

 **негелі
мір**

МУРАТ АЙТХОЖИН



Ә Н Е Г Е Л І Ә М І Р

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. АЛЬ-ФАРАБИ

**МУРАТ
АЙТХОЖИН
ӨНЕГЕЛІ ӨМІР**

Алматы
«Қазақ университеті»
2015



Andy



*Утверждено к изданию решением
Ученого совета КазНУ
имени аль-Фараби*

Главный редактор: Г.М. Мутанов
Заместители: Б.О. Жакып
З.А. Мансуров
Отв. секретарь: Н.Е. Копабаева

Рабочая группа редакции:
Б.К. Заядан
А.А. Жубанова
З.Г. Айташева
М.А. Шманов
Г.Т. Дарканбаева

Редакторы: А. Сугалиева
А. Ауанова

Верстка: Н. Копабаевой
Дизайн обложки: Н. Нурадил

*Адрес редакции:
г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71,
Издательский дом «Қазақ университеті»
тел.: 221-11-74*

**Состав Республиканского
общественного Совета редакции
по изданию серийных книг
«Өнегелі өмір»**

Председатель Совета О.О. Сулейменов

Абдижамил Нурпеисов
Айнуррахман Идрисов
Абиш Кекильбаев
Болат Кумеков
Кенжегали Сагадиев
Куаныш Султанов
Маулен Ашимбаев
Мухтар Кул-Мухаммед
Мырзатай Жолдасбеков
Нурлан Оразалин
Сагымбай Козыбаев
Сауытбек Абрахманов
Сеит Каскабасов
Султан Сартаев
Уахит Шалекенов

Выпуск 68

УДК 57.7.2

ББК 28.070

А 36

Рекомендовано к изданию

Редакционно-издательским советом КазНУ им. аль-Фараби

Айтхожин М.

А 36 Өнегелі өмір / под ред. Г.М. Мутанова. – Алматы: Қазақ университеті, 2015. В. 68. – 304 с., рис.

ISBN 978-601-04-1167-8

Книга посвящена доктору биологических наук, академику, лауреату Ленинской премии, основателю Института молекулярной биологии и биохимии АН КазССР, основателю научной школы молекулярной биологии в Казахстане – Мурату Абеновичу Айтхожину.

В данной книге вниманию читателей представлены архивные материалы, воспоминания известных ученых, современников, учеников и родных о Мурате Абеновиче Айтхожине, а также фотоматериалы разных лет.

Книга предназначена широкому кругу читателей.

560494

УДК 57.7.2

ББК 28.070

ISBN 978-601-04-1167-8
областная библиотека
им. С. МУКАНОВА
г. Павлодар

© КазНУ имени аль-Фараби, 2015

Уважаемый читатель!

Казахский национальный университет им. аль-Фараби продолжает выпуск серии книг «Өнегелі өмір», посвященную выдающимся деятелям науки и образования Казахстана. Эта книга посвящена памяти Мурата Абеновича Айтхожина – президента АН КазССР, лауреата Ленинской премии, организатора и директора Института молекулярной биологии и биохимии АН КазССР, основателя научной школы молекулярной биологии в Казахстане.

Мурат Абенович Айтхожин после окончания средней школы, поступил на первый курс биологического факультета КазГУ им. С.М. Кирова, который окончил в 1962 году. В 1960 году по ходатайству ректора КазГУ, академика АН КазССР Т.Б. Дарканбаева, Мурат Айтхожин, как один из лучших студентов, был отправлен для прохождения преддипломной практики на биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. В 1962 году, поступив в аспирантуру, он продолжил ранее начатые им исследования под руководством известного академика А.С. Спирина – одного из основоположников молекулярной биологии в СССР.

В 1966 г. М.А. Айтхожин, защитив кандидатскую диссертацию, был направлен на работу в Институт ботаники АН КазССР, где при содействии академика Т.Б. Дарканбаева им была организована лаборатория белка и нуклеиновых кислот, которая положила начало исследованиям в области молекулярной биологии в Казахстане. Колossalная трудоспособность и большой творческий потенциал позволили лаборатории получить приоритетные научные результаты. Так, впервые были созданы функционирующие гибридные рибосомы, состоящие наполовину из растительной субъединицы и наполовину из животной субъединицы.

В 1976 году он защитил в МГУ докторскую диссертацию. В этом же году ему была присуждена самая главная премия СССР – Ленинская премия – за открытие особого класса рибонуклеопротеидных частиц – информосом.

В 1979 году М.А. Айтхожин был избран членом-корреспондентом АН КазССР и назначен директором Института ботаники АН КазССР.

В течение многих лет творческая судьба Мурата Абеновича была неразрывно связана с биологическим факультетом КазНУ им. аль-Фараби. С 1970 года он стал читать курс молекулярной биологии на биологическом факультете. Помимо лекций, семинаров и бесед со студентами, Мурат Абенович, будучи в университете, уделял много времени и научным дискуссиям с со курсниками и коллегами.

В 1983 году М.А. Айтхожин организовал Институт молекулярной биологии и биохимии АН КазССР, который ныне носит его имя. Благодаря незаурядному таланту организатора науки, неиссякаемой энергии, умению увлечь за собой способных людей, М.А. Айтхожином на базе этого института в Казахстане была создана новая научная школа.

М.А. Айтхожин явился основоположником создания в нашей республике и биотехнологической науки. Так, им впервые были организованы лаборатория генетической инженерии, клеточной инженерии растений и лаборатория трансгенеза. По его инициативе был создан Казахский сельскохозяйственный биотехнологический центр, головным учреждением которого был определен Институт молекулярной биологии и биохимии АН КазССР. В состав этого центра вошли академические и отраслевые институты Восточного отделения ВАСХНИЛ, а также КазГУ.

В 1983 году М.А. Айтхожин был избран академиком НАН РК, а в 1986 г. – президентом Академии наук Казахской ССР. За свою недолгую жизнь Мурат Абенович Айтхожин провел огромную организаторскую работу. Вся его научно-организационная деятельность по руководству Академией наук была направлена на обеспечение выхода академической науки на передовые рубежи научно-технического прогресса. При этом особое внимание было уделено созданию научно-производственных объединений и инженерных центров, а также участию академических учреждений республики в выполнении международных научно-технических программ и общесоюзных целевых научно-технических программ.

М.А. Айтхожин активно участвовал в общественной жизни не только нашей республики. Он был членом Советского комитета защиты мира. Его вклад в работу этой организации был оценен в 1987 году Золотой медалью Советского Фонда мира. Он был членом редколлегии ряда отечественных и международных журналов, выступал с пленарными докладами на крупных международных форумах.

Жизнь и деятельность М.А. Айтхожина, талантливого ученого, беззаветного труженика и настоящего воспитателя может служить для молодого поколения образцом истинного ученого, сумевшего использовать свои знания, труд во имя служения своему отечеству, своей любимой науке – молекулярной биологии и воспитания новых поколений ученых, готовых к новым великим открытиям во имя процветания нашей Родины – Казахстана.

Главный редактор,
ректор

Г.М. Мутанов

АЙТХОЖИН МУРАТ АБЕНОВИЧ

(1939–1987)

*Лауреат Ленинской премии (1976),
выдающийся ученый, доктор биологических наук (1977),
профессор (1980), академик АН Казахской ССР (1983).*

М.А. Айтхожин родился 29 июня 1939 года в г. Петропавловске Северо-Казахстанской области.

В 1962 г. окончил биолого-почвенный факультет Казахского государственного университета им. С.М. Кирова, однако практически весь курс обучения он прошел в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова. Трудолюбие, талант, фундаментальные знания, полученные в университетах, позволили М.А. Айтхожину, еще будучи студентом, начать исследования по нуклеиновым кислотам под руководством А.Н. Белозерского и А.С. Спирина. Его курсовая работа «Ингибирование РНКазы диаминами» получила первую премию на IV научной конференции студентов Средней Азии и Казахстана в 1961 г. в г. Ашхабаде. Научная работа была продолжена во время обучения в аспирантуре МГУ под руководством доктора биологических наук, академика, лауреата Ленинской премии, директора Института белка АН СССР А.С. Спирина.

В 1966 г. М.А. Айтхожин защитил диссертацию на соискание членской степени кандидата биологических наук на тему «Рибонуклеиновые кислоты в раннем эмбриогенезе выноса *Misgurnus fossilis*». Позднее уже в Казахстане М.А. Айтхожиным установлено присутствие информосом в ядре и цитоплазме растительных клеток, что доказывает универсальность рибонуклеопротеидной организации мРНК на всех этапах существования и функционирования в эукариотических клетках – животных и растений.

С 1966 г. научная деятельность М.А. Айтхожина связана с Академией наук КазССР. В Институте ботаники АН КазССР им организована лаборатория белка и нуклеиновых кислот, руководителем которой М.А. Айтхожин оставался до последних дней своей жизни. Научным направлением лаборатории стало изучение молекулярных механизмов регуляции биосинтеза белка в растениях.

Большим вкладом в биохимию макромолекул растений явилось многоплановые исследования по биогенезу матричных РНК.

их участию в регуляции биосинтеза белка в эмбриогенезе пшеницы. Впервые на растениях показаны особенности рибонуклеопротеидной организации мРНК на всех этапах существования и функционирования. Результаты этих исследований опубликованы в ведущих международных и всесоюзных научных журналах и стали широко известны научной общественности. В 1976 г. М.А. Айтхожину вместе с группой ученых Академии наук СССР за цикл работ «Открытие информосом – нового класса внутриклеточных частиц» присуждена Ленинская премия.

В этих работах впервые даны исчерпывающие характеристики физико-химических свойств различных классов рибонуклеопротеидов растений – рибосом и их субчастиц, открыты все классы информосом растений – свободные цитоплазматические, полисомно-связанные и ядерные, включая РНК-связывающие белки. Изучен синтез информосом при созревании и прорастании зародышей пшеницы. Проведены оригинальные эксперименты по созданию и изучению гибридных рибосом, обладающих функциональной активностью и состоящих из субчастиц животных и растительных клеток. Эти исследования были обобщены в докторской диссертации, которую М.А. Айтхожин защитил в 1976 г. в МГУ, получив первый в Казахстане диплом доктора наук по специальности молекулярная биология.

В последующие годы М.А. Айтхожиным и его учениками проведены фундаментальные исследования информационных РНК растений для установления механизмов трансляционного контроля синтеза белка. Впервые установлено, что РНК-связывающие белки цитоплазмы пшеницы обладают способностью специфически связывать фитогормон – цитокинин. Результаты этих работ обобщены в монографии «Информосомы растений» (1983).

В исследованиях М.А. Айтхожина в последние годы уделялось большое внимание ядерным РНП-частицам, содержащим предшественники мРНК, низкомолекулярным ядерным РНК, регуляции синтеза белка на стадии инициации, биохимическим аспектам устойчивости растений к действию стрессовых факторов, в частности теплового шока.

М.А. Айтхожиным с сотрудниками разработан приоритетный способ иммуноаффинного выделения и разделения рибонуклеопротеидов, содержащих индивидуальные мРНК, комплекс приборов для автоматизации биохимических экспериментов, который защищен

авторскими свидетельствами и патентами в ведущих капиталистических странах.

М.А. Айтхожин в 1983 г. организует Институт молекулярной биологии и биохимии АН КазССР, основными научными направлениями которого становится изучение биосинтеза белка и его регуляции, физико-химии гена, биохимии зерновых культур, молекулярных механизмов действия и путей метаболизма физиологически активных соединений. Позднее он открывает в институте лаборатории клеточной и генетической инженерии, трансгеноза запасных белков.

Под руководством М.А. Айтхожина создано направление по поиску, идентификации и изучению генов белков, ответственных за питательную ценность зерна пшеницы. Развернуты работы по созданию геномных банков различных пшениц, разработке методов трансформации и регенерации экспрессии генов запасных белков.

В 1986 г. М.А. Айтхожин возглавил Академию наук Казахской ССР, научно-организационная деятельность которой была направлена на обеспечение выхода академической науки на современные рубежи научно-технического прогресса и развития экономики Казахстана. Особое внимание было обращено на необходимость участия академических учреждений республики в функционировании МНТК, НТК, НПО и инженерных центров, в выполнении заданий международных и союзных целевых научно-технических программ.

В 1987 г., по инициативе М.А. Айтхожина, создается Казахский сельскохозяйственный биотехнологический центр, головным учреждением которого был определен Институт молекулярной биологии и биохимии АН КазССР. В состав биоцентра вошли академические и отраслевые институты Восточного отделения ВАСХНИЛ.

Под руководством М.А. Айтхожина защищены 12 кандидатских диссертаций. Работы, выполненные его учениками, удостоены премий Ленинского комсомола и Ленинского комсомола Казахстана. Он создал казахстанскую школу молекулярных биологов. Являясь профессором Казахского государственного университета им. С.М. Кирова, им введен курс молекулярной биологии и ряд спецкурсов по биохимии для студентов биологического факультета.

Наряду с научной деятельностью, М.А. Айтхожин проводил большую научно-организационную работу. По инициативе и при активном участии М.А. Айтхожина на базе Института молекулярной биологии и биохимии АН КазССР успешно проведен

международный симпозиум «Перспективы биоорганической химии и молекулярной биологии» под эгидой Международного совета научных союзов, Международного биохимического союза и Федерации европейских биохимических обществ. Созыв этого симпозиума в г. Алма-Ате явился международным признанием научного авторитета академика АН КазССР М.А. Айтхожина и его научной школы.

М.А. Айтхожин выполнял большую общественно-политическую работу: был делегатом XXVII съезда КПСС, депутатом Верховного Совета СССР, членом Советского комитета защиты мира, председателем Республиканского отделения Советского Фонда мира.

М.А. Айтхожин являлся членом Национального комитета советских биохимиков, главным редактором журнала «Вестник АН КазССР», входил в состав редакционных коллегий всесоюзных журналов «Молекулярная биология» и «Биополимеры и клетка».

Основные научные труды:

1. Выделение и характеристика быстрометающихся фракций РНК цитоплазмы // Биохимия, 1972. – Т. 37, вып. 6. – С. 1276-1281 / Соавт.: Р.Ж. Азимуратова, Т.Н. Ким, Т.Б. Дарканбаев.
2. Рибонуклеиновые кислоты и биосинтез белка в растительных клетках // Растительные белки и их биосинтез. – М., 1975. – С. 234-243.
3. Белки информосом, связанных с полирибосомами из прорастающих зародышей пшеницы // Молекулярная биология, 1979. – Т. 13, вып. 5. – С. 11-29 / Соавт. Б.К. Исаков.
4. Информосомы растений. – Алма-Ата: Наука, 1982. – 182 с. / Соавт. Б.К. Исаков.
5. Молекулярные механизмы биосинтеза белка растений. – Алма-Ата: Наука, 1989. – 287 с.

*Жүзден – жүйірік, мыңнан – тұттар.
Лауреаты Государственных премий. 1934–2009.
– Алматы: Казак университеті, 2009. – С. 33-36*

**ПРЕЗИДЕНТЫ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

С 1946 г. президент Академии наук КазССР выбирался общим собранием Академии наук. С 1996 года президент академии назначается указом президента Республики Казахстан.

	год избрания	ФИО	специализация
1	1946	Каныш Сатпаев	горное дело
2	1952	Динмухамед Кунаев	металлургия
3	1955	Каныш Сатпаев	горное дело
4	1964	Шафик Чокин	энергетика
5	1967	Шахмардан Есенов	геология
6	1974	Аскар Кунаев	металлургия
7	1986	Мурат Айтхожин	биология
8	1988	Умирзак Султангазин	математика
9	1994	Кенжегали Сагадиев	экономика
10	1996	Владимир Школьник	ядерная физика
11	1999	Нагима Айтхожина	биология
12	2002	Серикбек Даукеев	геология
13	2003	Мурат Журинов	химия

**ДИРЕКТОРА ИНСТИТУТА БОТАНИКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

	ФИО	Годы руководства
1	Н.В. Павлов	1946–1953 гг.
2	П.С. Чабан	1953–1958 гг.
3	Л.К. Клышев	1958 г.
4	З.В. Кубанская	1958–1960 гг.
5	Б.А. Быков	1960–1965 гг.
6	Г.З. Бияшев	1965–1978 гг.
7	М.А. Айтхожин	1978–1983 гг.
8	И.О. Байтулин	1983–1988 гг.
9	С.А. Бедарев	1988–1994 гг.
10	С.А. Абиев	1995–2004 гг.
11	Г.К. Бижанова	2005–2006 гг.
12	Н.К. Аралбай	2006–2007 гг.
13	Г.Т. Ситпаева	2007–2015 гг.

**ДИРЕКТОРА ИНСТИТУТА
МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ И БИОХИМИИ
АН КАЗССР И РК**

1. Айтхожин Мурат Абенович (1983–1987 гг.)
2. Айтхожина Нагима Абеновна (с 1990 г. – по наст. время)

ҚАЗАҚ КСР ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ АКАДЕМИГІ М.Ә. АЙТҚОЖИННІҢ ҒЫЛЫМИ, ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ҚОҒАМДЫҚ ҚЫЗМЕТИНІҢ ҚЫСҚАША ОЧЕРКІ

2015 жылы маусым айында Қазак КСР Ғылым академиясының академигі, биология ғылымдарының докторы, профессор, Лениндік сыйлықтың лауреаты, Қазакстанда молекулалық биология мен биотехнологияның негізін қалаушы, Қазак КСР Ғылым академиясы Молекулалық биология және биохимия институтының ұйымдастырушысы, бұрынғы президентті, ірі қоғамдық кайраткер Мұрат Әбенұты Айтқожиннің туғанына 76 жыл толды.

М.Ә. Айтқожин 1939 жылы 29 маусымда Солтүстік Қазакстан облысының Петропавл қаласында туды. 1962 жылы С.М. Киров атындағы Қазак мемлекеттік университетінің биология-топырактану факультетін бітірді. Бірақ ол окудуын бүкіл курсын М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университетінде өтті. Енбексүйгіштік, таланттылық, екі университеттеге алған терең білім М.Ә. Айтқожинге А.Н. Белозерскийдің, А.С. Спириннің басшылығымен студент кезінің өзінде-ак нуклеинді қышқылдар бойынша зерттеулерді бастауға мүмкіндік берді. Оның «Рибонуклеаза ферменттінң диаминдермен ингибиrlenуі» деген тақырыпта жазған курс жұмысы 1961 жылы Ашхабад қаласында өткен Орта Азия және Қазакстан студенттерінің IV ғылыми конференциясында бірінші сыйлықка ие болды. «Рибосомалардың көрінбей деградациялануы» деген тақырыпта жазған диплом жұмысының нәтижелері «Биохимия» журналында жарияланды. Ғылыми жұмыс Мәскеу мемлекеттік университеттінің аспирантурасында оқып жүрген кезінде академик, биология ғылымдарының докторы, Лениндік сыйлықтың лауреаты, КСРО Ғылым академиясы Белок институтының директоры А.С. Спириннің басшылығымен жалғастырылды.

1966 жылы М.Ә. Айтқожин биология ғылымдарының кандидаты ғылыми дәрежесін алу үшін *«Misgurnus fossilis* выюнның ерте эмбриогенезіндегі рибонуклеинді қышқылдар» деген тақырыпта диссертация корғады. Бұл зерттеулерде анықталған ең бір маңызды фактор – жануарлар клеткаларының цитоплазмасында рибонуклеопротеидті бөлшектер – информосом түріндегі информациялық рибонуклеинді қышқылдар өмір сүруінің жана формасының ашылуы. Осымен бір мезгілде КСРО Ғылым академиясы Молекулалық

биология институтының кызметкері Г.П. Георгиевпен бірге егемкүй-рыктардың бауыр клеткаларында ядролық информосомалар ашылды. Бұдан кейінірек. Казакстанда жұмыс істеп жүрген кезінде, М.Ә. Айткоғожин информосоманың өсімдік клеткаларының ядроны мен цитоплазмасында болатынын анықтады. Бұл матрицалық рибонуклеинді кышқылдардың рибонуклеопротеидті құрылымының жаңуарлар мен өсімдіктердің әукариоттік клеткаларында өмір сүруі мен жұмыс істеуінің барлық кезеңдерінде әмбебап болып келетінін дәлелдейді.

1966 жылдан бастап М.Ә. Айткоғожиннің ғылыми кызметі Қазак КСР Ғылым академиясымен байланыста болды. Республикада молекулалық биологияны дамытудың кажеттілігі оның Қазак КСР Ғылым академиясының Ботаника институтында белок және нуклеинді кышқылдар лабораториясын ашуға мүмкіндік беріл, ол лабораторияның жетекшілігін М.Ә. Айткоғожин өмірінің акырына дейін өзі аткарды. Осымен бір мезгілде ол ғылыми кадрлар даярлау жұмысын бастады. Лабораторияның ғылыми бағыты белоктың биосинтезін реттеудін молекулярлық механизмдерін зерттеу болып алды.

Өсімдіктердің макромолекула биохимиясына косылған үлкен үлес матрицалық рибонуклеинді кышқылдардың биогенезі, олардың бидайдың эмбриогенезінде белоктың биосинтезін реттеуге катысуы жөніндегі кен ауқымды зерттеулер болды. Алғаш рет өсімдіктерде матрицалық, рибонуклеинді кышқылдардың өз өмір сүруінің және жұмыс істеуінің рибонуклеопротеидті құрылымының спрекшеліктері көрсетілді. Бұл зерттеулердің нәтижелері жетекші халықаралық және бүкілодактық ғылыми журналдарда жарияланып, ғылыми кауымға көнінен мәлім болды. 1976 жылы «Ішкі клеткалық бөлшектердің жана класы – информосоманың ашылуы» атты жұмыстар циклі үшін М.Ә. Айткоғожинге КСРО Ғылым академиясының бір топ ғалымдарымен бірге Лениндік сыйлық берілді.

Бұл жұмыстарда рибосома мен оның суббөлшектері – сенімді рибонуклеопротеидтердің түрлі кластарының түрлі физико-химиялық қасиеттеріне сипаттама берілді, цитоплазмада бос жүретін, полисомамен байланысқан және ядролық информосома кластарымен катар рибонуклеинді кышқылмен байланысатын белоктар ашылды. Бидайдың пісіп жетілуі және тұқымның өнуі кезіндегі хромосома синтездері зерттелді. Функциональдық белсенделілігі бар және жануарлар мен өсімдіктер клеткаларының негізгі бөлшектерінен тұратын

інборидті рибосомаларды жасау және зерттеу жөніндегі бірегей эксперименттер жүргізілді. Бұл зерттеулердің эволюция теориясы үшін маңызы зор болды, олар 1976 жылы ММУ-де М.Ә. Айтқожин корғап, елімізде молекулярлық биология мамандығы бойынша бірінші рет ғылым докторының дипломын алған докторлық диссертацияда корытылды.

Бұдан кейінгі жылдарда М.Ә. Айтқожин мен оның шәкірттегі белок синтезін трансляциялық бакылаудың механизмін анықтау үшін өсімдіктердің информациалық рибонуклеидті қышқылдарына іргелі зерттеулер жүргізді. Бұл зерттеулердің нәтижелері матрицалық рибонуклеидті қышқылдардың жиналуды және белок синтезінің ғыныштық жағдайында және тұқымның өсіп шығуы кезіндегі белесенділігі мәселелеріне жаңаша қарауга мүмкіндік берді. Бірінші рет бидай цитоплазмасының рибонуклеинді қышқылдарды байланыстыруши белоктарының цитокинин фитогормонын өзінше байланыстыратын қабілеті барлығы анықталды. Бұл жұмыстардың нәтижелері «Өсімдік информосомалары» (1983) деп аталатын монографияда корытылды.

М.Ә. Айтқожиннің соңғы жылдардағы зерттеулерінде ядролық рибонуклеопротеидтерге – құрамында матрицалық рибонуклеинді қышқылдардың ізашарлары бар бөлшектерге, тәмен молекулярлы ядролық рибонуклеинді қышқылдарға, белок синтезінің инициациялануы сатысындағы реттелуге, өсімдіктердің стрестік факторларға, атап айтканда, жылу факторларына тәзімділігінің кенеттес болатын биохимиялық аспектілеріне көп көніл бөлді. Биогенез бен рибонуклеопротеидтердің күзметіне жасалған іргелі зерттеулердің ламуы М.Ә. Айтқожин мен оның әріптестеріне, құрамында өзіндік матрицалық рибонуклеинді қышқыл бар рибонуклеопротеидтердің иммуноаффинді бөліп шығуының және бөлшектенуінің басым адісін жасауға мүмкіндік берді. Бұл адіс кәдімгі бұршак жапырактарындағы рибулозобисфосфаткарбоксилазаға тән акпараттық рибонуклеинді қышқылдарын алуға қолданылады, сөйтіп бұл рибонуклеопротеидтер-матрицалық рибонуклеинді қышқылдар құрылышының өсімдіктердің кор жинағыш және меристематикалық ұлпаларында әмбебап заттегі болып келетінін дәлелдейді.

М.Ә. Айтқожиннің басшылығымен жетекші капиталисті елдерде авторлық күәліктер мен патенттер алған биохимиялық эксперименттерді автоматтандыруға арналған аспаптар кешені жасалды.

Республикада биологияның басым бағыттары – физика-химиялық биологияға, молекулалық генетика мен биотехнологияға зор маңыз бере отырып, М.Ә. Айткоҗин 1983 жылы Қазак КСР Ғылым академиясының құрамында Молекулалық биология және биохимия институтын ашады. Бұл институттың негізгі ғылыми бағыттары белоктың биосинтезі мен оның реттелуін, геннің физико-химиясын, дәнді дақылдардың биохимиясын, әрекет етудің молекулалық механизмдері мен физиологиялық белсенді косылыстардың метаболизм жолдарын зерттеу болып алды. Кейінірек ол институтта клеткалық және генетикалық инженерия, запас белоктардың трансгенозы лабораторияларын ашып, олардың ғылыми бағыттарын өсімдіктердің клеткалық және генетикалық инженериясының іргелі тәсілдерін жасау деп белгілейді.

Дәнді дақылдардың ген инженериясы саласында М.Ә. Айткоҗиннің басқаруымен бидай дәнінің азықтық құнын арттыруға жағдай жасайтын белок гендерін іздестіру, идентификациялау және зерттеу бағыты жасалды. Түрлі бидай гендерінің жыныстығын жасау, сакталған (запас) белоктар гендерінің ауысу және қалпына келу экспрессиясы әдістерін жасау жөніндегі жұмыстар көнінен өрістетілді.

1987 жылы М.Ә. Айткоҗиннің инициативасымен Казактын ауылшаруашылық биотехнологиялық орталығы құрылып, оның бас мекемесі болып Қазак КСР Ғылым академиясының Молекулалық биология және биохимия институты белгіленеді. Бұл биотехнологиялық орталықтың құрамында ВАСХНИЛ-дің Шығыс бөлімшесінің академиялық және салалық институттары, соңдай-ақ Қазак мемлекеттік университеті кіреді.

М.Ә. Айткоҗин ғылыми кадрларды тәрбиелеу мен даярлауға зор көңіл боліп отырды. Оның шәкірттері орындаған көптеген жұмыс – Ленин комсомолы және Қазакстан Ленин комсомолы сыйлықтарына ие болды. Ол молекуларлық биологтардың казакстандық мектебін жасады. М.Ә. Айткоҗин С.М. Киров атындағы Қазак мемлекеттік университетінің профессоры бола жүріп, жас мамандар даярлауға көп көңіл болді. Ол биология факультетінің студенттері үшін молекуларлық биология курсын және бірката арнаулы курстарды енгізді. Оның жас ғалымдарды дайындаудың формаларын жетілдіруге тырысқан белсенді жұмыстарының нәтижесі Қазак КСР Ғылым академиясының Молекулалық биология және биохимия институтында

Қазак мемлекеттік университетінің генетика және молекулалық биология кафедрасының филиалын құру болды.

М.Ә. Айтқожин өзінің ғылыми қызметімен бірге зор ғылыми-ұйымдастыру жұмыстарын да жүргізіп отырды. Оның басшылығымен физико-химиялық биология және биотехнология бойынша халыкаралық және бүкілодактық максаттағы кешенді ғылыми-техникалық бағдарламалардың тапсырмалары табысты түрде орындалып отырды. Оның ғылыми-ұйымдастырушулық қызметінде физико-химиялық биология және биотехнология бойынша республикада жүргізіліп жаткан ғылыми зерттеулерді үйлестіру маңызды орын алды. Ол баскарған Физико-химиялық биология және биотехнология проблемалары жөніндегі Республикалық мекемеаралық кенес, Бүкілодактық биохимиялық қоғамның Қазак белімшесі, кандидаттық диссертациялар корғау жөніндегі мамандандырылған кенес ғылымиң бұл бағыттары бойынша ғылыми зерттеулердің калыптасуы мен дамуына, еліміздегі және шетелдердегі (Германия Демократиялық Республикасы, Чехословакия, Болгария, Польша, Франция, Италия) жетекші ғылыми мекемелермен ғылыми байланыстардың дамуына едауір ықпал етті. М.Ә. Айтқожин «Осымдіктердегі азотты сініру және белок биосинтезінің сініруінің механизмдері» деген тақырыптағы Бүкілодактық симпозиумның ұйымдастырушысы, көптеген халыкаралық конгрестер мен симпозиумдардың катысушысы болды.

Қазак КСР Ғылым академиясы Молекулалық биология және биохимия институтының базасында М.Ә. Айтқожиннің бастамасымен және белсенді катысуымен ғылыми одактардың халыкаралық кенесінің, Халыкаралық биохимиялық одактың және Еуропалық биохимиялық қоғамдар федерациясының басшылық етуімен «Биоорганикалық химия мен молекулалық биологияның перспективалары» деген тақырыпта Халыкаралық симпозиум өтіп, онда ол пленарлық баяндама жасады. Бұл симпозиумның Алматы қаласында шакырылуы Қазак КСР Ғылым академиясының академигі М.Ә. Айтқожин мен оның мектебінің беделін халыкаралық көлемде мойындау болып табылды.

Еліміз бен республика үшін бетбұрыс кезеңі болып табылатын 1986 жылы М.Ә. Айтқожин Қазак КСР Ғылым академиясын баскарды. Ғылым академиясы басшылығының бүкіл ғылыми-ұйымдастырушылық қызметін ол таяу жылдарда академиялық ғылымның ғылыми-техникалық прогрессінің көзінде заманғы деңгейіне шығаруды

камтамасыз етуге бағыттады. Бұл үшін іргелі және колданбалы зерттеулердің, онын ішінде Казакстаниң экономикасын дамытудың басым бағыттары белгіленді.

Республика академиялық мекемелерінің халықаралық және одактық мақсаткерлік ғылыми-техникалық программалар тапсырмаларын орындауда салааралық ғылыми-техникалық кешендердің, жеке ғылыми-техникалық кешендердің, ғылыми-өндірістік бірлестіктердің және инженерлік орталыктардың жұмыс істеуінін кажеттігіне айрыкша назар аударылды.

1987 жылы кезекті ғылыми сессияда М.Ә. Айткоғин Казак КСР ғылым академиясы институттарының салааралық ғылыми-техникалық кешендердің, Бүкілодактық «Автогендік процестер» ғылыми-техникалық орталығының құрамына кіргенін, «Кен ісі» және «Тұсті металургия» ғылыми-техникалық кешендерінің құрылғанын атап етті. Бірқатар институттар Экономикалық өзара көмек кенесіне мүше елдердің ғылыми-техникалық прогресс кешені бағдарламасын жүзеге асыруға катысады. Республикалық ғылыми-техникалық «Жерастындағы байлыктар» бағдарламасы жасалуда, Казакстанды заманауи ғылымының даму беталысына жан-жакты талдау және болжамдар жасалды.

Президент М.Ә. Айткоғин республика академиясының басқару жүйесінде кайта құру кезінде тұнғыш, ең кын кадамдар жасады. Олардың ішінде, М.Ә. Айткоғиннің пікірінше, республикада ғылымның тиісті салаларында іргелі зерттеулерді дамытуға жауапты, негізгі ғылыми және ғылыми-ұйымдастыру орталыктары болып табылатын бөлімшелердің рөлін арттыруға бағытталған шешімдерді атаяуға болады.

Қыска мерзім ішінде М.Ә. Айткоғиннің басшылығымен республикада ғылыми зерттеулерді шоғырландыру жұмысы едәуір жақсарды, еліміздегі және шетелдердегі жетекші ғылыми орталыктармен ынтымак кенейтілді. 2000 жылға дейінгі «Кадрлар» мақсаткерлік бағдарламасы жасалды. Республикадағы шығармашылық ұжымдар туралы ереже бекітілді.

М.Ә. Айткоғин Казак КСР ғылым академиясының президенті болып тұрған кезінде кәсіптік біліктілігін, саяси пісіп жетілгендігін, ұйымдастырушылық кабілеттерін ескере отырып, жастарды басшы ғылыми-ұйымдастыру қызметтеріне жоғарылату, ғылыми кадрлардың резервін жасауға айрыкша камкорлық көрсетіп отырды. Оның

шындаған вакыттан кейін демократиялық негізде ұйымдастырылатын Казак КСР Ғылым академиясы Президиумы мүшелерінің академиянын жас тапымдарымен кездесу-айтыстары дәстүрге айналды.

М.Ә. Айткожин үлкен қоғамдық-саяси жұмыстар аткарды: КОКП XXVII съезіне делегат, КСРО Жоғарғы Қенесінің депутаты, icensi ғылыми тілдегі коргаудың советтік комитетінің мүшесі, Совет Бейбіт-шын тік коры республикалық бөлімшесінің председателі болды.

М.Ә. Айткожин совет биохимиктерінің ұлттық комитетінің мүшесі, «Казак КСР Ғылым академиясының Хабаршысы» журналының бас редакторы болды, бүкілодактық «Молекулалық биология», «Фионополимерлер және клетка» журналдарының редакциялық коллегиясы құрамдарына кірді. Ғылыми білімді насиҳаттау М.Ә. Айткожиннің барлық уақытта басты назарында болды. Оның ғылыми-коншлікке арналған макалалары мен дәрістері – аса курделі биологиялық проблемаларды түсінікті, қызықты етіп баяндаудың жарқын үлгісі.

М.Ә. Айткожин талантты ғалым ғана емес, сонымен бірге адал, мейірбан, камкоршыл, адамдарға білім сыйлаған, жұртты өзіне еріксіз тартып әкететін кісі еді. Республиканың ғылыми қауымы Казак КСР Ғылым академиясының академигі М.Ә. Айткожинді алғыспен еске сактап, оның ісін лайыкты жағастыратын болады.

*Мурат Абенович Айткожин.
Библиография ученых Казахстана.
– Алма-Ата, 1989. – С. 15-21*

2015 ж.

**КРАТКИЙ ОЧЕРК НАУЧНОЙ, ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ
И ОБЩЕСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
АКАДЕМИКА АКАДЕМИИ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР
М.А. АЙТХОЖИНА**

В июне 2015 г. исполнилось 76 лет со дня рождения академика АН КазССР, доктора биологических наук, профессора, лауреата Ленинской премии, основателя молекулярной биологии и биотехнологии в Казахстане, организатора и первого директора Института молекулярной биологии и биохимии АН КазССР, бывшего президента Академии наук Казахской ССР, крупного общественного деятеля Мурата Абеновича Айтхожина.

М.А. Айтхожин родился 29 июня 1939 г. в Петропавловске Северо-Казахстанской области. В 1962 г. окончил биолого-почвенный факультет Казахского государственного университета им. С.М. Кирова, однако практически весь курс обучения он прошел в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова. Трудолюбие, талант, фундаментальные знания, полученные в университетах, позволили М.А. Айтхожину еще будучи студентом начать исследования по нуклеиновым кислотам под руководством А.Н. Белозерского и А.С. Спирина. Его курсовая работа «Ингибиование РНКазы диаминами» получила первую премию на IV научной конференции студентов Средней Азии и Казахстана в 1961 г. в Ашхабаде. Результаты дипломной работы «О скрытой деградации рибосом» были опубликованы в журнале «Биохимия». Научная работа была продолжена во время обучения в аспирантуре МГУ под руководством доктора биологических наук, академика, лауреата Ленинской премии, директора Института белка АН СССР А.С. Спирина.

В 1966 г. М.А. Айтхожин защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук на тему «Рибонуклеиновые кислоты в раннем эмбриогенезе выноса *Misgurnus fossilis*». Наиболее важный фактор, установленный в этих исследованиях – открытие в цитоплазме животных клеток новой формы существования информационной РНК (мРНК) в виде рибонуклеопротеидных частиц – информосом. Одновременно Г.П. Георгиевым с сотрудниками в Институте молекулярной биологии АН СССР в клетках печени крыс были открыты ядерные информосомы. Позднее уже в Казахстане М.А. Айтхожиным установлено присутствие информосом

и ядре и цитоплазме растительных клеток, что доказывает универсальность рибонуклеопротеидной организации мРНК на всех этапах существования и функционирования в эукариотических клетках – животных и растений.

С 1966 г. научная деятельность М.А. Айтхожина связана с Академией наук КазССР. Необходимость развития в республике молекулярной биологии способствовала организации им в Институте биологии АН КазССР лаборатории белка и нуклеиновых кислот, руководителем которой М.А. Айтхожин оставался до последних дней своей жизни. Одновременно он начал подготовку научных кадров. Научным направлением лаборатории стало изучение молекулярных механизмов регуляции биосинтеза белка в растениях.

Большим вкладом в биохимию макромолекул растений явились многоплановые исследования по биогенезу матричных РНК, их участию в регуляции биосинтеза белка в эмбриогенезе пшеницы. Впервые на растениях показаны особенности рибонуклеопротеидной организации мРНК на всех этапах существования и функционирования. Результаты этих исследований опубликованы в ведущих международных и всесоюзных научных журналах и стали широко известны научной общественности. В 1976 г. М.А. Айтхожину вместе с группой ученых Академии наук СССР за цикл работ «Открытие информосом – нового класса внутриклеточных частиц» присуждена Ленинская премия.

В этих работах впервые исчерпывающие характеристики физико-химических свойств различных классов рибонуклеопротеидов растений – рибосом и их субчастиц, открыты все классы информосом растений – свободные цитоплазматические, полисомно-связанные и ядерные, включая РНК-связывающие белки. Изучен синтез информосом при созревании и прорастании зародышей пшеницы. Проведены оригинальные эксперименты по созданию и изучению гибридных рибосом, обладающих функциональной активностью и состоящих из субчастиц животных и растительных клеток. Эти исследования имели важное значение для теории эволюции и были обобщены в докторской диссертации, которую М.А. Айтхожин защитил в 1976 г. в МГУ, получив первый в стране диплом доктора наук по специальности молекулярная биология.

В последующие годы М.А. Айтхожином и его учениками проведены фундаментальные исследования информационных РНК

растений для установления механизмов трансляционного контроля синтеза белка. Результаты их позволили по-новому рассмотреть вопросы запасания матричных РНК и активации синтеза белка в покое и при прорастании семян. Впервые установлено, что РНК-связывающие белки цитоплазмы пшеницы обладают способностью специфически связывать фитогормон – цитокинин. Результаты этих работ обобщены в монографии «Информосомы растений» (1983).

В исследованиях М.А. Айтхожина в последние годы уделялось большое внимание ядерным РНП-частицам, содержащим предшественники мРНК, низкомолекулярным ядерным РНК, регуляции синтеза белка на стадии инициации, биохимическим аспектам устойчивости растений к действию стрессовых факторов, в частности теплового шока.

Успешное развитие фундаментальных исследований биогенеза и функций рибонуклеопротеидов позволило М.А. Айтхожину и сотрудникам разработать приоритетный способ иммуноаффинного выделения и разделения рибонуклеопротеидов, содержащих индивидуальные мРНК. Этот способ применяется для получения мРНК рибулозобифосфаткарбоксилазы в листьях гороха, что доказывает универсальность РНП – организации матричных РНК как в запасающих, так и в меристематических тканях растений.

Под руководством М.А. Айтхожина разработан комплекс приборов для автоматизации биохимических экспериментов, который защищен авторскими свидетельствами и патентами в ведущих капиталистических странах.

Придавая важное значение развитию в республике приоритетных направлений биологии – физико-химической биологии, молекулярной генетики и биотехнологии, М.А. Айтхожин создает в 1983 г. Институт молекулярной биологии и биохимии АН КазССР, основными научными направлениями которого становится изучение биосинтеза белка и его регуляции, физико-химии гена, биохимии зерновых культур, молекулярных механизмов действия и пути метаболизма физиологически активных соединений. Позднее он открывает в Институте лаборатории клеточной и генетической инженерии, трансгеноза запасных белков и определяет их научные направления – разработка фундаментальных и методических задач клеточной и генетической инженерии растений.

В области генной инженерии злаковых под руководством М.А. Айтхожина создано направление по поиску, идентификации

и изучению генов белков, ответственных за питательную ценность ядра пшеницы. Разворнуты работы по созданию геномных банков различных пшениц, разработке методов трансформации и регенерации экспрессии генов запасных белков.

В 1987 г. по инициативе М.А. Айтхожина создается Казахский сельскохозяйственный биотехнологический центр, головным учреждением которого был определен Институт молекулярной биологии и биохимии АН КазССР. В состав биоцентра вошли академические и отраслевые институты Восточного отделения ВАСХНИЛ, а также Казахский государственный университет.

Большую работу М.А. Айтхожин проводил по воспитанию и подготовке научных кадров. Под его руководством защищено 12 кандидатских диссертаций. Многие работы, выполненные его учениками, удостоены премий Ленинского комсомола и Ленинского комсомола Казахстана. Он создал казахстанскую школу молекулярных биологов. Много внимания М.А. Айтхожин уделял подготовке молодых специалистов, являясь профессором Казахского государственного университета им С.М. Кирова. Им введены курс молекулярной биологии и ряд спецкурсов по биохимии для студентов биологического факультета. Результатом его активного стремления к совершенствованию форм подготовки молодых ученых явилось создание филиала кафедры генетики и молекулярной биологии КазГУ в Институте молекулярной биологии и биохимии АН КазССР.

Наряду с научной деятельностью М.А. Айтхожин проводил большую научно-организационную работу. Под его руководством успешно выполнялись задания международных и всесоюзных целевых комплексных научно-технических программ по физико-химической биологии и биотехнологии. Важное место в научно-организационной деятельности занимала координация научных исследований, проводимых в республике по физико-химической биологии и биотехнологии. Возглавляемые им Межведомственный республиканский совет по проблемам физико-химической биологии и биотехнологии, Казахстанское отделение Всесоюзного биохимического общества, специализированный Совет по защите кандидатских диссертаций значительно повлияли на становление и развитие научных исследований по этим направлениям науки, укрепление научных контактов с ведущими научными учреждениями в стране и за рубежом (ГДР, Чехословакия, Венгрия, Болгария, Польша,

Франция, Италия). М.А. Айтхожин являлся организатором Все-союзного симпозиума «Механизмы усвоения азота и биосинтеза белка в растениях», участником многих международных конгрессов и симпозиумов.

На базе Института молекулярной биологии и биохимии АН КазССР по инициативе и при активном участии М.А. Айтхожина успешно проведен международный симпозиум «Перспективы биоорганической химии и молекулярной биологии» под эгидой Международного совета научных союзов. Международного биохимического союза и Федерации европейских биохимических обществ, где он выступал с пленарным докладом. Созыв этого симпозиума в Алма-Ате явился международным признанием научного авторитета академика АН КазССР М.А. Айтхожина и его научной школы.

М.А. Айтхожин возглавил Академию наук Казахской ССР в 1986 г., в переломный для страны и республики период. Вся научно-организационная деятельность руководства Академии наук была направлена им на обеспечение выхода в ближайшие годы академической науки на современные рубежи научно-технического прогресса. Для этого были определены приоритетные направления фундаментальных и прикладных исследований, в том числе для развития экономики Казахстана. Особое внимание было обращено на необходимость участия академических учреждений республики в функционировании МНТК, НТК, НПО и инженерных центров, в выполнении заданий международных и союзных целевых научно-технических программ.

В 1987 г. на очередной научной сессии М.А. Айтхожин отметил, что институты АН КазССР вошли в состав двух МНТК, во все-союзный инженерно-технический центр «Автогенные процессы». Ряд институтов принимает участие в реализации Комплексной программы научно-технического прогресса стран-членов СЭВ. Разрабатывается республиканская научно-техническая программа «Недра», проведены тщательный анализ и даны прогнозы современных тенденций развития науки в республике.

Президентом М.А. Айтхожиным проделаны первые, самые трудные, шаги в перестройке управления в системе республиканской академии. Среди них прежде всего можно назвать решения, направленные на повышение роли отделений, которые, по мнению М.А. Айтхожина, должны стать определяющими научными и

научно-организационными центрами, ответственными за развитие фундаментальных исследований в соответствующих областях науки в республике.

За короткий период под руководством М.А. Айтхожина значительно улучшилась координация научных исследований в республике, расширилось сотрудничество с ведущими научными центрами в стране и за рубежом. Разработана целевая программа «Кадры» до 2000 г., утверждено положение о творческих коллективах в республиканской академии.

Будучи президентом Академии наук Казахской ССР М.А. Айтхожин проявлял особую заботу о подготовке резерва научных кадров, выдвижении на руководящие научно-организационные должности молодых, энергичных, способных ученых с учетом их профессиональной компетентности, политической зрелости, организаторских способностей. Традиционными стали организованные по его инициативе встречи-дискуссии на демократической основе членов президиума АН КазССР с молодыми учеными.

М.А. Айтхожин выполнял большую общественно-политическую работу: был делегатом XXVII съезда КПСС, депутатом Верховного Совета СССР, членом Советского комитета защиты мира, председателем Республиканского отделения Советского Фонда мира.

М.А. Айтхожин являлся членом Национального комитета советских биохимиков, главным редактором журнала «Вестник АН КазССР», входил в состав редакционных коллегий всесоюзных журналов «Молекулярная биология», «Биополимеры и клетка». Пропаганда научных знаний всегда была в центре внимания М.А. Айтхожина. Его научно-популярные статьи и лекции – образец ясного, интересного изложения сложнейших биологических проблем.

19 декабря 1987 г. М.А. Айтхожин скончался.

М.А. Айтхожин был не только талантливым ученым, но и обаятельный человеком – честным, доброжелательным, щедро дарившим людям знания. Научная общественность республики сохранит благодарную память об академике АН КазССР М.А. Айтхожине и достойно продолжит его дело.

Мұрат Абенович Айтхожин. Библиография ученых Казахстана.
– Алма-Ата, 1989. – С. 22-27

А.А. ЖУБАНОВА,

*доктор биологических наук, профессор,
академик Казахстанской академии естественных наук*

Б.К. ЗАЯДАН,

*доктор биологических наук, профессор,
декан факультета биологии и биотехнологии
КазНУ им. аль-Фараби*

**МУРАТ АБЕНОВИЧ АЙХОЖИН
РАСПАХНУЛ КАЗАХСТАНСКОЙ НАУКЕ ОКНО
В МИР МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ**

Когда жизнь сталкивает нас с человеком, необычайным по складу своего ума, по своему жизнеощущению, по способности влиять на мировоззрение целого поколения окружающих его коллег, по гениальности, позволившей ему не только самому глубоко вникнуть в глубины нового направления биологической науки – молекулярной биологии, но и развить это направление в Казахстане, осознание его значимости, его гениальности, к сожалению, приходит, чаще всего, только тогда, когда этого человека уже нет с нами.

Мурат Абенович Айтхожин – ученый с мировым именем, президент Академии наук РК, лауреат Ленинской премии, первый в СССР доктор биологических наук по специальности молекулярная биология, организатор и первый директор Института молекулярной биологии и биохимии МОН РК.

Каковы источники его гениальности? Конечно, это прекрасная семья и школа – школа №1 города Петропавловска, которая сейчас именуется «Средняя общеобразовательная инновационная школа им. М.А. Айтхожина».

Мурат Абенович всегда с теплотой вспоминал свою родную школу, зародившую в нем особую тягу к биологической литературе, что очень важно для будущей научной карьеры, школу, которая дала ему крепкие знания иностранного (французского) языка.

Поступление на биолого-почвенный факультет КазГУ им. С.М. Кирова в 1956 году, встреча с крупнейшим ученым-биохимиком, выпускником кафедры физиологии растений МГУ, академиком Темиром Байбусыновичем Дарканбаевым, предопределила его научное будущее. Именно Темир Байбусынович, будучи в те годы ректором

университета, принял решение отправить в 1960 году талантливого студента-отличника для выполнения дипломной работы в МГУ им. М В. Ломоносова.

Его студенческая работа по ингибированию РНКазы динаминами была отмечена первой премией на IV научной конференции студентов Средней Азии и Казахстана в Ашхабаде 1961 г.

В 1962 году, после окончания университета, Мурат Абенович поступил в аспирантуру МГУ, где он продолжил исследования рибонуклеопротеидов под руководством А.С. Спирина – одного из основоположников молекулярной биологии в СССР. Кандидатская диссертация М.А. Айтхожина была посвящена молекулярным механизмам раннего развития вынона-модельного объекта для изучения процессов эмбриогенеза.

В 1965 году, после окончания аспирантуры МГУ и успешной защиты кандидатской диссертации в Институте биохимии им. А.Н. Баха, Мурат Абенович Айтхожин – один из первых молекулярных биологов СССР – возвратился в Алма-Ату.

Т.Б. Дарканбаев в те годы – академик-секретарь Отделения биологических наук АН РК, при Институте ботаники АН РК организовал для перспективного ученого исследовательскую группу, а затем, на основе этой группы – лабораторию белка и нуклеиновых кислот.

Первое время Темир Байбусынович сам руководил этой лабораторией, затем он предложил Мурату Абеновичу самостоятельно возглавить ее со словами: «Надо вовремя уступать место своему ученику. Я верю, что М.А. Айтхожин станет выдающимся ученым».

Мурат Абенович, талантливый человек с щедрой душой, любил делиться с коллегами и научной молодежью сведениями о новых открытиях в области биологии вообще и в молекулярной биологии, в частности. Ведь он был не только блестящим экспериментатором, но и отличным лектором. Свободно владея русским, казахским, французским, английским языками и, самое главное, предметом своих исследований, он стал пропагандистом больших открытий в любимой им науке – молекулярной биологии. Его выступления на научных форумах любого уровня, встречах с коллегами, преподавателями и студентами родного университета всегда вызывали глубокий интерес у присутствующих. Возможно, щедрость его души требовала такого общения – он понимал, что делиться своими знаниями с молодежью – это необходимая реальность, необходимая для того, чтобы

молодежь получала новые знания о новых открытиях постоянно. В принципе, он понимал, что его общение с молодыми учеными необходимо для формирования нового поколения ученых, ведь принцип: «Что посеешь, то и пожнешь» никто не отменял.

Студентам биологического факультета КазНУ им. аль-Фараби необычайно посчастливилось – с 1970 года Мурат Абенович стал читать курс молекулярной биологии на русском языке, но приглашал на эти лекции и студентов, обучающихся на казахском языке. Для кафедр дарвинизма и генетики, физиологии и биохимии растений, биохимии животных курс молекулярной биологии был более развернутым, а для кафедр ботаники, цитологии и гистологии, охраны природы – сокращенный и обобщающий. Практические занятия и экзамены М.А. Айтхожину помогал проводить Хизат Исакович Дошанов – его ученик, кандидат биологических наук, лауреат премии Ленинского Комсомола Казахстана. На своих лекциях Мурат Абенович знакомил студентов как с основами молекулярной биологии по передовым учебникам того времени (А. Ленинджера, И.П. Ашмарина, А.С. Спиринова, Дж. Уотсона и др.), так и по материалам свежих статей из журналов «Nature» и «Science».

Помимо лекций, семинаров и бесед со студентами, Мурат Абенович, будучи в университете, уделял много времени и научным дискуссиям с сокурсниками и коллегами. Среди них профессор Н.Л. Удольская, доценты С.З. Заиров, О.П. Сачкова, Р.И. Берсимбай, А.Е. Ережепов и многие другие. Кроме того, многим стажерам, аспирантам, студентам биологического факультета тех лет посчастливились попасть со студенческой скамьи в его лабораторию. И, неслучайно, сегодняшние успехи Института молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина связаны и с именами выпускников кафедры молекулярной биологии и генетики нашего университета, которая была организована ближайшим последователем идей Мурата Абеновича – академиком Р.И. Берсимбаевым.

Колоссальная трудоспособность, большой творческий потенциал М.А. Айтхожина и первоклассное оборудование созданной им лаборатории позволили получать приоритетные научные результаты. Так, им впервые были созданы функционирующие гибридные рибосомы, состоящие наполовину из растительной субъединицы и наполовину из животной. Признание получили работы Мурата Абеновича по изучению локализации структуры и функций

рибонуклеопротеидных частиц и белоксинтезирующего аппарата растений.

В 1976 году Мурат Абенович защитил в МГУ докторскую диссертацию на тему: «Рибонуклеопротеидные частицы высших растений». Ему был выдан диплом №1 доктора наук по специальности молекулярная биология. В этом же году ему с группой ученых во главе с академиком А.С. Спириным была присуждена самая главная премия СССР – Ленинская премия – за открытие особого класса рибонуклеопротеидных частиц – информосом.

В 1979 году М.А. Айтхожин был избран членом-корреспондентом АН КазССР и назначен директором Института ботаники АН КазССР.

В 1983 году Мурат Абенович Айтхожин был избран академиком АН КазССР. В этом же году им был организован Институт молекулярной биологии и биохимии АН КазССР, основными научными направлениями которого стали: изучение биосинтеза белка и его регуляция, физико-химия генов, биохимия зерновых культур, энзимология азотного обмена злаковых культур, молекулярные механизмы действия и пути метаболизма физиологически активных соединений.

Всемирным признанием успехов молекулярной биологии Казахстана явилось проведение в 1984 году в Алма-Ате международного симпозиума «Перспективы биоорганической химии и молекулярной биологии», в котором участвовали десятки лауреатов Нобелевской премии. На этом международном симпозиуме с большим пленарным докладом выступил М.А. Айтхожин.

Мурат Абенович Айтхожин – основоположник Биотехнологического Центра, а также инициатор создания Казахского сельскохозяйственного биотехнологического центра.

В 1986 г. он был избран президентом Академии наук Казахской ССР. Вся научно-организационная деятельность руководства Академии наук была направлена им на обеспечение выхода в ближайшие годы академической науки на передовые рубежи научно-технического прогресса. Особое внимание было уделено созданию научно-производственных объединений и инженерных центров, а также участию академических учреждений республики в выполнении международных научно-технических программ и общесоюзных целевых научно-технических программ. Эти решения были продиктованы

заботой Мурата Абеновича о развитии фундаментальных исследований в нашей республике. Он безгранично верил в созидательную силу фундаментальной науки, которая должна стать во главе инновационного развития республики, в огромный научный потенциал талантливой казахстанской молодежи, которая была с ним рядом, в лаборатории, с восхищением общаясь со своим Учителем.

За годы работы в Институте ботаники и Институте молекулярной биологии и биохимии через лабораторию Мурата Абеновича Айтхожина, в годы расцвета насчитывающей почти 40 человек, прошли многие десятки студентов и были выполнены сотни курсовых и дипломных работ. Основная масса этих работ была посвящена исследованию РНП-частиц растений и гетерологичных рибосом, гормональной регуляции цитокинина на молекулярном уровне, РНК-связывающим и шоковым белкам, судьбе РНК в процессе онтогенеза высших растений на примере зародышей пшеницы – модельного объекта, предложенного Муратом Абеновичем Айтхожиным и его учеником, кандидатом биологических наук Аскаром Уальшеровичем Ахановым.

Высокая теоретическая подготовка будущих специалистов, а также привлечение их к конкретным исследованиям в области самой современной науки – молекулярной биологии, несомненно, явились важным итогом активной научной и преподавательской деятельности Мурата Абеновича. Уже в студенческие годы, проводя исследования в одном из лучших НИИ – Институте молекулярной биологии и биохимии НАН РК, оснащенном самой современной лабораторной техникой, включаясь, вместе со своими Учителями, в решение глобальных задач современной биологии, наши выпускники становились сопричастны современной науке. Тем более что в лаборатории Мурата Абеновича Айтхожина работали не только иностранные ученые, в том числе д-р Вера Чапкова (Прага, Чехия), д-р Манфред Пюхель (Гатерслебен, ФРГ), проф. Казимеж Клечковский (Познань, ПНР), но и сотрудники, стажеры, аспиранты и соискатели из различных НИИ России, Средней Азии и Казахстана.

В лабораториях Института молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина и поныне работает много выпускников биологического факультета КазНУ им. аль-Фараби.

Работают его ученики и за пределами Казахстана. Так, д.б.н., проф. Анатолий Борисович Беклемишев, д.б.н. Владимир

Михайлович Пушкарев и доктор Ph.D. Кайрат Имашвилич Мадин работают в Институте биохимии Сибирского Отделения Академии медицинских наук Российской Федерации. (Новосибирск, Россия), в Институте эндокринологии и обмена веществ им. В.П. Комиссаренко НАМН Украины (Киев), в компании Roche (Бавария, ФРГ) соответственно.

Несомненно, встречи со своим Учителем – Муратом Абеновичем Айтхожиным, его именитыми коллегами – зарубежными учеными, необходимость постоянно повышать свой профессиональный уровень, чтобы быть на уровне возлагаемых Учителем задач, способствовали формированию новой научной школы современного уровня – школы выдающегося ученого Мурата Абеновича Айтхожина, распахнувшего перед казахстанской биологической наукой «окно» в мир молекулярной биологии.

Проводя интереснейшие исследования, получая теоретически и практически значимые результаты, нельзя забывать, что самое современное направление биологической науки – молекулярная биология, которое является основой многих направлений не только теоретической биологии, но и биотехнологии, сформировано и развивается в Казахстане, благодаря научной школе гениального Ученого-педагога, Ученого-исследователя и Человека с большой буквы – Мурата Абеновича Айтхожина.

Факультет биологии и биотехнологии Казахского национального университета им. аль-Фараби гордится тем, что ученый, лауреат Ленинской премии, академик Мурат Абенович Айтхожин является выпускником нашего университета и, что, благодаря его огромной творческой активности, настойчивости и труду наши студенты имеют возможность получать знания из уст этого ученого, а сегодняшние студенты имеют возможность слушать лекции, проводить научные исследования под научным руководством его учеников и работать над решением приоритетных задач современной биологической науки на кафедре молекулярной биологии и генетики факультета биологии и биотехнологии КазНУ им. аль-Фараби.

2015 г.

АРХИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ





ОСТАНОВЛЕНИЕМ
ЦЕНТРАЛЬНОГО
КОМИТЕТА КПСС
И СОВЕТА МИНИСТРОВ
СОЮЗА ССР
ОТ 20 АПРЕЛЯ 1976 ГОДА
ПРИСУЖДЕНА ЛЕНИНСКАЯ ПРЕМИЯ

СПИРИНУ Александру Сергеевичу, профессору,
директору Института белка Академии
наук ССР, ГЕОРГИЕВУ Георгию Павловичу,
члену-корреспонденту Академии наук ССР,
заслуженному лабораторией Института химе-
кулярной биологии Академии наук ССР, руко-
водителю работы **САМАРИННОЙ Ольге Петровне,**
доценту биологических наук, старшему научному
сотруднику Института химико-биологии
Академии наук ССР, АЛХОЖИНУ Мурату
Меновичу, кандидату биологических наук, зас-
луженному лабораторией Института биологии
Академии наук Казахской ССР, БЕЗДИЦКОЙ
Надежде Васильевне, кандидату биологических
наук, старшему научному сотруднику Инсти-
тута биологии имени А. Н. Бага Академии
наук ССР, ОВЧИННИКОВУ Льву Николаевичу,



кандидату биологических наук, старшему науч-

ному сотруднику Института белка Академии

наук ССР, за цикл работ по открытию и

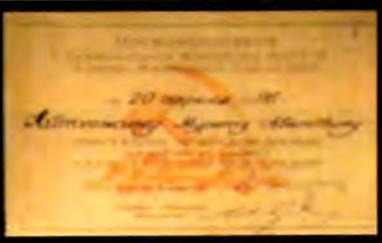
изучению инфрасона — нового класса внутрикле-

точных частичек.

Данный диплом выдан
АЛХОЖИНУ,
Мурату Абеновичу

Почетный Комиссар по Алтайской
 и Таймырской губерниям ССР
 и Таймырской автономной области
 для Совещания Министров ССР

Член Правительственной комиссии по Алтайской
 и Таймырской губерниям ССР
 в области народного образования
 для Совещания Министров ССР



ДИПЛОМ
ДОКТОРА НАУК

№ 000266

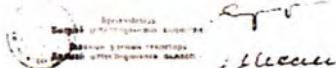
Лауреат

Решение №
Бюджетной аттестационной комиссии
при Совете Министров СССР

Год 1977 г. Казахстан №

Тимекемин Нуршын Абдай
ПРИСУЖДЕННАЯ НАЧАЛЬНЫЙ СТАДИОН

ДОКТОРА
БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК



КУӨЛІК № 1

Мурат Абенали
АВТКОЖИН

Казак ССР Министрлар Советі жөннөдөгү
Еркін жол тәжірибелілердің Казак ССР
Министрліктиң сыйзметтерін деңгелес көмітетін
тәртіпшілдегілік

Көмітеттің
Адміністратив

УДОСТОВЕРЕНИЕ № 1

АВТХОЖИН
Мурат Абенали

Аттестациялық Комитеттің
Приемлемое признанное
Министерство здравоохранения СССР и
Министерство науки и техники
при Совете Министров СССР

Аттестациялық Комитеттің
Приемлемое признанное
Министерство здравоохранения
СССР и Министерство науки и
техники при Совете Министров СССР

КУӨЛІК № 28

АВТХОЖИН
Мурат Абенали

Казак ССР Государственный
аттестационный центр по Казахской
Биологической специальности

Казак ССР Государственный
аттестационный центр

Мурат Абенали

УДОСТОВЕРЕНИЕ № 28

АВТХОЖИН
Мурат Абенали

Государственный физиологический
исследовательский институт
Комитета науки Казахской ССР

Начальник Аттестационного
центра Казахской ССР

Мурат Абенали

КУӨЛІК № 24

АВТХОЖИН
Мурат Абенали

Казак ССР ГАД Аттестационный
институт

Казак ССР Государственный
аттестационный центр

Мурат Абенали

УДОСТОВЕРЕНИЕ № 24

АВТХОЖИН
Мурат Абенали

Докторская Национальная
Библиотека АН Казахской ССР

КОПИЯ

Библиотека Наук о Жизни АН Казахской ССР
Мурат Абенали

**АТТЕСТАТ
ПРОФЕССОРА**

P.Y. 013061

Решение
Высшей аттестационной комиссии
при Совете Министров СССР

• • • • • • • • •

11 / 11

www.EasyEngineering.net

中国科学院植物研究所编著《中国植物志》

ЧИСЛОМОУЧЕНОЕ ЗАЩИТО

ПРОФЕССОРА

ПРОФЕССОРЫ

ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ

THE CHESAPEAKE BAY FOUNDATION

- sanguineous excretion

Reproduced

Jurnal Studi dan Penerapan

Главный редактор газеты

Бюджет отечественных земельных

卷之三



Сибирь Чемеризов, где он совершил эту научную экспедицию, а еще на Тюре при изучении Мургана. И позже, в Баре, где Григорьев и Рыбников работали, японский Мурган не знал даже, совершили ли первые геоботанические промеры, изображенные - членами экспедиции. Тогда Николаевич и Григорьев, смеясь, называли Мурган, памятник, где они делали Георгиевские промеры первыми геоботаническими путем. Видите, здесь Мурганов памятник первых геоботаников не знал Кузнецова.

5 октября 1989.

Спирин

Копия автографа академика А.С. Спириня, директора Института белка АН СССР, в книге отзывов Музея М.А. Айтхожина

Многие ученые образа жизни своего времени –
Николай Александрович Красильников, с которым
был студентом в его научном мастерстве –
он работал в Москве, в ИГБДИИ им. Тимана
Под руководством Красильникова были ботанические
исследования сделаны в Киргизии и на Алтае, в горах
и в степях Киргизии и Алтая с помощью геоботанических методов –
все это было учено в Мурганске Третьяковым, как геоботаником.
Все эти исследования совершились в годы – в 1950-х –
когда он работал в Киргизии Тиманом, и это было
одним из первых научных открытий и захватывающими
достижениями – включая Мурганско.

Люблю и изобретательное творчество геоботанику.
С удовольствием и интересом читаю его статьи.

5 октября 1989 г. Ю.Е. Ерохин

Копия автографа доктора биологических наук, профессора Ю.Е. Ерохина,
Институт почвоведения и фотосинтеза АН СССР,
в книге отзывов Музея М.А. Айтхожина

Дорогому Рахимжанову
с поздравлением, с юбилеем заслугами.
Понимаю, что итоги исследования долгий
и придется отложить не раньше, а сразу
трагичней. Это книга должна быть в
результате, как и я надеялся

Айтхожинов

24/1-88

Копия автографа М.А. Айтхожина на книге «Discovering Britain»,
подаренной академику Р.И. Берсимбаеву

ТЕЛЕГРАММЫ

НОВОСИБИРСК 133831/2376 22/12 27-

ПРАВИТЕЛЬСТВЕННАЯ АЛМА-АТА 21 НАУКА ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТУ АН КАЗССР
ГВОЗДЕВУ=

ПРЕЗИДИУМ УЧЕНЫХ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АН СССР СКОРБЯТ ПО ГОВОДУ/
БЕЗВРЕМЕННОЙ Кончине Президента АН КАЗССР МУРАТА АБЕНОВИЧА АГАУЛОВА=

ЭТОТ ЕНЕСЕГО БОЛЬШОЙ ВКРЫЛ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗАЦИИ НАУК КАЗАХСТАН
ВРАЖДАЮТ СОБОЛЕЗНОВАНИЕ РОД-ЧИМ БЛИЗКИМ ПОКОДНОСАНАДЕЖДАЮЩИМ

Правительственная телеграмма
от Президиума Сибирского отделения АН СССР

ДОРОГОЙ МУРАТ, СУДЬЯ ТАК ХОТЕЛА,
ЧТО СМЕРТЬ ЗАБРАЛА ТЕБЯ В МОМЕНТ, КОГДА
ТЫ НАЧАЛ ВВОДИТЬ СВОИ ИДЕИ В ЖИЗНЬ. Я
ВЕРИЮ В ТО, ЧТО ТВОИ СОТРУДНИКИ, С КОТО-
РЫМИ У МЕНЯ БЫЛА ВОЗМОЖНОСТЬ ВСТРЕТИТЬСЯ
В ЭТИ ДНИ, ИМЕЮТ СТОЛЬКО ЭНЕРГИИ И
ЭНТУЗИАЗМА, ЧТОБЫ ПРОДОЛЖИТЬ ТВОЁ ДЕЛО.
ИНСТИТУТ – ЭТО ЖИВОЙ ПАМЯТНИК, КОТОРЫЙ
ТЫ ПОСТАВИЛ ПРИ ЖИЗНИ. ОН БУДЕТ ДОСТОИН
СВОЕГО МАСТЕРА.

Клечковский К.И.

Телеграмма от профессора Казимежа И. Клечковского.
Институт биохимии и биофизики Польской Академии наук, Варшава, ПНР

Коллектив кафедры физиологии и биохимии Гаукеш Гюльбекер
ищубека Гаукеша Канатчырдиеву приветствуете
также профессора Мурата Абековича Байжанина,
которого мы хотим ветеринаров, с коллегами биологами
и зоологами Муратом.

Спешную и срочную информацию, получившуюся в результате
исследования Мурата Абековича, мы хотим не позднее
дней. Пожалуйста, передайтесь наше спасибо профессору
Абекову Гюльбекеру Мурату Абекову.

Коллектив кафедры физиологии и биохимии Кафедры биологии
и генетики Казахской Академии наук
и генетики анатомии тоже выражает благодарность
Мурату Абекову за то, что
предоставил информацию о генетике

15 марта 1989 г. Айтхожин
Мурат
Валиханова

Запись в книге посетителей музея М.А. Айтхожина
в Институте молекулярной биологии и биохимии
от коллектива кафедры физиологии и биохимии растений.
Копия автографа профессора КазНУ им. аль-Фарabi Г.Ж. Валихановой

ДУШАНБЕ 17/5607 39 23/12 1400=

АЛМА-АТА 21 УЛ ШЕВЧЕНКО 28 ПРЕЗИДИУМ АН КАЗАХСКОЙ
ССР=

БИОЛОГИ ТАДЖИКИСТАНА ГЛУБОСКО СКОРБИ ГС НОВСАУ
БЕЗВРЕМЕННОЙ КОЧИНЫ ВИДНОГО УЧЕНОГО БИОХИМИКА
ЛАУРЕАТА ЛЕНИНСКОЙ ПРЕМИИ ОРГАНИЗАТ СРА НАУКИ
АКАДЕМИКА АЙХОЖИНА МУРАТА АБЕКОВИЧА ТЧК В РАХАЕЦ
ГЛУБОСКО СОСВЕДЕНОВАНИЕ РСДЭМ И БАЗИКИ= АКАДЕМИК
НАСЫРОВ= 1443

Телеграмма от академика Ю.С. Насырова и биологов Таджикистана

01 01 24 2107 21.12.1
129 21/12 2100-

ПУШИНО МОСКОВСКОЙ 22001

АЛМА-АТА 21 УЛ ШЕВЧЕНКО 28 ПРЕЗИДИУМ
АКАДЕМИИ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР-

ВЫРАЖАЕМ ГЛУБОКОЕ СОЧУВСТВИЕ И ИСКРЕННИЕ СОБОЛЕЗНОВАНИЯ
В СВЯЗИ С БЕЗВРЕМЕННОЙ КОНЧИНОЙ ВЫДАЮЩЕГОСЯ СОВЕТСКОГО
УЧЕНОГО МУРАТА АБЕНОВИЧА АЙХОМИНА ТЧК ПРОСИМ ПЕРЕДАТЬ
НАМ СОБОЛЕЗНОВАНИЯ СЕМЬЕ И БЛИЗКИМ МУРАТА АБЕНОВИЧА
ТЧК СПИРИН ЭПТ ПТИЦЫН ЭПТ ФЕДОРЮВ ЭПТ ШАКЛУНОВ ЭПТ
НИКОНОВ ЭПТ ЕФИМОВ-

Телеграмма от академика А.С. Спирина
и сотрудников Биологического Центра АН СССР, Пущино-на-Оке

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР АН 11.12.1974
АКАДЕМИК СПИРИН

ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК АМДФ НМУ АРМЯНСКОЙ ССР СКАЗЫВАЕТ СКОРБЬ О СКОРОПОСТИМНОЙ КОНЧИНЕ ЧУРУКГО УЧЕНОГО В СЕРДЦЕ БЫСТОРУЮЩЕГО ПРЕЗИДЕНТА КАЗАХСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ЛАУРЕАТА ГЕНИНОГО ПРЕМЬЯ, ДЕПУТАТА ВЕРХOVНОГО СОВЕТА СССР МУРАТА АБЕНОВИЧА АЙХОМИНА. СВЕТЛАЯ ПАМЯТЬ АЙХОМИНА ВЕЧНО ОСТАНУТСЯ В НАШИХ СЕРДЦАХ. ВЫРАЖАЕМ ГЛУБОКОЕ СОБОЛЕЗНОВАНИЕ СЕМЬЕ ПОКОРНОГО.
ОТ ОТДЕЛЕНИЯ АКАДЕМИК-СЕКРЕТАРЬ В.О. КАЗАРЯН-

Телеграмма от Биологического отделения АН Армянской ССР
и его академика-секретаря В.О. Казаряна

099 П261 911 1 1205 1132/6/01 0086 1936
21.12) МОСКВА 278/3201 55 21/12 1930-

АЛМА-АТА НАУКА ПРЕЗИДИУМ АН КАЗАХСКОЙ ССР-

ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ АН СССР ГЛУБОКОЙ СКОРЬЮ
УЗНАЛ О БЕЗВРЕМЕННОЙ КОНЧИНЕ ВЫДАЮЩЕГОСЯ УЧЕНОГО МУРАТА
АБЕНОВИЧА АЙТХОМИНА ТЧК ВЫРАЖАЕМ ГЛУБОКОЕ СОБОЛЕЗНОВАНИЕ
АКАДЕМИИ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР ПОВОДУ ЭТОЙ ВОЛШОЙ ПОТЕРИ
СОВЕТСКОЙ И МИРОВОЙ НАУКИ ТЧК ПРОСИМ ПЕРЕДАТЬ НАШЕ
ИСКРЕННЕЕ СОБОЛЕЗНОВАНИЕ РОДНЫМ И БЛИЗКИМ ПОКОЙНОГО-
ДИРЕКТОР ИНСТИТУТА АКАДЕМИК КУРСАНОВ- НН

Телеграмма от академика А.Л. Курсанова
и сотрудников Института физиологии растений АН СССР

ЗДРАВСТВУЙТЕ
МОСКВА 334/010 Ч 05/12 1936
ДРУЖЕСКАЯ 12 СС АЛМА-АТА 12 КАЗ ССР УД 11/12/1936
Институт МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ АН КАЗ ССР

ДРУЖЕСКО СКАРВАМ В ЗДРАВСТВУЮЩИХ КОМПАНИЯ ДИРЕКТОР
ИНСТИТУТА ПРЕЗИДЕНТА АКАДЕМИИ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР
АБЕНОВИЧ АЙТХОМИН ВЫРАЖАЕМ ИСКРЕННЕЕ ЗДРАВСТВО-ДРУЖЕСКО
ДРУЖЕСКО БЛИЗКИМ ТЧК МИРЗАБЕКОВСКИМ ГЕОРГИЕВЫМ КИСЕЛЕВЫМ
ДИРЕКТОРЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНСТИТУТ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ АН
СССР- ПОДРУЖЕСКО

Телеграмма от А.Д. Мирзабекова, Г.П. Георгиева, Г.П. Готтиха,
А.А. Краевского, Т.В. Векстера и Л.Л. Киселева, академиков и профессоров
Института молекулярной биологии АН СССР

МОСКВА 20 ИЮНЯ 91 21 12 37

АЛМА-АТА НАУКА ПРЕЗИДИУМ АКАДЕМИИ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

ОТДЕЛЕНИЕ БИОХИМИИ БИОФИЗИКИ И ХИМИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АН СССР ВЫРАЖАЕТ ГЛУБОКОЕ СОВОЛЕЗНОВАНИЕ ПО ПОВОДУ КОНЧИНЫ ВЫДИМОГО УЧЕННОГО В ОБЛАСТИ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ Д. БИОХИМИИ ПРЕЗИДЕНТА АКАДЕМИИ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР АКАДЕМИКА АН КАЗССР АЙТХОЧИНА МУРАТА АБЕНОВИЧА ПРОСИМ ПЕРЕДАТЬ СПЕЦИАЛЬНОЕ СОВОЛЕЗНОВАНИЕ СЕМЬЕ И БЛИЗКИМ ПОКОРНОГО АКАДЕМИК СЕКРЕТАРЯ ОТДЕЛЕНИЯ БИОХИМИИ БИОФИЗИКИ И ХИМИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АН СССР АКАДЕМИК А. БАЕВ-

Телеграмма от академика-секретаря Отделения биохимии, биофизики и химии физиологически активных соединений АН СССР
академика А.А. Баева

КИЕВ 30/702 91 22/12 1810-

ПРАВИТЕЛЬСТВЕННАЯ АЛМА-АТА 21 УЛИЦА ЗЕВЧЕНКО 20 ТЕРРИТОРИЯ АКАДЕМИИ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

ПРЕЗИДИУМ АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР С ТВОРОЧЕСТВОМ КОЛЛЕКТИВА УЧЕНЫХ ВЫРАЖАЕТ ГЛУБОКОЕ СОВОЛЕЗНОВАНИЕ СВЯЗИ БЕЗВРЕМЕННОЙ КОНЧИНОЙ ВЫДАНЩЕГОСЯ СОВЕТСКОГО УЧЕННОГО КРУПНОГО СПЕЦИАЛИСТА ОБЛАСТИ ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ ЛАУРЕАТА ЛЕНИНСКОЙ ПРЕМИИ ДЕПУТАТА ВЕРХОВНОГО СОВЕТА СССР ПРЕЗИДЕНТА АН КАЗАХСКОЙ ССР АКАДЕМИКА АН КАЗАХСКОЙ ССР МУРАТА АБЕНОВИЧА АЙТХОЧИНА ВСЯ ЖИЗНЬ МУРАТА АБЕНОВИЧА БЫЛА ЯРКИМ ПРИМЕРОМ БЕЗЗАВЕТНОГО СЛУЖЕНИЯ НАУКЕ НАШЕЙ РОДИНЫ ОН ВНЕС ВЕСOMЫЙ ВКЛАД РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ ОРГАНИЗАЦИИ АКТУАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СОВЕТСКОМ КАЗАХСТАНЕ СВЕТЛАЯ ПАМЯТЬ О МУРАТЕ АБЕНОВИЧЕ НАВСЕГДА СОХРАНИТСЯ В НАШИХ СЕРДЦАХ= 792 ПАТОН= НИИИ
649

Телеграмма от Президиума АН Украинской ССР
и академика Б.Е. Патона

ПЕТРОПАВЛОВСК 30/5101 42 22/12 0840=

АЛМА АТА АКАДЕМИЯ НАУК=

КОЛЛЕКТИВ ШКОЛЫ НОМЕР 1 ИМЕНИ В.И. ЛЕНИНА Г. ПЕТРОПАВЛОВСКА
ГЛУБOKO СКОРБИТ ПО ПОВСЮ УХОДА ИЗ ЖИЗНИ ОДНОГО ИЗ
ЛУЧШИХ ВОСПИТАНИКOV НАШЕЙ ШКОЛЫ СТАВЛЕННОГО ГОРДОСТЬЮ
СОВЕТСКОЙ НАУКИ МУРАТА АБЕНОВИЧА АЙТХОЖИНА ВЫРАЖАЕМ
ГЛУБOKOЕ СОБОЛЕЗНОVАНИЕ РОДСТВЕННИКАM= КОЛЛЕКТИВ
ШКОЛЫ НОМЕР 1-

Телеграмма от коллектива школы №1 города Петропавловска,
в которой учился М.А. Айтхожин.

ФРУНЗЕ КИРГ 3/22602 31 22/12 1320=

ПРАВИТЕЛЬСТВЕННАЯ АЛМА АТА 21 УЛ ШЕВЧЕНКО Д 28 АКАДЕМИЯ
НАУК КАЗАХСКОЙ ССР=

В СВЯЗИ С КОНЧИНСОЙ АЙТХОЖИНА МУРАТА АБЕНОВИЧА ВЫРАЖАЮ
ГЛУБOKOЕ СОБОЛЕЗНОVАНИЕ ЕГО СЕМЬЕ И КАЗАХСКОЙ НАУЧНО-
ОБЩЕСТВЕННОСТИ ТЧК= ЧИНГИЗ АЙТМАТОВ-

Правительственная телеграмма от Чингиза Айтматова

МЕЖДУНАРОДНАЯ
ТЕЛЕГРАММА

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООБРАЗОВАНИЯ СССР		ПРИЕМ	ПЕРЕДАЧА	Адрес
Серия 682 №		М. вида		
		Регистр.		

