ксилемных сосудов, вегетативных и покоящихся форм бактерий, патологических изменений инфицированных растительных клеток. Впервые показана внутриклеточная локализация данного патогена в клетках табака. Показано, что мацерация тканей растений закономерно завершается образованием покоящихся форм бактерий.

Избранные публикации

Salnikov V.V., Lukyanenko Y.O., Lederer W.J., Lukyanenko V.I.
Distribution of ryanodine receptors in rat ventricular myocytes
// J. Muscle Research and Cell Motil. 2009. V.30. P.161–170.

Мухитов А.Р., Архипова С.С., Никольский Е.Е. Современная световая микроскопия в биологических и медицинских исследованиях // М.: Наука. 2011. 140 с.

Minibayeva F.V., Dmitrieva S.A., Ponomareva A.A., Ryabovol V.V. Oxidative stress-induced autophagy in plants: The role of mitochondria // Plant Physiol. and Biochem. 2012. V.59. P.11–19.

Nurullin L.F., Mukhitov A.R., Tsentsyevsky A.N., Petrova N.V., Samigullin D.V., Malomouzh A.I., Bukharaeva E.A., Vyskočil F., Nikolsky E.E. Voltage-dependent P/Q-type calcium channels at the frog neuromuscular junction // Physiol. Research. 2011. V.60. N.5. P.815–823.

Lukyanenko V.I., Salnikov V.V. Gold nanoparticle as a marker for precise localization

of nano-objects within intracellular sub-domains // Series: Methods in Mol. Biol. V.991. Pub. Date: May-01-2013. P.33–39.

Gorshkov V.Y., Daminova A.G., Ageeva M.V., Petrova O.E., Gogoleva N.E., Tarasova N.B., Gogolev Y.V. Dissociation of a population of *Pectobacterium atrosepticum* SCRI1043 in tobacco plants: formation of bacterial emboli and dormant cells // Protoplasma. 2014. V.251. P.499–510.

Kozlova L.V., Ageeva M.V., Ibragimova N.N., Gorshkova T.A. Arrangement of mixed-linkage glucan and glucuronoarabinoxylan in the cell walls of growing maize roots // Annals of Botany. 2014. V.114. P.1135–1145.

Petrova O.E., Gorshkov V.Y., Daminova A.G., Ageeva M.V., Moleleki L.N., Gogolev Y.V. Stress response in *Pectobacterium atrosepticum* SCRI1043 under starvation conditions: adaptive reactions at a low population density // Research in Microbiol. 2014. V.165. P.119–127.

Valitova J., Sulkarnayeva A., Kotlova E., Ponomareva A., Mukhitova F., Murtazina L., Ryzhkina I., Beckett R., Minibayeva F. Sterol binding by methyl- β -cyclodextrin and nystatin – comparative analysis of biochemical and physiological consequences for plants // FEBS J. 2014. V.281. P.2051–2060.



ИЗ ЖИЗНИ ИНСТИТУТА

Неумолим бег времени... День... Неделя... Год... Ещё год... И ещё... Вроде бы совсем недавно мы дружно, всем коллективом, поднимали бокалы с шампанским в честь 50-летия института. И вот уже нашему институту 70. Много было всего за эти годы: были взлёты и падения, были открытия, случались и неудачи. Это жизнь. Но ничто не могло остановить развития института. Этому всегда способствовали опыт старшего поколения и задор молодёжи. Насыщенные научные будни сочетались с весельем праздничных вечеров, когда на сцену с удовольствием выходили вместе и профессора, и аспиранты. Вечера были замечательные, по-домашнему тёплые. К ним никак не подходит модное нынче слово корпоратив. В них активно участвовали не только выступающие на сцене, но и все сидящие в зале. Так, например, одно время была популярна игра буриме. А инициатором её выступал директор института И. А. Тарчевский. А ещё Игорь Анатольевич читал свои акrostихи. И «заразил» этим многих коллег. Были совместные экскурсионные поездки в другие города и коллективные вылазки в лес за грибами, первомайские сплавы и конкурсы кулинарных изделий. Ещё одна яркая страница в жизни института – это экспедиции. Выезжали за светлячками, хлопком, льном, бурыми и красными водорослями. Потом, долгими зимами, эти материалы являются объектом серьёзных научных исследований, результаты которых публикуются в рейтинговых журналах. А жизнь в экспедиции всегда интересна! И не удивительно, что всегда во время дружных праздничных чаепитий звучит «А помните...» Но, к сожалению, меняются поколения, уходят люди, а с ними уходят и воспоминания.

В первой части этой книги мы очень кратко рассказали об истории института, познакомили с сегодняшним институтом. А сейчас мы хотим продолжить фразу «А помните...» небольшими рассказами коллег, как бывших, так и нынешних, о наиболее запомнившихся им событиях.



ЗАМЕЧАТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ

Ю. Д. Фельдман

Когда в июне 1973 года мы вместе с Юрой Зуевым были зачислены на должность старших лаборантов в лабораторию физиологии растений, в группу биофизики, я даже пред-

ставить себе не мог, что, по сути, определилась моя научная судьба. Славная 20-ая комната стала для меня домом. Каждый день приносил что-то новое, и чем больше я узнавал, тем больше понимал, что ничего не знаю. Это было замечательное время и, казалось, что физики, которые пришли в биологический институт, смогут наконец-то перевернуть классические представления и совершить переворот в науке. Новые понятия (белки, мембраны, нуклеиновые кислоты, органеллы, хлоропласты, и т.д., и т.п.) звучали кодовыми словами, и казалось, что ещё немного и тайна живого будет наконец-то раскрыта...

Институт 70ых – это было весьма интересное общество, в котором традиционная биологическая школа сочеталась с новыми технологическими веяниями надвигающегося компьютерного века. Мы были первыми обладателями ЭВМ (весьма допотопных), но возможность быстро обработать достаточно большой эксперимент, написать весьма сложную (опять же для этого времени) программу и получить не тривиальный результат наполнила нас гордостью не без элементов снобизма... А наряду с этими чисто научными «подвигами» нам удалось вдохнуть



В. Д. Федотов открывает научный семинар.



Биофизики идут на выездной семинар. В. Федотов, Д. Фушман, Ю. Фельдман.

новую струю в общественную жизнь института. Я до сих пор помню композицию, посвящённую 25-летию Победы, которую мы готовили и репетировали почти месяц, чтобы порадовать ветеранов института. В спектакле были занята почти вся наша молодёжь, а слезы Веры Александровны и благодарность остальных фронтовиков были лучшей для нас наградой.

В конце 70-ых у нас появился Совет молодых учёных, был организован клуб «Грани», с подачи Игоря Анатольевича начал работать Первоапрельский семинар... Только воспоминание о тематике этих семинаров до сих пор вызывает улыбку. Самые бредовые идеи становились предметом оживлённой дискуссии и смеха всей аудитории. Опыт их организации и проведения помог лично мне в будущем проводить уже весьма серьёзные научные мероприятия.

Появление в начале 80-ых Владимира Дмитриевича Федотова коренным образом изменило уровень биофизики в институте. Она как-то сразу выросла из пелёнок и начала

уверенно превращаться в одно из ведущих направлений, что сейчас отражено и в названии института. Заботами Бориса Абрамовича Николаева появилась новая современная аппаратура, первые персональные компьютеры, а главное, в нашу жизнь вошли еженедельные научные семинары с обязательным докладчиком и достаточно бурными обсуждениями. Культуру этих семинаров я сохранил до сих пор и стараюсь поддерживать Федотовский стиль в Иерусалиме. Ещё одну добрую традицию я экспортировал на Святую землю – это выездные семинары, которые всегда проходили как-то необычно весело и интересно.

Я лично благодарен судьбе, что мне удалось работать в институте под руководством Фарид Фаттыховича Мургази, Николая Андреевича Гусева, Николая Васильевича Седыха и Владимира Дмитриевича Федотова. Светлая им память.

Можно много вспоминать о тех 17 годах, что я провёл в КИБе. Были успехи, были неудачи, был ПОЖАР!!!, было много всего хорошего и интересного. Трудности забываются, а вот потрясающие вечера, интересные конференции и семинары помнятся, как будто это было вчера. Надеюсь, что, несмотря на все пертурбации в Академии наук, институт выживет и будет многие годы местом, откуда выходят качественные научные публикации, хорошие специалисты.

Об авторе: Юрий Давыдович Фельдман, профессор Иерусалимского университета, работал в институте в 1973–1990 годах в лаборатории водного режима и лаборатории молекулярной биофизики.



КОГДА МЫ БЫЛИ МОЛОДЫМИ...

И. С. Газизов

Я пришёл в институт после окончания биофака КГУ и, проработав в нем более 28 лет, перешёл на работу в Министерство образования и науки РТ.

Годы работы в институте остались в памяти как незабываемое время и пик нашей молодости! Время, насыщенное научно-исследовательской деятельностью (иногда эксперименты начинались до восхода солнца, особенно в полевых опытах, иногда продолжались до поздней ночи) и интереснейшим досугом в стенах института. Мы всегда были инициативны, и жизнь в институте была ключом: хватало нас и на науку, и на общественную деятельность (совет молодых учёных и специалистов, клуб «Грани» и др.), и на досуг (межинститутские соревнования по настольному теннису, шахматам, совместные походы за грибами, вы-

ездные семинары, совмещающие науку и отдых), и на организацию всех общих праздников с замечательными номерами собственного исполнения. Все мы помним нашего ударника из «джаз-банда» – незабвенного Льва Хаймовича Гордона и за роялем – его друга из университета Альберта Георгиевича Таюрского, огненную красавицу-цыганку Ирину Карпилову, акробата Юру Гоголева, исполняющего трюк за килограмм сахара, и многих-многих других. И... – всегда искрометный юмор, особенно весенний, первоапрельский.

А весенние сплавы на байдарках по Илети и Юшуту, сладкие каши, приготовленные на костре! А заготовка зелёных кормов в совхозах, осенняя картофельная эпопея...! Славное и душевное время!

Это время было также особенным в плане крупных, порой фантастических инициатив молодёжи.

Мне хотелось бы вспомнить о молодёжной инициативе строительства Молодёжного жилого комплекса (МЖК) в Казани, имеющего свою особенную социальную инфраструктуру, третьего МЖК в нашей стране. В то время в институтах КФАН СССР, да и в других научных, научно-исследовательских, проектных институтах и предприятиях Казани очень остро стояла проблема жилья для молодёжи.

В Казани на базе Республиканского совета молодых учёных и специалистов из представителей заинтересованных учреж-



Сотрудники ИББ И. Газизов, В. Гольдман, Ю. Фельдман и А. Ценцевичский на сельхозработках.



Сотрудники КИБ А. Анисимов, В. Андреев, В. Валитов, Н. Волкова, И. Газизов, Н. Даутова, А. Еварестов и М. Маркова в походе.