Документ № 104 П251 911 1 (205 114334/01 0108 1955 22.12)

МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ 22.12.1955 104 П251 911 1

1955 SENDER'S KLM

СТАТУС: ПРИЕМЕНІЙ КОЛЛЕКТИВ АКАДЕМІЇ НАУК ЧЕХОСЛОВАКІИ

ДЛЯ НАУКІВ АКАДЕМІІ

ДЛЯ ВІДДІЛУ ФІЗІОЛОГІІ ВІДДІЛУ БІОЛОГІІ АКАДЕМІЇ НАУК ЧЕХОСЛОВАКІИ

ДЛЯ ДІЛУ БІОЛОГІІ АКАДЕМІЇ НАУК ЧЕХОСЛОВАКІИ

№

Телеграмма от доктора Веры Чапковой и коллектива Института экспериментальной ботаники АН Чехословакии. Прага

++: 104 П251 911 1 (205 114334/01 0108 1955 22.12)
МОСКВА 334/033 60 22/12 1955

АЛМА АТА НАУКА ПРЕЗИДИУМ АН КАЗ ССР-

КОЛЛЕКТИВ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ РАЗВИТИЯ АН СССР ГЛУБОКО
СКОРБИТ БЕЗВРЕМЕННОЙ Кончине Президента АН КАЗ ССР
ВЫДАЮЩЕГОСЯ УЧЕНОГО МУРАТА АБЕНОВИЧА АЙХОЖИНА ВЫРАЗАЕМ
НАШИ ИСКРЕННИЕ СОБОЛЕЗНОВАНИЯ УЧЕНЫМ АКАДЕМИИ НАУК
КАЗАХСТАНА КОЛЛЕКТИВУ ИНСТИТУТА ВОЗГЛАВЛЯЮЩЕГОСЯ МУРАТОМ
АБЕНОВИЧЕМ ЖЕНЕ ПОКОЙНОГО ЕГО РОДНЫМ И БЛИЗКИМ В СВЯЗИ
С ТЯЖЕЛОЙ УТРАТОЙ- ДИРЕКТОР ИНСТИТУТА ГУРПАЕВ ОТ ИМЕНИ
СОТРУДНИКОВ ИНСТИТУТА ГАУЗЕ ЗБАРСКИЙ НЕЙФАХ- НННН
1955

Телеграмма от коллектива Института биологии развития АН СССР,
сотрудников М.А. Айтхожина – Г.Г. Гаузе, И.Б. Збарского и А.А. Нейфаха

П251 911 1 1205 111034/01 0077 1554 22.12.
МОСКВА 34/1201 79 22/12 1545-

АЛМА АТА КУРМАНГАЗЫ ЧО ФОНДА МИРА-

ПРАВЛЕНИЕ СОВЕТСКОГО ФОНДА МИРА ВЫРАЖАЕТ ГЛУБОКИЕ
СОБОЛЕЗНОВАНИЯ СЕМЬЕ И БЛИЗКИМ АЙТХОДИНА МУРАТА АБЕНОВИЧА
В СВЯЗИ С ЕГО БЕЗВРЕМЕННОЙ Кончиной более десяти лет
МУРАТ АБЕНОВИЧ БЫЛ ПРЕДСЕДАТЕЛЕМ КАЗАХСКОГО РЕСПУБЛИКАНСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ СОВЕТСКОГО ФОНДА МИРА он внес большой вклад
в борьбу за укрепление мира в патриотическое и интернациональное
воспитание советских людей светлая память о выдающемся
ученом видном борце за мир замечательном человеке обиленном
интернационалисте и патриоте МУРАТЕ АБЕНОВИЧЕ АЙТХОДИНЕ
навсегда останется в наших сердцах - Карпов маслина-

Телеграмма от А.Е. Карпова и В.П. Маслина, соответственно председателя
и зам. председателя правления Советского Фонда мира

3. September 1991

It was a great honor for me to have been able to visit your Institute. I am tremendously impressed with your scientists' their recent programs and the laboratory facilities. This made me to be able to continue our visits in the future. Also it will do everything in my power to facilitate such exchanges.

It was always a dream of mine to be able to visit the USA & Wilson and the great scientists of Kazakhstan are too inspired now after this visit.

I have enjoyed my visit very much. Your country is most beautiful, your culture most interesting and your people most hospitable. I put at home the memory in my foot in Indian sand and mine USA.

I hope future visits will be possible and that you will eventually will have a chance to visit the KAZ and University and Center and from this University in particular, the department of Biochemistry and Molecular Biology.

Sincerely yours
Luisa B. Tabatabai

Запись профессора Луизы Брайль-Табатабаи, Университет штата Айова,
Эймс, США, в книге посетителей музея М.А. Айтхожина
в Институте молекулярной биологии и биохимии

ИЗБРАННОЕ

RELEASE OF mRNP-PARTICLES OF THE INFORMOSOME TYPE FROM POLYRIBOSOMES OF HIGHER PLANT EMBRYOS

M. A. AJTEFOZHIN and A. U. AKHANGOV

*Institute of Botany, Academy of Sciences of the Kazakhstan SSR,
Alma-Ata, USSR*

Received 19 February 1974

1. Introduction

In a previous paper [1] we reported the existence in wheat embryo of RNP-particles of the informosome type with a buoyant density in CsCl of about $1.40 \pm 1.42 \text{ g/cm}^3$ observed in the preribosomal zone of the sucrose gradient of postmitochondrial extract. These particles differed from polyribosomes in buoyant density 1.52 g/cm^3 . In their density characteristics the plant informosomes were similar to analogous particles isolated from animal cells [2,3].

It is shown in the present paper that EDTA treatment leads to dissociation of the wheat embryo polyribosome component and release of mRNP-particles with a buoyant density of 1.40 g/cm^3 . It is concluded that in addition to free informosomes there are polyrRNA-bound mRNP-particles of the informosome type in the cytoplasmic extract of germinating wheat embryos. Similar data have also been obtained on germinating pea seedlings.

2. Materials and methods

Embryos of *Triticum vulgare* wheat of the 'Kazakhstani 126' variety were used. They were prepared, germinated and incubated with radioactive precursors as described previously [1]. Homogenization was done in a standard buffer of the following composition: 0.02 M triethanolamine, pH 7.8, 0.005 M MgCl_2 , 0.15 M KCl, 0.25 M sucrose, 0.001 M mercaptoethanol. The homogenate was centrifuged at 3000 rpm for 3–5 min and then at 20 000 g for 20 min. 20% Triton X-100 was added to the post-

mitochondrial extract to a final concentration of 0.5%, the extract was incubated for 20 min at 2°C and the total RNP-particle fraction was pelleted by centrifugation in an SW-65 rotor for the time indicated in the legends to figures. The RNP-particle fraction was suspended in buffer containing 0.02 M triethanolamine, pH 7.6, 0.005 M MgCl_2 , 0.025 M KCl, 0.001 M mercaptoethanol and fractionated in a $10 \times 60\%$ linear sucrose gradient in an SW-65 rotor of a Spinco L2-65 ultracentrifuge with 0.5 ml 70% sucrose as a cushion.

Fractionation in a sucrose chloride density gradient was done as described previously [1].

In EDTA dissociation experiments the RNP-particle fraction was suspended at 2°C in a buffer containing 0.02 M triethanolamine, pH 7.6, 0.025 M KCl and 0.01 M EDTA. After 10 min the suspension was fixed with 4% formaldehyde.

Pisum sativum seedlings of the 'Kemsoniol' variety were also used. The seedlings were sterilized with 12% H_2O_2 and germinated in damp paper for 12 hr at 20°C . The embryos were separated from the cotyledons by hand and incubated in a medium containing $[^3\text{H}]uridine$ for 30 min. The procedure of homogenization and subsequent analysis was the same as for wheat embryos, except that the KCl concentration in the buffer for homogenization was decreased to 0.025 M .

3. Results and discussion

Fig. 1 shows the sedimentation profile of the RNP-particle preparation pelleted by centrifugation

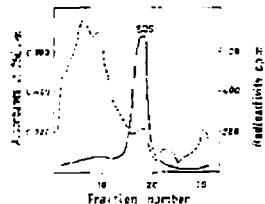


Fig. 2. The sedimentation distribution in a 10–70% sucrose gradient of RNPs prepared by sedimentation at 35,000 rpm of post-mitochondrial extracts of wheat embryos. After centrifugation the extracts were dialysed (4 hr), dialysed again, and then 10 ml of sucrose (50% in a 30°C) was added. Solid line = UV-absorbancy; dashed line = radioactivity.

of plant material, wheat embryo cytoplasmic extract (Fig. 2) it is seen that the bulk of radioactivity ($1.51\text{--}1.52\text{ g/cm}^3$) and sediments in the preribosomal zones in contrast to animal embryos, polyribosomes subparticles (light RNP particles) the radioactivity is still evident in a caesium chloride gradient (Fig. 3) shows that in the poly-synthesized RNA is distributed over a wide band with a maximum of radioactivity in the density region of 1.44 g/cm^3 . This may be

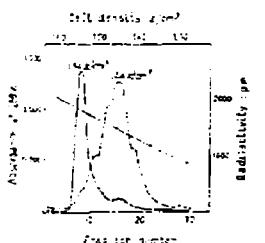


Fig. 3. Density distribution in a caesium chloride gradient (10% sucrose) of RNPs prepared by the post-mitochondrial extract of wheat embryos for 4 hr at 35,000 rpm in 30°C. Centrifugation was done at 40,000 rpm for 20 hr at 30°C. Solid line = UV-absorbancy; dotted line = radioactivity.

displayed a left shoulder with a density in the region of $1.50\text{--}1.52\text{ g/cm}^3$ which coincides with the density of polyribosomes. There is also a right shoulder with a density in the region of 1.40 g/cm^3 .

It is possible to improve the resolution of the structures investigated in the post-mitochondrial extract by means of two consecutive centrifugations: firstly a 50 min sedimentation and then the supernatant was again centrifuged for 4 hr. Fig. 4 represents

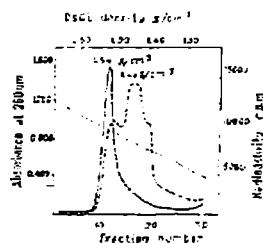


Fig. 4. Density distribution in a sucrose gradient of RNPs prepared by the post-mitochondrial extract of wheat embryos for 35,000 rpm for 5 hr. Centrifugation was done at 40,000 rpm for 20 hr at 30°C. Solid line = UV-absorbancy; dotted line = radioactivity.

the density distribution profile of the total RNP-particle preparation pelleted from the post-mitochondrial cytoplasmic extract for 50 min. Here the RNP-fraction is more distinctly displayed as three components with densities of $1.51\text{--}1.52\text{ g/cm}^3$, 1.46 g/cm^3 and 1.40 g/cm^3 . The preparation pelleted following centrifugation for 4 hr (Fig. 3) exhibits only two components with densities of $1.51\text{--}1.52\text{ g/cm}^3$ and 1.40 g/cm^3 .

It was shown previously [1] that the fraction with a buoyant density of $1.51\text{--}1.52\text{ g/cm}^3$ must be ascribed to polyribosomes. It should be noted that the lower buoyant density value of plant polyribosomes as compared to monoribosomes is analogous to the situation with animal materials [3].

Perry and Kelley [4], Henslow [5] and Cattaneo et al. [6] have shown the presence of polyribosome-bound RNP-particles containing mRNA in animal

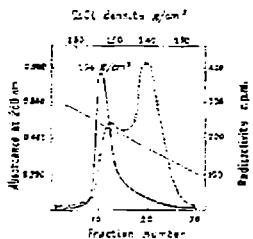


Fig. 4. Density distribution in a sucrose chloride gradient of RNP-particles isolated for 4 hr at 38°C from the supernatant fraction after 30 min preliminary centrifugation of the wheat embryo post-mitochondrial extract. Centrifugation was done at 40,000 rpm for 21 hr at 3°C. Solid line = UV-absorption, dotted line = radioactivity.

cells; after dissociation of polyribosomes with EDTA these particles had a buoyant density of 1.40–1.46 g/cm³.

To check whether this was so in plants, we suspended the total RNP-particle fraction, obtained as a result of 4 hr centrifugation in EDTA, and then fixed them in formaldehyde after 10 hr incubation. Half of the suspension was centrifuged in a sucrose chloride gradient (fig. 5) and the other half in a sucrose

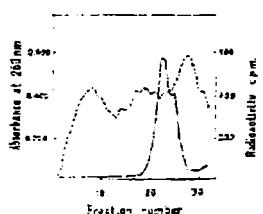


Fig. 5. Sedimentation distribution in a 10–30% sucrose gradient of RNP-particles isolated for 4 hr at 38°C from the supernatant fraction after 30 min preliminary centrifugation of the wheat embryo post-mitochondrial extract after EDTA treatment. Centrifugation was done at 38,000 rpm for 21 hr at 3°C. Solid line = UV-absorption, dotted line = radioactivity.

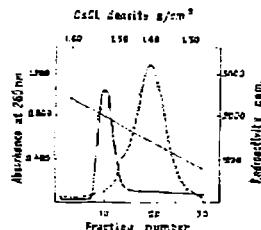


Fig. 6. Density distribution in a sucrose chloride gradient of RNP-particles isolated for 4 hr at 38,000 rpm from the wheat embryo post-mitochondrial extract after EDTA treatment. Centrifugation was done at 10,000 rpm for 20 hr at 3°C. Solid line = UV-absorption, dotted line = radioactivity.

It is seen from the UV-absorption profile in fig. 5 that there is a complete dissociation of ribosomes into two subparticles. The radioactivity is distributed heterogeneously along the whole gradient, the label being observed both in the heavy and the light ones.

On fractionation of the same suspension in the sucrose chloride (fig. 6) the UV-absorption profile shows that the ribosome subparticles occupy the band at 1.51–1.56 g/cm³, i.e. the same band as monoribosomes. The radioactivity label is localized in the band with a density around 1.40 g/cm³.

A comparison of figs. 2, 5 and 6 quite distinctly demonstrates the complete dissociation of the polyribosomal component with a density of 1.31–1.52 g/cm³ and a sharp increase of radioactivity in the 1.40 g/cm³ band. This result can be interpreted as a release of polyribosomes bound in RNP-particles with a density of 1.31 g/cm³ by EDTA.

As to the component with a density of 1.46 g/cm³, the picture here is not clear enough and the decrease of radioactivity in this band is probably connected with the partial dissociation of particles with a density of 1.46 g/cm³. It is quite possible that this structure represents a complex of informosomes with the monoribosome or the small subparticle.

The presence of at least three types of RNP-particles containing rapidly-labeled RNA of the mRNA type has also been shown in another

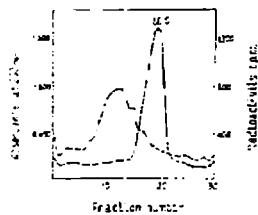


Fig. 8. Sedimentation distribution in a 10–20% sucrose gradient of RNP-particles reflected for 4 hr at 35,000 rpm from the post-nitrochloride extract of germinating pea roots. Centrifugation was done at 35,000 rpm for 4 hr at 3°C. Solid line = UV-absorption; dotted line = radioactivity.

in living plant tissues. Fig. 7 shows the sedimentation distribution in a sucrose gradient of the RNP-particle preparation isolated from germinating pea roots. Fig. 8 shows the density distribution profile of the same preparation. As can be seen from the isolated RNP-particles are distributed into three layers with buoyant densities of 1.35 , 1.52 g cm^{-3} , 1.41 , 1.47 g cm^{-3} and 1.49 g cm^{-3} . Figs. 9 and 10 give experiments on the dissociation of pea

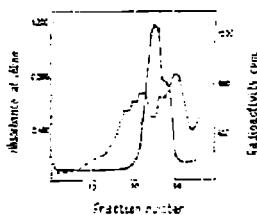


Fig. 9. Sedimentation distribution in a sucrose gradient of pea RNP-particles after EDTA treatment. Centrifugation was done at 35,000 rpm for 4 hr at 3°C. Solid line = UV-absorption; dotted line = radioactivity.

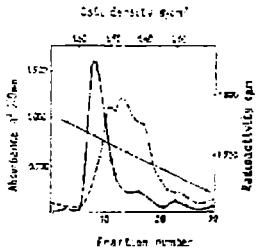


Fig. 10. Density distribution in a sucrose chloride gradient of pea RNP-particles sedimented from the post-nitrochloride extract for 4 hr at 35,000 rpm. Centrifugation was done at 35,000 rpm for 20 hr at 3°C. Solid line = UV-absorption; dotted line = radioactivity.

RNP-particles by EDTA. From fig. 10 it is distinctly seen that as a result of dissociation a single broad component is revealed with density of 1.40 g cm^{-3} corresponding to the RNP-particles of the informed some type.

In comparing our results with the available literature data it can be concluded that there is a similarity in the different types of rapidly labeled RNP both free in mesosomes and polyribosomes

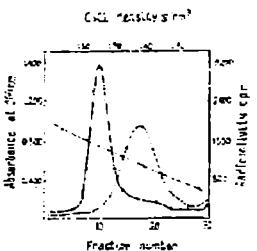


Fig. 11. Density distribution in a sucrose chloride gradient of pea RNP-particles after EDTA treatment. Centrifugation was done at 40,000 rpm for 20 hr at 3°C. Solid line = UV-absorption; dotted line = radioactivity.

and the RNA-protein related observed in cytoplasmic extracts of embryonal plant as well as animal tissues. This lets us to the conclusion on the universality of the observed structures in eucaryotic cell and plant as well as an additional indication of an important significance of the mRNA-protein complex.

Acknowledgements

The authors are grateful to Prof. A. S. Sviridov for reading the manuscript and for valuable advice. The paper was translated into English by the Sviridov.

Biophysics Department, Institute of Protein Research, Academy of Sciences of the USSR

References

1. Agard, D. H., V. A. L. Morris, G. U. T. Dabholkar, K. J. Clegg. FEBS Letters 31, 104–107.
2. Sviridov, A. S., R. Gurevich, N. V. and M. V. Sviridova. Biokhimiia 21, 22–32 (1956).
3. Sviridov, A. S. Biokhimiia 22, 103–110 (1957).
4. Sviridov, A. S. Biokhimiia 24, 1026–1032.
5. Dingle, P. Proc. Roy. Soc. B 1968, 173, No. 1000, 37–49.
6. Harlow, E. J. Biochem. 54, 149–153.
7. Sviridov, A. S. and Yu. S. Sviridova. Biokhimiia 24, 1026–1032.

INFORMOSOMES AS A STORED FORM OF mRNA IN WHEAT EMBRYOS

M. A. AJTKHOZHIN, Kh. J. DOSCHANOV and A. U. AKHANOV

Institute of Botany, Academy of Sciences of the Kazakh SSR Almaty, USSR

Received 19 April 1976

1. Introduction

Investigations carried out in the last 10–15 years suggest the presence of a temporary inactive stored (masked) form of mRNA in unfertilized eggs of animals [1–3]. An analogous storage of mRNA was also demonstrated in higher plant seeds [4–7]. However, it is not yet known in what form the stored mRNA is present in animal eggs and higher plant seeds.

The discovery of messenger ribonucleoproteins (informosomes) in animal cells [8] permitted the formulation of the hypothesis that *informosomes* can be the stored form of mRNA in embryonic animal objects [9–11]. Recently informosomes have been also found in embryonic plant objects [12–14].

In the present study we attempted to approach this problem by investigating the distribution of newly synthesized RNA in cytoplasmic extract of wheat embryos at different stages of ripening. The advantage of plant objects for this purpose is that their embryos in many cases can be easily separated from the seed without losing their germinating power and vitality. They are able to rapidly incorporate radioactive precursors when immersed in an aqueous medium, thus permitting brief exposures with an isotope for selective labelling of mRNA. It is found that ripening of seeds is accompanied by accumulation of free informosomes (not bound to ribosomes) in the cytoplasm of embryos.

2. Materials and methods

Embryos of spring wheat of the 'Kazakhstanskaya 126' variety, at different stages of ripening, were used

for the experiments. Embryos were separated from the seeds manually with a preparatory needle and placed in an incubation buffer (0.01 M Tris, 0.02 M KCl, pH 7.0) with [³H]uridine (0.5 mCi/ml). Incubation with the radioactive precursor lasted for 20 min at 26–27°C. After incubation the embryos were washed with cold incubation buffer and the cytoplasmic extract was obtained as described earlier [13,15]. Total RNP particles were pelleted from the cytoplasmic extract by a 4 h sedimentation at 100 000 g and after fixing with 4% neutral formaldehyde were fractionated by sucrose and CsCl gradient centrifugations [13,15].

3. Results and discussion

The distribution of the newly synthesized mRNA in the cytoplasmic RNP particle fraction at different stages of ripening of wheat embryos (early milky, milky-waxy, waxy) was studied. Parallel analyses of RNP particle preparations of the cytoplasmic extracts were made in the sucrose and CsCl gradients. Here only the results of fractionation of RNP particle preparations in the CsCl gradient are given.

Fig. 1 shows the results of density analysis of cytoplasmic RNP particles isolated from the embryos at different stages of ripening. At the early milky stage (fig. 1a), the only type of particles containing mRNA are structures with a buoyant density of 1.50–1.52 g/cm³ identified earlier as polyribosomes [12]. At the milky-waxy stage (fig. 1b) the cytoplasmic extract has two types of particles containing the newly synthesized mRNA: polyribosomes with a buoyant density of 1.50–1.52 g/cm³ and free informosomes with a buoyant density of 1.40–1.45 g/cm³.

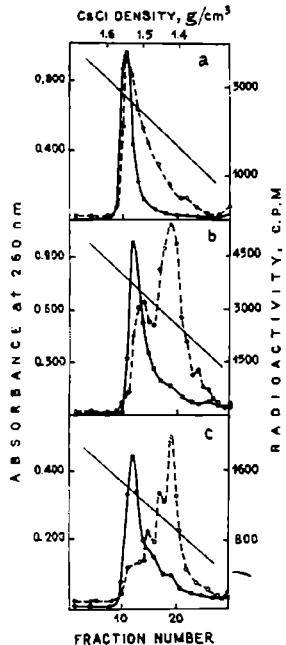


Fig. 1. Density distribution in the CsCl gradient of cytoplasmic RNP particles of wheat embryos labelled for 20 min with [^3H]uridine at the following stages. (a) Early milky, (b) Milky-waxy, (c) Waxy. Centrifugation was done in an SW-65 rotor at 40 000 rev/min for 18 h at 3°C. (—) u.v. absorption; (---) radioactivity.

At the waxy stage (fig.1c), the main type of particles containing the newly synthesized mRNA are free informosomes with a buoyant density of 1.40–1.45 g/cm³.

From these results it can be presumed that the gradual disappearance of polyribosomes and accumulation of free informosomes at the late stages of ripening reflects a decrease in the rate of protein synthesis and an accumulation of stored mRNA in the form of

informosomes during transition of the seeds into dormancy.

A question arises whether this mRNA remains in the form of informosomes in dormant dry embryos. To solve this question the following experiments were carried out. Embryos were separated from seeds at the later waxy stage and incubated with [^3H]uridine for 20 min, then washed free of the excess of the radioactive label and dried at room temperature (25°C). Cytoplasmic RNP particles were isolated from the dried embryos and analysed in the CsCl density gradient. The distribution of radioactive material obtained was identical to that shown in fig.1c. Consequently, the free informosomes accumulated at the late stages of ripening of wheat embryos survive embryo drying.

For a further proof that mRNA in the form of informosomes is conserved in embryos during transition into the dormant state, we incubated intact seeds with [^3H]uridine for 1 h at the later waxy stage. After the seeds were washed free of excess radioactive precursor and dried at room temperature (25°C), the embryos were separated and an analysis was done of the distribution of the radioactive material in the CsCl density gradient.

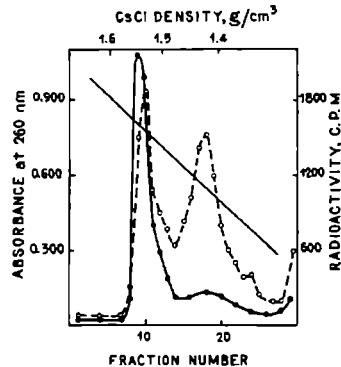


Fig. 2. Density distribution in the CsCl gradient of cytoplasmic RNP particles of wheat embryos isolated from intact later waxy ripe seeds labelled for 1 h with [^3H]uridine and then dried. Centrifugation was carried out in an SW-65 rotor at 40 000 rev/min for 18 h at 3°C. (—) u.v. absorption; (---) radioactivity.

As seen in fig.2, in this case as well the predominant type of particles containing the newly synthesized RNA are informosomes with a buoyant density of 1.40–1.45 g/cm³. The appearance of radioactivity in the band of ribosomes is apparently due to the synthesis of ribosomes because of a slower dehydration of intact seeds as compared with the isolated embryos.

It should be noted that both the embryos separated from seeds and then dried, and the embryos separated after drying of intact seeds were able to germinate and grow normally on agar in Petri dishes.

The results obtained are considered by us as a direct experimental evidence that mRNA is conserved during transition of seeds into the dormant state and that it is present there as the complexes with protein in the form of informosomes.

Acknowledgements

The authors express their gratitude to Professor A. S. Spirin for reading the manuscript and valuable advice and to the Scientific Information Department, Institute of Protein Research, Academy of Sciences of the USSR, for translating the manuscript into English.

References

- [1] Gross, P. R. (1964) *J. Exp. Zool.* 157, 21–38.
- [2] Tyler, A. (1963) *Amer. Zool.* 3, 109–126.
- [3] Monroe, A., Maggio, R. and Kinaldi, A. M. (1965) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 54, 107–111.
- [4] Marcus, A. and Feeley, J. (1964) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 51, 1075–1079.
- [5] Dure, L. S. and Waters, L. C. (1965) *Science* 147, 410–412.
- [6] Chen, D., Sarid, S. and Katchalski, E. (1968) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 60, 902–909.
- [7] Weeks, D. P. and Marcus, A. (1971) *Biochim. Biophys. Acta* 232, 671–684.
- [8] Spirin, A. S., Belitsina, N. V. and Ajikhozhin, M. A. (1964) *Zhur. Obozr. Biol.* 25, 321–337. English translation (1965) *Fed. Proc.* 24, T907–922.
- [9] Spirin, A. S. (1966) in: *Current Topics in Development Biology* (Monroy, A. and Moscona, A. A., eds.) Vol. 1, pp. 1–38. Academic Press, New York.
- [10] Spirin, A. S. (1969) *Eur. J. Biochem.* 10, 20–35.
- [11] Spirin, A. S. (1972) in: *The Mechanism of Protein Synthesis and Its Regulation* (Bosch, L., ed.), pp. 515–537. North-Holland, Amsterdam, London.
- [12] Ajikhozhin, M. A., Akhanov, A. U. and Doschanov, Kh. J. (1973) *FEBS Lett.* 31, 104–106.
- [13] Ajikhozhin, M. A. and Akhanov, A. U. (1974) *FEBS Lett.* 41, 275–279.
- [14] Ajikhozhin, M. A., Polimbtsova, N. S. and Akhanov, A. U. (1975) *FEBS Lett.* 54, 212–216.
- [15] Doschanov, Kh. J., Ajikhozhin, M. A. and Darkanbejev, T. B. (1975) *Physiol. Rast.* 22, 368–375.

NUCLEAR RIBONUCLEOPROTEIN PARTICLES OF HIGHER PLANTS

M. A. AJTKHOZHIN, N. S. POLIMBETOVA and A. U. AKHANOV

Institute of Botany, Academy of Sciences of the Kazakh SSR, Alma Ata, Kazakh SSR, USSR

Received 26 March 1975

1 Introduction

Soon after the discovery of cytoplasmic messenger ribonucleoproteins (mRNP) or informosomes [1], ribonucleoproteins containing heterogenous non-ribosomal RNA (the so-called '30 S particles') were also found in nuclear extracts of animal cells [2,3]. The buoyant density of these particles in CsCl proved to be identical with that of cytoplasmic informosomes [4,5]. It was later shown that if extraction is done in the presence of a ribonuclease inhibitor, larger heterogeneous RNP particles with sedimentation coefficients of 40 S to 250 S can be isolated from animal nuclei [6]. Thus, judging from the main criteria, such as buoyant density, sedimentation heterogeneity and others, nuclear mRNP particles have proved to be similar to the cytoplasmic mRNP particles and can be considered as nuclear informosomes [7].

In previous communications we reported data on the presence in plant cytoplasmic extracts of free and polysome-bound informosomes similar in all characteristics to the analogous animal particles [8,9]. The present paper is devoted to the isolation and some characteristics of nuclear informosomes from germinating wheat embryos.

2 Materials and methods

The object of the study were embryos of wheat *Triticum vulgare*, sort 'Kazakhstan 126', prepared according to Johnston and Stern [10]. The embryos were germinated as described earlier [8] for 4 hr at 30°C and incubated with [³H]uridine (0.5 mCi/ml) in a medium containing 0.02 M KCl and 0.01 M Tris buffer, pH 7.0, for 15–20 min at 30°C. After

incubation was completed, the embryos were washed free from excess radioactive uridine and homogenized in buffer consisting of 0.25 M sucrose, 0.005 M MgCl₂, 0.01 M KCl, 0.005 M mercaptoethanol, 4% gum arabic, 0.01 M triethanolamine, pH 7.0. The homogenate was filtered through two layers of Miracloth. The isolation of nuclei from the homogenate was done by a somewhat modified procedure of Tautvydas [11]. The filtered homogenate was centrifuged at 3000 g for 15 min. The nuclear pellet was suspended in a small volume of the buffer used for homogenization without gum arabic, then Triton X-100 was added to a final concentration of 0.02%, and the suspension was layered onto a discontinuous gum arabic gradient (8 ml 12%, 10 ml 10%, 12 ml 8%), prepared in the homogenization buffer, and centrifuged at 3000 g for 15 min. Sometimes the purification of nuclei was done by repeated centrifugation through the gum arabic gradient. The purity of nuclei was checked microscopically. The RNP particles were extracted from the purified nuclei with a high salt concentration buffer according to Penman et al. [12]; the buffer contained 0.5 M NaCl, 0.01 M MgCl₂, 0.01 M triethanolamine, pH 7.0, and Triton X-100 was added to a final concentration of 0.5%. The lysate was treated with DNase (50 pg/ml) for 20 min at 30°C and centrifuged at 15 000 g for 20 minutes. The supernatant fraction representing the nuclear extract was fixed with 4% neutral formaldehyde, and after 30–40 min incubation was diluted with a low salt concentration buffer (0.01 M NaCl, 0.005 M MgCl₂, 0.01 M triethanolamine, pH 7.4) with formaldehyde and used either for sucrose gradient sedimentation or for density analysis in the CsCl gradient. The RNA was isolated from the nuclear lysate by the method of Perry et al. [13] with the addition of unlabelled

nibosomal RNA from wheat embryos as a carrier and reference. Other details of the procedure are given in the legends to figures.

3. Results and discussion

Three types of procedures were used to isolate the nuclear ribonucleoprotein particles of animal material: repeated extraction with isotonic buffer in the cold with pH increasing from 7 to 8 [4], mechanical disruption of the nuclei by ultra-sound in isotonic medium at neutral pH values [14], and lysis in a high salt concentration [12].

In our experiments numerous attempts to extract the nuclei of plant cells at a low salt concentration with pH increasing up to 8 did not result in satisfactory sedimentation patterns. Sucrose gradient centrifugation displayed the greater part of the uridine-labelled material sedimenting in the low molecular weight zone. In the cesium chloride gradient the radioactivity was distributed heterogeneously over a wide range of density of 1.35 to 1.60 g/cm³ (data are not shown). Thus the method in its standard version seems to have a limited application to different materials. For some cultural animal cells it was possible to extract nuclear mRNP particles by this method in combination with increasing the temperature in the course of extraction to 20–37°C [15] and the pH up to 9 [14]. However, in our experiments the increases of temperature and pH were also found unsuccessful for extraction of plant nuclear mRNP particles.

As an alternative we used the lysis of nuclei in a high salt concentration according to Penman et al. [12]. The sucrose gradient sedimentation pattern of the wheat embryo nuclear extract obtained by such a high salt concentration technique is represent in fig.1. The figure shows that all the labelled RNA is in the structure distributed heterodispersely over a wide range of sedimentation coefficients characteristics of rapidly-labelled non-ribosomal ribonucleoprotein particles. To elucidate the density distribution of the structures studied, fractionation of the same extract was done in the CsCl gradient. As shown in fig.2, practically all the labelled RNA forms a homogeneous band with a buoyant density of 1.40 g/cm³. The latter permits one to conclude that all the

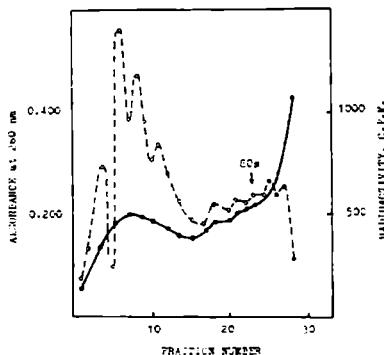


Fig.1. Sedimentation distribution in the 10–60% sucrose gradient of RNA-containing material of wheat embryo nuclear extract pre-incubated for 20 min with [³H]uridine. Centrifugation at 38 000 rev/min in an SW-65 rotor for 90 min at 3°C. Solid line, UV absorption; dotted line, radioactivity.

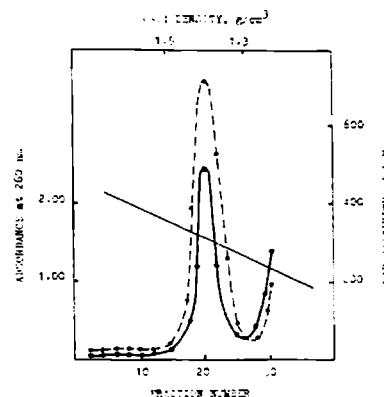


Fig.2. Density distribution of RNA-containing material of the nuclear extract in the cesium chloride gradient. Centrifugation at 40 000 rev/min in an SW-65 rotor for 20 hr at 3°C. Solid line, UV absorption; dotted line, radioactivity.

newly synthesized RNA extracted from the plant cell nuclei after the short time of incubation with the radioactive precursor in the form of complexes with protein of the informosome type characterized by a ratio of RNA to protein of about 1:4. It can be seen in the same figure that the procedure used to purify the nuclei is quite effective, as cytoplasmic ribosomes and polyribosomes (buoyant density of 1.51–1.55 g/cm³) are completely absent from the preparation.

Additional proof that the structures observed are of a true nuclear nature was obtained from analysis of the RNA of the particles. The sedimentation pattern of the RNA preparation isolated from the nuclear extract is given in fig.3. It is seen that all the newly-synthesized RNA sediments heterodispersely with an average sedimentation coefficient from 15 S to 30 S and lower, characteristic of nuclear RNA.

The possibility of contamination of the nuclear mRNP particle preparation by chromatin proteins was eliminated in experiments where the non-fixed nuclear extract was centrifuged in the sucrose gradient containing 0.1 M NaCl and 4% formaldehyde. After centrifugation the radioactive material was collected from the two zones (fig.4). dialysed free from sucrose

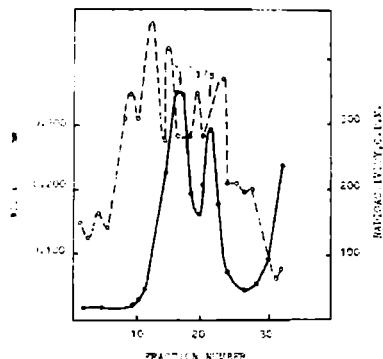


Fig. 3. Sedimentation distribution in the 15–30% sucrose gradient of RNA isolated from the nuclear extract. Centrifugation at 38 000 rev./min in an SW-65 rotor for 5.5 hr at 16°C. Solid line, UV absorption of ribosomal RNA; dotted line, radioactivity.

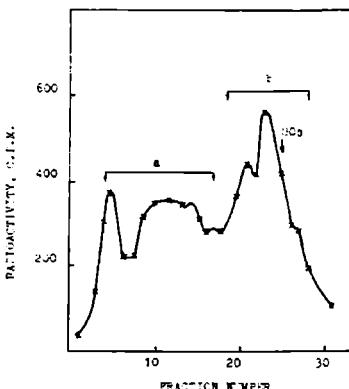


Fig. 4. Sedimentation distribution of RNA-containing material of the nuclear extract in the 10–60% sucrose gradient. Centrifugation at 23 000 rev./min in an SW-25.1 rotor for 90 min at 3°C. Zones 'a' and 'b' were collected, the sucrose removed by dialysis and the material used for density analysis in the cesium chloride gradient (see fig. 5).

and analyzed in the cesium chloride gradient. The nuclear mRNP particles from both zones purified in this manner had the same buoyant density in CsCl (1.40 g/cm³) as the particles of the crude extract (fig.5).

Plant nuclear mRNP particles, just as the analogous animal structures, were shown to be sensitive to low RNAase concentrations. A short treatment with the enzyme converted the greater part of the radioactivity into the acid-soluble form, and the remaining part was found in the low molecular weight zone of the sucrose gradient (fig.6). The removal of magnesium from the nuclear extract by EDTA (0.01 M) treatment did not change the density characteristics of the nuclear mRNP particles (data not shown).

Thus, the results obtained permit us to conclude that in higher plant nuclear extracts rapidly-labelled RNA exists in the form of complexes with protein of a buoyant density of 1.4 g/cm³. According to all the characteristics studied, such as the non-ribosomal nature of the rapidly-labelled RNA component, the sedimentation heterogeneity, the unique buoyant

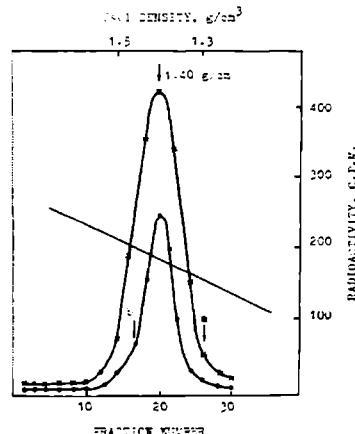


Fig.5. Density distribution in the cesium chloride gradient of nuclear mRNP particles taken from different sucrose gradient zones (see fig.4). Centrifugation in the cesium chloride gradient at 40 000 rev/min in an SW-65 rotor for 20 hr at 3°C.

density, sensitivity to low RNase concentrations and resistance to EDTA, the plant nuclear mRNP particles are similar to the informosomes of animal and plant cells.

On the basis of these results we have come to the general conclusion that in addition to the earlier revealed free cytoplasmic informosomes and polysome-bound mRNP particles, nuclear informosomes are also present in plant cells. The discovery of all the three types of localization of rapidly labelled non-ribosomal ribonucleoproteins in higher plants poses the question of some common functional role of these structures in eukaryotic organisms.

Acknowledgements

The authors thank the Scientific Information Department, Institute of Protein Research, Academy of Sciences of the USSR, for translating the manuscript into English.

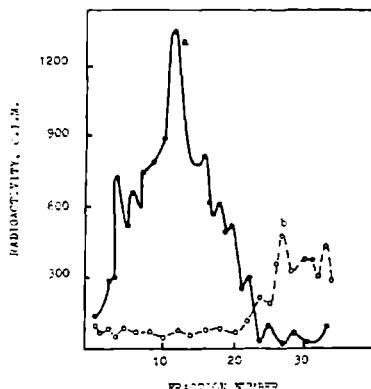


Fig.6. Effect of pancreatic RNase on nuclear mRNP particles. The nuclear extract was incubated with pancreatic RNase (1 µg/ml, 37°C for 5 min). Centrifugation at 38 000 rev/min in an SW-65 rotor for 90 min at 3°C. Solid line, control mRNP; dotted line, the same after the RNase treatment.

References

- [1] Spirin, A. S., Belitsina, N. V. and Ajtikhozhin, M. A. (1964) Zhur. Obshch. Biol. 24, 321–337. English translation (1965) Fed. Proc. 24, T907–922.
- [2] Samarina, O. P., Astan, I. S. and Georgiev, G. P. (1965) Dokl. Akad. Nauk SSSR 163, 1510–1513.
- [3] Samarina, O. P., Krichevskaya, A. A. and Georgiev, G. P. (1966) Nature, 210, 1319–1323.
- [4] Samarina, O. P., Krichevskaya, A. A., Molnar, J., Bruskov, V. I. and Georgiev, G. P. (1967) Molekul. Biol. 1, 565–574.
- [5] Spirin, A. S. (1969) Eur. J. Biochem. 10, 20–35.
- [6] Samarina, O. P., Krichevskaya, A. A., Molnar, J. and Georgiev, G. P. (1968) J. Mol. Biol. 33, 251–263.
- [7] Spirin, A. S. (1972) in: The mechanism of Protein Synthesis and Its Regulation (Bosch, L., ed.), pp. 515–537, North-Holland Publ. Co., Amsterdam-London.
- [8] Ajtikhozhin, M. A., Akhanov, A. U. and Doschanov, Kh. I. (1973) FEBS Lett. 31, 104–106.
- [9] Ajtikhozhin, M. A. and Akhanov, A. U. (1974) FEBS Lett. 41, 275–279.
- [10] Johnston, F. B. and Stern, H. (1957) Nature 179, 160–164.
- [11] Tautvydas, K. J. (1971) Plant Physiol. 147, 499–503.

- [12] Penman, S., Vesco, C. and Penman, M. (1968) J. Mol. Biol. 34, 49–69.
- [13] Perry, R. P., La Torre, J., Kelley, D. E. and Greenberg, J. R. (1972) Biochim. Biophys. Acta 262, 220–226.

- [14] Pederson, T. (1974) J. Mol. Biol. 83, 163–183.
- [15] Kohler, C. and Arends, C. (1968) Eur. J. Biochem. 5, 500–506.

ИНФОРМОСОМЫ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

Одним из принципиально важных фактов, установленных в исследованиях информационных РНК животных объектов, явилось обнаружение рибонуклопротеидной формы организации информационной РНК – информосом. В течение ряда лет в отечественных и зарубежных лабораториях велись интенсивные исследования по поиску информосом в различных животных объектах и изучению их свойств.

Только в 1965–1970 гг. начали появляться первые публикации по общей характеристике информационных РНК растений. Однако уровень этих работ был недостаточно высоким. Так, исследователи, по данным включения радиоактивных предшественников, констатировали обнаружение быстрометающихся РНК АУ-типа, относя их к информационным. Большинство работ оказались методически несовершенными из-за бактериальных загрязнений (Mans. 1968). Кроме того, выделение недеградированных препаратов РНК из растений оказалось крайне затруднительным из-за высокого уровня рибонуклеазной активности в растительных тканях. Литература по растительным РНК до недавнего времени была посвящена лишь улучшению методик выделения и фракционирования, поиску различных эффективных ингибиторов РНК-аз. Анализу подвергались главным образом тотальные препараты РНК, которые фракционировали в градиенте сахарозы (Loening. 1956), на колонках метилированного альбумина с кизельгуром (Key, 1972) или электрофорезом в ПААГ-агарозных гелях (Loening. 1968). Трудной проблемой оказалось радиоактивное мечение РНК вследствие низкой проницаемости клеточных мембран растительных клеток для предшественников нуклеиновых кислот.

В первых попытках поиска информосом в растительных клетках объектом исследования служили проростки гороха, которые предварительно стерилизовали от бактериальной флоры, инкубировали в стерильной среде, содержащей $\text{KH}_2^{32}\text{PO}_4$ и получали цитоплазматический экстракт, из которого осаждали РНП-частицы и фракционировали в градиенте сахарозы. Новосинтезированные РНК были обнаружены в основном в предрибосомной зоне сахарозного градиента. Для выяснения природы радиоактивного материала предрибосомной зоны частицы фракционировали в градиенте хлористого

цезия. В результате было выявлено два типа структур – полирибосомы и частицы типа информосом с плавучей плотностью 1,39 г/см³ (Айтхожин и др., 1970). Дальнейший анализ свойств этих структур затруднялся низким выходом их из проростков гороха, слабым включением радиоактивных предшественников, а также высоким уровнем нуклеазной активности.

Наиболее удобным объектом для выделения и изучения РНП-частиц оказались эмбрионы пшеницы. Они имеют ряд преимуществ по сравнению с проростками гороха: в зародышах пшеницы содержится большое количество нуклеиновых кислот; клейковина находится в эндосперме и не препятствует выделению нуклеиновых кислот; простота извлечения эмбрионов из покоящихся, созревающих и прорастающих семян; возможность культивировать эмбрионы, освобожденные от эндосперма в стерильных условиях, длительное время; высокая скорость включения радиоактивных предшественников, позволяющая применять короткие экспозиции для избирательного мечения информационных РНК, и отсутствие рибонуклеазной активности.

СВОБОДНЫЕ ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКИЕ ИНФОРМОСОМЫ

Обнаружение и общая характеристика

Распределение новосинтезированной РНК в цитоплазматических экстрактах зародышей пшеницы, меченых [³H]-уридином, изучали фракционированием в сахарозном градиенте препарата РНП-частиц, осажденных из постмитохондриальной фракции, обработанной детергентом (рис. 1; Ajtikhozhin e. a., 1973). По УФ-поглощению наблюдался основной гомогенный пик, соответствующий 805-монарибосомам. Новосинтезированная РНК, меченная [³H]-уридином, распределялась в предрибосомной зоне, радиоактивность же монорибосом была незначительна. Наблюданную радиоактивность можно было бы отнести либо к полиривосомам, либо к РНП-частям типа информосом. Для решения этого вопроса часть препарата РНП-частиц фракционировали в градиенте хлористого цезия (рис. 2). Главный пик, наблюдаемый по УФ-поглощению, соответствовал монорибосомам, имеющим плавучую плотность в CsCl 1,54–1,55 г/

см^3 (Ajtkhozhin e. a., 1972). Основная масса радиоактивности распределась в довольно узкой зоне градиента с плотностью 1,40–1,44 $\text{г}/\text{см}^3$. По седиментационному поведению и значению плавучей плотности эти структуры должны рассматриваться как частицы, аналогичные информосомам животных клеток (Ajtkhozhin e. a., 1973). Однако сохранялась возможность сорбции посторонних белков на полирибосомах при применении неионных детергентов в буфере с низкой ионной силой. Плавучая плотность полирибосом при этом могла снижаться до значений 1,40–1,46 $\text{г}/\text{см}^3$ (Olsnes e. a., 1971). Чтобы проверить такую возможность, были поставлены эксперименты по избирательному мечению полирибосом импульсной меткой [^{14}C]-аминокислотами с последующим анализом в градиенте хлористого цезия (Ajtkhozhin e. a., 1973). Единственными радиоактивными структурами в препарате были полирибосомы, которые имели обычную для них плавучую плотность 1,52–1,54 $\text{г}/\text{см}^3$, идентичную аналогичным структурам животных клеток.

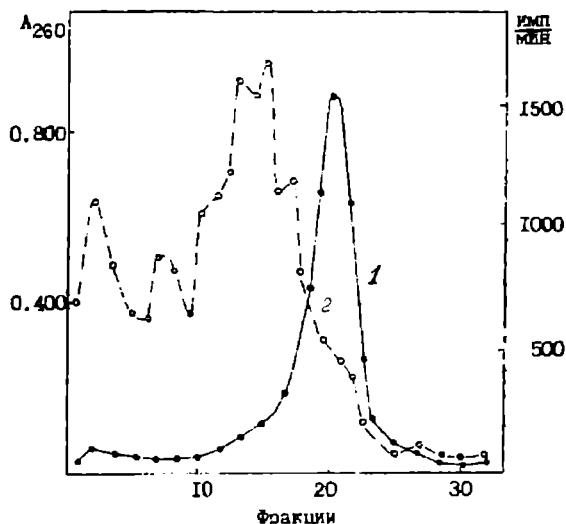


Рис. 1. Седиментационное распределение в 10–70% градиенте сахарозы цитоплазматических РНП-частиц эмбрионов пшеницы, меченых [^3H]-уридином и обработанных 0,5% трилоном X-100: 1 – УФ-поглощение; 2 – радиоактивность

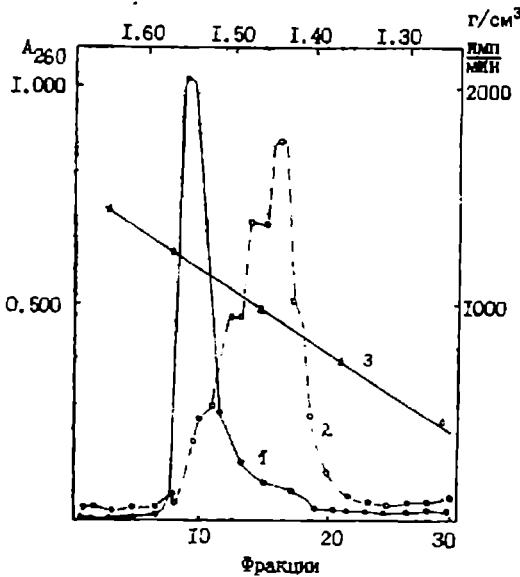


Рис. 2. Плотностное распределение в градиенте хлористого цезия цитоплазматических РНП-частиц из эмбрионов пшеницы: 1 – УФ-поглощение; 2 – радиоактивность; 3 – плотность

Для получения еще более строгих доказательств того, что структуры с плотностью 1,40–1,44 г/см³ не являются результатом сорбции посторонних белков, выделение цитоплазматических экстрактов, получение и анализ РНП-частиц проводили в буфере с повышенной ионной силой (0,15 М КCl). Анализ данных показал, что характер распределения меченых РНП-частиц в буфере с повышенной ионной силой существенно не менялся (Ajtkhzhin e. a., 1973), что говорит об отсутствии сорбции посторонних белков.

Однако в связи с имевшимися в литературе данными о существовании информосом в цитоплазме в двух состояниях (свободном и связанном с полисомами), возник вопрос, не являются ли наблюдаемые частицы результатом их освобождения из полисом в процессе осаждения. Были проведены две серии экспериментов.

В первой серии с целью максимального уменьшения возможности деградации полисом постмитохондриальную фракцию после обработки детергентом не осаждали, а прямо наносили на градиент

сахарозы, содержащий 4% формальдегид. После центрифугирования и фракционирования вычленяли две зоны градиента, удаляли сахарозу и проводили анализ в градиенте CsCl. Результаты показали, что в препарате РНП-частиц, не подвергшихся осаждению, выявляются те же частицы: с плотностью 1,52 г/см³ – полисомы и 1,40–1,44 г/см³ – информосомы. Во второй серии опытов постмитохондриальную фракцию цитоплазматического экстракта сразу же фиксировали 4% формальдегидом и подвергали фракционированию в градиенте сахарозы и CsCl. Основными быстрометающимися структурами и в этом случае являлись частицы типа информосом.

В целом оба типа экспериментов показали, что наблюдаемые в цитоплазматическом экстракте свободные информосомы, очевидно, не являются результатом освобождения их из полисом в процессе выделения (Айтхожин, 1976; Аханов, 1977).

Чтобы выяснить, не являются ли частицы с плотностью 1,40–1,44 г/см³ предшественниками рибосом с избыточным белком, из препарата РНП-частиц, меченного по уридину, была выделена РНК и проведен седиментационный анализ в градиенте сахарозы (Aitkhozhin e. a., 1973; Айтхожин, 1975; рис.3).

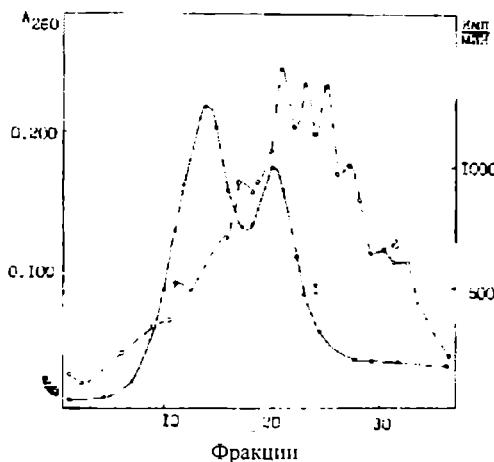


Рис. 3. Седиментационное распределение в 15–30% градиенте сахарозы быстрометающейся РНК, выделенной из цитоплазматических РНП-частиц эмбрионов пшеницы: 1 – УФ-поглощение; 2 – радиоактивность

Новосинтезированная РНК обнаруживала гетерогенное распределение со средними седиментационными коэффициентами 6–18S, характерное для быстрометающихся РНК информационного типа. Радиоактивность рибосомных РНК была незначительна. Поскольку свободные информосомы животных объектов впервые были обнаружены в субрибосомной фракции цитоплазматического экстракта (иначе в пострибосомной зоне сахарозного градиента), то возник вопрос, существуют ли в растительных клетках РНП-частицы, седиментирующие медленнее рибосом. Для решения этого вопроса постмитохондриальная фракция эмбрионов пшеницы насыщалась на 15–30% градиент сахарозы и центрифугировалась в условиях, когда рибосомы седиментировали в нижней части центрифужной пробирки. Новосинтезированные РНП распределялись в предрибосомной и пострибосомной зонах градиента. Седиментирующие в пострибосомной зоне частицы были собраны, диялизованы от сахарозы и анализированы в градиенте хлористого цезия. Оказалось, что для новосинтезированных РНП-частиц, содержащихся в этой зоне, характерно довольно гомогенное распределение с плавучей плотностью 1,40 г/см³.

Таким образом, по седиментационным и плотностным характеристикам, качеству содержащейся в них РНК эти частицы могут рассматриваться как информосомы растительных клеток.

Информосомы можно разделить на три отдельных компонента с плавучими плотностями в CsCl 1,40–1,44, 1,45–1,47 и 1,49–1,5 г/см³ (Ajtkhozhin, Akhanov, 1974; Айтхожин, 1975). Следовательно, компонент с плотностью 1,40–1,44 г/см³ представляет собой истинные свободные информосомы растительных клеток (Ajtkhozhin e. a., 1973). Природа других компонентов остается пока неясной. Это могут быть информосомы с более высоким соотношением РНК: белок, либо комплексы информосом с одной рибосомой или малой рибосомной субчастицей (Ajtkhozhin, Akhanov, 1974; Айтхожин, 1975). Для уточнения природы этих структур требуются дополнительные исследования.

В ряде лабораторий предпринимались попытки поиска информосом в растительных клетках. Косвенные данные об их присутствии в покоящихся эмбрионах пшеницы были получены D. Weeks, A. Marcus (1971) совершенно по-иному. Авторы изучали локализацию запасной формы мРНК в субклеточных фракциях по данным

включения меченых аминокислот в бесклеточной системе трансляции. Было показано, что большая часть матричной активности в покоящихся эмбрионах локализована в быстроседиментирующей МФ-фракции, свойства которой были изучены. При добавлении МФ-фракции в бесклеточную систему трансляции наблюдалось образование полирибосом и усиленное включение меченых аминокислот в новосинтезированные полипептиды, что подтверждало информационный характер содержащейся в ней РНК. Обработка МФ-фракции проназой и N-этилмалеимидом инактивировала матричную активность; чистые препараты РНК, выделенные из этой фракции, также не обладали матричной активностью. Авторы полагают, что функциональной формой мРНК в покоящихся эмбрионах могут быть мРНП-частицы (Weeks, Marcus, 1971).

E. Reiman, J. Buchowicz (1973) исследовали распределение новосинтезированной РНК в различных субклеточных фракциях прорастающих эмбрионов пшеницы. Установлено, что большая часть быстрометяющейся РНК обнаруживается в МФ-фракции, седиментирующей при 39 000g. В этой фракции определено содержание РНК и белка. Возможно, МФ-фракция представляет собой рибонуклеопротеид (информосомы). Однако специального физико-химического исследования не проведено, что крайне затрудняет интерпретацию полученных результатов о природе фракции. Позднее M. Tomaszewski, J. Buchowicz (1975) были представлены новые результаты по исследованию тяжелых РНП-частиц (МФ-фракция) из эмбрионов пшеницы. Было показано, что в градиенте сахарозы МФ-фракция гетерогенна. После хранения в течение 6 ч на холода она разрушается, и при этом накапливаются частицы с коэффициентом седиментации около 40S.

Определенную ясность в вопрос о субклеточной локализации гидогенных мРНП-частиц внесли W.J. Peumans с соавт. (1978), изучавшие седиментационные свойства запасных мРНП-частиц в покоящихся эмбрионах ржи. Запасные мРНП-частицы они подразделили на два класса. Первый класс составили частицы, ассоциированные с быстроседиментирующими структурами, например, элементами шероховатого эндоплазматического ретикулума; они содержали около 25% суммарной матричной активности. Обработка дегергентами приводила к частичному освобождению мРНП из больших, по-видимому, мембранных структур. Во второй класс входили

«растворимые» мРНП-частицы, содержащие около 75% суммарной матричной активности и имевшие коэффициенты седиментации от 25 до 104S (Peumans, Carlier, 1977). Седиментационное поведение «растворимых» мРНП-частиц сильно зависело от состава гомогенизационной среды. При высоких концентрациях ионов Mg^{2+} и Ca^{2+} , а также при низкой рН растворимые мРНП-частицы формировали агрегаты, седиментирующие при небольшой центробежной силе.

Данные этих авторов подтверждены и другими исследователями. Так, в случае, когда условия выделения допускали формирование комплексов (высокая концентрация двухвалентных катионов и pH 6.0–6.5), мРНП-частицы седиментировали очень быстро (Marcus, Feeley, 1966; Marcus, 1969; Weeks, Marcus, 1971; Haimet, Katterman, 1975). Напротив, когда условия выделения способствовали солюбилизации, большинство мРНП-частиц оставались в надосадочной фракции (Mori, Matsushita, 1970; Weeks, Marcus, 1971; Schultz et al., 1972; Bhat, Padayatty, 1974; Peumans, Carlier, 1977).

Другой попыткой косвенного определения локализации мРНК покояющихся эмбрионов пшеницы явилась работа G. Schultz с соавт. (1972). Авторы обнаружили эндогенную матричную активность в рибосомной фракции, что позволило им сделать предположение о присутствии в покояющихся эмбрионах мРНК, которая хранится в форме комплексов с рибосомой или рибосомной субчастицей. Для доказательства этого предположения рибосомную и субрибосомную фракции анализировали в градиенте сахарозы. Фракции сахарозного градиента вносили в бесклеточную систему, содержащую смесь [^{14}C]-аминокислот. Эндогенная матричная активность обнаруживалась во фракциях, седиментирующих около 90 и 45S. Электрофорез в ПААГ РНК этих фракций обнаружил наличие семи компонентов, но лишь один компонент имел нерибосомную природу, так как содержание ГЦ было ниже 50%. Этот же компонент РНК в бесклеточной системе стимулировал включение мечёных аминокислот. Полученные результаты не привели авторов к какому-то определенному заключению о структуре наблюдавшейся фракции.

Детально рассмотрено распределение быстрометающихся РНК в цитоплазматических экстрактах прорастающих эмбрионов пшеницы с применением электрофоретического анализа РНК и центрифугирования в градиенте CsCl (D. Chen с соавт., 1971). На плотностных диаграммах препаратов РНП-частиц отчетливо были видны

структуры типа информосом. Для выяснения природы этих структур авторы проводили чейз-эксперимент с 20-кратным избытком немеченого уридина, при этом наблюдался переход радиоактивного материала в рибосомы. На основании этого был сделан, по-видимому, неверный вывод о том, что структуры с низким значением плавучей плотности ($1.42-1.46 \text{ г/см}^3$) представляют собой предшественников рибосом. Некорректность этого вывода вытекает из следующего: во-первых, чейз-эксперимент проведен с незначительным избытком немеченого уридина и поэтому разбавление радиоактивного предшественника недостаточно; во-вторых, в чейз-эксперименте не было торможения транскрипции, и скорее всего, в данном случае следует говорить не о переходе радиоактивного материала в рибосомы, а просто о накоплении стабильных меченых рибосом при длительном включении радиоактивного предшественника в ходе чейз-эксперимента.

Аналогичное исследование, посвященное локализации мРНК в цитоплазматических экстрактах прорастающих эмбрионов пшеницы опубликовал E. Silverstein (1973). Он обнаружил в субрибосомной зоне цитоплазматических экстрактов присутствие РНП-частиц с плавучей плотностью в CsCl более низкой, чем у рибосом, и сделал вывод, что наблюдаемые частицы представляют собой информосомы. Однако приводимые в работе экспериментальные данные не достаточны для такого заключения.

V. Walbot с соавт. (1974, 1975) сообщили об обнаружении в субрибосомной фракции экстрактов эмбрионов хлопчатника информосом с плавучей плотностью 1.40 г/см^3 , но документированная экспериментальная работа еще не опубликована.

Растения представляют интересную биологическую систему, в которой процессы роста и развития связаны с переходом в состояние покоя при созревании и активацией синтетических процессов при прорастании. Поэтому изучение мРНК и мРНП-частиц в этих процессах представляется весьма важным.

В последнее время накапливается все больше данных о том, что мРНК в клетках высших растений находится в рибонуклеопротеидной форме (Peumans, Carlier, 1977; Peumans e. a., 1978, 1979; Pfisterer e. a., 1978; Ferter e. a., 1979). Так, в работе A. Ferter с соавт. (1979) выделены и охарактеризованы субрибосомные рибонуклеопротеидные частицы из семян и проростков редиса. Большая часть

их седиментировала одним пиком в районе 20S с плечом в зоне 30S, причем 20S-частицы имели плавучую плотность в CsCl 1.38 г/см³, а 30S – 1.41–1.43 г/см³. В составе РНП-частиц обнаружены два типа РНК: гетерогенная по размеру РНК с коэффициентами седиментации от 4S до 18S и РНК, комигрирующая при электрофорезе с 4S-транспортной РНК. Содержание 20S-РНП-частиц постепенно уменьшалось при прорастании семян до 72 ч вплоть до полного исчезновения, при этом содержание 30S-частиц оставалось без изменений. Авторы полагают, что имеют дело со смесью функционально различных РНП-частиц: 20S-частицы могут представлять запасные мРНП, играющие определенную роль при прорастании семян, и 30S-частицы, в которых содержится новосинтезированная мРНК, а также 4S-РНК.

В настоящее время наличие мРНК в форме информосом, по крайней мере, в эмбриональных тканях высших растений, можно считать твердо установленным.

Свойства свободных информосом

Информосомы растений обладают рядом свойств, общих для растительных и животных объектов. Так, информосомы растений чрезвычайно чувствительны к низким концентрациям рибонуклеазы. Инкубация препарата с РНК-азой (1 мкг/мл в течение 2 мин при 37°) полностью разрушает их (Айтхожин, 1975). В то же время частицы устойчивы к действию ЭДТА. Обработка ЭДТА в концентрации 0.01 М хотя и снижает в некоторой степени седиментационные коэффициенты, но не меняет их плотностных характеристик. В экспериментах по действию ЭДТА было замечено, что хотя плотностные характеристики основного компонента информосом (1.40–1.44 г/см³) не меняются, в то же время на плотностных диаграммах полисомный компонент (1.52 г/см³) полностью исчезает с одновременным возрастанием радиоактивности в зоне информосом, что указывает на присутствие в препаратах полисомно-связанных мРНП-частиц (Aitkhozhin e. a., 1973).

Информосомы растений чувствительны к высоким концентрациям солей (Айтхожин, 1976). В диапазоне концентраций 0.025–0.15 М KCl плотностные характеристики информосом существенно не менялись. Повышение концентрации KCl по 0.3М увеличивало

и ишущую плотность до 1,45–1,48 г/см³, т.е. приводило к заметной диссоциации части белка. При дальнейшем увеличении KCl до 0,5М происходила еще более глубокая диссоциация частиц, плаву-щая плотность их составляла 1,48–1,53 г/см³ (Аханов, 1977). Интересно, однако, отметить, что даже столь высокая концентрация соли не приводила к полной диссоциации белка. Возможно, это связано с тем, что в состав информосом входят легко диссоциирующие и прочно связанные структурные белки.

РНК информосом

Установлено, что в составе информосом растений содержится главным образом мРНК. Косвенным подтверждением этого является высокая скорость синтеза, характерная для мРНК. Так, было показано, что РНК информосом быстро включает радиоактивные предшественники, а другие виды РНК (в частности, рибосомные) в течение коротких экспозиций их не включают (Ajtkhzhin e. a., 1973; Айтхожин, 1975). Более прямые подтверждения информационной природы РНК растительных информосом вытекают из анализа ее седиментационного распределения. Выделенная из информосом РНК отличается от рибосомных и транспортных по размеру и седиментирует в градиенте сахарозы в зоне 6–30S (Ajtkhzhin e. a., 1973; Айтхожин, 1975; Fraser, 1975; Peumans, Carlier, 1977; Филимонов и др., 1978). Информационная природа РНК информосом строго подтверждается экспериментами, в которых наблюдался переход их РНК в транслирующие полирибосомы (Weeks, Marcus, 1971; Spiegel, Marcus, 1975; Gross и др., 1979). Наиболее прямые доказательства информационной природы РНК информосом вытекают из экспериментов, показывающих, что препараты информосом и экстрагированная из них РНК стимулируют включение аминокислот в новосинтезированные полипептиды в бескеточной системе белкового синтеза (Weeks, Marcus, 1971; Schultz e. a., 1972; Peumans, Carlier, 1977). Кроме того, было показано, что РНК информосом имеют на 3'-конце поли(A)-последовательности, которые являются характерным признаком информационных РНК (Филимонов и др., 1978; Caers e. a., 1979).

Длина поли (A)-последовательностей мРНК растений составляет от 150 до 200 нуклеотидов (Sagher e. a., 1974). Синтез поли (A) чувствителен к кордицепину (Spiegel, Marcus, 1975; Hammst,

Kattappann. 1975). следовательно, полиаденилирование мРНК происходит посттранскрипционно.

Сравнительно недавно было показано, что мРНК растений может подвергаться модификации посредством метилирования (Kennedy, Lane. 1978), причем метилзамещенные компоненты в поли(A)-РНК зародышей пшеницы представлены главным образом N⁶-метиладенозином (m^6A) и 7-метилгуанозином: (m^7G). Степень метилирования m^6A , локализованного внутри нуклеотидных последовательностей мРНК, в 3–4 раза выше, чем 5'-концевого m^7G . Было также установлено, что 5'-концевая кеп-структура представлена преимущественно тремя динуклеотидными последовательностями: m^7G ффА, m^7G ффГ и m^7G ффЦ. Степень метилирования этих видов последовательностей зависела от времени, однако всегда убывала в указанном ряду, т.е. предпочтительнее метилировалась последовательность m^7G ффА. Интересно, что поли(A)-РНК зародышей пшеницы отличается по характеру метилирования от соответствующих РНК других видов организмов.

Белки свободных информосом

Если РНК информосом можно избирательно пометить радиоактивными предшественниками, то избирательного мечения информосмных белков в большинстве случаев достигнуть не удается, поэтому для анализа белкового компонента информосом последние должны быть очищены от других клеточных белков и белок-содержащих структур. Объективная трудность при выделении чистых препаратов информосом заключается в их малом содержании в цитоплазме клеток. Нестабильность информосом также затрудняет очистку.

Отделение информосом от основной массы растворимых белков, имеющих низкие коэффициенты седиментации, может быть достигнуто с помощью методов центрифугирования. Однако отделение информосом от рибосом, рибосомных субчастиц и полирибосом составляет основную методическую трудность.

В нашей работе (данные не опубликованы) для выделения информосом применяли метод дифференциального центрифугирования. После осаждения полирибосом надосадочную фракцию насыщали на 1 мл 0,5 М сахарозы и центрифугировали при 115 000 g в течение 3 ч. При этих условиях информосомы, рибосомы и рибосомные

субчастицы осаждались на дно центрифужной пробирки, а свободные белки цитоплазмы оставались в надосадочной фракции. Осадок суспензировали, а затем анализировали в градиенте CsCl. По УФ-поглощению наблюдался пик в зоне с плавучей плотностью 1,54–1,55 г/см³, соответствующий монорибосомам. Весь радиоактивный материал распределялся в зоне с плавучей плотностью 1,40–1,42 г/см³, характерной для свободных информосом. Следует отметить, что полирибосомы (плавучая плотность – 1,52 г/см³) в препарате не наблюдалось.

Таким образом, можно заключить, что в исследуемой фракции мРНК находится в составе свободных, а не полисомно-связанных информосом. Для выделения белков свободных информосом проводили мягкую РНК-азную обработку частиц. При такой обработке рибосомы остаются интактными, тогда как информосомы легко разрушаются и продукты их деградации (олиго- и мононуклеотиды и информосомные белки) переходят в низкомолекулярную фракцию. При повторном высокоскоростном центрифугировании олигонуклеотиды и белки информосом оставались в надосадочной фракции, а рибосомы и их субчастицы осаждались. Низкомолекулярную фракцию рибонуклеазного гидролизата анализировали методом электрофореза в присутствии додецилсульфата натрия (рис. 4). На электрофореграмме информосомных белков было обнаружено несколько пептидов с относительной молекулярной массой от 17 000 до 100 000. Из них наиболее выражены были полипептиды с относительной молекулярной массой 52 000, 54 000 и 72 000. Белки рибосом на электрофореграмме информосомных белков не выявлялись, что свидетельствовало об отсутствии их деградации при РНК-азной обработке.

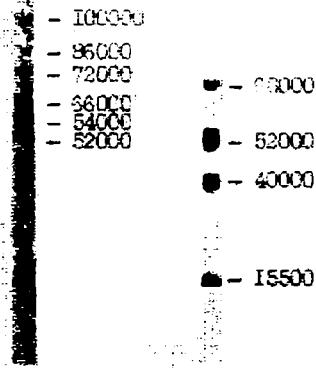


Рис. 4. Электрофоретическое распределение в ПААГ-ДСНа: 1 – белков свободных цитоплазматических информосом; 2 – реперных белков (бычий сывороточный альбумин – 68 000, глутаматдегидрогеназа – 52 000, креатинфосфоркиназа – 40 000, гемоглобин – 15 500)

ПОЛИРИБОСОМНО-СВЯЗАННЫЕ ИНФОРМОСОМЫ РАСТЕНИЙ

Получение и общая характеристика

При исследовании свойств растительных информосом, как уже отмечалось выше, было замечено, что обработка препарата РНП-частиц ЭДТА приводила к диссоциации полисомного компонента и освобождению гетерогенно седиментирующих частиц. Этот факт указывал на возможное присутствие в препаратах полисомно-связанных информосом (Ajtikhzhin e. a., 1973; Айтхожин, 1976). Для изучения полисомно-связанных информосом растений необходимо было выделить препараты чистых полирибосом, не содержащих другие виды РНП-частиц. Для этого был использован метод центрифугирования цитоплазматического экстракта через слой 1,5 М сахарозы (Айтхожин. 1976; Филимонов и др.. 1978; Филимонов, Айтхожин. 1978). В результате полирибосомы осаждаются, а другие виды РНП-частиц задерживаются в слое сахарозы. Полученный таким путем препарат полирибосом анализировали в градиентах сахарозы и CsCl. В градиенте сахарозы (рис. 5) весь радиоактивный материал распределялся в предрибосомной зоне. В градиенте CsCl (рис. 6) полирибосомы распределялись в узкой зоне с плотностью 1,52 г/см³, причем свободные информосомы на плотностных диаграммах отсутствовали. После обработки препарата ЭДТА полисомы полностью диссоциировали. Рибосомные субчастицы освобождались и седиментационные коэффициенты быстрометающихся структур уменьшались (рис. 7: Ajtikhzhin. Akhanov. 1974; Айтхожин, 1976; Аханов, 1977). Эти структуры занимали широкую зону седиментационных коэффициентов от 20 до 100S и выше. Результат плотностного анализа того же препарата представлен на рисунке 8. По УФ-поглощению наблюдался один пик с плотностью 1,53–1,55 г/см³, соответствующий рибосомным субчастицам. Следует отметить, что рибосомные субчастицы растений, полученные диссоциацией ЭДТА, в отличие от животных, не разделяются на отдельные компоненты в градиенте CsCl. Радиоактивный материал в препарате распределялся в зоне с плотностью 1,40–1,46 г/см³, т.е. в зоне информосом. Из результатов экспериментов по действию ЭДТА на полирибосомы можно сделать вывод, что в цитоплазме растительных клеток, как и в животных

клетках, информосомы присутствуют в двух состояниях – свободных информосом и связанных с полирибосомами.

Данные, аналогичные описанным выше, были получены также для других растительных объектов: прорастающих эмбриональных осей гороха (Ajtkhochin, Akhanov, 1974), культуры клеток земляного ореха *Arachis hypogaea*, находящихся в фазе активного роста (Verma, Marcus, 1973) и петрушки *Petroselinum sativum* (Pfisterer, 1978).

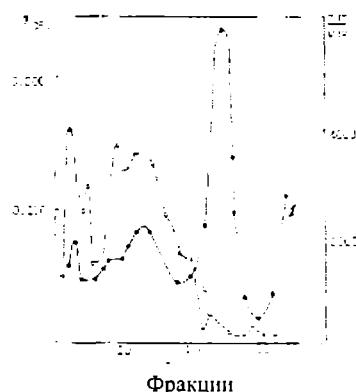


Рис. 5. Седиментационное распределение в 10–70% градиенте сахарозы полиривосом эмбрионов пшеницы: 1 – УФ-поглощение; 2 – радиоактивность

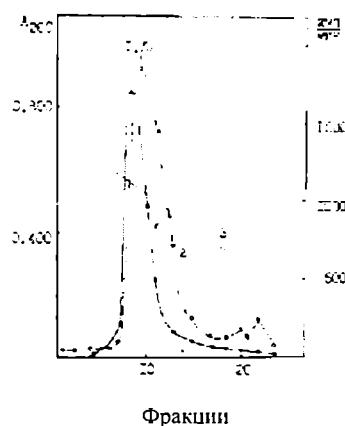


Рис. 6. Плотностное распределение в градиенте хлористого цезия полиривосом эмбрионов пшеницы: 1 – УФ-поглощение; 2 – радиоактивность; 3 – плотность

Структура полисомных информосом

Дальнейшее исследование полисомных информосом на зародышах пшеницы велось в направлении изучения их белков и РНК. При изучении белкового компонента возникают две основные трудности методического характера. Во-первых, препарат полирибосом не должен содержать свободных, быстро седиментирующих информосом. Во-вторых, полисомные информосомы должны быть освобождены от рибосом и их субчастиц. Как уже отмечалось выше, метод осаждения через слой 1,5M сахарозы позволяет получить препарат полирибосом. При таком методе свободные информосомы не осаждаются на дно центрифужной пробирки, а вследствие разницы в плотностях остаются в слое сахарозы. Для освобождения информосом из состава полирибосом препарат обрабатывали ЭДТА (см. рис. 7), при этом по УВ-поглощению наблюдалась полная диссоциация полирибосом и рибосом. Материал, меченный радиоактивным предшественником, распределялся в широкой зоне градиента, что отражало гетерогенный характер мРНК.

Ясно, что при таком распределении трудно получить препарат полирибосомных информосом, очищенный от рибосомных субчастиц. Для освобождения белков информосом, связанных с полирибосомами, использовали методический прием, основанный на избирательной чувствительности информосом, по сравнению с рибосомами, к мягкой рибонуклеазной обработке (Ajtkhzhin e. a., 1973; Исаков, Айтхожин, 1979). После обработки рибонуклеазой УФ-поглощающий и радиоактивный материал, наблюдавшие ранее в зоне полирибосом, исчезали, в то время как рибосомы сохранялись. Весь радиоактивный материал распределялся в низкомолекулярной зоне. Таким образом, обработка полирибосом рибонуклеазой приводила к деградации мРНК и, соответственно, к отделению белков, связанных с ней. Низкомолекулярную фракцию, содержащую продукты деградации мРНК и белки информосом, подвергали электрофорезу в ПААГ-ДСНа (рис. 9).

На электрофотограммах наблюдались два главных полипептида с относительной молекулярной массой 52 000 и 86 000, а также несколько миорных – 34 000, 66 000, 72 000 и 75 000, из которых пептид 72 000 был наиболее выражен. Белки рибосом на электрофотограммах информосомных белков не выявлялись, что свидетельствовало

об отсутствии деградации рибосом и рибосомных субчастиц (Искаков, Айтхожин, 1979).

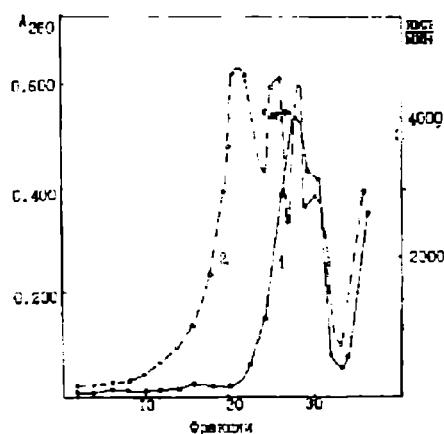


Рис. 7. Седиментационное распределение в 10–70% градиенте сахарозы полирибосом, диссоциированных 0,01 М ЭДТА: 1 — УФ-поглощение; 2 — радиоактивность

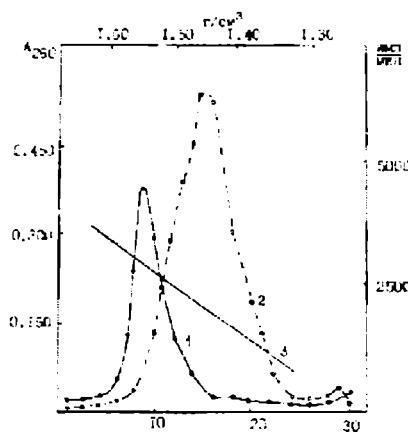


Рис. 8. Плотностное распределение в градиенте хлористого цезия полирибосом, обработанных ЭДТА: 1 — УФ-поглощение; 2 — радиоактивность; 3 — плотность

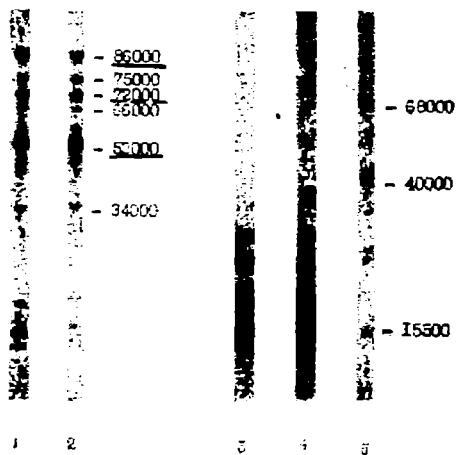


Рис. 9. Электрофоретическое распределение в ПААГ-ДСНа белков полирибосомных информосом: 1 – электрофореграмма белков, полученных рибонуклазной обработкой полирибосом; 2 – электрофореграмма белков, содержащихся в 0,5 М KCl-смыве полирибосом; 3 – белки 40S рибосомной субчастицы; 4 – 60S рибосомной субчастицы; 5 – реперные белки

Следует отметить, что в данной работе для выделения очищенных препаратов полирибосом были использованы буферы с умеренной ионной силой (0,15 М NaCl), в которых уменьшена вероятность сорбции неспецифических белков и не происходит отщепления специфических белков информосом. В то же время было показано, что при обработке полирибосом растительных клеток растворами солей высокой концентрации (0,5 М KCl) основная часть белков полирибосомных информосом диссоциирует, что свидетельствует об их менее прочной связи с мРНК по сравнению с животными объектами, а также согласуется с данными по чувствительности растительных информосом к действию солей, полученными ранее.

Другой подход к исследованию белков полисомно-связанных информосом состоял в применении аффинной хроматографии полисомно-связанных информосом, диссоциированных ЭДТА (Искаков, Бельгибаев, 1981). Диссоциированный препарат полисом фракционировали при помощи термальной хроматографии на олиго(дТ)-целлюлозе. Поли (A)-содержащая фракция РНП-частиц, элюированная с колонки, содержала не менее 50% суммарной быстрометящейся

РНК. Анализ этой фракции в градиенте CsCl обнаружил гомогенное распределение РНП-частиц с максимумом в зоне с плотностью 1,12 г/см³. Анализ РНК, выделенной из этой фракции, показал отсутствие рибосомных РНК и наличие гетерогенного набора молекул, характерного для мРНК. Сделан вывод о том, что материал поли(A)-содержащей фракции представлен в основном полисомными информосомами. Возможность сорбции неспецифических белков контролировалась специальными экспериментами. Анализ белков этих частиц выявил полипептиды с относительными молекулярными массами 34 000, 52 000, 72 000, 75 000 и 86 000, которые совпадали с молекулярными массами полипептидов, полученных ранее без выделения чистого препарата мРНП (мягкая рибонуклеазная обработка полисомной фракции).

Два основных полипептида (52 000 и 86 000), обнаруживаемых в препарате информосомных белков зародышей пшеницы, близки по молекулярной массе к полипептидам, описанным для полирибосомных информосом из различных животных объектов.

Были предприняты попытки изучить локализацию белков в составе полисомных информосом зародышей пшеницы. Было установлено, что мРНК в составе полирибосом имеет 3'-концевую поли(A)-последовательность, и доля поли(A)-мРНК составляет около 40% (Филимонов и др., 1978). Аналогичные данные были получены и другими авторами на листьях гороха (Gray, Cashmore, 1976) и культуре клеток петрушки *Petroselinum hortense* (Ragg e. a., 1977). Позднее было показано, что в полирибосомах прорастающих зародышей пшеницы поли(A)-последовательности присутствуют в форме поли(A)-белковых комплексов (Филимонов, Айтхожин, 1978; Исаков и др., 1978). Относительная устойчивость поли(A)-последовательностей мРНК к панкреатической рибонуклеазе позволила выделить из полирибосом фрагменты, содержащие поли(A) и ассоциированный с ними материал. На рисунке 10а представлено седиментационное распределение в градиенте сахарозы препарата полирибосом, меченного [³H]-аденозином и обработанного панкреатической рибонуклеазой в условиях, при которых разрушаются интактные полирибосомы и не происходит деградации поли(A)-содержащих комплексов. Радиоактивный материал обнаруживает гетерогенное распределение в зоне 8–15S. Для определения локализации поли(A)-последовательностей в этой зоне, фракции сахарозного градиента

дополнительно обрабатывали панкреатической и T_1 рибонуклеазами в присутствии ЭДТА. Такая обработка должна была привести к деградации фрагментов РНК, которые, возможно, сохранились при первоначальной обработке (рис. 106).

Материал, содержащийся в зоне 8–15S, оказался полностью устойчив к действию рибонуклеаз, что свидетельствовало о том, что фракция 8–15S представлена полиг(A)-содержащими комплексами. Свободные

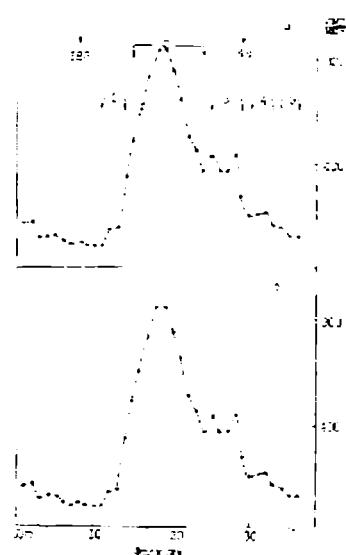


Рис. 10. Седиментационное распределение в 10–30% градиенте сахарозы материала, меченного [^3H]-аденозином: *a* – после обработки полирibосом панкреатической рибонуклеазой; *b* – после дополнительной обработки фракций сахарозного градиента панкреатической и T_1 рибонуклеазами

полиг(A) имели низкий коэффициент седиментации (4–5S), следовательно, наблюдаемый 8–15S материал мог быть комплексом полиг(A) с белком. Это предположение подтверждалось в экспериментах по связыванию 8–15S-материала с мембранными фильтрами в условиях низкой ионной силы. Свободные полиг(A) в этих условиях не сорбировались на фильтрах. Прямые доказательства присутствия белка в составе полиг(A)-содержащих комплексов были получены в экспериментах по обработке 8–15S-материала проназой с последующим связыванием с мембранными фильтрами и различных ионных условиях. Было показано, что при низкой ионной силе после обработки проназой связывания не происходило, а при высокой радиоактивный материал задерживался на мембранных фильтрах.

Это еще раз подтверждало, что полинуклеотидная часть 8–15S-материала представлена главным образом полиг(A)-последовательностями и что они связаны с белком (Филимонов, Айтхожин, 1978).

С целью изучения полипептидного состава полиг(A)-белковых комплексов проводился их электрофоретический анализ в ПААГ-ДСНа (Iskhakov e. a., 1978). На рисунке 11 приведены

Электрофорограммы белков из пяти фракций сахарозного градиента после обработки полиривбосом панкреатической рибонукleaseй; фракции были собраны как указано на рисунке 10а. Во фракциях 1–4 присутствуют два полипептида с относительной молекулярной массой 86 000 и 52 000, причем во фракции 1 преобладает полипептид с относительной молекулярной массой 86 000. Во фракциях 3–4 кроме двух указанных полипептидов обнаруживаются дополнительные компоненты – с относительными молекулярными массами 75 000, 71 000 и 34 000, которые, очевидно, освобождаются из полисомных информосом при рибонуклеазной обработке. Во фракции 5 верхней части градиента главным является полипептид с относительной молекулярной массой 52 000. Рибосомные белки при анализе не выявлялись, что свидетельствовало об отсутствии существенной деградации рибосом и рибосомных субчастиц.

Таким образом, полученные результаты позволяют заключить, что поли(A)-последовательности в составе растительных полиривбосом, как и в составе полиривбосом животных клеток, могут быть местом присоединения специфических белков, возможно осуществляющих важную функцию в метаболизме поли(A)-содержащих мРНК.

Сравнение полипептидных наборов белков свободных и полисомных информосом показывает сходство их полипептидов с относительной молекулярной массой 52 000 и 72 000, которые, возможно, являются общими для всех цитоплазматических мРНП эмбрионов шпинелицы. Однако отличие в минорных компонентах двух классов цитоплазматических информосом, вероятно, отражает особенности нахождения мРНК в различных функциональных состояниях.



Рис. 11. Электрофоретическое распределение в ПААГ-ДСНа белков из фракций 1–5 сахарозного градиента, содержащего меченный [³H]-аденозином материал, после обработки полиривбосом панкреатической рибонуклеазой: 1–5 – белки из соответствующих фракций сахарозного градиента; 6 – реперные белки

ЯДЕРНЫЕ ИНФОРМОСОМЫ

Методы выделения и общая характеристика

Имеются многочисленные данные о том, что распространность информосом не ограничивается цитоплазмой животных клеток. Сходные структуры, содержащие молекулы предшественника информационной РНК, были обнаружены в ядерных экстрактах животных клеток.

Для выделения информосом из ядер животных клеток применяют несколько методов: обработка ультразвуком (Pederson, 1974), лизис дезоксихолатом натрия (Stevenin, Jacob, 1972) или высокой концентрацией соли (Penman e. a., 1966; Pederson, 1974); инкубация с АТФ или ЭДТА (Ishikawa e. a., 1974-); механическое разрушение (Faiferman e. a., 1971); многократная экстракция ядер в изотоническом буфере при pH 8,0 (Samarina e. a., 1968). Часто применяют также экстракцию ядер в буферах с 0,3–0,35 М NaCl (Molnar e. a., 1972; Louis, Sekeris, 1976; Patel, Holoubek, 1977). Несмотря на применение различных методов выделения, ядерные информосомы животных имели одинаковое значение плавучей плотности в CsCl – около 1,40 г/см³, что соответствует соотношению РНК: белок около 1:4.

Сравнительно недавно ядерные информосомы были обнаружены у эмбрионов пшеницы (Ajtikhozin e. a., 1975). Для выделения информосом был использован метод лизиса ядер в высокой концентрации соли (Penman e. a., 1966; Pederson, 1974). Седиментационная диаграмма ядерного экстракта эмбрионов пшеницы, полученного этим методом, приведена на рисунке 12. Данные рисунка показывают, что вся меченая РНК находится в структурах, распределенных гетеродисперсно по всему градиенту в широком интервале седиментационных коэффициентов, что характерно для быстрометающихся рибонуклеопротеидных частиц. Чтобы выяснить плотностное распределение изучаемых структур, были проведены эксперименты по фракционированию экстракта в градиенте CsCl. Как показано на рисунке 13, практически вся меченая РНК локализуется в зоне с плавучей плотностью 1,40 г/см³, что позволяет сделать вывод о том, что новосинтезированная РНК, экстрагированная из ядер растительных клеток после краткого инкубирования с радиоактивным предшественником, существует в форме комплексов с белком типа информосом с соотношением РНК : белок около 1:4. Из рисунка видно,

что метод, использованный для очистки ядер, достаточно эффективен, так как в препарате полностью отсутствуют цитоплазматические РНК-частицы (рибосомы, полирибосомы, информосомы).

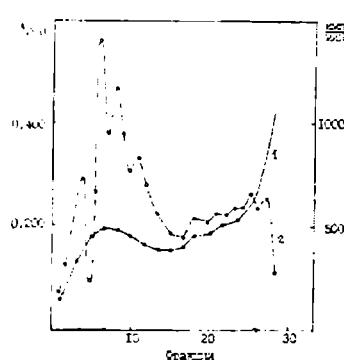


Рис. 12. Седиментационное распределение в 10–60% градиенте сахарозы РНК-содержащего материала ядерного экстракта из эмбрионов пшеницы инкубированных в течение 20 мин с [^3H]-уридином: 1 – УФ-поглощение; 2 – радиоактивность

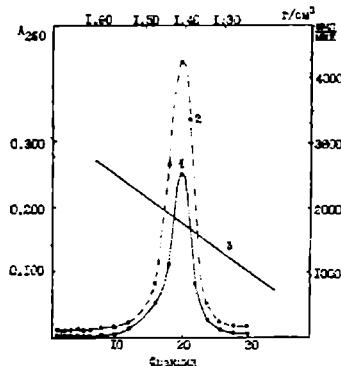


Рис. 13. Плотностное распределение в градиенте хлористого цезия РНП-частиц ядерного экстракта: 1 – УФ-поглощение; 2 – радиоактивность; 3 – плотность

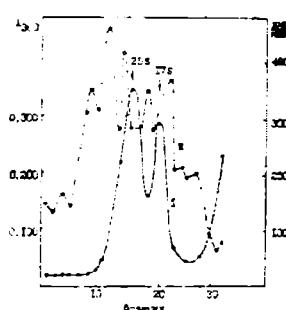


Рис. 14. Седиментационное распределение в 15–30% градиенте сахарозы РНК, выделенной из ядерного экстракта: 1 – УФ-поглощение маркерной рибосомной РНК; 2 – радиоактивность

Дополнительные доказательства того, что наблюдаемые структуры являются истинно ядерными, следуют из анализа РНК. Седиментационная диаграмма препарата РНК, выделенного из ядерного экстракта, приведена на рисунке 14.

Вся новосинтезированная РНК седиментирует гетеродисперсно со средними седиментационными коэффициентами от 15 до 30S, характерными для гетерогенных ядерных РНК.

Возможность загрязнения препарата ядерных информосом белками хроматина контролировалась в

специальных экспериментах. Нефиксированный ядерный экстракт настаивался на градиент сахарозы, приготовленный на буфере с умеренной концентрацией соли (0.1 M NaCl) и содержащий 4% формальдегид. После центрифугирования радиоактивный материал был собран из двух зон, дialisован для удаления сахарозы и подвергался анализу в градиенте CsCl . Ядерные частицы, очищенные таким способом, имели ту же плотность в CsCl ($1,40\text{ g/cm}^3$), что и частицы неочищенного экстракта.

Ядерные информосомы, аналогично цитоплазматическим, чувствительны к низким концентрациям РНК-азы. Кратковременная обработка ферментом в концентрации 0.1 мкг/мл переводит большую часть радиоактивного материала в кислоторастворимую форму, оставшаяся часть обнаруживается в низкомолекулярной зоне градиента сахарозы. Удаление магния из ядерного экстракта с помощью ЭДТА не меняло плотностных характеристик ядерных РНП-частиц. Полученные данные позволили сделать заключение, что в ядерных экстрактах высших растений быстрометающиеся РНК существуют в форме комплексов с белком с плавучей плотностью в CsCl $1,40\text{ g/cm}^3$. По всем изученным характеристикам ядерные РНП-частицы, содержащие гяРНК, сходны с информосомами животных и растительных клеток. Поскольку применение метода лизиса ядер в буфере с высокой ионной силой для выделения ядерных информосом эмбрионов пшеницы может в некоторых случаях привести к отщеплению белков хроматина и их неспецифическому взаимодействию с гяРНК, в последующей работе (Полимбетова и др., 1979) для этой цели использовали буфера с различными концентрациями NaCl : 0.5 , 0.35 , 0.15 M . Кроме того, для экстракции ядер применяли низкосолевой буфер (0.025 M NaCl). Применение этого буфера не дало сколько-нибудь заметной экстракции ядерных информосом, однако введение в его состав ЭДТА до концентрации 0.015 M приводило к увеличению выхода до 50%. Присутствие ЭДТА не должно способствовать нарушению структуры ядерных информосом, так как известно, что они устойчивы в условиях отсутствия двухвалентных катионов (Pederson. 1974; Ajtikhozhin e. a.. 1975). Использование нескольких методов экстракции позволяет, с одной стороны, исключить артефакты, связанные с применением только одного из методов, с другой – дает возможность сравнивать свойства ядерных информосом, выделяемых различными методами.

Результаты седиментационного анализа ядерных информосом, экстрагированных в 0,5, 0,35, 0,15 М NaCl и в буфере с 0,015 М ЭДТА, представлены на рисунке 15. Данные рисунка показывают, что при использованных методах экстракции характерно гетерогенное распределение РНП-частиц; наибольшие коэффициенты седиментации имеют частицы, выделенные 0,35 М и 0,5 М NaCl (до 200S). Частицы, экстрагированные 0,15 М NaCl, в основном занимают легкую зону градиента (5–20S). Коэффициенты седиментации частиц, выделенных в присутствии ЭДТА, составляют от 20 до 100S. Фракции сахарозных градиентов для различных препаратов объединяли, как указано на рисунке 15, и подвергали анализу в градиенте плотности CsCl (рис. 16). Как видно из рисунка 16, частицы из различных зон сахарозных градиентов, выделенные с использованием 0,35 и 0,5 М NaCl, имели плавучую плотность 140 г/см³. Такую же плотность имели информосомы, экстрагированные в присутствии ЭДТА. Препарат, полученный с использованием 0,15 М NaCl, обнаруживал гетерогенное распределение в градиенте CsCl в зоне 1,35–1,7 г/см³. По-видимому, метод экстракции с применением физиологической концентрации соли, применяемый для ряда животных тканей, имеет ограниченное применение для различных объектов. Так, в случае культур животных клеток было показано, что ядерные информосомы можно экстрагировать этим методом только при повышении температуры в ходе экстракции до 20–37° (Pederson, 1974). Повышение температуры и pH для экстракции ядерных РНП-частиц из растительных клеток оказалось малоэффективным (Ajtkhozhin e. a., 1975). Аналогичные результаты были получены другими авторами для других растительных объектов.

Из ядер эмбрионов гороха, меченых [³H]-уридином в течение 30 мин, экстракцией в 0,1 М NaCl (или 0,14 М) удалось извлечь не более 10% от общей радиоактивности ядер (Takahashi e. a., 1976). Лишь в случае, когда после инкубации с радиоактивным предшественником, проводили дополнительную 60-минутную инкубацию без предшественника, но в присутствии актиномицина D выход повысился до 30%.

Не удалось добиться также существенной экстракции РНП-частиц из ядер артишока, меченых [³²P]-ортрафосфатом при использовании низкой ионной силы (Chapman, Ingle, 1976).

Таким образом, по таким общим характеристикам, как присутствие гяРНК, плавучей плотности, устойчивости к ЭДТА и высоким

концентрациям солей, ядерные РНП-частицы растений сходны с аналогичными структурами животных клеток. Следует, однако, отметить некоторые отличия. Стандартным методом экстракции изотоническим буфером не удается выделить более или менее существенные количества ядерных РНП-частиц из растительных тканей (наши эксперименты проводились, главным образом, с эмбрионами пшеницы, и приведенные данные касаются именно этого объекта, хотя аналогичные результаты были получены на эмбриональных осах гороха, эмбрионах ржи и других объектах растительного происхождения). Кроме того, ни один из методов экстракции не приводил к обнаружению в растительных тканях типичных «30S»-частиц, характерных для многих животных объектов.



Рис. 15. Седиментационное распределение в 15–30° градиенте сахарозы ядерных экстрактов, полученных различными методами из эмбрионов пшеницы, меченых $[^3\text{H}]$ -уридином в течение 20 мин. Здесь и на рисунках 16, 17: а – 0.5 М NaCl-экстракт; б – 0.35 М NaCl-экстракт; в – 0.15 М NaCl-экстракт; г – 0.015 М ЭДТА-экстракт

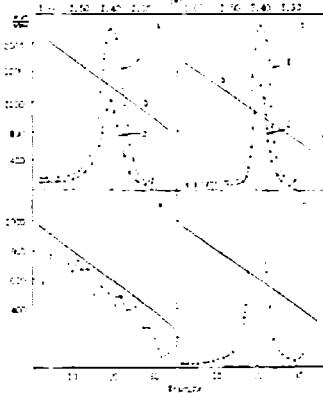


Рис. 16. Плотностное распределение в градиенте хлористого цезия материала, содержащегося в различных фракциях сахарозных градиентов: 1, 2 – радиоактивность; 3 – плотность

Попытка обнаружить структурные мономеры ядерных информосом была предпринята на эмбрионах пшеницы (Полимбетова и др., 1979). Для этого были проведены эксперименты по действию различных концентраций рибонуклеазы (0.005, 0.015, 0.05 мкг/мл)

на ядерные информосомы, выделенные разными методами. На рисунке 17 представлены результаты седиментационного анализа частиц после обработки различными концентрациями РНК-азы. Несмотря на использование различных концентраций РНК-азы, вплоть до самых низких ($0,005 \text{ мкг/мл}$), выявить мономерные структуры ядерных информосом эмбрионов пшеницы не удалось.

Исходя из полученных данных, можно лишь предположить, что структурная организация ядерных информосом растений иная, чем у животных.

Дальнейшие исследования позволили установить ряд новых свойств ядерных информосом. Так, было установлено, что обработка ДНК-азой ядерных экстрактов, выделенных с помощью $0,35$ и $0,5 \text{ M NaCl}$

необходима для получения информосом с плавучей плотностью $1,40 \text{ г/см}^3$. Если анализировать $0,35$ и $0,5 \text{ M NaCl}$ -ядерные экстракты, не обработанные ДНК-азой в градиенте CsCl , то меченая [^3H]-уридином новосинтезированная РНК обнаруживается в зоне с плавучей плотностью $1,45$ – $1,47 \text{ г/см}^3$ (рис. 18 а, б). После обработки ДНК-азой меченный материал смещается в зону с плавучей плотностью $1,40 \text{ г/см}^3$ (рис. 18 г, д). Ядерные информосомы, полученные с помощью $0,15 \text{ M NaCl}$, после обработки ДНК-азой не меняют своих плотностных характеристик (рис. 18 в, е). В то же время информосомы, экстрагированные в присутствии ЭДТА, имеют плавучую плотность $1,40 \text{ г/см}^3$ без обработки ДНК-азой, так как ЭДТА, по-видимому, освобождает РНП от связи с хроматином. Эти результаты позволяют предположить, что часть информосом может быть связана с хроматином. Для проверки этого предположения ядра эмбрионов пшеницы, меченых [^3H]-тимидином или [^3H]-уридином, экстрагированы в одинаковых условиях в буфере с $0,35 \text{ M NaCl}$ без применения

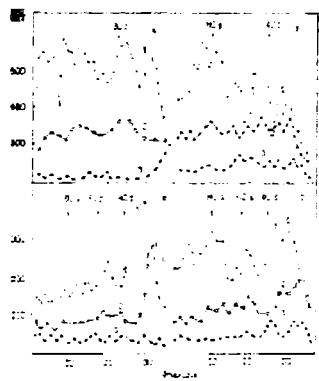


Рис. 17. Седиментационное распределение в 15 – 30° градиенте сахарозы ядерных экстрактов, полученных различными методами и обработанных панкреатической рибонуклеазой: 1 – контрольные экстракты; экстракты, обработанные рибонуклеазой; 2 – $0,05 \text{ мкг мл}$ и 3 – $0,5 \text{ мкг мл}$

ДНК-азы, и экстракти анализировали в градиенте CsCl. Как видно из рисунка 19, плотностное распределение [³H]-тимидин-ДНК и [³H]-уридин-РНК совпадает. Из этих результатов можно заключить, что ядерные информосомы имеют более низкую по сравнению с хроматином плавучую плотность, но, по-видимому, существуют в клеточных ядрах в комплексе с хроматином и лишь после обработки ДНК-азой освобождаются как обособленные структуры.

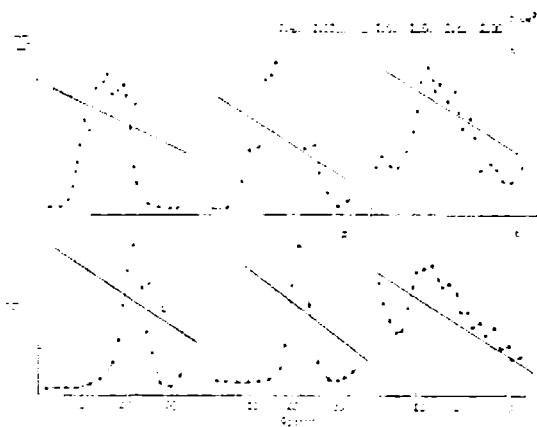


Рис. 18. Плотностное распределение в градиенте хлористого цезия ядерных экстрактов, полученных различными методами, до и после обработки дезоксирибонуклеазой. 0.5 М NaCl-экстракт: а – контроль; г – экстракт, обработанный ДНК-азой; 0.35 М NaCl-экстракт: б – контроль; б – экстракт, обработанный ДНК-азой: 0.15 М NaCl-экстракт: в – контроль; е – экстракт, обработанный ДНК-азой; 1 – радиоактивность; 2 – плотность

При сравнительном изучении данных количественного выхода материала, меченного [³H]-уридином или [³H]-тимидином, из ядер эмбрионов пшеницы при использовании различных методов экстракции было установлено, что наибольший выход ядерных информосом достигается экстракцией 0.5 и 0.35 М NaCl, причем обработка ядер ДНК-азой значительно облегчает выход информосом, что также свидетельствует в пользу ассоциации их с хроматином. Следует отметить, что выход ДНК из изолированных ядер происходит параллельно с выходом РНК и, как в случае РНК, увеличивается при повышении ионной силы экстрагирующего буфера. Метод экстракции 0.15 М

NaCl , примененный к ядрам эмбрионов пшеницы, позволяет извлечь не более 10–15% быстрометающейся РНК. Привлекает внимание то обстоятельство, что экстракция ядер в буфере с ЭДТА позволяет извлечь около половины всей новосинтезированной РНК, в то время как ДНК – менее 4% в неочищении экстракте (Полимбетова и др., 1979).

Если предположение о том, что основная масса ядерных информосом эмбрионов пшеницы связана с хроматином верно, то выход информосом из ядер при экстракции должен определяться растворимостью хроматина. Поскольку при физиологической ионной силе хроматин мало растворим, то становится понятным низкий выход информосом при использовании метода экстракции в 0,15 M NaCl . При повышении ионной силы экстрагирующего буфера растворимость хроматина повышается и, следовательно, увеличивается выход связанных с ним информосом. Экстракция ядер в присутствии ЭДТА, возможно, приводит к разрушению комплекса РНП – ДНП и освобождению информосом, тогда как большая часть хроматина остается в ядре. Возможно также, что связь РНП – ДНП осуществляется опосредованно через ядерный матрикс, как это было показано для некоторых животных объектов (Miller e. a., 1978a).

Таким образом, сравнение методов выделения ядерных информосом эмбрионов пшеницы показывает, что для этого объекта наиболее приемлемы методы экстракции ядер 0,5 и 0,35 M NaCl или в буфере с 0,015 M ЭДТА. Выделенные этими методами ядерные информосомы по седиментационным и плотностным характеристикам, устойчивости к действию ЭДТА и чувствительности к рибонуклеазе сходны с гетерогенными ядерными информосомами животных объектов. Данные

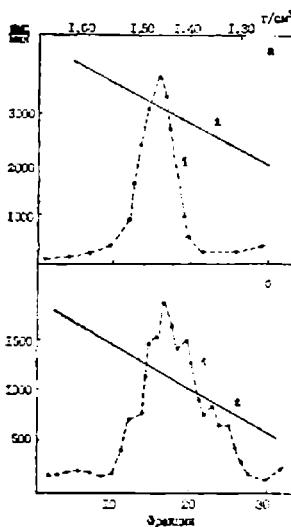


Рис. 19. Плотностное распределение в градиенте хлористого цезия ядерных экстрактов, полученных с помощью 0,35 M NaCl без обработки дезоксирибонуклеазой из эмбрионов пшеницы, меченых: *a* – [^3H]-тимидином в течение 3 ч; *b* – [^3H]-уридином в течение 20 мин; 1 – радиоактивность; 2 – плотность

об ассоциации информосом с хроматином в ядрах высших растений (Takahashi e. a.. 1976; Chapman, Ingle, 1976; Полимбетова и др., 1979) также согласуются с данными по посттранскрипционной связи информосом с хроматином в ядрах животных объектов (Augenlicht, Lipkin, 1976; Miller Huang, Pogo, 1978a; Забойкин и др.. 1978).

РНК и белки ядерных информосом

Для анализа РНК ядерных информосом эмбрионов пшеницы, выделенных различными методами, экстракты ядер депротеинизировали и анализировали в градиенте сахарозы (рис. 20). Все исследованные новосинтезированные РНК обнаруживали гетерогенное распределение. Наблюдалась корреляция между коэффициентами седиментации ядерных информосом, выделенных соответствующим методом, и коэффициентами седиментации содержащихся в них РНК, причем размеры информосом превышали размеры РНК приблизительно в 3 раза (Искаков и др.. 1981). Такое соотношение между размерами РНП-частиц и содержащихся в них РНК хорошо согласуется с данными О.Р. Самарина с соавт. (1968).

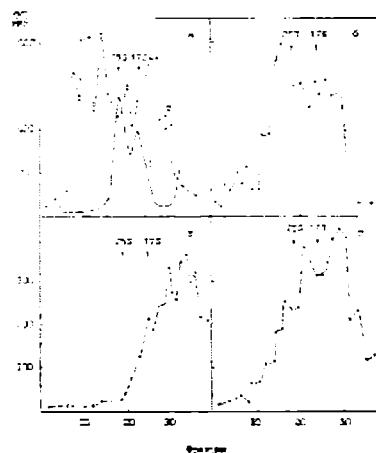


Рис. 20. Седиментационное распределение в 15–30% градиенте сахарозы РНК из ядерных экстрактов, полученных различными методами. Обозначения те же, что и на рисунке 15: 1 – УФ-поглощение маркерной рибосомной РНК; 2 – радиоактивность

Для изучения белкового состава ядерных информосом эмбрионов пшеницы, выделенных различными методами, был проведен электрофоретический анализ в ПААГ-ДСНа материала, содержащегося с различных фракциях сахарозных градиентов (рис. 21); фракции сахарозных градиентов объединяли, как указано на рисунке 15.

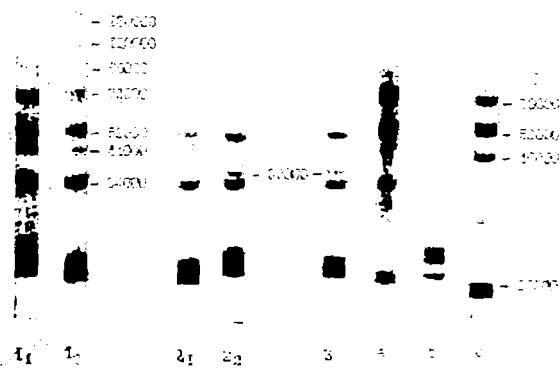


Рис. 21. Электрофоретическое распределение в ПААГ-ДСНа белков ядерных информосом, содержащихся в различных зонах сахарозных градиентов и выделенных в различных условиях: 1, 1₂ – 0,5 M NaCl; 2, 2₁ – 0,35 M NaCl; 3 – 0,15 M NaCl; 4 – 0,015 M ЭДТА; 5 – электрофореграмма гистоновых белков; 6 – реперных белков

Из электрофореграмм, представленных на рисунке 21, видно, что полипептидный состав ядерных информосом эмбрионов пшеницы является гетерогенным, но достаточно характерным. Из более чем 10 полипептидов, наблюдаемых в составе ядерных информосом и имеющих относительную молекулярную массу от 34 000 до 130 000, 4–5 полипептидов присутствуют постоянно, независимо от метода выделения и размеров частиц. Так, ядерные информосомы, выделенные различными методами, обнаружили большое сходство в отношении полипептидов с относительной молекулярной массой 34 000, 42 000–44 000, 52 000, 64 000–66 000, 72 000.

К числу регулярно наблюдаемых в составе ядерных информосом следует отнести также высокомолекулярные полипептиды, присутствующие в небольших количествах. Из них наиболее выражены являются полипептиды с относительной молекулярной массой 85000, 110000, 130000. Полипептиды, входящие в группу от 34 000

до 72 000, преобладают и составляют около 75% информосомных белков; из них полипептиды с относительной молекулярной массой 34 000 и 52 000 являются главными.

Структурные белки рибосом, имеющие относительные молекулярные массы от 10 000 до 50 000, отсутствуют в препаратах ядерных информосом. В некоторых случаях наблюдается загрязнение препаратов информосом гистоновыми белками хроматина. Доля загрязняющих гистонов больше в случае частиц, выделенных с помощью высокосолевых методов (0,5 и 0,35 M NaCl) и значительно меньше в случае частиц, экстрагированных буферами с умеренной (0,15 M NaCl) и низкой (0,025 M NaCl) ионными силами. Это может объясняться тем, что при экстракции ядер высокосолевыми буферами вместе с выходом информосом происходит выход ДНП (Полимбетова и др., 1979). При последующей обработке ДНК-азой ДНП разрушаются, а продукты их деградации частично коседimentируют с информосомами. В пользу того, что гистон-содержащий материал коседimentирует, а не связывается с информосомами, свидетельствует тот факт, что плавучая плотность информосом в градиенте CsCl остается постоянной и характерной для них (см. рис. 16).

При экстракции ядер в буферах с умеренной и низкой ионными силами выход ДНП и, следовательно, гистонов, сокращается, поэтому содержание гистонов в препаратах информосом, выделенных в этих условиях, значительно уменьшается. В то же время группа полипептидов с относительной молекулярной массой от 34 000 до 72 000, характерная для ядерных информосом, почти не меняется. Относительное постоянство этой группы полипептидов при изменяющихся условиях выделения позволяет рассматривать их как необходимые структурные компоненты ядерных информосом эмбрионов пшеницы.

Таким образом, ядерные информосомы эмбрионов пшеницы представляют собой рибонуклеопротеидные частицы, содержащие гетерогенную ядерную РНК и специфические белки, из которых главными являются полипептиды с молекулярной массой 34 000 и 52 000 дальтон.

ЯДЕРНО-ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ РНК-ЧАСТИЦ

Ядерно-цитоплазматический транспорт мРНК служит важным этапом на путях реализации генетической информации. В работах К. Ishikawa с соавт. (1969, 1978) установлено, что мРНК печени крысы освобождается из интактных ядер под действием АТФ в форме РНК-частиц, гомогенных по седиментации (4S). Рядом авторов (Murty et al., 1977; Коен и др., 1978) показано, что транспорт РНК-частиц в системе *in vitro* зависит от условий инкубации, концентрации нуклеозидтрифосфатов, особенно АТФ, от ингибиторов синтеза РНК и ингибиторов рибонуклеаз. Однако вопрос о механизме АТФ-зависимого транспорта РНК-частиц из изолированных ядер остается еще мало изученным.

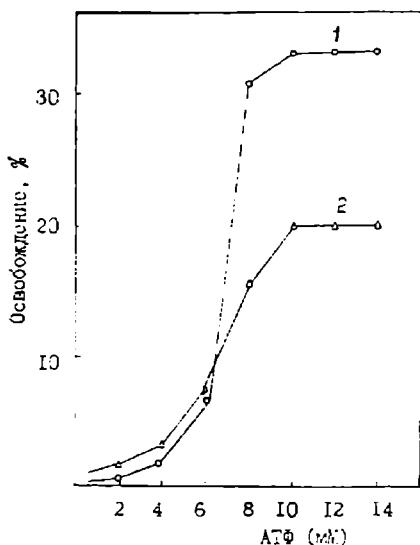


Рис. 22. Зависимость освобождения РНК-содержащего материала из эмбрионов пшеницы от концентрации АТФ: 1 – в стандартной системе; 2 – в системе с цитоплазматическим экстрактом

Попытка реконструировать бесклеточную систему ядерно-цитоплазматического транспорта растительных РНК была предпринята

на эмбрионах пшеницы (Дошанов и др., 1981). Сначала для выбора оптимальных условий инкубации ядер была изучена зависимость выхода из них РНК-содержащего материала от концентрации АТФ, присутствия АТФ-регенерирующей системы и цитоплазматического экстракта в инкубационной среде. Как видно из рисунка 22, при повышении концентрации АТФ от 0 до 6 мМ освобождение РНК-содержащего материала возрастает от 0,5 до 8% от общего содержания новосинтезированных РНК. При увеличении концентрации АТФ до 8–10 мМ выход резко возрастает до 32%, а при дальнейшем повышении концентрации АТФ изменяется незначительно. Аналогичная зависимость наблюдалась и в инкубационной системе с добавлением цитоплазматического экстракта, однако при концентрациях АТФ 8–10 мМ и выше уровень выхода оказался значительно ниже, чем в системе без цитоплазматического экстракта. Добавление АТФ-регенерирующей системы (креатинфосфат – креатинфосфоркиназа) в инкубационную смесь стимулировало выход РНК-содержащего материала при концентрации АТФ 6 мМ. При этой же концентрации АТФ выход ДНК-содержащего материала был незначительным и составлял 0,1% от суммарного количества ДНК ядер. Поэтому именно эта концентрация АТФ была выбрана как оптимальная и использовалась для инкубационной системы при последующем изучении свойств РНК-содержащего материала.

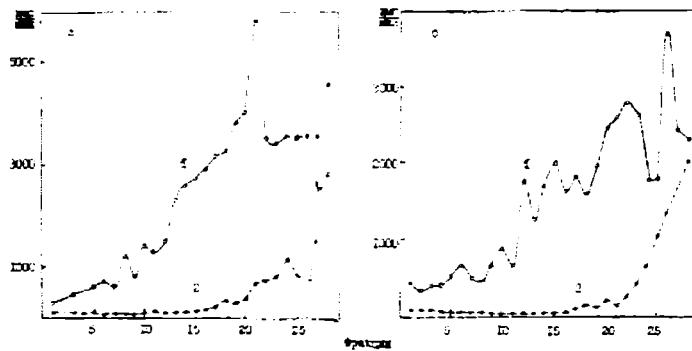


Рис. 23. Седиментационное распределение в 15–30% градиенте сахарозы РНК-частиц, освобождающихся из ядер: *α* – в стандартной системе; *β* – в системе с цитоплазматическим экстрактом: 1 – контрольные частицы; 2 – частицы, обработанные панкреатической рибонуклеазой

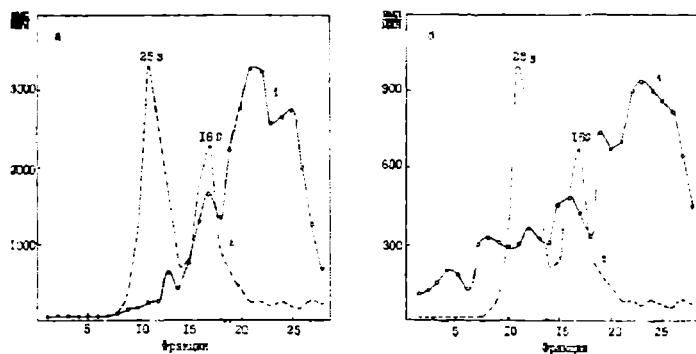


Рис. 24. Седиментационное распределение в 15–30% градиенте сахарозы РНК из РНП-частиц, освобождающихся из ядер: *а* – в стандартной системе; *б* – в системе с цитоплазматическим экстрактом; 1 – радиоактивность; 2 – УФ-поглощение маркерной рибосомной РНК

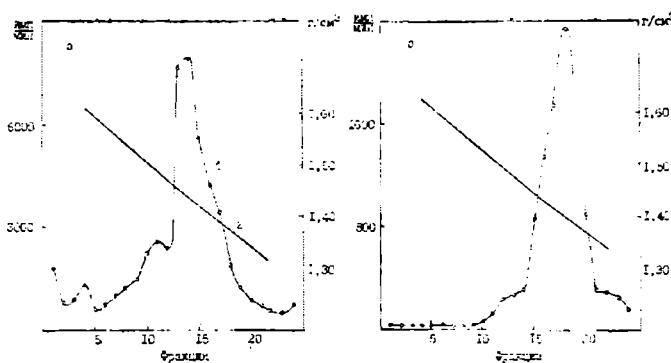


Рис. 25. Плотностное распределение в градиенте хлористого цезия РНП-частиц, освобождающихся из ядер в системах: *а* – стандартной; *б* – с цитоплазматическим экстрактом; 1 – радиоактивность, 2 – плотность

Для изучения природы РНК-содержащего материала, выходящего в этих условиях из меченых $[^3\text{H}]$ -уридином ядер эмбрионов пшеницы, очищенную от ядер инкубационную смесь анализировали в градиенте сахарозы. Как видно из рисунка 23, новосинтезированная РНК распределяется гетерогенно в зоне 10–60S. Сходное седиментационное распределение наблюдается для материала,

освобождающегося в системе с цитоплазматическим экстрактом (рис. 23 б). В обоих случаях материал оказался чувствительным к действию рибонуклеазы: мягкая обработка ферментом (0,03 мкг/мл) приводит к почти полной деградации РНК.

На рисунке 24 представлены седиментационные диаграммы РНК, выделенных из инкубационных систем после удаления ядер. Как видно из рисунка, РНК обнаруживает гетерогенное распределение и имеет коэффициенты седиментации от 4 до 20S. Такое распределение отражает полидисперсность молекул, характерную для РНК информационного типа.

При анализе инкубационных систем после удаления ядер в градиенте хлористого цезия было показано, что материал, содержащий новосинтезированную РНК, имеет плотность 1,40–1,43 г/см³, характерную для информосом растительных клеток (рис. 25).

На основании всех этих данных сделано заключение, что гяРНК транспортируется из ядер в виде информосом.

Был изучен также полипептидный состав белков РНП-частиц, освобождаемых из ядер эмбрионов пшеницы в условиях *in vitro* (рис. 26). На электрофорограммах выявляются 2 главных полипептида с относительной молекулярной массой 36 000 и 52 000, а также ряд минорных. Следует отметить отсутствие рибосомных белков, а также белков, сходных с гистонами.

Как было показано ранее, при прямой экстракции ядерных информосом высокосолевым методом, их коэффициенты седиментации достигают 200S и более. При инкубации ядер в системе *in vitro*, которая в определенной мере является моделью ядерно-цитоплазматического транспорта РНК, освобождающиеся информосомы имеют низкие коэффициенты седиментации и размеры содержащихся в них РНК приближаются к размерам цитоплазматических мРНК. Возможно, что при применении высокосолевого метода из ядер экстрагируются информосомы, содержащие первичные транскрипты гяРНК или гяРНК, находящиеся на ранних этапах процессинга, тогда как информосомы, освобождающиеся в условиях *in vitro*, являются продуктом процессинга первых, однако такое предположение нуждается в дополнительных доказательствах.

Таким образом, в растительных клетках найдены все классы информосом – свободные цитоплазматические, полисомно-связанные и ядерные. Обнаружение в растительных клетках всех классов

информосом свидетельствует о вероятной универсальности этих структур для эукариотических клеток и может служить дополнительным подтверждением важного функционального значения рибонуклеопротеидной организации мРНК.

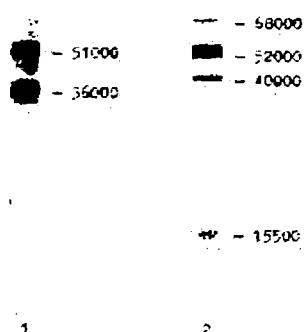


Рис. 26. Электрофоретическое распределение в ПААГ-ДСНа белков, РНП-частиц, освобождающихся из ядер в системе с цитоплазматическим экстрактом: 1 – белки РНП-частиц; 2 – реперные белки

СВОБОДНЫЕ РНК-СВЯЗЫВАЮЩИЕ БЕЛКИ

Обнаружение, доказательство белковой природы, выделение, характеристика и функции

Вскоре после открытия информосом различной внутриклеточной локализации и функциональной специализации в цитоплазматических и ядерных экстрактах клеток животных был обнаружен специальный класс белков, способных связываться с высокомолекулярной РНК и образовывать рибонуклеопротеидные частицы, не отличимые по плавучей плотности от природных информосом. Предполагалось, что эти белки тождественны белкам, входящим в состав естественных информосом и необходимы для биогенеза.

существования и функционирования мРНК (Spirin, 1978). В настоящее время изучение РНК-связывающих белков животных объектов, в отличие от растительных, ведется достаточно интенсивно. Интерес к РНК-связывающим белкам повысился после того, как было показано, что они содержат факторы элонгации и некоторые из факторов инициации трансляции (Ovchinnikov e. a., 1978b).

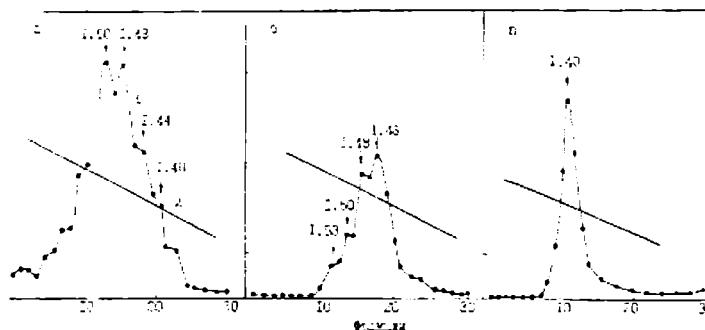


Рис. 27. Плотностное распределение в градиенте хлористого цезия частиц, образуемых при различных соотношениях экстракта: A_{260} РНК: а – 100 : 1; б – 400 : 1; в – 800 : 1; 1 – радиоактивность; 2 – плотность

Сравнительно недавно РНК-связывающий фактор был обнаружен в безрибосомном цитоплазматическом экстракте эмбрионов пшеницы (Ajtikhzhin, Kim, 1975). На рисунке 27 представлено плотностное распределение частиц, полученных при взаимодействии высокомеченоей экзогенной РНК с безрибосомным экстрактом эмбрионов пшеницы. Добавление к экстракту РНК при соотношении A_{260} экстракта: A_{260} РНК = 100:1 приводит к формированию комплексов с плавучими плотностями в CsCl от 1,55 до 1,40 г/см³. При этом основные компоненты имеют плотности 1,50 и 1,48 г/см³. При увеличении этого соотношения до 400:1 гетерогенность сохраняется, в то же время наблюдается уменьшение плавучей плотности образуемых частиц до значений 1,50–1,45 г/см³. Увеличение отношения A_{260} экстракта: A_{260} РНК до 800:1 приводит к образованию гомогенных частиц с плотностью 1,40 г/см³ (рис. 27в). Дальнейшее увеличение этого отношения до 1000:1 и более не приводило к изменению плотности получаемых частиц. Эти результаты свидетельствуют о том,

что в безрибосомном экстракте эмбрионов пшеницы присутствует фактор, способный взаимодействовать с экзогенной РНК с формированием комплексов, сходных по плотности с информосомами как животных, так и растительных клеток. Аналогично белковому фактору животных клеток растительный фактор способен формировать стехиометрические комплексы с добавленной РНК.

Для изучения природы и распределения этого фактора в экстракте были проведены опыты по фракционированию безрибосомного экстракта центрифугированием в градиенте сахарозы с последующим испытанием фракций градиента на способность связывать РНК. Результаты седиментационного анализа представлены на рисунке 28. Как видно из рисунка, РНК-связывающий фактор распределен в довольно узкой зоне градиента сахарозы. Имеется один основной компонент и несколько миорных. Седиментационный коэффициент главного компонента составляет 6,5–8S.

На основании полученных данных, а также по аналогии с животными объектами было сделано предположение о белковой природе растительного РНК-связывающего фактора. В последующем эксперименте это предположение подтвердилось.

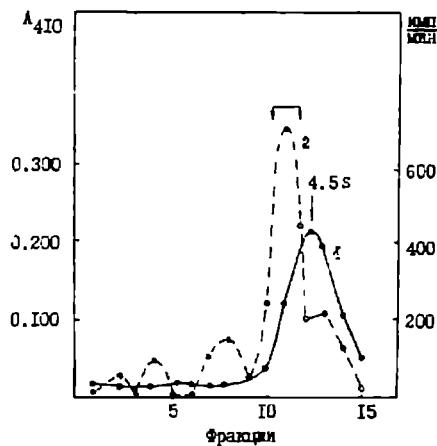


Рис. 28. Седиментационное распределение в 10–20% градиенте сахарозы РНК-связывающего фактора из эмбрионов пшеницы: 1 – УФ-поглощение гемоглобина при 410 нм; 2 – радиоактивность

Действительно. обработка экстракта проназой привела к полной потере РНК-связывающей активности (Ajtikhozhin. Kim. 1975).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в дополнение к свободным информосомам, полисомным мРНП-частицам и ядерным информосомам в растительных клетках присутствуют РНК-связывающие белки, которые способны стехиометрически взаимодействовать с РНК, образуя информосоподобные частицы.

В последующей работе выделялись цитоплазматические РНК-связывающие белки эмбрионов пшеницы и определялась их молекулярная характеристика (Аханов и др., 1979). Для выделения РНК-связывающих белков использовали метод аффинной хроматографии безрибосомного цитоплазматического экстракта эмбрионов пшеницы. Этот метод основан на свойстве РНК-связывающих белков взаимодействовать с высокомолекулярной РНК. В качестве адсорбента была использована РНК эмбрионов пшеницы или поли (У), ковалентно связанные с сефарозой. Для выделения полного набора РНК-связывающих белков применяли избыточное количество адсорбента. Результаты фракционирования безрибосомного цитоплазматического экстракта на РНК-сефарозной колонке представлены на рисунке 29. Из рисунка видно, что около 90–95% РНК-связывающей активности задерживается на колонке и может быть полностью элюировано буфером, содержащим 1М КС1. При последующем отмывании колонки стандартным буфером, содержащим 0,5% ДСНа, в элюате белков не обнаруживается. Следовательно, полученный препарат содержит практически полный набор РНК-связывающих белков.

Для оценки доли загрязняющих белков, не обладающих РНК-связывающей активностью, но появляющихся в выделенных препаратах вследствие неспецифического связывания с колонкой, были проведены контрольные эксперименты, в которых определялась сорбция белков на CNBr-активированной сефарозе, не содержащей РНК. Эксперименты показали, что доля загрязняющих белков не превышает 6%.

Для изучения характера взаимодействия РНК-связывающих белков и РНК, к препарату РНК-связывающих белков, предварительно диатизированному против стандартного буфера, добавляли небольшое количество рибосомной РНК эмбрионов пшеницы, меченной [3 H]-уридином, и инкубировали 30 мин при 2°. После инкубации смесь фиксировали формальдегидом и анализировали в градиенте плотности хлористого цезия. На рисунке 30 представлены

результаты плотностного анализа. Вся меченая РНК обнаруживается в зоне с плавучей плотностью $1,40 \text{ г}/\text{см}^3$, характерной для информосом. Таким образом, РНК-связывающие белки, выделенные методом лиффинной хроматографии, взаимодействуют с РНК стехиометрично, формируя частицы, подобные информосомам.

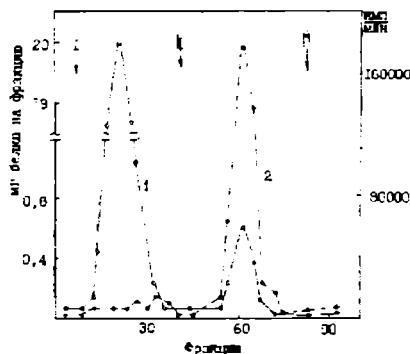


Рис. 29. Хроматографическое распределение на РНК-сепарозе 4В безрибосомного цитоплазматического экстракта эмбрионов пшеницы: I – стандартный буфер; II – стандартный буфер, содержащий 1 М КС1; III – стандартный буфер, содержащий 0,5% ДСК: 1 – количество белка на фракцию; 2 – радиоактивность РНК, связавшейся с белком на фильтрах

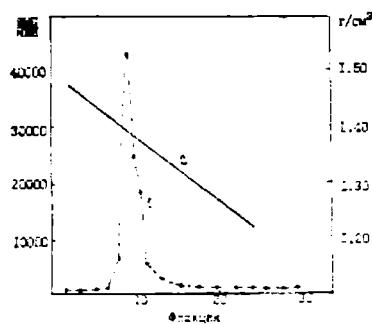


Рис. 30. Плотностное распределение в градиенте хлористого цезия искусственных частиц, полученных при смешивании меченой рибосомной РНК с РНК-связывающими белками цитоплазмы эмбрионов пшеницы: 1 – радиоактивность; 2 – плотность

С целью изучения полипептидного состава РНК-связывающих белков эмбрионов пшеницы был проведен электрофоретический анализ препарата в ПААГ-ДСНа. Оказалось, что набор основных полипептидов, содержащихся в препарате РНК-связывающих белков, достаточно прост и включает два полипептида с относительной молекулярной массой около 52 000 и 37 000 (рис. 31). Кроме них, в препарате присутствуют миорные компоненты, из которых наиболее выражены полипептиды с относительной молекулярной массой около 86 000, 25 000 и 20 000. Аналогичные данные были получены другими авторами (Раджабов. Овчинников. 1979). При использовании поли(У) в качестве сорбента РНК-связывающих белков результат хроматографии получается таким же, как и в случае РНК-сефарозы, а полипептидный набор белков, выделенных на поли(У)-сефарозе, существенно не отличается от полипептидов белка, выделенного на РНК-сефарозе (рис. 31).

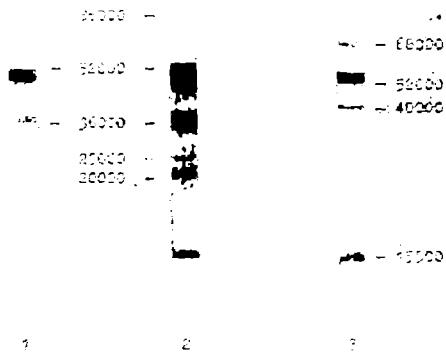


Рис. 31. Электрофоретическое распределение РНК-связывающих (1) и поли(У)-связывающих (2) белков эмбрионов пшеницы. (3) – реперные белки

Электрохимические свойства РНК-связывающих белков изучали методом изоэлектрофокусирования в ПААГ. Основная масса РНК-связывающих белков фокусируется в слабокислой зоне градиента pH в интервале от 5 до 7. Кроме того, имеется небольшая часть белков, распределяющихся в нейтральной и слабощелочной зонах.

На рисунке 32 приведены результаты двухмерного электрофореза полного набора РНК-связывающих белков с использованием ионоэлектрофокусирования в первом направлении и электрофореза в ПААГ-ДСНа – во втором. Из рисунка видно, что полипептиды с относительной молекулярной массой около 52 000 и 37 000 имеют ионоэлектрические точки в интервале от 6,5 до 7,0, причем часть полипептидов с относительной молекулярной массой около 52 000 распределена в нейтральной и слабощелочной зонах. Большая часть минорных компонентов распределена в зоне от 5 до 6,5. Обращает на себя внимание то, что главные компоненты РНК-связывающих белков не однородны как по изоэлектрической точке, так и по молекулярной массе, что, возможно, отражает их способность к различным молекулярным модификациям.

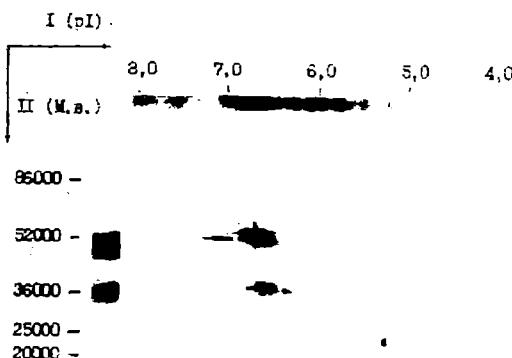


Рис. 32. Распределение полного набора РНК-связывающих белков цитоплазмы микриворонов пшеницы при двухмерном электрофорезе: I – изоэлектрофокусирование; II – электрофорез в ПААГ-ДСНа

Сравнение РНК-связывающих белков с белками полисомных информосом показывает, что один из полипептидов РНК-связывающих белков с относительной молекулярной массой около 52 000 совпадает по электрофоретической подвижности с соответствующим ему полипептидом полисомных информосом. Кроме того, полипептид, аналогичный минорному компоненту РНК-связывающих белков с относительной молекулярной массой 86 000, обнаруживается

в составе поли (A)-белковых комплексов, находящихся на 3'-конце полисомных информосом эмбрионов пшеницы.

Таким образом, есть основания считать, что РНК-связывающие белки эмбрионов пшеницы представляют собой фонд свободных информосомных белков и используются для формирования информосом *in vivo*.

Вопрос о функции РНК-связывающих белков эмбрионов пшеницы был изучен в работе T.N. Vlasik с соавт. (1978). Авторы заметили, что пропускание безрибосомного цитоплазматического экстракта эмбрионов пшеницы, в котором содержится полный набор факторов инициации и элонгации трансляции (Marcus e. a., 1968), через РНК-сефарозную колонку приводит к потере активности факторов трансляции. Промывка колонки стандартным буфером с ионной силой около 0.1 не элюировала активности. Следовательно, либо эта процедура приводит к инактивации некоторых трансляционных факторов, либо, по крайней мере, один или несколько факторов имеют сродство к РНК, т.е. являются РНК-связывающими белками. Для проверки этих альтернативных возможностей фракцию РНК-связывающих белков смывали с колонки при повышенной ионной силе и добавляли в бесклеточную систему трансляции с неактивным экстрактом, лишенным РНК-связывающих белков. При этом активность системы в значительной степени восстанавливалась, следовательно, факторы не были инактивированы, и вторая альтернатива, по-видимому, верна. Более того, внесение в систему, содержащую промытые 80S рибосомы, [¹⁴C]-аминоацил-тРНК, мРНК, ГТФ, АТФ и ГТФ – АТФ-регенерирующую систему, только самих РНК-связывающих белков обеспечивало нормальную трансляцию, т.е. РНК-связывающие белки заменяли сумму инициаторных и элонгационных факторов. Авторы сделали вывод, что РНК-связывающие белки цитоплазматического экстракта эмбрионов пшеницы содержат все (или почти все) инициаторные и элонгационные факторы белок-синтезирующей системы (Vlasik e. a., 1978).

Эти эксперименты указывают также на то, что белки, являющиеся факторами инициации и элонгации, в то же время обладают дополнительными функциями, а именно имеют высокое сродство к РНК. РНК-связывающая функция эукарнотических факторов трансляции была недавно продемонстрирована прямо в экспериментах с использованием индивидуальных факторов животных клеток (Domogatsky e. a.. 1978; Vlasik e. a.. 1980).

СИНТЕЗ мРНК И ИНФОРМОСОМ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ЭМБРИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Зрелые семена представляют уникальную стадию в жизненном цикле высших растений. Развитие эмбриона, которое начинается с момента оплодотворения яйцеклетки и продолжается в течение формирования семени, полностью останавливается при переходе его в покоящееся состояние. При этом зародыши будущих стеблей, корней и листьев в покоящихся эмбрионах уже дифференцированы. Пребывающие семян в этом состоянии может продолжаться от нескольких недель до сотен лет и заканчивается в момент, когда семена, попадая в благоприятные условия, начинают прорастать. Рост эмбрионов, при этом возобновляется, и параллельно начинают функционировать механизмы мобилизации запасных веществ, локализованных в специализированных органах семян. В конечном итоге скоординированные процессы роста эмбрионов и мобилизации запасных веществ, обеспечивающих гетеротрофный тип питания эмбрионов, обуславливают максимально быстрое развитие растений в этот период.

Переход от созревания семян к прорастанию может сопровождаться фундаментальными изменениями в экспрессии генов эмбрионального растения. Во всяком случае, на определенных стадиях экспрессия генов, кодирующих резервные белки и ферменты, входящие в синтез запасных веществ, должна уменьшаться, в то время как синтез ферментов, участвующих в мобилизации запасных веществ, должен усиливаться. Кроме того, по мере прорастания, должен удовлетворяться растущий дефицит белков, необходимых для роста и иных метаболических активностей развивающихся эмбрионов. Можно предположить две альтернативные возможности процесса перестройки в экспрессии генов на ранних этапах прорастания семян и, в частности, в эмбриональных осьях. Во-первых, при прорастании синтезируются новые молекулы мРНК; во-вторых, мРНК, синтезированные при формировании семян, сохраняются в неактивном состоянии и активируются при прорастании; третья возможность представляет собой комбинацию двух предыдущих. Таким образом, вопрос о наличии мРНК в покоящихся семенах является одним из центральных в биологии прорастания семян. Исследования так называемой «маскированной», или «долгоживущей»,

или «преформированной» мРНК начались в середине 60-х годов. Работами A. Marcus с соавт. (Marcus. Feeley. 1964; Marcus e. a.. 1966: Marcus. 1969). D. Chen с соавт. (Chen e. a.. 1968; Schultz e. a., 1972). J. Ihle. L. Dure (1969. 1970. 1972) было показано присутствие запасной формы мРНК в эмбриональных растительных объектах. В покоящихся эмбрионах пшеницы найдены и все другие компоненты белоксинтезирующей системы: рибосомы, тРНК, ферментные системы и т.д. (Marcus e. a., 1974). На основании экспериментальных данных было сделано предположение, что маскированная форма мРНК активируется и обеспечивает белковый синтез на ранних стадиях прорастания (Weeks, Marcus. 1971; Spiegel, Marcus. 1975).

В связи с обнаружением информосом в растительных клетках представлялось интересным исследовать синтез цитоплазматических мРНК и информосом на различных этапах созревания и прорастания эмбрионов пшеницы. Это позволило бы проследить последовательность синтеза РНК и судьбу информосом на различных этапах жизненного цикла растений, что, в свою очередь, могло бы пролить свет на биологические функции информосом.

СИНТЕЗ мРНК И ИНФОРМОСОМ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СЕМЯН

В ранних работах по эмбриогенезу высших растений (Walbot, 1971; Ihle. Dure. 1972; Paulson, Beevers. 1973) вопрос о синтезе долгоживущих мРНК специально не изучался. Подробнее этот вопрос стал изучаться лишь в последние годы. Так, был исследован синтез цитоплазматических РНК на различных этапах созревания (ранняя молочная, молочно-восковая и восковая спелость) семян пшеницы (Aitkhozhin e. a.. 1976). Под цитоплазматическими в данном случае следует понимать РНК, входящие в состав различных РНП-частиц (полирибосом, информосом, рибосом и их субчастиц), седimentирующих из постмитохондриальной фракции цитоплазматического экстракта в течение 4 ч при 105 000г. Специальные эксперименты показали, что при данных условиях центрифугирования из экстракта осаждается большая часть быстрометающихся РНК. Во фракции, остающейся после осаждения РНП-частиц, содержатся лишь тРНК и незначительное количество низкомолекулярных РНП-частиц (Айтхожин. 1976). Этую фракцию в дальнейшем не анализировали.

Седиментационный анализ РНП-частиц, выделенных из эмбрионов пшеницы на стадии ранней молочной спелости показал, что за период инкубации с радиоактивным предшественником синтезируются главным образом нерибосомные быстрометяющиеся РНК, входящие в состав структур, седиментирующих быстрее рибосом (рис. 33а). При анализе того же препарата в градиенте CsCl практически вся быстрометяющаяся РНК обнаруживалась в составе структур с плавучей плотностью 1,52 г/см³, т.е. в составе полирибосом (рис. 33б). Свободные информосомы на этой стадии не обнаруживались. По всей вероятности, в процессе быстрого роста и развития, когда в эмбрионах происходит активная дифференциация тканей, информосомы быстро вовлекаются в состав полирибосом для обеспечения высокой скорости белкового синтеза.

На стадии молочно-восковой спелости характер распределения новосинтезированной РНК в цитоплазматических РНП-частицах заметно менялся (рис. 34). Около 50% новосинтезированной РНК обнаруживалось в полирбосомах, остальная часть – в составе информосом (Ajtkhzhin e. a., 1976). На этой стадии вновь образованные информосомы частично вовлекаются в белковый синтез, другая же часть

сохраняется в цитоплазме в свободном состоянии, что, по-видимому, коррелирует с завершением процессов дифференциации и переходом в фазу стационарного роста эмбрионов.

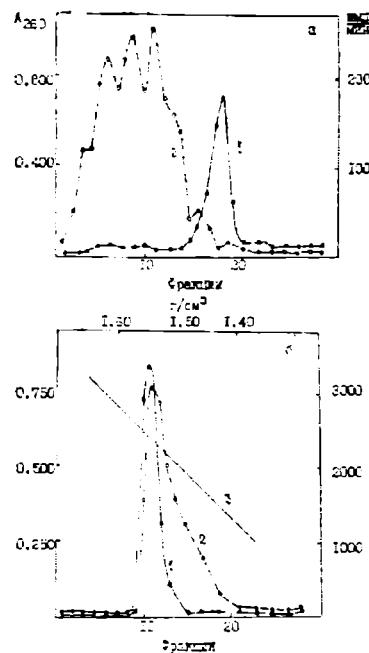


Рис. 33. Распределение в градиенте сахарозы (а) и хлористого цезия (б) РНП-частиц из цитоплазматического экстракта созревающих эмбрионов пшеницы (ранняя молочная спелость). Здесь и на рисунках 34, 35: 1 – УФ-поглощение; 2 – радиоактивность; 3 – плотность

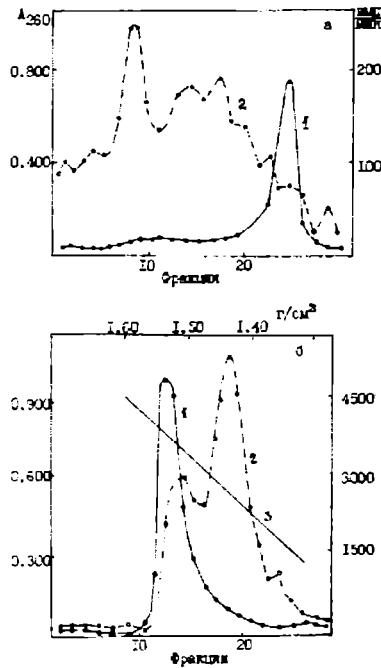


Рис. 34. Распределение в градиенте сахарозы (а) и хлористого цезия (б) РНП-частиц из цитоплазматического экстракта созревающих эмбрионов пшеницы (молочно-восковая спелость)

На поздних этапах созревания – восковой спелости, т.е. перед началом дегидратации, новосинтезированная РНК была почти исключительно в составе свободных информосом (рис. 35). В полирibосомах обнаруживалось лишь 10–15% новосинтезированных РНК. Наблюдаемое явление, очевидно, отражает синтез и запасание временно неактивной, маскированной формы мРНК. Эта РНК может сохраняться в форме информосом в процессе дегидратации семян и в покоящихся эмбрионах (см. далее).

Подробное изучение синтезов белка, РНК и мРНП-частиц в процессе формирования семян ржи (*Secale cereale L.*) было проведено W.J. Peumans с соавт. (1979). Изученные стадии созревания обозначались как I, II, III, IV, V, что соответствовало 35, 42, 49, 56 и

62 дням после опыления. Стадия I соответствовала ранней восковой спелости, тогда как стадия V полной спелости зерен. Более ранние стадии (до 35 дней) не были изучены из-за малых размеров эмбрионов. Изучение проводили как с отдельными органами эмбриона (зародышевая ось, щиток), так и с целыми эмбрионами. Было показано, что сухая масса зерновки и щитка достигала максимума на стадии III, тогда как вес зародышевых осей продолжал увеличиваться в течение последующих стадий.

Для демонстрации жизнеспособности эмбрионов были проведены эксперименты по прорастыванию зерен, собранных на различных стадиях созревания и высушенных в лабораторных условиях. Всхожесть всех образцов (от I до V стадий) была одинаковой и составляла не менее 95%.

Количественная оценка содержания мРНК в развивающихся зародышевых осях показала постепенное 5-кратное увеличение абсолютного содержания мРНК (на одну ось) в течение пяти последних недель формирования семян, причем это увеличение нельзя было объяснить исключительно возрастанием массы зародышевых осей, поскольку относительное содержание мРНК (на единицу оптической плотности при 260 нм) также удваивалось за этот период.

О наличии и распределении свободных цитоплазматических информосом в экстрактах из зародышевых осей и щитков, выделенных на различных стадиях развития, судили по измерению матричной активности препаратов, выделенных из фракций сахарозного градиента. Было показано, что информосомы присутствовали в

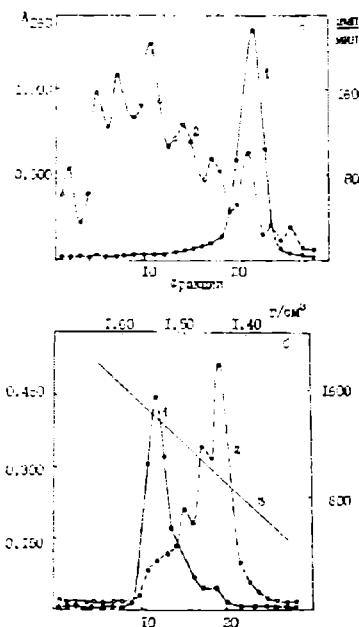


Рис. 35. Распределение в градиенте сахарозы (а) и хлористого цезия (б) РНП-частиц из цитоплазматического экстракта созревающих эмбрионов пшеницы (молочно-восковая спелость)

значительном количестве в зародышевых осиях и щитках на всех изученных стадиях развития и характеризовались гетерогенным распределением в градиенте сахарозы в районе от 15 до 150S с интервалом в 7–8S.

Для изучения синтезов РНК и белка в зародышевых осиях и щитках на различных стадиях развития проводились эксперименты с радиоактивными предшественниками – [³H]-уридином и [³H]-лейцином. Было показано, что в щитках максимальный синтез РНК приходится на стадию III, а белка – на стадию II, что отражало, по-видимому, прекращение их дальнейшего роста на последующих стадиях. В зародышевых осиях максимальный синтез РНК и белка наблюдался на стадии III, затем несколько уменьшался на стадии IV и вновь возрастал на стадии V; последнее возрастание объяснялось переходом к прорастанию, свойственному в этот период лишь зародышевым осиям, однако естественная дегидратация останавливалась этот процесс.

В экспериментах с радиоактивными предшественниками было также показано, что в зародышевых осиях и щитках на всех изученных стадиях синтезировались рибосомные и нерибосомные РНП-частицы, однако большая часть радиоактивного материала локализовалась в постполисомной фракции и распределялась в сахарозном градиенте аналогично матричной активности (мРНК). Слабое мечение полисом можно было бы объяснить тем, что отделение зародышевых осей от щитков приводило к быстрой диссоциации полисом и, таким образом, к искусственноому освобождению полисомных мРНП. Однако поскольку на всех стадиях мРНП присутствовали в значительном количестве, весьма вероятно, что по крайней мере часть преформированных мРНП, синтезирующихся в течение развития эмбрионов, сохранялась в неактивном состоянии на последующих стадиях. Более того, возрастание содержания мРНК по мере развития эмбрионов также свидетельствовало о постепенном накоплении свободных мРНП. Наконец, так как содержание полисом в зародышевых осиях уменьшалось по мере развития эмбрионов, то содержание мРНК не могло бы возрастать, если бы преформированные мРНП освобождались из полирибосом (Reumans e. a., 1979). Следовательно, синтез преформированных мРНП представляет собой часть процесса развития эмбрионов и заключается в образовании молекул мРНК при созревании эмбрионов и запасании их в неактивной форме до момента прорастания.

Чтобы выяснить, какие качественные изменения происходят в популяции мРНП, синтезируемых в эмбрионах на различных стадиях созревания, эндогенные мРНП, выделенные на каждой из стадий, транслировались *in vitro* в присутствии [³⁵S]-метионина и меченные новосинтезированные полипептиды подвергались электрофорезу в ПААГ-ДСНа (Peumans e. a., 1979). Оказалось, что синтезируемые на разных стадиях полипептиды были идентичными, следовательно, содержание мРНП по мере развития эмбрионов возрастало за счет синтеза и накопления качественно идентичных матриц. Вместе с тем, нормальная жизнеспособность недоразвитых семян (стадия I), эмбрионы которых имели около 20% от конечного содержания мРНП, свидетельствовало о том, что большая часть преформированных мРНП не является необходимой для прорастания, хотя это не означает их никчемности. Возможно, что прорастающие в естественных условиях семена больше зависят от преформированных мРНП, чем находящиеся в искусственно моделируемых условиях. Можно представить, что в естественных условиях метаболизм мРНП достаточно высок. Резкие изменения влажности и температуры среды могут вызвать повторяющиеся циклы формирования и разрушения полирибосом, и если мРНП могут быть использованы при этом ограниченное число раз, то содержание преформированных мРНП должно быстро уменьшаться, в то время как синтез новых мРНП еще не достаточен. Такой механизм расходования преформированных мРНП может объяснить, почему при формировании семян происходит синтез и накопление качественно идентичных матриц. На каждой стадии созревания растущие эмбрионы содержат полный набор мРНП, необходимых для прорастания, но, увеличивая количество каждого вида мРНП, эмбрионы повышают жизненные шансы при прорастании (Peumans e. a., 1979). В этом аспекте накопление большого количества преформированных мРНП при созревании можно рассматривать как эволюционную адаптацию, обеспечивающую нормальное прорастание семян.

ИНФОРМАЦИОННАЯ РНК И ИНФОРМОСОМЫ В ПОКОЯЩИХСЯ СЕМЕНАХ

Убедительные доказательства наличия долгоживущих мРНК в покоящихся семенах были получены в экспериментах с использованием бесклеточных белок-синтезирующих систем (Payne, 1976). Ранние работы с растительными бесклеточными системами трансляции показали, что рибосомная фракция, выделенная из покоящихся семян, в отличие от прорастающих, была неактивна в синтезе белка до тех пор, пока к ней не добавляли поли (У) в качестве искусственной матрицы (Marcus, Feeley, 1964, 1965; Allende, Bravo, 1966; Wolfe, Kay, 1967; Barker, Rieber, 1967). A. Marcus, J. Feeley (1964) предположили, что в покоящихся зародышах рибосомы и весь белок-синтезирующий аппарат является потенциально активным, но дефицитным по метаболически активной мРНК, которая при прорастании должна либо активироваться, либо синтезироваться *de novo*. Однако позднее из покоящихся семян были получены бесклеточные системы трансляции, в которых происходило активное включение аминокислот в новосинтезированные пептиды без добавления экзогенных матриц.

Так, A. Marcus, J. Feeley (1966) активировали преформированные матрицы покоящихся зародышей пшеницы прединкубацией цитоплазматического экстракта при 30° в присутствии АТФ. Рибосомная фракция, выделенная из активированного экстракта, поддерживала включение [^{14}C]-лейцина в новосинтезированные пептиды. Анализ в градиенте сахарозы показал наличие полирибосом, образованных из преформированных мРНК. Реакция ассоциации рибосом и мРНК зависела от АТФ и температуры и ингибиравалась рибонуклеазой и ингибиторами белкового синтеза. Позднее из покоящихся эмбрионов пшеницы была выделена фракция (МФ), которая обладала выраженной способностью стимулировать включение аминокислот в пептиды (Weeks, Marcus, 1971). Авторы наблюдали лаг-период при трансляции МФ-фракции, который можно было снять прединкубацией в течение 5 мин при 30° в присутствии АТФ, рибосом и низкомолекулярной фракции цитоплазматического экстракта, а также ингибирование трансляции ауринтрикарбоновой кислотой. В этой же работе авторы отчетливо продемонстрировали образование полиривосом при инкубации МФ-фракции в бесклеточной системе.

D. Chen с соавт. (1968) при добавлении суммарной РНК покоящихся зародышей пшеницы в гомологичную бесклеточную систему трансляции наблюдали стимулирование включения аминокислот в пептиды. Поскольку сама система была насыщена тРНК и включение не происходило за счет рРНК, был сделан вывод, что матричная активность в покоящихся зародышах пшеницы обусловлена наличием мРНК. В другой работе они исследовали трансляционную активность рибосомной фракции покоящихся зародышей пшеницы (Schultz e. a., 1972). После разделения этой фракции в градиенте сахараозы матричная активность распределялась в зоне 45 и 90S. Выделенная из рибосомной фракции РНК была разделена электрофорезом в ПААГ на семь компонентов и лишь пятый компонент с относительной молекулярной массой 150 000 (6.8S) обладал матричной активностью в бесклеточной системе трансляции.

Из рибосомной фракции покоящихся зародышевых осей гороха была также выделена РНК, которая стимулировала включение аминокислот в пептиды в гомологичной бесклеточной системе трансляции (Jachymczyk e. a., 1974). Авторы заключали, что в рибосомной фракции покоящихся зародышевых осей гороха содержится мРНК, которая может быть либо связана с рибосомами, либо находится в виде мРНП-частиц, седimentирующих в зоне рибосом. Более того, после обработки рибосомной фракции низкими концентрациями трипсина происходила активация матрицы и формирование полирибосом.

Другой подход для доказательства существования долгоживущей мРНК основывается на использовании ингибиторов синтеза РНК: если при раннем прорастании семян синтез РНК будет подавлен, а синтез белка не прекратится, то это свидетельствовало бы в пользу существования долгоживущей мРНК. Обычно в ранних работах для этой цели использовали актиномицин Д, однако, как было показано P.I. Payne (1976), этот ингибитор не полностью подавляет синтез РНК; более того, синтез рРНК блокируется сильнее, чем поли(A)⁻-РНК (Fraser, 1975). Поэтому данные, полученные в экспериментах с актиномицином Д должны интерпретироваться с осторожностью. Позднее стали применяться более специфичные ингибиторы синтеза мРНК. Гак. а-аманигин (ингибитор синтеза мРНК) и кордицепин (ингибитор синтеза поли (A)-последовательностей) не ингибировали образования полирибосом на ранних стадиях прорастания, что может свидетельствовать о том, что ранний белковый

синтез, по-видимому, не зависит ни от транскрипции, ни от полиадениллирования (Spiegel, Marcus, 1975). Поскольку полирибосомы образовывались даже при очень сильном ингибиовании синтеза РНК, авторы заключали, что преформированная мРНК не только присутствует в покоящихся эмбрионах, но и играет важную роль при раннем прорастании (см. далее).

Позднее было показано, что в зародышевых осях редиса, прораставших в присутствии кордицепина, белковый синтез становится чувствительным к действию ингибитора после лаг-периода в несколько часов, и затем постоянно уменьшается, причем параллельно уменьшаются запасные поли(A) (Delseny e. a., 1977). Авторы сделали вывод, что по крайней мере часть преформированных мРНК начинает транслироваться сразу после замачивания семян и что их функция быстро переходит к новообразованным мРНК. Таким образом, эксперименты с α -аманитином и кордицепином являются хорошим доказательством как существования преформированной мРНК в покоящихся эмбрионах, так и их функциональной значимости при раннем прорастании, по крайней мере у эмбрионов пшеницы и редиса.

Наиболее прямым доказательством существования преформированных мРНК явилось выделение поли(A)⁺-РНК из покоящихся семян различных растений. Так, M. Gordon, P. Payne (1976) выделяли поли(A)⁺-РНК из зародышей ржи, кормовых бобов (*Vicia faba L.*) и рапса (*Brassica napus L.*) и транслировали их в бесклеточной системе в многочисленные пептиды. К настоящему времени поли(A)-РНК выделены из покоящихся эмбрионов редиса (Delseny e.a., 1977), хлопчатника (Hammet, Katterman, 1975), куколя (Hecker, 1976), пшеницы (Филимонов и др., 1978).

В этой связи интересно остановиться на работе, в которой изучалось распределение поли(A)-последовательностей в цитоплазматическом экстракте покоящихся эмбрионов пшеницы (Filimonov e. a., 1977). При анализе в сахарозном градиенте цитоплазматических РНК как нормальных покоящихся эмбрионов, так и эмбрионов, отделяемых от эндосперма на стадии восковой спелости и дегидратированных искусственно, практически все поли(A)-последовательности распределялись в зоне 5S (рис. 36).

В недепротеинизированных экстрактах поли (A), по данным анализа в градиенте сахарозы, распределялись в зоне 8–16S (рис. 37). В экспериментах по обработке 8–16S материала проназой и

связыванию с мембранными фильтрами в различных ионных условиях было показано, что он представлен полигуанидиновыми рибонуклеопротеидными частицами.

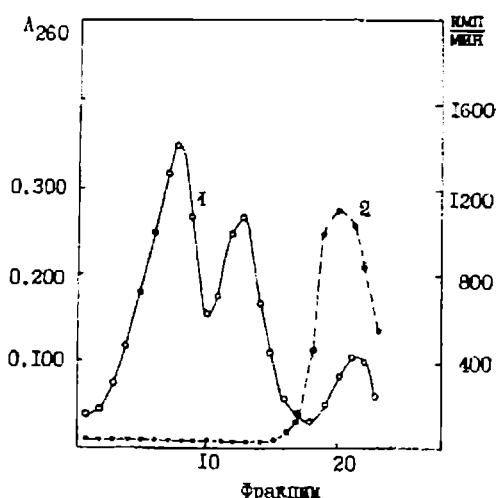


Рис. 36. Седиментационное распределение в 5–20%-градиенте сахарозы РНК из покоящихся эмбрионов пшеницы, связывающейся с полигуанидиновой (У)-сепарозой: 1 — УФ-поглощение маркерной рибосомной РНК; 2 — радиоактивность

Анализ их в градиенте CsCl (рис. 38) обнаружил довольно гомогенное распределение со средним значением плавучей плотности 1.36 г/см³, соответствующим соотношению РНК: белок около 1 : 3. Было высказано предположение, что в покоящихся эмбрионах запасаются не только мРНК, но и полигуанидиновые блоки, которые могут использоваться в период раннего прорастания для полиаденилирования мРНК либо путем непосредственного присоединения такого блока к 3'-концу мРНК, либо в качестве фонда адениловых остатков, поставляемых путем гидролиза для обеспечения синтеза полигуанидиновых.

Вероятно, все виды растений содержат в семенах полигуанидиновую РНК, и наличие долгоживущих полигуанидиновых мРНК в покоящихся семенах — общее явление для высших растений. Вопрос о том, используются ли полигуанидиновые блоки для активации процессов раннего прорастания, не ясен и представляет, на наш взгляд, особый интерес.

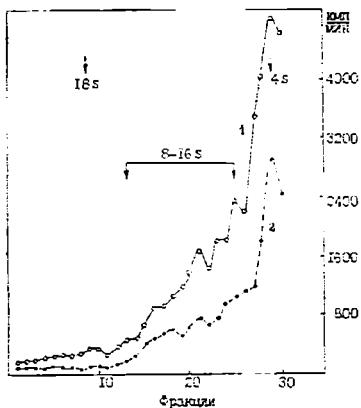


Рис. 37. Седиментационное распределение в 10–30% градиенте сахарозы пост-рибосомного клеточного экстракта из искусственно высушенных эмбрионов пшеницы, предварительно меченные $[^3\text{H}]$ -аденозином: 1 – контроль; 2 – экстракт, обработанный панкреатической и T_1 рибонуклеазами

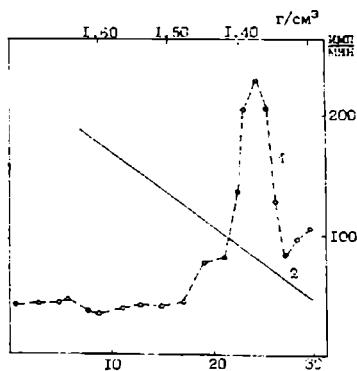


Рис. 38. Плотностное распределение в градиенте хлористого цезия поли (A)-содержащих РНК-частиц: 1 – радиоактивность; 2 – плотность

Еще в 1971 г. были получены косвенные подтверждения того, что преформированные мРНК в покоящихся эмбрионах присутствуют в рибонуклеопротеидной форме (Weeks, Marcus, 1971). В предыдущем разделе были описаны данные, показывающие, что на

поздних стадиях созревания, когда наступает этап подготовки семян к переходу в состояние покоя, в частности постепенное обезвоживание эмбрионов, количество полирибосом резко уменьшается, а мРНК почти целиком представлена информосомами. Возникает вопрос, сохраняются ли информосомы при полном переходе к состоянию покоя, т.е. в процессе дегидратации. Доказательства в пользу рибонуклеопротеидной организации долгоживущей мРНК были получены сравнительно недавно (Ajtkhzhin e. a., 1976). Для решения этого вопроса из созревающих семян на стадии поздней восковой спелости выделяли эмбрионы, инкубировали в среде с [^3H]-уридином, затем медленно высушивали при комнатной температуре. В некоторых экспериментах с радиоактивным предшественником инкубировали зерна без отделения эмбрионов и также дегидратировали. Эмбрионы отделяли от эндосперма и анализировали распределение радиоактивного материала путем фракционирования цитоплазматических РНП-частиц в градиенте CsCl (рис. 39). Результаты фракционирования показали, что в покоящихся эмбрионах основная часть быстрометающейся РНК представлена структурами с плотностью 1,40–1,45 г/см³. Отсюда следует, что запасной формой мРНК в покоящихся семенах являются информосомы.