дений при Горкоме комсомола был создан организационный комитет МЖК, который имел свои представительства в учреждениях и на предприятиях. Я был направлен туда от института и активно включился в работу оргкомитета. Стал заместителем председателя оргкомитета, председателем совета МЖК

высоких инстанциях, включая ЦК КПСС, ЦК ВЛКСМ, Госплан СССР, Президиум АН СССР, различные министерства, и это оказалось самым сложным и трудным. Но главным были, как всегда, финансы. Финансы, выделенные целевым назначением на создание МЖК в городе Казани.

КФАН. Работа оказалась огромной и занимала практически всё свободное время. Иногда, когда мы готовились к переговорам в Москве, обсуждали вопросы не только во все выходные дни, но и ночи напролет.

Идея строительства МЖК первоначально казалась нереализуемой. Она заключалась в участии самой молодёжи, с согласия руководителей учреждений-участников, в строительстве собственного жилья на стройках, работе на заводах ЖБК и «освоении» выделенных на это средств. «Пробивали» проект в самых

Мы встречались с руководителями министерств – потенциальных участников, убеждали, находили понимание и поддержку. Приятно вспомнить встречу с академиком В. А. Котельниковым – нашим земляком, вице-президентом АН СССР, который оставил неизгладимое впечатление своим вниманием, лаконичностью высказываний, поддержкой и пожеланием успехов в этом непростом деле.

Помню, когда отпрашивался в командировку в столицу за



Закладка первого камня на строительстве МЖК.



Наталья и Ильдар Газизовы.

Сегодня комплекс продолжает свое развитие и живёт насыщенной жизнью – в микрорайоне с активным участием «мжковцев» строится многофункциональный спортивный комплекс с ледовой ареной, «задумывается» школьный технопарк, организуются и проводятся различные зрелищные мероприятия с массовым участием детей и жителей микрорайона.

Хочу отметить, что активная и большая общественная работа в институте, как ни парадоксально, способствовала и активной исследовательской работе. Сейчас не стыдно признаться: я был несказанно горд вниманием Игоря Анатольевича к моей научной деятельности, что, на мой взгляд, явилось хорошим стимулом для достижения неплохих научных результатов на основной работе – научно-исследовательская работа об экспериментальном доказательстве сопряженности процесса циркуляции калия с поглощением воды корнем растения, в итоге, вошла в перечень важнейших достижений академии наук, и получила самую высокую оценку в Татарстане – была удостоена Государственной премии в области науки и техники. Суть работы также была кратко изложена в учебнике «Физиология растений», изданном под грифом Министерства образования и науки РФ.

Конечно же, с благодарностью и признательностью не могу не сказать и о своем крепком «тыле» – постоянной, каждодневной поддержке моей супруги Натальи, которая пришла в институт вместе со мной и продолжает до сих пор успешно в нем трудиться.

средствами на проектирование и строительство, Игорь Анатольевич Тарчевский с лукавинкой в глазах сказал о фантастичности проекта, но поддержал нас и потом поддерживал всегда. Мне кажется, что мы с ним километры по коридорам института прошли, когда я докладывал ему о ходе реализации проекта, что прежде всего свидетельствовало как о его постоянном внимании к нам, так и о демократичности отношений в нашей академической среде. Правда, прежде всего он интересовался моей научной работой. Впоследствии (к тому моменту в основном строительство МЖК уже завершилось), после защиты диссертации, несмотря на жёсткий дефицит времени – в этот день он улетал на научный форум в Швецию – Игорь Анатольевич нашёл время зайти на «рюмку чая» и поздравить меня с успешной защитой. Тогда он признался, что у него было сомнение по поводу того, справлюсь ли я с такой нагрузкой – прежде всего научной и большой общественной, и высказал одобрение успешного завершения этапа и в науке, и в проекте.

Хочу вспомнить также Роберта Галеевича Каримова, заместителя председателя Президиума КФАН СССР, который по первой просьбе откликнулся на инициативу молодёжи, поддерживал её и активно участвовал в реализации проекта. Итог нашей инициативы оказался по тем временам впечатляющим – в течение достаточно короткого периода времени более полутора десятка семей молодых учёных и специалистов нашего института получили новое жильё, а всего по Казанскому филиалу академии наук – более ста пятидесяти семей въехали в новые квартиры.

Об авторе: Ильдар Сабирович Газизов, кандидат биологических наук, сотрудник Казанского (Приволжского) федерального университета, работал в институте в 1977–2005 годах в лаборатории фотосинтеза и лаборатории биохимии клеточной стенки.



«СЕРЫХ УТОК ПОСТРЕЛЯТЬ, РУКУ ПРАВУЮ ПОТЕШИТЬ...»

Ю. А. Горшков

Более 15 лет одним из полигонов полевых исследований сотрудников лаборатории экологии Казанского института биологии служили острова Куйбышевского водохранилища, расположенные близ деревни Ташкирмень (Лаишевский район РТ). Экспедиции начинались в конце марта – начале апреля, когда водоёмы находились подо льдом. А лёд в это время очень коварный и выглядит как слабо скреплённые между собой карандаши – гнилой лёд. Карандаши в любой момент и в любом месте могут рассыпаться, и ты рискуешь резко «топором» опуститься в слишком прохладную воду. В период ледостава опасность такого погружения значительно ниже. Но есть один «экстримный», но достаточно надёжный способ передвижения по гнилому льду. Для этого необходима «селёдка». Так называлась лёгкая дюралевая лодка. Два человека ухватывались за борта судёнышка и, толкая его, стремительно передвигались вперёд. Когда лёд проваливался под ногами, запрыгивали в лодку. В промоинах гребли вёслами, а попадая на очередной участок, покрытый льдом, снова ухватывались за борта. Такой способ передвижения практиковался в течение нескольких лет, при этом никто не пострадал.

Утиная охота.

Широки просторы Куйбышевского водохранилища – крупнейшего в Европе. Его ширина в районе нашей дислокации достигает 40 км. Часто противоположный берег не просматривается. Кроме того, это водохранилище мелководное, поэтому при ветрах волна непредсказуема. Натыкаясь на мелководные участки, она меняет направление своего движения, и лодка, попавшая в эту стихию на коротком промежутке, получает удары волн со всех сторон. Нужны определённые навыки управления судном в такой обстановке. Особенно часто крепкие ветра случаются осенью.

В осеннюю промозглую погоду «тушёнка» слабо восполняет повышенные энергетические затраты организма. Спасает открывшаяся охота на водоплавающую дичь. Умело приготовленные, нагулявшие жир, перелётные утки и гуси, дают дополнительный импульс к продуктивным полевым исследованиям, посему мы регулярно на моторной лодке выезжали на какой-то остров «серых уток пострелять, руку правую потешить». Особенно запомнился выезд 29 сентября 1979 года. С утра и весь день с водохранилища дул умеренный





Любишь кататься – люби и лодочку возить.

ветер. К вечеру он усилился, на волнах появились «барашки». Всё это предвещало активный лёт дичи и, соответственно, добычливую охоту. Обули «бродни», загрузили в «Белую ночь» (так с любовью называли наше судно – «Казанка 5М» с мотором «Вихрь-30» – редкая по тем временам техника) ружья, патронташи и тронулись к заветному острову. Действительно охота удалась, утка буквально сыпалась в мелководный залив, закрытый от ветра стеной тростника и рогоза. С наступлением темноты начался шторм. Впоследствии ему даже дали назва-

ние – «Ураган Девиса». Нужно было выбираться на родной остров. Но тут возникли некоторые сложности. Наступила кромешная тьма. Ориентиры в виде огней близлежащих деревень пропали – ветер обрушил электрические столбы. Единственным лучом света в тёмном царстве оставались далёкие проблески огней на баржах, вставших на рейде из-за шторма. Загрузили добычу в лодку, завели мотор и пошли в направлении огней. По нашим расчётам мы выбрали верное направление. Как только вышли из залива, на судно обрушились

громадные волны. Нос лодки зарывался в пучину, вода стала заполнять «Белую ночь». В такой ситуации два члена экипажа принялись откачивать вёдрами воду, а третий стоял за штурвалом, пытаясь увилить от огромных волн, продолжая движение. Через какое-то время лодка поймала большую волну и встала «на попа», при этом мотор погрузился в воду и заглох.



Табор экологов.

Сома-то мы и не поймали.

При таком раскладе оставалось только попытаться бросить якорь, чтобы не унесло в открытое море. Попытка удалась ценой ободранной кожи с рук стравливающего якорь. Нужно выработать дальнейший план действий. Младший из охотников молвил: «Вам решать, Вы уже отцы, за Вами малые дети, я же ещё не размножился». Решение было принято – прорываться на коренной берег, поскольку в этом направлении волна была не так зла. Добравшись до коренного берега, побрели в сторону ближайшей к нашему острову деревни.

Облаченные в гидрокостюмы путники того и гляди могли взлететь от могучих порывов ветра. После двухчасового пути прибыли в деревню Ташкирмень. Оставался последний отрезок. Необходимо было преодолеть 800-метровую бушующую Мёшу. С трудом взяли на прокат рыбацкую лодку, поскольку рыбаки не хотели брать грех на душу, отпуская нас в рискованное плавание. Первые удары волн залили мотор и выбили весло из рук гребца. Но всё таки, прикрывая двигатель своими телами, удалось его запустить и добраться до места дислокации. Нептун и Посейдон проявили к нам милость.

Зачастую штормовая погода приносила некоторую пользу. В те поры просторы Куйбышевского водохранилища бороздила «Пьяная Баржа», которая перевозила ценный груз из Чистополя в Казань, а при непогоде пряталась около нашего стойбища. Гостеприимство «научников» глубоко трогало души славных моряков, поэтому частичная разгрузка перевозимого товара осуществлялась на острове.

Справедливости ради стоит отметить, что неким результатом многолетних полевых работ послужили многочисленные научные статьи, монографии, диссертации сотрудников лаборатории экологии, а поэт сложил стих:



На берегу пустынных волн
Стоял он, дум великих полн.
На Ташкирмень глядел.
Пред ним широко биоценоз чернел.
Гомеостаз и климакс полный.
Здесь продуктивность хоть куда,
И популяций всяких тьма.
И птиц, и рыб, и насекомых.
Тут биотопы хороши.
И так экологи нужны.
И думал он:
Отсель начнём мы изысканья,
И мы приложим все старанья,
Чтобы жила природа мать
Назло всему, едрена мать.

Об авторе: Юрий Александрович Горшков, доктор экологических наук, директор Волжско-Камского государственного заповедника, работал в институте в 1976–1992 годах в отделе экологии.



КАК МОЛОДЫ МЫ БЫЛИ...

А. М. Карпухин

Пришёл я работать в Казанский институт биологии КФАН СССР (так именовалась данная организация в те времена) в августе 1978 года инженером по установке и обслуживанию оборудования в лабораторию физиологии микроорганизмов.

Лаборатория была новая, организованная профессором Маргаритой Ильиничной Беляевой в этом же, 1978, году. И коллектив был молодой и чисто женский. А поэтому кодовое название лаборатории было «8 девок – один я». Я много мог бы рассказать о самой лаборатории, о её сотрудниках, но речь пойдёт о культурно-массовой жизни всего института.

В 1978–1980 годах институт пополнился новыми молодыми энергичными кадрами. К этому времени в институте сложились свои традиции в культурно-массовой жизни: участие в субботниках, участие в майских и ноябрьских демонстрациях, празднование Нового года и 8 Марта, посещение Дедом Морозом детей сотрудников. Новое пополнение с энтузиазмом подхватило данные традиции.

Осенью 1978 года 30 сотрудников института были отправлены на сбор урожая картофеля. Это послужило сплочению всего коллектива. Вернувшись с партийно-комсомольского задания, мы уже общались свободнее и чаще, т.к. узнали друг друга лучше. Самое главное, мы теперь знали интересы и хобби друг друга, а это привело к тому, что культурно-массовая жизнь в институте значительно оживилась.

Праздничные концерты проходили с участием ансамбля народных (подручных) инструментов под управлением

Э. Шабашвили, вокального ансамбля народных песен под управлением В. Гольдмана, народного барда КИБ – Е. Польшалова, танцевального ансамбля «4 волосатых лебедя». Особо хочется отметить выступление музыканта-виртуоза Р. Тухватуллина. Но самым ожидаемым и фееричным всегда было выступление джазового дуэта: на ударных – заведующий лабораторией к.б.н. Л. Гордон, на рояле – сотрудник физфака КГУ к.ф.-м.н. А. Таюрский. Зал на этих



На коммунистическом субботнике, Ю. Зуев, В. Валитов и И. Казанцев.

концертах всегда был переполнен. Вечера у биологов пользовались большой популярностью, приходили сотрудники других институтов КФАН СССР, кому не хватало места – стояли вдоль стен.

Самыми интересными и плодотворными были 1979–1980 годы. Возникли и были воплощены в жизнь сразу несколько идей-проектов.

Первое: был создан клуб «Грани», а впоследствии выпущен журнал с тем же названием. С названием была целая история. Утвердить название «Грани» в те времена было необходимо у начальника отдела кадров Н. В. Шлячкова. Однако когда он услышал это название, он категорически запретил произносить его, объяснив это тем, что за рубежом выпускается антисоветский журнал с таким же названием. Пришлось действовать через заместителя директора Б. А. Николаева и даже директора И. А. Тарчевского, доказывать, что под словом «Грани» мы имели в виду разносторонние способности и таланты сотрудников института. И мы доказали. Клуб «Грани» получил право на существование. Особенно запомнилось первое расширенное заседание клуба, посвящённое его открытию, а также творчеству институтского «Левши» Р. Тухватуллина. Его миниатюрные изделия вызвали огромный интерес. Хотелось бы отметить ещё два заседания: к 175-летию Казанского государственного университета и памяти Владимира Высоцкого. Было проведено ещё много интересных заседаний. А в 1980 году вышел первый номер «рукопечатного» журнала «Грани».

Второе: начал функционировать Первоапрельский семинар. О нём рассказано в статье первого «Нобелевского» лауреата КИБ А. Ценцевицкого.

Третье: проведение детских праздников в дни весенних каникул. Об этом я расскажу подробнее. На эти праздники приглашали детей всех сотрудников института. Предварительно проводился конкурс детских рисунков и поделок, а на празднике подводились его результаты. И никто из участников не оставался без внимания, получал небольшой приз. А заканчивался праздник спектаклем – постановкой какой-либо сказки, в которой все роли исполняли сотрудники института. На первом празднике была показана сказка «Золушка». Идея эта очень понравилась как детям, так и их родителям.

За барабанами Л. Гордон.



Ансамбль народной песни, В. Гольдман, А. Ценцевицкий, Е. Озёрный.

На следующем празднике была показана сказка-микс «Бременские музыканты». Что хотелось бы отметить особо: выступать или принимать участие в этих праздниках не надо было никого уговаривать. Все делали это с удовольствием.





«Золушка», король – А. Карпухин.

Подготовка праздников проводилась в основном по воскресным дням. Все костюмы и реквизит придумывались и изготавливались самими участниками и всеми желающими.

Я упомянул только о двух праздниках так как в 1982 году я уволился из института.

Поздравляю всех с юбилеем института!!!

Об авторе: Александр Михайлович Карпухин, работал в институте в 1978–1982 годах в лаборатории физиологии микроорганизмов.

ПЕРВОАПРЕЛЬСКИЙ СЕМИНАР

А. Н. Ценцевицкий

Одно из наиболее запомнившихся событий культурно-общественной жизни нашего института 80-х годов XX века – Первоапрельский семинар. Идея его создания возникла у выпускников физического факультета КГУ с подачи И. А. Тарчевского, который рассказывал о проведении подобных семинаров в Москве, кажется, в Институте биохимии им. А. Н. Баха РАН. Семинары проходили ежегодно 1 апреля в переполненном конференц-зале. Присутствовали не только сотрудники КИБа (так в то время назывался институт), но и других институтов, располагающихся в здании – Физико-технического, Языка и литературы, Геолнеруда, приходили коллеги с дружественных факультетов

Казанского университета. Интерес к этим семинарам был огромный. Выступающих встречали бурными аплодисментами, а высказанные в докладах идеи затем долго и активно обсуждались в кулуарах. Всего, если не изменяет память, было 4 семинара.

Смысл каждого доклада заключался в том, чтобы высказать некую неожиданную, с первого взгляда совершенно неправдоподобную гипотезу и доказать её реалистичность. Тематика докладов была очень разнообразной – от создания «вечного» двигателя (с демонстрацией действующей модели) до влияния инопланетян на процессы фотосинтеза. Всё было как на настоящей научной конференции – напечатанные на пишущей машинке тезисы, трибуна, президиум, плакаты (Power Point ещё не было и в помине), вопросы, дискуссии. Докладывали не только сотрудники нашего института (Р. Тухватуллин, Э. Шабашвили, Л. Киваева, С. Кашеваров,



Г. В. Рыбкина, А. Ценцевицкий), но и гости из Казанского университета – С. Перуанский (физфак, кафедра астрономии), Ш. Фаттахов (биофак, кафедра охраны природы).

Тематика докладов была самой разнообразной. Во время проведения семинаров в здании института было довольно много тараканов. Возможно поэтому ряд докладов был посвящён использованию этих насекомых в практических целях. В докладе А. Ценцевицкого «Получение электрической энергии с использованием мускульной силы *Blattella germanica* и *Blatta orientalis*» с применением сложных математических расчётов доказывалось, что возможно получать электроэнергию для освещения всего здания с помощью несложного устройства – барабана типа «беличье колесо», который приводится в движение тараканами, двигающимися внутри него к небольшому кусочку голландского сыра. Была представлена действующая модель – барабан крутился, лампочка горела.

Ещё один доклад, в котором использовались тараканы, был представлен Р. Тухватуллиным и посвящён разработке методики получения пороха из хитина. Здесь было много химических формул, пробирок с полученными образцами и промежуточными продуктами реакций.

К сожалению нужно отметить, что в то время как в нашем институте научные исследования «братьев наших меньших» были свёрнуты, зарубежные учёные продолжают изучать и использовать тараканов в своих разработках. Они считают, что от тараканов может быть польза. Так в настоящее

время несколько лабораторий в Европе и США вживляют электроды насекомым и те выполняют команды человека. Тараканов-киборгов учёные предлагают использовать в качестве замены роботам.

В 80-е годы ряд сотрудников института работали по хоздоговору с НИИХП при Казанском пороховом заводе и изучали различные свойства целлюлозы. Некоторым даже посчастливилось съездить в командировку в Среднюю Азию на сбор хлопка. В связи с этим весьма актуальными были представленные на семинар тезисы доклада А. Гречкина «Получение целлюлозы из *Populus vulgaris*» о возможности использования тополиного пуха вместо хлопкового волокна.

А В. Пантелеев в своём сообщении предлагал просверлить земной шар насквозь и бросить в отверстие некий объект, обладающий определённой массой. По законам физики этот объект будет достаточно долго совершать колебательные движения в центре массы Земли. Приводились достаточно сложные математические расчёты.

Звучали также доклады «О лечении всех болезней с помощью градусника», «В семьях военных рождаются преимущественно девочки и, причем, красивые», «Обзор популяций городских собак» и другие.

К сожалению, Первоапрельский семинар просуществовал всего 4 года. В 2000-ые годы были попытки возродить Первоапрельский семинар на уровне отдельной лаборатории, но, к сожалению, «время было уже не то...».

Об авторе: Андрей Николаевич Ценцевицкий, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биофизики синаптических процессов, работает в институте с 1978 года.



НЕ НАУКОЙ ЕДИНОЙ...

И. А. Ларская

Думаю, о научных достижениях института будет написано и сказано немало. Составят, как положено, перечень публикаций, проведут подсчёт конференций, выпустят сборник избранных работ. Я хочу написать о том, что не имеет отношения к науке, но всегда являлось неотъемлемой частью нашей жизни. В институте на протяжении многих лет было много хороших традиций. Например, весенний сплав в начале мая. Помню, с какой завистью я смотрела на дружную компанию, сидевшую в ожидании автобуса в вестибюле первого этажа. С огромными рюкзаками, байдарками, гитарами – они казались мне такими смелыми, спортивными, что я не решалась напроситься в их компанию, о чём жалею до сих пор. По возвращении они рассказывали захватывающие истории об опасных порогах, переворачивающихся байдарках, спасении утопающих, настоящей рыбацкой ухе на костре. Хорошей традицией были выезды Деда Мороза и Снегурочки для поздравления детей сотрудников с Новым годом. Эта традиция одна из немногих, сохранившихся до сих пор. Но сейчас это проходит как-то тихо и незаметно для основной части сотрудников. В то время институт был многочисленнее, и детей было больше. Ездили, как минимум, три «бригады» Дедов Морозов и

Снегурочек. Даже складывались свои приоритеты – кто с кем любил работать в паре. Основная нагрузка падала на Морозов, и каждый старался превзойти «соперника». Кто-то возил с собой жидкий азот и являлся в клубах пара, кто-то имел «говорящий» посох. Заранее договаривались с родителями как неожиданно появиться, какие вопросы задавать, за что поругать, а за что похвалить. Большая часть мужской половины института побывала в костюме Деда Мороза. Кстати, костюм был один на всех, и если на одном Морозе он с трудом сходился, то на другом висел мешком; пара валенок, найденная на складе Веры Александровны, тоже была единственной, и тем, у кого размер не подходил под стандарт, приходилось постоянно быть начеку, чтобы дети ничего не заподозрили. Но дети, по-видимому, мало обращали внимания на внешность Дедов, поскольку рядом всегда были очаровательные Снегурочки, старавшиеся в эпоху повального дефицита украсить свой наряд всеми подручными средствами. Тем более если на костюм Деда Мороза деньги нашли, то первый костюм Снегурочки был сделан из чьего-то свадебного платья, и Снегурочек



На заседании Английского клуба. А. Ахметова, Е. Польшгалов и Ю. Фельдман.