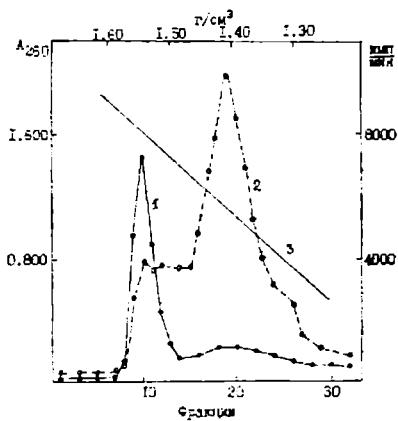


Рис. 39. Плотностное распределение в градиенте хлористого цезия цитоплазматических РНП-частиц эмбрионов пшеницы, меченых [^3H]-уридином и затем высушенных при комнатной температуре: 1 – УФ-поглощение; 2 – радиоактивность; 3 – плотность

СИНТЕЗ мРНК И ИНФОРМОСОМ ПРИ ПРОРАСТАНИИ СЕМЯН

Роль преформированных информосом

В связи с существованием в покоящихся семенах запасной формы мРНК возникает вопрос, на каком этапе прорастания начинается транскрипция новых РНК и в каком состоянии они находятся в цитоплазме.

Имеющиеся в литературе данные немногочисленны, противоречивы и не дают ответа на поставленный вопрос. В ранних работах некоторые авторы пытались продемонстрировать, что белковый синтез предшествует синтезу РНК и, следовательно, синтез белка зависит при раннем прорастании от преформированных мРНК. Так, на эмбрионах пшеницы первоначально было установлено, что синтез белка начинается раньше синтеза РНК, поскольку меченные аминокислоты включались после первого часа прорастания, тогда как синтез РНК не наблюдался ранее 12 (Chen, Osborne, 1970). Позднее, однако, было показано (Chen e. a., 1971), что синтез РНК может начинаться значительно раньше, через 2 ч, и что за это время транскрибируются главным образом ядерные предшественники рибосомных РНК, которые начинают появляться в цитоплазме только после 6 ч прорастания, причем в форме «незрелых» предшественников с избыточным белком, представленных дискретными группами с плавучими плотностями 1.42–1.52 и 1.45–1.57 г/см³. Полностью сформированные «зрелые» рибосомы обнаруживались в цитоплазме только после 12 ч прорастания. Наконец, в недавней работе другой группы авторов было показано, что в эмбрионах пшеницы синтез РНК начинается в течение первых 15 мин прорастания (Spiegel e. a., 1975).

M. Dobrzanska с соавт. (1973) определяли последовательность синтезов РНК и белка у эмбрионов, находившихся при прорастании в составе целых зерен пшеницы, которые были гидратированы при низкой температуре для лучшей проницаемости радиоактивных предшественников. В этом случае синтез мРНК начался немедленно с момента прорастания, тогда как синтез белка наблюдался после лаг-периода в 3 ч. По данным лаборатории J. Buchowicz (Rejman, Buchowicz, 1973; Dobrzanska e. a., 1973) была выдвинута концепция каскадной активации синтеза различных классов РНК. Согласно

предположению этих авторов, при прорастании семян пшеницы имеется определенная последовательность в транскрипции различных классов РНК во времени. Начиная с первого часа прорастания запускается синтез информационных РНК, с 12 ч прорастания – синтез рибосомных РНК, с 18 ч – транспортных РНК. К сожалению, в этих работах для идентификации различных классов РНК применялись методы избирательной экстракции и определение суммарной радиоактивности без дополнительного разделения существующими методами, что не дает возможности однозначно интерпретировать полученные авторами результаты.

В прорастающих семенах риса синтез белка начинался в течение 30 мин, тогда как синтез мРНК значительно задерживался (Bhat, Padayatty, 1974); синтез тРНК начинался между 30 мин и 6 ч; рРНК, начиная синтезироваться между 6 и 12 ч; мРНК появлялась лишь после 12 ч. Следует отметить, что эти данные были получены на изолированных эмбрионах. На прорастающих эмбрионах ржи были получены данные о том, что синтез белка предшествует синтезу РНК (Hallam e. a., 1972; Roberts e. a., 1973), однако позднее было показано, что синтез РНК также начинается весьма рано – в течение первого часа (Sen e. a., 1975; Payne, 1977).

Имеющиеся к настоящему времени литературные данные не позволяют ответить на вопрос, какой из синтезов – РНК или белка – начинается первым. Большинство последних работ показывает, что при прорастании быстро и одновременно активируются оба синтеза, по крайней мере в изолированных эмбрионах. Обнаружение поли(A)-последовательностей, ковалентно присоединенных к 3'-концу большинства молекул мРНК, позволило разработать ряд специфических методов выделения мРНК, что дало возможность точнее определить начало их синтеза. Эти методы основаны на гибридизации поли(A)-концов с комплементарными олигомерами дезокситимидиловой кислоты, связанной с инертным целлюлозным носителем (Avin, Leder, 1972) либо с полиуридиловой кислотой, присоединенной к сепарозе (Firtel, Lodish, 1973). С развитием этих методов стали быстро накапливаться данные о том, что значительная часть РНК, синтезируемой в прорастающих семенах, является мРНК. В прорастающих эмбрионах пшеницы, предварительно гидратированных при 0°, синтез поли(A)-РНК начался в течение 15 мин (Spiegel e. a., 1975). В эмбрионах ржи синтез поли(A)-РНК наблюдался сразу

после гидратации (Payne: 1977). Около 30% РНК, синтезируемой в течение первых 30 мин прорастания эмбрионов. *Agrostemma githago* гибридизовалось с поли(У)-сефарозой (Hecker e. a., 1977). На ранних этапах прорастания семян хлопчатника часть новосинтезированной РНК была полинаденилирована (Walbot e. a., 1974).

Таким образом, можно считать, что синтез мРНК при прорастании начинается очень рано, однако опять-таки не ясно, предшествует ли он началу синтеза белка. Синтез различных классов РНК и РНП-частиц в проращающих эмбрионах пшеницы был изучен в ряде последующих работ (Дошанов и др., 1975; Айтхожин, 1976; Дошанов, 1977). Для того чтобы установить начало синтеза различных классов РНК, был проведен седиментационный анализ цитоплазматических РНК из эмбрионов пшеницы, проращающих 1 ч. Новосинтезированная РНК, меченная [^3H]-уридином, распределялась гетерогенно с максимумом в зоне от 6' до 20S (рис. 40).

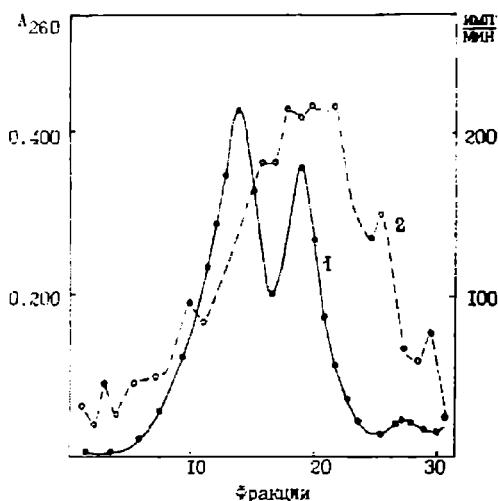


Рис. 40. Седиментационное распределение в 15–30% градиенте сахарозы РНК из РНП-частиц эмбрионов, прораставших 1 ч в среде с [^3H]-уридином. Здесь и на рисунке 41: 1 – УФ-поглощение; 2 – радиоактивность

Из этого вытекало, что уже в первый час прорастания происходит интенсивный синтез нерибосомных быстрометающихся РНК, по

с седиментационному поведению сходных с информационными РНК животных объектов. Вместе с тем анализ препаратов РНК в градиенте сахарозы не давал полного представления о фракционном составе новосинтезированных РНК, поскольку в препарате могло присутствовать некоторое количество новосинтезированных рибосомных РНК. Для решения этого вопроса проводили седиментационный анализ фракции РНП-частиц (рис. 41 α). При этом меченая РНК в составе тяжелых структур седиментировалась быстрее монорибосом. В области монорибосом радиоактивность отсутствовала. В пострибосомной зоне наблюдалось два небольших радиоактивных компонента, повторявшихся в нескольких параллельных экспериментах, по-видимому, соответствовавших новообразованным рибосомным субчастицам. Для прямого доказательства того, что эти компоненты являлись рибосомными субчастицами, были проведены эксперименты по избирательной деградации мРНП-частиц низкими концентрациями РНКазы (рис. 41 β); рибосомы и их субчастицы устойчивы к такой обработке. Результаты показали, что весь радиоактивный материал тяжелой зоны был снят, в то время как радиоактивность в зоне монорибосом и предполагаемых субчастиц сохранялась, что доказывало их рибосомальную природу.

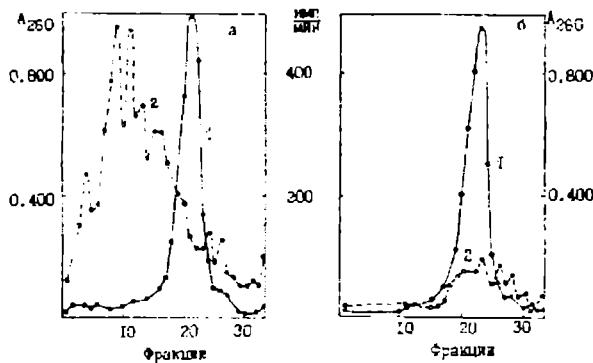


Рис. 41. Седиментационное распределение в 10–70% градиенте сахарозы РНП-частиц: α – необработанных; β – обработанных рибонуклеазой

Как уже отмечалось, большая часть быстрометящейся РНК распределялась в тяжелой зоне градиента сахарозы – это могли быть

либо полирибосомы, либо информосомы. Анализ в градиенте CsCl позволил решить этот вопрос (рис. 42). По УФ-поглощению в препарате обнаруживался только один немеченный компонент с плавучей плотностью 1,54–1,55 г/см³, соответствующий монорибосомам. Радиоактивность в препарате распределялась так, что основной компонент, содержащий новосинтезированную РНК, концентрировался в зоне с плотностью 1,40–1,44 г/см³, соответствующей информосомам, и имелся также четко выраженный минорный компонент с плотностью 1,52 г/см³, соответствовавший полиривербосомам.

Таким образом, на основании проведенных анализов можно заключить, что уже в первый час прорастания активируется синтез и выход в цитоплазму как быстрометающихся нерибосомных РНК типа мРНК, так и рибосомных РНК. Скорость синтеза рибосомных РНК в первый час прорастания незначительна, что связано, по-видимому, с большим запасом рибосом, накопленных в процессе созревания эмбрионов. Быстрометающаяся РНК обнаруживается главным образом в составе двух типов структур – полиривербосом и информосом.

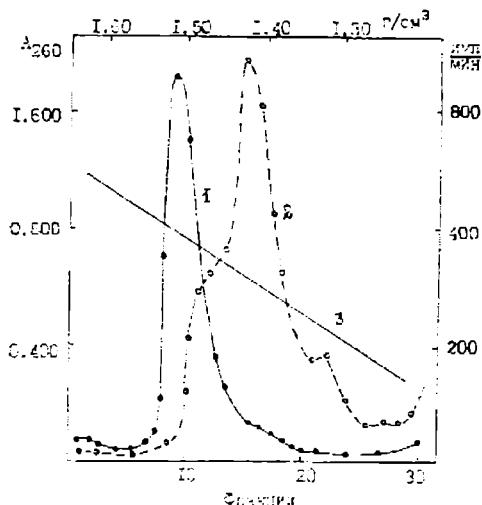


Рис. 42. Плотностное распределение в градиенте хлористого цезия цитоплазматических РНК-частиц зародышей пшеницы, прораставших 1 ч в среде с [³H]-уридином и не обработанных рибонуклеазой. Здесь и на рисунке 43: 1 – УФ-поглощение; 2 – радиоактивность; 3 – плотность

В связи с тем, что анализ в градиентах сахарозы и хлористого цезия РНП давал более четкие представления о синтезе и выходе в цитоплазму различных классов РНК по сравнению с седиментацией дегротеинизированных РНК, в последующих экспериментах изучалось только распределение РНП-частиц в градиентах сахарозы и плотности. Результаты седиментационного анализа в градиенте сахарозы РНП-частиц, выделенных на различных стадиях, до 12 ч прорастания (1; 2.5; 4.5; 5.7; 12 ч), показали, что на этих стадиях в цитоплазме большая часть радиоактивных РНК седиментировалась в предрибосомной зоне в составе полирибосом и информосом, при этом синтез мРНК и рРНК резко не усиливается. Однако по мере развития эмбрионов более четко выявлялись два радиоактивных компонента, седиментирующих в пострибосомной зоне и соответствующих рибосомным субчастицам. Следует отметить более высокую скорость поступления в цитоплазму малых субчастиц по сравнению с большими. Это явление неоднократно отмечалось на животных объектах, а также у растений (Schultz e. a., 1972).

Результаты фракционирования тех же препаратов в градиенте плотности CsCl показали, что на ранних этапах прорастания основными быстрометающимися структурами в цитоплазматическом экстракте эмбрионов пшеницы являются информосомы и полирибосомы. Радиоактивность рибосомных субчастиц в процентах к общей радиоактивности была невысока, и поэтому они не выявлялись как отдельные компоненты.

Заметные изменения седиментационных и плотностных характеристик цитоплазматических РНП-частиц начинали обнаруживаться на поздних стадиях прорастания (24, 36, 48 ч). Было показано, что седиментационные коэффициенты быстрометающихся РНП-частиц на этих стадиях снижались, усиливаясь синтез рибосомных РНК (рис. 43 a). В градиенте CsCl наблюдался основной радиоактивный компонент в области рибосом и полисом, а также иногда минорный – с плавучей плотностью, более низкой, чем у информосом (рис. 43 b).

Для интерпретации наблюдаемых картин было предложено два возможных объяснения – либо отсутствие свободных информосом на поздних стадиях прорастания отражало реальную картину их синтеза и распределения в цитоплазме в процессе развития, либо полученные результаты отражали динамику рибонуклеазной активности в экстрактах, т.е. деградацию информосом вследствие рибонуклеазной атаки.

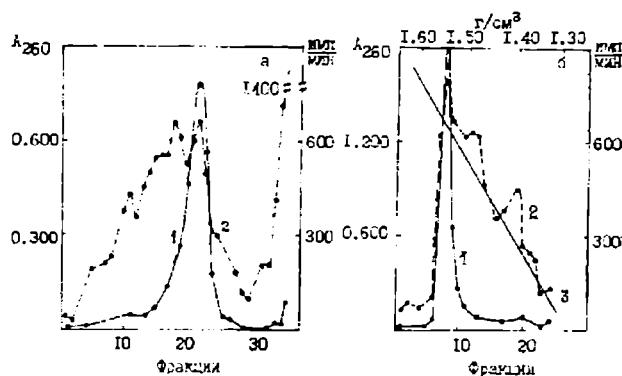


Рис. 43. Распределение в градиенте сахарозы (а) и градиенте хлористого цезия (б) цитоплазматических РНК-частиц из эмбрионов пшеницы, прораставших 36 ч, причем последние 30 мин – в среде с [^{3}H]-уридином

Для решения этого вопроса к немеченым цитоплазматическим экстрактам, выделенным из эмбрионов пшеницы на различных стадиях прорастания, добавляли высокомеченную экзогенную РНК и инкубировали при 3° в течение 60 мин, после чего выделяли препарат РНК и анализировали в градиенте сахарозы. О присутствии рибонуклеазной активности в экстракте судили по высокочувствительному методу – седиментационному поведению экзогенной радиоактивной РНК, инкубированной в экстрактах, выделенных из эмбрионов на различных стадиях прорастания. На ранних этапах прорастания – до 12 ч – не происходило каких-либо видимых изменений в активности эндогенных рибонуклеаз, так как целостность экзогенной радиоактивной РНК полностью сохранялась. Начало деградации РНК, инкубированной в цитоплазматическом экстракте, становилось заметным на стадии 24 ч прорастания. Деградация РНК проявлялась в заметном изменении соотношения радиоактивности между двумя компонентами; высокомолекулярной РНК и в появлении дополнительного; радиоактивного материала в низкомолекулярной зоне градиента. Наконец, инкубация радиоактивной РНК с экстрактами из эмбрионов, прораставших в течение 36 ч, сопровождалась интенсивной деградацией этой РНК. Радиоактивность в зоне рибосомных РНК практически исчезала, а основная часть радиоактивного материала седimentировалась в низкомолекулярной зоне (Айтхожин, 1976; Дошанов, 1977).

Эти результаты свидетельствовали о том, что наблюдаемая динамика распределения меченых РНК в цитоплазматических РНП-частичках до 12 ч прорастания эмбрионов пшеницы не связана с присутствием в экстрактах рибонуклеаз и, очевидно, отражает реальную картину распределения. В то же время исчезновение информосом на поздних стадиях после 24 ч прорастания связано, по-видимому, с деградацией информосом вследствие освобождения рибонуклеаз при выделении цитоплазматических экстрактов.

На основании приведенных данных можно сделать выводы о том, что при прорастании эмбрионов пшеницы сразу же начинается синтез информационных и рибосомных РНК, и на всех этапах прорастания быстрометящаяся мРНК присутствует как в составе полиривбосом, так и в свободных информосомах.

Таким образом, с одной стороны, имеются многочисленные данные о присутствии в покоящихся эмбрионах всех компонентов белок-синтезирующей системы, включая рибосомы и мРНК, которые могут обеспечивать на ранних этапах прорастания белковый синтез, и, с другой стороны, имеются убедительные доказательства синтеза РНК сразу же с момента прорастания. Возникает вопрос о соотношении участия преформированных и новосинтезированных мРНК в белковом синтезе.

Экспериментальные подходы к решению этого вопроса были предприняты в серии работ лаборатории L. Dure на семенах хлопчатника (Dure, Waters, 1965; Ihle, Dure, 1969, 1970, 1972 а, б с; Walbot e. a., 1975). Авторами было установлено, что на ранних этапах прорастания семян хлопчатника сразу же активируется синтез белка. Установлено, что, по крайней мере, два фермента, необходимые для мобилизации запасных резервов белка – карбоксипептидаза С и изоцитратаза – образуются *de novo*. Синтез этих ферментов чувствителен к циклогексимиду, но не чувствителен к актиномицину Д. Далее следовало установить, на каких этапах развития происходит синтез мРНК, кодирующих эти ферменты. Уникальные свойства эмбриональных растительных объектов позволили подойти к экспериментальному решению этого вопроса. Дело в том, что многие эмбрионы высших растений способны к «предзрелому» прорастанию, т.е. если в процессе созревания эмбрионы отделить от окружающих овулярных тканей и поместить в благоприятные условия, то они начнут прорастать. Эмбрионы хлопчатника могут нормально прорастать,

если их отделить через 20 дней после оплодотворения. Обработка эмбрионов хлопчатника ингибиторами на ранней стадии созревания (т.е. «85 мг-стадия») предотвращала появление этих ферментов при прорастании, тогда как такая же обработка после «85 мг-стадии» не препятствовала их образованию. Из этого вытекают два важных вывода: во-первых, мРНК для карбоксипептидазы С и изоцитратазы транскрибируется при созревании на строго определенных этапах, и эти РНК запасаются в покоящихся семенах; во-вторых, они обеспечивают синтез *de novo* названных ферментов при прорастании.

D. Weeks, A. Marcus (1971) показали, что образование полирибосом на ранних этапах прорастания эмбрионов пшеницы коррелирует с быстрым исчезновением МФ-фракции. После 40 мин прорашивания превращение МФ-фракции в полисомы составляет 50%, а через 3 ч она полностью исчезает. Это наблюдение было интерпретировано как строгое подтверждение физиологической активности МФ-фракции, а также как свидетельство вовлечения ее в ранний белковый синтез. Позднее S. Spiegel, A. Marcus (1975) показали, что образование полирибосом на ранних этапах прорастания не зависит от ингибирования синтеза (и полиаденилирования) мРНК а-аманитином (и кордицепином). Это привело авторов к выводу, что преформированная мРНК играет важную роль при раннем прорастании, тогда как роль новосинтезированных мРНК на этих стадиях не столь существенна.

В прорастающих эмбриональных осях редиса синтез белка становится чувствительным к кордицепину только после лаг-периода в несколько часов (Delseny e. a.. 1977). После этого снижение скорости белкового синтеза коррелировало с исчезновением преформированной полиг(A)⁺-РНК, свидетельствуя о том, что, по крайней мере, некоторая часть долгоживущих мРНК активно включается в синтез белка.

Все эти наблюдения подтверждают предположение о том, что, по крайней мере, в прорастающих эмбрионах или эмбриональных осях ранний белковый синтез зависит от долгоживущей РНК. Однако до сих пор не ясно, могут ли эти результаты быть экстраполированы на прорастание целых семян в естественных физиологических условиях. Выводы M. Dobrzanska с соавт. (1973) о том, что синтез мРНК значительно опережает белковый синтез, свидетельствуют об обратном. Во всяком случае, поскольку было показано.

что поли(A)-РНК из покоящихся эмбрионов различных растений транслируется *in vitro* в многочисленные полипептиды с относительной молекулярной массой от 10 000 до 70 000. можно заключить, что по крайней мере часть долгоживущей поли(A)-РНК представляет интактную, биологически активную мРНК.

В то же время с самого начала прорастания начинается синтез новых РНК, включая мРНК. Какова роль этих РНК на ранних этапах прорастания? Этот вопрос изучался несколькими группами авторов. Так, L.I. Caers с соавт. (1979) было показано, что в прорастающих эмбрионах пшеницы меченая поли(A)⁻РНК присутствует как в свободных, так и в полисомных информосомах, что согласовывалось с более ранними наблюдениями (Ajtikhozhin e. a., 1973; Дошанов и др.. 1975). Анализ РНК, экстрагированных из пост-полисомной и полисомной фракций эмбрионов, прорастающих в течение 6 ч, показывает, что, по крайней мере, половина суммарного количества мРНК активно включается в процесс трансляции. Эта величина значительно выше по сравнению с данными J.D. Brooker с соавт. (1978), которые обнаружили лишь 26% суммарной поли(A)-РНК в полисомной фракции эмбрионов пшеницы, прораставших 5.5 ч. Такое несоответствие может объясняться различием методов фракционирования, а также условий проращивания. Поскольку во всех препаратах наблюдалось одинаковое распределение поли (A)-РНК как по радиоактивности, которая характеризовала только новосинтезированные РНК, так и по УФ-поглощению при 260 нм, которое оценивало сумму новосинтезированных и преформированных РНК, авторами был сделан вывод, что ни один из этих видов РНК не используется в процессе трансляции преимущественно (Caers e. a., 1979). Этот вывод далее подтверждался сходным электрофоретическим распределением полипептидов, кодируемых либо суммарной популяцией эндогенных матриц и мРНП, либо полисомными матрицами из эмбрионов, прорастающих в течение 6 ч. Подобное сходство свободных и полисомных матриц эмбрионов пшеницы было также продемонстрировано при помощи гибридизации РНК с комплементарной ДНК (Brooker e. a., 1978).

Для дальнейшего выяснения значимости преформированных и новосинтезированных мРНК для белкового синтеза на ранних стадиях прорастания проводились эксперименты с кордицептином. Авторам не удалось получить полного ингибиования

новосинтезированных поли(A)-РНК, однако в чейз-экспериментах с немеченым аденоzinом было установлено, что их период полу-
жизни составляет около 2 ч (Caers e. a., 1979). При проращивании эмбрионов в присутствии кордицепина наблюдалось уменьшение содержания суммарного количества матриц, что отражало утилизацию преформированных мРНП. Активность белкового синтеза строго зависела от присутствия кордицепина в среде прорастания. Период полу-
жизни преформированных мРНК не был определен непосредственно, однако, поскольку они вовлекаются в белковый синтез в равной мере с новосинтезированными мРНП, можно считать, что их период полу-
жизни соответствует таковому новосинтезированных мРНК, т.е. около 2 ч. Так как период полу-
жизни мРНК эмбрионов пшеницы достаточно мал, то большинство матриц в эмбрионах, прораставших в течение 6 ч – новосинтезированные. Тем не менее электрофоретическое распределение полипептидов, кодируемых *in vitro* мРНП или поли(A)-РНК качественно не различалось у покоящихся и прорастающих эмбрионов (Caers e. a., 1979), что также согласовывалось с гибридизационными тестами (Brooker e. a., 1978). Следует отметить, что при этом наблюдались некоторые количественные изменения, которые свидетельствовали об изменениях в популяции новосинтезированных мРНП.

На основании всех изложенных данных можно заключить, что преформированные мРНК и мРНП транслируются при раннем прорастании, но их функции, по-видимому, быстро переходят к новосинтезированным.

*Айтхокжин М.А., Исаков Б.К. Информосомы растений.
– Алма-Ата: Наука, 1982*

Informosomes and polyribosome-associated proteins in eukaryotes

Alexander S. Spirin and Murat A. Ajtikhozhin

Proteins of unknown function are complexed with all mRNA in the cytoplasm of animal and plant cells, thus forming messenger ribonucleoproteins or informosomes. There are also a large number of other proteins which are loosely associated around eukaryotic polyribosomes as a result of their ability to bind RNA. These include elongation factors, aminoacyl-tRNA synthetases and protein kinases. It is suggested that modifications of the polyribosome-associated proteins can modulate protein synthesis by altering the affinity of the proteins for RNA.

The cytoplasm of eukaryotic cells is much more organized structurally than that of bacteria and other prokaryotes. The internal membrane network subdivides the eukaryotic cytoplasm into specific compartments, such as nucleus, endoplasmic reticulum, golgi apparatus, mitochondria and chloroplasts. More dynamic polymer protein structures, such as microtubuli, microfilaments and intermediate filaments, form the so-called 'cytoskeleton'. The tendency to form multienzyme complexes and aggregates is especially displayed in eukaryotes. It has also been found that messenger RNA (mRNA) and dynamic mRNA-ribosome complexes (polyribosomes) of the eukaryotic cytoplasm are accompanied by many bound proteins, some of whose functions are still to be found.

Free mRNP particles

That mRNA could exist as a nucleoprotein was discovered 20 years ago when cytoplasmic extracts of embryonic fish and sea urchin cells were investigated^{1,2}. The nonribosomal particles were shown to be mRNA-protein complexes of a defined stoichiometry (protein to RNA mass ratio of about 3:1, buoyant density in CsCl of about 1.4 g cm^{-3})². They were called informosomes but are now more generally referred to as messenger ribonucleoproteins (mRNPs). The size of the particles depended on the size of their mRNA.

Similar particles were later detected by different workers in all the animal cells studied and in the cytoplasm of

higher plants³, suggesting that the nucleoprotein form of mRNA is a common feature of higher eukaryotes.

The mRNPs which are not bound with ribosomes (the so-called free cytoplasmic informosomes) contain non-translatable mRNA. This may be stored (masked) mRNA (which is to be translated only at a certain later stage of cell differentiation), or temporarily untranslated mRNA on its way from the nucleus to polyribosomes, or 'run-off' mRNA released from a translational complex, or simply the excess mRNA of the cytoplasm. A striking example of the transition of the translatable mRNA from polyribosomes into the non-translatable state as stored informosomes occurs in wheat grains: as protein synthesis declines during ripening, an increasing fraction of the wheat embryo mRNA is found separate from ribosomes in free mRNPs⁴.

The nontranslatable state of mRNA in free mRNPs suggested that the protein moiety of the particles is involved in inhibiting (repressing) translation⁵. Studies of the protein moiety of free mRNPs have met, however, several technical difficulties, so that its composition and function are still unknown. Scherer's group has demonstrated the presence of a repressor activity among proteins of the free mRNP fraction of duck reticulocytes⁶ but the repressor protein itself has not been isolated. On the other hand, a repressor activity has been reported for some small cytoplasmic RNAs (see for example Ref. 8) or their complexes with proteins bound with free mRNPs. An interesting possibility has been advanced by Brawerman *et al.*⁹ and by Bag¹⁰ that: the products of translation of some mRNAs can specifically bind to their mRNA such that they repress further translation

of the mRNA. Correspondingly, free mRNPs should contain the protein products of translation of the constituent mRNA. Indeed, it has been shown that actin and other muscle-specific polypeptides can be detected in free mRNPs of cultured muscle cells¹¹. Upon heat shock, the fraction of free mRNPs of the same cells contains one of the heat-shock proteins¹². Such a feed-back regulation may selectively switch off translation and promote transition from polyribosomes into free mRNPs of mRNAs whose translational products are excessively accumulated in the cytoplasm.

At the same time, just one or a few molecules of a specifically-bound protein per mRNA molecule seem to be sufficient to prevent the initiation of translation of mRNA. Hence, repressor proteins can hardly comprise the bulk of the protein of free mRNPs; rather, they must be minor protein components.

The proteins of free mRNPs vary significantly, and include up to 10 major proteins (20–100 kDa). Among the major components of free mRNPs, the 78 kDa polypeptide should be mentioned; there is evidence that it is complexed with 3'-terminal poly(A)-sequences of mRNAs. In general, the functions of the major protein components of free mRNPs are unclear.

Polyribosome-bound mRNPs

The translatable portion of cytoplasmic mRNA is localized in polyribosomes. The dissociation of polyribosomes was reported to result in the release of the translatable mRNA in the form of mRNA-protein complexes¹². The polyribosome-bound mRNPs are somewhat less loaded with proteins than free mRNPs (protein to RNA mass ratio is about 2:1, buoyant density in CsCl is about 1.45 g cm^{-3}).

The protein composition of polyribosomal mRNPs does not coincide with that of free mRNPs, though some components may be common¹³. The 78 kDa polypeptide which appears to be bound to poly(A)-sequences is a major protein component of both types of mRNP. The characteristic major component of polyribosome-bound mRNPs of both animals and plants is a protein with a molecular weight of 50 000. Both the 50 and the 78 kDa proteins are firmly bound with translatable mRNA and often comprise a significant fraction of the total protein of polyribosomal mRNPs. Functions of the proteins of polyribosome-bound mRNPs are not known. The elongation and initiation

A. S. Spirin is at the Institute of Protein Research, Academy of Sciences of the USSR, Pushchino, Moscow Region, USSR and M. A. Ajtikhozhin is at the Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Academy of Sciences of the Kazakh SSR, Alma-Ata, USSR.



Drawn for TIBS by TAB.

factors of translation are not amongst the major, firmly bound proteins of polyribosomal mRNPs¹⁴. Despite their apparent stability, the mRNA-protein complexes seem to be dynamic structures: during their life history the proteins are not permanently anchored but exchange with free proteins of the cytoplasmic pool¹⁵.

RNA-binding proteins of the cytoplasm

A fraction of free proteins with an affinity for high-polymer polynucleotides (the so-called RNA-binding proteins) has been discovered in the cytoplasm of animal¹⁶ and plant¹⁷ cells. For a long time these proteins were suspected to compose a pool of free informosomal proteins in the cytoplasm.

Indeed, the injection of the total fraction of labeled free RNA-binding proteins into frog oocytes resulted in the direct incorporation (without preliminary degradation) of some of them into mRNPs¹⁸.

The major components of free RNA-binding proteins, however, do not coincide with the main polypeptides of free or polyribosomal mRNPs¹⁹. In other words, only a small fraction of free RNA-binding proteins can be considered as a pool of mRNPs – most of them seem to have a different destination.

The cytoplasmic RNA-binding proteins vary with cell type. Rabbit reticulocytes have a relatively simple set of free RNA-binding proteins: there are

three major polypeptides (95, 49 and 36 kDa) and several minor components. The 95 kDa (or the homologous 70 kDa) and 49 kDa proteins occur in all types of animal and plant cells. These two proteins have been identified as elongation factors of translation, EF-2 and EF-1 α , respectively²⁰. Correspondingly, the isolated eukaryotic elongation factors, EF-1 and EF-2, behave as typical RNA-binding proteins in all standard tests, in contrast to their prokaryotic analogs, EF-T_s and EF-G, which display no appreciable affinity for high-polymer polynucleotides²¹. It is interesting that aminoacyl-tRNA synthetases have also been found among RNA-binding proteins of the eukaryotic cytoplasm (bacterial aminoacyl-tRNA

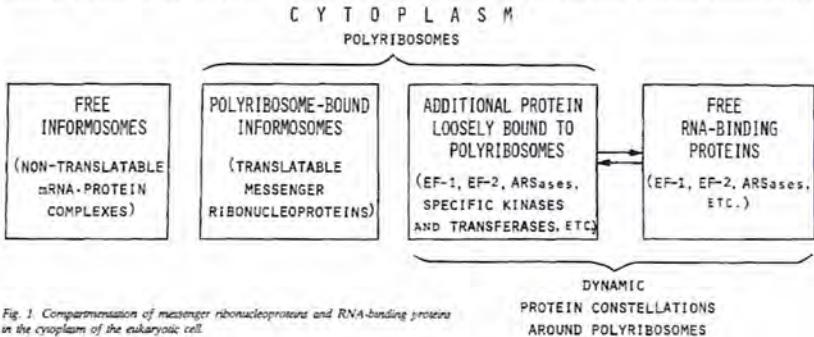


Fig. 1. Compartmentalization of messenger ribonucleoproteins and RNA-binding proteins in the cytoplasm of the eukaryotic cell.

synthetases lack this nonspecific RNA-binding capability¹¹.

What, then, is the biological significance of the nonspecific RNA-binding capability of elongation factors, aminoacyl-tRNA synthetases and several other proteins in the cytoplasm of eukaryotic cells?

'Clouds' of proteins around polyribosomes

In addition to ribosomal proteins and to the proteins more or less firmly bound with mRNA (i.e. the proteins of polyribosomal mRNPs), the polyribosomal fraction of eukaryotic cells contains many loosely associated proteins which seem to be in a dynamic equilibrium with a cytoplasmic pool of free proteins¹². This accompanying protein material comprises up to 30% of the total polyribosome mass (whereas the protein of polyribosomal mRNPs contributes no more than 2%). The additional proteins which are loosely and transiently associated with polyribosomes can be fixed on them by formaldehyde crosslinking. Their presence on polyribosomes can then be revealed by a shift in buoyant density in CsCl, from 1.59 g cm⁻³ in the case of pure eukaryotic ribosomes or their complexes with mRNPs to 1.50 g cm⁻³ for polyribosomes with the additionally associated proteins¹³ (the buoyant density shift by 0.09 g cm⁻³ is equivalent to about 1.5 × 10⁶ Da of additional protein per ribosome).

Zonal centrifugation used for detecting and isolating polyribosomes results in the loss of this additional protein material from polyribosomes. This is a result of the removal of free proteins and, hence, of the shift of the equilibrium towards dissociation. The loss of the additional protein from polyribosomes can also be induced by adding excess exogenous RNA to the cytoplasmic extract. In contrast, lowering the ionic strength in the extract below physiological level favours the retention of the proteins on polyribosomes because of their increased affinity for RNA under such conditions.

It has been shown that almost all proteins loosely associated with polyribosomes are identical to the RNA-binding proteins present in the cytoplasm in the free state¹². In connection with this, it should be mentioned that a significant portion of aminoacyl-tRNA synthetases has been repeatedly reported to be associated with polyribosomes of eukaryotic cell extracts. Association of translation factors, primarily the elongation factors

EF-1 and EF-2, with eukaryotic polyribosomes has also been claimed. Thus, the RNA-binding proteins of the eukaryotic cytoplasm may have a tendency to be localized on polyribosomes; evidently, the proteins loosely associated with polyribosomes are in dynamic equilibrium with free RNA-binding proteins (see Fig. 1). The result can be an increased local concentration of these proteins around polyribosomes ('clouds').

It has been proposed that the non-specific affinity for RNA of proteins serving translation is an evolutionary acquisition. It may provide for their increased local concentration or partial compartmentalization near the sites of their function, i.e. around polyribosomes, in a big and complex volume of the eukaryotic cell¹⁴. This affinity should not be too strong, to avoid the formation of stable complexes. In other words, it is advantageous to have diffuse 'clouds' of appropriate proteins around RNA-containing structures, primarily polyribosomes. The relatively low affinity of the proteins for both mRNA and ribosomal RNA may result in the formation of such loose dynamic constellations. The experimental data available seem to support the idea of local 'clouds' around polyribosomes of the eukaryotic cell, at least for the translation factors and aminoacyl-tRNA synthetases.

Regulation of protein synthesis: new possibilities

Since the proteins controlling translation are complexed with mRNA (mRNPs) or loosely clustered around polyribosomes (dynamic constellations), protein synthesis can be regulated through alterations of the affinities of these proteins for RNA. For example, the removal of a repressor protein from nontranslatable mRNA may be a result of some modification of the protein, reducing or abolishing its affinity for RNA. On the other hand, the decrease of the nonspecific affinity of a translation factor, or an aminoacyl-tRNA synthetase for RNA as a result of a modification could induce the deceleration of total protein synthesis. Though direct evidence in favour of such regulatory mechanisms is not yet available, several recent observations support this hypothesis.

Thus, in addition to the translation factors and aminoacyl-tRNA synthetases, the fraction of RNA-binding proteins of the eukaryotic cell has been shown to contain protein phosphokinases capable of phosphorylating

other RNA-binding proteins; the phosphorylation results in the loss or decrease of their ability to interact with RNA¹⁵. The polyribosomal fraction of rabbit reticulocytes contains a latent protein kinase activity which is capable, after activation, of specifically phosphorylating the elongation factor 1 (EF-1); the phosphorylation induces its release from polyribosomes¹⁶.

The polyribosome fraction also contains a specific ADP-ribosyl transferase which catalyses the ADP-ribosylation of the elongation factor 2 (EF-2)¹⁷. It is known that an analogous ADP-ribosylation of EF-2 by diphtheria toxin results in the loss of its affinity for RNA and its release from the polyribosome fraction¹⁸.

Several eukaryotic aminoacyl-tRNA synthetases have been found to exist in two forms: one possesses a nonspecific affinity for high-polymer RNAs and the other lacks it^{19,20}. Whether the loss (or the acquisition) of the affinity for RNA involves modification of the protein remains to be seen.

Noncovalent modifications of RNA-binding proteins are also possible. Recently, the plant hormone kinetin (6-furylaminopurine) has been shown to form specific complexes with some RNA-binding proteins of wheat embryo extracts²¹. At the same time, this hormone has been reported to activate elongation factor 1 (EF-1) in wheat embryos during germination²². Perhaps the specific effect of cytokinins on translation in plants is mediated by the interaction of the hormone with translation factors. Generally, modifications of the RNA-binding proteins may significantly change the polyribosomal 'suite' and thereby modulate the protein synthesis in the eukaryotic cell.

Acknowledgement

The authors express their gratitude to Lev Ovchinnikov and Waldemar Minich for discussions and comments, as well as for the use of their manuscripts before publication.

References

- 1 Spirin, A. S., Bel'skina, N. V. and Ajkhmetsev, M. A. (1964) *J. Gen. Biol.* 25, 321-337 (Russian); (1965) *Fed. Proc. (Translation Suppl.)* 24, T907-T922 (English translation)
- 2 Spirin, A. S. and Nemer, M. (1965) *Science* 150, 214-217
- 3 Spirin, A. S. (1969) *Eur. J. Biochem.* 10, 20-35
- 4 Ajkhmetsev, M. A., Akhmanov, A. U. and Doschanov, Kh. I. (1973) *FEBS Lett.* 31, 104-106; Ajkhmetsev, M. A. and Ishakov, B. K. (1982) *Informaciones de Plantas* (Russian). Nauka, Alma-Ata
- 5 Ajkhmetsev, M. A., Doschanov, Kh. I. and

- Akhiezer, A. U. (1976) *FEBS Lett.* 66, 124-126
- 6 Sporn, A. S. (1966) in *Cur. Topics Devol. Biol.* (Moscona, A. A. and Monroy, A., eds.), Vol. 1, pp. 1-38. Academic Press.
- 7 Civitelli, O., Vincent, A., Maundrell, K., Buri, J.-F. and Scherzer, K. (1980) *Eur J Biochem.* 107, 577-585
- 8 Bester, A. J., Kennedy, D. S. and Heywood, S. M. (1975) *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 72, 1523-1527; Kühn, B., Völninger, A., Falk, H. and Heinrich, P. C. (1982) *Eur J Biochem.* 126, 181-188
- 9 Schmid, H. P., Akhiezer, O., Martins, De Sa, C., Puvente, F., Koehler, K. and Scherzer, K. (1984) *EMBO J.* 3, 29-34; Pot, E., Backhovens, H. and Stegers, H. (1984) *FEBS Lett.* 175, 16-20
- 10 Bergman, I. E., Cereghini, S., Geoghegan, T. and Braverman, G. (1982) *J. Mol. Biol.* 155, 567-582
- 11 Bag, J. (1963) *Eur J Biochem.* 135, 187-196
- 12 Perry, R. P. and Kelley, D. E. (1966) *J. Mol. Biol.* 25, 57-59; Hemmick, E. C. (1968) *J. Mol. Biol.* 36, 401-411; Cartouzeau, G., Attali, C. and Lissitzky, S. (1968) *Eur J. Biochem.* 4, 41-54
- 13 Prokhorchikov, A. A. and Sporn, A. S. (1978) in *Progress in Nucleic Acid Research and Molecular Biology* (Cohn, W., ed.), Vol. 21, pp. 1-38. Academic Press.
- 14 Minakh, W. B., Klymenko, V. I. and Ovchinnikov, L. P. (1985) *Biochemistry* (Russian) 50, 465-474
- 15 Bag, J. (1984) *Eur J. Biochem.* 141, 247-254
- 16 Ovchinnikov, L. P., Vorotina, A. S., Stepanov, A. S., Belitsina, N. V. and Sporn, A. S. (1968) *Molekul. Biol.* 2, 752-763 (Russian); Baltimore, D. and Huang, A. S. (1970) *J. Mol. Biol.* 47, 263-273
- 17 Aykazhanian, M. A. and Kim, T. N. (1975) *FEBS Lett.* 53, 102-104
- 18 Elizarov, S. M., Stepanov, A. S., Felgenhauer, P. E. and Chubrikova, E. V. (1978) *FEBS Lett.* 93, 219-224
- 19 Minakh, W. B. and Ovchinnikov, L. P. (1985) *Biochemistry* (Russian) 50, 459-464
- 20 Domogatsky, S. P., Vlasik, T. N., Seryakova, T. A., Ovchinnikov, L. P. and Sporn, A. S. (1978) *FEBS Lett.* 96, 207-210
- 21 Alzhanova, A. T., Fedorov, A. N., Ovchinnikov, L. P. and Sporn, A. S. (1980) *FEBS Lett.* 120, 225-229
- 22 Minakh, W. B. and Ovchinnikov, L. P. (1985) *Biochemistry* (Russian) 50, 604-612
- 23 Sporn, A. S. (1978) *FEBS Lett.* 88, 15-17
- 24 Stepanov, A. S., Kandrov, K. V. and Elizarov, S. M. (1982) *FEBS Lett.* 141, 157-160; Stepanov, A. S. and Kandrov, K. V. (1984) *Dokl. Akad. Nauk SSSR* (Russian) 275, 1227-1230
- 25 Davydova, E. K., Srikov, A. S. and Ovchinnikov, L. P. (1984) *FEBS Lett.* 176, 401-405
- 26 Srikov, A. S., Davydova, E. K. and Ovchinnikov, L. P. (1984) *FEBS Lett.* 176, 261-263
- 27 Srikov, A. S., Davydova, E. K., Bezlepkinsa, T. A., Ovchinnikov, L. P. and Sporn, A. S. (1984) *FEBS Lett.* 176, 406-409
- 28 Alzhanova, A. T., Fedorov, A. N. and Ovchinnikov, L. P. (1982) *FEBS Lett.* 144, 149-154
- 29 Schmanov, M. A., Azizurrova, R. J. and Nazarova, L. M. (1963) *Vernik Akad. Nauk Kazakh SSR* 11, 46-50 (Russian)
- 30 Sacchi, G. A., Zocchi, G. and Cocucci, S. (1984) *Eur J. Biochem.* 139, 1-4



Мунира Садыковна и Абен Сипаинович – родители Мурата Абеновича



Сабыр, Мурат и Нариман Айтхожины. Москва, 1959 г.



В кругу сокурсников на полевой практике биологического факультета
КазГУ. 1957–1958 гг.



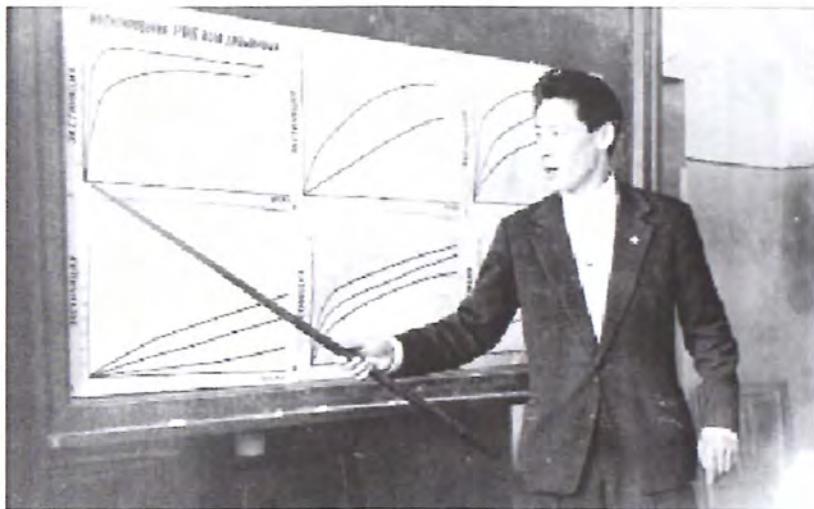
М.А. Айтхожин – студент биолого-почвенного факультета КазГУ.
1959 г.



М.А. Айтхожин у главного здания МГУ. 1960 г.



Мурат Абенович Айтхожин и Вадим Моисеевич Глазер у корпуса биологического-почвенного факультета МГУ. Москва, 1960 г.



Зашита кандидатской диссертации в МГУ. Москва, 1966 г.



М.А. Айтхожин – выпускник кафедры физиологии и биохимии КазНУ.
1962 г.



Сабыр Абенович, Марат Абенович и Мурат Абенович на праздничной демонстрации в Москве. 60-е гг. XX в.



Лаборатория белка и нуклеиновых кислот Института ботаники
АН КазССР



На первомайской демонстрации



Сотрудники Института ботаники АН КазССР



На обложке журнала «Білім және еңбек». 1981 г.



Сотрудники лаборатории на отдыхе



М.А. Айтхожин среди участников заседания Казахстанского Отделения Советского Фонда мира



М.А. Айтхожин и А.С. Спирин. 1976 г.



Лауреаты Ленинской премии в области науки:
Л.П. Овчинников, Н.В. Белицина, А.С. Спирин,
М.А. Айтхожин. 1976 г.



М.А. Айтхожин после вручения Ленинской премии. 1976 г.



Н.Г. Филимонов, М.А. Айтхожин и Н.С. Полимбетова
в Лаборатории белка и нуклеиновых кислот. 1984 г.



Открытие Института молекулярной биологии и биохимии на базе
Института ботаники. В центре –
М.А. Айтхожин, директор нового института. 1983 г.



М.А. Айтхожин в дирекции Института молекулярной биологии и
биохимии. На рабочем совещании директората присутствуют
(слева направо): М.К. Гильманов, Р.М. Кунаева, З.С. Паршина,
М.А. Айтхожин, З.А. Аликулов и С.З. Заиров. 1984 г.



М.А. Айтхожин и
М.В. Крицкий во время
Международной конференции
по азотному обмену.
Алма-Ата, 1981 г.



Академик АН СССР Г.П. Георгиев на семинаре в Лаборатории белка и
нуклеиновых кислот Института молекулярной биологии и биохимии
АН КазССР. 1983 г.



На охоте: М.А. Айтхожин, А.С. Спирин, М.Е. Ерохин,
А.У. Аханов и Р.К. Моисеев



М.А. Айтхожин и Г.З. Бияшев с сотрудниками во время празднования
30-летия Института ботаники АН КазССР. Алма-Ата, 1976 г.



М.А. Шманов, Х.И. Дошанов,
Б.Ф. Ванюшин (МГУ) и М.А. Айтхожин



Л.К. Клышев, Б.Ф. Ванюшин и М.А. Айтхожин



М.А. Айтхожин и Н.А. Назарбаев знакомятся с промышленной продукцией Латвии. Рига, 1977 г.



Делегация Казахстана в Латвии.
В центре – Н.А. Назарбаев и М.А. Айтхожин. 1977 г.



М.А. Айтхожин и Н.А. Назарбаев в составе казахстанской делегации во время посещения Риги, Латвия, 1977 г.



М.А. Айтхожин на заседании Советского Фонда мира вместе с А.Е. Карповым и М.-Р.Э. Лиепой. Москва, 1987 г.



М.А. Айтхожин – директор Института молекулярной биологии
и биохимии. 1983 г.



Академики М.А. Айтхожин и Е.А. Бектуров. 1985 г.



Коллектив Лаборатории белка и нуклеиновых кислот
Института ботаники АН КазССР. 1977 г.



М.А. Айтхожин и Х.И. Дошанов. 1985 г.



М.А Айтхожин с Л.К. Мамоновым,
И.Р. Рахимбаевым и С.З Заировым. 1979 г.



М.А. Айтхожин и сокурсники на встрече, посвященной 40-летию кафедры физиологии и биохимии растений. Алма-Ата, 1978 г.



На Медео. Слева направо: главный ученый секретарь АН КазССР, академик АН КазССР Н.К. Надиров, академик АН КазССР М.А. Айтхожин, академик АН КазССР С.М. Кожахметов, вице-президент АН СССР, академик АН СССР Ю.А. Овчинников.
Февраль 1984 г.



М.А. Айтхожин, Р.И. Салганик и Р.И. Берсимбаев. Новосибирск, 1983 г.



Вице-президент АН СССР, академик АН СССР
Ю.А. Овчинников. Апрель 1984 г.



Посещение вице-президента АН СССР Ю.А. Овчинникова Института
молекулярной биологии и биохимии АН КазССР.

Слева направо: член-корреспондент АН КазССР М.А. Айтхожин,
академик АН СССР Ю.А. Овчинников, академик АН КазССР,
вице-президент АН КазССР Е.В. Гвоздев. Апрель 1984 г.



Слева направо: С.З. Заиров, академик АН КазССР М.А. Айтхожин,
дважды лауреат Нобелевской премии Лайнус Полинг, академик
АН КазССР Т.Ш. Шарманов. Алма-Ата, июнь 1984 г.



Мурат Абенович Айтхожин и Марианна Владимировна Грюнберг-
Манаго (Grünberg-Manago) – французский биохимик, президент
Международного биохимического союза. Алма-Ата, июнь 1984 г.



Заседание Президиума АН КазССР по утверждению М.А. Айтхожина президентом АН КазССР. В первом ряду: вице-президент АН КазССР Е.В. Гвоздев, президент АН КазССР М.А. Айтхожин, первый секретарь ЦК Компартии Казахстана Д.А. Кунаев. Апрель 1986 г.



М.А. Айтхожин – президент АН КазССР. 1986 г.



М.А. Айтхожин во время заседания Президиума Академии наук КазССР. В кадре – академики У.М. Султангазин, Е.В. Гвоздев, С.М. Кожахметов, Ж.М. Абдильдин, доктор физико-математических наук, профессор В.И. Дробжев. 1984 г.



Во время встречи в Академии наук КазССР. 1986 г.

СОРАТНИКИ

*А.С. СПИРИН,
академик АН СССР,
лауреат Ленинской премии,
директор Института биотехники АН СССР*

СЛОВО УЧИТЕЛЯ

...Когда говорят о научной школе, часто говорят о том, что это определенное научное направление. Может быть, частично это и правильно.

Действительно здесь (в Алма-Ате) сложилась научная школа, связанная с определенным научным направлением – с открытием информосом – новых внутриклеточных частиц. Главное в научной школе не направление, направление может смениться, модифицироваться.

Главное в научной школе, по-моему, это определенная культура работы и стиль работы, не обязательно в какой области. Именно это и характеризовало Мурата: он задал научную траекторию движения и для своей лаборатории, и для всего института.

Я могу с уверенностью сказать, что в области молекулярной биологии (Казахстане и Средней Азии) этот институт является одним из немногих, который работает на мировом уровне.

Н.Б. АХМАТУЛЛИНА,

академик НАН РК,

лауреат Государственной премии по науке и технике Казахстана

**О ВКЛАДЕ АКАДЕМИКА НАН РК,
ЛАУРЕАТА ЛЕНИНСКОЙ ПРЕМИИ М.А. АЙХОЖИНА В
ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ РЕПРОДУКЦИИ
ВИРУСА ГРИППА ЧЕЛОВЕКА**

Я благодарна судьбе, что в моем творческом пути принимали участие такие великие ученые, как академик АН КазССР Хамза Жуматович Жуматов, академик Академии медицинских наук СССР Виктор Михайлович Жданов, легендарный генетик, лауреат Ленинской премии Иосиф Абрамович Рапопорт и академик НАН РК, также лауреат Ленинской премии Мурат Абенович Айтхожин. К великому сожалению, я постепенно (за период 1972–1990 гг.) потеряла всех, места которых остаются невосполнимыми. Общение с ними определило во многом направление моего творчества, связанное с одной из больших, основополагающих разделов общей генетики, а именно с проблемами мутагенеза на объектах разного уровня биологической организации – от вирусов до человека. Исследования, естественно, были начаты с генетики вирусов.

В начале 60-х годов Хамза Жуматович поставил перед моей группой задачу изучать «онтогенез» вируса гриппа. Он исходил из того, что решение проблем вирусных инфекций зависит от выявления поведения их возбудителей в организме или клетках больных. Такая задача требовала, прежде всего, познания структуры и функции генетического аппарата вирусов. Однако, объект, предложенный мне, оказался самым неудобным, так как молекулярная структура и функция его к началу наших исследований оставалась совершенно неизученными. Вопрос самовоспроизведения нашего вируса не вписывался в обсуждаемые в то время механизмы репликации генома РНК-содержащих вирусов, основанные на изучении бактериофагов и вирусов другой природы. Прежде всего, никому не удавалось выделить из этих вирусов инфекционную, то есть биологически активную РНК, оставалась неизвестной локализация внутриклеточных процессов транскрипции вирионной РНК, ее трансляции, не были еще найдены в клетке специфические транскрипционные

комплексы. Без знаний этих вопросов, естественно, нельзя поднимать серьезные проблемы мутагенеза.

Исследования особенностей репродукции вируса гриппа мы начали, используя вирусологические методы, с изучения динамики выявления вирусоспецифических активностей в очищенных ядерных и цитоплазматических фракциях клеток, зараженных вирусом гриппа. Удалось показать, что инфекционная активность проявляется уже через 1-2 часа после инфекции и связана с ядерной фракцией, в то время как гемагглютинирующая активность обнаруживается лишь через 5-6 часов после заражения, причем исключительно в цитоплазматической фракции. Это указывало, что вирионная РНК, несущая всю генетическую информацию об этом вирусе, реплицируется в ядре, и этот процесс опережает во времени формирование гемагглютинина. Встал вопрос, с какими внутриклеточными структурами связан синтез этих основных вирусоспецифических компонентов, вирионной РНК и гемагглютинина, где и когда происходит их объединение в зрелую вирусную частицу. Исходя из временной и территориальной разобщенности возникновения вирусспецифических активностей в зараженных клетках, мы провели ряд попыток непосредственного выделения РНК из ядерной фракции таких клеток. Но эти эксперименты не увенчались успехом.

Тогда я обратилась к молодому, но уже приобретшему известность среди биологов преуспевающему биохимику Мурату Абеновичу. Это было буквально в первые дни открытия специальной лаборатории биохимии белка и нуклеиновых кислот на территории Ботанического сада. Я исходила из его увлечения изучением физико-химических свойств ядерных и цитоплазматических информосом, их структурно-функциональной организации в растительных клетках. Эта работа уже тогда была направлена на доказательства рибонуклеопротеидной организации иРНК и универсальности ее функции в эукариотической клетке.

Мурат Абенович внимательно выслушал суть моего обращения, и уловил связь нашей работы со слабой изученностью молекулярно-биологических основ репродуцируемости вирусов гриппа в клетке. Он проявил огромный интерес к проблеме, согласился принимать всяческое участие в ее изучении. Он предложил начать работу с повторения экспериментов по выделению вирусспецифической РНК из всех возможных ее источников – нативного аллантоисного

и культурального вируса, гомогената, а также ядерной фракции зараженных клеток в разные сроки после заражения. Проводились эти эксперименты совместно, в «две руки», в свободные от его собственных работ периоды. в основном вечерами и затягивались допоздна.

Однако ни в одном из этих экспериментов не удалось получить достоверных данных о биологической активности выделяемых препаратов. Лишь окончательно убедившись в невозможности прямого выделения вирионной РНК, Мурат Абенович вернулся к обсуждению моего замысла связывать поиск подходов к изучению синтеза вирусспецифической РНК в зараженных клетках с РНП-структурами. С учетом имеющихся у нас данных, он составил план дальнейших исследований. Работа должна была состоять из двух частей: 1) сравнительного анализа физико-химических свойств различных классов РНП в ядерной и цитоплазматической фракциях зараженных и не зараженных вирусом гриппа клеток; 2) изучения роли этих РНП в проявлении вирусспецифической активности.

Выполнение первой части работы требовало знакомства с методами молекулярно-биологических исследований и наличия соответствующего оборудования. Интерес Мурата Абеновича к проблеме был настолько высок, что он решил согласиться перевести в нашу лабораторию одного из своих учеников, участвующего в изучении физико-химических свойств РНП растений. При этом он сохранил за ним рабочее место в своей лаборатории и, тем самым, возможность пользоваться уникальным оборудованием (сверхскоростной центрифугой фирмы Beckman и др.), имеющимся тогда только в лаборатории М.А. Айтхожина. Определение же биологической активности всех выделяемых структур должно было проводиться в нашей лаборатории. Так зародилось сотрудничество двух наших лабораторий.

Для выделения РНП ядерные и цитоплазматические фракции клеток, зараженных вирусом, меченым ^{3}H -уридином, центрифугировали в 15-30% линейном градиенте концентрации сахараозы при 18000 об/мин в течение 12 час. Вирусспецифическая радиоактивность обнаруживалась в тех же зонах, в которых выявлялась инфекционность, то есть в ядерной фракции она соответствовала зоне 30-40S РНП, а в цитоплазме «тяжелела» и распределялась в районе 60-70S. Удельная инфекционность (отношение ЭИД₅₀ к радиоактивности, имп/мин/м.л) 30-40S ядерных РНП существенно не менялась

в течение 2-3 часов, ее повышение в зоне 60-70S происходило позже и было связано с появлением инфекционности в цитоплазме.

Немаловажное место в этой совместной работе занял сравнительный анализ всех выявленных РНП. Особое внимание вызвали 30-40S РНП. Эти частицы: а) локализуется в ядре; б) выявляется ранее других РНП; в) синтез их РНК не ингибируется актиномицином Д и нечувствителен к циклогексемиду; г) устойчивы к обработке рибонуклеазой; д) проявляют инфекционную активность; е) имеют плавучую плотность в CsCl 1,38 – 1,40 г/см³. Сопоставляя эти свойства со свойствами других РНП, было высказано предположение, что 30-40S структура является РНК синтезирующим комплексом зараженной вирусом гриппа клетки.

Причины многих из указанных выше неудач в изучении механизмов репродукции вирусов гриппа были раскрыты значительно позже. Они увязывались в основном с уникальностью организации структуры и функциями РНК этой группы вирусов. Так, было установлено, что она отличалась негативной полярностью, не допускающей ее изоляции в нативном состоянии и требующей для транскрипции особых белковых молекул. Другим важным свойством РНК оказался ее фрагментарный характер. Выяснилось, что РНК вируса гриппа состоит из 8 фрагментов, кодирующих 10 белков. Предположили, что каждый из этих фрагментов транскрибируется индивидуально, хотя неизвестно, каким образом нужное число фрагментов нужного типа упаковывается в инфекционный вирус. Все это показывает, что проблемы репликации РНК вируса гриппа и регуляции его функций остаются предметом дальнейших исследований. Этими вопросами продолжают заниматься многие лаборатории.

Полагаю, что приведенный выше краткий экскурс по нашим ранним работам указывает на их определенную знаковость. Они вполне рассматриваться в ряду работ, способствующих запуску более глубоких изучений основ механизмов репродукции вирусов. Роль Мурата Абеновича в выполнении этих работ неоценима. Кроме того, участием в ней он открыл еще одну страницу в своей творческой биографии. Мурат Абенович должен быть признан исследователем не только РНП комплексов растений, но и РНП, индуцируемых в чувствительных клетках уникальным вирусом гриппа. Это еще одно доказательство разносторонности его научного мышления. Жаль, что Казахстанская наука слишком рано потеряла его!

В заключение не могу не отметить, что Мурата Абеновича отличала высокая гражданственность. В моем случае она выражалась особой отзывчивостью и уважительностью. Отзывчивостью он поразил меня уже с первого общения. Мне представилось, что она относилась не только к науке, но и к проявлению присущей ему уважительности к людям, особенно к старшим. Такое выражение гражданственности особенно трогало меня, человека старшего по возрасту. Некоторые мои соотечественники, к сожалению, не познали это чувство. Мурат Абенович проявлял его по отношению ко всем и всю свою жизнь. Земной ему поклон!

Мурат ГИЛЬМАНОВ,
академик НАН РК

ПАССИОНАРИЙ КАЗАХСТАНСКОЙ НАУКИ

Термин «пассионарий» происходит от латинского слова «passio» – страсть. Этим термином Лев Гумилев впервые обозначил личности, у которых энергия намного превышает энергию обычного человека. 60-е годы XX века в нашей республике были отмечены появлением целого ряда пассионарных личностей, таких как Олжас Сuleйменов, Шамши Калдаяков, Мукагали Макатаев, Ермек Серкебаев, Мурат Ауэзов, Салехетдин Айтбаев, Макум Кисамединов, Тимур Сулейменов, Бутат Аюханов и др. Такой же пассионарной личностью был и Мурат Абенович Айтхожин.

Я познакомился с Муратом Айтхожином в 1964 году, когда он приехал из Москвы в Алма-Ату на летние каникулы и искал группу для пешего похода на Иссык-Куль. Так, мы с небольшой группой двинулись через Заилийский Алатау и Кунгей-Алатау. За время нашего путешествия и пребывания на Иссык-Куле, мы много говорили о достижениях и перспективах развития молекулярной биологии. Это было время, когда биологическая наука только стала просыпаться после тяжелой лысенковской ночи, когда генетику называли «продажной девкой империализма». Создаваемая в СССР молекулярная биология привлекла самую талантливую молодежь, числе которой был и Мурат Айтхожин.

В 1966 г. Мурат Айтхожин защитил кандидатскую диссертацию на тему «Рибонуклеиновые кислоты в раннем эмбриогенезе выноса *Misgurnus fossilis*». По окончании аспирантуры был направлен на работу в Институт ботаники АН КазССР, где он организовал лабораторию белка и нуклеиновых кислот. Момент организации этой лаборатории следует считать днем рождения молекулярной биологии в Казахстане. Несмотря на большую занятость, Мурат Абенович находил время с большущим азартом играть с друзьями в футбол. А в редкие воскресные дни он собирал у себя друзей, в числе которых были Избасар Рахимбаев, которого он ласково называл «Избушкой», Балтабай Карабатин, Леонид Мамонов и я. Он всегда сам лично крепко заваривал смесь индийского и цейлонского чая. Я до сих пор помню терпкий и яркий вкус этого чая. В те годы такие сорта чая достать в

Алма-Ате было невозможно, и, скорее всего, чай ему присыпали из Москвы его братья. Во время таких встреч он любил отпускать шутки и остроты. Одной из его любимых острот было следующая: «Если книгу пишет один человек, то ее называют монографией, а если ее написали два автора, то книгу следует назвать парнографией».

Его колоссальная трудоспособность и большой творческий потенциал позволили получить приоритетные научные результаты. Так, им впервые были созданы функционирующие гибридные рибосомы, состоящие из растительной и животной субъединиц. Признание получили работы Мурата Абеновича по изучению локализации структуры и функций рибонуклеопротеидных частиц и белок-синтезирующего аппарата растений.

В 1976 году он защитил в МГУ докторскую диссертацию на тему: «Рибонуклеопротеидные частицы высших растений». Ему был выдан диплом №1 доктора наук по специальности «молекулярная биология». В этом же году ему была присуждена самая главная премия СССР – Ленинская премия – за открытие особого класса рибонуклеопротеидных частиц – информосом. Это фактически явилось международным признанием достижений казахстанской молекулярной биологии...

Мурат Абенович Айтхожин явился основоположником создания биотехнологии в нашей республике. Им впервые были организованы три лаборатории: генетической инженерии, клеточной инженерии растений и трансгеноза. Он инициировал создание Казахского сельскохозяйственного биотехнологического центра, головным учреждением которого был определен Институт молекулярной биологии и биохимии АН КазССР. В состав этого центра вошли академические и отраслевые институты Восточного отделения ВАСХНИЛ, а также КазГУ. Им внесен огромный вклад в подготовку научных кадров в области биологии и молекулярной биологии в том числе...

Мурат Абенович был прекрасным семьянином, его постоянно поддерживала, создавая домашний уют, супруга Галина Темировна Дарканбаева. Две любимые дочери, Анара и Асель, получили прекрасное образование за рубежом, обзавелись хорошими, крепкими семьями. Светлая память о гениальном и страстном казахском ученым, Мурате Абеновиче Айтхожине, навсегда сохранится в сердцах казахстанцев.

«Мысль», 2014. – №12. – 23 декабря

В.Н. ГРОСС,
кандидат технических наук,
руководитель инженерной группы ЛБНК,
руководитель экспериментальной группы ЛБНК

ВОСПОМИНАНИЯ О МУРАТЕ АБЕНОВИЧЕ И ЕГО ЛБНК

(Лаборатории белка и нуклеиновых кислот)

У каждого человека есть в жизни личности, от которых он получает для себя нечто особенное. В моей жизни основное влияние оказал Мурат Абенович, чем я горжусь и высоко это ценю.

Началось всё с того, что я приехал в Алма-Ату весной 1969 года после окончания Физико-технического факультета Уральского политехнического института (г. Свердловск), расчитывая поступить на работу в ИЯФ (Институт ядерной физики), в котором я делал курсовую и дипломную работы. Не удалось: то ли не было свободных мест, то ли по другим причинам, среди которых какую-то роль могла сыграть национальная принадлежность. Пару месяцев я с красным дипломом пребывал безработным, обиная пороги в Геофизприборе и других организациях, пока не набрел на Изотопную лабораторию при Министерстве легкой промышленности, находившейся напротив Текстильного комбината, в который меня приняли старшим инженером с окладом 105 рублей. Мне удалось успешно завалить один дорогой проект, начатый еще до меня и заключенный на сумму 150 тысяч рублей с Чимкентским хлопкоочистительным заводом. По этому проекту для контроля возгорания хлопка в пневматических проводах наши деятели пытались вмонтировать изотопные датчики (для учета поглощения альфа-излучения частицами дыма), не боясь в расчет того, что источником пыли был еще и сам хлопок, и именно эта основная пыль все портила. Вернувшись из командировки, я получил «втык» от начальства и задание разработать более подходящий датчик, чем я и занимался наряду с другими проектами. Для испытаний новых датчиков был построен «ватотрон» – кольцевая труба, в которой зажженные куски ваты гонялись по кругу воздушным компрессором. К концу 1969 года грянуло сокращение штата, но меня в лаборатории оставили.

Один из уволенных сказал мне, что в Ботаническом саду находится какая-то лаборатория, которой требуется инженер. Я позвонил

по данному мне телефону и так первый раз поговорил с Муратом Абеновичем Айтхожиным. После первого очного разговора он предложил мне место старшего инженера (с окладом 140 рублей!). Я уволился из Изотопки, чем вызвал изрядный гнев начальника: тут хороших людей уволили. этого, несмотря ни на что, оставили, а он сам уходит. Мурат Абенович предупредил меня, чтобы в разговоре с директором Института ботаники Г.З. Бияшевым на вопрос: «А знаете ли вы оборудование лаборатории?», я должен говорить, что, конечно, знаю. Не говоря о pH-метрах и спектрофотометрах. «Спинку Л2-65» и «Марк-1» я видел впервые, хотя понять принципы их работы с физико-техническим образованием было несложно. Так я попал в Лабораторию белка и нуклеиновых кислот (ЛБНК) Института ботаники АН Казахской ССР. Лишь потом Мурат Абенович дал понять, что национальная принадлежность играла не последнюю роль.

Сначала было изучение инструкций к приборам, которые были и на английском. Тут Мурат Абенович убедил меня (первый его ценный шаг в моем развитии), что английский язык просто необходим. Он буквально проверял мои продвижения в этом деле.

Через пару месяцев Мурат Абенович поставил мне первую техническую задачу: разработать и изготовить систему контроля работы ультрацентрифуги Л2-65 в ночное время (бесперебойную подачу вакуума, работу при возможном отключении энергии и т.д.). Центрифугирования, или по-простому кручения были длительными, в почь, и обычно студенты Тяж Нурмагамбетов или Хизат Дошанов лежурили, что было неудобно. С помощью знакомых из той же Изотопной лаборатории, были найдены реле и другие детали, и система контроля ультрацентрифуги была сработана. Видя необходимость в электрорадиодеталях и инструментах для лабораторной мастерской, Мурат Абенович взял меня с собой в «Академснаб», где мы провели с ним хорошую «инспекцию» и в меру «почистили» склады. Мурат Абенович познакомил меня с сотрудниками «Академснаба», чтобы они в будущем знали, что я «его человек». Это было очень важно для работы, что Мурат Абенович хорошо понимал.

В лаборатории был спектрофотометр СФ-4 для полевых работ, на батареях, а также его аналог СФ-4А для работы от сети 220В. Мурат Абенович спросил, можно ли сделать из старого СФ-4 такой же сетевой, как СФ-4А. А почему нет? Электрическая схема СФ-4А была в инструкции. Здесь мне помог Коля Филимонов, работавший

до биофака в телеателье. Кстати, неординарные технические качества Николая помогли и когда мы устанавливали сцинтилляционные счетчики «Бекман», у которых фотоумножители не хотели работать, пока не снимешь с фотокатода предохранительный темный колпачок, который выглядел как часть фотоумножителя, и в темноте было трудно обнаружить, что он снимается. Позже, в Институте белка в Пущино, я сказал инженеру-технику по счетчикам Курбатову (у них тоже были такие же приборы «Бекман»), что мы сами установили свои счетчики. Он спросил: «А до колпачков додумались?». Тоже, видимо, столкнувшись с этой проблемой.

После переделки нашего СФ-4 Мурат Абенович организовал мне пару хоздоговоров (70-80 рублей каждый, а это были тогда хорошие деньги) с заказами на такую же модификацию несетевых приборов в Институте зоологии и в Ботсаду. Когда мы договаривались в Институте зоологии, я высказал несколько технических соображений. Выйдя из института, Мурат Абенович сказал: «никогда не выдавайте своих идей заказчику». Опять наука!

Наверно следует упомянуть и «Ядерный реактор». Как я понимаю, для обнаружения короткоживущих информационных РНК существовала проблема экстракции интактных ядер из клеток проростков гороха. Проростки предварительно инкубировались в среде с изотопом фосфора Р-32. Мурат Абенович показал мне статью на английском, по-моему (это был Bonner) в «Nature», в которой были представлены две или три фотографии установки для получения, как утверждалось, неповрежденных ядер из проростков. Мурат Абенович спросил: «Валерий, можете такое сделать? Очень нужно». Это была гильотинка из микротомного ножа, с вертикальным электроприводом (вверх-вниз) для рубки проростков, которые находились на капроновой сетчатой ленте. После покрытия второй такой же лентой рубленый материал подавался для отжима через валики, также снабженные электроприводом.

Здесь нужно сказать, что во время моей учебы в школе, (в 11-летке) в районе Аэропорта в Алма-Ате, один раз в неделю в 11-м классе у нас было настояще практическое обучение. Практика проходила на Авиаремонтном заводе при аэропорте. Я попал в бригаду слесарей, и мы там мастерили детали для самолетов АН-2. Я «дослужился» до слесаря 4 разряда. При активной поддержке Мурата Абеновича мы оборудовали в лаборатории неплохую мастерскую. Ответственные

детали я заказывал на Авиаремонтном заводе через знакомых со школьных времен. Наступило время испытания «Ядерного реактора» в холодной комнате. Установка стучала, дробила и выжимала, но учитывая то, что в проростках мы имели дело с изотопом, причем с неслабым излучением до 1,7 Мэв, а машину надо отмывать. «Реактор» не прижился – бывает. Но при этом Мурат Абенович убедился, что мы в лаборатории сами уже можем делать вспомогательное лабораторное оборудование, что было очень важно для будущего. Надо сказать, что отечественных приборов почти не было, кое-что можно было достать из ассортимента социалистических стран, но всегда всего на всех не хватало.

В первые два года моего пребывания в ЛБНК мне выпадало иногда ездить в командировки в Москву с Муратом Абеновичем. Обычно это совпадало с выставкой научного оборудования, в т.ч. биохимического и молекуллярно-биологического, а иногда в это же время организовывался симпозиум или конгресс по этим нашим направлениям науки. В первую командировку (я был в Москве впервые) мы остановились в гостинице Академии наук. Мурат Абенович получил одноместный номер, а мне туда поставили раскладушку. Мурат Абенович сразу предложил поехать на Красную площадь. Время было вечернее. Остановили частника, за рулем была красивая женщина, мы поехали. Подъехали к Историческому музею. Не скрою, впечатление от площади, стены и башен с подсветкой и мавзолеем было потрясающим. Погуляли, потом перекусили и отправились спать. И все время, начиная с самолета, что-то обсуждали. Наконец Мурат Абенович сказал: «Нужно уметь переключаться, это очень важно, давайте спать».

В этот наш приезд был симпозиум в Институте биохимии им. А.Н. Баха. Синхронным переводом занимался Юра Гаузе. Мурат Абенович познакомил меня с ним и некоторыми другими своими знакомыми – биохимиками. Когда следовал не очень интересный доклад, Мурат Абенович говорил: «Пойдемте в буфет, заодно и покулим». А буфет-то был с бутербродами с черной икрой, прекрасным кофе, и стоила еда не очень дорого. к тому же народу собиралось мало – все слушали доклад. Этими нашими перерывами Мурат Абенович не пренебрегал, и чувствовалось, что он в Институте Баха – свой человек. Вечерами мы ходили по Москве, и Мурат Абенович охотно и толково знакомил меня с городом и его историей.

Выставки научных приборов для биохимии и молекулярной биологии производили на меня не меньшее впечатление. Это надо же – сколько фирм! Тут без знания языка действительно никак. Преодолев стеснение, пытаюсь чего-то мекать, тем более, что шеф приказывает: «Вперед, forward!». Так и начал общаться с фирмачами.

Мурат Абенович познакомил меня и со своим другом Димой Глазером – удивительной души человеком. Дима, как «богатый» москвич, имеющий валютные проекты на биофаке МГУ, снабжал нас реактивами, посиками для микропипеток, которые я потом использовал в моей самодельной автоматической пипетке (носики мы мыли!), а самое главное, он давал мне несколько кусков силиконовых шлангов, из которых я изготовил перистальтические насосы для ЛБНК. Эти шланги использовались очень экономно, как огромная ценность. По просьбе Мурата Абеновича Дима познакомил меня с их биофаковским умельцем, который сделал сам, в одиночку аналитическую ультрацентрифугу. Можно себе такое представить? А ведь сделал, и была она размером не намного больше, чем венгерский «МОМ» в нашей лаборатории. Опять же по просьбе Мурата Абеновича Дима организовал у этого умельца сеанс разборки привода к центрифуге Л2-65 с целью его профилактики. Я всё запомнил и записал порядок демонтажа и сборки. Это очень пригодилось в дальнейшем, т.к. «Спинку», как мы называли ультрацентрифугу Л2-65 по названию фирмы «Spinco» (Specialized Instruments Corp.), мы использовали нещадно, почти каждый день и на длительные прогоны, и она через пять лет уже нуждалась в профилактике.

Особое внимание Мурат Абенович уделял моему молекулярно-биологическому образованию. Прежде всего он начал приносить мне почтить журналы «Scientist» и «New Scientist» и, показывая оглавление, говорил: «Ну посмотрите, сколько статей о физике? А ведь 75 процентов о молекулярной биологии». Я был поражен и начинал верить в то, что мы работаем там, где надо. Рассматривая своё физико-техническое образование как базу, я находил молекулярную биологию действительно интересным местом её приложения. Мурат Абенович также знакомил меня с видными и полезными людьми в Президиуме АН КазССР, от работников иностранного отдела библиотеки и отдела снабжения до вице-президента.

Часто Мурат Абенович в беседах со мной рассказывал об интересных фактах, например он объяснял биохимию приготовления

шиши или рассказывал о евгенике. Дал мне почитать книгу «Что такая жизнь с точки зрения физика» Э. Шредингера. Иногда мы договаривались сделать набег на салон «Приборы», который находился рядом с его домом. Я заходил к Мурату Абеновичу, и мы до или после посещения этого салона беседовали с шефским великолепным чаем, сигаретами, иногда с рюмкой армянского. В салоне мы находили и покупали неплохие вещи, в том числе для переделки их для нужд лаборатории.

Очень интересными были лекции Мурата Абеновича в Казахском государственном университете, на которые ходили сотрудники ЛБНК и я в том числе. Конечно, после привычки к физической логике с её доскональными математическими доказательствами воспринимать молекулярную биологию было трудно. многое надо было принимать на веру. Но приходила привычка думать по-другому, и ты уже не такая белая ворона в лаборатории.

Имея идею приобщить меня как «физика» к экспериментальной работе. Мурат Абенович пристроил меня к Аскару Аханову, который занимался бесклеточной системой биосинтеза белка из зародышей пшеницы. Дело было очень важное, и Мурат Абенович сам участвовал в экспериментах, мы часто работали за полночь. Чтобы инженерное дело не пострадало, Мурат Абенович принял на работу техника, Славу Ступника, которого я хорошо знал по Изотопной лаборатории (вместе, кстати, проект заваливали). Слава был нашей находкой: спокойный, знающий, умеющий, обязательный и просто хороший человек.