Будущий академик на заседании Английского клуба.

сначала подбирали таких, которые могли в это платье влезть. Но в нашем институте было из кого выбирать! Выезд был всегда торжественным. Специально выкраивали время, чтобы проводить бригаду, помочь нарядиться, упаковать подарки. И было забавно наблюдать как по коридору шествует Дед Мороз со свитой. На следующий день обменивались впечатлениями. Родители рассказывали о восторженных глазах своих детей, Деды Морозы – о трудностях праздничных будней, и те и другие – о пикантных подробностях кормления Дедов Морозов, которых хозяева пытались угостить и обогреть так, чтобы не разрушить веру детей в сказку.

Ну, что-то я слишком увлеклась описанием Новогодних выездов Дедов Морозов, а ведь было ещё много интересного. Хотя бы раз в году старались поехать на природу всем институтом: осенью по грибы, а зимой на лыжах. Ездили, конечно, не все, но желающих было достаточно. Однажды даже выехали на несколько дней в марийские леса. И, конечно же, были ночёвки в палатках, костер, песни под гитару. Стоит сказать, что гитаристов в институте всегда было

Детский праздник. «Буратино». Лиса Алиса – И. Карпилова, кот Базилио – Е. Польшгалов, Карабас Барабас – Ю. Малах.

много: Е. Польшгалов, А. Анисимов, И. Ермолина, Э. Шабашвили. Без их участия не обходился ни один праздник в институте. Накануне первого апреля проходили ежегодные семинары, где со всей серьёзностью обсуждались такие «научные» темы, как вечный двигатель на тараканьей тяге или прилет НЛО с рассказами очевидцев. Докладчики готовились так, что трудно было уличить их, и с легкостью отвечали на вопросы оппонентов. А зрители в переполненном зале, как дети, восторгались виртуозными доказательствами выступающих, хорошо понимая, что их дурачат. Весной в институте устраивали детский праздник. Несмотря на название, праздник был не только для детей, но и для родителей. Дети читали стихи, пели, а сотрудники показывали спектакли, такие как «Золушка» или «Приключения Буратино». Сами писали сценарий, подбирали костюмы, гримировались. Неизвестно, кто радовался больше – дети, сидящие в зале, артисты на сцене или те, кто наблюдал за действием из-за кулис. Кто тогда мог подумать, что лиса Алиса – это будущий учёный секретарь института Ирина Карпилова, а в роли Карабаса Барабаса – будущий член Совета директоров крупной золотодобывающей компании Юра Малах. Также в институте долгое время существовал «Английский клуб», объединивший желающих совершенствовать свой английский. И это были не просто скучные классные





Музыкальный квартет: А. Карпухин, Р. Тухватуллин, А. Ценцевицкий и В. Гольдман. За дирижерским пультом Э. Шабашвили.

научные, лаборанты, дети сотрудников, не делая скидок на возраст или положение. Ну, конечно, самой большой традицией были предпраздничные вечера к Новому году и на 8-е Марта. Вечера всегда проходили весело, шумно. Отмечать праздник начинали в своей комнате, а после праздничного концерта начинали ходить по соседям. Причём приходили не только сотрудники института, но и друзья из других институтов, из университета, и друзья друзей, далекие от науки. Было хорошо известно, что биологи гостям всегда рады, при-

нятия, а тематические вечера или, например, выезды на дачу И. А. Тарчевского с «погружением в язык» на весь день.

И ведь всё это, о чём я пишу, основывалось на голом энтузиазме и на простом желании жить интереснее. И как-то все объединялись независимо от возраста и статуса. Помню, когда началась эпоха аэробики, одна из наших сотрудниц тут же организовала группу, и практически вся женская половина института стала ходить на занятия. Был период, когда институт почти в полном составе посещал бассейн и спортивный зал. Играли в баскетбол вперемешку – доктора наук, младшие

принимают радушно, отмечают весело. Посиделки заканчивались ближе к полуночи. Считалось даже неприличным покинуть праздник, не отплясав на дискотеке до тех пор, пока ноги держат. Ключевой точкой всегда был концерт. Я не застала эпоху Эмира Шабашвили, Славы Гольдмана, Жени Озёрного, Рашида Тухватуллина. Слышала только рассказы о том, что своими эксцентричными номерами они заставляли зрителей в зале смеяться до слёз. В наше время на сцене появились другие исполнители – Юра Гоголев, Алексей Крушельницкий, Андрей Ярин, Слава Цыганков, Алла Богушевич. Другое

поколение принесло другой стиль. Меньше стало бесшабашного озорства, юмор стал более тонким, и исполняемые номера часто строились на игре слов. Новое время рождало и новые популярные образы. На смену танцам «маленьких лебедей» пришли лихие па «Верки Сердючки». Старшее поколение ворчало: «А вот раньше...», но и раньше, и в более позднее время все с нетерпением ждали праздничных концертов, зал собирался полный, и зрители были в предвкушении чего-нибудь оригинального. Именно оригинального, своего. Сейчас



Хор мальчиков: Г. Великов, Ю. Зуев, Е. Польшгалов, А. Алябьев и А. Ярин.



На сцене трио биофизиков: Е. Польшгалов, И. Ермолина и Ю. Зуев.

очень часто черпают идеи или даже просто скачивают сценарии из Интернета. Может быть, с точки зрения драматургии и расстановки акцентов в таких сценариях всё правильно, но что-то теряется. Тогда всё делали вручную – писали сценарии, рисовали стенгазеты, да и музыка – исключительно «живая». Однажды даже настоящий мюзикл к Новому году написали. Это было единственный раз, когда провели объединенный вечер для молодежи Казанского филиала, и, конечно, нам хотелось произвести впечатление. Вечерами записывали фонограммы и разучивали танцевальные номера. Единственная мужская роль досталась Э. Еникееву, которому надо было просто игривой и легкой походкой «а-ля Андриано Челентано» пройти через всю сцену, что ему никак не удавалось. Хорошо сложенный, обаятельный Эдик на сцене становился скованным, что грозило провалом. Но наши девчонки так лихо отплясывали канкан, прикрывая его неуклюжие движения, что номер прошёл на «ура». Особенный успех он имел, конечно же, у мальчиков из физтеха.

Фантазия организаторов вечеров не знала границ. Я пришла в институт в феврале и меньше чем через месяц оказалась на праздновании 8-го Марта. Поскольку праздник был посвящён женщинам, то они оставались только в качестве зрителей. Это было долгое время хорошей традицией – вечер

на 8-е Марта делали исключительно мужчины. Ведущие вызвали из зала десять человек (тогда в институте было достаточно мужского населения) и разделили на две соревнующиеся команды – «бородачей» и «безбородых». Вся программа строилась на импровизации, и вышедшие на сцену не знали, что им предстоит делать. Но они без всякого смущения выполняли предложенные задания: пели, читали стихи, разыгрывали мизансцены. Бурю восторга вызвало объявление ведущего, что «надо написать и спеть романс, посвящённый...».

Имя избранницы я не расслышала, потому что оно потонуло в шквале аплодисментов. И весь номер, в котором мужчины соревновались в галантности и изысканности исполнения, проходил под хохот и рёв зала. Я пыталась разглядеть женщину, раскрасневшуюся от удовольствия и снисходительно принимавшую витиеватые комплименты. Я тогда ещё не знала всех сотрудников. Кто она такая? С чего это



Дед Мороз (А. Князев) и Снегурочка (Л. Лёзина) на выезде.



Сплавщики И. Газизов, И. Ионенко, И. Карпилова, Г. Мустафина, Т. Трибрат, Эмир и Эльфа Шабашвили, Юшут, 1981 г.

такие почести? И почему так радуется зал? Это была Галеева Наиля Сейфулловна, главный бухгалтер и гроза института. Не знаю, были ли потом какие-то поблажки победителям, но все, кто хорошо помнит Наилу Сейфулловну, знают, что угодить ей было нелегко, а попасть в немилость – опасно.

Больше всего старались при подготовке Новогодних вечеров. Мне рассказывали, как однажды обязали всех прийти в карнавальных костюмах. И на площадке перед актовым залом цыгане дружно отплясывали с неграми, бухарскими эмирами; почтила своим присутствием даже «дама с собачкой». Помню празднование 1985 года. В то время было модно устраивать аукционы. Все хорошо знали, что главным лотом будет бутылка шампанского, и рассчитывали на везение. Это было время, когда период советского повального дефицита плавно перетёк в период знаменитого горбачевского «сухого закона». Достать бутылку шампанского накануне Нового года было сродни подвигу. Да и просто денег не было на покупку. Поэтому решили сделать шуточный аукцион. Первым лотом была «культура клеток советского рубля», которая при умелом использовании могла размножаться, потом – «улыбки веду-

щих». Честно говоря, рассчитывали, что все сразу поймут, что к чему, посмеются и не будут серьёзно относиться и к третьему лоту. Но наши люди, ещё не испорченные программой «Розыгрыш» и пирамидами Мавроди, были твёрдо убеждены, что третьим номером будет бутылка шампанского, и торговались, набивая цену. Когда азарт торгующихся достиг апогея, ведущий аукциона Юра Малах всё-таки вытащил долгожданную бутылку, прочёл краткую нравоучительную речь о вреде пьянства, пользе «сухого закона», открыл «шампанское» и вылил содержимое в заранее приготовленное ведро. Такого зловещего молчания мне больше не приходилось слышать никогда. Нам потом долго пришлось оправдываться, что это был розыгрыш, и шампанское было фальшивкой. В это было трудно поверить. Научный расчёт пропорций воды, мыла и жидкого азота оказался настолько точным, что было всё – характерный щелчок открываемой пробки, небольшой дымок и в меру пенистая жидкость. По зданию ещё долго ходили слухи о биологах, которые моют полы шампанским.

Год пятидесятилетия института пришёлся на самый разрушительный для страны и, в том числе, для науки период.



Спасение перевернувшейся байдарки, Ашит, 1984 г.

Настроение было не самое радужное. Всё вокруг рушилось. Люди уходили не только из института, но из науки. Казалось, было не до праздников. Откуда-то возникла идея попробовать восстановить старые концертные номера, которые пользовались успехом, но помнили их уже плохо, а кто-то и не видел. Интересно, что когда мы проводили опрос о наиболее запомнившихся номерах, то чаще всего вспоминали В. Лозовую, читающую «Девушку и смерть» Горького, Л. Киваеву с её куклами, «хор мальчиков» под руководством А. Ценцевичского, конечно же, Л. Гордона с его джазовыми импровизациями и рассказами о становлении джаза в Казани, и «маленьких лебедей» в лице Е. Озёрного, В. Гольдмана, Ю. Фельдмана и Р. Тухватуллина. На удивление люди откликнулись. Кто-то писал сценарий, кто-то печатал фотографии, откуда-то вытащили старые стенгазеты. Наверное, в мрачных послеперестроечных буднях всем снова захотелось праздника. Не все номера удалось восстановить, поэтому добавили что-то новенькое и получился яркий, запомнившийся надолго концерт. В конце вечера вынесли торт с пятью свечками – по одной на каждый десяток прошедших лет. Здували свечки те, кто проработал в институте дольше

всех – А. В. Анисимов, Л. Х. Гордон, В. А. Патрушева. Было как-то по-домашнему тепло и трогательно. С того вечера минуло двадцать лет. За это время много произошло. Был период полнейшего запустения и упадка. В лучшем случае ограничивались приглашением артистов со стороны. Потом пришло новое поколение, сменились форматы проведения вечеров, исчезли некоторые традиции. Но об этих годах пусть пишут другие – это уже их время.

А я хочу пожелать, чтобы количество свечей на институтском юбилейном пироге увеличивалось, как и количество людей которые будут собираться вокруг праздничного стола. Звучит практически как тост! А может именно так и надо завершить моё короткое посвящение институту.

Об авторе: Ирина Алексеевна Ларская, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории механизмов роста растительных клеток, работает в институте с 1983 года.



АКРОСТИХИ

И. А. Тарчевский

ИНСТИТУТ

Институт – наш Alma Mater,
Наша гордость – и наша боль,
Судьбы наши – твой фарватер,
Так сложилось, что мы – с тобой.
И идём мы как будто едино,
Только твой удел – не стареть.
У коллег замечаю седины...
Так хотелось бы – помолодеть!

КОЛЛЕГАМ

Когда былые времена я вновь переживаю,
Опять передо мною ваши образы встают
Людей из разных лет – таких не забывают.
Любимым и не очень – всем Салют!
Ершистые, педанты, фантазёры,
Готовы за науку всё отдать,
А главное (не бездари и не позёры)
Мы в мир пришли науку созидать!

И. Ю. Карпилова

ТАРЧЕВСКОМУ

Талантливый, красивый, обаятельный,
А нам всем – друг, дарованный судьбой.
Рассказчик Вы к тому же замечательный.
Что скромничать? Душа компании любой.
Едины мы в своём желании
Во всём на Вас равнение держать:
Служить науке, вынести все испытания,
Как Вы, гореть, любить, дерзать!
О наш Учитель, Друг наш и Кумир!
Мы счастливы, что Вы своим явлением
Украсили сей суетный и бренный мир!



Об авторах: Игорь Анатольевич Тарчевский, академик РАН, главный научный сотрудник, руководитель группы метаболизма белков, работает в институте с 1974 года, с 1975 по 1992 год – директор института.

Ирина Юрьевна Карпилова, кандидат биологических наук, ученый секретарь института, работает в институте с 1979 года.



ЭКСПЕДИЦИЯ ЗА СВЕТЛЯЧКАМИ

В. Г. Яковлева

Одно из ярких моих воспоминаний об институте – экспедиция за светлячками на берег «самого синего» Чёрного моря. Мы были наслышаны об этой «экзотической» поездке в район Геленджика от сотрудников Института фотосинтеза АН СССР (бывших наших студентов С. Мурзаевой и Е. Музафарова). В то время мы были ещё сотрудниками кафедры биохимии Казанского государственного университета, на кафедре не было финансовых возможностей командировать кого-либо вместе с пущинцами за светлячками, хотя мы такое предложение получали. Для чего нужны были светлячки? Существует люминесцентный метод (люциферин-люциферазный) определения концентрации АТФ. Метод основан на реакции люциферина светлячка, который в присутствии АТФ и магния подвергается катализируемому люциферазой светлячка окислению кислородом с образованием оксилуциферина. В итоге выделяется энергия – квант света. Сейчас таких проблем нет, появилось значительное количество китов для определения АТФ, а в то время приходилось ловить светлячков и запасать «светящиеся хвосты».

В 1975 году большинство сотрудников кафедры биохимии перешли на работу в Институт биологии КФАН СССР (КИББ КазНЦ РАН) вслед за Игорем Анатольевичем Тарчевским, который стал директором этого института и заведующим

лабораторией фитоэнергетики, в которую нас и зачислили. Началась новая жизнь. Для лаборатории были выделены некоторые площади. Усилиями Игоря Анатольевича институт вошёл в Программу по физико-химической биологии, благодаря чему в течение нескольких лет лаборатория и весь институт получил новое оборудование и импортные реактивы.

Руководитель группы биоэнергетики А. И. Заботин решил использовать люциферин-люциферазный метод определения концентрации АТФ. Дирекция института нашла средства на проведение экспедиции по сбору светлячков в район г. Геленджика, где уже несколько лет собирали материал сотрудники пущинского Института фотосинтеза АН СССР. Отряд собирателей светлячков наконец был создан, в первую экспедицию поехали 5 человек. Одним словом, 2 июня 1976 года мы (А. Заботин, В. Шихобалов и В. Яковлева) отправились в Геленджик поездом, а машина с оборудованием для сушки светлячков и палатками и прочим инвентарем, с водителем Сергеем Илларионовичем и сопровождающим Автандилом (сотрудником из лаборатории Н. А. Гусева) поехала до конечного пункта назначения – поселка Бетта. Остановились мы в долине реки Бетта, на берегах которой и было основное место ловли светлячков. Как только начинало смеркаться из лиственной подстилки начинался массовый лёт светлячков, которые пульсирующее светились. Завораживающая картинка. Мы в Казани ещё приготовили орудие лова – внушительные по размеру сачки с длинным узким концом, чтобы светлячки не могли из них разлететься. Технологию изготовления сачков подсказали наши друзья из Пущино. Когда мы в темноте возвращались в лагерь, то самый кончик сачка ярко светился. Это была наша вечерняя работа: вся группа бегала по лесным склонам и соревновалась, кто больше поймает светлячков. А с утра завтрак, затем мы отделяли хвостики светлячков в заготовленные заранее сосудики и сушили. Для контроля за процессом сушки выделялся дежурный на целый день, а все остальные ловцы загорали и купались. Вскоре из Пущино тоже приехала экспедиция за светлячками в количестве четырёх человек, мы быстро подружились и весело общались: были костры, песни и «посиделки».

На следующий год у нашего руководителя группы А. И. Заботина появилась идея приобрести прицеп к машине «Запорожец» (палатка на колесах). И в очередную экспедицию мы



А. И. Заботин, В. В. Шихобалов,
В. Г. Яковлева с московскими коллегами
в экспедиции за светлячками.

ловим, а когда ловишь – входишь в азарт и вокруг чего не замечаешь. И вдруг слышим душераздирающий крик Василия Ивановича. Я подумала, что может он запнулся, упал, так как он довольно грузный, и побежала на крик. Все прибежали и увидели: Василий Иванович находился на поляне живой и здоровый, рядом валялся отброшенный сачок без светлячков. Он нам возбужденно рассказал, что с дерева на него свалилась змея. Мы стали его успокаивать, что в

поехали своим ходом через всю страну. Палатка была очень яркого красного цвета, чем-то напоминала цыганский шатер, когда мы остановились в долине реки Бетта, многие приходили посмотреть на неё.

Один год в Бетту на ловлю светлячков приехали молодые сотрудники Института микробиологии АН СССР. У них был большой опыт по сбору виноградных улиток, а за светлячками приехали в первый раз. Мы помогли им освоиться и оказали помощь в сушке собранного материала. Вечером устраивали «посиделки», а днём, кто был свободен, собирались на диком пляже, что находился за территорией военного санатория. Московские ребята хорошо ныряли, добывали ракушки (рапаны). Мы варили их на костре в большой консервной банке, которую попросили в столовой турбазы, делали салат из рапанов, дружно его поедали и запивали красным сухим вином. Было очень вкусно.

Вспоминается довольно смешной случай. В тот год с нами поехал водитель Василий Иванович Тарасюк, человек весёлый, очень аккуратный, но немного взрывной. В. И. Тарасюк на второй день изъявил желание пойти с нами на ловлю светлячков. Мы выдали ему запасной сачок и разошлись в разные стороны. Начинало темнеть, и полетели первые светлячки. Мы бегаем,

в сумерках он должно быть не отличил змею от лианы или просто какую-то ветку зацепил сачком. Но убедить его, что эта была не змея, мы не смогли. После этого случая у Василия Ивановича пропало желание «ходить на светлячков».

Я уже сейчас не помню, 3 или 4 года мы ездили в эту экспедицию, но запасли довольно приличное количество высушенных светлячков, которых хватило на несколько лет работы. Менялся состав экспедиции, побывали почти все члены группы биоэнергетики – А. Заботин, В. Шихобалов, В. Яковлева, А. Галеева, Э. Шабашвили, Н. Шумилов.

Впечатления от этих экспедиционных поездок, прямо скажу, незабываемые.

Об авторе: Вера Гавриловна Яковлева, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник группы метаболизма белков, работала в институте в 1975–2015 годах.



ХЛОПКОВОЕ ДЕЛО

В. И. Чиков

В конце 70-х годов XX века Казанский институт биологии КФАН СССР заключил хоздоговор с НИИ Химпродуктов (при Казанском пороховом заводе), в рамках которого была поставлена задача: выяснить, почему из одного хлопкового сырья порох получается качественный, а из другого – пуля далеко не летит.

Важным этапом этих работ в 1977–1983 годах явились совместные исследования лаборатории биосинтеза целлюлозы и лаборатории фотосинтеза по изучению физиологии и биохимии хлопчатника с экспедиционными выездами в Среднюю Азию (Ташкент, Душанбе).

Сотрудники лабораторий биосинтеза целлюлозы и фотосинтеза в Средней Азии.

Исследовались особенности синтеза целлюлозы в коробочках хлопчатника, а также химизм фотосинтеза при нарушении донорно-акцепторных отношений между фотосинтезирующими (листья) и потребляющими ассимиляты (коробочки хлопчатника) органами растения. Для этого у растения, на котором порой до 30-80 цветков и разного возраста коробочек, удаляли все плодоземельные. У другой части опытных растений наоборот удаляли большую часть зрелых, завершивших рост листьев – доноров ассимилятов. И в том, и в другом случае измеряли интенсивность фотосинтеза и фотодыхания, а также химизм усвоения CO_2 . Получалось, что в одном случае в растениях создавался громадный избыток ассимилятов (и их некуда было девать), а в другом большой дефицит продуктов фотосинтеза.

Сотрудники другой лаборатории (биосинтеза целлюлозы) тоже обрывали коробочки с хлопчатника и оценивали в них интенсивность образования целлюлозных волокон. В результате нашей совместной деятельности хлопковое поле на глубину 20–25 м оказывалось с растениями без коробочек и, естественно, без урожая. По заведенным в Среднеазиатских республиках правилам лаборатории НИИ, которые проводили исследования на хлопчатнике, не могли своими действиями понижать урожай. А мы в первый год работали совместно с





Проведение экспериментов на хлопковом поле.