Мурат Абенович хорошо знал культуру казахского народа и рассказывал во время застолий и так, при случае, об обычаях казахов. Нам, русским, немцам, белоруссам это было интересно, тем более что «Абая» М. Ауэзова я читал в школе. При разделке головы барабана следили, чтоб ухо или глаз тебе не попали. И тут я как-то вспомнил из школьных времен, как Григорий Тарасович, наш учитель литературы, прошедший войну с протезом, реагировал на ситуацию, когда отвечавший урок замолкал, не зная больше: «Аякталды!». Я расценивал эту фразу как «дело окончено, процесс остановится». Но как-то проводим мы инкубацию в эксперименте с бесклеточной системой на качалке (кстати, нашего со Славой производства) с таймером, который звонит по окончании. Качалка в изотопной комнате, а шеф в большой биохимической, где мы пили чай, сидит курит, с

нетерпением ждет. Я захóжу и сообщаю: инкубация аяк. пауза. талды! Мурат Абенович ужасно рассердился: чтобы говорить на языке. надо знать. что говоришь. Оказалось, что «аякталды» и «аяк талды» имеют совершенно разные значения. по словарю последнее значит «обувь была», а Аскар. помню, это мне тогда объяснил, что эта фраза означает «ноги устали». Действительно!

Думаю. не я единственный. кто хорошо помнит субботник по благоустройству территории вокруг здания лаборатории. Сеилхан. наш материально ответственный. организовал бетон и бордюры для облагораживания подъезда к крыльцу лабораторного здания, а также звенья забора для установки вокруг территории, в 15-20 метрах от здания. Бетонировали. копали ямы под столбы. крепили забор. сажали деревья, копали землю. И всё в один день. Под конец все падали, но глядя на результаты, забывали. что так сильно и устали. А шеф: «Давайте уж и траву посеем». Ну а потом все сели за стол и отметили сделанное.

Пожалуй ещё одно очень важное убеждение, доставшееся от Мурата Абеновича мне. как и многим в ЛБНК: мы можем работать на мировом уровне и мы должны соответственно относиться к результатам нашей работы. они всегда очень важны. но и контроли должны быть чистыми. А к авторитетам в нашей области надо относиться как к равным. Это заряжало нас на невероятные эксперименты. На моей совести был ряд таких. которые длились 48 часов без паузы. можно было только быстро перекусить. Наш студент Виталик Портной уже падал от усталости. а парень он был не слабый. Объяснялась такая гонка просто: информационные РНК и их комплексы чрезвычайно нестабильны. Поэтому схема опыта была такая: получение из зародышей пшеницы фракции. содержащей комплексы мРНК. сахарозные градиенты. выделение зон и их скоростной «диализ» через самодельные сефадексные патроны и бесклеточная система с радиоактивной меткой. Изрядная часть работы проходила в холодной комнате (при -4°C).

Немаловажным было и то. что Мурат Абенович одобрял попытки автоматизировать в нашей работе всё. что возможно, вплоть до того. что мы сделали педали для кранов дистиллята. В экспериментальной группе, где я работал. это выглядело обычно так: эксперимент или несколько экспериментов кряду. затем пауза на изготовление очередного приспособления. потом снова эксперимент. Так

появились «ГРАФ» (градиент-фракционатор) с дисковыми штативами, установка для приготовления 3-х градиентов. в дальнейшем и более сложные установки для измерения УФ-поглощения и радиоактивности проб. В последующие годы ЛБНК приобрела известность разработками новых приборов для молекулярной биологии и генной инженерии. почти все из них были выполнены на уровне мировых изобретений. Это направление Мурат Абенович, несмотря на крайнюю занятость, всегда поддерживал и находил время для детальных обсуждений новых проектов.

Даже если Мурат Абенович сделал бы только часть из того, что упомянуто выше, то и это было бы огромным влиянием на его учеников. не говоря уже о том, что его вклад в науку вообще неоценим.

С.З. ЗАИРОВ,

*заместитель директора Института
молекулярной биологии и биохимии АН КазССР,
кандидат биологических наук,
заведующий Лабораторией трансгеноза*

ЛЕКЦИИ АКАДЕМИКА М.А. АЙТХОЖИНА

Научное направление, созданное Муратом Абеновичем Айтхожиным в Казахстане, с самого начала складывалась как школа молекулярной биологии растений. Исследования в этом направлении начинались с изучения рибонуклеиновых кислот и рибонуклеопротеидов в клетках высших растений. Первая «европейская статья» Мурата Айтхожина посвящалась рибосомам гороха. Она называлась «Диссоциация и плотностные характеристики рибосом растительных клеток» и опубликована в «FEBS Letters» в 1972 г.

Наши аспирантские годы в Москве прошли параллельно, хотя учились мы в разных ведомствах. Доклад А.С. Спирина на тему о трансляции белка после зарубежной командировки взбудоражил всю биохимическую общественность, и вскоре он выступил в Доме ученых АН СССР со специальным докладом на ту же тему. Изящность выстроенной А.С. Спириным в докладе схемы биосинтеза белка была поразительной. Мурат, будучи аспирантом А.С. Спирина, находился в гуще лидирующих исследователей по молекулярной биологии, участвуя в открытиях, воспринимаемых нами как сенсация.

После блестательной защиты докторской диссертации в МГУ последующим знаком успеха М. Айтхожина в научном мире было его выступление на симпозиуме «Растительные белки и их биосинтез» в 1973 г. (Москва, ВДНХ), с докладом на тему: «Рибонуклеиновые кислоты и биосинтез белка в растительных клетках». Его сообщение о получении функционально-активных гибридных рибосом, построенных из субъединиц животного и растительного происхождения, явилось ярким событием симпозиума. Академик А.С. Спирин отметил эти результаты как веховые в развитии молекулярной биологии в стране.

Мне приходилось выступать оппонентом на защите многих кандидатских диссертаций, выполненных учениками Мурата Абеновича (Л.М Назаровой, Н.Г. Филимонова, Х.И. Дошанова,

б.К. Исакова и Н.С. Полимбетовой). Для всех этих работ были общими рибонуклеопротеиды.

В 1982 г. спецкурс «Эволюционная биохимия» читался мной и Муратом Абеновичем, который взял дополнительную нагрузку в группе генетиков. Его чтение началось с эксперимента. Поскольку наши с ним занятия проходили в одни и те же часы, Мурат Абенович предложил объединить наши две группы в одну аудиторию и читать лекцию вдвоем: один начинает, а другой, подхватив мысль, полемизирует с ним. Так, мы провели несколько занятий подряд. Мурат Абенович, как правило, предоставлял право начать лекцию мне. После обозначения концепции рассматриваемой темы и моего сообщения Мурат Абенович тут же вступал в полемику и развивал ее в альтернативном русле. Я должен был согласиться или обоснованно отклонить его толкование, продолжив изложение сути по плану лекции. Так как в теории эволюции достаточно много спорных моментов, любая новая мысль была интересна и ценна, а у Мурата Абеновича таких мыслей всегда было предостаточно. Этим и было интересно tandemное чтение наших лекций.

Мурат Абенович был оригинален и при подготовке к лекциям по этому курсу. Глубокой ночью накануне занятия, иногда это около 4 часов утра, он звонил мне и без всякого вступления требовал открыть такую-то страницу какой-то книги и, прочитав некий раздел, высказать свое мнение.

Живой интерес к биологии как науке и развитие школы молекулярной биологии растений, созданной Муратом Абеновичем Айтхажиным, характерны для Казахстана и сегодня.

22.08.2014

3.Ә. ӘЛІҚҰЛОВ,

*биология гылтымдарының кандидаты,
Л.Н. Гүмилев атындағы ЕҰУ профессоры,
әріптесі*

МҰРАТ АҒА ТУРАЛЫ

Мен аудандағы мектепті 1967 жылы бітіріп. Алматыдағы сол кездегі С.М. Киров атындағы Қазак мемлекеттік университеттінін биология факультетіне тұсу үшін емтихандарды ойдағыдай тапсырып, осы факультеттің студенті болып шықтым. Университеттегі оку барысында мұғалімдер мен студенттердің арасындағы әнгімелерден Мәскеудегі КСРО Ғылым академиясында аспирантурада оқып жүріп, биология ғылымында жаңалық ашкан Мұрат Айтқожин деген жас ғалым туралы ести бастадық. Біз, студенттер, ол кісіні университеттің кабырғасында көргенде оған әлдебір қызығушылықпен қарайтынбыз. Бірак, менін Мұрат ағамен ең алғашкы бетпе-бет танысум мен үшін келенсіз оқыға болды. Бізге биохимия пәні бойынша дәрістерді казак тілінде академик Т.Б. Дарканбаев оқитын. Бірак, кейінірек биохимияның нуклеин қышқылдары бөліміне келгенде М. Айтқожин дәріс берे бастады. Ол өз дәрісін орысша беретінін, бірақ, дәрістің түсініксіз жерлерін казакша түсіндіруге тырысатының да айтты. Дегенмен, казак студенттердің көшілілігі грамматика тұрғысынан орысша дұрыс жаза алмаса да, орысша жарияланымдарды әжептеуір жаксы түсінетін. Айтқожиннің дәрістері көктем кезінде болды. Құн жылып, ағаштер мен өсімдіктер жасыл желең жамыла бастаған. Айтқожиннің үшінші дәрісі ДНК-ның құрылышына арналған еді. Мен мүмкіндігім болса, «Знание – сила» деген журналды сатып аlyп окушы едім. Журналдың сол көктемдегі бір нөмірінде Америка ғалымы Роджер Паттерсонның 1967 жылы Калифорния орманында кар адамын («big foot») алғаш рет көрілімге түсіргені туралы макала жарияланды. Макаланың қызықтырғаны соншалықты, дәріс беріп тұрған Айтқожиннің менін жаныма қалай келіп қалғанын сезбей калыптын. Ол мені иығымнан тұртіп. «Анау үкімет үйінін алдында жасыл ағаштың көленкесіндегі орындыққа отырып оқы» – деді. Мен ештеге айта алмай, орнымнан үнсіз тұрдым да, шығып кеттім. Әрине, үкімет үйінің алдындағы орындықтарға барған жокпын. Тек, атакты кісінің алғаш рет осындағы жағдайда назарына

іліккенім мені кәдімгідей құйзелтті. Сондыктан, уайымымды басу үшін, не де болса онын келесі дәрісінің алдында өткен сабактын материалын оған жатқа айтып берейін деп шештім. Келесі сабактын алдында кафедрада отырған Мұрат Әбенұтынан кіріп кешірім сұра-дым да, өткен сабак бойынша жазбаша дайындағанымды көрсетіп, оны айтып беруге дайын екенімді білдірдім. Мұрат аға колымдағы гетероцикльдардың формулалары мен ДНК-ның күрылымына қарап шыкты да: «Ештеңе айтпай-ак кой, тек болашакта дәрістерге шын көнілмен назар аударатын бол» – деді. Осыдан кейін көнілім орнына түсіп. Мұрат ағанын барлық дәрістеріне катысып, онын айтқандарының барлығын қағаз бетіне түсіріп отыруға тырыстым.

Содан кейін Мұрат ағамен бетпе-бет кездесуім 1980 жылдың ак-пан айында болды. Мен Мәскеудегі КСРО Фылым академиясының А.Н. Бах атындағы биохимия институтында аспирантураны ойдағы-дай аяктап. Алматыда ол кісіге өзімінің кандидаттық диссертациям-ның авторефератын алып бардым. Ол кісі бұрынғы кездесу туралы еске алмады. мүмкін, ұмытып та кеткен шығар. Бірак, авторефератты мұқият қарап шығып, мен жүргізген зерттеулердің деңгейіне жо-ғары баға берді.

Мен кандидаттық диссертациям құрамында молибден металы бар барлық ферменттердің бәріне ортақ болатын жана кофакторды зерттеуге арналған еді. Ондай кофактордың бар екені тек жанама жолдармен анықталып отырған болатын. *Neurospora crassa* саны-рауқұлағының *nit-1* деген мутанттың молибденді ферменттердің апобелоктары кәдімгідей синтезделгенімен, олардың активтігі бол-мады. Сол мутанттағы активтігі жок ферменттердің ішіндегі нитрат-редуктаза ферментіне басқа организмдерден алынған, активтігі бар молибденді ферментті ыдыратып (кайтымсыз денатурациядан кейін) бергенде, ол ферменттің активтігі толығымен қалпына келеді. Зерт-теулер барысында біз сол кофакторды ең алғашкы рет таза құйнде бөліп алдық. Ал, АҚШ ғалымдары біздің әдіспен кофакторды бөліп атып, оның молекулалық құрылышын бірінші болып аныктады. Со-нымен, менің жұмысым биохимия мен молекулалық биологияның қызылысында болып шыкты. Ол Мұрат ағаға ұнаған секілді.

Сол кездерде Германияның Гатерслебен қаласындағы генетика институтының ғалымдары темекі өсімдігінің клетка культура-ларының ішінен молибденді ферменттер бойынша мутанттар ката-рын алғаш рет бөліп алды. Ондай мутанттарды терен зерттеу үшін

сол институттың ғалымдары мені 1980 жылды арнайы шақырды. Ол жерде жүргізілген зерттеулеріміз өте жемісті болып шыкты. Оған дәлел 1981 жылды өте беделді «Молекулалы және жатпы генетика» (Molecular and General Genetics, 1981, v. 181 pp. 395-399) журналында макаламыз жарияланды. Бірлескен зерттеулеріміз жемісті бастағандыктан неміс ғалымдары мені жыл сайын шақырып отырды. Артынша баска беделді «өсімдіктер ғылыминын хаттары» ғылыми журналынды косарлана екі ғылыми макала жарияланды (Plant Sci. Letters, 1982 v. 25, pp. 67-72 және PlantSci.Letters, 1982 v. 27, pp.95-101). Сонымен, біздің зерттеулеріміз өсімдіктер биохимиясы мен генетикасының бағытында берік орын алды деуге болады. Бұл нәтижелерге Казакстанда алғаш рет молекулалық биология мен биохимия бағытында зерттеулер жүргізетін жана институттың іргетасын қалай бастаған Мұрат ағаның көnlі толып отырды. Ары қарайғы зерттеулеріміздің нәтижелері де белгілі халықаралық ғылыми журналдарда жарияланып отырды.

Сонымен катар. Мәскеудегі биохимия институтында аспиранттық ғылыми жұмыстарды жүргізу барысында біз сүттің құрамында болатын молибденді фермент – ксантиноксидаза белсенді түрде нитрат пен нитритті тотықсыздандыратынын таптық (ол нәтиже авторефератта толық сипатталған). Бұл нәтиже де М. Айтқожинге белгілі бір әсер қалдырған еді. Осыған байланысты М. Айтқожин коршаған органны ластап жаткан нитрат пен нитрит туралы мәселені көтерген еді. Ол кісі осы зерттеулерді ары қарай жалғастырсан қалай болар еді деген ой айтты. Бірак, мен өсімдіктердегі азоттын алмасуын зерттейтін белгілі ғалым Мұрат Гильмановтың зертханасында қызмет істейтін болғандыктан, бұл мәселені ары қарай козғаған жок едік.

Жануарлар мен адамда нитрат пен нитритті тотықсыздандыратын фермент болмайтыны бұрыннан белгілі. Ал, өсімдіктер мен микроорганизмдерде арнайы нитратредуктаза және нитритредуктаза деген ферменттер азотты ассимиляциялау кезінде нитрат пен нитритті тотықсыздандырады. Бірак, ксантиноксидаза нитритті кандағы косылыска дейін тотықсыздандыратыны біз үшін белгісіз болып калған еді. Тек 1998 жылды АҚШ ғалымдары ксантиноксидазанын нитратты нитритке, ал нитритті азоттын тотығына айналдыратынын анықтады. Ал, газ болып табылатын азоттын тотығы (NO) адам мен жануарлардағы иммунитетпен коса аса маңызды көптеген физиологиялық үрдістерді реттейтіні дәлелденіп отыр. Сондыктan, 1992 жылды

бұл газға «Жыл молекуласы» деген ат берілді. Азот тотығы газының физиологиялық рөлін зерттеген ғалым Ферид Мюрад әріптестерімен бірге 1998 жылы медицина және физиология бойынша Нобель сыйлығына ие болды. Ферид Мюрад 2009 жылы жариялаған шолуында (Frontiers in Bioscience 14, 1-18, January 1, 2009) біздін 1980 жылғы макаламызға сілтеме жасауы – жаңатығымызды мойындағаны деп санаймыз.

НО газын физиологиялық жағдайда түзетін NO-синтаза болып табылады. Бұл фермент аргининді штрутлинге айналдырығанда, азот тотығы түзіледі. Жануарлар мен адамның сүтінде мешшері ен жоғары фермент ксантиноксидаза болып табылады. Сонымен катар, сүттін құрамында NO-синтазаферменті болмайды. Ал, нәресте және жас төлдер үшін NO газы аса қажет. Соңыктан, ксантиноксидаза NO-синтазаға ал्�тьернативті фермент болуы мүмкін деген болжам калыптасып келеді. Қазір Мұрат ағаның ксантиноксидазаның нитрат иен нитритті тотықсыздандыру кабілетін зерттеу туралы сол ұсынысы іске асуда – Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің биотехнология және микробиология кафедрасында сиыр, бие, түйе және ешкі сүттеріндегі ксантиноксидаза ферментінің осы ерекше касиеті зерттелу үстінде.

Осыдан бастап Мұрат аға маған ерекше назар аударып, колдау көрсете бастады.

Мәскеуден жаңадан кандидаттық диссертацияны корғап келген жас маман үшін, әсіресе, ауылда туып-өскен жастар үшін Алматыда баспа на табу шешілуі киын үлкен мәселе екені әркімге белгілі. Сол себептен 1980–1982 жылдары маған Алматының әртүрлі аудандарында пәтер жалдап тұруға тұра келді. Тіптен пәтер табылмаған кездері Тимирязев көшесіндегі Фитotron ғимаратындағы зертханада түнеп жүрген кездер де болды. Солай зертханада түнеп жүргенімді ботаника институтының директоры Мұрат аға естіпті. Сол кездері калыптаскан тәртіп бойынша қалады мекемелердің қызметкерлері колхоз-совхоздарға барып, ауылшаруашылық дақылдарын жинасуға комектесетін. Біз де, ботаника институтының қызметкерлері Алматы түбіндегі Калинин ауылндағы піскен алмаларды жинауға барап жүрдік. Жұмыстан кейін институтқа келгенде мені Айткожиннің ізден жүргенін айтты. Біраз күткеннен кейін Айткожин келіп, мені асықтырып, ғылым академиясының ғимаратына алып кетті. Озіне қызмет көрсететін машинасы кол астында болмағандыктан,

«Запорожецті» үстап мініп кеттік. Мені академияның жатақханалардағы орындарды бөлөтін жауапты қызметкермен таныстырды. Сейтсем. Мұрат аға ол кісіге мен туралы алдында айткан екен. Сонымен, құдай жарылқап. Абай және Правда қөшелерінің киылсында орналаскан ғылым академиясының жатақханасынан бір үлкен бөлме алып берді. Менін куанышымда шек болмады, бір ғана бөлме болса да, онын ішінде қажетті дүниелер болды. Сейтіп, Мұрат аға менін Алматыда ғылыми жұмыс жүргізуіме толық жағдай жасады. Сол жатақханадан штетлге ғылыми іссапармен барып жүрдім. 1984 жылы Германиядағы сол генетика институтында жарты жыл жүргізген зерттеулерден алынған нәтижелер жоғары бағаға ие болып. Германияның ғылым академиясы неміс ғалымдарымен бірге мені де арнайы сыйлықпен марапаттады. Кейінрек Мұрат Әбенұлы Айткоғинге Генетика институтының директоры профессор Ригомар Ригер арнайы хат жіберіп, алғысын білдіріпті. Ондағы жүргізген зерттеулеріміз есімдіктердін клетка культурасының мутантты қатарларымен және олардан толық есімдік алумен (регенерация) байланысты болды. Кейінрек 1983 жылы М. Айткоғиннің бастамасымен құрылған Молекулалық биология және биохимия институтында Казакстанда алғаш рет астық тұқымдастас өсімдіктердін клетка культурасымен зерттеу жұмыстары басталды.

1984 жылы Қазакстан ғылым академиясына екі тұрғын үй берілетін болды. Мен Мәскеуде биохимия институтымен бірлескен зерттеу жұмыстарын жүргізіп жаткан кезде М. Айткоғин институтқа бөлінген үш бөлмелі екі пәтердің біреуін маған беретін болып шешіпті. Әрине, менін куанышымда шек болмады, оған сенбедім. Сонымен, Мұрат ағанын колдауымен әртүрлі кедергілерден өтіп, 1984 жылдың күзінде жана пәтерге не болды. Бұл қөмегін ешуакытта ұмытуға болмайды. Алғысым шексіз. Осынын бәрі мені ғылымдағы жана зерттеулерге жаңа нәтижелерге міндеттеді.

1984 жылы Мұрат ағанын жеке бастамасымен және Мәскеудегі атакты ғалымдардың колдауымен Еуропатық биохимиялық коғам федерациясының (Federation of European Biochemical Society) Мәскеудегі мерзімдік съезінің екінші жартысы Алматыда өтті. Оған әр елден келген төрт Нобель сыйлығының лауреаттары катысты. Солардың бірі өте әйгілі. Аталмыш сыйлықтың екі дүркін лауреаты Лай-нус Полинг болды. «Қазакстан» конак үйінде болған карсы алу рәсімі кезінде Мұрат аға маған біздін институттың жас ғалымдарының

Лайнус Полингпен бірге фотосуретке түсін ұйымдастыр деді. Мен бір түрлі толғаныспен Полингка барып амандасып, оның осы жиынтысты ұйымдастырып отырған институттың жас ғалымдарымен фотосуретке түсін өтіндім. Мында бір рахмет, Лайнус Полинг ойланбастаң келісе кетті. Үлкен өкінішке орай, сол фотосуреттердің көпшілігінің сапасы өте төмен болып шыкты. Дегенмен, Полингпен түскен бірнеше фотосурет әлі де ескерткіш ретінде сактаулы. Конференцияның келесі күні сол жиынтыс туралы акпараттарды халыққа жеткізу мақсатымен Қазақстандағы жалғыз ғылыми-көпшілік журнал «Білім және енбектен» тілшілер келіп, Мұрат ағадан белгілі ғалымдармен кездесуге қомектесуін өтінді. Ол кісі мені шакырып алды, атакты француз ғалымы Марианна Грюнберг-Монаго (тегі орыс Мария Владимировна) және бірнеше конак-ғалымдармен шікірлесіп отырған шағын дөнгелек үстелге ертіп барып, солармен сұхбатын ұйымдастыруды маган тапсырды. Менін өтінішім бойынша шетелдік ғалымдар казіргі биохимия ғылымы туралы өте түсінікті және ауқымды мәліметтер берді. Тілшілер де атакты ғалымдармен сұхбаттасудан үлкен әсер алды, көnlдері толып кайтты.

1985 жылы Қазақстанның белгілі ғалымы Рауза Менліахметова Конаева докторлық диссертациясын өте жоғары бағамен корғағаннан кейінгі тойлау кезінде Мұрат аға маган: «Сенін халықаралық ғылыми журналдарда жарияланған макалаларын мактауға тұрады. Осы бетіннен таймай, ғылыми зерттеулерінді ары карай белсенді турде жалғастырып. келесі үш-төрт жылда докторлық диссертацияны корғауын керек» деді. Эрине, мен уәдемді бердім.

1987 жылдың басында Мұрат аға мені шакырып алды: «Зерекбай, ауылдағы биология мұғалімдерін быттай койғанда, қаладағы мектептердің мұғалімдерінің казіргі молекулалық биология мен биохимия туралы түсініктерінің деңгейі өте төмен. Орыс тіліндегі ондай аппарат көздері жеткілікті. Сондыктан, ауыл мұғалімдерінің білім деңгейін көтеру үшін екеуміз бірлесіп, осы салада казак тілінде ғылыми-көпшілік кітап шығарайык» деген ұсыныс айтты. Мен оған куана келісім бердім. «Қазақстан» баспасына барып, осындағы идеяны айтканда, ондағы баспағерлер мен жазушылар да біздін шиетімізді қатты колдады. Мұрат аға өз жағынан казіргі молекулалық биологияның жетістіктері туралы орыс тіліндегі материалдарды маган беріп отырды. Биохимия саласы бойынша менін казакша жазған материалдарымды мұжият оқып шығып отырды.

Үлкен өкінішке орай: 1986 жылдың орта шенінде Мұрат ағаға күтпеген жерден жаман ауру жабысты. Ойдағыдай емделгенімен, ондай ауру адамды аландататыны белгілі ғой. Сондыктан болар, 1987 жылдың ортасында менін жазғандарымды толығымен оқып, оларға түзетулер мен ескертулер жасап, өз материалдарын маған беріп болғаннан кейін: «Зерекбай. бұт кітаптың ойдағыдай жарық көруі сенін мойныңда. Менін одан ары кітапка косатын үлесім бола коймас, сондыктан. кітапты өз атынан шығар» – деді. Бұт ұсыныска мен де. «Казакстан» баспасы да әбден мұнайып қалдық. Мұрат аға бұл дүниеден кайтқанда. оны кітап авторының бірі ретінде косайын деп едім. Бірақ. ол кісінің тапсырмасын бұлтармай орындау менін парызыым болды. Ғылыми-көпшілік кітап «Беймаза биомолекула» деген атпен 1988 жылды жарық көрді. Ол кітап студенттер мен оқытушылардың арасында жаксы бағаға ие болды. Тез сатылып кетті. Өкінішке орай, оның тиражы өте төмен. 3000 дана ғана болып басылып шықты.

Құдайға шүкір. казіргі Казакстанның биохимия, молекулалық биология, биотехнология секілді салаларындағы жас ғалымдардың, әсіресе Мұрат аға тәрбиелеген шәкіртерінің ғылыми жетістіктері дүниежүзілік ғылымда белгілі болып отыр. Тірі болғанда Казакстанның казіргі молекулалық биология, биохимия секілді салаларының деңгейі және оған сәйкес Казакстан ғалымдарының жетістіктері одан да жоғары болар еді – оған ешкім күмән келтірмейді. Тағдыр! Бәрібір. Мұрат ағаның Казакстанның биология ғылымына сінірген енбегі ешуакытта ұмытылмайтынына бәріміз сенеміз. Оның өситеттері жүргемізде мәнгілік сақталмак.

*Иса БАЙТУЛИН,
академик НАН РК,
Заслуженный деятель науки РК*

МУРАТ АБЕНОВИЧ АЙТХОЖИН – СТУДЕНТ, КОЛЛЕГА И ПРЕЗИДЕНТ АКАДЕМИИ

Когда Мурат Абенович учился на третьем курсе биологического факультета Казахского государственного университета, я работал асистентом кафедры дарвинизма и генетики, проводил семинарские занятия по дарвинизму на третьем курсе. С тех пор мы знакомы с Муратом Абеновичем, а в дальнейшем стали и друзьями. Это были годы гласного и негласного спора в области теоретической биологии. Дискуссия тех лет вызывала огромный интерес у студентов, задававших иногда самые неожиданные вопросы. Требовалась хорошая подготовка и некоторая дипломатия в проведении семинарских занятий. Такова была обстановка. Одним из активных участников семинара был Мурат Айтхожин, специализировавшийся в области биохимии и молекулярной биологии. Он и задавал часто вопросы, выступал, запомнился пытливым, старавшимся докопаться до сути обсуждаемых вопросов.

В 1962 году после окончания университета, он поступает в аспирантуру МГУ им. М.В. Ломоносова. После успешного окончания аспирантуры Мурат Абенович продолжил работу с московскими коллегами. В эти годы пребывания в Москве, на летние каникулы Мурат Абенович приезжал в Алма-Ату. Нечасто, но у него были возможности выезжать на рыбалку, иногда на охоту. Как ни где, только на природе человек раскрывается во всей своей натуре. Простой, общительный, страстный рыбак и охотник, с Муратом Абеновичем было и приятно и интересно пообщаться в непринужденной природной обстановке.

После защиты кандидатской диссертации он увлекает и активно собирает вокруг себя молодых перспективных ребят, и они сами, без финансовой господдержки, строят домик для лаборатории и там налаживают исследовательскую работу, одновременно продолжая работы по сравнительному изучению белоксинтезирующего аппарата у высших растений, физико-химических свойств информосом, которые он проводил еще в Москве.

В 1983 г. Президиум НАН РК выносит постановление об открытии Института молекулярной биологии и биохимии на базе группы Мурата Абеновича при Институте ботаники, назначает его директором. За короткий период ему удалось получить соответствующее помещение для нового института, собрать коллектив, решить вопросы финансирования и оборудования и без промедления наладить работу. Он был очень активен, всего себя отдавал работе, как говорят, не знал покоя и не давал покоя другим.

За цикл работ «Открытие информационного класса внутриклеточных частиц» он был удостоен Ленинской премии. Вскоре же (в 1986 г.) его избирают президентом НАН РК. Вспоминаю первое общее собрание НАН РК, которое он проводил. В своем докладе онставил конкретные задачи по всем направлениям науки в Казахстане, с учетом мировой тенденции развития этих направлений и с акцентом практической их значимости. Особо отмечались в докладе пути достижения поставленных задач – участие научных учреждений страны в сотрудничестве с другими научно-техническими комплексами, создание технопарков, инженерных центров, целевых научно-технических программ и многое другое. Было видно, что президент работал над докладом обстоятельно, с привлечением ведущих ученых, проработкой и анализом огромного информационного материала по тенденциям развития науки в мире. Доклад произвел огромное впечатление на участников собрания.

Очень жаль, что столь короткой была жизнь талантливой и яркой личности, от которой ждали новых свершений в науке. В 1987 г. смерть унесла его из наших рядов. Ведь ему было всего 48.

В должности президента НАН РК Мурат Абенович оставался таким же простым, как и в молодые годы, доступным, общительным, двери его кабинета были открыты для всех, кто желал обсудить дела. Мы высоко ценили его. Память о нем в наших сердцах.

Мурат Абенович является основателем молекулярной биологии в Казахстане. Он уделял большое внимание развитию биотехнологии. Задумки его в этих областях продолжают успешно развиваться его учениками, коллегами.

*Рамзия АЗИМУРАТОВА,
кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник
Лаборатории биохимии белка и нуклеиновых кислот
Института молекулярной биологии
и биохимии им. М.А. Айтхожина*

ВЫПУСКНИК БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА КАЗГУ С МИРОВЫМ ИМЕНЕМ

Мурат Айтхожин – легендарный выпускник биолого-почвенно-го факультета КазГУ, получил свое университетское образование в знаменитые для СССР шестидесятые годы!

Я впервые увидела студента Мурата Айтхожина в общежитии КазГУ на улице Виноградова. У нас был очень скромный студенческий быт – одна очень маленькая читалка, о которой каждый студент общаги знал, что здесь после 12 часов ночи, у столика около окна появится биолог – Мурат, и до самого утра он будет занят учебой. Самое первое и верное впечатление от него – это одержимость! На первых годах обучения с первого по второй курсы – эта жажда знаний! Ведь Мурат уже предвидел, что впервые, по образовательному эксперименту КазГУ, он будет продолжать свое обучение на биологическом факультете Московского университета.

Тогда наблюдался огромный разрыв между биологией в союзных Республиках и «новой» антильясенковской биологией в Москве и Ленинграде. Особенно эта «пропасть» чувствовалась в том, как и чему обучали биологов. Здесь же в МГУ одержимость Мурата Айтхожина проявила ярко в его увлечении настоящей наукой будущего – молекулярной биологии. Мне посчастливилось быть в 1966 году на запоминающейся защите его кандидатской диссертации в стенах биофака МГУ. Члены спецсовета – выдающиеся мэтры советской биологии, академик А.И. Опарин, академик В.А. Энгельгард, академик С.Е. Северин, будущий академик Александр Сергеевич Спирин – научный руководитель Мурата.

Следующий виток научной карьеры Айтхожина – возвращение его в Казахстан, где реализовалась его самая яркая идея – создание в Казахстане новой отрасли науки – молекулярной биологии и молекулярной биологии растений.

Признание больших научных открытий Мурата; первые для Казахстана приоритетные публикации в ряде ведущих зарубежных журналов; проведение в Алма-Ате в 1984 году Международного форума в рамках Федерации Европейского Биохимического Общества и, самое главное, создание в 1983 году Института молекулярной биологии и биохимии, единственного в центрально-азиатском регионе.

Долгие годы я работала Ученым секретарем научного Совета по проблемам физико-химической биологии и биотехнологии при Президиуме АН КазССР, организатором и бессменным председателем которого был Мурат Абенович. На этом поприще блестательно проявился его талант организатора науки. Участие в реализации четырех Постановлений партии и правительства СССР о развитии новых отраслей биологии и в разработке аналогичных постановлений Правительством Казахстана; участие в разработке и реализации Программ по линии Совета Экономической Взаимопомощи в рамках многостороннего сотрудничества Академий наук социалистических стран (Болгария, Венгрия, ГДР, Польша, Румыния, СССР и Чехословакия) – все это крупные вехи организаторской деятельности академика Мурата Айтхожина.

А для биографической библиографии ученых и преподавателей Казахского национального университета им. аль-Фараби выпускник биологического факультета КазГУ с мировым именем, академик, президент Академии наук Мурат Айтхожин остается единственным обладателем Ленинской премии в области биологической науки в Казахстане!

Р.И. БЕРСИМБАЕВ,

академик НАН РК,

заведующий кафедрой общей биологии и геномики

ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,

президент Казахстанского клуба

им. Александра фон Гумбольдта

НАУКУ ОН СТАВИЛ ПРЕВЫШЕ ВСЕГО

Мурату Абеновичу Айтхожину – выдающемуся ученому, доктору биологических наук, академику Академии наук Казахской ССР, лауреату Ленинской премии сегодня исполнилось бы 75 лет. Он внес неоценимый вклад в развитие современных направлений биологической науки в Казахстане и с его именем неразрывно связано развитие молекулярной биологии и биотехнологии в Республике.

Мурат Абенович был яркой и сильной личностью, его деятельность была многогранна, а отношения с людьми очень обширны. Влияние его научного авторитета было огромно и это привлекало к нему научную молодежь.

О Мурате Айтхожине я много слышал, и мое заочное знакомство с ним началось в конце 1960-х и начале 1970-х годов, когда я учился в НГУ и аспирантуре Института цитологии и генетики СО АН СССР в Новосибирском Академгородке. На факультете естественных наук НГУ, студентам старших курсов и аспирантам, специализирующимся по кафедре молекулярной биологии и выполняющим исследования в научных лабораториях, ведущие ученые Института читали лекционные курсы по новым направлениям современной биологии. Спецкурс «Молекулярная биология» читал известный ученый, заместитель директора Института цитологии и генетики по научной работе, профессор кафедры физической химии НГУ, академик Рудольф Иосифович Салганик. Он был моим научным руководителем. В своих лекциях он очень подробно рассказывал нам о самых последних достижениях современной биохимии и молекулярной биологии, в том числе о путях переноса генетической информации, закодированной в ДНК в биологических системах, биохимическом анализе генетического кода в исследованиях по регуляции биосинтеза белка в клетках. Его блестящие лекции слушали не одно поколение студентов НГУ, многие из которых позже специализировались в области

биохимии и молекулярной биологии. Поскольку Рудольф Иосифович очень тесно общался с академиком Александром Сергеевичем Спириным, научным руководителем М.А. Айтхожина в аспирантуре МГУ, он хорошо знал о работах по открытию информосом, проводимых в лаборатории А.С. Спирина и исследованиях Мурата Айтхожина, молодого ученого из Казахстана.

Очень хорошо помню первую встречу с Муратом Абеновичем. По приглашению Совета молодых ученых КазГУ в 1971 году я приехал в Алма-Ату для выступления с докладом на научной конференции биологического факультета. Во время этой поездки я имел возможность встретиться с Муратом Абеновичем и посетить его недавно созданную лабораторию белка и нуклеиновых кислот, которую он организовал в Институте ботаники АН КазССР. Он оказался очень доброжелательным и простым в общении человеком. Его улыбка, остроумие, откровенность и страстная преданность науке обращали сразу на себя внимание. Он очень хорошо принял меня, познакомил с сотрудниками своей лаборатории, подробно рассказал о проводимых исследованиях и показал свою лабораторию, оснащенную самыми современными ультрацентрифугами и другими аналитическими приборами западных фирм для поведения биохимических и молекулярно-биологических исследований. Такие приборы в то время имелись только в ведущих научных лабораториях Союза. Помню случай, когда приглашенный иностранный инженер во время моего посещения его лаборатории проводил профилактический осмотр, очень редкого тогда прибора, счетчика радиоактивности Mark III фирмы «Nuclear Packard». Я это запомнил, потому что за два дня до этого этот же инженер, специально командированный фирмой из Голландии, ремонтировал прибор в нашей лаборатории в Новосибирске. Оказалось, что здание для лаборатории Мурат Абенович построил вместе со своими научными сотрудниками.

В новой лаборатории он продолжил начатые в Москве исследования по изучению нуклеиновых кислот растений и начал активно заниматься сравнительным изучением белкосинтезирующего аппарата у высших организмов на молекулярном уровне. Огромным вкладом в биохимическую науку были результаты его исследований по конструкции и изучению гибридных рибосом, состоящих из различных субъединиц растительных и животных клеток, обладающих функциональной активностью. Сравнительное изучение

физико-химических свойств таких гибридных рибосом показало универсальность механизмов биосинтеза белка в клетках высших организмов. Результаты этих фундаментальных исследований мирового уровня, которые были опубликованы в ведущих международных и союзных журналах, были исключительно высоко восприняты международным научным сообществом и по достоинству оценены. В 1976 году Мурату Абеновичу Айтхожину вместе с группой московских ученых за работу «Открытие информосом – нового класса внутриклеточных частиц» была присуждена Ленинская премия – высшая награда в области науки в СССР.

Он уделял большое внимание подготовке кадров по новым направлениям биологии. Для организации специализации студентов по генетике и молекулярной биологии кафедра дарвинизма и генетики в КазГУ, которую я возглавлял, была преобразована в кафедру генетики и молекулярной биологии. В то время открытие кафедры в вузах решалось на уровне союзного Министерства и Минвуза Республики. В связи с новыми веяниями было необходимо создавать новые направления в подготовке специалистов. При поддержке Мурат Абеновича и декана факультета М.Х. Шигаевой мы смогли открыть специализацию по генетике и молекулярной биологии в университете. С самого начала организации кафедры особое внимание уделяли ознакомлению студентов с новейшими направлениями молекулярной биологии и молекулярной генетики, разработке оригинальных программ семинаров, больших и малых практикумов по методам биохимических исследований. Был открыт филиал кафедры в Институте и наряду со штатными преподавателями кафедры, некоторые специальные курсы практические занятия вели научные сотрудники лаборатории. Биологов начали готовить на современном уровне, рано привлекая студентов к исследовательской работе.

Наше общение стало более тесным, когда он работал профессором кафедры генетики и молекулярной биологии и начал читал общий курс молекулярной биологии для всех студентов биологического факультета. Его лекции вызывали огромный интерес у студентов, сложные метаболические процессы с участием биохимических реакций он умел объяснять просто и доходчиво. Его содержательные лекции приходили слушать преподаватели факультета и научные сотрудники академических биологических институтов.

После лысенковского застоя в биологии, не признававшего ни генов, ни ДНК, ни хромосом и возрождения научной генетики в стране создавались научно-исследовательские институты, призванные обеспечить развитие новых направлений биологии. В Москве в начале 1960-х годов был организован Институт молекулярной биологии АН СССР под руководством выдающегося ученого, академика В.А. Энгельгардта. В Новосибирском Академгородке в Сибирском отделении Академии наук СССР под руководством известного генетика, академика Д.К. Беляева был создан Институт цитологии и генетики. Новые институты создавались и в Республиках. Учитывая чрезвычайно бурное развитие новых направлений биохимических, молекулярно-биологических и биотехнологических исследований в мире и с целью активного развития научных работ в этих направлениях биологической науки в Казахстане академик М.А. Айтхожин в 1983 году организовал Институт молекулярной биологии и биохимии. По его инициативе в 1987 году также был создан Казахский сельскохозяйственный биотехнологический центр, головным учреждением которого был определен Институт молекулярной биологии и биохимии. Сотрудники Института вели фундаментальные исследования по изучению информационных РНК растений для установления механизмов и регуляции синтеза белков, биохимии зерновых культур, идентификации и анализу генов белков, контролирующих питательную ценность зерна пшеницы. В Институте были открыты новые лаборатории, где были развернуты исследования по новым направлениям биотехнологии – клеточной и генетической инженерии растений.

Мурату Абеновичу было чуждо тщеславие и осознание своего превосходства. Он был щедр на похвалу достойным, но строг и требователен к тем, кто не видел творчества в науке. Он умел доверять людям и умел требовать от них настоящего отношения к делу. Он умело зарождал в душах своих учеников не только жажду знаний и желание работать с полной отдачей, но и мастерски стимулировалу них самооценку. Они «выпрямляли плечи», хотели делать свои открытия в науке и ставили перед собой высокие задачи. Его живой ум, целеустремленность охватывал поток идей в абсолютно новых направлениях биологии. М.А. Айтхожин предоставлял молодым сотрудникам исключительные возможности для проявления инициативы и творческих изысканий. Всегда от Мурата Абеновича можно было

слышать, как активно и успешно работают начинающие исследователи в Институте. В окнах лаборатории свет горел до позднего вечера. Про молодых сотрудников лаборатории Института он всегда говорил с гордостью, высоко ценил научные успехи Хизата Дошанова, Булата Исакова, Николая Филимонова, Мурата Карабаева, Олега Фурсова, Аскара Аханова, Ержана Джумагалиева и многих других, которые позже защитили кандидатские и докторские диссертации. Он тепло отзывался о работах сотрудников и других лабораторий. Можно без преувеличения сказать, что то время было по-настоящему временем бурного развития исследований в биохимии и молекулярной биологии в республике. Я много раз слышал доклады Мурата Абеновича. Один из последних научных докладов он сделал на V Всесоюзном биохимическом съезде в Киеве, в котором мы участвовали вместе.

Мурата Абеновича интересовали очень многие проблемы современной биологии. При встречах на кафедре, на семинарах мы постоянно обсуждали различные научные проблемы, представляющие взаимный интерес.

В середине 1980-х годов я проходил годичную научную стажировку в Национальном институте медицинских исследований в Лондоне и по возвращении из Англии в 1986 г. защитил докторскую диссертацию в Ленинградском университете по специальности «биохимия». Мурат Абенович постоянно интересовался результатами моих исследований и поддерживал меня. В 1986 году он был избран президентом Академии наук Казахской ССР и будучи очень занятым человеком, нашел время написать отзыв на автореферат моей диссертации.

В своей личной библиотеке я и сегодня бережно храню книгу про Великобританию на английском языке «Discovering Britain», которую подарили мне семья Айтхожиных – Мурат Абенович и его супруга Галина Темировна.

Его доброжелательность, теплое отношение к людям, исключительное трудолюбие, огромная работоспособность, подлинная научная заинтересованность поражали всех, кто имел с ним удовольствие общаться. Мурат Абенович был постоянно окружен людьми. Дома у него часто собирались многочисленные друзья и ученики. Он часто подтрунивал над друзьями и давал им клички, которые удивительным образом приживались, например, всеми нами уважаемого

и любимого Амина Туякова, он называл Пан Спортсмен, он очень любил Амина и гордился дружбой с ним. Розу Каракееву он называл Розетта, а Булата Хисарова – Хисаржан... Побывав однажды в кругу его семьи, остаешься там навсегда, так как тебя окружают сердечностью и вниманием. Эта семья могла поддерживать дружеские отношения и с одноклассниками, и с однокурсниками, с людьми разных профессий. Все одинаково получали внимание и теплоту. Дружба, которая объединяла тогда всех, и та атмосфера доброжелательности, культивированная Муратом Абеновичем, поддерживается и продолжается сегодня. Он был истинным гражданином своей страны, болел ее болями и чувствовал свою ответственность перед ней. Науку он ставил превыше всего.

Т.С. СААТОВ,

академик АН Республики Узбекистан,
директор Института биохимии АН РУз,
заведующий отделом биохимии Института
биоорганической химии АН РУз

ВОСПОМИНАНИЯ О МОЕМ ДРУГЕ, УЧЁНОМ, АКАДЕМИКЕ М.А. АЙТХОЖИНЕ

Мое знакомство с Муратом Абеновичем Айтхожинным состоялось в начале 80-х годов прошлого века. В это время имя М.А. Айтхожина было уже известным не только в регионе Средней Азии, но и в Союзе и мире. М.А. Айтхожин был лауреатом Ленинской премии, доктором биологических наук, профессором и директором Института ботаники АН Казахстана. Я также был директором Института биохимии Академии наук Республики Узбекистан. Наши научные интересы и направления проводимых исследований значительно отличались друг от друга. М.А. Айтхожин занимался биохимией и молекулярной биологией растений, а мои интересы были связаны с биохимией человека и животных. Тем не менее мне были известны выдающиеся исследования Мурата Абеновича, посвященные белок-синтезирующему аппарату у высших растений, а также изучению физико-химических свойств и роли информосом в растительных клетках.

Одним из значимых достижений в научно-организационной деятельности М.А. Айтхожина является создание Института молекулярной биологии и биохимии в системе Академии наук Казахской Республики. Этот научный центр заложил основу для развития молекулярно-биологических исследований не только в Казахстане, но и в целом регионе Средней Азии.

Наши научные связи и дружеские взаимоотношения особенно развивались и укрепились в результате совместной работы в составе специализированного Совета по защите докторских диссертаций. В те годы ВАК СССР создавал в Ташкенте на базе Института биохимии АН Узбекистана региональный специализированный Совет по защите докторских диссертаций по специальностям «биохимия», «биофизика» и «цитология» (впоследствии «клеточная биология»). Этот Совет был единственным для Республик Средней Азии. Казахстана, а

также для Сибири, Урала и Дальнего Востока. Наш Совет принимал к защите работы, выполненные именно в этих регионах. В состав Совета вошли ведущие ученые из республик Средней Азии: академик Я.Х. Туракулов, академик М.А. Айтхожин, академик Д.Х. Хамидов, академик Б.А. Ташмухамедов, академик Ю.С. Насыров (Таджикистан), профессор И.Ж. Мансурова (Таджикистан), профессор Поллы Кулиев (Туркмения), профессор П.П. Валуйский (Киргизия) и другие академики и профессора – всего 25 учёных. Будучи директором института, я был председателем Совета. Мы работали чрезвычайно интенсивно, заседания проводили сессиями в течение трех дней. В каждой сессии заслушивали 8-9 кандидатских и докторских диссертаций. Мурат Абенович активно участвовал в работе Совета, был объективным, строгим, добропорядочным и критичным. Диссертанты боялись его критических замечаний, и, тем не менее он всегда был доброжелательным. Спорные работы, предварительно с ним обсуждали и спрашивали его мнение о данной диссертации. Я хорошо помню случай с докторской диссертацией Х. Кимсанбаева. Мнение членов экспертной комиссии по приёму работ к защите в отношении специальности диссертации разделились. Работа была подана по специальности «биохимия», но отдельные члены Совета считали, что работа должна защищаться по специальности «защита растений». Профессор Б.Ф. Ванюшин просил меня принять её по специальности «биохимия». Я попросил ученого секретаря Совета профессора Т.А. Бабаева отправить работу Х. Кимсанбаева на предварительную (тайную) экспертизу академику М.А. Айтхожину и получить его мнение о данной работе.

Мурат Абенович положительно оценил диссертацию и более того согласился выступить в качестве официального оппонента. Работа была успешно защищена. В дальнейшем, став профессором, Х. Кимсанбаев был назначен на должность ректора Аграрного университета в Ташкенте.

В каждый свой приезд в Ташкент на заседание специализированного Совета, Мурат Абенович использовал свободные часы для знакомства с достопримечательностями города, посещал театры.

Во время одного из очередных посещений Ташкента, связанных с участием в заседании специализированного Совета и защитой докторской диссертации Р.А. Кунаевой, я пригласил Мурата Абеновича, Поллы Кулиева и Розу Ахмедовну на свадьбу сына моего близкого

друга и одноклассника Тохтасына. На свадьбу пришли более 500 гостей. В те времена свадьбы проводились во дворе своего дома. На этом торжестве Мурат Абенович поздравил молодоженов и произнес тост на казахском языке. Его тост был интересным, ярким и произвел большое впечатление на гостей. Надо отметить, что Мурат Абенович обладал ораторским талантом. После свадьбы сосед моего друга Тохтасына, главный врач одной из больниц Ташкента, доктор Носыр Азизов (я не был знаком с ним до этого) очень просил посетить и его дом, и мы не смогли отказать. За столом в этом доме Мурат Абенович вдохновенно рассказывал о достижениях молекулярной биологии и биохимии и перспективах этих наук. Он настолько заинтересовал хозяев, что впоследствии доктор Азизов попросил меня принять в аспирантуру свою дочь Наиму, выпускницу биофака ТашГУ, которая успешно защитила кандидатскую диссертацию по специальности «биохимия».

Мурат Абенович высоко ценил нашу дружбу. он был надежным, порядочным и честным другом. Он был готов оказать любую помощь своим друзьям, соратникам, ученикам и просто современникам. В 1983 году две мои ученицы – Матлюба Азимова и Маастура Хамирова должны были защитить диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Однако специализированный Совет в Ташкенте не присуждал степень кандидата медицинских наук по специальности «биохимия». Мы решили защищаться в Алма-Ате. При медицинском институте функционировал Совет по биохимии, но я не был знаком с его руководством и не имел достаточной информации об этом Совете. Естественно, я обратился к Мурату Абеновичу и попросил его оказать содействие в приеме и продвижении двух диссертаций. Мурат Абенович сам поехал в медицинский институт, поговорил с председателем Совета и в дальнейшем контролировал продвижение этих работ. В результате, обе диссертации были успешно защищены.

Однажды Мурат Абенович познакомил меня с большим ученым и интересным человеком, своим заместителем по науке Салимом Заировым. У нас состоялась дружеская беседа о науке и многом другом. С. Заиров пригласил нас с Муратом Абеновичем в гости. Меня поразило его глубокое знание литературы: Салим читал наизусть стихи многих поэтов, в том числе и А.С. Пушкина. Мурат Абенович попросил хозяина дома прочитать стихи Олжаса Сулейменова, и он

на протяжении часа или более читал стихи казахского поэта. Я в первый раз видел такого талантливого человека среди учёных.

В заключение хочу отметить, что академик М.А. Айтхожин был яркой личностью, выдающимся ученым с мировым именем, талантливым руководителем и человеком с большой буквы. Безжалостная смерть вырвала из наших рядов большого ученого и человека. Эта невосполнимая потеря. Он жил очень мало, его жизнь была слишком короткой. Мурат Абенович оставил неизгладимый след в науке и в общественной жизни своей страны.

Получив печальную весть о смерти Президента АН КазССР, академика М.А. Айтхожина. Президиум АН Узбекистана направил меня в Алма-Ату для участия в траурных мероприятиях. Я вместе с многотысячными представителями науки, образования из различных городов и Республик Советского Союза, а также граждан Казахстана провожал в последний путь честного, преданного науке человека – Мурата Абеновича Айтхожина. Он оставил после себя огромное научное наследие и нереализованные научные планы и программы, которые будут выполнены его соратниками и учениками. Я в этом абсолютно уверен. Незабываемый образ Мурата Абеновича будет всегда рядом с нами.

Р.М. КУНАЕВА,
доктор биологических наук, профессор,
основатель Лаборатории энзимологии
природных соединений Института молекулярной биологии
и биохимии им. М.А. Айтхожина

М.А. АЙТХОЖИН – ПЕРВЫЙ ДИРЕКТОР ИНСТИТУТА МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ И БИОХИМИИ АН КАЗССР

На протяжении более 20 лет я работала с М.А. Айтхожиным, практически весь его трудовой путь. Вспоминаю 1966 год, когда Мурат Абенович после окончания аспирантуры в Москве и успешной защиты кандидатской диссертации появился в Институте ботаники АН КазССР. Затем при поддержке академика Т.Б. Дарканбаева и члена-корреспондента Л.К. Клышева, а также благодаря своим не-заурядным способностям, умению собрать вокруг себя талантливую молодежь, заразить их своими идеями, он организовал Лабораторию белка и нуклеиновых кислот. Эта лаборатория дала начало развитию молекулярной биологии во всем Среднеазиатском регионе. Лаборатория работала, можно сказать, круглые сутки, и вскоре был накоплен значительный материал, который позволил Мурату Абеновичу защитить докторскую диссертацию по специальности «молекулярная биология» и получить по этой специальности первый диплом доктора биологических наук в СССР в 1976 году.

Далее, не останавливаясь на этом, с большим энтузиазмом он добивается открытия Института молекулярной биологии и биохимии. Причем перед открытием института тщательно проводился отбор лабораторий, которые должны были войти в его состав. Проходили официальные и просто дружеские встречи с ведущими биохимиками. Мурат Абенович беседовал с заведующими лабораторий, изучал их программы, вносил корректировки. Лабораторию биохимии растений разделили на две, оставив группу «солевиков» в Институте ботаники. Новая лаборатория, названная «Биохимия алкалоидов» вошла в состав Института молекулярной биологии и биохимии.

Я в меру своих сил и возможностей содействовала решению вопроса об открытии Института, его структуре, основных направлениях деятельности, о названиях и профилях работы лабораторий, о комплектовании их кадрами. Активное участие в открытии института

принимал президент АН КазССР, академик Аскар Минниахмедович Кунаев, организовавший ряд встреч с Муратом Абеновичем Айтхожиным по данному вопросу.

Период работы М.А. Айтхожина директором Института оставил неизгладимый след в нашей жизни. У коллектива был огромный энтузиазм, подъем, мы жили одной целью – работать во имя науки. Он очень бережно относился к каждому из нас, умел ценить сотрудников. В своей лаборатории, после окончания многодневных, круглосуточных экспериментов, он давал сотрудникам для отдыха столько дней, сколько нужно было для восстановления сил. Для нас он был другом, соратником, коллегой и даже учителем, несмотря на то, что для кого-то был младше по возрасту. Конечно же он был строг и требователен, и нам иногда доставалось за наши промахи. Но в институте всегда царила творческая атмосфера. Среди его учеников и младших соратников были А.Б. Беклемишев, А.У. Аханов, Л.М. Назарова, В.Н. Гросс, Х.И. Дошанов, Н.Г. Филимонов, Б.К. Исаков, Н.С. Полимбетова, В.М. Пушкирев (аспирант М.А. Айтхожина из Киева), М.А. Шманов, С.А. Бельгибаев, З.Г. Айташева, А.О. Агашкин, А.А. Токарев, С.К. Смаилов, Н.О. Накисбеков, Е.Б. Джумагалиев, А.В. Ли, Н.Ж. Каримов, К.И. Мадин, Б.Е. Хамзин и многие другие. Среди них докторские диссертации защитили А.Б. Беклемишев, Б.К. Исаков и З.Г. Айташева. Все сотрудники были талантливыми людьми.

В Институте постоянно проводились конференции по проблемам молекулярной биологии и биохимии. Несколько раз прошли школы по митохондриям. Причем место проведения находилось на Чимбулаке. Заседания проходили в вечернее время. Днем участники школы катались на лыжах. Такая программа всем очень нравилась. Лабораторию белка и нуклеиновых кислот часто посещали ученые из Германии, Чехословакии и других стран. Длительную стажировку под руководством Мурата Абеновича проходила старший научный сотрудник Института экспериментальной ботаники Чехословацкой Академии наук, доктор Вера Чапкова из Праги. Своих сотрудников Мурат Абенович посыпал на стажировки в научные центры Москвы, Ленинграда, Пущино. Эта традиция мобильной подготовки специалистов существует в Институте и в настоящее время.

Отчетливо проявились такие положительные черты характера Мурата Абеновича как высокая ответственность и обязательность во

время проведения в Алма-Ате предсимпозиума «Перспективы развития биоорганической химии и молекулярной биологии» в 1984 г. Почти за полгода до назначенного времени к нам приезжали вице-президент РАН, академик Ю.А. Овчинников, ученые секретари научных советов Е.В. Леонтьева и Э.В. Неклюдова. Осматривались помещения, где будут проходить заседания, гостиницы для проживания. Были организованы различные комитеты, назначены ответственные исполнители поручений. Я являлась председателем «Дамского комитета», Р.Ж. Азимуратова – заместителем председателя этого комитета, А.У. Аханов и Н.Г. Филимонов отвечали за транспорт и размещение, М.А. Шманов и О.И. Курбаков – за фотографирование участников симпозиума, З.А. Аликулов и З.Г. Айташева – за освещение хода симпозиума и выпуск стенгазет. Мы постоянно отчитывались о проведенной работе. В работе симпозиума участвовали лауреаты Нобелевской премии Лайнус Полинг и Дороти Ходжкин, крупные ученые из России, союзных республик и дальнегозарубежья. Для молодого Института это было серьезное испытание. Во главе с Муратом Абеновичем симпозиум прошел на должном высоком уровне. После симпозиума в Институт пришло много положительных отзывов. Ряд сотрудников получили благодарности от Президиума АН ССР.

В моей жизни Мурат Абенович сыграл огромную роль. После организации лаборатории он сказал: «Теперь нужно защитить докторскую диссертацию, так как заведующий лабораторией должен быть лидером среди своих сотрудников». В то время в Казахстане не было совета по биохимии. Меня Мурат Абенович послал в Ташкент, причем как бы проложил мне «зеленую дорогу». Дело дошло до того, что меня первый раз в аэропорту встречал директор Института биохимии академик Талат Саатович Саатов с плакатом в руках, на котором была написана его фамилия. В состав ташкентского диссертационного совета входили два лауреата Ленинской премии: Ялкин Холматович Туракулов и Мурат Абенович Айтхожин. Я видела, с каким особенным уважением там относились к нему.

Когда Мурат Абенович присутствовал на защитах, все защищавшиеся боялись его критических замечаний, вопросов, но вместе с большой требовательностью, он всегда был доброжелателен и никогда не голосовал против. Меня всегда вместе с ним приглашали на всякие торжества: свадьбы, юбилеи и просто в гости. Однажды Мурат Абенович впервые произнес тост на казахском языке и много раз

спрашивал: «Как я скажу?». Он всегда радовался своим маленьким и большим успехам. Это показывало его открытый характер. Мурат Абенович никогда не таил зла. и, если ему что-нибудь не нравилось, он говорил об этом прямо.

Хочется отметить, что мы часто вспоминаем Мурата Абеновича, как высокопорядочного, честного, делового, влюбленного в науку человека. Он буквально каждую минуту своей жизни активно жил. Было впечатление, что он хотел многое сделать, куда-то спешил. Он мог что-либо вспомнить и позвонить или, еще лучше, прийти в любое время суток, сесть на кухне и обсуждать ту или иную проблему. Мы в то время жили недалеко от Академии наук и часто ходили друг к другу в гости. И иногда в этих встречах рождались новые идеи. Мурат Абенович был интересной личностью, очень любил юмор, от души смеялся на наших вечерах, любил французскую музыку, любил и заботливо относился к своим близким – жене и детям, трепетно относился к родителям, братьям и сестрам. Его ранний уход был несправедлив, но след, который он оставил, очень огромен, наша задача – рассказывать молодежи, каким он был.

Н.Н. БЕЛЯЕВ,
доктор биологических наук, профессор,
заведующий Лабораторией молекулярной иммунологии
и иммунобиотехнологии Института
молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина

УРОКИ АКАДЕМИКА М.А. АЙТХОЖИНА

Когда я пытаюсь сравнить жизнь Мурата Абеновича Айтхожина с каким-либо природным явлением, перед мысленным взором возникает образ ярко сверкающего болида, решительно вспарывающего темно-синее однообразие небесного купола. Это на эмоциональном уровне... Логика же подсказывает другой образ – архитектор, менеджер и строитель в одном лице, а еще воспитатель. Совершенно ясно, что людей такого плана можно уверенно отнести к когорте пассионариев (по терминологии Льва Гумилева). Пассионарность Мурата Абеновича, по моему убеждению, заключалась не только, и даже не столько, в напряженном создании «тела» Института молекулярной биологии и биохимии, а затем и всей Академии наук Казахстана, ибо «тела» в силу известных обстоятельств, так сказать, форс-мажорного плана не могут в настоящее время похвастаться отменным здоровьем и алертностью. Важнейшими составляющими его пассионарности были абсолютная магнетичность и харизма его личности, которые с неизбежностью концентрировали вокруг себя плеяду энергичных молодых людей, по-хорошему амбициозных, жаждущих дела, увлеченных наукой трудоголиков. И хотя многие из них остались науку в сложное перестроечное время, совпавшее с уходом из жизни Мурата Абеновича, все они сохранили в себе заряд созидающей энергии, полученный от своего учителя. Во многом благодаря этому заряду его ученики, как оставшиеся в науке, так и работающие в сфере бизнеса, внесли существенный вклад в становление и развитие нового Казахстана. Каждый, кто когда-либо соприкасался с его заразительной энергией, может вспомнить его поучительные уроки. Такие уроки в свое время получил и я.

Судьба свела меня с Муратом Абеновичем чуть более тридцати лет назад. Эта встреча сильнейшим образом повлияла на мою жизнь. К этому моменту я уже три года как был молодым кандидатом наук, работая в минздравовском институте эпидемиологии,

микробиологии и инфекционных болезней, и ждал вызова из вновь создаваемого иммунологического института в Подмосковье. Классические методы аллергологии и иммунологии меня уже не устраивали. Мне хотелось выйти на новый уровень – молекулярный. Мурат Абенович пригласил меня на встречу, на которой я честно рассказал ему о своих планах и выслушал его предложения. Я хорошо помню этот день. Первое впечатление: передо мной большой ученый (это чувствовалось независимо от того, что я знал, что он лауреат Ленинской премии), очень энергичный и целеустремленный, со стратегическим мышлением. С самого начала разговора он одобрил мою пунктуальность (я не опоздал к назначенному времени), отметив, что пунктуальность является важной характеристикой человека, показывая его собранность и исполнительскую надежность. Это был первый урок Мурата Абеновича. Я не раз убеждался в жизни, что непунктуальные люди, как правило, оказывались ненадежными партнерами и коллегами.

В нашу первую встречу Мурат Абенович предложил мне заняться генетической инженерией растений, для чего нужно было пройти курс многомесячной стажировки в Москве. Я отказался, сказав, что выбранное мною направление – это иммунология. Тогда он сказал, что подумает, и назначил мне встречу через неделю. Во второй встрече он предложил другой вариант: освоить гибридомную технологию моноклональных антител в кардиологическом центре в Москве. Я, недолго думая, дал согласие и через пару месяцев был уже в лаборатории иммунологии кардиоцентра, руководимой профессором О. В. Рохлиным, с которым Мурат Абенович был дружен раньше по институту молекулярной биологии АН СССР. При этом он предложил мне условия, при которых я смогу в дальнейшем половину времени тратить на свои личные разработки, а остальное время посвящать заданиям, которые будет давать он. Это был второй урок, суть которого заключалась в том, что, если хочешь привлечь нужного человека к своему делу, надо обязательно учитывать его интересы, иначе он будет работать без самоотдачи и долго не задержится.

Следующие несколько уроков, которые были даны в ненавязчивой форме в виде доверительных бесед в те немногочисленные, но запоминающиеся встречи в период, когда я пытался реализовать знания, касающиеся физико-химических методов в области иммuno-логических технологий, полученные в Москве, также были связаны

с научным менеджментом. Мурат Абенович выделил мне две ставки мэнэсов для того, чтобы я подготовил иммунологическую группу, способную выполнять вспомогательную функцию в физико-химических исследованиях механизмов трансляции в растениях. Я ясно понимал, что через получение моноклональных антител к молекулярным маркерам РНК и белков растений от моей группы требуется «инструментальная» поддержка молекулярно-биологического направления и поэтому интенсивно работал, стараясь оправдать надежды Мурата Абеновича. Однако я не без оснований полагал, что приобретенный опыт в области физико-химической биологии поможет мне выйти на клеточно-молекулярный уровень изучения механизмов иммунорегуляции у животных и человека, которое в будущем поддержит Мурат Абенович. Не имея существенного опыта в самостоятельном руководстве группой, я с интересом прислушивался к его советам. По прошествии трех десятилетий я могу с абсолютной уверенностью сказать, что его советы можно было бы внести в свод золотых правил научного менеджмента. Вот несколько практических советов от академика Айтхожина, сформулированные мною в сжатом виде, которые, я уверен, пригодятся любому начинающему руководителю научной группой.

Процесс подготовки кадров лучше всего начинать как можно раньше, со студенческой скамьи, чтобы начинающий исследователь прошел весь путь технологии научной работы от качественного мытья лабораторной посуды до грамотного анализа и обобщения экспериментальных данных. То есть, нужно привлекать студентов и отбирать среди них лучших.

При приеме на работу обязательно выяснить мотивы, движущие неофита в науку. Желательно провести опрос потенциально сотрудника на предмет профпригодности к проведению длительных экспериментов, требующих особой сосредоточенности (например, спросить, сможет ли он поймать колобу ногой, если нечаянно она падает со стола; может ли не думать о посторонних предметах при работе руками и т.п.).

Необходимо всегда держать своих сотрудников в сфере своего внимания и следить, чтоб у них всегда была работа. Ничто так не разворачивает, как отсутствие занятости на рабочем месте.

Руководитель группы должен всегда хорошо разбираться в методических тонкостях проводимых экспериментов, быть в курсе

новейших методов, следить за новинками оборудования. В противном случае он рискует потерять связь с технологией эксперимента и завязнуть в методических ошибках и артефактах.

Взять за правило регулярно просматривать такие журналы как *Nature* и *Science*, чтобы всегда быть в курсе мировых трендов науки.

Помогли ли мне советы Мурата Абеновича? Безусловно, да, хотя я не могу похвастаться, что всегда беспрекословно следовал им. Жизнь всегда вносит коррективы в идеальные схемы нашего поведения. Да и сами мы всегда ли способны их воплощать?

Мурат КАРАБАЕВ,

доктор биологических наук, профессор,

старший ученый Международного центра

улучшения пшеницы и кукурузы (СИММУТ, Мексика),

руководитель Регионального отделения СИММУТ

в Центральной Азии и Закавказье

ПАМЯТИ МУРАТА АБЕНОВИЧА АЙТХОЖИНА

...Останься прост. беседуя с царями.
Останься честен, говоря с толпой:
Будь прям и твёрд с врагами и друзьями.
Пусть все, в свой час, считаются с тобой:
Наполни смыслом каждое мгновенье.
Часов и дней неумолимый бег.
Тогда весь мир ты примешь во владенье.
Тогда, мой сын, ты будешь Человек!

Редъяд Киглинг

Память уносит в 70-80-е годы века уже (!) прошедшего, в те давние по меркам одной человеческой жизни времена. Проносятся разные эпизоды общения, встреч, событий. Как все это собрать, обобщить, сказать что-то особенное? Написать, что это был выдающийся ученый, организатор, талантливый человек. Многие так напишут, и это – правда. Мы, работники научной сферы, в своих публикациях пишем сухо, без куража и эмоций, оперируя научными данными и фактами. В такие моменты, когда нужно писать на общечеловеческие темы, остро понимаешь и ценишь талант писателей, философов, публицистов...

Давно ли это было? Кажется давно, когда мы уже знаем, что нет той страны, в которой мы родились, учились, работали... Когда пережили 90-е годы, время сложных перемен, изменений в обществе, политике, науке, жизни и судьбах наших коллег, друзей, соратников и учеников Мурата Абеновича... Когда мы уже живем во втором десятилетии XXI века... В моем кабинете висит портрет Мурата Абеновича. Как-то мой коллега из одного международного научного центра, увидев портрет, спросил, нет, даже утвердительно сказал: «Это, наверное, Ваш сын». Я ответил: «Нет, это Учитель, он рано ушел из этой жизни». Но данный эпизод напомнил мне о моих годах, годах моих сверстников и коллег по работе в институте.

Как быстро летит время, в молодости нам казалось, что все еще впереди, и долгая жизнь, и много важных и интересных дел, планов, а сейчас уже остро чувствуем, что эта долгая жизнь лишь короткий отрезок бытия на земле. Короткую земную жизнь прожил Учитель, но она вместила в себя столько дел, свершений и достижений, что хватило бы на несколько жизней.

Давно ли это было? Так ли далек от нынешнего поколения ученых тот мир, та сцена, на которой разыгрывалась его творческая жизнь? Нет. Не за три и более десятка лет от нас, а рядом с нами, только что, почти здесь, сейчас, как метеор, падающая звезда, как миг пронеслась его короткая и яркая жизнь. Те же и такие же задачи и проблемы стоят перед нынешней наукой, образованием, такие же молодые люди приходят и работают в лабораториях, институтах, университетах. Многие из них с дипломами зарубежных стран.

С фотографии смотрит на нас, моих коллег и сотрудников молодой, но очень серьезный, умудренный жизненным опытом человек – Мурат Абенович Айтхожин. Нынешнему поколению порой трудно понять смысл и значение того, что сделали их великие предшественники. М. Айтхожин создал не только лабораторию, научный коллектив, институт, сделал открытия. Им были заложены новая философия, методология, подход к постановке научной задачи, связи науки с практикой, организации работ, управлению коллективом.

В чем феномен Мурата Абеновича? Почему помнят о нем как о добром и жизнерадостном человеке, заботливом учителе, выдающемся ученом, организаторе, государственном деятеле? Его личность многогранна, трудно охватить, охарактеризовать, описать, не говоря о том, чтобы понять суть и сущность этого человека. Я бы выделил следующие его качества, которые пытаюсь по мере своих способностей использовать в жизни и работе, и признаюсь, это не так просто и легко, как кажется на первый взгляд.

Ориентация в работе на важные проблемы. В науке, научной работе приходится решать многие задачи и проблемы. И мы знаем, что не все эти задачи одинаковой важности и значимости. Но и важная, и не очень важная, а зачастую и вовсе ненужная задача требуют одинаковых физических, материальных и моральных усилий и затрат. Лучше посвятить свою жизнь, затратить энергию и способности на важную и нужную работу. «...Чтобы не было мучительно больно за бесцельно прожитые годы...». Особенно это касается науки и ученых.

Подбор и расстановка кадров. Это выражение, а также крылатая фраза – «Кадры решают все!» из нашего прошлого остаются и будут актуальными всегда. Мурат Абенович особо внимательно и трепетно относился к кадрам, кадровому вопросу. Созданный им коллектив института почти во всех научных направлениях работал на мировом уровне. Это были особые кадры или специалисты, подготовленные и обученные по «особому рецепту»? Нет. Это были обыкновенные наши казахстанские юноши и девушки, большинство из них с дипломами Казахского государственного университета. Но они приходили в его лабораторию, его институт и совершали большие дела.

Обладая особым чутьем на способность и талант, Мурат Абенович умел расставлять свои кадры. Для него не существовало понятия «тупые» специалисты, для него было понятие «человек не на своем месте, занимается не своим делом». Что будет, если человека с блестящими экспериментальными способностями, «золотыми рабочими руками» заставить писать проекты, обзорные статьи и отчеты (а по нынешним временам еще и «стратегии, программы развития и т.п.»), а специалиста, одаренного обобщать, анализировать, формировать научные идеи и решения, посадить на выполнение рутинной технической работы? Правильно, их будут ругать за неумение работать, назовут негодными для науки сотрудниками, в конечном счете, спишут их самооценку, а то и вовсе сломают научную карьеру.

Как мудро сказал Иммануил Кант: «Один, глядя в лужу, видит в ней грязь, а другой – отражающиеся в ней звезды». Именно в институте М. Айтхожина появились такие выдающиеся специалисты и сотрудники, как инженеры Валерий Гросс, Вячеслав Ступник, Евгений Кожанов, Владимир Забелин; лаборанты Бахыт Кусаинова и Валентина Орлова; ученые мирового уровня Булат Исаков, Хизат Дащенов, Анатолий Беклемишев, Роза Кунаева, Мурат Гильманов, Олег Фурсов, Николай Беляев; великолепные ученые-экспериментаторы Аскар Аханов, Малик Шманов, Женис Жардемалиев, Найля Полимбетова. Сабыр Бельгибаев: блестящие ученые и организаторы Салим Заиров, Рамзия Азимуратова, Зауре Айташева, Дина Кадыржанова, Николай Филимонов... Даже заведующий складом института Рауф Оспанович и секретарь Ольга были у него особыми людьми.

Простите, если не упомянул других, не менее замечательных сотрудников института, перечисление их имени достоинств заняло

бы много места в этой маленькой моей публикации. Но вы в нашей благодарной памяти. Вы сделали и делаете все возможное, пусть другие придут и сделают лучше! Это была мощная команда единомышленников, способная ставить и решать на мировом уровне любые научные задачи.

Искренняя любовь к ученикам и сотрудникам. Мудрость, любовь к друзьям и ученикам, великодушие к недругам составляли сокровенную сущность Учителя, ни разу не слышал от него злых и оскорбительных высказываний и слов в адрес недругов, которые, к сожалению, были и есть у всех неординарных личностей. В худшем случае – это были наполненные юмором его реплики, острые шуточные высказывания. Конечно, как холерик по темпераменту, он иногда в гневе мог поругать и нас, своих учеников и сотрудников, и всегда это было поделом. Мы были молоды, иногда бесшабашны, иногда безответственны. Мы никогда не обижались на него, как не обижается ребенок, когда его ругают отец или мать, потому что он чувствует и видит в глазах ругающего искреннюю любовь. И только желание исправить досадную ошибку, поведение, поступок, желание стать лучше остаются после такой «рутани или взбучки». Доброта и справедливость – секрет успеха великих людей! Как просто, и как невероятно сложно придерживаться таких принципов. У Мурата Абеновича осталось много учеников, единомышленников, последователей. Ученики – это не только сотрудники лаборатории, института. Рамки эти гораздо шире! Среди – них и те, кто дышал с ним одним воздухом, ходил по одним коридорам, общался и советовался с ним, слушал и вдохновлялся его словами, речами, проникался его идеями и мыслями!

Мурат Айтхожин прошел путь от заведующего лабораторией до директора созданного им знаменитого института, лауреата самой престижной в Советском Союзе Ленинской премии, президента одной из лучших в советское время республиканских академий наук. Созицатель, он в свое время имел огромную власть и влияние. Но эту власть он всегда использовал на Созидание! Именно про таких людей, как Мурат Абенович Айтхожин, написал великий Шекспир:

Кто власть имея, зла не причинит.
Не пользуясь всей мощью этой власти,
Кто двигает других, но, как гранит,
Неколебим и не подвержен страсти, –

Тому дарует небо благодать.
Земля дары приносит дорогие.
Ему дано величье обладать.
А чтить величье призваны другие.

Помним, скорбим, любим...

Н.В. НИРЕТИНА,
друг и сокурсница М.А. Айтхожина,
заместитель главного ученого секретаря
Президиума АН КазССР и НАН РК,
директор Музея К.И. Саппаева

СОКУРСНИК, КОЛЛЕГА, ДРУГ

Память воскрешает времена,
с которыми так трудно расставаться...

Как быстро, даже стремительно бежит время, сует-суэт забирает все силы. Нам некогда пообщаться, позвонить друзьям, знакомым и даже близким, тем более вспомнить о тех, кого давно уже нет на этой земле.

Я никогда, за долгие годы работы в Президиуме Академии наук, не спешила в первых рядах с поздравлениями избранных руководителей. Знала, что сейчас желающих «отметиться» перед начальством много, а вот людей, достойно провожающих уходящего будет значительно меньше, вернее даже единицы.

Так было и с избранием Мурата Айтхожина Президентом Академии наук 21 апреля 1986 г. Этому предшествовала длительная проверка деятельности Академии наук комиссией Партконтроля при ЦК КПСС, выступление, впервые за всю историю Академии наук, с критикой Н.А. Назарбаева в адрес Академии и ее руководства на XVI съезде Компартии Казахстана. Было ясно, что смена руководства неминуема, но кто придет – было неясно. Мало кто предполагал, что это будет М. Айтхожин, хотя он уже с 1982 г., будучи членом-корреспондентом АН КазССР, являлся самым молодым членом Президиума академии.

М. Айтхожин был воспитан на московских традициях. Его, аспиранта, позднее кандидата и доктора наук, воспринимали на равных академики А.С. Спирина, Ю.А. Овчинникова, Г.П. Георгиев и др.

Руководитель академии должен быть дипломатом, воспринимающим все просьбы и претензии академиков спокойно, не демонстрируя свою власть и не пытаясь всегда и всех убедить в правильности своего решения.

Весной 1986 г. М.А. Айтхожин был избран Президентом Академии наук КазССР.

Для многих это была неожиданность, так как Мурат был равнодушен от всех групп, землячеств, трудился, общался со своими сотрудниками, коллегами и друзьями. Поэтому его образ не вписывался в установленный стереотипный портрет представителя какой-то группы ученых. У него было ультрасовременное направление науки, всесоюзное и международное признание в области молекулярной биологии растений. Созданный им Институт молекулярной биологии и биохимии входит в тройку лучших в Союзе. М.А. Айтхожин – единственный в Казахстане лауреат Ленинской премии в области биологии.

Он был человеком, поддерживающим, прежде всего деловые отношения и имеющим собственные критические взгляды на многое.

Приход в свое время молодого Ш.Е. Есенова уже был отмечен «омоложением» руководства академии. Того же ждали и от более молодого, ультрасовременного президента М.А. Айтхожина.

Мурат прошел все ступени научного работника, руководителя института, и поэтому он знал настроение, нужды, как на уровне ученых, так и заведующих лабораториями и дирекций. И теперь, с высоты своего президентского положения мог реально оценивать ситуацию – это было его сильной стороной.

Став президентом Академии, М.А. Айтхожин имел ясное представление о слабых местах и недостатках деятельности Президиума, его аппарата и отделений. Кадры, которые, как говорят, решают все, – вот главный вопрос. В этом отношении его институт был образцово-показательным: всех сотрудников он выбирал сам, читая лекции в КазГУ им. С.М. Кирова, направляя в ведущие институты Москвы, где они долго и напряженно работали. После стажировки в ведущих НИИ Москвы его ученики достойно защищались после длительного периода, в течение которого Мурат Абенович добивался новых, значительных результатов. Зная его высокие требования, я как-то сказала: «Что ты так долго их держишь, другие «лепят» по 2-3 кандидата в год, а твои перезревают». На что он ответил: «У моих работы на уровне докторских даже для Москвы». Я пыталась немного изменить его взгляд на это, заметив: «В университете отличник отличается тем, что в дипломе красными буквами написано: «Диплом с отличием». А кандидатские дипломы у всех одинаковые. Все и так знают, что твой институт делает серьезную работу, там работают настоящие профессионалы, патриоты науки, лучшие студенты и аспиранты».

Он был прав. Последние 10 лет, при полном отсутствии материально-технической базы, старении руководителей, число докторов в стране увеличилось в 3-4 раза, а кандидатов и того больше, думаешь: «Вот сейчас бы Мурат был бы кстати со своими высокими требованиями. Он готовил ученых не для количества учеников – как показатель качества руководителя, а для науки, лидеров, будущих руководителей научного направления.

В мае 1986 г. президент М.А. Айтхожин провёл конференцию молодых ученых, чтобы посмотреть на резерв, смену стареющих аксакатов. Выступая там, президент сказал, что удивлен потребительским отношением молодежи к науке (зарплата, общежития, командировки и др.), а не проблемами интенсификации, обновления науки. Ведь это были первые годы горбачевской перестройки, когда свежий ветер подул на застойное общество. Он вспомнил о своей неустроенной студенческой и аспирантской жизни в КазГУ и в Москве, о 24 часах работы без выходных, об овладении английским языком и участии с докладами на международных форумах. Параллельно он готовил сессию общего собрания, где должен был выступить с отчетным докладом за прошлый год «Задачи ученых по выполнению решений XXVII съезда КПСС и XVI съезда КП Казахстана». Это было его первое публичное выступление о задачах науки после суровой критики руководства страны, получившей всесоюзную огласку. Зал был набит битком, всем хотелось увидеть президента академии новой формации. Его эмоциональная речь, наполненная болью и надеждой, с частыми отвлечениями от текста, запомнилось всем и прерывалась аплодисментами, чего никогда не бывало в истории президиума ни до, ни после.