лабораторией водного режима Института физиологии растений АН УзССР. Руководство этой лаборатории получило соответствующее порицание за нанесённый урожаю урон, и на следующий год нам было отказано в проведении совместных работ.

Поэтому в следующем, 1978 году, мы отправились в экспедицию в Таджикистан, под Душанбе. Выделили нам хозяйство, которое находилось в Яванской долине, почти на границе с Афганистаном. В этой зоне летом постоянно возникает «афганец» – такая пыльная мгла (вроде бы туч нет, а солнце еле видно). При этом пыль постепенно оседает толстым слоем везде, в том числе и на листьях, из-за чего приходилось каждый раз перед измерением фотосинтеза её стряхивать. И всё это сопровождалось жарой 45–47 °С. Следует отметить, что при такой жаре активизируются всякие кишечные неурядицы. И мы были вынуждены искать меры борьбы с этой неприятностью. Выход был найден. Оказалось, что как только появляются тревожные симптомы, необходимо срочно выпить 50–100 граммов спирта.

Метод оказался весьма эффективным. Приведу только один пример. Для проживания нам выделили коттедж с большой верандой (наверное 5x5 м), которая была огорожена перилами

со всех сторон (кроме входа с улицы). А заветное заведение, в которое стремились страдалцы, находилось в отдалении, за домом. От жары веранду с солнечной стороны завесили брезентом, и мы сидели там в тени. Неоднократно наблюдали, как кто-либо из таких страдалцев бегом кидался вокруг веранды на «зады». И в этот момент чья-то заботливая рука через перила подавала стакан. На ходу махнув содержимое, человек сразу же переходил на спокойную ходьбу. Метод действовал!

Понятно, что такие условия не способствовали интенсивным исследованиям. Поэтому на следующий год была достигнута договоренность о продолжении наших исследований в городе Чирчике под Ташкентом. Там находилась лаборатория, которая анализировала качество хлопковой продукции и могла «нарисовать» любую необходимую урожайность и качество. И последующие 6 лет мы работали уже в очень хороших условиях.

За домом, в котором мы жили, протекал канал, спускающийся с гор, из водохранилища. Температура воды в нём (сами меряли) была всего 11–12 °С. Но мы в нём после некоторой адаптации регулярно купались. Один-два раза за сезон мы выезжали в горы. Был у нас однодневный маршрут, во время которого мы поднимались на перевал и выходили на другую

сторону гор. На той стороне перевала текла холоднющая речка, и мы, многократно остужаясь в ней, по ущелью спустились вниз к ожидающему автобусу в окружении прекрасной южной растительности.

Необходимо отметить, что причины «плохого» и «хорошего» пороха выяснились. Как известно, порох делают из линта (короткий, 3–5 мм подпушек, остающийся после счёсывания с семян хлопчатника более ценного длинного волокна). Тюки этого линта (размером 1.5–2.0 м) при транспортировке до порохового завода иногда подмокали или даже подгнивали, что, естественно, сказывалось на качестве пороха.

А итог нашей деятельности в Средней Азии таков: две докторские диссертации (В. В. Лозовая и В. И. Чиков) и не-

сколько кандидатских диссертаций. Результаты исследований, проведённых в этих экспедициях, вошли в две монографии, посвящённые биосинтезу и структуре целлюлозы (авторы И. А. Тарчевский и Г. Н. Марченко), одна из них издана за рубежом, а также в монографию В. И. Чикова «Фотосинтез и транспорт ассимилятов».

Об авторе: Владимир Иванович Чиков, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией продукционных процессов растений, работает в институте с 1972 года.



В НАУКЕ

А. Б. Иванова

Удача и терпение сопутствуют друг другу.
Без этих двух понятий ты бегаешь по кругу.
Они тебе помогут встать на ступеньку выше;
Ещё прыжок вдогонку – и ты уже на крыше,
Но, чтобы удержаться на этой скользкой крыше,
Тебе всегда придется быть на ступеньку выше.

* * *

Чтоб преуспеть в науке,
Надо иметь к ней влеченье.
Она ведь женского рода,
Не терпит увлечений
Ни бизнесом, ни политикой,
Ни просто интригами вечными,
А требует от учёного,
Чтоб был он человеческим,
Терпенья и выдержки вкупе,
Всепоглощающей страсти...
Она наградит учёного,
В её это власти.

Счастлив тот, кто получит награду за свои усилия и целенаправленный поиск. Возможно, но редко исследователь достигает успеха самостоятельно. Хорошие учителя, их школа способствуют научным достижениям.

Не надо забывать учителей.
Совсем слепыми мы пришли в науку,
Они ж нам протянули руку
И сделали из нас людей – учёных...
Слишком громкое название,
Скорей – работников научного труда.
Не так уж это мало, иногда подумав
О своём призвании...

Мне, в частности, очень повезло. Мой учитель — Лев Хаймович Гордон – один из лучших исследователей института. Среди многих его достоинств выделю два: деликатность и такт.

Деликатность и такт –	Одарённость и ум –
Для чего вы в науке?	Это Вам лишь подмога...
Эти качества лишь	Деликатность и такт,
Вспоминают от скуки.	И открыта дорога!

Именно эти качества объединяли вокруг него преданных науке людей. Огромное чувство юмора Л. Х. Гордона помогало в исследованиях. По-видимому, он опирался на известное изречение классика о процессе научного поиска: «Старайтесь замечать, что Вам приятно, что невозможно — то и вероятно...»

Напутствие то Гёте дал;	Быть несерьёзными совсем
Он нас как будто призывал	В том, что наукою зовётся,
Не следовать прямым канонам,	И радость творчества
Отвлечься от известных тем,	вернётся...

В заключение хочу пожелать молодым сотрудникам института:

Загружайте голову,	И старайтесь призывать
Занимайте руки.	Совесь на подмогу.
Да не будет Вам дано	Хоть не модная она
Умереть от скуки...	Ныне дама в свете,
И не ждите благодать –	Всё же есть она у всех,
Ту ждут от бога,	Все за всё в ответе!

Об авторе: Анна Борисовна Иванова, кандидат биологических наук, работала в институте в 1978–2012 годах в лаборатории биохимии клеточной стенки, лаборатории дыхания и лаборатории оксипиринов. На протяжении многих лет – ученый секретарь специализированного совета по защите диссертаций.



ПРО ФЕДОВОТА *

В. М. Чернов

1

Директор наш В. Д. Федотов,
 Когда не в шутку захотел,
 Он Pentium купить заставил,
 И возражать никто не смел.
 Меж тем ведь Pentium – не лажа,
 Как где-то высказал Прудон,
 Я рад, что он обогащён.
 Так думал молодой Ивойлов,
 Несясь со счётом во всю прыть:
 Его Федотов озадачил –
 Не время думать быть – не быть!

2

Друзья мои по Институту,
 Позвольте за одну минуту
 Вас познакомить поскорей
 С героем повести моей.
 Федотов – добрый наш директор
 Был с демократами знаком,

Как те, построил общий дом,
 Как те, грозился: будет хуже,
 Затянем вместе пояс туже,
 Ты рынка миг во всём лови,
 А денег нет – так се ля ви!

3

Мы все учились, Слава Богу,
 В университете в основном:
 Кто на физфаке – их не много,
 Кто биофак кончал при том.
 Директор наш, по мнению многих,
 Судей решительных и строгих –
 Учёный крупный, не педант
 И в ЯМР его талант
 Расцвечен яркою звездой,
 Что так сияет над судьбой.
 Он говорит непринуждённо,
 О том, что важно и что можно,
 И, соблюдая этикет,
 Он с дамой твёрд лишь тет а тет.

4

Французский позабыли ныне.
 Теперь английский всем в напряг,
 И даже банщик в русской бане
 Твердит: Who, where would you like.
 Но я отвлѣкся от героя.
 Меж тем сидит он в позе Ноя
 И окружѣн друзьями всюду
 Он им стихов читает груду,
 Что помнит трепетно и нежно,
 И дней минувших анекдоты
 От Ромула до наших дней
 Хранит он в памяти своей.

5

Всего, что знает В. Федотов,
 Пересказать не хватит сил.
 Он математикой народом
 Весьма легко руководил.
 При этом, как и эконом,
 Он думает всегда о том,

* По мотивам романа в стихах А. С. Пушкина «Евгений Онегин».

Как институт наш богатеет
И чем живёт, и почему
Не нужно сокращать ему –
Когда ты грантов не имеешь.
Зав. лаб внимал, кивал – брани,
Но денег дай, мон Шерами.

6
Изображу ль в картине яркой
Уединённый кабинет,
Где наш директор заседает,
А по соседству брат – физтех.
И жизнь аренда отравляет,
Федотов галстук поправляет..
И как-то вечером вдвоём
Он разговор ведёт о том..
Пора нам здание прибрать –
Прошу главбуха мне позвать.
Проснулась страсть. Теперь решил.
И громко Неле повторил:

7
Я знаешь, Неля, сам не свой,
Мне мысли не дают покой.
Давай, считай, письмо пиши
Возьмём мы зданье за гроши.
И в тот же день письмо готово..
Меж тем, прошло уже полгода
И наконец пришёл ответ.
Директор грозного физтеха
Писал его не ради смеха.

8
Но, В. Федотов взял конверт,
Спокойно сел в своей кабинет
И стал читать не без улыбки,
В письмо вставляя целый ряд
Непозволительных цитат
«Я к вам пишу, хотя не болен
И мог, конечно, позвонить,
Теперь я знаю в Вашей воле
Конец страданьям положить»
(Конец... – подумал наш директор..)

Здесь опущу игру словами:
Поскольку тема та скользка
Я перейду к концу письма).

9
Се ту. А надо б перечесть,
От цифр устал, конца не чаю,
Но мне порукой Ваша честь –
Берите зданье – Вам вручаю.
Итак, моя поэма спета.
Прошу у Пушкина прощенья,
Что я великого поэта.
Без всякого на то решения
На сей мотив переписал,
Но я тем славу не сыскал.
А зданье, как и воз – всё там:
Да ну их всех к шерше ля фам,
Когда в казне нет ни гроша
Простор уму для антраша.

10
Уже не так изящен слог,
Но в тему въехал эпилог.
Сквозь бури, смуты, безвременья
Кораблец наш не затонул
Среди финансовых акул.
К чему лукавство иль обман?
И Гречкин – мудрый капитан,
Хоть и грозит – что будет хуже,
Опасны нам не море – лужи,
Что оставляют там и тут
Политики. Пока растут
Сюрпризы киндеров эрзац.
Минуй же полный нас абзац!
Освободим от лени ум!
Да здравствует Миллениум.

Об авторе: Владислав Моисеевич Чернов, доктор биологических наук, профессор, заместитель директора по научной работе, работает в институте с 1987 года.