Перестройка в стране, республике, объективная оценка деятельности академии, идущей в фарватере традиций и теряющей обороты, произошедшие кадровые изменения, приход неординарного человека, за которым нет имен и фамилий – все это вселило в народ надежду и ожидания. Это был общий фурор! Единый настрой ученых, боевитость и кровная заинтересованность и боль нового президента за упущения и надежда зата на новое вошли в резонанс, и реакция была ошеломляющей. Люди долго об этом говорили и очень жалели, что из-за болезни М.А. Айтхожину не довелось реализовать намеченное.

Каким он был руководителем, таким же эмоциональным, честным, требовательным и надежным был он другом, сокурсником и коллегой. С ним было непросто, но интересно и предсказуемо.

Закончить свои воспоминания о Мурате Айтхожине я хочу прекрасным посвящением Редьярда Киплинга своему сыну «Заповедь» («Завещание сыну»). Ему оно тоже очень понравилось, и он держал его под стеклом. Думаю, что в тяжелые, эмоциональные моменты он его читал и, может быть, ему становилось легче.

Владей собой среди толпы смятенной,
Тебя клянущей за смятенье всех.
Верь сам в себя, наперекор Вселенной
И маловерным отпусти их грех.

Пусть час не пробил, жди, не уставая.
Пусть лгут лжецы, не снисходи до них.
Умей прощать и не кажись, прошая.
Великодушней и мудрей других.

Умей мечтать, не став рабом мечтанья.
И мыслить, мысли не обожествлив;
Равно встречай успех и поруганье,
Не забывая, что их голос лжив.

Останься тих, когда твое же слово
Калечит плут, чтоб услаждать глупцов.
Когда вся жизнь разрушена и снова
Ты должен все воссоздавать с основ.

Умей поставить в радостной надежде
На карту все, что накопил с трудом.
Все проиграть и нищим стать, как прежде,
И никогда не пожалеть о том.

Умей принудить сердце, нервы, тело
Тебе служить, когда в твоей груди
Уже давно все пусто, все сгорело.
И только воля говорит: «Иди!»

Останься прост, беседуя с царями.
Останься честен, говоря с толпой:
Будь прям и тверд с врагами и друзьями,
Пусть все в свой час считаются с тобой;

Наполни смыслом каждое мгновенье.
Часов и дней неумолимый бег.
Тогда весь мир ты примешь как владенье.
Тогда, мой сын, ты будешь Человек!

«Цезарю не позволено многое потому, что ему позволено все», – говорил Сенека. Вот с таких позиций Мурат строил свою жизнь,

отношение к делу, к людям и государственным средствам. Не знаю, изменила ли его власть дальше, думаю, нет, тем более что в ней задерживаться надолго он не собирается. Он всегда повторяет: «Ученый, пробывший чиновником более пяти лет, деградирует как ученый-исследователь». А он хотел и мог своими руками делать эксперименты, вести научные споры, постоянно общаться с умными ребятами.

Его характеризовало еще одно отличительное от многих качество – брать себе работников в институт не по связям и блату. Он отбирал лучших из вуза. И мог отказать в просьбе о приеме в институт или аспирантуру даже очень влиятельным людям.

Сегодня таких руководителей очень не хватает, серость подготвила еще более серых учеников, и получилась темнота, где светлому пятну нет места. Уход старшего и среднего поколения интеллигентуалов и нравственных ученых и руководителей, отсутствие смелых, решительных последователей низвели науку до нуля. Но все, что они, корифеи, делали, мы должны знать, помнить и благодарить судьбу за то, что среди таких людей были наши друзья.

Боль потери саднит мою душу до сих пор, но я рада, что среди моих сокурсников, друзей был такой человек и что он оставил славную семью, с которой мы уже стали родными. Несмотря на краткость момента руководства академией, его помнят все, кто общался, как яркого, решительного, отдающего все только науке человека. Жаль, очень жаль, что в прошедшие после кончины годы он незаслуженно забыт научной общественностью Академии, института. До сих пор нет Айтхожинских чтений, не работает его музей, созданный в первые годы в институте. И только его имя, что носит институт, напоминает о нем, как об одном из организаторов института и основоположнике молекулярной биологии в Казахстане. Он может быть примером для многих и гордостью для всей республики. А для этого о нем надо говорить и писать, как и о других основоположниках казахстанской науки, забытых их последователями.

*Ниретина Н.В. «Оглядываясь на прошлое, снимаю шляпу...».
– Алматы, 2012. – С. 227-238
28.06.2009*

*Қабатай ЖАЛАРКҰЛОВА,
белок және нүктеин қышқылы
лабораториясының ага лаборантты*

БЕЙНЕҢІЗ МӘҢГЛІК ЖҮРЕГІМІЗДЕ...

Мен 1980 жылы Казак КСР Ғылым академиясының ботаника институтына ага лаборант болып орналастым. Мамандығым биолог-химик. Сол күннен бастап ғалымдардың ғылыми енбектерін инемен күдік казғандай аткарындарына күе болдым.

Бұрыннан ага лаборант кызметін аткарып жүрген Бакыт Құсайновамен танысып, сол ғылыми жұмыстарда біте қайнасып, кызмет жасадық. 1983 жылы «Молекулярлық биология және биохимия» институты құрылып, оған Бакыт екеуміз ауысып, кызметімізді «Белок және нуклеин қышқылы» лабораториясында жағастырдык.

Институттың директоры болып Мұрат Әбенұлы Айткоғин тағайындалып, лабораторияға алғаш келген күндері есімде. Өзі сымбатты, келбеті көліскең кісі еді. Жынысып күліп, Мұрат Әбенұлы лабораторияға кіріп келгендеге, алдынан шығып:

– «Сәлеметсіз бе, сізді директор болуынызben құттыктаймын!» – дедім. Ол кісі маган орысша амандастып, жауап берді. Мен:

– «Мұрат Әбенұлы, казакша сейлемейсіз бе?» – деппін. Қасымда тұрған кызметкерлер маган неге директорға дұрыс сейлемедін деңгедей, карап калды. Мен, әрине, ынғайсызданып калдым.

Мұрат Әбенұлы лабораторияға келген кезде ылғи қазакша сейлесетін болды. Мен катты қуанатынын. Сол кезден бастап, мен Мұрат Әбенұлын өзінің сегіз кырлы, бір сырлы, казактың дара туған, біртуар ұлы ретінде, өзі дана, ақылды, парасатты, карапайым, кішіпейіл, адамгершілігі мол, ұлы ғалым екенін танып, өте жоғары дәрежеде бағалап, катты құрмет тұтып, сыйлайтынмын.

Окінішке орай, тағдыр ортамыздан ерте алып кетті. Өзі кетсе де, артында жарқын болашакқа деректі де керекті мәңгілік ғылыми енбектері калды. Осындай алып тұлғалы дана ғалым, Қазак КСР Ғылым академиясының президенті, академик Айткоғин Мұрат Әбенұлының кол астында кызмет істегенімді мактан етемін.

Мұрат Әбенұлының жатқан жері торқа болсын, иманы жолдас болсын, артында қалған жұбайы, қыздары, немерелері аман болсын.

Сіздің бейненіз мәңгілік жүрегімізде.

· *Омор Сарбагышевич РУСТЕМБЕКОВ,
кандидат биологических наук, Кыргызская Республика*

ГЛУБОКО БЛАГОДАРЕН МУРАТУ АБЕНОВИЧУ...

В 1979 году студентом биофака МГУ им. М.В. Ломоносова дипломную работу я делал в Институте белка АН СССР в г. Пушкино-Оке. В этом же Институте проходили научную стажировку сотрудники Института молекулярной биологии и биохимии АН КазССР Нарымжан Окасович Накисбеков и Салим Камалович Смаилов, с которыми я подружился. Они мне очень сильно помогли в выполнении моей дипломной работы своими консультациями, реактивами, приборами и лабораторным оборудованием, за что я им очень благодарен. Институт белка был самым демократичным и интеллектуальным научным учреждением в Биологическом научном центре АН СССР. Коллектив Института был очень дружным и открытым для общения и взаимопомощи, работали и обучались представители практически всех республик бывшего СССР.

Как-то вечером я зашел в лабораторию к Салиму и увидел молодого, чуть старше нас, так показалось, нового сотрудника в халате, который проводил эксперименты. Мы поздоровались и познакомились. Он представился Муратом и сказал, что приехал из Алма-Аты и хорошо знает Салима и Нарымжана, так как вместе работают в одном институте. Это была моя первая встреча и знакомство с Муратом Абеновичем Айтхожиным.

В 1986 году по приглашению Айтхожина Мурата Абеновича, президента Академии наук КазССР, директора Института молекулярной биологии и биохимии, я стал научным сотрудником Института. Институт, созданный и руководимый Муратом Абеновичем, был самым передовым и оснащенным научным учреждением в области биохимии и молекулярной биологии в Средней Азии. Работали молодые и очень амбициозные научные сотрудники, была очень хорошая библиотека научных журналов. сотрудники лабораторий проводили исследования по современным направлениям биологии. Атмосфера в Институте была очень дружелюбная, взаимопонимание, поддержка и сопричастность к проводимым исследованиям между старшими научными сотрудниками, молодыми учеными и техническим персоналом Института была нормой поведения. Мурат Абенович, при

всей своей занятости как президент Академии наук, вечерами или по субботам приезжал в Институт и проводил встречи с сотрудниками, на которых обсуждались результаты исследований и планы на будущее. Эти встречи-семинары были самыми желанными и результативными, так после них оперативно решались текущие проблемы и определялись новые задачи исследований. Мурат Абенович был очень креативным руководителем, быстро и с наибольшей эффективностью принимал решения, сохранял в памяти всю информацию по проводимым в Институте исследованиям. Будучи признанным ученым не только в СССР, но и за рубежом, Мурат Абенович имел много личных контактов с корифеями науки и давал нам, молодым ученым, знакомства с ними и возможность работы в их Институтах или лабораториях. Это величайшее качество Ученого и Учителя!

В драматические дни декабря 1986 года, Мурат Абенович каждый вечер приезжал в Институт и интересовался все ли в порядке, все ли на работе, все ли здоровы. Просил нас быть сдержанными, не идти на возможные провокации. Но было видно, как он искренне переживает за Казахстан, за молодежь и будущее. Как истинный патриот Казахстана глубоко переживал несправедливость принятого кадрового решения ЦК КПСС, но как человек по-отечески заботился о нас, чтобы мы не попали в жернова проводимых в стране репрессивных в тот период мероприятий.

Я благодарен судьбе за время работы и общения с Муратом Абеновичем и сотрудниками его Института молекулярной биологии и биохимии АН Казахстана. Я глубоко благодарен Мурату Абеновичу, что он принял участие в формировании меня как ученого.

Ж.К. ЖАРДЕМАЛИ,
кандидат биологических наук,
заведующий Лабораторией биоинженерии растений
Института молекулярной биологии и биохимии
им. М.А. Айтхожина

Я ОЧЕНЬ БЛАГОДАРЕН СУДЬБЕ...

В 1983 году в системе АН КазССР был организован Институт молекулярной биологии и биохимии, создателем которого был Мурат Абенович Айтхожин. Часть сотрудников Института ботаники, которым в то время руководил Мурат Абенович, была переведена во вновь созданный институт, в том числе, и я. Вначале была создана группа из трех сотрудников при дирекции института, а затем новая лаборатория биоинженерии растений. Первым заведующим этой лаборатории стал доктор биологических наук М.К. Карабаев. После его ухода заведование лабораторией было поручено мне.

Основными направлениями исследований были клеточная селекция пшеницы и картофеля, устойчивых к абиотическим и биотическим стрессовым воздействиям внешней среды (засоление, засуха, фитопатогены) и получение устойчивых форм, получение соматических гибридов пшеницы и картофеля (отработка условий слияния протопластов, гибридизация, получение растений-регенерантов).

В конце 80-х годов в республиках бывшего Советского Союза были созданы национальные центры биотехнологии, для функционирования которых нужны были высококвалифицированные специалисты. В этой связи Мурат Абенович направил меня на стажировку в Москву в Институт физиологии растений АН СССР. Отдел биологии клетки и биотехнологии того института возглавляла член-корреспондент АН СССР Раиса Георгиевна Бутенко. Данный отдел был признан флагманом советской науки в области биотехнологии растений.

За двухлетнюю стажировку в ИФР мною были успешно освоены пионерские для того времени основные методологии биоинженерии высших растений. Однако, в силу биотехнологических особенностей получения протопластов пшеницы, одного из труднокультивируемых *in vitro* объектов, дальнейшее получение сначала каллусных культур, а затем и полноценных регенерантов растений, оказалось

очень сложным для экспериментаторов. И только нам в Казахстане одними из первых удалось провести выделение протопластов пшеницы и регенерацию из них растений. Эти приоритетные результаты в дальнейшем были подкреплены рядом авторских свидетельств на изобретения. Мурат Абенович непосредственно вникал в эти работы и по праву являлся соавтором этих достижений.

Благодаря Мурату Абеновичу и его соратнику, Муратбеку Карабаевичу Карабаеву, в институте были начаты работы, связанные с космическими исследованиями в области биотехнологии растений. Наши объекты побывали в космосе во время полета казахстанских космонавтов Тохтара Аубакирова и Талгата Мусабаева.

Результатом этих исследований стало получение нового сорта картофеля, устойчивого к неблагоприятным факторам внешней среды и названного в честь первого казахстанского космонавта «Тохтар».

Мурат Абенович сыграл значительную роль в становлении меня как ученого. Я очень благодарен судьбе за встречу с таким великим ученым и человеком, каким был Мурат Абенович.

Ф.А. ПОЛИМБЕТОВА,

академик НАН РК,

Заслуженный деятель науки Республики Казахстан

ОН БЫЛ ЧЕЛОВЕКОМ НАУКИ...

Мурат Абенович Айтхожин в качестве директора Института ботаники объединил лучшие силы имеющегося коллектива. На Ученых советах по проблемным вопросам ботаники, ресурсоведения, физиологии и биохимии растений выступали М.К. Кукенов, Л.К. Мамонов, Л.Я. Курочкина, Л.К. Клышев, А.В. Старкова и многие другие ведущие специалисты. У Мурата Абеновича были толковые заместители: С.А. Арыстангалиев, Л.К. Мамонов и В.И. Петько. Все они пришли в институт молодыми и преданно служили общему делу.

В семидесятые годы Мурат Абенович направил меня как представителя Казахстанского отделения Советского Фонда мира вместе с другими делегатами, в том числе и Генрихом Боровиком, в путешествие по Волге. Я помню, что возражала, но Мурат Абенович мягко сказал: «Фатима Абулхаировна, что Вы возмущаетесь, мы и так вообще не отдохаем. А эту реку видели только из окна вагона». Впечатление от великой реки и о прекрасных людях, с которыми удалось познакомиться, сохранилось на всю оставшуюся жизнь.

В 1984 году мы с Муратом Абеновичем и Елизаветой Дмитриевной Богдановой были в биологических научных центрах Киева. Встречались с цветом украинской биологии того времени в лице К.М. Сытника, Н.Н. Мусиенко, Л.И. Мусатенко и др. Гостиничный быт у нас был простым, но обязательно включал быстрый чай по утрам и вечерам. Остальное время посвящалось посещению библиотек, встречам с коллегами, обмену некоторыми материалами отчетов и исследований и докладам по просьбе украинской или нашей стороны.

Иногда Мурат Абенович и его друзья, С.З. Заиров и И.Р. Рахимбаев, экспромтом заходили домой на огонек. Было интересно и весело. Словно в благодарность за чай на скорую руку гости с удовольствием делились прочитанным, декламировали стихи, спорили и мечтали...

Мурат Абенович был открытым человеком: открыто советовался, восхищался, конфликтовал, любил полемику и то, что теперь называют мозговым штурмом. Он умел дружить и выслушивать, несмотря на занятость, посты или регалии собеседника.

Он был человеком науки, и в этом измерении по праву вошел в число лучших ученых Казахстана. Его соратники и ученики работают в Казахстане, в ближнем и дальнем зарубежье. Его помнят в Петропавловске, Алматы, Астане. Великая степь умеет хранить и помнить...

С.Т. НУРТАЗИН,

*доктор биологических наук, профессор факультета биологии
и биотехнологии КазНУ им. аль-Фараби*

ЕМУ ИМПОНИРОВАЛО БЫТЬ ЛИДЕРОМ...

Хочу оговориться, что мои воспоминания – это мнение человека, не входившего в круг близких и хорошо знающих Мурата Абеновича людей. Я слушал новый для КазГУ курс лекций по молекулярной биологии, который он прочитал после возвращения из Москвы нам, пятикурсникам, не раз бывал в лаборатории и в организованном им Институте молекулярной биологии и биохимии, встречался и наблюдал его во время научных семинаров, организованных на биологическом факультете, на конференциях, заседаниях ученых советов, во время других публичных мероприятий и редко непосредственно вблизи, при наших эпизодических встречах. Наверное и подобные воспоминания представляют определенный интерес, позволяя увидеть личность М.А. Айтхожина глазами разных людей. С высоты жизненного опыта могу сказать, что Мурат Абенович был человеком настолько яркого таланта и разносторонних дарований, человеком на все времена, который смог бы блестяще проявить себя в самых разных областях. Из плеяды широкоизвестных казахских деятелей, на мой взгляд, он ближе всех к Чокану Валиханову...

Из биографии мы знаем, что после окончания школы Мурат Абенович поступил на биологический факультет Казахского государственного университета, закончил здесь базовое обучение на первых курсах и лишь затем продолжил учебу в Московском государственном университете. В те далекие годы на биологическом факультете КазГУ работал очень сильный в научном и педагогическом отношении профессорско-преподавательский коллектив. Не могу не вспомнить некоторых наших наиболее авторитетных, заслуженных профессоров, известных ученых, оставивших после себя большие научные школы. Старейшим и ярким примером такого ученого был крупнейший ученый, основатель нового направления в биологической науке – академик Бронислав Александрович Домбровский. В те годы он заведовал кафедрой зоологии университета. Б.А. Домбровский уже в молодом возрасте стал известным в мире специалистом по эволюционной и сравнительной морфологии животных. Выдвинутые

им в рамках нового, так называемого биоморфологического направления идеи лишь совсем недавно нашли блестящее подтверждение в работах английских и японских ученых. Будучи, несмотря на преклонный возраст, человеком беззаботно преданным науке, Бронислав Александрович буквально заражал окружающих своими идеями и увлеченностью. Во всем его облике, в манере говорить и одеваться, в образе жизни ощущалось равнодушное к повседневной бытовой стороне жизни и всеподавляющая доминанта научных интересов.

Выпускник МГУ Темирбай Байбосынович Дарканбаев был признанным специалистом в области биохимии зерна, оставившим после себя большую школу. Как у многих крупных ученых, в его выступлениях, репликах и высказываниях на самых разных заседаниях чувствовалась твердая позиция, которую он последовательно и принципиально отстаивал. Будучи заведующим кафедрой физиологии и биохимии растений в университете и Лаборатории белка и нуклеиновых кислот в Академии наук, он подготовил несколько десятков способных ученых-биохимиков и до настоящего времени работающих в различных вузах и НИИ Республики. Именно он обратил внимание на талантливого студента Мурата Айтхожина, отправив его на практику, а затем оказав помощь в переводе на биологический факультет МГУ. Академик Т.Б. Дарканбаев обладал незаурядными организаторскими и административными способностями. В разные годы он возглавлял Казахский государственный университет, отделение биологических наук Академии наук Казахстана. Занимая высокие посты и имея возможность влиять на решение многих организационных и кадровых вопросов, он внес значительный вклад в развитие биологической науки в Казахстане. Невысокого роста, плотный, подвижный, с полноватым, без единой морщинки умным лицом, на котором всегда было неизменное выражение благожелательности и хорошего настроения, он чувствовал себя уверенно в любой аудитории.

Академик Гакаш Закиевич Бияшев обладал непререкаемым авторитетом в области агротехники и селекции сахарной свеклы. Долгое время он руководил Институтом ботаники АН Казахстана, кафедрой дарвинизма и генетики, основателем которой он являлся, был деканом биологического факультета. Внешность у него была внушительная и запоминающаяся. Говорил он медленно, тихо и при этом прямо и строго смотрел в глаза собеседнику. Взгляд у него был

светлый, спокойный и мудрый. На заседаниях ученого совета и научных семинарах он обычно выступал мало и был живым воплощением пословицы: «Слово – серебро, молчание – золото». Возможно, это было реакцией на политические события в обществе и в науке в 30-х годах... Несмотря на строгую внешность идержанность, Гакаш Закиевич от природы был мягким, добрым человеком и всегда от души старался помочь всем, кто обращался к нему с просьбами. Один из известных профессоров биологического факультета, Владимир Иванович Фурсов, рассказывал, что после войны ему, как попавшему в самые первые дни войны в фашистский плен, была закрыта дорога в аспирантуру. Поработав, какое-то время агрономом в пригородном колхозе «Горный Гигант», он обратился к Гакашу Закиевичу с просьбой помочь учиться дальше. Тот, пользуясь своим авторитетом, принял молодого агронома в аспирантуру. Конечно, учитывая пребывание В.И. Фурсова в плену, не обошлось без неприятных разбирательств в органах государственной безопасности.

Но какие бы не были научные заслуги у ученых старшего поколения, молодежь больше тянется к тем, кто ближе им по возрасту и кто олицетворяет собой что-то новое, свежее в науке. Именно таким человеком стал для нашей казахстанской науки Мурат Абенович Айтхожин. Хорошо помню, как еще в студенческие годы многие преподаватели рассказывали нам о бывшем студенте биофака Мурате Айтхожине, который запомнился всем своей целеустремленностью и талантом. Затем, после перевода в МГУ он, начиная со студенческих лет, работал в Москве в лаборатории крупнейшего молекулярного биолога, академика АН СССР А.С. Спирина. После блестящей защиты кандидатской диссертации, Мурат Абенович вернулся в Алма-Ату и стал старшим научным сотрудником Лаборатории белка и нукleinовых кислот Академии наук. При этом, несмотря на перегруженность научной работой в Академии наук, он дал согласие по совместительству прочитать курс лекций по молекулярной биологии в университете. Хорошо запомнилась его первая обзорная лекция. В большую аудиторию 322 легкой, стремительной походкой вошел совершенно молодой, лет 27-28 человек, среднего роста, с тонким умным лицом английского аристократа. На нем была простая, опрятная и ладно сидевшая одежда.

Конечно, уже на младших курсах мы много читали о проводимых во всем мире, в том числе и в Советском Союзе, работах по

молекулярной биологии и знали основные положения этой новой отрасли биологической науки. Но одно дело читать учебники, монографии и статьи, и совершенно иное – слушать прекрасного лектора, который сам добрый десяток лет работал в этой области и великолепно разбирался во всех ее тонкостях. В манере Мурата Абеновича искать лекционный материал чувствовалось его глубокое восхищение результатами исследований, о которых он с таким знанием и темпераментом рассказывал. При этом, вероятно, он был уверен, что и остальная аудитория разделяет его отношение к молекулярной биологии и был неприятно поражен, когда на зачете некоторые студенты показали слабое владение материалом. Однако, несмотря на внешнюю строгость и требовательность, он очень терпимо, можно сказать снисходительно отнесся к тем, кто не смог в короткий срок овладеть основами знаний нового и достаточно сложного курса...

Одержанность наукой, редкая работоспособность, приятная внешность, огромная эрудиция, ярко выраженная талантливость и обаяние большой личности сразу привлекли к нему многих одаренных студентов. Несмотря на строгость и требовательность Мурата Абеновича, многие мечтали попасть в его лабораторию, которая очень скоро стала центром кристаллизации яркой и талантливой молодежи. Надо заметить, что Айтхожину от природы было чуждо панибратство и, будучи по возрасту лишь немногим старше своих сотрудников и студентов «первого призыва», он обычно обращался ко всем официально, на «вы». Дистанция всегда чувствовалась...

Человек по характеру очень энергичный и подвижный, Мурат Абенович любил играть в футбол. Помню, его чрезвычайно эмоциональную реакцию, когда его команда, костяк которой составляли молодые сотрудники его лаборатории, начала сдаваться. Играли тогда на Иссык-Куле, в общем-то ребята достаточно далекие от футбола, и бросившаяся всем нам в глаза излишняя горячность Мурата Абеновича отражала скорее всего присущую ему черту полностью и всерьез отдаваться тому, чем он занимался в данный момент.

К большому сожалению, Мурат Абенович очень рано ушел из жизни. Но за короткий срок, буквально на голом месте, им была создана казахстанская школа молекулярных биологов. Он основал Институт молекулярной биологии и биохимии в составе Академии наук Республики. Несмотря на свои титулы и звания (а он был президентом Академии наук, лауреатом Ленинской премии, депутатом

Верховного Совета и т.д.), академик М.А. Айтхожин сам много работал в лаборатории, подавая личный пример сотрудникам. Известно, что работа в области молекулярной биологии, помимо всего прочего, требует очень сложной и дорогостоящей материально-технической базы. Проблема обеспечения лаборатории, а затем института фирменным оборудованием и реактивами, закупаемыми исключительно за конвертируемую валюту, решалась только на самом «верху». И Мурат Абенович, используя свой научный и общественный авторитет, умение убеждать самых разных людей, включая больших начальников, смог неплохо оснастить ведущие лаборатории института. Особенно ярко проявился его организационный талант и желание внести достойный вклад в улучшение работы академических учреждений в годы, когда Мурат Абенович возглавил Академию наук Казахстана. Надо сказать, что Мурат Абенович был очень принципиальным человеком, довольно резко относился к людям, случайно оказавшимся в науке, но, вместе с тем, всегда старался оказать поддержку талантливым и увлеченным сотрудникам.

Ему импонировало быть лидером, и он предпочитал компанию, в которой чувствовал себя комфортно. М.А. Айтхожину довелось с юного возраста работать в великолепном коллективе исследователей, удалось сделать вместе с ними большое научное открытие, что наложило отпечаток на всю оставшуюся жизнь. Обладая резким, я бы сказал непростым характером, он мог быстро вспылить, сказать резкость, особенно по принципиальным вопросам, но при этом легко отходил и оставался простым и доступным в общении. Доступность и простоту общения он сумел сохранить до самого конца своей короткой и яркой жизни...

Несколько раз мне довелось наблюдать его вблизи. в различных официальных и неформальных ситуациях. Обладая живым умом, он на лету ловил любую фразу, вскользь брошенное замечание и реагировал на них мгновенно и адекватно. Личные качества и широкое, на государственном уровне, признание его научных заслуг привлекали к нему внимание и выделяли в любой компании, в любой аудитории.

К.К. АБУГАЛИЕВА,
директор ЦНБ МОН РК

ИЗ ИСТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НАУЧНОЙ БИБЛИОТЕКИ АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Как писал Г. Лейбниц: «Библиотека – это сокровищница всех богатств человеческого духа».

Мне хотелось написать статью об увлекательном мире академической библиотеки, о наших богатствах, как собирались и создавались уникальные коллекции, кому они предназначались, кто жаждал встречи с книгами, о людях, которые делают возможными эти встречи, любят свою работу, свой мир книг. Это страницы и эпизоды из летописи библиотеки за весь период ее образования, становления и развития, 1932–2002 годы.

Говоря об истории становления Центральной научной библиотеки, нельзя не рассказать о людях, которые принимали самое непосредственное участие в ее развитии.

Значительной и преданной делу развития науки в республике личностью является К.И. Сатпаев. Основа академической науки республики и до сих пор перспективные и значимые направления определены в далекие сороковые годы прошлого столетия. Не скрывая значения К.И. Сатпаева как ученого и его огромного вклада в развитие науки в республике, хотелось еще раз подчеркнуть его человеколюбие, организаторские способности, разносторонность интересов, умение четко определять нужные, важные и перспективные отрасли.

Дух Каныша Имантаевича Сатпаева, его отношение к книге и по сей день витает в стенах библиотеки. Традиции, заложенные первыми учеными Академии, сохраняли на протяжении многих десятилетий и другие президенты Академии, однако роль К.И. Сатпаева значительна, и до сих пор вспоминается период его президентства. Каныш Имантаевич был частым гостем библиотеки. Его решением библиотеку разместили в основном здании Академии, куда мы переехали в 1958 году. В этот период не хватало помещений, оборудования для вновь создаваемых институтов, а выделение лучшего помещения под библиотеку еще раз говорило об ее значении для ученых. Если говорить о Сатпаеве-человеке, то ветераны библиотеки вспоминают, что, посещая ее, обходя хранилища, он разговаривал с

библиотекарями, называя их по именам, более того – знал семейное положение и всех детишек. Если он что-то обещал, то обязательно делал. Его искренне любили в библиотеке.

Нельзя не сказать и о последующих президентах Академии, которые много сделали для развития библиотеки и относились к ней как к важному подразделению научных исследований. Это – Д.А. Кунаев, Ш.Ч. Чокин, Ш.Е. Есенов, А.М. Кунаев, М.А. Айтхожин, У.М. Султангазин, К.А. Сагадиев, В.С. Школьник.

В каждый период развития были свои подъемы и спады. Наибольшая стабильность и благополучие наблюдались в 1970–1980 гг. в период нормального финансирования, поддержки со стороны правительства и Академии наук. Последующие периоды были очень трудными, однако сегодня вспоминается только то положительное, что сделано для нас учеными.

Хотелось особо отметить президента Академии наук республики, академика Мурата Абеновича Айтхожина (1986–1987 гг.), который сыграл значительную роль в дальнейшем становлении библиотеки, переосмыслив ее роли и задач. М.А. Айтхожин – крупный ученый, чей вклад в науку известен миру. Встречи с ним всегда были большой школой. За короткое время беседы он заставлял по-новому воспринимать события, самому принимать решения и делать выводы. Динамичный, решительный и в то же время добрый человек, он хорошо знал нужды библиотеки. Хотел, чтобы мы все учились по-новому работать и относиться к происходящему, успевали за переменами, которые происходили в обществе. Он торопился, объяснял коротко и быстро. Встречи бывали частые и короткие. Он не давал задания, он слушал как нужно сделать, где можно быстрее получить ту или иную информацию по любой научной проблеме. Задавал много почему. Мурат Абенович хорошо знал фонды, так как сам регулярно посещал их. Специалисты библиотеки до сих пор вспоминают скромного, аккуратного читателя, который проводил в хранилищах целые дни. С его приходом в президенты библиотека удлинила время работы в вечерние часы и стала регулярно работать полный день по субботам. Рабочий день президента Академии загружен до предела, и поэтому Мурат Абенович один из тех, кто часто посещал библиотеку в субботние дни. Эти незапланированные мероприятия очень нравились читателям библиотеки. Субботние дни становились в библиотеке местом встречи с Муратом Абеновичем.

Садился за стол в фойе или в читальном зале, и тут же вокруг собирались аспиранты и студенты. Он подолгу с ними беседовал. Мы до сих пор помним эти встречи. Масштабы его дел всегда удивляли. Короткий период работы с ним в Академии стал для библиотеки большим витком в ее развитии. Мы пересматривали свое отношение к работе, искали возможности сотрудничества, выхода в международное информационное сообщество. Стали самостоятельно определять направления, необходимые на то время, впервые почувствовали, что от нас в большей мере зависит решение многих научных проблем. М.А. Айтхожин как будто чувствовал те большие перемены, которые будут происходить в республике через некоторое время, и всеми своими действиями он готовил нас к ним. Это понимаешь сегодня, когда прошло столько времени. До сих пор мы были хорошими исполнителями и отлично выполняли те задачи, которые перед нами ставились. А теперь мы сами ставим и решаем большие и малые задачи. И можно сказать, что пережить сложный период перестройки и перехода к рыночной экономике нам помогал опыт непродолжительной, но полезной работы в период президентства Мурата Абеновича Айтхожина.

*Мұра: Орталық ғылыми кітапхананың
70-жылдық мерейтойына арналады.
Из истории Центральной научной библиотеки АН КазССР.
2002 г. – С. 34*

Шарбану НУРМАГАМБЕТОВА

ГЛАЗАМИ ИНСТИТУТСКОГО БИБЛИОТЕКАРЯ

Мурат Абенович был очень симпатичный, интересный человек. Түякбек Нурмагамбетов, впоследствии мой муж, познакомился с ним, будучи еще студентом. Однажды они вместе играли в футбол. Впоследствии Мурат Абенович привлек в свою лабораторию Аскара Аханова, Хизата Дошанова, Анатолия Беклемишева, Булата Исакова и других ребят. Все они очень уважали своего шефа, всегда прислушивались к его советам.

М.А. Айтхожин рекомендовал Түякбека Нурмагамбетова в аспирантуру на биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. Түяк всегда помнил, что является целевиком, и вернулся в Алма-Ату, в Казахстан, хотя у него были предложения работать в Москве или в Пущино-на-Оке. В 1978 г. Түяк блестяще защитил свою кандидатскую диссертацию под руководством В.М. Глазера и С.В. Шестакова.

Мурат Абенович всегда советовал и добивался того, чтобы молодые сотрудники читали научную литературу, причем в оригинале, на английском языке. Он и сам часто сидел в читальном зале библиотеки института, работая с иностранными журналами. Среди библиотек при академических институтах библиотека Института молекулярной биологии и биохимии была самой большой и регулярно посещаемой всеми читателями, которым были необходимы иностранные биологические источники.

Мурат Абенович ушел в возрасте сорока семи лет, и Түяк тоже покинул нас в этом же возрасте. Это были очень талантливые, умные люди, настоящие и очень скромные патриоты своей Родины.



Мурат Абенович Айтхожин с Чингизом Торекуловичем Айтматовым
и детьми. 1979 г.



Мурат Абенович с отцом и братом



М.А. Айтхожин и Г.Т. Дарканбаева. 1969 г.



Необыкновенная улыбка Мурата Абеновича. 1975 г.



М.А. Айтхожин с дочерью Анарой. 1 мая 1977 г.



М.А. Айтхожин с супругой и дочерью Асель. 1979 г.



Мурат Абенович с Галиной Темировной и дочерью Анарой. 1980 г.



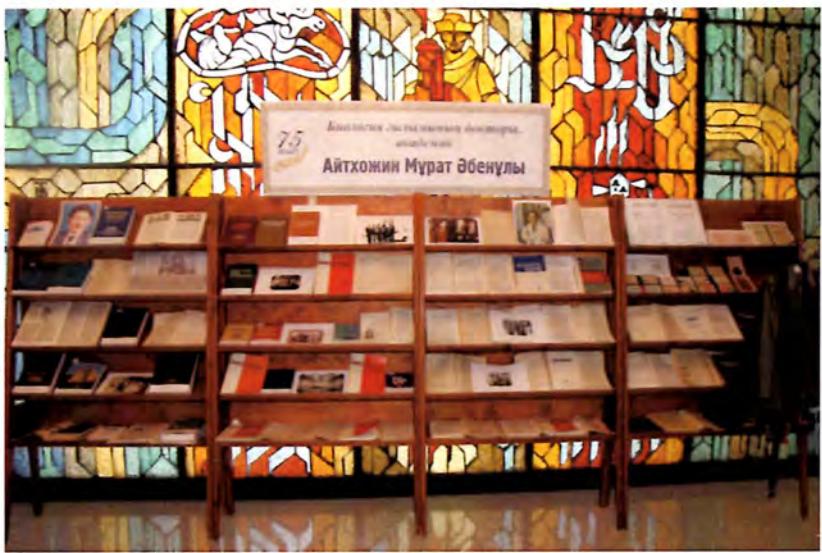
Галина Темировна
с внуками Арланом,
Кенжером и Даной. 2015 г.



Дети и внуки М.А. Айтхокина. 2015 г.



Сотрудники Лаборатории белка и нуклеиновых кислот на встрече,
посвященной 75-летию М.А. Айтхожина. 2014 г.



Стенд, посвященный 75-летию академика М.А. Айтхожина



На 75-летии академика М.А. Айтхокина. «Зимний сад» Дом ученых. 2014 г.



Мемориальная доска в Алматы на доме,
в котором М.А. Айтхожин жил с 1978 по 1987 гг.



Памятник Мурату Абеновичу Айтхожину

УЧЕНИКИ

А.Б. БЕКЛЕМИШЕВ,
доктор биологических наук, профессор,
заведующий Лабораторией генной инженерии
НИИ биохимии СО РАМН

ВОСПОМИНАНИЯ ОБ АКАДЕМИКЕ М.А. АЙТХОЖИНЕ

Моё первое знакомство с М.А. Айтхожинным произошло весной 1969 года, когда нам – студентам 5-го курса биофака КазГУ Муратом Абеновичем был прочитан курс лекций по новой в то время области биологии – молекулярной биологии. Будучи в то время уже сложившимся учёным, Мурат Абенович был замечательным педагогом, лекции которого были настолько интересны и содержательны, что они коренным образом поменяли научные интересы и выбор направления исследований многих учёных, ныне известных, как в Казахстане, так и за рубежом. Изменили они и мой выбор. Планировалось моё обучение в аспирантуре в Ленинградском университете по эмбриологии, но получив приглашение от Мурата Абеновича работать в его лаборатории в качестве старшего лаборанта, я ни минуты не колебался и принял его предложение. Этот шаг определил весь дальнейший мой путь на научном поприще.

Мурат Абенович много сил вкладывал в обучение молодых сотрудников его лаборатории новым методам молекулярной биологии и формировал их научное мировоззрение. Он был необычайно трудолюбив, полон энергии, энтузиазма и увлечён научными исследованиями. Мы, молодые сотрудники, старались во всём следовать его примеру. В результате был создан хороший творческий коллектив, который стал ядром будущего Института молекулярной биологии и биохимии АН КазССР. В 35 лет Мурат Абенович защитил докторскую диссертацию. Это был самый молодой доктор наук на биологическом Отделении АН КазССР. Но область его научных интересов не ограничивалась только молекулярной биологией. Уже в 70-е годы он стал думать о развитии генной инженерии в Казахстане и одобрил мой перевод во ВНИИ молекулярной биологии (г. Новосибирск) для обучения методам исследований в этой области.

В 1983 г. Мурат Абенович создал Институт молекулярной биологии и биохимии, который стал флагманом биологических

исследований в Казахстане. В рамках этого института были организованы две новых лаборатории генно-инженерного направления: лаборатория трансгеноза и лаборатория генной инженерии. Мне, как своему ученику, Мурат Абенович предложил возглавить лабораторию генной инженерии, в которой я проработал 6 лет.

Сейчас, продолжая работать в области генной инженерии и биотехнологии в Новосибирске, я всегда храню самые тёплые воспоминания о моём Учителе – Мурате Абеновиче Айтхожине, которому я обязан всем, чего достиг в науке. Я считаю, что жизнь Мурата Абеновича является ярким примером самоотверженного служения науке и может служить образцом для молодых учёных.

А.У. АХАНОВ,

*ученик и соратник М.А. Айтхожина,
заведующий Лабораторией биохимии алькалоидов
Института молекулярной биологии и биохимии,
учредитель и президент «Samgau Energy Group»*

УЧИТЕЛЬ

Судьба распорядилась так, что я проработал с Муратом Абеновичем Айтхожином основную часть своей профессиональной жизни. Поэтому сегодня мне легче говорить не о «воспоминаниях» о нем, а как о живом человеке, аура которого продолжает жить в моей душе.

Среди своих первых впечатлений об Мурате Абеновиче мне хочется выделить его особое отношение к работе, которое я определил бы как «заботу» о деле, именно заботу, а не формальное отношение к нему. У него было «святое» отношение к работе, к запланированным экспериментам. Для него, например, не существовало никаких весомых причин для отмены или переноса намеченных экспериментальных работ. Для нас с ним проводить эксперименты в лаборатории в выходные или праздничные дни было естественным.

У него была потрясающая работоспособность и энергия. Если он возвращался из очередной командировки утром, он прямо из аэропорта приезжал в лабораторию. Он являлся примером беззаветного служения своему делу и своей азартной увлеченностью невольно заражал всех нас.

Мурату Абеновичу было также свойственно удивительно «заинтересованное» отношение не только к работе, но и к каждому сотруднику. Мурат Абенович всегда был в курсе того, что запланировано, что сделано и чего не сделано тем или иным сотрудником. Все, кто хорошо знал Мурата Абеновича, убеждались в том, что в общении с коллегами он обладал яркой харизмой интересного, обаятельного и мудрого человека, тонкого психолога, интеллигентного и высокообразованного человека. Ему удалось создать уникальный коллектив творческих, талантливых исследователей и единомышленников, преданных общему делу.

Лекции Мурата Абеновича – это тоже нечто особенное. Они неизменно привлекали слушателей: они завораживали и меня, даже

если я присутствовал на них не в первый раз. Мне не раз приходилось слышать от коллег, что они шли не на лекцию, не на ее тему, а на «Айтхожина».

У каждого читающего эти строки может возникнуть вопрос: А были ли у Мурата Абеновича какие-либо недостатки? Мой ответ однозначный: конечно были. Он был живым человеком, а не иконой. Но они только усиливали впечатление его индивидуальности, неизулярдной личности, и не о них сегодня речь.

Уже почти 28 лет Мурата Абеновича нет с нами. Но для меня он по-прежнему присутствует здесь и сейчас. Я вспоминаю его очень часто, и его «аура» всегда и неотступно рядом.

Л.М. НАЗАРОВА,
кандидат биологических наук,
ведущий научный сотрудник
Лаборатории белка и нуклеиновых кислот
Института молекулярной биологии и биохимии
им. М.А. Айтхожина

НЕЗАБЫВАЕМЫЙ 1968 ГОД

В моей жизни это действительно незабываемый год. После окончания КазГУ я была распределена на работу в лабораторию белка и нуклеиновых кислот, практически только что организованную при Институте ботаники АН КазССР. Это была невероятная удача, поскольку попасть в то время на работу в лабораторию, оставаться в Алма-Ате, при общей тенденции распределения выпускников университета на должность учителей в села Алма-Атинской области – было чем-то невероятным.

Сколько буду жить, столько буду помнить, что этим я обязана Мурату Абеновичу Айтхожину. Он появился на биологическом факультете в 1967 году и принес с собой свежее дыхание другой жизни, если хотите, другой науки. Появление этого яркого, совсем еще молодого, очень увлеченного молекулярной биологией молодого ученика (он читал этот курс) – было ослепительной вспышкой. Как завороженные, мы, студенты кафедры физиологии и биохимии растений (заведующий кафедрой был Т.Б. Дарканбаев), слушали новый предмет. Он во всех смыслах был новый, так как молекулярная биология, как наука в Казахстане еще не существовала. И именно организация при Институте ботаники АН КазССР лаборатории белка и нуклеиновых кислот создала все предпосылки для развития этой науки в нашей республике.

Мурат Абенович стал руководителем этой лаборатории со дня основания до последних дней. Изучение молекулярных механизмов регуляции биосинтеза белка в растениях – научное направление этой лаборатории.

Мурат Абенович объединил нас (всех тех, кто в то время пришел в лабораторию) на дерзания и терзания одновременно. Основной научной задачей было установление формы существования информационной РНК в растительной клетке. Это был многогранный

поиск, который завершился доказательством универсальности рибонуклеопротеидной организации мРНК в эукариотических клетках – животных и растений.

Человек жив до тех пор, пока жива память о нем. Мы, благодарные ученики всегда с трепетом и любовью вспоминаем наши молодые годы, приобщение к науке, – нелегкой по своей сути, по тогдашнему оснащению. Но это очень светлые воспоминания.

Глубокая благодарность и память нашим первым научным учителям, а именно Мурату Абеновичу. Своими знаниями, своим светом, своим примером служения избранной стезе, дерзанием, новаторством, энтузиазмом, преданностью делу, он приоткрыл дверь в мир, имя которому Наука. И те, кто приобщился к этому миру, кто вступил в него или был даже около – это счастливые люди, потому что нет другой более яркой и запоминающейся дороги, чем та, которая связана с творчеством.

Поклонимся перед памятью тех, кто самозабвенно трудился на этом поприще и приобщил к этому молодое поколение.

ЛБНК, 2009 г.

Хизат ДОСЖАНОВ,

*М.Ә. Айтқожин атындағы Молекулалық биология
және биохимия институтының жетекші гылыми қызметкери,
биология гылымдарының кандидаты,
Бұқілодақтық Ленин комиссиялысының лауреаты*

МҰРАТ ЭБЕНҰЛЫ АЙТҚОЖИН ТУРАЛЫ ЕСТЕЛЕК

Мұрат Эбенұлы Айтқожин көп кырлы бір сырлы жігіт еді. Оның барлық кырын бір кыска макатада ашу киын: ол үшін «Тамаша адамдардың өмірі» сериясындағы кітап жазу керек шығар.

Мұрат Айтқожиннің ғылыми жетістігі мен ұйымдастыру кабілеті туралы сөз козғағанда, ол аспирант кезінде-ак жануарлар жасушасында бұрын ғылымға белгісіз құрылым ашуға катаисканын – ол құрылым информациялық РНҚ мен белоктан тұратын – рибонуклеопротеид (иРНП) екенін айту керек. Ядролары жок бактерияларға (прокариоттар) мұндай құрылым тән емес болып шыккасын, олар ядролары бар эукариоттарға ғана тән деген шешім ұйғарылды да информосомалар деген атау берілді.

Атматыға кайтып келгесін ол Қазак КСРҒА Ботаника институтында нуклеин кышкылдары мен белок лабораториясын ұйымдастырып. ҚазМУ. ҚазПИ бітірген жастарды (студенттер мен жас түлектер) ғылымға тартып, сол информосомаларды өсімдіктер жасушасынан іздеді. Жоғарғы сатыдағы өсімдіктер эукариоттарға жатады. Таңдалған обьектіде өте колайты және пайдалы болып шыккан бидай ұрығы еді.

Ізденісіміз өте сәтті аяқталды: информосомалар бидай ұрығынан табылды. Кейін ол тамаша методикалық табыс пен жана әдістемеге негіз болды. Сол кездегі молекулалық биологиядағы концепция бойынша бір белокты бір иРНҚ кодтайтын (кейбір ерекшеліктерді елемегендеге). Осы естеліктің авторы бір белокты кодтайтын иРНҚ тазалап ату жана әдістемесін ойлап тапты. Ондай жаналық үшін лаборатория авторлық куәлік алды. Институттың патент бөлімі менгерушісінің айтудынша, ол молекулалық биология саласында институттың бірінші авторлық куәлігі болды.

Мұрат Айтқожин Қазақстанның молекулалық биология және жасушалық биология ғылыми мектептерін калыптастырып, Қазақстан ғылымына жана бағыттар енгізді.

Ғылыми жаналық ашу қашанда сирек кездесетін жағдай. әсіресе казак ғылымының тарихи жағдайында. Сондыктан, менің түсінуімше, ғылыми мектеп басқаларды қайталау немесе бар әдістерді, әдістемелерді колданып, бәрінен бұрын істеп шығу емес. Бұл экономикасы ерте дамыған, соған байланысты ғылыми тарихы бай, ғылыми инфрақұрылымы жетілген елдерге ғана тән. Ғылыми мектептің өзіндік ерекшелігі болу керек. Ол болмаса, ғылыми мектептер бір-біріне ұқсап, бірін-бірі қайталап, ғылыми мектептің мәні кетеді. Мұрат Айтқожиннің көзі тірі кезінде де, қайтыс болғанинан кейін де оның шәкірттері ұстазы қалыптастырған ғылыми мектепті ондай жағдайға ұшыраткан жок.

Реті келгендеге осы жерде Мұрат Әбенұлының ұстаздық касиеттерін атай кеткен жөн болар. Ол шәкірт тәрбиелеу, оларға сенім арту, оларды мансап жағынан өсіру, өз кабілеттерін ғылымда көрсеткен шәкірттеріне (бәрінен емес) осыдан бірдене шығар деп шығармашылық ерік беру. Республика Үкіметіне, шетелдік реєсми кездесулер мен халықаралық ғылыми жиналыштарға жиі шакырылатын болғасын. ҚазМУ-да оқып жүрген дәрістері мен практикалық жұмыстарын шәкірттеріне тапсыруға мәжбүр болды. Біздін лаборатория ен жаксы жабдықталған лаборатория еді. Ол кезде ҚазМУ-дың биоғатында біздікіндей аспап-құралдар, химиялық реактивтер жок болағын. Студенттерді кіші, үлкен практикумдары мен курс және диплом жұмыстарын бізде орындауға шакыратын. Эксперименттері жок болғандықтан, орындалмай жаткан жерлерін бізде жасап атуға басқа институттардың қызметкерлері сұранатын. Білімдерінді ешкімнен аямай, бәріне үйретіндер дейтін. Бұл жағынан Мұрат Айтқожин Каңыш Сәтбаевты еске түсіреді.

Мұрат Айтқожиннің қазіргі кезеңде өте өзекті болған азаматтық және адами бір қырына токтала кеткенді жөн көрдім. Ол тіл мәселесі.

1986 жылы Мұрат Айтқожин Қазак КСР Ғылым академиясының Президенті болып сайланды. Ол кезде КСРО тарқаған жок. Қазак КСР ішінде алмаған. Ғылыми терминологияны былай койғанда, Тіл туралы Зан түгілі Ата Зан да жок еді.

Бірак зиялды қауымдағы казак тілі мәселесі толғандыратын. Жаналын сайланған президентке талап коятындар да, оны сынайтындар да болды. Президенттің ұжыммен алғашкы кездесуі академияның жас галымдарымен (ЖОО бітіріп жұмыска сол жылы қабылданғандар

мен аспиранттар. жас ғылым кандидаттары мен ғылым докторлары) етті.

Олар президент казакша сөйлесін деді.

Мұрат Айткоҗин казакша сөйлей кеткенде, кейбіреуінің аузы ашылып қалыпты. Оның казактың солтүстік диалектісінде қалыптаскан тілі жұртты танғатдырса керек. Француз тілінде жетік сөйлемесе де бізге келген француздар айтканы түсінікті дейтін. Ағылшыншасы да солай еді. Шетелдік реєсми кездесулер мен халықаралық ғылыми жиналыстарға жиі шақырылатын болғасын, ол өзінің ағылшының жетілдірмек максатпен ағылшын тілінен оқытушыдан жеке сабак алды.

Жоғарыда айтып өткендегі ғылыми терминологияны былай койғанда. Тіл туралы Зан тұтілі Ата Зан да жок болса да Кенес дәуірінде казак тілі дамыды. Оған себеп болған кенестік казак көркем әдебиеті мен казак жазушылары деуге толық негіз бар деп ойлаймын. Әсіресе казактың тарихи көркем әдебиеті. Біз тарихымызды роман, повесть, новеллаардан, поэмалардан білдік (Калижан Бекхожин, Илияс Есенберлин. Мұхтар Мағаун және т.б.).

Калың жұрт біле бермейтін казак тілін табиғаттану тіліне енгізу максатымен кезінде. Сәкен Сейфуллиннің тапсырмасымен болса керек. Илияс Жансүгіров Жетісуда есетін шөп өсімдіктерінің казакша атауларын (ботаника) көлемді өлең етіп жазып беріп-ті. Сейтіп, көркем әдебиет бүкіл қауымның жалпы акыл-ойы мен сана-сезіміне ғана емес, казак білімі мен ғылымының дамуына да әсерін тигізді.

Мен Мұрат Айткоҗиннің алғашкы шәкірттерінің бірі болғасын ба, әтде басқатарына қарағанда казак газет-журналдарын оқып жүргендіктен бе. онымен анда-санда саясат, тіл. әдебиет. мәдениет туралы сөйлесіп қалатынбыз. Аспирант кезімде менің «Қазак әдебиетін» оқып отырғанымды байқап қалып:

– Хизат, сен Омбы облысында мектепті казакша бітірдін бе? – деп сұрады. Мен:

– Жоқ, онда казак мектептері бұрын болған екен, оның өзінде көбінің казак мектебі деген аты ғана, тіл мен әдебиетті ғана казакша береді. – дедім.

Көп жыл бойы оның шәкірті болып бірге істегесін, Петропавлдағы Айткоҗиндер отбасындағы туған тілге деген құрмет Мұрат ағайдан сезіліп тұратын.

Бірак, лаборатория менгерушісі, институт директоры, академия президенті кезінде ол да көбінесе орысша сөйлейтін: қызмет бабы барлығымызды соған итермеледі ғой. Ал жасы ұлғайған кісілермен кездескенде казакшаға ауысатын.

Бір әңгімелескенде (оның академия президенті кезі) ол:

– Гуманитар ғалымдар макалалары мен диссертацияларын казакша жазып корғай берсін. ал табиғаттану ғылымдарында бұт өте күнін, – деген еді.

Зейнетке шыккасын осы жолдардың авторына министрлікке конкурсса жіберілетін гранттық материалдарды мемлекеттік тілге аудару тапсырылды. Аударма жасау кезінде Мұрат Эбенұлы ойының әдебиеттік мәндердің қалыптасуынан көзім жетті. Қазак тілі – бай тіл. Қазак тілі менгере алмайтын философиялық, әдеби, дүниетанымдық, табиғаттанымдық құбылыстар жок екен. Бірак барлық ғылыми терминдерді казакшалай бергенде сөз де, стиль де, сонын салдарынан ой да түпнұсқалтардағыдей (грек, латын, Еуропа тілдеріндегі) емес, бытыранкы болып кетеді екен. Сондыктан өз тілімізді казіргі дамыған деңгейінде ғылымда тұрақтандырымыз келсе, тағы да жиырма жылға созбай, ғалымдардан тіл білуді катал талап ету керек.

Макала басында «Мұрат Айткоғин сезіз қырлы, бір сырлы жігіт еді» деп едім. Оның сырлы – ұлтшылдығында, өз ұлттың сүйетіндігінде. Ондай сезімін басқалар іштей сезсе де, әсіресе, жастардың 1986 жылғы Желтоксан көтерілісінен кейін калып жүртқа таратпайтын.

Аспирант кезінде Мұрат Әуезов Мәскеуде ұйымдастырған «Жас тұлпар» коғамының Сәбетказы Акатаевтар және тағы басқалармен бірге белсенді мүшесі болған. Талай халықтарды, елдерді тәуелсіздікке жеткізген «ұлтшылдық» деген тамаша ұғымды, сезімді империяшыл пішілдағы орыстар жеккөрінішті құбылыска айналдырып жіберді. «Жас тұлпаршыларды» Алматыға жолатпау керек деген шешім шыкканда, ұлттың жас тұлпарлары Омбы облысын таңдал барыпты. Бұрын Омбыда казактардың тамаша саяси дәстүрі қалыптастан еді. Онда жастар ұйымы, Алаш козғалысы, казактар мүшесі болған партиялар бар еді. Қазакстанда саяси күтіндер басталған кезде Баянауыл, Каркараты, Казакстанның солтүстігіндегі Омбымен шектес облыс аудандары Омбы облысына барып тығылатын болыпты. Омбыдағы казак диаспорасы большевиктер мен коммунистердің саяси күтіндарын (жалпы алғанда – орыстарын басқа да зомбылығын) өз басынан талай рет өз басынан өткерген соң, ешкімді ұстап бермейді, сатпайды.

Менде кітап Мұрат Әбенұлы Айтқожиннің 100 жылдық мәрейтойы карсанында шыкса деген ой болды. Бірак әл-Фараби атындағы Казак ұлттық университетінің демеуімен ертерек шыкканы жаксы. Бәріміз оқимыз. Мұрат Айтқожиннің басқа шәкірттері, көзі тірі әріптестері мен достары жазған естеліктер жиналған кітап жастарға ерекше манызды деп есептеймін. 100 жылдықка орай бұл кітаптың кайта басып шығарылуы ғана калады.

Н.Г. ФИЛИМОНОВ,

кандидат биологических наук,

лауреат Премии Ленинского Комсомола СССР,

старший научный сотрудник

Лаборатории биохимии белка и нуклеиновых кислот

Института молекулярной биологии и биохимии

им. М.А. Айтхожина

ЧЕМ ДАЛЬШЕ УХОДИТ ВРЕМЯ...

Вспоминая Мурата Абеновича, я постоянно ловил себя на мысли, что чем дальше уходит время, тем труднее подобрать слова, адекватные масштабу личности этого человека. Понимание того, что судьба предоставила шанс работать под руководством этого талантливого человека, пришло гораздо позже. А тогда, будучи студентом третьего курса биологического факультета Казахского государственного университета, я был принят Муратом Абеновичем на работу в Лабораторию биохимии белка и нуклеиновых кислот Института ботаники АН КазССР. Тогда у меня были другие планы относительно дальнейшего образования и профессии, но встреча и знакомство с Муратом Абеновичем определила всю дальнейшую судьбу на двадцать с лишним лет. Память с удивительной четкостью сохранила те первые мои шаги в науку под названием «молекулярная биология». Очень сильное впечатление в то время на меня производил созданный Муратом Абеновичем коллектив лаборатории, ничего подобного я уже никогда позднее не встречал. Работа в лаборатории была образом жизни. В особенности, теплые слова хочется сказать о первых сотрудницах лаборатории, «нуклеинщицах», которые, несомненно, поддерживали общую творческую атмосферу в коллективе. Их заботу и участие я чувствовал в полной мере в период прохождения воинской службы, куда был призван после окончания университета. Было очевидно, что в подборе сотрудников, в умении сплотить их на решении научных задач, конечно же, проявился яркий организаторский талант Мурата Абеновича. Запомнилось и то, как отслужив положенный срок, я без всяких сомнений снова переступил порог лаборатории, а Мурат Абенович со свойственным ему юмором сказал, что я хорошо отдохнул и пора бы поработать. В дальнейшем я был благодарен судьбе за предоставленную возможность работать под его руководством.

Особенно яркие по эмоциональному накалу воспоминания связаны у меня в этот период с защитой Муратом Абеновичем докторской диссертации. Дело в том, что Мурат Абенович попросил меня помочь ему во время защиты. Защита проходила на биологическом факультете МГУ и собрала научную элиту молекулярной биологии. В зале находились ученые, за плечами которых были научные школы, научные коллективы. Конечно, все это производило очень сильное впечатление. Мурат Абенович обладал яркой харизмой и прекрасно делал научные доклады. Его диссертационное сообщение вызвало живой, неподдельный интерес присутствующих. Об этом свидетельствовало большое количество вопросов, на которые были даны исчерпывающие ответы. Запоминающимся было и обсуждение научного доклада, сделанного Муратом Абеновичем. Отмечалось, что это была одна из лучших докторских диссертаций, проходивших защиту на биологическом факультете МГУ. Все выступающие отмечали высокий научный и методический уровень диссертации, важную научную ценность работы. Дорогого стоят слова Александра Сергеевича Спирина, отметившего, что представленная работа содержит научное открытие. Речь шла, конечно же, об открытии информосом в растительных клетках. Но наиболее глубоко запали слова Александра Сергеевича о том, что «Мурат Абенович совершил научный подвиг, когда после окончания аспирантуры и защиты кандидатской диссертации он поехал в Алма-Ату на ноль молекулярной биологии». Ему потребовались огромные усилия, чтобы создать Лабораторию биохимии белка и нуклеиновых кислот в рамках Института ботаники АН КазССР. И представленная докторская диссертация явилась не только личным научным достижением Мурата Абеновича, но и созданного им научного коллектива. Надо сказать, что столь высокая оценка явилась, по существу, первым признанием широкой научной общественностью результатов труда Мурата Абеновича и коллектива созданной им лаборатории. В этот момент я испытал огромное чувство гордости за то, что вместе с коллегами по лаборатории был причастен к этому важному научному событию. Конечно, все члены Ученого совета единогласно голосовали за присвоение Мурату Абеновичу ученой степени доктора биологических наук по специальности «молекулярная биология». Помню, что присутствующие на защите не хотели расходиться и обсуждение плавно перетекло в «вечернее заседание», которое проходило уже в ресторане «Балатон».

Многие члены Ученого совета никогда не посещали банкетов, но в этот раз в полном составе присутствовали на мероприятии. Атмосфера была поистине незабываемой.

Вспоминается ещё одно поистине эпохальное для молекулярной биологии Казахстана событие – это открытие Института молекулярной биологии и биохимии АН КазССР. Когда вышло Постановление Совета Министров КазССР об открытии института, я не видел человека счастливее, чем Мурат Абенович. Казалось, он не ходил по земле, он просто летал. Конечно, организация Института потребовала от него мобилизации всех сил и энергичных действий. Созданный Муратом Абеновичем Институт явился его детищем, главным делом всей его жизни. И пока институт работает, будет жива память об этом удивительном неординарном человеке. А в сердцах тех, кто был рядом с ним с самого начала научной деятельности в Казахстане, Мурат Абенович останется навсегда.

Хотелось бы рассказать ещё об одном удивительном качестве Мурата Абеновича – его настойчивости и упорстве. На моей памяти не было ни одного случая, когда бы он не довел задуманное до конца. Он не допускал даже мысли о невозможности решить возникающие проблемы. Для него не было ничего невозможного. Вспоминается в этой связи простой, но очень характерный случай. В один из летних отпусков я и несколько сотрудников лаборатории отдыхали на Иссык-Куле. В это же время там был и Мурат Абенович. Со своейственной ему энергией и непоседливостью он нашел футбольную команду, состоящую из местных ребят, договорился с ними о проведении товарищеского матча. Игра началась вечером после того, как спала жара. Команды были равными, и поэтому долгое время никому не удавалось выйти вперед. Но постепенно наши соперники начали обыгрывать нас, и мы никак не могли сравнять счет. Мы уже сильно устали, к тому же стемнело, и мы едва различали мяч. Мурат Абенович категорически не хотел уходить побежденным и настаивал на продолжении игры. Большини усилиями нам удалось сравнять результат, и победила дружба. Мурат Абенович так искренне радовался, как будто это был матч на первенство мира. Но он был таков во всем. В дальнейшем я практически всегда опирался на те принципы, которые были заложены Муратом Абеновичем в коллективе лаборатории. Светлая ему память, замечательному человеку, настоящему Учителю.

В.М. ПУШКАРЕВ,
аспирант М.А. Айтхожина,
доктор биологических наук,
заведующий Лабораторией патофизиологии
радиационных поражений эндокринной системы,
ГУ «Институт эндокринологии и обмена веществ
им. В.П. Комиссаренко» НАМН Украины, Киев, Украина

ВЫДАЮЩИЙСЯ ОРГАНИЗАТОР НАУКИ

В конце 70-х годов свою кандидатскую диссертацию в киевском Институте ботаники им. Н.Г. Холодного АН УССР я решил посвятить изучению растительных информосом – новых клеточных субчастиц, тогда только что открытых в животных клетках академиком А.С. Спириной в Институте биохимии АН СССР. К этому мировому открытию, отмеченному Ленинской премией в области науки и техники 1976 года, был причастен один из первых учеников А.С. Спириной Мурат Абенович Айтхожин.

В 1969 году Айтхожин уже имел лабораторию в Алма-Ате в Институте ботаники Академии наук Казахской ССР. Условий для выполнения работы в родном Институте не было, и меня решили направить куда-нибудь на стажировку. Вначале я съездил в Пущино к А.С. Спирину, и именно он посоветовал мне обратиться к М.А. Айтхожину, так как сам информосомами растений не занимался. Примерно в то же время наша зам. зав. отделом Л.И. Мусатенко встретилась с Муратом Абеновичем в Москве на какой-то конференции, где они коротко побывали. В результате всех этих встреч, Мусатенко с моим научным руководителем академиком К.М. Сытником решили направить меня в Алма-Ату. После писем с просьбой о стажировке, меня пригласили, и я в течение полутора лет учился у казахов настоящей науке.

Сразу хочу отметить большой организационный талант М.А. Айтхожина – такой лаборатории по качеству и количеству современного на то время оборудования мне видеть не приходилось! Скажу только, что парк ультрацентрифуг и счетчиков радиоактивности лаборатории был таким же, как в киевском Институте молекулярной биологии и генетики. Причем все это на восемь (со мной включительно) работающих сотрудников, а не на 500, как в ИМБиГе, где в очередь на центрифугу надо было записываться за месяц.

М.А. Айтхожин умел находить и привлекать способных и трудолюбивых людей. Так, у него работал талантливый инженер, наверное, из пересыльных немцев – В.Н. Гросс, который вместе со своим помощником Славой Ступником обеспечивали лабораторию оригинальным оборудованием, аналогов которого в то время не было даже на Западе. Я помню, в частности, проточное устройство для фракционирования и одновременного измерения оптической плотности и радиоактивности в градиентах плотности сахарозы и CsCl после центрифугирования. Тогда в Советском Союзе только начали появляться автоматические пипетки-дозаторы (Finnpipette) с переменным объемом, а Гросс сконструировал и сделал партию таких пипеток, две из которых мне даже подарили на прощание. И хотя моя лаборатория сейчас оснащена самым современным оборудованием, я их храню до сих пор, как реликвию.

Кроме того, в лаборатории имелась прекрасная, просторная холодная комната – лучшая из всех моих виденных (даже в западных лабораториях), а в центрифужной стоял специальный холодильник с висячим замочком, ключ от которого находится у М.А. Айтхожина, в котором хранились супердефицитные реактивы, преимущественно западноевропейских и американских фирм. Короче, условия для работы были просто идеальные.

Желание работать у меня было огромное. К тому же, до окончания аспирантуры оставался один год. После предварительного разговора с Муратом Абеновичем меня определили в группу под руководством младшего научного сотрудника Хизата Дошанова и мы со студентом Сабыром Бельгибаевым активно включились в работу. Работали с самого утра и до 11-12 вечера, по выходным, иногда даже ночевали.

Вначале, к разочарованию Айтхожина, нас преследовали неудачи, но постепенно, к исходу второго месяца у нас пошли первые обнадеживающие результаты. Шеф повеселел, и стажировка начала перерастать в аспирантуру. Мурат Абенович предложил мне остаться у него и обозначил тему исследований, связанную с энергозависимым транспортом мРНК из ядра в цитоплазму. Несмотря на сходство тематики с уже выполнявшейся в лаборатории Нелей Полимбетовой и Булатом Исаковым, М.А. Айтхожин настоял на своем. Так я получил сразу двух руководителей – М.А. Айтхожина и К.М. Сытника.

Тема была интересная – транспорт информосом из ядра в цитоплазму. Начат эти исследования японец Кинки Ишикава, на работы

В.М. ПУШКАРЕВ,
аспирант М.А. Айтхожина,
доктор биологических наук,
заведующий Лабораторией патофизиологии
радикационных поражений эндокринной системы,
ГУ «Институт эндокринологии и обмена веществ
им. В.П. Комиссаренко» НАМН Украины, Киев, Украина

ВЫДАЮЩИЙСЯ ОРГАНИЗАТОР НАУКИ

В конце 70-х годов свою кандидатскую диссертацию в киевском Институте ботаники им. Н.Г. Холодного АН УССР я решил посвятить изучению растительных информосом – новых клеточных субчастиц, тогда только что открытых в животных клетках академиком А.С. Спириным в Институте биохимии АН СССР. К этому мировому открытию, отмеченному Ленинской премией в области науки и техники 1976 года, был причастен один из первых учеников А.С. Спириня Мурат Абенович Айтхожин.

В 1969 году Айтхожин уже имел лабораторию в Алма-Ате в Институте ботаники Академии наук Казахской ССР. Условий для выполнения работы в родном Институте не было, и меня решили направить куда-нибудь на стажировку. Вначале я съездил в Пущино к А.С. Спирину, и именно он посоветовал мне обратиться к М.А. Айтхожину, так как сам информосомами растений не занимался. Примерно в то же время наша зам. зав. отделом Л.И. Мусатенко встретилась с Муратом Абеновичем в Москве на какой-то конференции, где они коротко побороли. В результате всех этих встреч, Мусатенко с моим научным руководителем академиком К.М. Сытником решили направить меня в Алма-Ату. После писем с просьбой о стажировке, меня пригласили, и я в течение полутора лет учился у казахов настоящей науке.

Сразу хочу отметить большой организационный талант М.А. Айтхожина – такой лаборатории по качеству и количеству современного на то время оборудования мне видеть не приходилось! Скажу только, что парк ультрацентрифуг и счетчиков радиоактивности лаборатории был таким же, как в киевском Институте молекулярной биологии и генетики. Причем все это на восемь (со мной включительно) работающих сотрудников, а не на 500, как в ИМБиГе, где в очередь на центрифугу надо было записываться за месяц.

М.А. Айтхожин умел находить и привлекать способных и трудолюбивых людей. Так, у него работал талантливый инженер, наверное, из пересыльных немцев – В.Н. Гросс, который вместе со своим помощником Славой Ступником обеспечивали лабораторию оригинальным оборудованием, аналогов которого в то время не было даже на Западе. Я помню, в частности, проточное устройство для фракционирования и одновременного измерения оптической плотности и радиоактивности в градиентах плотности сахарозы и CsCl после центрифугирования. Тогда в Советском Союзе только начали появляться автоматические пипетки-дозаторы (Finnpipette) с переменным объемом, а Гросс сконструировал и сделал партию таких пипеток, две из которых мне даже подарили на прощание. И хотя моя лаборатория сейчас оснащена самым современным оборудованием, я их храню до сих пор, как реликвию.

Кроме того, в лаборатории имелась прекрасная, просторная холодная комната – лучшая из всех моих виденных (даже в западных лабораториях), а в центрифужной стоял специальный холодильник с висячим замочком, ключ от которого находился у М.А. Айтхожина, в котором хранились супердефицитные реактивы, преимущественно западноевропейских и американских фирм. Короче, условия для работы были просто идеальные.

Желание работать у меня было огромное. К тому же, до окончания аспирантуры оставался один год. После предварительного разговора с Муратом Абеновичем меня определили в группу под руководством младшего научного сотрудника Хизата Дошанова и мы со студентом Сабыром Бельгибаевым активно включились в работу. Работали с самого утра и до 11-12 вечера, по выходным, иногда даже ночевали.

Вначале, к разочарованию Айтхожина, нас преследовали неудачи, но постепенно, к исходу второго месяца у нас пошли первые обнадеживающие результаты. Шеф повеселел, и стажировка начала перерастать в аспирантуру. Мурат Абенович предложил мне остаться у него и обозначил тему исследований, связанную с энергозависимым транспортом мРНК из ядра в цитоплазму. Несмотря на сходство тематики с уже выполнявшейся в лаборатории Нелей Полимбетовой и Булатом Исаковым, М.А. Айтхожин настоял на своем. Так я получил сразу двух руководителей – М.А. Айтхожина и К.М. Сытника.

Тема была интересная – транспорт информосом из ядра в цитоплазму. Начал эти исследования японец Кирики Ишикава, на работы

которого мы и ориентировались. Изолированные ядра зародышей пшеницы инкубировали с АТФ и изучали освободившиеся из них рибонуклеопротеиды. Правда оказалось, что таким же свойством обладает обыкновенная соль ЭДТА – то есть выход РНП объяснялся связыванием ионов магния. Позже, уже в Киеве, мне все же удалось показать энергетическую природу транспорта – эффект негидролизуемых аналогов АТФ был существенно ниже, чем у АТФ.

Результаты нашей работы были опубликованы в московской «Молекулярной биологии» – журнале, где к работам из национальных периферий (в том числе и Украины) относились достаточно придирчиво, чтобы не сказать – брезгливо. Но фамилия Айтхожин в советской молекулярной биологии тогда уже стала чем-то вроде фирменного знака, наряду со А.С. Спириным и Г.П. Георгиевым. Уже тот факт, что работы М.А. Айтхожина охотно печатали за рубежом, говорит о многом.

Мне, кстати, очень понравился процесс написания статей в лаборатории М.А. Айтхожина. Надо сказать, что получить добро на статью было очень непросто. Шеф внимательно изучал представленные данные, советовался со старшими сотрудниками и, в случае малейших сомнений, предлагал повторить эксперимент или поставить новый. Зато, когда решение было принято – процесс написания происходил в особой, я бы сказал – торжественной обстановке! Хизат готовил шикарные рисунки – он был признанный мастер по рисованию тушью. Отдельные фрагменты, абзацы, и даже предложения статьи обсуждались в курилке. Черновик читали все заинтересованные лица, призванные эксперты вроде Н.Г. Филимонова, А.У. Аханова или А.Б. Беклемишева, а затем подавали на суд М.А. Айтхожина. Короче, статью почти в буквальном смысле этого слова «вылизывали». Как я убедился впоследствии, так пишутся статьи и в ведущих лабораториях за рубежом, где за год выходит 1-2 публикации, но это солидные работы, которые живут и цитируются в течение многих лет после их публикации.

Отдельно хочется отметить само «бытие» лаборатории. Это было что-то вроде научного клуба. В 5 часов вечера (официальное время окончание работы) жизнь в лаборатории только начиналась. Женщины обычно уходили, студентов гоняли за вечерней едой в гастроном. Заваривали чай по-казахски (меня учили этой процедуре около недели). Собственно, это был чифирь, но с молоком это было и очень вкусно,

и питательно и, естественно, хорошо взбадривало. Целебный эффект этого чая я в полной мере ощутил во время ночных бдений в лаборатории, от которых в первую очередь страдал желудок. Чай с молоком, который я в последствии пил в Англии – бледная тень казахского.

Включался допотопный телевизор или не менее древний магнитофон, накрывался стол, нарезалась дыня или арбуз, разливалось вино, раскладывались несколько шахматных досок... Но при этом – работа продолжалась, крутились центрифуги, мигал лампочками счетчик, у Булата шел электрофорез, кто-то из студентов «миллипир» пробы (так называлось перенесение меченной РНК на нитроцеллюлозные фильтры фирмы «Миллипор»), оформлялись рабочие журналы, сотрудники делились последними данными, успехами и неудачами, обсуждались планы новых экспериментов. Ну, а по пятницам мы частенько праздновали «День биохимика».

Сам город, вернее центр, мне очень понравился – такой себе невысокий, четко расчерченный Манхэттен с горами на горизонте, речками, арыками, парками и красивыми, оригинальными зданиями. Вокруг центра – частный сектор – этакая «полтавская глубинка» с вишневыми и яблочными садами, заборами и собаками. Еще дальше – новые микрорайоны из скучных 4-этажных коробок. Аскар Аханов дал мне свой велосипед, и я планомерно начал изучение города, но когда Аскар узнал, что я заезжаю на нем в казацкие и чеченские пригорода – велосипед отобрал.

Кроме науки, были, естественно, и развлечения. Так, мы под руководством Малика Шманова два раза сплавлялись на плотах по местной реке Или. Оба похода произвели на меня неизгладимое впечатление. Река из Китая протекает по каменистой пустыне и впадает в озеро Балхаш. Левый, низкий берег реки покрыт густым кустарником с узкими серебристыми листьями, совершенно не дающим тени, так называемые тугай. Практически полное отсутствие людей. Изредка мы натыкались на одичавших егерей (места там заповедные) и совсем редко можно было видеть человека со стороны пустыни, присевшего над какой-нибудь удочкой. Сами тугай были буквально нафаршированы дичью. Стая откормленных уток, фазанов равнодушно наблюдали за движением нашего плота и только метров за 10 нехотя поднимались в воздух, чтобы опуститься ниже по течению. Академик Спирин, говорят, очень любил охотиться в этих местах и М.А. Айтхожин по осени частенько приглашал его в гости.

Ввиду близости гор, многие сотрудники лаборатории и, в первую очередь, сам М.А. Айтхожин увлекались альпинизмом или просто любили походить по горам. Не знаю, правда ли это, но рассказывали, что как-то шеф повел в горы гостивших у него ученых немцев. Неожиданно в ущелье они попали под сходящий с гор сель. Немцы с криками «майн гот», спасая свои жизни, из последних сил полезли на почти отвесную гору и еле-еле успели взобраться на безопасную высоту.

В конце лета мы все с тем же Маликом в составе небольшой компании совершили переход из Алма-Аты на Иссык-куль через Заилийский Алатау. В маршрутном автобусе, который вывез нас на стартовую позицию в предгорный поселок, мы ехали, лежа между сидениями, на полу – спасательные службы тогда отлавливала все «дикие» группы и спускала вниз. Поход был очень интересным. До сих пор у меня перед глазами склон на высоте около 2500 м, поросший мохнатыми эдельвейсами, марсианский пейзаж за первым перевалом (мертвое озеро в окружении совершенно голых скал, залипанных зловещим лунным светом), водопады, ледники, зарождающиеся сели, заросли эфедры, редкие юрты с гостеприимными киргизами, бурная речка Чон-кемин, (через которую мы не смогли переправиться вброд – пришлось искать полуразрушенный мост), сам Иссык-Куль... Все это было великолепно и оставило яркие впечатления. Надо сказать, что я, при всей своей физической суперформе, в горах сильно уступал местным жителям, да тому же Малику. Сказывалась разница в количестве эритроцитов. Помню, на высоте около 3000 м я отсчитывал 9 шагов и на десятом падал отдыхать. Так что развлекательная (и познавательная) программа, реализованная благодаря главным образом Малику Шманову, не уступала научной.

После возвращения в Киев, я закончил эксперименты и приступил к оформлению диссертации. К сожалению отношения между К.М. Сытником и М.А. Айтхожиным не складывались. Подготовка следующих публикаций, уже в Киеве, привела к конфликту между моими руководителями. Айтхожин был против участия моих украинских руководителей в наших статьях. Я как мог, пытался смягчить возникшую напряженность, но получалось у меня это плохо. В общем, моя диссертационная работа защищалась с задержкой почти в три года.

Навыки и знания, полученные в Алма-Ате, я в полной мере использовал в Киеве в своей дальнейшей работе (уже на зародышах

фасоли – в нашем отделе любили именно этот «овошь»), результаты которой были опубликованы в солидных советских журналах: «Доклады АН СССР», «Биохимии», «Вестнике МГУ», «Физиологии растений» и стали основой докторской диссертации Л.И. Мусатенко. И даже перейдя в Институт эндокринологии, я широко применял в своих исследованиях и центрифугирование РНП в градиентах плотности, и электрофорез (уже, правда, с авторадиографией), чем очень удивлял местных эндокринологов, привыкших работать традиционными биохимическими методами еще из эпохи Варбурга.

В целом время, проведенное мною в Алма-Ате, в лаборатории М.А. Айтхожина нельзя оценить однозначно. Были там и плохие страницы (чаще по моей вине), было там и много, значительно больше хорошего. Но со временем все плохое забывается, и сейчас я с удовольствием вспоминаю далекие 1978–1979 годы, проведенные в этом необычном южном городе. Тем более что я прошел там не только научную школу, но и школу жизни, которая сделала меня (я надеюсь) лучше.

Надо сказать, что Мурат Абенович не выпускал меня из поля зрения и в Киеве. Во время своих визитов в Украину Аскар Аханов, Хизат Дошанов, Малик Шманов передавали мне указания и пожелания Айтхожина относительно направления моих исследований. Последний раз я видел Мурата Абеновича, кажется, в 1985 году во время его приезда на научную конференцию в Киевском университете.

Мне сложно оценивать человеческие качества М.А. Айтхожина. Слишком коротким был период моей работы в его лаборатории и слишком большая дистанция в социальном статусе (в 1978 г. он стал директором Института). С одной стороны, он был достаточно мягким, интеллигентным человеком – всегда выслушивал предложения сотрудников, никогда не навязывал своего мнения. Но когда решение было принято, жестко настаивал на его выполнении. Он никогда не подчеркивал в себе начальника, даже при общении с аспирантами. А к старшим сотрудникам, вроде Аханова, Беклемищева, Мурат Абенович вообще относился дружески, как к равным. Он был также достаточно веселым, общительным человеком.

Не могу не отметить идержанность М.А. Айтхожина (кажется это вообще свойство восточного человека). Я никогда не слышал, чтобы он на кого-то повысил голос. Нам с Хизатом он просто укоризненно говорил: «Ну, вот все у нас есть – походы, плаванье на

плотах, только результатов нет» – и этого было более чем достаточно, чтобы, выйдя из его кабинета, с удвоенной энергией взяться за работу. Еще один момент. В лаборатории работали люди знатного происхождения (из каких-то главных казахских жузов), из семей с влиятельными родителями, но это никаким образом не сказывалось на отношении М.А. Айтхожина к сотрудникам. Только научные успехи, качество экспериментов и полученных данных определяли, если так можно выразиться, теплоту отношений шефа к каждому из работников лаборатории.