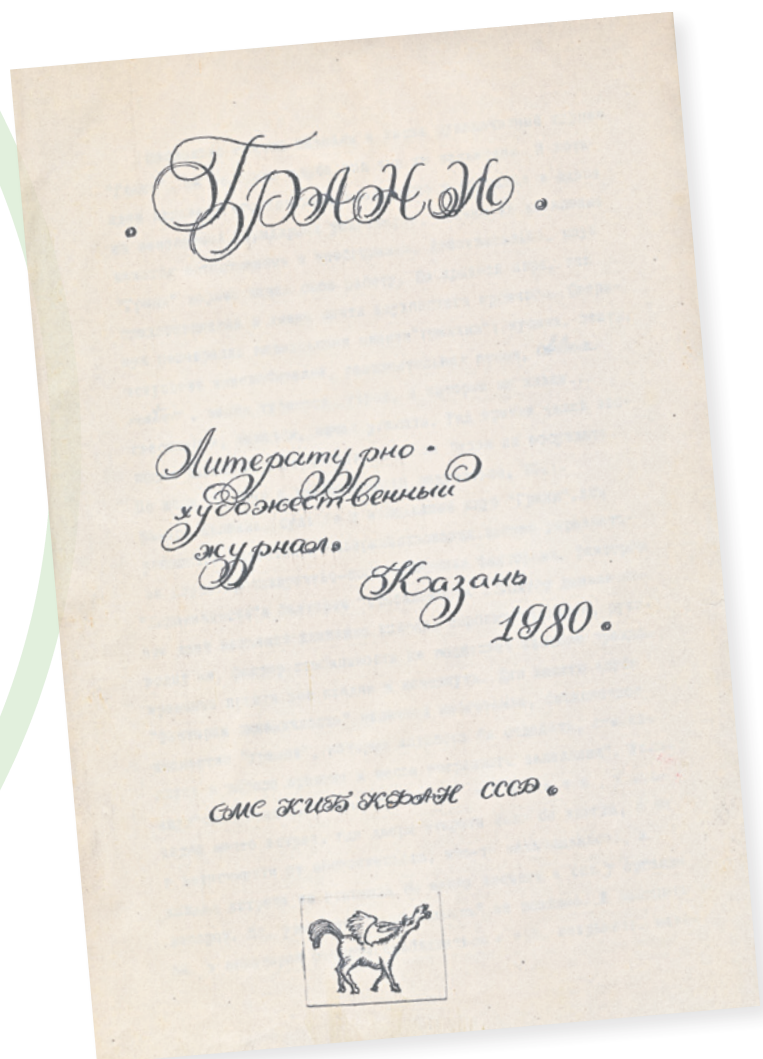


Уже неоднократно упоминалось, что в 70-х годах с приходом в институт И. А. Тарчевского в КИБе появилось много молодёжи: биологи, физики, химики. Наши институтские семидесятники. Активные, задорные, полные желания работать. И полные желания жить! Жить так, «чтобы потом не было мучительно стыдно...». Их интересовало всё: литература, музыка, театр, кино, авторская песня, походы... Хотелось общаться, делиться своими впечатлениями с друзьями, вместе строить планы. И тогда возник молодёжный клуб «Грани». А потом появился «рукопечатый» журнал «Грани».

Во вступительном слове к журналу, написанном Лилией Киваевой, так говорилось о цели создания этого журнала: «Чтобы продлить встречи, сделать их камернее, глубже, часть вопросов мы решили выносить на страницы журнала «Грани». Это – наш дом, и каждая страница в нём – окно, в чью-нибудь

душу, жилую, нежилую комнату, гостиную, прихожую, рабочий кабинет. Забота журнала, проблема, которая, его волнует – молодой (и не очень молодой) сотрудник КИБ КФАН в его литературно-художественно-научном творчестве, грани его, отшлифованные и те, что находятся в процессе шлифовки... Приходите в гости (со своими гранями) и будьте как дома!»

И они пришли, раскрыли свои такие личные и такие выстраданные «грань»: Э. Федосеева, О. Шпагина, Р. Тухватуллин, Э. Шабашвили, В. Федосеев, С. Кашеваров, Л. Киваева, Н. Шумлов, В. Новиков, В. Пантелеев. И с каким трепетом сейчас прикасаешься к этому журналу, листаешь его напечатанные на машинке пожелтевшие страницы... Это уже история. И мы хотим познакомить вас с небольшими частичками этой истории.





* * *

Красные глаза у дрозофилы.
О, природы всемогущей силы!
Для чего вы подарили мухе
Этот взгляд бессонницы и муки?
Слабая наивная скотина,
Жизнь тебя окрутит паутиной.
В воздухе порхает дрозофила,
В миллион раз меньше крокодила,
Меньше комара, слона и хека,
И конечно, меньше человека.
Ядом человек её отравит,
Опыт генетический поставит.
Вырастет уродливым потомство –
Порожденье мини-вероломства.
Но не знает скорби и терзаний
Мини-ангел с красными глазами.

* * *

Вновь темнота над крышами повисла.
Луна, похожая на коромысло.
Высокий ветер хочет обтрясти
Седое древо Млечного пути.

И опадает звездная листва.
Мы – дети галактической песчинки.
Срываются и катятся слова,
Пустые, как пилюли без начинки.

И чёрный свод, как лоб кумира, жирен.
И вопросителен Селены знак.
И кажется ещё непостижимей
Нелепая загадка бытия.

Безмолствует холодный Зодиак.
Все одиноки. Ты. Луна. И я.

Красны глаза у дрозофилы.
О, природы всемогущей силы!
Для чего вы подарили мухе
Этот взгляд бессонницы и муки?
Слабая наивная скотина,
Жизнь тебя окрутит паутиной.
В воздухе порхает дрозофила,
В миллион раз меньше крокодила,
Меньше комара, слона и хека,
И конечно, меньше человека.
Ядом человек её отравит,
Опыт генетический поставит.
Вырастет уродливым потомство –
Порожденье мини-вероломства.
Но не знает скорби и терзаний
Мини-ангел с красными глазами.

Вновь темнота над крышами повисла.
Луна, похожая на коромысло.
Высокий ветер хочет обтрясти
Седое древо Млечного пути.
И опадает звездная листва.
Мы – дети галактической песчинки.
Срываются и катятся слова,
Пустые, как пилюли без начинки.
А чёрный свод, как лоб кумира, жирен.
И вопросителен Селены знак.
И кажется еще непостижимей
Нелепая загадка бытия.
Безмолствует холодный Зодиак.
Все одиноки. Ты. Луна. И я.

Об авторе: Тухватуллин Рашид Гениатович – выпускник физфака КГУ, работал в институте в 1977–1985 годах в лаборатории водного режима, позже – в лаборатории молекулярной биофизики.



* * *

«Я гляжу на фотокарточку...»
Б. Окуджава

Смелый взлёт бровей, глаза лихие,
На эфесе смуглая рука.
Строки карандашные, сухие:
«В день десятилетия РККА».
В день десятилетия, под вечер
Свет дробится в ветках тополей,
Оттепелю синей бредит ветер,
Двое, уходящие в метель.
Им уже не разомкнуть объятия
И ещё не задрожит рука.
Завтра у неё политзанянья,
У него – учения полка.
Послезавтра, после послезавтра,
В тридцать самом памятном, зимой
В полутёмной камере казармы
Он напишет Сталину письмо.
Эх вы, кони, рыжие, гнедые!
Смуглая знакомая рука...
Бабушкины волосы седые,
Молодой, веселый комполка.

* * *

Кружится, кружится
ветер в кварталах,
Ветер полночный
из-за углов
Мокрые тени
швыряет устало
На озаренные
стены домов.
Кружится,
кружится
вальс полуночный,
Чёрный рояль, на шопитре
– луна,
Белая клавиша
– белая лампа,
Светом слепящим
сияет она.
Белые клавиши,
ртутные лампы
По переулкам
спелят глаза,
Чёрные клавиши
– чёрные «Волги»,
На поворотах
звенят тормоза.
Час пятьдесят,
остановка трамвая,
Ждать бесполезно,
сморкает, и вновь
Это вступление,
Это начало,
Эта прелюдия,
Эта любовь!

Об авторе: Шабашвили Эмир Евгеньевич – выпускник физфака КГУ, работал в институте в 1979–1981 годах в лаборатории фитоэнергетики



Что такое душа?
Только выдумка древних жрецов?
Неужели не стоит гроша
Опыт тысяч седых мудрецов?
Отчего же, охвачены страхом,
Узнаём мы о смерти родных,
Раньше чем сообщает телеграфом,
От голоса в нас самих?
От любимых в преддверенный час
Мы во сне получаем весть.
Да и мысли людей подчас
Не так уж трудно прочесть.
Может, знали об этом древние?
Может, нам доведётся узреть,
Как свяжет города и деревни
Связи телепатической сеть?
Может быть, Атлантиды чертоги
Затонувшую тайну хранят?
Может знают об этом йоги,
Что о Кайа-Кальпе молчат?

Не отыскана в древних талмудах,
Но загадка скрывается та
В чуть заметной улыбке Будды
И пронзающем взоре Христа.
А пока что мы учим в школе,
Что нет души у людей.
Но вразрез с бездушной теорией
Пульсируют нимбы пси-поля.
И потоком невидимых волн,
Растекающихся с волос,
Энергией таинственной полон,
Кванты мысли рождает мозг.
Те лучи огибают мир.
(Шар земной, как баран, и в витках)
Преломляясь о звездный эфир,
Возвращаются к нам в наших снах.
И фотоны, как черепахи,
Обгоняют они во вселенной...
Но мы в этом мире все тленны –
Рассыпаются в пыль черепа.
Но над пучинами Леты,
Над просторами чёрной воды
Мысль обгоняет планеты,
Как свет погасшей звезды.
Отражаемый звёздным инеем,
Громом в ночной тиши
Раздается над куполом синим
Крик молчаливой души.
И в ужасе римский воин
Роняет у гроба копье.
И в старом замке покойник
По ночам молитвы поёт.
Так не спите спокойно, люди,
Прислушайтесь к шороху звёзд –
Мириады предков нас судят
За наследство несбывшихся грёз.

18-19/XII 1972.

Об авторе: Кашеваров Сергей Николаевич – выпускник биофака КГУ, работал в институте в 1975–1986 годах в лаборатории зоологии, позже – в лаборатории наземных экосистем.

Что такое душа?
Только выдумка древних жрецов?
Неужели не стоит гроша
Опыт тысяч седых мудрецов?
Отчего же, охвачены страхом,
Узнаём мы о смерти родных,
Раньше чем сообщает телеграфом,
От голоса в нас самих?
От любимых в преддверенный час
Мы во сне получаем весть.
Да и мысли людей подчас
Не так уж трудно прочесть.
Может, знали об этом древние?
Может, нам доведётся узреть,
Как свяжет города и деревни
Связи телепатической сеть?
Может быть, Атлантиды чертоги
Затонувшую тайну хранят?
Может знают об этом йоги,
Что о Кайа-Кальпе молчат?
Не отыскана в древних талмудах,
Но загадка скрывается та
В чуть заметной улыбке
И в пронзающем взоре Христа.
А пока что мы учим в школе,
Что нет души у людей.
Но вразрез с бездушной теорией
Пульсируют нимбы пси-поля.