Если говорить о вкладе М.А. Айтхожина в науку, то, безусловно, это выдающийся ученый. Всего за 20 лет он прошел путь от простого аспиранта до президента АН КазССР! Это был стремительный взлет, возможно исключительный в своем роде в советской биологии. Можно, конечно, говорить о везении, о том, что оказался в нужном месте в нужное время, но человек ленивый, без способностей никогда и ничего не извлечет даже из самых благоприятных обстоятельств.

Жизнь М.А. Айтхожина можно сравнить с бикфордовым шнуром, бенгальским огнем, кометой, ярко, но, к сожалению, очень коротко промелькнувшей на научном «небосклоне». Но, в отличие от кометы, он оставил за собой большой, значимый след в виде своих идей, научных работ, научной школы, созданных им Института молекулярной биологии и биотехнологического центра. Как говорится, не важно, сколько дней в твоей жизни – важно, сколько жизни в твоих днях. Скоро 30 лет, как его не стало, но все мы хорошо помним и ценим его и как выдающегося организатора науки, и как большого ученого. Лично я горжусь тем, что являюсь одним из его учеников.

М.А. ШМАНОВ,
аспирант М.А. Айтхояжина,
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
Института молекулярной биологии и биохимии,
исполнительный директор ТОО «Викаб»

ГЛАВНЫЙ УЧИТЕЛЬ В ЖИЗНИ

Мои первые два курса учебы на биофаке КазГУ в 1970–1971 гг. прошли в опьянении свободой (я жил в общежитии), неразрывно связанный в моем тогдашнем понимании с прелестями нашей летней практики с выездом в поле. Но на третьем курсе возникла необходимость выбора специализации, и я пошел на кафедру биофизики, которая слыла тогда очень модным направлением. Мы были всего третьим набором кафедры. На моем выборе сказалось и то, что 9 и 10 класс в моей школе был с физико-математическим уклоном, и я считал себя достаточно подкованным для биофизики. И только уже на кафедре, столкнувшись с неясными определениями самой биофизики и субъективным подходом в постановке экспериментов на кафедре, я вспомнил о словах моей тети Хасаны Юнусовны Арслановой о молодом перспективном ученом-биологе Мурате Айтхожине, который, вернувшись из аспирантуры в Москве, организовал новое направление в биологии Казахстана – молекулярная биология растений. Она рассказывала мне о нем как о восходящей звезде биологии в Казахстане, когда я еще учился в школе. Мурат Абенович к тому времени иногда читал нашему курсу лекции по биохимии, подменяя Салима Заировича Заирова.

Сами лекции меня не впечатлили, но личность лектора и рассказы о нем старшекурсников сыграли свою роль, и я как-то в перерыве между лекциями подошел к Мурату Абеновичу и попросился к нему в лабораторию для прохождения практики. Уже тогда он, обращаясь ко мне, всего навсего третьекурснику на «вы», очень вежливо спросил почему я хочу работать у него в лаборатории и назначил встречу в лаборатории. Через некоторое время я пришел в лабораторию, но Мурата Абеновича не было на месте, и сотрудники предложили мне подождать его. Я стал ожидать у входа в лабораторию, а тогда она находилась в верхней части Ботанического сада, в Академгородке в одноэтажном здании, которое было недавно построено усилиями Мурата Абеновича. Ожидание затянулось, и один сотрудник вышел

ко мне и предложил попить в лаборатории чай. Так я впервые увидел своего, ставшего потом мне очень близким, друга Аскара Ульшеровича Аханова. Вскоре пришел Мурат Абенович, и мы с ним побеседовали. К моему разочарованию, он предложил мне поработать в лаборатории Бориса Саимовича Батмуханова в Институте онкологии и радиологии. Я вынужденно согласился и с этим ушел. Примерно полгода я ходил к Борису Саимовичу, познакомился с Диасом (Габдулла Габдуллович) и Светой Кожановой, извел 2 литра стандартных буферных растворов для настройки рН-метра ЭВ-74. основательно изучил инструкцию к нему, вплоть до электрической, и снова вернулся к Мурату Абеновичу с просьбой взять меня к себе. Может эта моя настойчивость сыграла свою роль потому, что в научном плане я был новичком и знал мало, но он согласился и определил меня работать в группу Анатолия Беклемищева, который как раз завершал свою кандидатскую диссертацию. Анатолий появлялся уже редко, так как занимался написанием и оформлением диссертации, и я работал в основном с Николаем Филимоновым. Мне кратко поручалось помыть 1000 или 2000 пробирок к утру. И я мыл допоздна, а горячей воды тогда в лаборатории в принципе не было, и рукистыли, и злость кипела, но мне поручили, и надо было управляться потому, что это надо было, в конце концов, для Шефа. Шел 1974 год, и ставились последние эксперименты для его докторской диссертации. Уже тогда слово Шефа, так называли Мурата Абеновича его сотрудники, было законом для всех и стало таким же для меня. Он обладал каким-то особым магнетизмом общения, ко всем обращался на «вы», внимательно слушал, но мог и повысить голос, поставить на вид, но только за дело. При этом, если он оказывался неправ, потом не стеснялся извиняться за свою несдержанность, но в своеобразной форме. Как-то, помню, иду по коридору, а навстречу – Шеф и, уже издалека, громко обещает «разделать меня под орех». Я, ошарашенный, спрашиваю в чем дело, и выясняется, что я здесь ни при чем. Шеф молча ушел в свой кабинет. Через 5-10 минут он вызывает меня и поручает какое-то несущественное дело, но я понимаю, что ему неловко, и он таким образом приносит мне свои извинения и просит не обижаться. Он прекрасно чувствовал ту тонкую грань общения, за которую нельзя переступать даже с подчиненными, и мы его за это ценили и уважали.

После работы в группе Анатолия меня перевели к Аскару Аханову, который к тому времени тоже уже заканчивал свою аспирантуру

и находился на стадии написания диссертации. В 1975 году Шеф в составе большой московской группы ученых получил Ленинскую премию в области науки и, чуть позже, в 1976 году успешно защитил в Москве докторскую диссертацию. Для нас это стало большим событием и признанием значимости нашей работы. Я ощущал и свою причастность к большой науке, хотя мой вклад был просто смешным. Помню, как собирали и привозил снопы незрелой пшеницы из Петропавловска для заключительных работ по изучению информосом в незрелой пшенице. Если честно, то я тогда мало что понимал в научных целях этой работы. Просто Шефу это было надо. Но отпраздновали эти два события мы всем коллективом лаборатории дома у Шефа. Жил он тогда в двухкомнатной квартире на Абая-Фурманова. Было очень весело, мы не могли наговориться и собрались уходить только в двенадцатом часу ночи. Но уже на лестничной площадке решили вернуться и дружно ринулись назад. Помню немножко растерянное лицо Шефа, когда мы остались вдвоем перед дверью, а все уже уселись обратно за стол. Но уже тогда было видно, что ему очень комфортно со своим коллективом. Он всегда любил и уважал каждого из нас, и мы это чувствовали и платили ему тем же. Правда, были и приколы с нашей стороны. Тогда же к этому событию мы подготовили стенгазету, где лаборатория была изображена в виде верблюда, на котором важно сидит Шеф с диссертацией под мышкой. Верблюд, повернув голову к седоку, спрашивает его: «А ты меня уважаешь?». Потом мы долго переживали: не слишком ли это обидно для Шефа? Но он дружно смеялся со всеми и ничем не показал своей обиды.

Сейчас наши опасения могут показаться смешными, но тогда мы казались себе очень дерзкими и своевольными в ореоле его славы. Сейчас, когда мне самому уже за шестьдесят, я много думаю: в чем был секрет Мурата Абеновича? Как он смог в молодом возрасте добиться всего, чего хотел? Думаю, что он просто знал чего хотел и как этого добиться, в отличие от многих, просто текущих по течению своей жизни, даже в настоящее время. Сначала, еще в школьные годы, он увлекся биологией под влиянием школьного учителя биологии. Потом решил стать ученым и, понимая, что в Алма-Ате он не получит тех знаний, которые ему были нужны, поступил в аспирантуру в Московский государственный университет на биофак. Будучи студентом, он сам пришел к Спирину и попросился работать у него.

Много позже, когда я уже работал у него, мы сблизились и часто, когда все гадали, почему Шеф так долго занят и никого не принимает, он рассказывал мне о своей жизни. Мне трудно сейчас объяснить, почему мне? Может, потому, что в семье он был младшим братом и старшие его опекали и защищали, а ему хотелось самому кого-то опекать, я не знаю точно. Помню, что в начале своей работы у Шефа, я некоторое время был самым молодым сотрудником в лаборатории, и он часто любил подчеркивать, что, когда он был в аспирантуре, то я еще пешком под столом ходил. Хотя, при нашей разнице в возрасте в 14 лет, это было не совсем корректное заявление и я, немного обижаясь, горячо это доказывал ему. Шефа это веселило, и он продолжал надо мной подтрунивать.

Он хотел развивать молекулярную биологию в Казахстане и поэтому не остался после аспирантуры у своего учителя – Александра Сергеевича Спирина в Москве, а уехал в Алма-Ату и всю свою жизнь посвятил именно этой цели. Он считал, что и в Казахстане много талантливых и способных людей, которые, если их заинтересовать и дать возможность для самореализации, могут многое добиться. Именно это он постоянно и делал: искал таланты и добился невероятного: собрал и объединил в своей лаборатории, а потом и в Институте молекулярной биологии и биохимии, совершенно разных по складу ума и психологическому статусу людей, которых объединяли две вещи: любовь к науке и уважение и любовь к нему, как к личности. Действительно, мы все были очень разными и не всегда находили общий язык друг с другом, иногда конфликтовали и требовали объяснений, но у нас был третейский судья – Шеф, к которому можно было всегда обратиться и за помощью в трудную минуту, и за советом, и поэтому мы существовали и функционировали как коллектив. Это относилось не только к нашей лаборатории, но и к Институту ботаники АН КазССР, в котором Мурат Абенович был директором, а потом и к Институту молекулярной биологии и биохимии, который он сам создал. Помню один очень показательный случай, как Шеф нас воспитывал. Один научный сотрудник очень экспансивно, даже нервно, ругался с дворником во дворе Института по поводу плохо убранной территории. Мимо проходил Шеф (уже директор Института) и, слыша это, негромко попросил сотрудника зайти к нему в кабинет. Так получилось, что и мне нужно было к Шефу, и я присутствовал при дальнейшем разговоре. Только в кабинете, Шеф

позволил себе немного повысить голос и спросил сотрудника, почему он кричит на дворника, даже если он, научный сотрудник, прав. Мурат Абенович настаивал на том, что надо выбирать себе равного, и тогда, может быть, можно указывать другому человеку на его ошибки, а кричать на дворника – это значит, в первую очередь, не уважать себя самого. Шеф заставил человека, который работал научным сотрудником, извиниться перед человеком, который работал дворником. Хороший жизненный урок.

Каждый день, приходя на работу, Мурат Абенович делился с нами новостями науки, которые он успел прочесть в последних выпусках научных журналах и требовал от нас, чтобы мы постоянно следили за своим уровнем. Он был постоянным посетителем научной библиотеки Академии наук и следил за всеми новостями в биологии. Он очень любил лабораторные капустники, которые проводились по праздничным датам в лаборатории и всегда просил без него не начинать, когда задерживался.

Сейчас вспоминается все какими-то отрывками, эпизодами, но общее впечатление от личности Шефа остается таким же ярким. Мурат Абенович не был идеальным человеком: он мог обидеть и многие на него обижались, он был очень эмоциональным и часто несдержаным. Но он научил нас мыслить и анализировать не только в научном плане, но и в жизненном. Сам он мыслил категориями в целом, не размениваясь на частности. Признанием его жизненной правоты стало избрание его президентом Академии наук КазССР. Для нынешнего поколения это мало что говорит, потому что сейчас роль Академии наук в жизни общества незначительна, а в то время она была сильной политической и экономической структурой, хотя была подвержена всем болезням и недостаткам всего нашего общества в целом. Шеф это знал и хотел изменить. Он приложил много сил в свои последние годы жизни для реорганизации структуры Академии наук. Конечно, сейчас мы понимаем, что это было практически невозможным без кардинальных изменений в структуре самого нашего общества, но я думаю, что Мурат Абенович не допустил бы такого отношения к науке в целом, как это наблюдается сейчас. Сейчас трудно представить, что бы стало с нами, если бы Мурат Абенович не ушел из жизни так рано. Но главное для меня ясно – я бы был с ним рядом. После моих родителей Мурат Абенович для меня был самым главным Учителем в жизни.

Зауре АЙТАШЕВА,
аспирантка М.А. Айтхожина,
доктор биологических наук,
профессор кафедры молекулярной биологии и генетики
КазНУ им. аль-Фараби

СЕМИНАРСКАЯ ТЕТРАДЬ

У легендды и не может быть возраста – в какой-то момент она просто начинает жить в своей плоскости, где время течет в иной парадигме. Все, что касается такой легенды, неизменно подвергается жесткой критике или, наоборот, имеет тысячи одобрителных возгласов в свою поддержку. Но, так или иначе, каждой своей фразой человек подобного масштаба пишет историю.

Юлия Чечикова, Ирина Левкович

В юбилей шефа, Мурата Абеновича Айтхожина, нам, сотрудникам его лаборатории, всегда полагалось формулировать мысли кратко. Во-первых, Мурат Абенович всегда отдавал предпочтение «мужскому авангарду» этой лаборатории. Во-вторых, он не поощрял туманных и пространных докладов, лекций или, того хуже, затянутых ответов на экзамене (по количеству сданных М.А. Айтхожину экзаменов по молекулярной биологии я нахожусь, пожалуй, в череде «рекордсменов». сдававших ему экзамен и в студенческие годы, и при зачислении в аспирантуру, и в виде кандидатского минимума).

Влияние шефа на нас и, особенно, тех, кто сейчас занимается наукой или преподает, огромно, хотя, может быть, не всегда осознаваемо.

В поисках какой-то из методик для неожиданно пытливого студента, я случайно открываю семинарскую тетрадь четверть вековой давности. Мурат Абенович в тот период одновременно руководил Лабораторией биохимии белка и нуклеиновых кислот и вновь организованным им и его соратниками (Л.К. Клышевым, Р.М. Кунаевой, М.К. Гильмановым и С.З. Заировым) Институтом молекулярной биологии и биохимии, который в наши дни носит его, М.А. Айтхожина, имя. Итак, в тетради – мои, то аккуратные, то очень сжатые или вовсе корявые записи тех далеких лет. Конспект доклада Р.И. Салганика (НГУ, Новосибирск), сделанного 2 апреля 1983 г. о транспозонах прокариот и эукариот. Замечательные мысли о переносе копий генов, а не самих генов, как источнике мутаций. Или о фосфотирозине как причине клеточного разобщения и

бесконтрольного деления опухолевых клеток. Затем – две лекции Райнольда Крауспе (Институт биохимии и биотехнологии. Университет Мартина Лютера, Галле-на-Заале, ГДР) о светоиндуцируемых мутантах эвглены. Фермент активации аминокислоты, лейцина при биосинтезе белка в хлоропластах у них также оказался светозависимым. Тут же – запись о семинаре пана Марека Томашевского (Институт биофизики и биохимии. Варшава. ПНР): «Транскрипция и трансляция поли(A)-содержащей РНК из зародышей пшеницы». Далее подробное изложение доклада, сделанного 15 августа 1983 г. и озаглавленного в тетради: «Семинар Г.П. Георгиева. 1. Транспозоны. 2. Регуляция транскрипции. 3. Онкогенез». Это – наверно, самый обстоятельный конспект, хотя помню, что сама лекция маститого ученого казалась тягучей, и Мурат Абенович дважды объявлял перерыв. Зато теперь из конспекта можно перепнуть гораздо больше, чем когда-то казалось возможным.

31 августа 1983 г. проводился семинар Герца Ильича Лихтенштейна (Институт химической физики. Черноголовка). На нем обсуждались методы белкового анализа (спиновое и люминесцентное мечение, а также электронно-плотностной метод: его суть была в замешении атомов водорода в молекуле метана на атомы ртути с образованием меркарбидов, или ртутных «меток». Затем на разлинованных в клетку листах телеграфной вереницей отмечены научные сообщения М.А. Панова (Межфакультетский Корпус им. А.Н. Белозерского. МГУ. Москва), А. Верховенского (аспиранта кафедры биохимии МГУ) и С. Елизарова (Институт биохимии им. А.Н. Баха. Москва). Следом – осенний семинар доктора Веры Чапковой (Институт экспериментальной ботаники. Прага, Чехословакия) о постадийном развитии пыльцы в ходе микроспорогенеза у цветковых растений. А в октябре того же 1983 г. – семинар Л.П. Овчинникова и О.В. Федорова (Институт белка. Пущино-на-Оке) об РНК-связывающих белках и их роли при трансляции в клетках эукариот. Здесь же – отрывки из семинарных докладов сотрудников нашей лаборатории: выступления Малика Ануарбековича Шманова, Нарымжана Окасовича Накисбекова и Николая Георгиевича Филимонова соответственно о гормональной регуляции у растений, прогрессе генной инженерии и нестабильности генома. Далее – тема теплового шока в клетках растений в лекциях Лютца Новера (ФРГ) и сотрудника нашей лаборатории Сабыржана Абдрахимовича Бельгибаева. 9 января 1986 г. состоялся объединенный семинар института, на котором Д.К. Кадыржанова и В. Филатов

сделали доклад по глиадиным и waxу-гену амилозосинтазы. Это был отчет молодых исследователей по результатам их годичной стажировки у Е.В. Ананьева в Москве, в лаборатории молекулярной генетики растений Института общей генетики РАН.

На блокнотных листиках, вложенных в тетрадь – записи с VII съезда Всесоюзного микробиологического общества (Алма-Ата, 25 июня 1985 г.) и лекция И.Г. Атабекова на тему: «Принципы структуры и выражения генома фитовирусов». Там же – семинары о роли метилирования ДНК Б.Ф. Ванюшина (МГУ) и механизмах биологической подвижности Б.Ф. Поглазова (Институт биохимии им. А.Н. Баха). Скорее всего, многие выступления, к сожалению, вообще не были зафиксированы: в частности, доклады Клауса Шеррера, Жака-Анри Вайля, Манфреда Пюхеля и многих других мэтров науки и гостей лаборатории М.А. Айтхожина.

Увы, но кратко, Мурат Абенович, никак не получается. Спасибо Вам за свет науки, зажженный Вами в глазах многих ребят. Спасибо за возможность знакомиться и общаться с Вашиими учительями, соратниками и корифеями (с некоторыми из них, например, доктором Верой Чапковой и профессором Ниной Федорофф я поддерживаю добрые отношения и теперь). Спасибо Вам за чудесную возможность рассказывать сегодняшним студентам-биологам о том, как Вы начинали с нуля казахстанскую молекулярную биологию. И когда я рекомендую им читать учебники и книги Александра Сергеевича Спирина, обзоры Льва Павловича Овчинникова, статьи Вадима Моисеевича Глазера по рекомбинации или Вашу книгу, написанную вместе с Булатом Кудайбергеновичем Исаковым, об информосомах растений, эти «Нагорные проповеди» любви к молекулярной биологии, то невольно слышу Вас. На сей раз Вы явно сокрушаитесь: «Ну надо же. как свои мемуары, точно градиент –то на сто фракций, растяну...ула!...».

Два тезиса пока остаются бесспорными: наука – дело молодых и молекулярная биология на наших просторах – это не столько сама наука об апериодических полимерах, сколько неистребимая любовь к ней. Посреди абсолютной правоты этих тезисов современное поколение молекулярщиков продолжает работать и обучать молодежь своим увлекательным методам. Наблюдая этот бесперебойный «сайт инициации», отыщем «бокс» искренних пожеланий здоровья, творческого роста реальным и научным внукам и правнукам Мурата Абеновича Айтхожина, внукам и правнукам его беззаветно преданных сотрудников разных лет...

февраль 2009 г.

К.И. МАДИН,

доктор Ph.D (Япония),

исполнительный директор компании «Roche» (Бавария, ФРГ)

Н.Ж. КАРИМОВ,

научный сотрудник

Института молекулярной биологии и биохимии

им. М.А. Айтхажина

СТАВ НОВОБРАНЦАМИ ЕГО ЛАБОРАТОРИИ...

Мы тронуты возможностью поделиться воспоминаниями о Мурате Абеновиче. Мурат Абенович был человеком, который повлиял на наш выбор профессии и дальнейшей специализации в большом разнообразии биологических направлений. Все начиналось с лекции в Казахском университете, после его возвращения из Москвы. Мы помним как перед его первой лекцией по молекулярной биологии. Зал был полон нашими сокурсниками, и мы ждали появления в аудитории лауреата Ленинской премии СССР. Мурат Абенович стремительно вошел в аудиторию, и его интересная лекция сразу захватила внимание всех без исключения. Мы и ранее думали о том, чтобы посвятить себя биохимии и после этих замечательных лекций наши сомнения развеялись. Целью наших последующих действий было устроиться в лабораторию Мурата Абеновича. Вопрос был лишь в том, что Мурат Абенович лично отбирал студентов в свою лабораторию. Став новобранцами его лаборатории мы до сих пор за это очень благодарны ему, поскольку в Советском Союзе было всего 3 НИИ мирового уровня по молекулярной биологии. Работа в лаборатории была сопряжена с использованием современнейшего оборудования и методов исследований, а также возможностью быть в курсе всех передовых научных разработок, поскольку был доступ к выдающейся мировой научной литературе. Темы наших исследований были настолько интересны, что мы пропадали в лаборатории круглыми сутками. В разное время, занимая разные посты, Мурат Абенович находил время зайти в лабораторию и лично поинтересоваться нашими последними текущими результатами. Работая в лаборатории, мы приобрели бесценный опыт и овладели многими современными методиками, которые пригодились не только в Казахстане, но и за рубежом. Мы всегда считали и будем считать Мурата Абеновича

нашим первым Учителем и Наставником. Общение с ним давало определенный стимул и мотивацию совершенствовать себя в научном и личностном плане. Мы всегда помним его слова: «никогда нельзя терять веру в свои силы, даже если тебя преследуют неудачи, чтобы это не привело к разочарованию...» Талантом Мурата Абеновича было то, что он собрал в одной лаборатории очень интересных и разносторонних людей, хотя и с разными характерами.

По истечении многих лет мы можем оценить гигантский масштаб работы нашего Учителя, который за свою короткую и яркую жизнь смог организовать новое направление науки в Казахстане. Результатом этой работы являются не только научные статьи, но и Институт молекулярной биологии, который носит его имя, а также многочисленные его ученики, которые работают во многих странах мира. Мы прошли хорошую школу жизни не только с нашим Учителем, но и с нашими старшими товарищами.

РОДНЫЕ, ДРУЗЬЯ

**РАЗМЫШЛЕНИЯ О СЕМЕЙНОМ «ГНЕЗДЕ»
АБЕНА И МУНИРЫ АЙТХОЖИНЫХ,
из которого в большой мир науки выпорхнули 2 президента
Академии наук Казахстана, 3 академика и 4 доктора наук**

Вниманию читателя предлагаются выдержки из статьи журналиста Жаната Тугельбаева «Бір отбасынан шыккан 2 академия президенті, 3 академик, 4 ғылым докторы жайлы толғаныс», которая была опубликована в республиканской газете «Егемен Казакстан» (29 апреля 2009 года).

Как пишет автор: «В советский период развития нашего государства науке уделялось огромное внимание, научным исследованиям по всем направлениям был дан «зеленый свет». Самым высочайшим признанием вклада в мировую науку в нашей стране было присуждение Ленинской премии. Всего 4 выдающихся ученых Казахстана были удостоены такого звания. Это – Мухтар Ауэзов в области литературы, Каныш Сатпаев, Шахмардан Есенов и Мурат Айтхожин – в области науки.

В цитируемой статье приведены размышления автора о семье Айтхожиных, которая дала миру 6 известных ученых, работы одного из которых получили мировое признание и одну из самых престижных наград – Ленинскую премию.

Мурат Абенович Айтхожин родился в г. Петропавловске в 1939 году.

Он прожил очень короткую жизнь (скончался в 1987-м году), оставив планету своими яркими открытиями в области интереснейшей науки – молекулярной биологии как яркий метеор на небосклоне.

О семейном воспитании, об истоках формирования личности этого ученого и провел исследование журналист Жанат Тугельбаев.

Отец Мурата Айтхожина – Абен – казах из простой семьи, очень способный человек, который в поисках работы поехал в г. Кызылжар (ныне Петропавловск), где получил профессию бухгалтера. В начале 30-х годов он женился на своей землячке Мунире. В 1933 году у них родился сын Нариман, в 1935-м – сын Сабыр, 1937-м – сын Марат, в 1939-м – сын Мурат, в 1946-м – дочь Нагима, в 1950-м – дочь Назира.

Долгие годы Абен аксакал был главным бухгалтером и получил известность как принципиальный руководитель и прекрасный отец. Однажды его спросили: «Как Вы сумели не только вырастить детей, но и дать им такое образование?». Он ответил: «По правде, я взял в банке ссуду – 10 тысяч рублей с мыслью, что сначала потихоньку буду расплачиваться сам, а потом, когда дети, закончив учебу, начнут работать, мы рассчитаемся полностью» (дело в том, что все его дети, либо получали образование, либо проходили преддипломную практику или аспирантские годы в вузах Москвы).

Его жена – Мунира была очень чистоплотная трудолюбивая хозяйка, которая очень заботилась о детях, их питании, учебе и одежде.

Она умерла в 2008 году в возрасте 96 лет в г. Алматы.

Об успехах всех детей Абена и Муниры Айтхожиных сказано в заголовке к этой статье. Сегодня эта семья, несомненно, вызывает огромное восхищение.

В 2005 году школе №1 г. Петропавловска, выпускником которой был Мурат Абенович Айтхожин, было присвоено его имя. В одном из классов этой школы функционирует музей, экспонаты которого знакомят учащихся с жизнью знаменитого выпускника, его семьей, его научными открытиями и его потрясающей научной карьерой.

Институт молекулярной биологии и биохимии, фундамент которому заложил Мурат Айтхожин и первым директором которого он был, носит сейчас его имя. Он стал «кузницей» нового поколения ученых. Среди них, известные ученые в области генной инженерии Булат Исхаков, Муратбек Карабаев, работающий сейчас в Австралии Серик Елюбаев и много-много других.

Жизнь и научная карьера Мурата Абеновича Айтхожина – пример для подражания для многих поколений молодежи, а его родители – Абен и Мунира Айтхожины, воспитавшие двух президентов НАН РК, трех академиков и четырех докторов наук навсегда останутся в памяти народа. Несколько слов о семье Мурата Абеновича. Его супруга – Галина Темировна воспитала двух дочерей – Анар и Асель и пяти внуков. Каждый из них (дочери и их мужья) находит в жизни свою дорогу, ну, а у внуков все еще впереди. И пусть память о гениальном отце всегда озаряет их путь, а его дух защищает от всяких невзгод.

«Егемен Қазақстан», 2009. – 29 апрайя
Перевод с казахского А.А. Жұбановой

МҰРАТТЫ ЕШҚАШАН ҰМЫТПАЙЫҚ!

Өмір деген көл,
Оны жүзіп өтерсін.
Дүние деген шөл,
Еңбек етсөн жетерсін.
Алтыннан сарай салсанда,
Бір күні тастап кетерсін.

Дүние өтсе, дүниеден ер өтеді
Өткен іс көnlінді тербетеді.
Әр адам туып өсіп, өмір сүріп,
Өзінін заманымен бір кетеді.
Бірак та заман өтсе – із қалады.
Ер өтіп, ол туралы сөз қалады.

Өмір осы сұраптардан құралған,
Әр күні онын – бір қуаныш, бір арман.
Біреуіне жауап берсен, біреуі
Құрделі де киынырак бұлардан.

Жауабымды бере алмасам сұрапка,
Сұраушы едім Мұраттан.
Мұрат болса, мұратына жете алмай
Озып кетті, бұл өмірден біракта ...

Жаксылық пен жамандық – егіз дейді,
Адамдар жамандыкты неге іздейді?!

Жаксылық жасай берсе бір-біріне:
«Жаксы сөз – жарым ырыс, жаксы лебіз» дейді.

Жаксыға елдер ерер үмітпенен,
Жаманға карайды ғой құдікпенен.
Жаксылық жасай берсе біздін жастар,
Атакка ие болар «Жаксы қызы», «Жаксы жігіт» деген.

Мұрат болса, жаксы жігіт, жаксы адам,
Жаксылығын көріп жатыр талай жан.
Осындай қарапайым аса қадірлі жігітпен
Дос болғаным әжептәуір куанам.

Гаяны қыздарымен еркелетті,
Әттен-ай, арамыздан ерте кетті!
Бар болғаны 49 жас өмір сүріп,
Немерелердің қызығын көрмей кетті.

Гаяла да жүрген жок кой бостан-боска:
Қыздарды тәрбиелеуге үлес косқан.
Дүниеге бес немере келгеннен сон,
Баратын қалалары Лондон, Бостон.

Әрқашанда шындықты іздең,
Жаксылардың катарында болайык.
Ғылымға әжептәуір үлес косқан
Мұратты ешқашан ұмытпайык!

Нагима АЙТХОЖИНА,
академик НАН РК,
директор Института молекулярной биологии и биохимии
им. М.А. Айтхожина КН МОН РК

ОН ВЕРИЛ В СОЗИДАТЕЛЬНУЮ СИЛУ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ

У истоков зарождающейся в Советском Союзе молекулярной биологии стоял и молодой казахстанский ученый Мурат Айтхожин. Поистине наука открывает тем, кто ей служит честно, преданно и всецело. грандиозные перспективы. О том, каких высот достиг ученый на научном поприще, мы вспоминаем накануне 75-летия со дня рождения академика АН КазССР, лауреата Ленинской премии Мурата Абеновича Айтхожина.

Мурат Айтхожин родился 29 июня 1939 года в Петропавловске. Со школьных лет он проявлял большой интерес к биологии. В 1957 году поступил на биолого-почвенный факультет Казахского государственного университета им. С.М. Кирова. После третьего курса как один из лучших студентов был направлен на практику в Институт биохимии им. А.Н. Баха АН СССР к Игорю Кулаеву и стал изучать участие полифосфатов в метаболизме микроорганизмов. Работая подолгу вечерами в лаборатории, познакомился с кандидатом биологических наук Александром Спириным, учеником академика Андрея Белозерского, известного своими трудами в области нуклеиновых кислот. Это позже Спирин стал доктором биологических наук, академиком АН СССР, лауреатом Ленинской премии, организовал Институт белка АН СССР. Александр Сергеевич пригласил Мурата к себе в лабораторию. Судьба на многие годы объединила двух молодых людей, двух энтузиастов, интеллектуалов на исследованиях рибонуклеиновых кислот (РНК) в животных клетках. Его студенческая работа по ингибированию РНКазы диаминами была отмечена в 1961 году первой премией на IV научной конференции студентов Средней Азии и Казахстана в Ашхабаде и опубликована в журнале «Биохимия». Практически 4-5-й курсы работал в лаборатории, посещая избранные лекции в МГУ. После окончания университета Мурат Абенович поступил к Спирину в аспирантуру МГУ им. М.В. Ломоносова.

Это было время, когда после открытия в 1953 году Фрэнсисом Криком и Джеймсом Дьюи Уотсоном структуры носителя наследственной информации организма – ДНК, в виде двойной спирали, начала отсчет новая наука – молекулярная биология, которую некоторое время называли физико-химической биологией, так как основные открытия делали физики, специалисты по рентгеноструктурному анализу белков и нуклеиновых кислот, химики, биологи. Но как закодированная в ДНК информация реализуется в виде служебных белков, которые являются основным строительным материалом всего живого, кто и в каком виде переносит эту информацию к месту назначения и как происходит синтез белков в клетке? Вот вопросы, которые стояли перед учеными того времени. В 1964 году Александр Спирин, Нана Белицина и Мурат Айтхожин впервые в мире открыли в цитоплазме клеток животных комплексы информационной РНК, являющейся молекулой-посредником передачи наследственной информации с ДНК на белок, в виде рибонуклеопротеидных частиц для защиты РНК от атаки агрессивных ферментов расщепления. Авторы назвали их информосомами. В 1976 году М.А. Айтхожину вместе с группой ученых АН СССР была присуждена Ленинская премия в области науки и техники за цикл работ «Открытие и изучение нового класса внутриклеточных частиц – информосом». Ему было всего 37 лет.

С 1966 года научная и научно-организационная деятельность М.А. Айтхожина связана с Академией наук КазССР. С присущей ответственностью и энтузиазмом он приступает к созданию нового направления биологической науки в Казахстане. В январе 1968 года в Институте ботаники Муратом Абеновичем была организована первая в Казахстане лаборатория по молекулярной биологии – белка и нуклеиновых кислот. Это направление исследований останется актуальным в мировой науке еще многие годы. Дату организации этой лаборатории следует считать днем рождения молекулярной биологии в Казахстане.

Его первые ученики, коллеги вспоминают, сколько сил и энергии пришлось приложить, сколько кабинетов надо было обойти Мурату Абеновичу, чтобы добиться выделения финансовых средств на приобретение крайне необходимого и дорогостоящего импортного оборудования. В те годы заказ такого оборудования и импортных реактивов осуществлялся только с разрешения Совета Министров КазССР.

Руководство Казахстана поверило в профессиональные и организаторские возможности молодого ученого, в перспективность новой науки. За короткий срок лаборатория была оснащена американскими ультрацентрифугами Beckman, сцинтилляционными счетчиками радиоактивности «Nuclear Packard» и другими приборами. Такие приборы тогда имелись только в Москве. Благодаря своей неистощимой энергии Мурату Абеновичу при поддержке Президиума АН КазССР удалось обменять небольшой деревянный финский домик на Алматинском домостроительном комбинате на готовые секции панельного здания и построить в Академгородке на территории Ботанического сада АН КазССР большое одноэтажное здание лаборатории белка и нуклеиновых кислот. Мурат Абенович всегда с благодарностью помнил ту огромную поддержку, которую оказывали на разных этапах его жизненного пути Динмухамед Ахмедович Кунаев, Байкен Ашимович Ашимов, Нурсултан Абишевич Назарбаев.

Новое направление потребовало от ученых новых экспериментальных исследований, обширных знаний и специальной подготовки. Умением организовать работу и увлечь своим энтузиазмом, свободным владением теоретическими и методическими знаниями, огромным трудолюбием, внимательным отношением к сотрудникам, требовательностью к чистоте каждого эксперимента и совместным участием в них Мурат Абенович сумел создать сплоченный творческий коллектив лаборатории из молодых выпускников и студентов КазГУ им. С.М. Кирова. Сотрудники работали с полной отдачей. Главным научным направлением лаборатории стало исследование биосинтеза белка и его регуляции в растениях. Обычно в лаборатории работали до 2-3 часов ночи. Этого требовал длительный непрерывающийся эксперимент, и потом глубокой ночью Мурат Абенович на такси развозил молодых ребят и только после этого ехал к себе домой.

В начале 70-х годов одним из первых в мировой науке М.А. Айтхожин провел изучение белоксинтезирующего аппарата в растениях. Им впервые была дана полная характеристика физико-химических свойств растительных рибосом и полирибосом – основой машины синтеза белка в организме. Оригинальные работы по созданию гибридных рибосом, состоящих из субчастиц растительного и животного происхождения, с сохранением способности синтезировать белок, доложенные на IV Международном

конгрессе по биофизике, были оценены в мире как открытие. Предвидя важную роль информосом в регуляции биосинтеза белка в клетках высших организмов, последующее использование их в практических целях, М.А. Айтхожин сосредоточил основное внимание на поиске всех классов информосом в растительных клетках. Были разработаны специальные методы для выделения информосом из растительных клеток с учетом того, что особенности их структуры и состава делают их исключительно сложным объектом исследований. Итогом огромной поисковой работы явилось открытие всех типов информосом в растениях: ядерные, цитоплазматические, полисомно-связанные, свободные цитоплазматические как запасная форма мРНК, активация которой происходит путем полиаденилирования мРНК в ходе раннего прорастания семян пшеницы.

В начале 80-х годов М.А. Айтхожин вместе с сотрудниками лаборатории развил ряд новых направлений исследования биогенеза мРНК и регуляции биосинтеза белка в растениях. Впервые были обнаружены в растениях и полностью охарактеризованы все типы низкомолекулярных ядерных РНК растений, проведена значительная работа по исследованию индивидуальных мРНК и информосом, установлены физико-химические свойства белков, входящих в состав информосом. механизмы действия фитогормонов на биосинтез белка.

Большое внимание М.А. Айтхожин уделял проблеме устойчивости растений к различным неблагоприятным условиям среды и разработке новых технологий отбора перспективных генотипов для селекции на основе изучения регуляции экспрессии генома высших растений на трансляционном уровне. Были выделены две группы белков теплового шока и механизмы их индукции при повышении температуры среды на разных стадиях прорастания зародышей пшеницы.

В 1979 году М.А. Айтхожин был избран членом-корреспондентом АН КазССР и в этом же году назначен директором Института ботаники АН КазССР. В 1983 году по инициативе и при непосредственном участии Мурата Абеновича, в соответствии с постановлениями ЦК КПСС и Совета Министров СССР об ускоренном развитии современных направлений биологии, постановлениями Совета Министров Казахской ССР и Президиума Академии наук республики, был организован Институт молекулярной биологии и биохимии

АН КазССР. Это был один из немногих в республике институтов первой категории. исследования проводились на конкурсной основе по Всесоюзной программе по физико-химической биологии и биотехнологии.

Основными научными направлениями нового института были определены: изучение биосинтеза белка и его регуляции, биохимия зерновых культур, энзимология азотного обмена злаковых культур, молекулярные механизмы действия на биосинтез ДНК, РНК и белков и пути метаболизма физиологически активных соединений.

Всемирным признанием успехов молекулярной биологии и биохимии Казахстана явилось проведение в 1984 году в Алма-Ате международного симпозиума «Перспективы биоорганической химии и молекулярной биологии», в котором участвовали дважды лауреат Нобелевской премии Лайнус Полинг, лауреат Нобелевской премии Дороти Ходжкин, известные зарубежные ученые по молекулярной биологии, биохимии и биотехнологии из США, Европы, Японии, вице-президент АН СССР академик Юрий Овчинников, президенты академий наук союзных республик, ведущие ученые из Москвы, Ленинграда, Киева, Новосибирска. На этом симпозиуме Мурат Абенович выступил с большим пленарным докладом, который был выслушан с огромным вниманием и интересом.

Предвидя будущее биотехнологии и его вклад в социально-экономическое развитие любого государства, М.А. Айтхожин заложил основы биотехнологии в нашей республике, организовав в институте лаборатории клеточной и генной инженерии и создав Казахский сельскохозяйственный биотехнологический центр. Головным учреждением был определен Институт молекулярной биологии и биохимии АН КазССР. В состав этого центра вошли некоторые академические учреждения и отраслевые институты Восточного отделения Всесоюзной академии сельского хозяйства им. В.И. Ленина (ВАСХНИЛ). Важное место в его научно-организационной деятельности занимала координация научных исследований, проводимых в республике по физико-химической биологии и биотехнологии. Участие в Межведомственном совете по проблемам физико-химической биологии и биотехнологии при Госкомитете по науке и технике Совета Министров СССР, а также руководство Межведомственным республиканским советом при Президиуме АН КазССР, Казахстанским отделением Всесоюзного биохимического общества

значительно повлияли на становление и развитие в республике научных исследований по этим направлениям науки, на укрепление контактов с ведущими научными учреждениями в стране и за рубежом.

В 1986 году, в переломный для страны и республики период, академик М.А. Айтхожин возглавил Академию наук Казахской ССР. Вся деятельность руководства Академии наук в тот период была направлена на обеспечение выхода отечественной академической науки на современные рубежи научно-технического прогресса. Для этого были определены приоритетные направления фундаментальных и прикладных исследований, важные для развития экономики Казахстана. Особое внимание обращалось на необходимость участия академических учреждений республики в деятельности МНТК, НТК, НПО и инженерных центров, на выполнение заданий международных и союзных целевых научно-технических программ. Результатом этой деятельности стало вхождение ряда институтов АН КазССР в состав двух МНТК, во Всесоюзный инженерно-технический центр «Автогенные процессы». Научно-исследовательские институты принимали активное участие в реализации Комплексной программы научно-технического прогресса стран – членов СЭВ. Была разработана республиканская научно-техническая программа «Недра», дан прогноз современных тенденций развития наук в республике. Президиумом АН КазССР были приняты решения, направленные на повышение роли отделений, которые, по мнению М.А. Айтхожина, должны стать определяющими научно-организационными центрами, ответственными за развитие фундаментальных исследований в соответствующих областях науки в республике. Он безгранично верил в созидательную силу фундаментальной науки, которая должна стать во главе, как теперь мы называем, инновационного развития республики.

Будучи руководителем научно-исследовательского института и Академии наук КазССР, Мурат Абенович проявил себя требовательным и авторитетным руководителем. Он был нетерпим к проявлениям слабого профессионализма, безответственности и недисциплинированности. В особенности он был требователен к достоверности научных результатов, считал, что тот, кто занимается наукой, должен беззаветно служить ей.

Одним из приоритетов научно-организационной деятельности М.А. Айтхожина была подготовка молодых научных кадров.

Будучи профессором Казахского государственного университета им. С.М. Кирова, в течение многих лет он читал разработанный им курс молекулярной биологии, спецкурсы по избранным главам биохимии. Он тщательно готовился к каждой лекции, анализируя и обобщая последние достижения ученых, опубликованные в новых поступлениях в библиотеку ведущих иностранных журналов. Мурат Абенович владел английским и французским языками. Он рассказывал, как во время дискуссии французский профессор Жак Вайль спросил, откуда у него такое произношение и построение предложений. На что собеседник ответил: «Моей учительницей французского языка была Ивонна Труа, преподаватель Университета Сорбонна и жена французского коммуниста». Его лекции привлекали огромное внимание студентов, стажеров и аспирантов не только биологического, но и других факультетов университета. Он открыл в институте филиалы кафедр генетики и молекулярной биологии, физиологии и биохимии растений КазГУ. Институт и сейчас остается одним из базовых научных учреждений для подготовки бакалавров, магистров и Ph.D-докторантов для ряда вузов страны.

Будучи президентом Академии наук, большое внимание Мурат Абенович уделял работе Совета молодых ученых, Комиссии по работе с научной молодежью. Традиционными стали организованные по его инициативе встречи-дискуссии членов Президиума Академии наук с молодыми учеными. Были выделены дополнительные финансовые средства для расширения перечня ведущих журналов из-за рубежа по профилям наук, получаемых Центральной научной библиотекой Академии наук. Суббота для библиотеки была объявлена рабочим днем, чтобы ученые могли заниматься, тогда не было Интернета.

Муратом Абеновичем был создан единственный в среднеазиатском регионе диссертационный совет по защите кандидатских диссертаций по молекулярной биологии и биохимии. Он активно участвовал в общественной жизни нашей республики и СССР, будучи депутатом Верховного Совета СССР, членом Советского комитета защиты мира, его вклад был оценен Золотой медалью Советского фонда мира. Имя ученого занесено в Золотую книгу почета Казахской ССР. Мурат Абенович на отделении биохимии, биофизики и химии физиологически активных соединений Президиума АН СССР в декабре 1987 года был единогласно избран членом-корреспондентом

Академии наук СССР, но вечером, накануне сессии общего собрания АН СССР, где должны были утвердить результаты голосования, он ушел из жизни.

М.А. Айтхожин был не только талантливым ученым, государственным и общественным деятелем, но и честным, требовательным, добрым и открытым человеком, принципиальным и терпеливым учителем, внимательным и отзывчивым собеседником, его отличало тонкое чувство юмора. Он не позволял говорить о его научных заслугах и считал, что еще молод для подведения итогов. Теперь это наш долг. Наш долг, долг его коллег, учеников заключается и в том, чтобы сохранить высокий уровень научно-исследовательских работ в институте, – слишком высоко была установлена планка, развивать новые научные направления, быть генераторами новых идей, готовить конкурентоспособную молодежь.

За первые годы становления независимости Казахстана наука и институт пережили вместе со страной нелегкие периоды. Во второй половине 90-х годов 18 молодых кандидатов наук, потенциальных докторов наук уехали из страны и сейчас работают в университетах США, Великобритании, Германии, Канады, Австралии, Швейцарии. С одной стороны, это свидетельство высокого уровня наших специалистов, соответствия научных направлений института мировым тенденциям развития современной биологии. С другой стороны, заведующие лабораториями, основной кадровый состав подготовили новых специалистов, затратив на это драгоценное время. Часть исследований проводились в тесном международном сотрудничестве по грантам INTAS, INCO-COPERNICUS, USAID, МНТЦ.

Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина является основателем в стране молекулярной и популяционной генетики, исследований генома человека и растений, геномики, этно- и палеогеномики, молекулярной медицины и молекулярной иммунологии. На их основе были разработаны инновационные геномные и протеомные технологии для сельского хозяйства и медицины. Эти исследования были начаты впервые в Казахстане в нашем институте в 90-е годы. Были открыты первые в независимом Казахстане лаборатории генома растений, структурной и функциональной геномики, молекулярной иммунологии и иммунобиотехнологии. Получили дальнейшее развитие исследования лабораторий, созданных Муратом Абеновичем, подготовлены высококвалифицированные

специалисты. До 2011 года в институте работал докторский диссертационный совет по молекулярной биологии и биохимии, в составе которого работало несколько ведущих молекулярных биологов из Института молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН, приглашенных с целью повышения ответственности соискателей научной степени и уровня проводимых исследований.

В области биосинтеза белка и его регуляции получены приоритетные данные по регуляции синтеза белка у растений на уровне факторов трансляции, впервые разработаны искусственные трансляционные усилители, созданы первые трансгенные (ГМО) растения – картофель с повышенной устойчивостью к засолению среды. Выявлен ранее неизвестный ферментный комплекс, играющий ключевую роль в азотном обмене растения. Получили продолжение заложенные М.А. Айтхожиным исследования по молекулярным механизмам устойчивости растений к фитопатогенам, засолению, низким температурам с использованием новых продвинутых технологий геномного маркирования полезных признаков сельскохозяйственных культур, выделения генов полезных признаков, созданию исходных улучшенных форм пшеницы и картофеля. Выявлены полиморфизмы генов, мутации, ассоциированные с наследственной предрасположенностью и развитием сердечно-сосудистых, онкологических (рак молочной железы) и аутоиммунных заболеваний, составляющие основу персонифицированной медицины и фармакогеномики. Проведены обширные исследования в области изучения и использования стволовых клеток для регенеративной медицины. Разработаны новые взгляды на развитие опухолевого процесса при участии иммунной системы. Проведены генотипирование и молекулярно-генетический анализ казахстанских изолятов возбудителей туберкулеза с целью повышения эффективности лекарственной терапии. Созданные инновационные технологии апробированы в НИИ Минздрава РК и способствовали переходу медицины на качественно новый уровень диагностики, профилактики и выявления групп риска, предрасположенности к генопосредованным заболеваниям. Впервые был проведен сравнительный молекулярно-генетический анализ ДНК представителей скифо-сакской цивилизации из уникального кургана п. Берел Восточно-Казахстанской области (живших приблизительно 2 500 лет назад), современных казахов и мирового GenBank. Этими работами институтом заложены основы палеогеномики в стране.

Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина продолжает оставаться ведущим научным и консультативным центром по актуальным проблемам биологии, биомедицины и сельского хозяйства: молекулярной и клеточной биологии, молекулярной генетике, молекулярной медицине и иммунологии. В институте много молодых ученых, студентов. они приходят в лаборатории института уже со второго курса. Средний возраст научных сотрудников – 38 лет. И так же, как во времена Мурата Абеновича, по вечерам часто светятся окна многих лабораторий. Благодаря верно определенному Президентом страны Нурсултаном Назарбаевым курсу развития Казахстан сделал гигантский рывок вперед, наука Казахстана получила мощный импульс к развитию. Значительно увеличилось финансирование и материально-техническое оснащение науки, молодежь получила возможность обучения в ведущих мировых центрах.

«Казахстанская правда», 2014. – 26 июня

В.М. ГЛАЗЕР,
*друг М.А. Айтхояжина,
доцент кафедры генетики МГУ им. М.В. Ломоносова*

ВСПОМИНАЯ ГОДЫ, ПРОВЕДЕННЫЕ ВМЕСТЕ

Название этих заметок заимствовано из подписи, которую Мурат сделал для меня на автореферате к своей докторской диссертации. Время стерло в памяти некоторые имена, события, подробности, но образ Мурата (для меня он всегда был и остается просто Муратом), яркого, порывистого, сангвинического предстает передо мной так живо и четко, как будто мы расстались всего минуту назад.

Мы познакомились где-то в 1960 году, когда Мурат был студентом КазГУ, прикомандированным к лаборатории молодого, но уже известного ученого Александра Сергеевича (тогда еще Саши) Спирина на кафедре биохимии растений биофака МГУ. Впоследствии А.С. Спирин, которого Мурат боготворил, сыграл большую роль в жизни Мурата в науке. Александр Сергеевич сразу зауважал симпатичного казаха за умение работать на спектрофотометре СФ-4, в то время считавшемся сложным прибором.

Я регулярно бывал в этой лаборатории, так как заведующий кафедрой биохимии растений (впоследствии кафедры молекулярной биологии) Андрей Николаевич Белозерский, прикрепил меня, студента кафедры генетики и селекции, к А.С. Спирину и Б.Ф. Ванюшину для освоения методов работы с ДНК. Здесь я познакомился и быстро сошелся с Муратом. Нашему сближению способствовало совместное проживание в общежитии в главном здании МГУ, которое продолжилось и в аспирантуре. В свободное от работы в лаборатории время мы общались очень тесно. Мы с Муратом имели близкие, но разные специальности: он имел дело с РНК, я, как генетик, – с ДНК. Хотя мы вели разговоры на научные темы, и рассказы Мурата о своей лаборатории и своей работе были неизменно увлекательны, в основном мы общались на житейском уровне, что определило содержание моего рассказа. Постепенно я узнал его дружную семью: родители, четыре брата и две младшие сестры (два физика, один геолог и три молекулярных биолога). Особенно близок мне был старший брат Нариман, мудрый, спокойный, рассудительный, настоящий старший брат, участник многих наших путешествий, с которым я

поддерживал дружеские отношения до его последних дней; его жена Зора, добрая, умная, спокойная и рассудительная, под стать мужу.

Мурат был очень яркой, интересной личностью, масштаб которой по-настоящему я оценил не сразу, а значительно позднее. А тогда передо мной был симпатичный, эмоциональный, непоседливый парень, остроумный и, как теперь выражаются, прикольный рассказчик. Еще Мурат любил давать некоторым персонажам из своего окружения забавные прозвища. Скучать с ним не приходилось.

В обязанности Мурата в лаборатории входили, поочередно с другими сотрудниками,очные дежурства у ультрацентрифуги в Институте биохимии имени А.Н. Баха, на которой он крутил свои рибосомы. В такие дни на рассвете меня будили звуки, издаваемые другом: сначала шумное втягивание в рот чая, потом громкий протяжный, от удовольствия, выдох: «А-а!». Это означало, что он пришел с дежурства. К чаю Мурат относился с почтением: признавал только свежезаваренный. Куда бы мы ни отправлялись и как бы ни спешили, соблюдался неизменный ритуал: «Сначала выпьем чашку чаю». Спорить было бесполезно.

В 1965 году после защиты кандидатской диссертации Мурат переехал в чудесный город Алма-Ата. В Институте ботаники АН КазССР в лаборатории Лукбана Клышевича Клышева его ожидал самый благожелательный прием. Вскоре Мурат получил свою лабораторию, располагавшуюся в Ботаническом саду Академии наук. Лаборатория была хорошо оснащена оборудованием, и мне довелось в ней поработать, покрутить цианобактериальные ДНК на ультрацентрифуге Spinco, в Москве тогда у меня такой не было.

В Алма-Ате быстро проявился организаторский талант Мурата. Приехав практически на голое место (хотя Л.К. Клышев всячески способствовал Мурату, но в отношении молекулярной биологии место было действительно голое), он собрал замечательный дружный коллектив из молодых ребят (Анатолий Беклемишев, Николай Филимонов, Хизат Дошанов, Валерий Гросс, Тиякбек (Туяк) Нурмагамбетов и многие другие). Мурат притягивал к себе лучших и смог передать им свой энтузиазм и свою увлеченность наукой. Впоследствии организаторский талант и мощная энергия Мурата ярко проявились в создании совершенно нового для Казахстана Института молекулярной биологии АН КазССР (в чем ему способствовал тогдашний вице-президент АН СССР Ю.А. Овчинников). Помимо

организаторского, нельзя не отметить и педагогический талант Мурата, который проявился в блестящих, по оценке тех, кто их слушал, лекциях в КазГУ.

Из его алматинских друзей того времени с удовольствием вспоминаю друга университетских лет Леонида Мамонова, необыкновенно добродушного и приветливого Избасара Рахимбаева (которого Мурат ласково называл «Избушкой») и Розу Каракееву. Помню, как вместе с Леней и Избасаром и, конечно, Муратом мы ездили на уху в окрестности Балхаша и Капчагая.

Вообще я ежегодно проводил время у Мурата, либо в отпуске, либо в командировках. Каждый раз, когда по прибытии в Алма-Ату я входил в квартиру тогда еще неженатого Мурата, хозяин жарил картошку с бааранией, которую мы оба очень уважали. Баарания – это, конечно, здорово, но основным нашим занятием были поездки: Балхаш, Капчагай, неоднократные пешие переходы через горы на Иссык-Куль (тогда еще не освоенный турбизнесом), Горный Алтай (казахстанская часть).

Первое наше путешествие состоялось в 1964 году, еще до переезда Мурата в Алма-Ату, когда мы были аспирантами. Началось оно с Алма-Аты. В компании с Мадиной Чуриной и Маратом Гильмановым мы перешли через горы на Иссык-Куль, где на совершенно безлюдных песчаных пляжах изображали нудистов (Мадина в отдалении). Во время нашего пребывания на Иссык-Куле приехал ректор КазГУ Темир Байбусынович Дарканбаев с семьей. Вместе с ними была Галя, будущая жена Мурата. Приготовили бешбармак, который я увидел впервые. Я навалился на это потрясающее национальное кушанье (меня подзадоривали комментарии Темира Байбусыновича: «Во москвич дает!») и не рассчитал своих возможностей. В панике я шепнул другу: «Слушай, если я сдвинусь с места, то лопну». Мурат все понял, подложил мне под спину подушку: «Сиди и не шевелись». Часа через два мой организм пришел в норму.

С Иссык-Куля мы продолжили путь уже вдвоем с Муратом. Теперь мы пользовались различными видами транспорта. Автобусом через Фрунзе в Ташкент (до землетрясения), через несколько дней поездом в Самарканд, где мы прожили больше недели. Из достопримечательностей, которыми столь богат Самарканд, большое впечатление произвела могила Тамерлана в забетонированном подземелье, освещенном голой тусклой лампочкой, простое надгробье из серого

бетона. Поражало несоответствие величия личности Тамерлана и простоты погребения, в которой оно пребывало в то время. После Самарканда планировались Бухара и Хива. Но в Самарканде мы пересеудствовали с дынями. Мурат восстановился где-то дня через три, а мои страдания продолжились и в Бухаре, до которой мы все-таки добрались. Несмотря на мои недомогания (Мурат за меня переживал и стеснялся своего хорошего аппетита, я же практически ничего не ел и под палящим солнцем покернел и высох), Бухару и ее окрестности мы осмотрели основательно, однако до Хивы не добрались. Видя мое состояние, Мурат скомандовал – в Москву. Продолжительность поездки по железной дороге Бухара-Москва нам скрасил попутчик по купе, племянник знаменитого поэта С.Я. Маршака (с той же фамилией). археолог и прекрасный рассказчик, возвращавшийся с раскопок, насколько помню, древней Согдианы.

Из других поездок отмечу Горный Алтай (казахстанская часть), особенно запомнившийся не только красотой природы, но и потому, что мы взяли с собой жену Мурата Галю, которая очень эмоционально переживала трудности путешествия по горам: на тяжелых подъемах она возмущалась и называла нас «проклятыми путешественниками». Вообще Мурат всегда, а не только в этом походе, поднимался в горы очень быстро. Я тащился позади и лицезрел мелькание его ног, а о Гале уже сказано. В горных ущельях встречались пасеки, на каждой гостеприимные пчеловоды заполняли медом все имевшиеся у нас свободные емкости.

В 1973 году я прилетел в Алма-Ату через несколько дней после сошедшего в ущелье Медео селя. Мурат рассказал, что как раз в тот злополучный день он повел туда немецкого коллегу любоваться красотами природы. Они вовремя услышали шум приближающейся лавины и успели взбежать вверх по склону. Перепуганный немец воскликнул: «Mein Gott!», а Мурат снимал проносившийся внизу грязекаменный поток. К сожалению, фотографии получились смазанными. Когда через пару дней после моего прилета мы с Муратом поднялись к месту катастрофы, ущелье было неузнаваемым: срезанные, словно бритвой склоны, затянутые глиной обломки стволов тянь-шаньских елей, отвесный обрыв на месте турбазы. Надо сказать, что я уже имел некоторое представление о мощи и катастрофических последствиях селей. Как-то несколько лет назад Мурат водил меня на место бывшего озера Иссык. Там сход селя произошел воскресным летним

днем при большом скоплении отдыхавших на озере алматинцев. После этого на месте бывшего озера осталось большое, совершенно ровное от заполнившей его грязи поле с разбросанными по поверхности могильными холмиками, обустроеннымими близкими людей, погребенных селем. Тягостное впечатление от увиденного усиливалось как бы прилепленными к стенам ущелья остатками шоссейной дороги, срезанной селем, по которой пытались спастись люди, вместе с дорожными знаками.

Где-то в начале 1980-х я был командирован в Алма-Ату в составе комиссии Минвуз СССР для обследования нескольких научно-исследовательских лабораторий биофака КазГУ. Предполагалось сокращение или даже закрытие некоторых из этих лабораторий. При подлете к аэропорту Алма-Аты возникли подземные толчки, и самолет отправили на запасной аэродром в Ташкент. Чтобы скоротить время ожидания, наша комиссия отправилась осматривать город, а я решил остаться в аэропорту, где задремал. Когда подали самолет на Алма-Ату, меня вызывали по радио, но тщетно, и комиссия улетела без меня. Долетев следующим рейсом до Алма-Аты, комиссию я временно потерял и оказался дома у гостеприимного Мурата Абеновича, который ввел меня в курс дела. Так подземные толчки повлияли на работу комиссии. Работа обследуемых лабораторий получила высокую оценку, что не устроило чиновников, организовавших комиссию. Больше меня к участию в таких мероприятиях не привлекали.

В годы горбачевской перестройки Мурат стал народным депутатом Верховного Совета СССР, и мы встречались уже в Москве во время его приездов на сессии Верховного Совета. Как-то он с гордостью принес мне домой из Кремля жуткий дефицит – батон копченой колбасы в роскошной коробке, который раздавали депутатам. Колбаса оказалась окаменевшей и несъедобной – так ценили народных избранников.

Вскоре Мурату пришлось принять непростое решение стать президентом АН КазССР по предложению А.М. Кунаева, который объяснял, что хочет видеть своим преемником порядочного и компетентного человека, какого он видел в лице Мурата. Мурат сильно сомневался. Он обсуждал этот вопрос и со мной, и, скорее всего, не только со мной. Я его отговаривал: «Зачем тебе это надо, разве тебе недостаточно работы в твоем институте?». Но это случилось. Когда через некоторое время я посыпал его на новом посту в Алма-Ате, то

услышал: «А ты знаешь, мне это дело нравится». «Ну, тогда флаг тебе в руки», – ответил я. Но отпущенного ему судьбой времени осталось немного. Это ужасно, но яркая жизнь Мурата Абеновича Айтхожина оборвалась слишком рано, в 48 лет, на самом взлете.

Из Москвы на похороны мы летели вчетвером: А.С. Спирин, Л.П. Овчинников, Г.Г. Гаузе и я. Там А.С. Спирин сообщил нам новость, что академик АН КазССР Айтхожин избран также и членом-корреспондентом АН СССР.

После ухода Мурата я ни разу не был в Алма-Ате. Слишком тяжело.

М.А. ТЕМИРБАЕВ,

*доктор медицинских наук, профессор,
академик Европейской региональной организации
Всемирной федерации стоматологов (ERO FDI)*

СЛОВА ПРИЗНАТЕЛЬНОСТИ

Вы воскресили прошлого картины,
Былые дни. былые вечера
Вдали всплывают сказкою старинной
Любви и дружбы первая пора.
Пронизанный до самой сердцевины
Тоской тех лет и жаждою добра.
Я всех, кто жив в тот полдень лучезарный.
Опять припоминаю благодарно.

Фауст. Посвящение

Прошло 28 лет с тех пор, как ушел из жизни выдающийся человек нашего государства, ученый и общественный деятель, лауреат Ленинской премии, президент Академии наук Казахстана, академик М.А. Айтхожин. Мне выпала редкая возможность, будучи в первую очередь практикующим врачом стоматологом и ассистентом кафедры ортопедической стоматологии Алматинского государственного медицинского института, после окончания аспирантуры в 1973 году в первом Ленинградском медицинском институте им. академика И.П. Павлова, находясь в цеховой медицинской, прикладной науке и думающего о дальнейшей научной деятельности, познакомиться, благодаря своей специальности, с ярким и выдающимся человеком большой науки в системе Академии наук Казахстана Муратом Абеновичем Айтхожиным.

С ним меня познакомил другой большой ученый, академик АН Казахстана, и, кстати, мой пациент, Саим Балуанович Батмуханов в 1974 году. Имя М.А. Айтхожина, недавно триумфально вернувшегося из Москвы и вскоре удостоенного звания лауреата Ленинской премии, было на слуху каждого алматинца того времени. Все это создавало атмосферу большого исторического события, большой победы на интеллектуальном фронте, в области новой науки, молекулярной биологии, с которой мы соприкоснулись благодаря заслугам Мурата Абеновича, в то время совершенно молодого 35-летнего ученого. Конечно, для меня было большой честью быть с ним знакомым и

оказать самую возможную и лучшую помощь по моей специальности. Естественно, я приложил все усилия, чтобы после моего врачевания, Мурат Абенович был абсолютно здоров. Ибо, как метко заметил в свое время великий К. Маркс: «Болезнь – это ограниченная в своей свободе жизнь». И это верное напоминание врачу, о том, что в своей деятельности он должен вернуть человеку здоровье, то есть настоящую свободу, которое является принципом моей врачебной деятельности, и я неукоснительно ему следую.

Мурат Абенович остался доволен моей работой. Мы регулярно обменивались новостями о состоянии науки, в том числе и медицины, стоматологии. Это общение стало залогом нашего дальнейшего знакомства, в котором, я надеюсь, были основы взаимного притяжения и понимания. Несмотря на определенную дистанцию между нами, которую я старался держать, осознавая ту высоту, на которой он находился. Мурат Абенович, наоборот, приближал к себе, убирая ненужные бюрократические барьера. Меня, увлеченного наукой, очаровали научные изыскания и успехи Мурата Абеновича в области молекулярной биологии.

Я часто захаживал к Мурату Абеновичу в созданный им институт на ул. Мичурина (сейчас ул. Досмухаметова), видел его стол, заваленный корреспонденцией со всего мира, и реально ощущал пульс тех достижений в области набирающей силы молекулярной биологии и роль в ней Мурата Абеновича. Он с удовольствием и увлечением, показывал новые лаборатории, сверхточную аппаратуру, приобретенную для вновь организованного института. Особое впечатление на меня произвели опыты в холодной комнате, которые проводились днями и неделями, не прекращаясь, с целью изучения циклических процессов.

Несмотря на большую занятость, у Мурата Абеновича всегда находилось время для непринужденного разговора в его кабинете за чашкой чая, для размышлений о насущном, о смысле бытия и т.д. Главной чертой его характера, наверное, было это простое, естественное общение с любыми людьми, как с подчиненными, которые обожали его, так и с посторонними. Не могу не сказать о его отзывчивости и сопереживании, о человеческом участии. В октябре 1975 года у меня родилась дочь Жанара, и Мурат Абенович, узнав об этом, с красивым необыкновенным подарком, мишкой пришел к нам домой. Для нас с женой, это было большой радостью, так как в

это время мы только обустраивали свою жизнь после возвращения из Ленинграда.

Естественно, мне хотелось научные достижения молекулярной биологии использовать в исследованиях по медицине. Мои пожелания не остались без ответа, и в институте молекулярной биологии я провел электрофорез белков секрета слюнных желез человека в полиакриламидном геле для выяснения природы различных заболеваний полости рта. Для стоматологии это было совершенно новое исследование, которое сразу было отмечено специалистами, и материалы этой работы были опубликованы в журнале «Здравоохранение Казахстана» в 1982 г. Эта работа впоследствии явилась фрагментом моей докторской диссертации, посвященной имmunологии полости рта и выполненной в сотрудничестве с научными сотрудниками Института ядерной физики. Лаборатории электронно-парамагнитного резонанса, а также Лаборатории синтеза полимеров Института химических наук АН КазССР, КИЭМ МЗ КазССР, в Московском медицинском стоматологическом институте, благодаря поддержке Мурата Абеновича. Поэтому, я причисляю себя к ученикам Мурата Абеновича.

Мурат Абенович был чрезвычайно отзывчивым человеком. Помню, как приехал к нам домой из Кустаная известный собиратель народного фольклора Сыздык Абильгазин. Работая фотокорреспондентом областной газеты, он в течение своей жизни собрал много фактического материала о жизни известных биев, акынов, жырау из устного народного творчества, которые хотел опубликовать. Обратившись в Институт литературы к известному писателю за помощью, он разочарованно пришел домой, так как тот предложил отдать весь собранный материал за деньги. Я обратился к Мурат Абеновичу и он тут же положительно решил этот вопрос, и впоследствии в 1988 году вышла его замечательная книга «Сөз тапканға колқа жок», за что автор был чрезвычайно благодарен Мурату Абеновичу. Мурат Абенович с большой любовью относился к молодым ученым. Вспоминается также еще один случай поддержки. В то время мой друг Берлин Иришев, контуры которого, как известного финансиста стали проявляться на экономическом фронте, а впоследствии ставшего одним из отцов и основоположников финансовой системы независимого Казахстана, хотел опубликовать свою книгу по денежно-кредитной политике. Познакомившись с его книгой, Мурат Абенович

тут же дал добро на публикацию, и она получила свет благодаря Академии наук. И это только несколько примеров из ряда его добрых, бескорыстных дел, которые были его неотделимой сущностью.

Благодаря Мурату Абеновичу я тесно общался с его старшим братом, доктором технических наук, профессором Нариманом Абеновичем Айтхожиным, который жил в Москве и приезжал ко мне на лечение. Частенько бывая в Москве в период выполнения моей докторской диссертации, мы всегда встречались, как у него дома за чашкой чая, так и в посольстве на Чистопрудном бульваре, а также у нас дома в Алма-Ате.

Несмотря на очень ответственную работу в системе Министерства обороны СССР, Нариман Абенович, также как и Мурат Абенович, был очень отзывчивым, доступным, скромным и простым в общении. Однажды я спросил Наримана Абеновича о том, чем он занимается. Он не мог и не имел, по всей видимости, права открыто говорить о своей работе. Зато он скромно и спокойно ответил, что имеет полномочия подписывать документы на 500 миллионов рублей.

Живя в Москве, Нариман Абенович оставался большим патриотом родного Казахстана. У меня в архиве сохранилась его статья о создании казахского алфавита, адаптированного к компьютерной технологии. От общения с ними остались неизгладимые, теплые, незабываемые, греющие душу воспоминания как о них, так и о том времени, полных планов и надежд...

Мурат Абенович если верил, то безоговорочно доверял человеку. Вспоминается такой эпизод. В 1984 году Мурат Абенович впервые проводил в Алма-Ате международный симпозиум по молекулярной биологии, на который были приглашены 8 Нобелевских лауреатов. Я попросил его пригласить на этот симпозиум из Москвы моего научного консультанта по докторской диссертации, известного ученого профессора И.И. Олейника, который занимался имmunологией. Он сразу дал добро, но так как у него совсем не было времени писать приглашение, дал мне в руки подписанный бланк Академии, чтобы я сам написал приглашение и отправил адресату.

Вспоминая былое, приходится сожалеть, что Мурат Абенович, очень рано ушел из жизни, не реализовав тот мощный научный и творческий потенциал, который был так востребован с приобретением независимости нашей Республики. Он мог сделать чрезвычайно

много как в науке, так и в воспитании молодого поколения ученых. Ведь ему было всего 49 лет. Академик Смет Кенесбаев, сожалея об этом, сказал, что Мурат Абенович, как Чокан Валиханов – промелькнувший метеор на казахстанском небосклоне.

«Жизнь, прожитая прекрасно в нравственном отношении, пожинает последние плоды в виде авторитета». – сказал великий Цицерон.

Избасар РАХИМБАЕВ,

академик НАН РК,

Заслуженный деятель науки Республики Казахстан

ОСТАНОВИСЬ МГНОВЕНЬЕ...

– Что остается от ушедшего друга? – сказал Лао-Цзы. – Отнюдь не вся его жизнь, не пространное описание его многосложного бытия, а какой-то неприметный случай, звук голоса, какая-то фраза, конца которой мы даже не помним и этого нам достаточно, чтобы его воскресить.

Поль Кюдеть. «Уход. Лао-Цзы». 1936

Первая встреча

1963 год, октябрь. МГУ. Московские биохимики начали собираться в ожидании начала традиционного семинара академика Андрея Николаевича Белозёрского. Мой научный руководитель, член-корреспондент АН СССР Вацлав Леонович Кретович строго-настороже предупредил, что мы не должны опаздывать. Я стоял в конце длинного коридора у окна в ожидании начала семинара.

Быстрыми шагами, почти бегом, приближался светлолицый молодой парень. Не знаю почему, но я понял, что он шёл именно ко мне. Он был в незастёгнутом белом халате. Самое первое, на что я обратил внимание – это были его глаза. В них отражался живой интерес, ощущался заряд ума и темперамента. Они выражали неподдельность и искренность. Он подошёл ко мне, как к давнему своему знакомому, хотя виделись мы впервые. Даже не поздоровавшись, сразу спросил у меня: «У тебя есть Трис¹?». Я сказал: «Да, есть. Сколько нужно?». Он ответил: «Как можно больше. Если SERVA, то достаточно одной банки. Мне нужно очень срочно. Через недели две мы получим, тогда я верну». Я сказал: «Могу привезти завтра, а куда?». Он ответил: «Я работаю в лаборатории Спирина в Институте Баха». В это время кто-то его окликнул: «Мурат, зайди к шефу». Он быстро повернулся и ушёл.

Я как-то сразу понял, что это был Мурат Айтхожин. О нём говорил наш учитель, академик Т.Б. Дарканбаев в Алма-Ате, когда посыпал меня в аспирантуру в Москву. Тогда Темир Байбусынович сказал: «Мой ученик Айтхожин проводит научную работу в МГУ,

¹ Исходная соль для приготовления буфера

познакомьтесь, общайтесь, помогайте друг другу». Через минут пять Мурат вернулся и спросил, как меня зовут. Когда я ответил, он сказал, что обо мне ему также говорил Темир Байбусынович, примерно такие же слова, как и мне. Мурат сказал: «Вот видишь, хотя ни ты, ни я не искали друг друга в этой суete, встретились мы случайно, а может быть совсем не случайно».

На следующий день я привёз Трис. Зашёл в лабораторию, там мне сказали, что он в холодной комнате. Когда я зашёл, он стоял спиной ко мне в телогрейке и в ватенках, на голове – шерстяная шапочка. На скрип двери он оглянулся, держа в руках колбу и пипетку. Когда я положил на стол баночку с реагентом, он улыбнулся и очень обрадовался, прямо по-детски и сказал: «Ну ты, молодец, выручил»...

Оказалось, что наша первая встреча действительно не была случайной. Потом мы встречались на семинарах, конференциях и просто так. Началась наша дружба длиною в жизнь.

Рахатизм или в гостях у друга Избуши

В 1965 году, после окончания аспирантуры и защиты кандидатской диссертации Мурат вернулся в Алмату и организовал лабораторию. Работа в лаборатории шла бешеными темпами, иногда почти круглосуточно. Конечно же, он сильно изматывался.

Мы часто ездили в Рахат – в мой родной аул, особенно часто в семидесятые годы. В Рахате жила моя бабушка. Совсем недалеко от нашего домика начинались горы. Мы уходили туда и бродили часами. Уставшие, но довольные, возвращались домой. Ему очень нравилось бывать в Рахате. Там он как бы обновлялся и полностью расслаблялся после неимоверно напряжённой работы.

Бабушка сидела под деревом на своей железной кроватке, покрытой кошмой и одеялом. Мурат садился рядом и она ему долго рассказывала о былом. Вспоминала как у неё насилино у вели единственную корову, когда организовывали колхоз; как работали с утра до ночи, не получая за это ничего; как её сын был репрессирован и безвозвратно погиб.

Мурат внимательно слушал, иногда тряслся голову к плечу бабушки. Она его временами поглаживала по головке. Со мной она это делала только в детстве.

Посидев с бабушкой, он говорил: «Вот это «Рахатизм!».

Когда мы перевезли бабушку в город. Мурат иногда заходил к нам и тут же садился около бабушки, обняв её, и спрашивался о здоровье. От общения с ним она тут же ожидалась. А от общения с ней, он становился уверенным и бодрым. «Рахатизм» продолжался.

Она говорила: «Ой, айналайын!», погладив его. После его ухода бабушка с нежностью произносила: «Өзің әлі бала сиякты ғой». Это было действительно так, в нём многое сохранилось от детства.

Поездка в Звенигород

Мы поехали на Зимнюю школу по молекулярной биологии. Инициатором Зимней школы был академик Андрей Львович Курсанов. Он прислал персональное приглашение Мурату Абеновичу, чтобы он прочитал пленарную лекцию по информосомам растений. Школа обычно проводилась в пансионате Академии наук ССР в Мозжинке, недалеко от Звенигорода.

С Белорусского вокзала выехали на электричке, надо было ехать примерно 30 километров. Вышли в тамбур покурить. К нам подошли четверо ребят с вызывающе наглыми лицами. Попросили закурить. Мурат дал им початую пачку сигарет «Казахстанские». Прочитав надпись, один из них спросил: «Вы что из Казахстана? Хотя по морде видно...». Я ожидал их следующего шага, подумал, сейчас будут шмонать. Один из них вытащил нож и перекидывал в руке, как бы играючи. Мурат спросил: «А далеко еще до Звенигорода?». Их «во-жак» сказал: «Доещете, если останетесь живы. Отдадите денежки, облегчитесь, тогда быстро доещете». Тут Мурат улыбнулся и спросил: «Ребята, вы живете на станции или в самом Звенигороде?». Кто-то из них ответил: «А вам-то что за дело?». Мурат задорно ответил: «Дело очень важное. Дело в том, что в XII веке наши предки были здесь и завоевали «Городок». За это вы собираетесь мстить нам, что ли? Это были наши дальние предки. А вот отцы наши в Великой Отечественной войне участвовали в боях по освобождению Звенигорода от фашистских захватчиков. Вот такие дела, ребята! Мы едем в Звенигород, чтобы посмотреть «Городок», Успенский собор, Рождественский собор и знаменитый монастырь. Может быть, вы нам поможете? Хотелось бы еще побывать в Музее Чехова и Левитана. На экскурсию деньги у нас есть. Если вы примете нас как гостей и экскурсия будет бесплатной, то мы готовы отдать все наши деньги. Мы

студенты и у нас, конечно, лишних денег нет». Мурат говорил всё это так убедительно и доброжелательно, что они начали «оттаивать». Кто-то из них спросил: «А кто такой Левитан? Что-то не русская фамилия». Мурат объяснил им, что это великий художник и что в местном музее наверняка находятся некоторые его картины. По мере того, как Мурат говорил, все больше пропадал агрессивный тон у этих ребят. Когда подъезжали к Звенигороду, один из них вернул нам нашу пачку сигарет. А мы им отдали новых две пачки на память. Когда вышли на перрон, мы с ними стали почти друзьями.

Ребята проводили нас до стоянки такси. Их «вожак» подошёл к одному из водителей и сказал ему: «Наши друзья поедут с тобой. Счётчик не включай». Он даже обнял Мурата и сказал: «Не обижайтесь. Теперь вы наши гости». Со станции таксист повёз нас в сам Звенигород. Как только машина тронулась, Мурат сказал водителю: «Включайте счётчик. Наш друг пошутил». В Звенигороде мы осмотрели все достопримечательности, о которых Мурат рассказывал тем ребятам.

Потом мы попросили таксиста отвезти нас в Мозжинку. По дороге таксист спросил: «Откуда вы знаете нашего «Кучерявого»?». Мурат засмеялся и, указывая на меня, сказал: «Они вместе сидели на Колыме». Таксист, конечно, понял его юмор и тоже засмеялся.

Откуда такая осведомленность у Мурата об истории Звенигорода? На Белорусском вокзале в ожидании электрички он купил буклет с описанием Звенигорода и его истории. По дороге все время читал. Так любознательность Мурата, его дружелюбный тон и обаяние помогли нам избежать неприятностей и почти что подружиться с местной шпаной, в общем-то, неплохими парнями.

Мозжинка

Устроились в пансионате АН СССР, встретили там много знакомых коллег со всего Советского Союза. Пансионат – это огромное здание из красного кирпича с жилыми номерами, столовой, уютным кафе, сауной и удобным конференц-залом. Мурат почти всю ночь готовился к лекции. По-моему, он спал всего часа два-три до завтрака.

Лекция его была потрясающей. Он рассказывал о результатах своих исследований свободных цитоплазматических информосом, полирибосомно-связанных информосом и ядерных информосом.

Было задано очень много вопросов, на которые он отвечал подробно и лаконично. Вместо двадцати минут лекция длилась почти час. Вечером Андрей Львович пригласил Мурата Абеновича на чай в кафе и они долго беседовали.

Недалеко от пансионата находился знаменитый дачный поселок Мозжинка. После войны, в 1947 году, Советское правительство выделило средства на строительство дач для академиков (в то время их было 60), учитывая огромную роль науки в обеспечении Победы в Великой Отечественной войне. Территория каждой дачи занимала один гектар леса, в котором размещался большой жилой дом, а также небольшой домик с гаражом для водителя. Оказывается, каждому академику был выделен персональный автомобиль.

Мы ходили в этот дачный посёлок и видели дачи академиков Капицы, Ландау, Зелинского и других великих учёных. Вот как заботилось государство об учёных. Мы были удивлены и даже восхищены. Мурат сказал: «Неужели страна должна была пережить бедствие, чтобы оценить труд учёных!» Ведь власти всегда должны понимать, какое огромное значение имеют научные исследования, особенно фундаментальные. Дай Бог, чтобы когда-нибудь наступило такое время!».

Куликовка

Это село находится к северу от Чилика, не доезжая Или. Там раньше был совхоз, который возглавлял наш друг Руслан Азимов. После защиты кандидатской диссертации в Москве он решил заняться практической работой и стремился внедрить свои знания в производство. У него это удачно получалось. Он оказался хорошим организатором, как теперь называют менеджером. В последующие годы после перестройки он стал одним из зачинателей большого бизнеса. Возглавлял Продкорпорацию.

Руслан иногда приглашал нас в Куликовку для отдыха и старался создавать условия, чтобы отвлечь от мирских забот. Хочу рассказать о трёх случаях, связанных с Муратом Абеновичем.

На всякого мудреца довольно простоты

Руслан повёз нас утром на берег речки, где была запруда. Это был небольшой тугайный лесок. Мы расположились, разделись и

пошли купаться. А Руслан уехал, чтобы привезти что-нибудь на обед. Лежали мы в тени большого раскидистого лоха, прямо у берега.