* * *

Когда стоишь
на пороге
какого-нибудь решения,
и впереди –
темнота,
и сзади – хаос,
Сознание раздваивается
Между чашами весов
на «за» и «против»,
немного кружится голова
от непривычного воздуха
свободы,
и хочется обратно –
в душевный лабиринт неизбежного.

* * *

Тайна –
огонь, горящий внутри,
согревающий или жгущий.
Большая или маленькая,
всё равно,
тайну обязательно
нужно иметь,
без тайны, как без одежды,
весь снаружи,
весь обнажён,
легко замёрзнуть
или уколоться,
и каждый камешек больно
ранит.
Тайна как твердыня,
как скелет,
вынесенный наружу.
Укол, удар, неудача –
почти не больно.
У тебя есть тайна,
твой внутренний щит
и крепость.

Тайна –
огонь, горящий внутри,
согревающий или жгущий.
Большая или маленькая,
всё равно,
тайну обязательно
нужно иметь,
без тайны как без одежды,
весь снаружи,
весь обнажён,
легко замёрзнуть
или уколоться,
и каждый камешек больно
ранит.
Тайна как твердыня,
как скелет,
вынесенный наружу.
Укол, удар, неудача –
почти не больно,
у тебя есть тайна,
твой внутренний щит
и крепость.

Когда стоишь
на пороге
какого-нибудь решения,
и впереди –
темнота,
и сзади – хаос,
сознание раздваивается
между чашами весов
на «за» и «против»,
немного кружится голова
от непривычного воздуха
свободы,
и хочется обратно –
в душевный лабиринт неизбежного.

Об авторе: Киваева Лилия Степановна – выпускник физфака КГУ, работала в институте в 1972–2003 годах в лаборатории водного режима, позже – в лаборатории молекулярной биофизики.



* * *

Только где же набрать столько сил,
Разорвать бытия паутину?
Тот, кто столько свободы вкусил,
Как карась, не запрядется в тину.

Хоть не стоек свободы обман,
Жизнь меня по дорогам торопит,
Всё же дней приходящих дурман
Мысли трезвые чувствами топят.

Только знаю, что там, за чертой,
Когда все невозможны возвраты,
Загрущу я о жизни простой,
Той, к которой стремился когда-то.

Только где же набрать столько сил,
Разорвать бытия паутину.
Тот, кто столько свободы вкусил,
Как карась, не запрядется в тину.
Хоть не стоек свободы обман,
Жизнь меня по дорогам торопит,
Всё же дней приходящих дурман
Мысли трезвые чувствами топят.

25.1.80.

Только знаю, что там, за чертой,
Когда все невозможны возвраты,
Загрущу я о жизни простой,
Той, к которой стремился когда-то.

15.1.80.

* * *

Сегодня дождик пахнет сентябрём,
Он вестник нам,
что отзвенело лето.

Пора подумать, что
мы соберём

Из тех семян,
что высадили где-то.

Что доброго успели совершить,
Что сделали,
а что мы позабыли,

Нам предстоит
по осени решить

Туда ли шли
и так ли ярко жили.

Кого обидели,
смогли помочь

Кому, –
пора осенняя рассудит.

Шагайте в дождь
и не бегите прочь,
Пусть этот дождь нам
головы остудит.

...

Сегодня дождик пахнет
сентябрём,
Знать, осень близко –
верная примета.

Что сеяли,
давайте соберём,

И подождём
от совести ответа.

Сегодня дождик пахнет сентябрём,
Он вестник нам,
что отзвенело лето.
Пора подумать, что
мы соберём
Из тех семян,
что высадили где-то.
Что доброго успели совершить,
Что сделали,
а что мы позабыли,
Нам предстоит
по осени решить,
Туда ли шли
и так ли ярко жили.
Кого обидели,
смогли помочь
Кому, –
пора осенняя рассудит.
Шагайте в дождь
и не бегите прочь,
Пусть этот дождь нам
головы остудит.
...
Сегодня дождик пахнет
сентябрём
Знать, осень близко –
верная примета.
Что сеяли,
давайте соберём,
И подождём
от совести ответа.

31.8.78.

1.9.79.

Редакционная коллегия:

Лиля Киваева
Эмир Шабашвили
Рашид Тухватуллин
Эльфа Федосеева
Сергей Кашеваров

Художественное оформление:

Эмир Шабашвили
Рашид Тухватуллин
Лиля Киваева

Вступительное слово:

Лиля Киваева





Дирекция

Директор



Гречкин Александр Николаевич
доктор химических наук,
академик РАН
тел.: (843) 292 75 35,
(843) 231 90 22
факс: (843) 292 73 47
e-mail: grechkin@kibb.knc.ru

Заместитель директора по научной работе



Чернов Владислав Моисеевич
доктор биологических наук,
профессор
тел.: (843) 292 73 47,
(843) 231 90 26
факс: (843) 292 73 47
e-mail: chernov@kibb.knc.ru

Ученый секретарь



Карпилова Ирина Юрьевна
кандидат биологических наук
тел.: (843) 292 73 47,
(843) 231 90 27
факс: (843) 292 73 47
e-mail: karpilova@kibb.knc.ru

Главный бухгалтер



Сайкова Надежда Петровна
тел.: (843) 292 74 69,
(843) 231 90 24
факс: (843) 292 73 47
e-mail: kibbfin@kibb.knc.ru

Заместитель директора по научной работе



Зуев Юрий Федорович
доктор химических наук,
профессор
тел.: (843) 231 90 36
факс: (843) 292 73 47
e-mail: yufzuev@mail.ru

Заместитель директора по общим вопросам



Курамшин Алис Камилевич
тел.: (843) 231 90 72
факс: (843) 292 73 47
e-mail: alis.kuramshin@mail.ru

Экономист



Мугинова Альбина Инильевна
тел.: (843) 231 90 25
факс: (843) 292 73 47
e-mail: econom@kibb.knc.ru

Главный специалист по работе с кадрами



Тихонова Галина Викторовна
тел.: (843) 292 66 85,
(843) 231 90 28
факс: (843) 292 73 47
e-mail: kibmail@kibb.knc.ru



Научные подразделения

ОТДЕЛ ЭНДОГЕННОЙ РЕГУЛЯЦИИ

Заведующий

Гречкин Александр Николаевич
д.х.н., академик РАН
тел.: (843) 292 75 35, (843) 231 90 22
факс: (843) 292 73 47
e-mail: grechkin@kibb.knc.ru
Отдел состоит из группы и трех лабораторий.

Группа белкового метаболизма

Заведующий

Тарчевский Игорь Анатольевич
д.б.н., академик РАН и АН РТ,
Заслуженный деятель науки РФ и РТ
тел.: (843) 292 79 77
факс: (843) 292 73 47
e-mail: tarchevsky@kibb.knc.ru

Лаборатория оксилипинов

Заведующий

Гречкин Александр Николаевич
д.х.н., академик РАН
тел.: (843) 292 75 35, (843) 231 90 22
факс: (843) 292 73 47
e-mail: grechkin@kibb.knc.ru

Лаборатория окислительно-восстановительного метаболизма

Заведующий

Миннибаева Фарида Вилевна
д.б.н.
тел.: (843) 231 90 45
факс: (843) 292 73 47
e-mail: minibayeva@kibb.knc.ru

Лаборатория молекулярной биологии

Руководитель

Гоголев Юрий Викторович
д.б.н.
тел.: (843) 231 90 35
факс: (843) 292 73 47
e-mail: gogolev21@mail.ru

ОТДЕЛ БИОТЕХНОЛОГИИ

Заведующий

Чиков Владимир Иванович
д.б.н., профессор,
Заслуженный деятель науки РТ
тел.: (843) 231 90 46
факс: (843) 292 73 47
e-mail: vichikov@bk.ru
Отдел состоит из двух лабораторий.

Лаборатория продукционных процессов растений

Заведующий

Чиков Владимир Иванович
д.б.н., профессор,
Заслуженный деятель науки РТ
тел.: (843) 231 90 46
факс: (843) 292 73 47
e-mail: vichikov@bk.ru

Лаборатория физиологии и генетики культивируемых клеток

Заведующий

Румянцева Наталья Ивановна
к.б.н.
тел.: (843) 231 90 42
факс: (843) 292 73 47
e-mail: nat_rumyantseva@mail.ru

Лаборатория механизмов роста растительных клеток

Заведующий

Горшкова Татьяна Анатольевна
д.б.н., профессор,
Заслуженный деятель науки РТ
тел.: (843) 292 73 37
факс: (843) 292 73 47
e-mail: gorshkova@kibb.knc.ru

Лаборатория биофизической химии наносистем

Заведующий

Зуев Юрий Федорович
д.х.н., профессор,
Заслуженный деятель науки РТ
тел.: (843) 231 90 36
факс: (843) 292 73 47
e-mail: yufzuev@mail.ru

Лаборатория биофизики транспортных процессов

Заведующий

Анисимов Александр Васильевич
д.ф.-м.н., профессор
тел.: (8432) 31 90 31
факс: (8432) 92 73 47
e-mail: anisimov@kibb.knc.ru

Лаборатория молекулярных основ патогенеза

Заведующий

Чернов Владислав Моисеевич
д.б.н., профессор
тел.: (843) 231 90 26
факс: (843) 292 73 47
e-mail: chernov@kibb.knc.ru

Лаборатория биофизики синаптических процессов

Заведующий

Никольский Евгений Евгеньевич
д.м.н., академик РАН,
Заслуженный деятель науки РФ и РТ
тел.: (843) 292 76 47
факс: (843) 292 73 47
e-mail: eenik1947@mail.ru

Лаборатория микроскопии

Заведующий

Сальников Вадим Владимирович
д.б.н.
тел.: (843) 292 73 47
факс: (843) 292 73 47
e-mail: salnikov_russ@yahoo.com

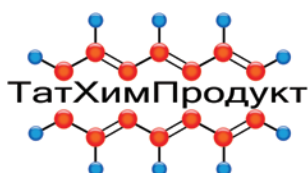
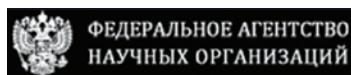


Адрес

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Казанский институт биохимии и биофизики
Казанского научного центра Российской академии наук
(КИББ КазНЦ РАН)

Российская Федерация
г. Казань, ул. Лобачевского, д. 2/31

для писем: 420111, г. Казань, а/я 30
телефон: (843) 292 73 47, (843) 292 75 35
факс: (843) 292 73 47
e-mail: kibmail@kibb.knc.ru
<http://www.kibb.knc.ru>



www.kibb.knc.ru