Вдруг подъехало несколько человек с киноаппаратом. Мы поняли, что это телевизионщики. Они довольно бесцеремонно, даже не поздоровавшись, расположились около нас. Громко разговаривали, разделись и пошли купаться. Один из них вёл себя довольно бесшабашно, начальственным тоном распоряжался и покрикивал на других. Видимо, он был среди них главным. Разделялся даже догона и спросил у других: «Как там вода?». И пошёл сам купаться. Вернувшись под дерево, он сказал, обращаясь к Мурату: «Слушай, парень, отнеси эти бутылки и положи в воду, но, смотри, чтобы они не уплывли». Мурат иронично улыбнувшись посмотрел на него, взял бутылки с пивом и отнёс в запруду. Через какое-то время один из них принёс сетку с бутылками и они начали пить пиво. На нас, сельских пацанов, ноль внимания.

Они начали бурно обсуждать последний матч чемпионата мира по футболу, который накануне состоялся между Голландией и Германией. Вышел у них спор о том, кто забил решающий гол. Они горячо спорили между собой. И вдруг Мурат не выдержал и сказал, вмешавшись в их разговор: «Гол забил Мюллер с подачи Беккенбауэра». Их «командир» с удивлением посмотрел на Мурата, как будто впервые его увидел и спросил: «А откуда ты знаешь?». Мурат сказал: «Я на спор могу перечислить всю голландскую и всю немецкую команду. Ну, давайте, на что спорить? Можно было бы на пиво, но вы всё выпили сами». Тот сказал: «Чепуха, не верю». Мурат сказал: «Ну, тогда без всякого заклада». И тут же перечислил составы обеих футбольных команд, назвав даже имена их тренеров. У всех у них отвисли челюсти.

В это время подъехал Руслан и привёз на обед картошку с мясом. «О, у нас гости, да? Будем обедать. Давайте, садитесь!» – сказал он, обращаясь ко всем. «Командир» замкнулся в себе, отвёл в сторону Руслана и о чём-то спросил его. Потом сказал своим: «Отчаливаем, нам уже пора». Быстро собрались и были таковы.

Я спросил у Мурата: «Как это тебе удалось запомнить составы команд?». Он засмеялся и сказал: «На самом деле я помню только основных игроков. Фамилии всех остальных я придумал на ходу. Я их разыграл, чтобы не зазнавались эти «интеллигентишки». Мы засмеялись, а он сам от души и громко хохотал, довольный своим озорством.

Потом я спросил у Руслана: «Что это они так засуетились? О чём он тебя спросил?». Он ответил: «Я сказал, что это академик Айтхожин. Видимо, этот режиссёр знал фамилию Мурата. А что у вас тут произошло?». Мурат со смехом рассказал об их вызывающем поведении и высокомерии режиссёра.

Руслан: «Ну, тогда всё ясно. До них дошло, что на всякого мудреца довольно простоты».

Куликовская Мадонна

Как-то осенью Боря Балмуханов на своей машине повёз нас в Куликовку к Руслану. Приехали под вечер. После ужина долго не ложились спать в бесконечных разговорах. Утром, после завтрака, мы с Русланом вышли на улицу и вдруг услышали из дома отчаянный вопль Мурата. Ворвались в дом и увидели, что они борются на полу как мальчишки. Оказывается, Мурат разыгрывал и дразнил Борю и в разгар борьбы у Мурата был вывихнут большой палец правой ноги. Он сидел, схватив обеими руками больной палец. Палец его покраснел и опухал на глазах. Мы все перепугались и начали делать водочную примочку. Это не помогло. Ему было тяжко от страшной боли. Руслан завёл машину и мы, придерживая с обеих сторон, посадили Мурата в машину. Поехали к лекарю-костоправу в этом же посёлке.

Аккуратный беленький домик. Вышел пожилой мужчина лет 60-ти. Руслан сказал: «Ага, помогите. У нашего друга вывихнут палец». Перед домом под навесом положили Мурата на тахту. Он прямо изнывал от боли. Старик пощупал его палец и сказал: «Не бойся, карағым, всё будет в порядке». И крикнул: «Айша, принеси мазь». Из дома вышла его жена, молодая красивая женщина лет 30-ти. Вслед за ней шла подпрыгивая маленькая девочка, держась за подол матери. Старик крепко прижал ногу Мурата к тахте, а она начала поглаживать больной палец, а потом обильно намазала какой-то коричневатой маслянистой жидкостью. Костоправ помассировал и вдруг резко дёрнулся за палец. Мурат только успел охнуть и почти сразу же успокоился. Старик сказал: «Ну, теперь всё в порядке, можешь встать, ходить и даже бегать». И на самом деле, Мурат встал на ноги и нисколько не хромая сам дошёл до машины.

Когда приехали к Руслану домой, мы начали спрашивать, как у него с ногой. Он сказал: «Абсолютно никакой боли. Как только она

прикоснулась руками к больному пальцу, боль почти моментально исчезла». Я сказал: «Мистика! Это твоя мужская гордость оказалась сильнее боли. А эта Мадонна ни при чём». Боря в свою очередь сказал: «Нет никакой мистики. Просто в состав этой мази входит какой-то сильнодействующий анестетик».

Мурат всё-таки не был согласен с нами. Он сказал: «Я действительно почувствовал облегчение, когда она начала поглаживать мой палец. Точно знаю, что боль начала проходить ещё до этой мази. Всё-таки, она какая-то необычная – эта «куликовская Мадонна».

Биотест на звание «Жаксы адам»

Примерно через месяц мы снова поехали в Куликовку. На этот раз Мурат хотел навестить лекаря и отблагодарить его. По дороге купили в Иссыке белый колпак, красивую шёлковую шаль. Там же купили «Барби», тогда только эти куклы появлялись в продаже.

Подъехали к дому, и старик приветливо встретил нас у калитки и пригласил домой. Сам прошёл вперёд и сказал нам почему-то, чтобы мы проходили по-одиночке. Почувствовав наше удивление, он ответил: «Я хочу проверить свою собаку. Она странная, на каких-то людей лает, а на других – нет. Хочу посмотреть, как она отнесётся к вам». Прошёл вперёд и встал около своей собаки, держа ее за ошейник. Первым пошёл я. Собака рвалась с рук хозяина и злобно лаяла. Вторым пошёл водитель. Такая же реакция. Потом пошёл Мурат. Она молча разглядывала его и тёрлась головой о ногу хозяина. Это было поразительно! Мурат растерянно, несмело подошёл к нам. Старик произнёс: «Міне жаксы адам!». На что Мурат ответил со смехом: «Ага, собака ваша просто устала лаять». Старик недовольно: «Жок, бұл адам танитын ит. Өте сезімтал, бостан-боска үрмейді». И погладил свою умную собаку. Такое впечатление, что он проверял не свою собаку, а оценивал нас. Это своеобразное испытание выдержал из нас только Мурат.

Когда ехали обратно, чувствовалось, что он внутренне очень довolen и произнёс: «Надо же, какой любопытный биотест».

Мне показалось, что мы приехали не только поблагодарить лекаря. По-моему, Мурату ещё раз хотелось увидеть «куликовскую Мадонну». А её не было дома.

Ночная уха для друга

Приехал Дима Глазер, аспирантский друг Мурата. Он очень хотел побывать в пустыне и давно мечтал об этом. Леонид Мамонов организовал экспедиционный выезд в Баканас. Загрузили в машину спальные мешки, палатки и продукты. Приехали в Илийский ботанический сад и переночевали там. С утра выехали в сторону озера Балхаш. Остановились на берегу Или в тугайном лесу. Через 500-600 метров от берега начиналась настоящая пустыня.

Диме захотелось побродить одному. Прошел примерно час. Мурат забеспокоился, так как начался сильный ветер. Мы пошли по следам Димы, пока их не задул песком. Нашли его сидящим под саксаулом и играющим с маленькой черепашкой. Вернулись к палаткам и начали ловить рыбу удочкой. До вечера не поймали ни одной рыбки, хотя очень все старались и все хотели, особенно Дима, попробовать ухи. Поздно вечером Мурат сказал: «Давайте спать. безухие!». Мы с Димой забрались в кузов машины, а Мурат с Лёней легли спать в палатке. Замучили комары. Уже под утро Дима разбудил меня и сказал: «Ребята разожгли костёр и спасаются от комаров. Пошли к ним». Уже подходя к костру увидели, что в навесном котле варились уха – уха для друга.

Оказывается. Мурат и Лёня пошли в дом лесника, к которому мы подъезжали днём. Там мы леснику показывали свои командиро-вочные удостоверения, и он разрешил нам расположиться примерно в полутора-двух километрах. И вот, в кромешной темноте, ориентируясь только по береговой линии, сквозь колючие кусты чингиля, они дошли до дома лесника. У него они обменяли бутылку водки на два пакета, полных рыбы.

С удовольствием поели эту тройную уху. Дима похваливал уху, был очень доволен и даже растроган. Больше всех Мурат был доволен тем, что доволен его друг.

Иркутск

В 1972 году состоялась Летняя школа по молекулярной биологии. Мурата Абеновича пригласил прочитать лекцию директор Сибирского Института физиологии и биохимии растений, член-корреспондент АН СССР Фёдор Эдуардович Реймерс. Приехало много молодых учёных со всего Союза. Мурат Абенович прочитал блестящую лекцию

на тему «Гетерологические рибосомы и их функциональная активность». Лекция произвела настоящий фурор.

«Славное море...»

После завершения программы был организован выезд на озеро Байкал. Посетили Лимнологический институт в Листвянке. На всех сильное впечатление произвёл Биологический музей с экспонатами флоры и фауны Байкала. Потом был устроен пикник прямо на берегу озера. Была августовская невыносимая жара. Некоторые смельчаки решили искупаться, хотя нас раньше предупреждали, что байкальская вода своеобразная и очень холодная, примерно 5-6 градусов. Некоторые только мочили ноги и обратно высакивали. Валентин Кефели, Саша Володарский и я решили пройтись по берегу и отошли метров на 50. Вдруг все зашумели и, когда мы оглянулись, то увидели, что все сгрудились и возбуждённо смотрели в сторону озера. Мы быстро прибежали и увидели, как Мурат, дрожа всем телом, выбегает из озера. Оказывается, он смело бросился в воду и пытался поплавать, но тут же выскоцил обратно с криком. Юрий Гаузе выговаривал ему: «Мурат, что же это ты? Говорили же нам, что вода жутко холодная». Мурат сказал, улыбаясь: «Мы же биологи. Биолог любит эксперимент. Вот я и решил провести эксперимент на себе». В это время еще один «экспериментатор», коллега из Еревана с криком: «Биологи, вперёд!», – кинулся в воду. Однако за ним никто не последовал. Выскочив из воды как ошпаренный, он во всё горло орал.

Возвращаясь обратно в Иркутск, пели песни и, конечно же, «Бродягу» и, причём, несколько раз. Особенно вдохновлённо – «Славное море, священный Байкал». Потом выяснилось, что в другом автобусе тоже пели и, притом, эти же песни. Получается, что Байкал произвёл на всех одинаково завораживающее впечатление.

Иркутские достопримечательности: восхищение и обида

Через день мы должны были уезжать и решили побродить по Иркутску. Посетили Художественный музей. Там восхищались картинами Верещагина, Периха, Шишкина, Куинджи. В центре города видели дом Волконских. Княгиня Мария Волконская со своими детьми добровольно последовала в ссылку вслед за своим мужем

– декабристом. В Краеведческом музее особенно нас заинтересовали археологические артефакты бронзового века. Удивительные фигурки животных в скифском стиле. Удачно представлены экспозиции о быте и культуре бурятского народа. Хотя, к слову сказать, в городе мы видели всего нескольких бурят, а в Институте – одну лаборантку.

Зашли в ресторан пообедать. Сидели довольно долго в ожидании официантки. Только эта дородная дама к нам не подходила. Когда она в очередной раз проходила мимо нас, я еще раз попросил её принять заказ. Она, даже не оглянувшись, буркнула: «Если надоело сидеть, можете откочевать!». Я до того разозлился и решил пойти к директору, но Мурат остановил, сказав: «Чёрт с ними, перекусим где-нибудь! Нельзя опускаться до уровня маргиналов».

До того у нас испортилось настроение, что мы решили сразу же вернуться в Академгородок. Подошли к конечной остановке автобуса. Там стояло два автобуса. Мы подошли к первому, в салоне сидело всего несколько человек. Как только мы подошли и уже хотели войти, дверь захлопнулась прямо перед носом. Шофер пренебрежительно оглянулся на нас и дал газу. После случая в ресторане, это уже было слишком. Мурат сказал с обидой: «Дааа! Явно это не потомки декабристов».

Восхищение и обида смешались. Поймали такси и добрались до Академгородка на другом берегу Ангары. Когда через год снова пригласили Мурата Абеновича прочитать лекцию на Летней школе в Иркутске, он категорически отказался.

Тюркизмы в Сибири

Вечером в гостинице Мурат с интересом рассматривал карту Иркутской области, которую мы купили в городе. Время от времени он произносил: «Надо же... Ну надо же». Я было задремал, когда он сказал: «Как интересно. Бери ручку и пиши». И начал перечислять названия местностей по карте.

Оказалось, что много названий рек, гор, селений, звучавших почти по-казахски. Этот листок не сохранился и поэтому недавно посмотрел по интернету карту Иркутской области. Нашёл около 30-ти тюркских названий. Вот, к примеру, некоторые из них: Зун-Мурино, Илан, Зулумай. Ординск, Сахаюорт, Чуйск, Оймур, Бодайбо, Маракан, Илим, Балхтай, Баяндай...

«Представляешь себе, сколько можно найти тюркизмов, если «попутешествовать» по карте всей Сибири!», – сказал он с удивлением и восхищением.

«Экклезиаст» или Последняя книга, которую он читал

1987 год. Начало декабря. Когда я пришёл, он лежал на диване, сильно похудевший. Мурат кивком указал, чтобы я сел около него. Протянул мне небольшую книжку и спросил: «Ты читал Экклезиаст?». Я ответил: «Нет, но я слышал об этой книге. По-моему, это из Ветхого Завета». Он сказал: «Да, это Книга царя Соломона, сына Давида. царя Иерусалимского. Соломон не попросил Бога дать ему богатство и славу, но только премудрость и знание. Потрясающая вещь! Получается, что всё умное уже сказано давным-давно. Как жаль, что я раньше не прочитал эту книгу. Жить было бы гораздо легче. Послушай, я тебе прочитаю некоторые места»».

Он начал читать фразы, которые, видимо, он ранее отметил и, которые на него произвели особое впечатление. Поскольку я не всё запомнил, недавно вернулся к этой книге. Почти точно помню, что он прочитал именно эти изречения: «Что пользы человеку от всех его трудов, над чем он трудится под солнцем? Род проходит и род приходит, а земля остаётся навеки... Что было, то и будет, и что творилось, то и творится. И нет ничего нового под солнцем... Всему свой час, и время всякому делу под небесами: время родиться и время умирать».

Было тяжко от соломоновых слов. Я хотел отвлечь его разговорами на разные темы, но он глубоко ушёл в свои мысли и не поддержал разговор. Потом он снова открыл книгу и сказал: «Знаешь, какая основная мысль, которую я уловил?». Прочитал: «Суeta». Через несколько страниц: «Суeta сует». И опять: «Суeta, суета сует – всё суета». «Экклезиаст» – последняя книга, которую он читал. Это была наша последняя встреча.

Встречи продолжаются...

...В памяти, в душе. Встречи – вспышки памяти, встречи – озарения души. Мгновенье... Мгновенье... Мгновенье. Как мало и так много оно вмещает. Чем дальше, тем ярче становится в этой жизненной суете, «суете сует», неповторимый облик и немеркнущий образ великого Друга, великого Человека.

*Рудольф МОИСЕЕВ,
друг М.А. Айтхожина,
научный сотрудник Института
ботаники и фитоинтродукции*

ДВОЙНАЯ СПИРАЛЬ

Среди моих московских друзей были учёные с мировой известностью, такие как академик Александр Сергеевич Спирин, ведущие специалисты страны. Их приезды в Алма-Ату сопровождались лекциями по молекулярной биологии в университете, пединституте и вызывали огромный интерес у студентов и учёных, поскольку для Казахстана в то время это было малоизвестное направление науки. Это был период, когда кончилось «царствование» Т.Д. Лысенко, и молекулярная биология вышла «из подполья». Со Спириным всегда приезжал Юрий Евдокимович Ерохин, известный учёный, прекрасный человек и надёжный друг.

Мурат выезжал с нами в охотничьи путешествия. Меня с ним связывала давняя дружба, еще со студенческих лет. Он очень любил общаться с природой, и мы, когда появлялась такая возможность, выбирались в походы, чаще – в горы. Иногда это были довольно далёкие маршруты, например, из Алма-Аты шли пешком на Иссык-Куль. В 1973 году, в дни, когда плотина в Медео задержала мощный сель, мы вместе ходили на ледник Туюк-Су и стали свидетелями этого грозного явления природы. Общение с природой как ничто сближает людей, закладывает хорошие дружеские отношения. В конечном итоге, под руководством Айтхожина, молекулярная биология в Казахстане не только стала успешно развиваться, но и вылилась в организацию Института молекулярной биологии и биохимии АН КазССР, который в настоящее время носит имя Мурата Абеновича Айтхожина.

«Простор», 2009. – №6. – С. 169-179

ШЕФ И ТЕЗКА

Он появился в моей жизни сразу как Шеф. В ту пору я только преодолел 1 метр и 10 сантиметров своего собственного роста и имел некоторое представление о мире. Но на моем жизненном пути подобное еще не встречалось. Он вытащил меня из кустов, где я воевал с теми, с кем воевали все советские дети. Осмотрев меня и мое оружие, он изрек: «Будешь меня слушаться, и тогда я произведу тебя в лейтенанты». «А сам ты кто?», – законно поинтересовался я. «Я буду генералом, – ответил он, – У меня будет одна большая звезда на погоне, а у тебя две маленьких». За словом в карман я лезть не стал: «А две большие звезды еще лучше». Оказалось, что он тоже был без карманов: «А три звезды еще лучше». Против этого возразить было нечего, и наши отношения приняли форму, закрепленную общевойсковым Уставом.

Впоследствии эта иерархия сохранилась на всю жизнь, когда год от года он постепенно повышал меня по службе, исходя из одному ему известных критериев. Но в тот день мы решили, во избежание ненужных кривотолков, сохранить эту субординацию внутри узкого круга. В обществе он предложил именовать его как «Шеф», а мне, в свою очередь, был пожалован титул – «Тезка».

После заключения соглашения об идентификации мы дружно зашагали по тропинке, соединявшей два дачных участка. Тем самым душа ребенка была завоевана без единого мороженого, и началась дружба Шефа с Тезкой.

Практическая польза от такой дружбы выявились сразу. Проанализировав некоторые сложные моменты моего общения с близлежащей частью солнечной системы, он вынес (наверняка не без учета собственного опыта) всеобъясняющее суждение: «Ты должен знать – все Мураты немного с приветом!». ни в детском саду, ни в первом классе жизнь таким простым образом не объясняли. Дружить становилось все интереснее. Я уже осознавал, что скучаю по Шефу, когда долго не общаюсь с ним.

Впрочем, жизнь тогда была щедра и благосклонна. Каждый из нас переживал свой романтический период. Их лаборатория

располагалась недалеко от нашего дома, и сотрудники часто забегали к нам на обед или после работы. Они были типичные шестидесятники. В том неповторимом сочетании строгой образованности, интеллигентности и раскованности.

Тогда в нашей стране в избытке еще водились молодые люди, увлеченные своим делом, а некоторым из них поручали заниматься по-настоящему серьезными вещами. Романтизм этой увлеченности завораживал. Их энтузиазм не уступал энтузиазму отчаянных первопроходцев двадцатых и тридцатых годов, но страна уже была другой. Их наука, оправившаяся от потрясений и гонений, к тому времени обросла архитектурой системной научной организации. И я уже тогда понимал, что идея, родившаяся даже в разговоре у нас на кухне, обязана пройти все круги академического отбора до финального выхода на московский форум. Потому, что тогда слово «Москва» значило гораздо больше, чем сейчас.

Ясно, что при их беседах мои уши торчали как у немецкой овчарки, охраняющей рубежи Родины. Интерес к общению микро- и молекулярных биологов подогревался ненавистью к микробам. Очень хотелось кое-что им посоветовать от себя, но опасение выглядеть неубедительным в глазах Шефа уберегло микробов от беспощадно воинственного вклада первоклассников в мировую микробиологию.

Слушать их разговоры было интересно еще и потому, что Шеф мог обрисовать достаточно сложную концепцию во вполне понимаемых образах. По-моему ему даже доставляло удовольствие последовательно подавать идею во все более простой форме, пропорционально тому, как росло и углублялось его собственное понимание.

Описанный романтический период подарил Шефу выдающиеся плоды. Он заложил основы и достаточно далеко продвинул в своей работе.

Я же по окончанию своего романтического периода (в том возрасте каждый божий день в радость) вступил в пионеры и по примеру Шефа увлекся хоккеем (тем, который надо смотреть по телевизору). Здесь подстерегала неожиданность. Шеф категорически не болел за нашу сборную. Этот казус был отражен в его загадочной формуле: «Наши не ваши, а ваши не наши».

На мой взгляд, это было неприятие систематических побед нашей хоккейной сборной на всех соревнованиях. Это казалось ему неестественным. Зато совершенно естественным было позвонить

нам поздно вечером, позвать к телефону меня выслушать отчет о хоккее, который он, ввиду занятости не посмотрел. Иногда интересовался: «В школе тройбанов отвратом?». Выслушав ответ, заключал: «Если по общественным предметам, то это ничего».

В то время в стране существовали «Физики и Лирики». Проще говоря, было два лагеря ученых. Одни занимались естественными и прикладными науками, другие гуманитарными. Первые, что называется, сидели на земле и по этой причине отличались намного более углубленной доказательной базой, с которой они проходили все ступени академической иерархии.

А у гуманитариев все было еще интереснее. Жизнь в стране тогда была страшно зависима от идеологии. И профессора гуманитарных наук, прочитавшие много разных книг, в том числе и на иностранных языках, должны были подчиняться логике нескольких человек, которые об этих книгах даже не слышали, но зато заведовали всей идеологией. Тогда эти профессора, от греха подальше, использовали в качестве доказательной базы цитаты правильных классиков. И все.

Как-то раз, один такой профессор втянул Шефа в политическую дискуссию. Шеф дважды заходил на своего оппонента с тяжелыми аргументами. Тот отбился цитатами. Третьего захода не последовало. Во всем ищущий если не смысл, то хотя бы пользу ум Шефа тут же подсказал ему возможность применения таланту собеседника. Выпрямившись, он встал возле профессора, который оказался ростом ему по грудь: «Послушай, – живо произнес Шеф, – у меня завтра собрание, надо тебя сюда положить, – и он поднес руку к внутреннему карману пиджака, как фокусник, прячущий зайца, – буду я докладывать, а когда надо кого-то процитировать, я тебя вытащу, ты выдашь что нужно и обратно в карман. Очень удобно – без шпаргалок».

Подобные штучки, которые он выдавал регулярно, у некоторых ограниченных умов реально вызывали подозрение. Протест против рутины и шаблона легко спутать с нехорошой формой космополитизма.

Но это было не так. Он работал для страны так, как это мог делать человек его профессии, его звания и положения. Без пафоса и риторики. Об этом говорит его предельно неформальное внимание к подготовке отечественных научных специалистов.

В исполнении Шефа я наблюдал это в такой форме. «Каждый год отправляю 10 молодых сотрудников для аспирантуры в Москве и других научных центров», – рассказывал он мне. «При этом точно знаю, что 9 из 10 учиться не будут. А все это ради одного, который может что-нибудь сделает. И вот, представляешьь.» – продолжает он, – «приезжаю я в Москву на сессию Верховного Совета. Встречаюсь с руководителем нашего аспиранта и слышу, что тот сделал гениальную вещь. Приглашаю на чай к себе в гостиницу и обсуждаю его работу. Представь себе, какой для него стимул, когда его директор, академик показал, как важен его результат».

Техническое оснащение его института, когда он стал его директором, было одним из лучших в Советском Союзе. И на этой технике работала молодежь. Я, будучи уже молодым специалистом, забегал к ним, чтобы просто посмотреть на шведские хроматографы. Там я в первый раз увидел персональный компьютер – Apple. Официально их тогда в республике было всего два. И оба в его институте. Его энтузиазм шестидесятников был вполне освоен тогдашним институтским народом. Во всяком случае, я часто видел, как окна в институте светились допоздна.

Многие знали, как Шеф может естественно вписаться в ситуацию. Например, я ему говорю: «В Москву приехал Жорж Помпиду». «А Помпидушка тоже?» – тут же интересуется он. Но один раз я видел его, если так можно выразиться, выглянувшим за ситуацию. Зима, гололед, мы едем в такси. На перекрестке вдруг машину закрутило. В это время по пересекающей дороге прямо на нас несется другое такси, которое на льду тоже не может остановиться. Самое натуральное поведение для человека в салоне – просто начать орать. Но за мгновение до аварии включается комментарий увлеченного происходящим Шефа: «Раз... Два... Три... Стукнулись!». Наверное, отвлекся от того, что сам тоже ехал в нашей машине.

Шеф вместе с моим отцом Кабдошем Джумагазиевичем и Эрнестом Акимовичем развили стандартные родственные отношения мужчин, женатых на сестрах до продвинутого клуба триединой идеологии, называемой в народе «Бажовщина». Но при этом у них действовало строгое правило – говоря «Бажовщина», следовало немедленно оговориться, что «Бажовщина – это не Ежовщина». Наиболее политически подготовленному из них Эрнесту Акимовичу эта оговорка особенно нравилась.

Жизнь внутри «бажовщины» регулировалась по понятиям все того же романтизма 60-х. По-видимому, у них действовало негласное правило не просить друг друга о том, что потребовало бы прямо использовать свое служебное положение. Исключение составляли случаи, когда проблему можно было решить официально. Тогда использование личных контактов считалось допустимым.

Судить про то могу из первых рук потому, что один раз это коснулось меня. Однажды меня пригласили в аспирантуру одного подмосковного института. Проблема заключалась в том, что приглашение состоялось после беседы с руководителем темы, которая прошла у нас в Атма-Ате, без стандартной процедуры с разнарядкой и пр. Но тема была союзного значения и находила практическое применение в Казахстане. В этой связи в Москве посчитали целесообразным взять двух аспирантов из Казахстана, чтобы подготовить из них будущие кадры для республики.

Поскольку данный путь несколько отличался от принятого, здесь потребовалась виза одного человека, о существовании которого я тогда даже не знал. Проблема вполне решалась официально, но несколько нетипично. По этой причине мне идти к этому человеку было не по чину, и визит нанёс мой отец. Вернувшись, он долго подбирал слова, а потом все рассказал. Означенное лицо признало то, что отец и президент Академии наук КазССР были членами клуба «Бажовщина». Соответственно последовало деловое предложение – виза на моей аспирантуре в обмен на его назначение на пост... Изложив все это, отец несколько подавленно посмотрел на меня. «Пусть Мурат Абенович объяснит ему, что солдата на фельдмаршала не меняют», – ответил я. После этого мы молча разошлись по своим комнатам переживать величие и критичность момента.

На следующий день все это дошло до Шефа. «Что, Мурка прямо так и сказал?» – несколько раз переспросил он отца.

В наши дни подобные проблемы решают, не задумываясь. Но они были такие люди, что даже в таком эпизоде следовали своему пониманию жизненных приоритетов. Государственные интересы соблюдались за счет уступок в личных. При этом действующие лица были очень довольны собой, поскольку чувствовали нарастающую заинтересованность в решении задач уже государственного масштаба, и не подставлять высокое должностное лицо по мелочам означало прямо помогать ему.

С высоты своего сегодняшнего понимания я уверен, что его, Шефа, антитеза механическим принципам работы бюрократической машины отнюдь не напоминала поединок с ветряными мельницами. Несомненно, шансы у него были. Его гибкий и рациональный ум вполне мог найти варианты использования бюрократической энергии в мирных целях, исключив всякое нежелательное противостояние. А личному обаянию было по силам открывать двери, недоступные многим другим. Впрочем, это уже альтернативная история. Судьба имела на этот счет собственный сценарий.

В последние годы его жизнь приобрела черты необратимого взрывного горения. На фоне невероятного количества разноплановых дел, которые он по своим должностям обязан был выполнять, его амбиции требовали результата и признания всех откровений, посетивших его разум.

А это всегда влечет за собой решение до сих пор нерешенной загадки от физики жизни. Стоит ли гореть, добиваясь признания среди смертных, или сохранить в себе искры гениальных озарений, подобно Ньютону и Фарадею, отложивших самые значимые рукописи в ящик стола и взамен проживших долгую жизнь в окружении любящих близких. Что же нам ближе – светскость Моцарта или величие уединенности Бетховена? Люди всегда пытаются узнать ответ на этот вопрос. Иначе в этих воспоминаниях нет никакого смысла.

Атмосфера, август 2015 года

*Р. К.-Г. КАРАКЕЕВА,
сотрудница Лаборатории биохимии зерновых культур
Института молекулярной биологии и биохимии
им. М.А. Айтхожина*

ОН БЫЛ И ОСТАЕТСЯ ГОРДОСТЬЮ КАЗАХСКОГО НАРОДА

Из памятных лет
Мы мчимся, нас кнутом
подстегивает время,
Мы спотыкаемся, но нас
не тем судить,
Кто даже ногу не поставил в стремя
И только поучает всех, как жить.

Е.М. Прилаков

Мне посчастливилось быть свидетелем некоторых событий из жизни Мурата Абеновича и его семьи.

Вспоминаю, как он готовил докторскую диссертацию. Мурат Абенович поехал в библиотеки Москвы и Пушкино, чтобы дополнительно поработать с научной литературой. Он приехал с большой пачкой перфокарт, сказав, что помнит содержание каждой. Мы с Галией называли автора или название статьи или книги, а Мурат моментально говорил название работы и о чем в ней говорилось. Мы повторяли это много раз и снова убеждались в феноменальной исключительной памяти Мурата.

Он очень быстро написал докторскую диссертацию. Его верной помощницей была жена, Галина Темировна Дарканбаева. Галина Темировна ежедневно и не раз бегала к машинистке с текстами. Затем Мурат правил напечатанное и возвращал на чистовую распечатку. Учитывая красивый, четкий почерк Мурата, работа была оформлена быстро.

Мурат обладал мощным, природным интеллектом, он блестяще защитился в 1976 г. в Москве, получив диплом доктора биологических наук по специальности 03.00.03 – «Молекулярная биология».

Мурат Айтхожин безупречно провел в 1984 году Международный симпозиум «Перспективы биоорганической химии и молекулярной биологии». Все сотрудники института предварительно проучились на курсах английского языка. Сам Мурат Айтхожин в

совершенстве владел французским языком и, конечно же, английским. В Алма-Ату приехало много гостей, среди них известные учёные, а также Нобелевские лауреаты Лайнус Полинг, дважды лауреат Нобелевской премии, Дороти Ходжкин и др. Мы помним пророческие слова Мурата Абеновича: «Смотрите на них! Вы их больше никогда не увидите!». Дороти Ходжкин рассказала нам, что преподавала в Оксфорде кристаллографию премьер-министру Маргарет Тэтчер и что такие талантливые политики могли бы стать великими учёными.

Помню, когда первый компьютер фирмы «Apple» появился в лаборатории, мне казалось, что только Мурат Абенович и талантливый инженер Валерий Гросс понимали, какую пользу принесут компьютеры для общего развития науки.

Как-то весной Мурата Абеновича пригласили во Фрунзе в АН Киргизской ССР прочитать лекцию по проблемам молекулярной биологии. Они приехали в Киргизию вместе с академиком С.Е. Северным. Мурат Абенович выступал после московского гостя. В зале, как говорят, негде было яблоку упасть. Мест не хватало, многие сотрудники стояли и слушали доклад очень внимательно. Мурат Абенович уже тогда был очень популярен и известен в научной среде.

В институте долгие годы работала добросовестный бухгалтер Хашифа Махмудовна Махмудова. За каждый фломастер, авиабилет в те годы требовалась полная отчетность. Когда сегодня слышишь термины «экономическая прозрачность», «управленческая антикоррупционность», то вспоминаешь безупречную «двойку рулевых», Мурата Абеновича и Хашифу Махмудовну.

В целом там, где начинал дело Мурат Айтхожин, плохих, невезучих команд, как правило, не было. Каждый человек был на своём месте. Поэтому в институте под руководством Мурата Абеновича работала целая плеяда талантливых заместителей директора, учёных секретарей, руководителей лабораторий, групп и хозяйственников.

Сила обаяния, харизма, простота и в то же время доступность в общении были настолько велики, что Мурат Айтхожин без труда подчинял себе других. Поэтому сотрудники увлеченно и неистово выполнялиочные эксперименты, часами работая в «холодной комнате». Они серьезно и с азартом составляли заказы на оборудование и реактивы, «пробивая» их затем в Кривоколенном переулке Москвы, а перед международным симпозиумом истово катили

перегруженные тележки с канцтоварами, бытовой химией, бумагой, салфетками по подземным коридорам ЦУМа, а также круглосуточно встречали дорогих гостей, несмотря на усталость.

В жизни Мурат Айтхожин трогательно и нежно относился к своим дочерям. Семья Мурата в быту жила скромно, без чопорности и снобизма. Это напоминало быт молодых аспирантов. Атмосфера была легкой, доброжелательной, а стол – щедрым. Двери дома были всегда открыты для друзей и коллег.

К 60-летию Мурата Абеновича коллективом института при поддержке месткома и парткома было решено создать памятный музей-кабинет. Для его оформления был приглашен известный художник, специалист музейного дела Эдуард Паращенко, который вник в идею создания памятного музея, проявив при этом свое личное, теплое отношение.

В музее показаны подлинные документы и экспонаты, которые предоставила Галина Темировна, а именно: дипломы кандидата и доктора наук, медаль лауреата Ленинской премии и диплом к ней, орден «Дружбы народов», а также подлинные фотографии и некоторые личные вещи Мурата Айтхожина. Музей-кабинет был «живым», в нем проходили ученые советы, защиты диссертаций, семинары и собрания. В 1989 г. на конференцию, посвященную памяти М.А. Айтхожина приезжал его «шеф» и друг, директор Института белка, доктор биологических наук, лауреат Ленинской премии А.С. Спирин вместе с доктором биологических наук, профессором Ю.Е. Ерохиным. А.С. Спирин, увидев фильм о международном симпозиуме 1984 г., интервью с Муратом Айтхожиным, был тронут до слез...

Впоследствии музей-кабинет часто посещали сотрудники, учёные, приезжавшие из других городов, студенты и люди, знавшие Мурата Абеновича. Музей-кабинет был интересным, содержательным, но, к сожалению, в дальнейшем не был дополнен новым материалом.

Судьба распорядилась так, что Мурат Айтхожин ушел рано. Я уверена, что пятеро внуков Мурата оставят заметный след на земле, как сделал это их дедушка. Для этого супруга Мурата Абеновича, Галина Темировна и их дочери прикладывают все свои силы.

Сегодня из моего окна видна мемориальная доска с барельефом М.А. Айтхожина, которая вызывает ностальгию о молодости. Мурат Абенович был человеком будущего, а будущее еще не наступило... Он был и остается гордостью казахского народа.

С.А. НАУРЫЗБАЕВА,

Почетный профессор

Академии искусств им. Т.К. Жургенова,

доцент кафедры хореографии

В ПРОШЕДШЕМ ВРЕМЕНИ НЕВОЗМОЖНО...

Говорить о Мурате в прошедшем времени невозможно. Мурат живет в сердцах многочисленных учеников, друзей, родственников. Я и мой супруг, Кабдош Джумагазиевич Наурызбаев были знакомы с Муратом и его братьями еще по Москве в аспирантские годы.

Вспоминаю июль 1966 года. Мурат защитил кандидатскую диссертацию в Москве, а несколько дней спустя моя двоюродная сестра Гаяля закончила биологический факультет МГУ и защитила диплом. Тогда Мурат не был женат на Гале; они поженились в 1969 году. Почти что все крупные семейные события и праздники, мы, близкие родственники, семьями проводили в доме у Темира Байбосыновича Дарканбаева (улкен шанырак). Мурат был общительным, веселым, много шутил, играл с детьми, развлекая детей, он сажал их на спину, изображая коня, скакал по квартире. В эти минуты он забывал обо всем, превращаясь в ребенка.

Дети и все взрослые очень любили его и не хотели расставаться. Он любил моего старшего сына Мурата, называя его «мой тезка». Зная увлечение Мурата военными, Мурат Абенович, когда был в командировке в Москве, выделил время зайти в «Военторг» и купил моему сыну военную фуражку, сказав, вручая, что это – награда от генерала Москвы за отличное поведение. Моему сыну было 4 года, он поверил этому и очень гордился.

Мурат Айтхожин очень дорожил своим временем, поэтому никогда не засиживался в гостях, как бы мы этого не хотели. О Мурате можно говорить долго и много вспоминать.

Он был прост и доступен в общении, какие бы высокие должности ни занимал. Он любил свою прекрасную семью. Галина была преданной супругой, которая посвятила всю свою жизнь семье, детям. Она была надежным тылом для Мурата, который мог всецело заниматься своей любимой работой.

У этой семьи много друзей, подруг, они дружат до сих пор. Эти милые, добрые, искренние, бескорыстные подруги семьи: Света,

Клара, Роза. Я знаю, что они всегда, в любое время могут прийти на помощь. У Мурата с Галей всегда были открыты двери, и не только для друзей. У них замечательные дети, сегодня бы ими гордился папа. Жаль, что он не увидел своих прекрасных внуков.

Нашей семье и всем, кто с ним общался, очень повезло: он был рядом с нами. К сожалению, такие люди рождаются редко...

Б.Д. ХИСАРОВ,
кандидат технических наук,
профессор, заведующий кафедрой системы управления
аэрокосмической техникой
Алматинского университета энергетики и связи,
друг М.А. Айтхожина

МУРАТ – ВЕЛИКИЙ УЧЕНЫЙ, ХОРОШИЙ ДРУГ

Так получилось, что с Муратом я познакомился в Алма-Ате у Эрика Серикова, его свояка и моего друга, с которым я работаю по сей день. Но в тот момент я уже много был наслышан о Мурате. Меня до сих пор удивляет тот факт, что я с ним учился в одно и то же время в Москве и не был знаком с ним. Видимо, мы были заняты каждый своей учебой и наукой... Потом мы познакомились семьями, т.к. моя жена Лариса работала с Галей Дарканбаевой.

До нашего знакомства я много был наслышан о научных достижениях Мурата, его организаторских способностях. Ещё приятнее было узнать, что он является лауреатом Ленинской премии. Я знаю московскую научную атмосферу. И надо быть, действительно вундеркиндом, чтобы быть включенным в коллектив авторов самой высокой награды СССР.

И я был вдвойне горд за него, за Казахстан и за то, что знаком с ним. Ведь на тот момент он – Мурат Айтхожин – стал одним из двух казахов за всю историю Казахстана, получившим Ленинскую премию. Ранее такой же премией был награжден выдающийся ученый Казахстана – Каныш Сатпаев.

Мурат очень заботился о своих кадрах. В период его директорства М.А. многие научные сотрудники стажировались в лучших институтах страны и за рубежом.

Мурат много сил тратил в верхних эшелонах власти для получения дополнительного финансирования с целью повышения эффективности работ института.

Затем был значительный и важный период его президентства Академии наук РК. В середине восьмидесятых встал вопрос о новом президенте АН КазССР. В те годы на эту должность утверждали в Москве, в ЦК КПСС. Все наши знакомые в этот момент были убеждены в том, что именно Мурат будет избран президентом АН КазССР. За день до вылета

в Москву вечером Мурат вызвал меня, и мы долго беседовали возле здания Академии наук. В тот вечер Мурат задал вопрос: «Что думают о предстоящем событии наши друзья?». Я сказал, что они просили сказать Мурату, что он не имеет права отказываться от этой должности и что на данный момент ему нет альтернативы, учитывая его достижения, заслуги и способности. Я добавил, что все друзья не простят ему отказа и желают удачи. Справедливость восторжествовала. Мурат Айтхожин стал президентом Академии наук КазССР.

Я не работал в академических институтах. Но мне говорили, что при Айтхожине Академия наук получила второе дыхание. Он сделал много для того, чтобы поднять на новый уровень научные исследования. При этом он показал свою осведомленность, знания по всем научным направлениям.

Его научный авторитет был высок в биологической сфере СССР и во всем мире. Именно это позволило организовать Международный симпозиум мирового масштаба в Алма-Ате. На данное мероприятие приехали лауреаты Нобелевской премии, в том числе и дважды лауреат этой премии Лайнус Полинг.

В декабре 1987 года Мурат Айтхожин был избран членом-корреспондентом АН СССР. Об этом сообщалось в центральной прессе.

Первый раз я появился в квартире Мурата, которую он получил от Академии наук. Сюда переехала вся семья, и квартира была такой большой по сравнению с прежней, что дочери всюду катались на велосипеде, визжа от радости. С этой квартирой у меня много приятных воспоминаний и историй.

С самого начала хочу сказать, что Мурат очень любил и уважал Галину – жену и свою верную спутницу. И безумно любил своих дочерей.

Мурат и Галия имели большой круг друзей. Когда собирались у них дома, то проводили веселые вечера. Мурат был незаурядным заводилой, мастером разных реприз, сцен. При всей эрудированности и разносторонности Мурат не любил играть в настольный игры. Считал это пустой тратой времени. Но очень любил за чашкой чая подискутировать на разные темы, выясняя наше мнение. И достаточно редко были ситуации, в которых он был не осведомлен.

Он всегда радовался тому, что знает чуть больше, чем мы. Я вспоминанию один эпизод. Как-то он спрашивал: «Откуда появилось слово карандаш?». Я не знал. А он пояснил, что это слово

французское. Изобретателем был француз, художник-карикатурист по имени Caran d'Ache. Мне было приятно об этом узнать.

У него был непростой характер. Мне казалось, что, по крайней мере, когда я познакомился с ним, на него как-то давил синдром уже известной личности. Он знал, что он неординарен. И в зависимости от того человека, с которым он вел беседу, Мурат держался по-своему.

Но в домашних условиях он был прост и терпелив. Давал полную волю и свободу Гале. Он всецело доверял ей. Ему было всегда, как я думаю, приятно, когда дома собирались друзья. Он всегда принимал активное участие в разговорах, шутил. И ему доставляло огромное удовольствие, когда он приводил в чувство компанию, ставя всех зачастую в тупик своими шутками и высказываниями. Я не удивлюсь, узнав о том, что Гая собирала часто друзей, чтобы Мурату было приятно. Он был для нее всем.

В личном плане Мурат был избирательным. Он выбирал тех, кому мог довериться, с кем мог поговорить, поспорить, проверить правильность суждений.

Одно время у него был очень узкий круг друзей. Это были Аскар Утешев – ректор института физкультуры. Амин Туяков – серебряный призер Олимпиады, гордость Республики. Люба. Мурат называл его «Пан спортсмен». В это число входили Избасар Рахимбаев – директор НИИ, и я. Булат Хисаров.

Если посмотреть на этот список, то можно сказать, насколько мы были разными по профессиям и темпераменту. Может быть, эта «разношерстность» и привлекала Мурата. Разные видения, разные взгляды, разные суждения. И, кажется, он черпал у нас вдохновения, новые мысли. Мы несколько раз бывали в этом составе у меня на даче, в Широкой щели.

Как я уже отмечал выше, Мурат не очень любил играть в настольные игры. Он предпочитал дискуссии по тем или иным вопросам и так заводил разговор, что время пролетало незаметно, и в итоге все были довольны, но при этом каждый так и оставался при своем мнении.

Здесь хотелось дополнить, не хвастаясь, что он был со мной в доверительных отношениях. Мы говорили абсолютно на разные темы: от простых житейских до политики. Почему-то для него было важно именно мое мнение, мнение «простого люда».

Поэтому я всегда был; есть и буду горд тем, что я был у него и рад, что помогал ему в разные моменты жизни.

Мурат всегда останется для меня человеком, хорошим другом и большим умницеи.

Есть все-таки Бог в природе, который подарил его для нас, для Казахстана.

**КАНДИДАТСКИЕ ДИССЕРТАЦИИ,
ВЫПОЛНЕННЫЕ ПОД НАУЧНЫМ РУКОВОДСТВОМ
М.А. АЙХОЖИНА**

1. Беклемишев А.Б. Сравнительное изучение цитоплазматических рибосом высших растений и млекопитающих. – Алма-Ата, 1974.
2. Назарова Л.М. Рибонуклеиновые кислоты и рибонуклеопротеидные частицы цитоплазмы растительных клеток. – Алма-Ата, 1976.
3. Аханов А.У. Информосомы различных классов в растительных клетках. – Алма-Ата, 1977.
4. Дошанов Х.И. Синтез цитоплазматических РНК и локализация их в РНП-частицах при созревании и прорастании зародышей пшеницы. – Алма-Ата, 1977.
5. Филимонов Н.Г. Исследование полинадениловых последовательностей мРНК растительных клеток. – Алма-Ата, 1978.
6. Искаков Б.К. Полипептидный состав различных классов информосом и РНК связывающих белков клеток высших растений. – Алма-Ата, 1981.
7. Пушкарев В.М. Освобождение мРНК из изолированных ядер зародышей пшеницы. – Алма-Ата, 1982.
8. Гросс В.Н. Разработка методов и создание на их основе автоматических анализаторов радиоактивности для биологических исследований. – Красноярск, 1984.
9. Полимбетова Н.С. Ядерные рибонуклеопротеиды высших растений. – Алма-Ата, 1985.
10. Бельгибаев С.А. Регуляция экспрессии генов белков теплового шока на ранних этапах прорастания зародышей пшеницы. – Алма-Ата, 1987.
11. Айташева З.Г. Иммунохимические разделение и выделение индивидуальных информосом растений. – Алма-Ата, 1987.
12. Шманов М.А. Цитокинин – связывающие белки зародышей пшеницы. – Алма-Ата, 1988.

ХРОНОЛОГИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ ТРУДОВ

1. О скрытой деградации рибосом // Биохимия. 1962. – Т.27. вып. 4. – С. 744-751. (Совместно с А.С. Спириным, Р.С. Шакуловым).
2. Информационная рибонуклеиновая кислота на ранних стадиях развития зародышей вынона *Misgurnus fossilis* // Докл. АН СССР. 1963. – Т. 153. – №2. – С. 464-467. (Совместно с А.С. Спириным, А.А. Нейфахом).
3. Информационные рибонуклеиновые кислоты дифференцирующих животных клеток // Биохимия. 1964. – Т. 29, вып. 2. – С. 363-374. (Совместно с Н.В. Белициной, Л.П. Гавриловой, А.С. Спириным).
4. Информационные РНК в раннем эмбриогенезе // Журн. общ. биол., 1964. – Т. 25. – №5. – С. 321-338. (Совместно с А.С. Спириным и Н.В. Белициной).
5. Нуклеиновые кислоты на ранних стадиях развития зародышей рыб (на примере *Misgurnus fossilis*) // Биохимия. 1964. – Т. 29, вып. 1. – С. 169-175. (Совместно с Н.В. Белициной, А.С. Спириным).
6. Информационные РНК в раннем эмбриогенезе // Клеточная дифференцировка и индукционные механизмы. – М., 1965. – С. 18-37. (Совместно с А.С. Спириным и Н.В. Белициной).
7. Информационные РНК и информосомы дифференцирующих клеток // Мат-лы конф. молодых ученых. – Алма-Ата, 1967. – С. 44.
8. Синтез РНК и ДНК в процессе развития *Misgurnus fossilis* // Мат-лы I науч. конф. молодых ученых АН Каз ССР. – Алма-Ата, 1968. – С. 268.
9. Выделение, очистка и характеристика 5 S рибосомной РНК из высших растений // Тез. секц. сообщ. II Всесоюз. биохим. съезда. – Ташкент, 1969. – С. 26. (Совместно с Р.Ж. Азимуратовой, Б.Т. Тулегеновой, Т.Б. Дарканбаевым, Л.М. Назаровой, Б.С. Токарь).
10. Информосомы зародышей вынона. Седиментационные и плотностные характеристики // Мол. биол., 1969. – Т. 3, вып. 3. (Совместно с Л.П. Овчинниковым, Т.В. Быстровой, А.С. Спириным).
11. Комплексы информационной РНК с белком в полирибосомной зоне экстрактов растительных клеток // Вестн. АН Каз ССР. 1970. – №3. – С. 56-58. (Совместно с Л.М. Назаровой, А.Б. Беклемишевым).
12. Выделение и характеристика быстросмягчающейся фракции РНК цитоплазмы *Aspergillus niger* // Биохимия. 1972. – Т. 37, вып. 6. – С. 1276-1281. (Совместно с Т.Н. Ким, Р.Ж. Азимуратовой).
13. Диссоциация рибосом растительных клеток // Вестн. АН Каз ССР. 1972. – №6. – С. 67-71. (Совместно с А.Б. Беклемишевым, Л.М. Назаровой, Т.Б. Дарканбаевым).
14. Функциональная активность гетерологичных рибосом // Докл. АН СССР. 1972. – Т. 203. – №6. – С. 1403-1404. (Совместно с А.Б. Беклемишевым, Л.М. Назаровой, Н.Г. Фитимоновым).
15. Dissocation and density characteristics of ribosomes of plant cells // FEBS Letters. 1972. – V. 21, №1. – P 42-44. (Совместно с А.Б. Беклемишевым, Л.М. Назаровой).

16. Study of hibrid ribosomes // Proc. of IV Inter. Congr. of Biophys.. 1972. – V. 2. – P. 4. (Совместно с А.Б. Беклемищевым).
17. Informosomes of germinating wheat embryo // FEBS Letters, 1973. – V. 31. – P. 104-106. (Совместно с А.У. Ахановым, Х.И. Дошановым).
18. Информосомы и полирибосомы растительных клеток // Тез. Симпоз. докл. III Всесоюз. биохим. съезда. – Рига, 1974. – С. 39.
19. Локализация быстрометающихся мРНК в цитоплазматическом экстракте созревающих эмбрионов пшеницы // Вестн. АН Каз ССР. 1974. – №7. – С. 39-44. (Совместно с Л.М. Назаровой, Т.Б. Дарканбаевым).
20. Синтез РНК- и РНП- частиц при прорастании эмбрионов пшеницы // Мат-лы симпоз. «Структура и функции нуклеиновых кислот», посвящ. памяти А.Н. Белозерского. – М., 1974. – С. 180. (Совместно с Х.И. Дошановым).
21. Release of mRNP particles of informosome type from polyribosomes of higher plant embryos // FEBS Letters, 1974. – V. 41. – P. 275-279. (Совместно с А.У. Ахановым).
22. Рибонуклеиновые кислоты и биосинтез белка в растительных клетках // Растительные белки и их биосинтез. – М., 1975. – С. 234-243.
23. Синтез цитоплазматических РНК на ранних этапах прорастания зародышей пшеницы // Физиол. раст., 1975. – Т. 22, вып. 2. – С. 368-375. (Совместно с Х.И. Дошановым, Т.Б. Дарканбаевым).
24. Ядерные мРНП-частицы (информосомы) растений // Мат-лы XII Международного ботанического конгресса. – Л., 1975. – С. 378. (Совместно с Н.С. Полимбетовой, А.У. Ахановым).
25. Nuclear ribonucleoprotein particles of higher plants // FEBS Letters, 1975. – V. 54. – P. 212-216. (Совместно с Н.С. Полимбетовой, А.У. Ахановым).
26. Ribonucleoproteins and some problems of protein synthesis regulations in higher plants // Мат-лы XII Международного ботанического конгресса. – Л., 1975. – С. 39. (Совместно с А.С. Спириным).
27. RNA-binding protein factor of wheat embryo extracts // FEBS letters, 1975. – V. 53. – P. 102-104. (Совместно с Т.Н. Ким).
28. Сравнительный анализ седиментационных и плотностных характеристик цитоплазматических рибосом и субчастиц высших растений и млекопитающих // Вестн. АН Каз ССР. 1976. – №7. – С. 66-70. (Совместно с А.Б. Беклемищевым, Л.М. Назаровой, Н.Г. Филимоновым).
29. Informosomes as stored form of messenger RNA in dry wheat embryo // FABS Letters, 1976. – V. 66. – P. 124-126. (Совместно с Х.И. Дошановым, А.У. Ахановым).
30. О состоянии и перспективных развития молекулярной биологии в Казахстане // Вестн. АН КазССР. 1977. – №7. – С. 22-26.
31. Ядерные рибонуклеопротеидные частицы зародышей пшеницы // Тез. VI Всесоюз. симпоз. «Структура и функции клеточного ядра». – Алма-Ата, 1977. – С. 17-18. (Совместно с Б.К. Исаковым, Н.С. Полимбетовой).
32. Free poly (A) tracts complexed with protein in the cytoplasm of dried wheat embryos // FEBS Letters, 1977. – V. 79. – P. 348-352. (Совместно с Н.Г. Филимоновым, В.З. Тарантулом, К.Г. Газаряном).

33. Информосомы растений, их свойства и белковый состав // Тез. Всесоюз. симп. «Азотный и белковый обмен у растений». – Тбилиси, 1978.
34. Поли (A) белковые комплексы и полирибосомах прорастающих зародышей пшеницы Биохимия. 1978. – Т. 43. – №6. – С. 1062-1066. (Совместно с Н.Г. Филимоновым).
35. Поли (A) – последовательности, связанные с белком в полирибосомах прорастающих зародышей пшеницы Вестн. АН Каз ССР. 1978. – №2. – С. 61-65. (Совместно с Н.Г. Филимоновым, Б.К. Искаковым, Н.С. Полимбетовой).
36. Поли (A) содержащие РНК из прорастающих зародышей пшеницы // Мол. биол.. 1978. – Т. 12. вып. 3. – С. 552-556. (Совместно с Н.Г. Филимоновым, К.Г. Газаряном).
37. Proteins bound poly (A) – sequences of polyribosomes from germinating wheat embryos Bioch. et biophys. acta.. 1978. – V. 521. – P. 470-475. (Совместно с Б.К. Искаковым, Н.Г. Филимоновым).
38. Белки информосом, связанных с полирибосомами, из прорастающих зародышей пшеницы Мол. биол.. 1979. – Т. 13. вып. 5. – С. 1124-1129. (Совместно с Б.К. Искаковым).
39. Белковый состав различных классов информосом зародышей пшеницы Тез. IV Всесоюз. биохим. съезда. – Л., 1979. – Т. 1. – С. 3. (Совместно с Б.К. Искаковым).
40. Выделение и характеристика РНК – связывающих белков из цитоплазмы зародышей пшеницы // Вестн. АН КазССР. 1979. – №9. – С. 50-55. (Совместно с А.У. Ахановым, С.А. Бельгибаевым, Б.К. Искаковым).
41. Образование полирибосом в зародышах пшеницы в начальной период набухания Там же. – №1. – С. 38-41. (Совместно с В.Н. Гроссом, Н.А. Мартаковой).
42. Ядерные информосомы зародышей пшеницы: изучение свойств в зависимости от условий выделения // Биохимия. 1979. – Т. 44, вып. 12. – С. 2179-2186. (Совместно с Н.С. Полимбетовой, Б.К. Искаковым).
43. Informosomes of plant and some problems of regulation of biosynthesis of biosynthesis of proteins in higher plants // Мат-лы Международного симп. «Механизм биосинтеза белка». – Веймар, 1979.
44. Выступление на совместной сессии Общего собрания Академии наук Каз ССР и Министерства здравоохранения КазССР // Вестн. АН КазССР. 1981. – №9. – С. 33-34.
45. Информосомы и биосинтез белка у высших растений Мат-лы Всесоюз. симп. «Механизмы усвоения азота и биосинтеза белка в растениях». – Алма-Ата, 1981. – С. 5.
46. Некоторые вопросы регуляции синтеза белка на уровне трансляции у высших растений // Тез. III конф. биохимии Средней Азии и Казахстана. – Душанбе, 1981. – С. 12.
47. Освобождение информосом из изолированных ядер зародышей пшеницы в системе *in vitro* Мол. биол.. 1981. – Т. 16. – №1. – С. 72-78. (Совместно с Х.И. Дошановым, В.М. Пушкиревым, Н.С. Полимбетовой).

48. Факторы, влияющие на освобождение информосом из изолированных ядер зародышей пшеницы в системе *in vitro* // Вестн. АН КазССР. 1981. – №1. – С. 71-74. (Совместно с В.М. Пушкаревым, Х.И. Дошановым).
49. Informosomes of plant cells and some problems of regulation of protein synthesis in higher plants // Naturwiss. 1981. – V. 5. – P. 181-192.
50. Выступление на сессии Общего собрания АН КазССР // Вестн. АН КазССР. 1982. – №6. – С. 30-32.
51. Белки различных классов информосом растений // Тез. советско-французского симпоз. «Физико-химические основы жизни». – Цхалтубо, 1982.
52. Институт ботаники Академии наук Казахской ССР (К пятидесятилетию академической науки Казахстана) // Изв. АН КазССР. Сер. Биол.. 1982. – №6. – С. 6-11.
53. Информосомы растений / Под ред. А.С. Спирина. – Алма-Ата, 1982. – 184 с. (Совместно с Б.К. Исекаковым).
54. Некоторые вопросы автоматизации эксперимента в физико-химической биологии // Вестн. АН КазССР, 1982. – №6. – С. 64-74. (Совместно с В.Н. Гроссом, Е.В. Кожановым).
55. Опыт автоматизации экспериментальных исследований в физико-химической биологии // Тез. I Республ. конф. по автоматизации научных исследований. – Алма-Ата, 1982. – С. 16-17. (Совместно с В.Н. Гроссом, Е.В. Кожановым).
56. Организация нуклеотидных последовательностей ядерной ДНК зародышей пшеницы // Биохимия, 1982. – Т. 47, вып. 7. – С. 1198-1207. (Совместно с Н.Г. Филимоновым, Н.А. Мартаковой, Л.С. Поповым, В.З. Тарантулом, К.Г. Газаряном).
57. Физико-химические свойства РНП-частиц растительной клетки // Тез. итalo-советского симпоз. «Макромолекулы, функционирующие в клетке». – Сиена, 1982.
58. Диалог с геном // Вечерняя Алма-Ата, 1983. – 17 дек.
59. Новый метод и устройство для непрерывного анализа радиоактивности в потоке жидкости // Деп. в ВИНИТИ 1.04.83. №1697. (Совместно с В.Н. Гроссом, Е.В. Кожановым).
60. Цитокинин – связывающая активность РНК – связывающих белков цитоплазмы зародышей пшеницы // Вестн. АН КазССР. 1983. – №11. – С. 46-50. (Совместно с М.А. Шмановым, Р.Ж. Азимуратовой, Л.М. Назаровой).
61. Иммунопреципитация полиривбосом, синтезирующих предшественник малой субъединицы рибулозбисфосфаткарбоксилазы // Вестн. АН КазССР, 1984. – №9. – С. 52-57. (Совместно с Х.И. Дошановым, З.Г. Айташевой).
62. Информосомы высших растений // Мат-лы XV конф. ФЕБО. – М., 1984.
63. Международный симпозиум по перспективам биоорганической химии и молекулярной биологии // Вестн. АН КазССР. 1984. – №10. – С. 72-74. (Совместно с С.З. Заировым).
64. Получение иммунохимически гомогенной рибулозбисфосфаткарбоксилазы из листьев гороха // Физиол. и биохим. культ. раст., 1984. – Т. 16. – №1. – С. 94-98. (Совместно с З.Г. Айташевой, Х.И. Дошановым, С.С. Чаяновой, А.Д. Володарским).

65. Сравнительное изучение мРНК – полирибосом и свободных информосом в прорастающих зародышах пшеницы // Мат-лы XV конф. ФУБо. – М., 1984. – С. 520. (Совместно с Н.Г. Филимоновым, А.О. Агашкиным).
66. Ядерные информосомы зародышей пшеницы: белки, связанные с гетерогенной ядерной РНК // Биохимия. 1984. – Т. 49, вып. 5. – С. 861-869. (Совместно с Б.К. Исаковым, Н.С. Полимбетовой).
67. Messenger RNP-particles of higher plants: composition of properties // Abstracts Internation. symp. «Frontier in bioorganic chemistry and molecular biology» – Moscow: Alma-Ata. 1984. – Р. 82.
68. RNP-particles of higher plants: protein composition and properties // Мат-лы французско-советского симпоз. «Макромолекулы, функционирующие в клетке». – Экс-прованс. 1984.
69. Характеристика поли (A) содержащих ядерных зародышей пшеницы и белков, входящих в состав // Биохимия. 1985. – Т. 50. – №8. – С. 1323-1329. (Совместно с Б.К. Исаковым, Н.С. Полимбетовой, А.О. Агашкиным).
70. Informosomes and polyribosome associated proteins in eukaryotes // Trends in biochem. science. 1985. – V. 10. – №4. – Р. 162-165. (Совместно с А.С. Спириным).
71. Биосинтез белка у высших растений // Тр. V Всесоюз. биохим. съезда. – Киев. 1986. – Т. 1. – С. 10.
72. Выделение трансляционно-активной поли (A) – и поли (A)- – мРНК из цитоплазмы прорастающих зародышей пшеницы Биополимеры и клетка, 1986. – №6. – С. 307-311. (Совместно с Н.Г. Филимоновым, А.О. Агашкиным, О.Д. Саблиной).
73. Гомология нуклеотидных последовательностей Alu-семейства ядерной ДНК и низкомолекулярной 7 S РНК прорастающих зародышей пшеницы // Тр. V Всесоюз. биохим. съезда. – Киев. 1986. – Т. 11. – С. 421-422. (Совместно с Н.Г. Филимоновым, С.А. Бельгибаевым).
74. Задачи ученых Академии наук Казахской ССР по выполнению решений XXVI съезда КПСС и XVI съезда Компартии Казахстана // Вестн. АН КазССР. 1986. – №8. – С. 6-19.
75. Изучение структурно-функциональных взаимоотношений цитоплазматических мРНП свободных информосом и полирибосом в прорастающих зародышах пшеницы Там же. – С. 50-55. (Совместно с Н.Г. Филимоновым, Н.А. Мартаковой, А.О. Агашкиным).
76. Синтез высокомолекулярных белков теплового шока пшеницы регулируется на уровне трансляции, а низкомолекулярных – на уровне транскрипции // Докт. АН СССР. 1986. – Т. 290. – №3. – С. 748-750. (Совместно с С.А. Бельгибаевым, А.А. Токаревым).
77. Слово к молодым ученым Академии наук Казахской ССР // Вестн. АН КазССР. 1986. – №12. – С. 5-11.
78. Immunoprecipitation of polysomes, synthesizing the precursor of small subunit of ribulosebisphosphatecarboxylase oxygenase // Мат-лы международного

симпоз. «Self-regulation of plant metabolism». – София, 1986. – С. 236-240. (Совместно с Х.И. Дошановым, З.Г. Айташевой).

79. RNP-particles of higher plants // Там же. 1986. – С. 73-88.

80. Регуляция экспрессии генов белков теплового шока в прорастающих зародышах пшеницы // Вестн. АН КазССР. 1987. – №12. – С. 48-53. (Совместно с С.А. Бельгибаевым, А.А. Токаревым, Б.Е. Хамзином).

81. О направлениях перестройки деятельности Академии наук Казахской ССР // Там же. – №7. – С. 6-19.

82. Автоматические микродозаторы в методах молекулярной биологии и основные подходы к их разработке // Методы молекулярной биологии, биохимии и биотехнологии растений. – Алма-Ата. 1988. – С. 140-147. (Совместно с В.Н. Гроссом, Е.В. Кожановым).

83. Выделение цитокинин-связывающих зародышей пшеницы // Вестн. АН КазССР. 1988. – №1. – С. 44-47. (Совместно с М.А. Шмановым).

84. Выделение белков информосом и анализ их с помощью двумерного электрофореза // Методы молекулярной биологии, биохимии и биотехнологии растений. – Алма-Ата. 1988. – С. 5-17. (Совместно с Б.К. Исаковым).

85. Иммунопреципитация полирибосом с целью выделения индивидуальных мРНК // Там же. – С. 18-23. (Совместно с Х.И. Дошановым, З.Г. Айташевой).

86. Исследование гомологии нуклеотидных последовательностей различных классов мРНК методом молекулярной гибридизации // Там же. – С. 29-33. (Совместно с Н.Г. Филимоновым, А.О. Агашкиным).

87. Исследование роста клеточных популяций различных видов пшеницы и эгилопса в суспензионной культуре // Вестн. АН КазССР. 1988. – №8. – С. 66-70. (Совместно с Ж.К. Джардемалиевым, И.Д. Никифировой, Р.Г. Бутенко, М.К. Карабаевым).

*Мұрат Абенович Айтхожин. Библиография ученых Казахстана.
– Алма-Ата, 1989. – С. 31-39*

ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АКАДЕМИКА АКАДЕМИИ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР М.А. АЙТХОЖИНА

Мурат Абенович Айтхожин родился 29 июня 1939 г. в г. Петропавловске в семье служащих.

1957–1962 гг. Студент биолого-почвенного факультета Казахского государственного университета им. С.М. Кирова.

1962–1965 гг. Аспирант Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

1965–1967 гг. Младший научный сотрудник Института ботаники АН КазССР.

1966 г. Защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук на тему «Рибонуклеиновые кислоты в раннем эмбриогенезе выноса *Misgurnus fossilis*».

1967–1969 гг. Старший научный сотрудник Института ботаники АН КазССР.

1967–1970 гг. Депутат Фрунзенского районного Совета народных депутатов двух созывов.

1969 г. Участник II Всесоюзного биохимического съезда в г. Ташкенте.

1969–1983 гг. Заведующий лабораторией биохимии белка и нуклеиновых кислот Института ботаники АН КазССР.

1970 г. Награжден юбилейной медалью «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения Владимира Ильича Ленина».

1972 г. Участник IV Международного биофизического конгресса в г. Москве.

1972 г. Присуждено ученое звание старшего научного сотрудника.

1974 г. Участник III Всесоюзного биохимического съезда в г. Риге.

1974 г. Участвовал в работе XII Международного ботанического конгресса в г. Ленинграде.

1974 г. За научные достижения имя М.А. Айтхожина занесено в Золотую Книгу почета Казахской ССР.

1976 г. Защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора биологических наук на тему «Рибонуклеопротеидные частицы высших растений».

1976 г. Присуждена Ленинская премия в области науки и техники.

1977 г. Участник III рабочего совещания по теме «Биосинтез РНК растений и его регуляция» в рамках многостороннего сотрудничества академий наук социалистических стран по проблеме «Молекулярная биология» в г. Галле (ГДР).

1977 г. Участвовал в работе Международного симпозиума «Механизмы биосинтеза белка» в г. Веймаре (ГДР).

1978 г. Посещение Академии наук Польши в составе делегации Академии наук Казахской ССР.

1978–1983 гг. Директор Института ботаники АН КазССР.

1979 г. Участвовал в работе IV Всесоюзного биохимического съезда в г. Ленинграде.

1979 г. Участвовал в работе IV рабочего совещания по теме «Биосинтез РНК у растений и его регуляция» в рамках многостороннего сотрудничества академий наук социалистических стран по проблеме «Молекулярная биология» в г. Варшаве (ПНР).

1979 г. Участвовал в работе французско-советского симпозиума «Биосинтез белка и его регуляция» в г. Порт-Грос (Франция).

1979 г. Избран членом-корреспондентом АН КазССР.

1980 г. Присвоено звание профессора кафедры генетики Казахского государственного университета им. С.М. Кирова.

1980 г. Председатель специализированного Совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности «биологическая химия» при Институте ботаники АН КазССР.

1980 г. Участвовал в работе Международного симпозиума «Механизмы биосинтеза белка» в г. Веймере (ГДР).

1981 г. Участие в работе V рабочего совещания по теме «Регуляция экспрессии генома у растений» в рамках многостороннего сотрудничества академий наук социалистических стран по проблеме «Молекулярная биология» в г. Прага, ЧССР.

1981 г. Избран председателем Казахского республиканского отделения Советского Фонда мира (ранее Республиканская комиссия содействия Фонду мира).

1981 г. Член Советского Фонда мира.

1981 г. Избран членом Казахского комитета защиты мира.

1981 г. Избран членом Президиума Академии наук Казахской ССР.

1981 г. Награжден Почетной грамотой Верховного Совета Казахской ССР.

1982 г. Участник международного симпозиума «Макромолекулы, функционирующие в клетке» в г. Сиена, Италия.

1982 г. Член редакционной коллегии журнала «Білім және енбек».

1982–1987 гг. Член редакционного совета журнала «Молекулярная биология» (г. Москва).

1982 г. Член редакционного совета журнала «Биополимеры и клетка» (г. Киев).

1983 г. Избран действительным членом (академиком) Академии наук Казахской ССР.

1983 г. Участвовал в работе VI рабочего совещания по теме «Регуляция экспрессии генома у растений» в рамках многостороннего сотрудничества академий наук социалистических стран по проблеме «Молекулярная биология» (г. Москва).

1983 г. Делегат XXXI Алма-Атинской городской партийной конференции.

1983–1987 гг. Директор Института молекулярной биологии и биохимии Академии наук Казахской ССР.

1983–1987 гг. Член комитета по присуждению премий Ленинского комсомола в области науки и техники.

1983–1987 гг. Член редакционной коллегии журнала «Известия Академии наук Казахской ССР. Серия биологическая».

1984 г. Член оргкомитета Международного симпозиума «Перспективы биоорганической химии и молекулярной биологии» (г. Алма-Ата).

1984 г. Участвовал в работе XII конференции Федерации европейских биохимических обществ в г. Москве.

1984 г. Участвовал в работе французско-советского симпозиума «Макромолекулы, функционирующие в клетке» в г. Экс-Прованс (Франция).

1985 г. Председатель научного совета по проблемам физико-химической биологии и биотехнологии при президиуме Академии наук Казахской ССР.

1986 г. Избран председателем Казахстанского отделения Всесоюзного биохимического общества.

1986 г. Член бюро Центрального совета Всесоюзного биохимического общества.

1986 г. Делегат XXVII съезда КПСС.

1986 г. Избран президентом Академии наук Казахской ССР.

1986 г. Председатель Комитета по Государственным премиям в области науки и техники при Совете Министров Казахской ССР.

1986 г. Участвовал в работе V Всесоюзного биохимического съезда (г. Киев).

1986 г. Избран членом Национального комитета советских биохимиков.

1986 г. Главный редактор журнала «Вестник Академии наук Казахской ССР».

1987 г. Избран депутатом Верховного Совета СССР.

1987 г. Награжден Золотой медалью Советского Фонда мира.

1987 г. Организовал Казахский сельскохозяйственный биотехнологический центр в г. Алма-Ате.

1987 г. 19 декабря кончина академика АН КазССР Мурата Абеновича Айтхожина.

*Мурат Абенович Айтхожин. Библиография ученых Казахстана.
— Alma-Ata, 1989. — С. 11-14*

СЛОВА БЛАГОДАРНОСТИ

Семья Мурата Абеновича выражает искреннюю благодарность всем авторам, которые приняли участие в написании этой книги – за добрую память, в освещении событий, теплоту и сердечность. Прошло 27 лет, как Мурата Абеновича нет с нами.

За эти годы выросли наши дочери, Анара и Асель, которые тогда были школьницами. Обе окончили КазГУ, получили степень магистра в США, создали свои семьи, растят детей, наших с Муратом внуков.

Эти воспоминания углубляют и расширят образ отца, которого они рано потеряли. Подрастут внуки, прочтут и вникнут в суть этих строк, будут знать, каким замечательным человеком, какой яркой личностью был их дедушка и будут гордиться им.

Спасибо ректору КазНУ им. аль-Фараби Г.М. Мутанову за прекрасную идею создания серии книг «Өнегелі өмір», коллективу Издательского дома «Қазак университеті» за сплоченную работу и оказанную помощь в издании данной книги.

К сожалению, за эти годы книга воспоминаний о М.А. Айтхажине первая и единственная. Нет в живых его любимых старших братьев, Наримана Абеновича и Сабыра Абеновича, ушедших из жизни друг за другом в 2014 году, которые были непререкаемым авторитетом, бесценным примером, сыгравшими огромную роль в становлении Мурата Абеновича как ученого и человека. Они могли бы дополнить этот сборник воспоминаниями о дорогих и любимых родителях, вырастивших и воспитавших 6 детей, ставших крупными учеными в разных областях науки.

К сожалению, нет воспоминаний от уважаемых коллег, старшего поколения, ушедших из жизни за это время, которые ценили, понимали и уважали Мурата Абеновича.

Наша семья искренне желает всем процветания, мира и добра.

*С уважением,
Г.Т. ДАРКАНБАЕВА*

СОДЕРЖАНИЕ

Вступительное слово главного редактора	5
Айтхожин Мурат Абенович	7
Президенты Национальной академии наук Республики Казахстан	11
Директора Института ботаники Республики Казахстан	12
Директора Института Молекулярной биологии и биохимии АН КазССР и РК	12
Казак КСР ғылым академиясының академигі М.Ә. Айтқожиннің ғылыми, педагогикалық және көғамдық қызметтінің қысқаша очеркі	13
Краткий очерк научной, педагогической и общественной деятельности академика академии наук казахской ССР М.А. Айтхожина	20
Жұбанова А.А., Заядан Б.К. Мурат Абенович Айтхожин распахнул казахстанской науке окно в мир молекулярной биологии	26
Архивные материалы.....	32
Телеграммы.....	38
Избранное	47

Соратники

Спириин А.С. Слово учителя	132
Ахматуллина Н.Б. О вкладе академика НАН РК, лауреата Ленинской премии М.А. Айтхожина в изучение механизмов репродукции вируса гриппа человека.....	133
Гильманов М. Пассионарий казахстанской науки	138
Гросс В.Н. Воспоминания о Мурате Абеновиче и его ЛБНК	140
Заиров С.З. Лекции академика М.А. Айтхожина.....	148
Әлікүлов З.Ә. Мұрат аға туралы	150
Байтулин И. Мурат Абенович Айтхожин – студент, коллега и президент академии	157
Азимуратова Р. Выпускник биологического факультета КазГУ с мировым именем	159
Берсимбаев Р.И. Науку он ставил превыше всего.....	161
Саатов Т.С. Воспоминания о моем друге, учёном, академике М.А. Айтхожине	167
Кунаева Р.М. М.А. Айтхожин – первый директор Института молекулярной биологии и биохимии АН КазССР	171
Беляев Н.Н. Уроки академика М.А. Айтхожина	175
Карабаев М. Памяти Мурата Абеновича Айтхожина	179
Ниретина Н.В. Сокурсник, коллега, друг	184
Жапарқұлова Қ. Бейненіз мәнгілік журегімізде.....	189
Рустембеков О.С. Глубоко благодарен Мурату Абеновичу.....	190

Жардемали Ж.К. Я очень благодарен судьбе.....	192
Полимбетова Ф.А. Он был человеком науки.....	194
Нуртазин С.Т. Ему импонировало быть лидером.....	196
Абугалиева К.К. Из истории Центральной научной библиотеки Академии наук Республики Казахстан.....	201
Нурмагамбетова Ш. Глазами институтского библиотекаря	204

Ученики

Беклемишев А.Б. Воспоминания об академике М.А. Айтхожине	206
Аханов А.У. Учитель.....	208
Назарова Л.М. Незабываемый 1968 год.....	210
Досжанов Х.И. Құрт Әбенұлы Айтқожин туралы естелік	212
Филимонов Н.Г. Чем дальше уходит время.....	217
Пушкарев В.М. Выдающийся организатор науки.....	220
Шманов М.А. Главный учитель в жизни.....	227
Айташева З.Г. Семинарская тетрадь.....	232
Мадин К.И., Каримов Н.Ж. Став новобранцами его лаборатории.....	235

Родные, друзья

Самрат Ж. Размышления о семейном «гнезде»	
Абена и Муниры Айтхожиных, из которого в большой мир науки выпорхнули 2 президента Академии наук Казахстана,	
3 академика и 4 доктора наук.....	238
Байғожаев Т. Құрттарды ешқашан ұмыттайык!	240
Айтхожина Н.А. Он верил в созидательную силу	
фундаментальной науки	242
Глазер В.М. Вспоминая годы, проведенные вместе	252
Темирбаев М.А. Слова признательности	258
Рахимбаев И. Остановись мгновенье.....	263
Моисеев Р. Двойная спираль	275
Наурызбаев М.К. Шеф и тезка.....	276
Каракеева Р. К.-Г. Он был и остается гордостью казахского народа	282
Наурызбаева С.А. В прошедшем времени невозможно.....	285
Хисаров Б.Д. Мурат – великий ученый, хороший друг	287

Кандидатские диссертации, выполненные	
под научным руководством М.А. Айтхожина	291
Хронологический указатель трудов	292
Основные даты жизни и деятельности	
академика Академии наук Казахской ССР М.А. Айтхожина.....	298

Дарканбаева Г.Т. Слова благодарности	301
---------------------------------------------------	-----

Mурат Айтхожин

ӨНЕГЕЛІ ӨМІР

Выпуск 68

ИБ №8884

Подписано в печать 22.12. 2015 г. Формат 60x84¹/₁₆

Объем 21.375 п.л. Заказ №3491. Тираж 500 экз.

Печать цифровая. Цена договорная.

Издательский дом «Қазақ университеті»

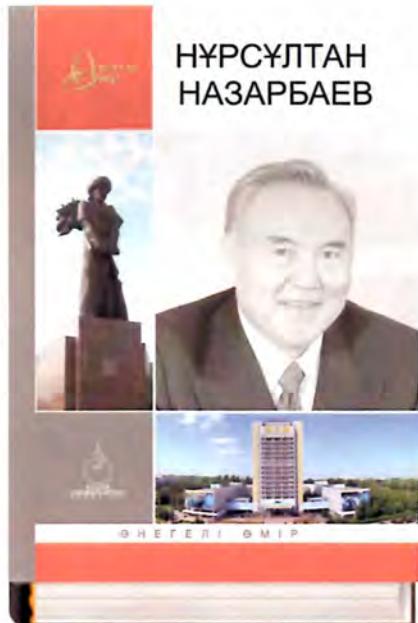
Казахского национального университета им. аль-Фараби.

050040, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71

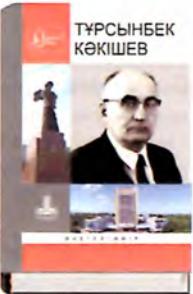
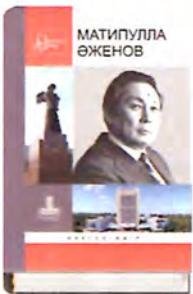
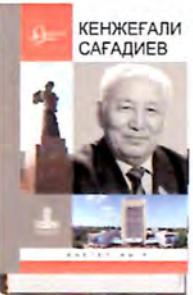
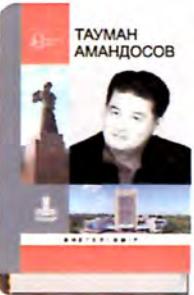
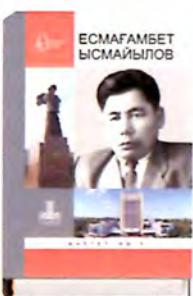
Отпечатано в типографии издательского дома «Қазақ университеті»

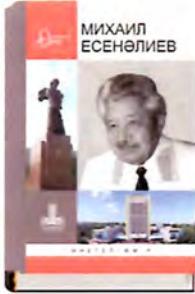
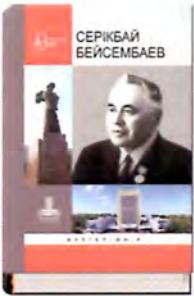
Издательский дом «Қазақ университеті» продолжает выпуск книг серии «Өнегелі өмір», посвященных жизни и деятельности выдающихся отечественных ученых-педагогов, государственных и общественных деятелей, внесших значительный вклад в развитие университета и страны.

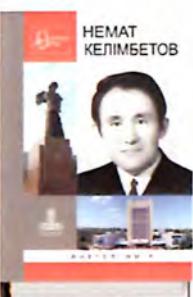
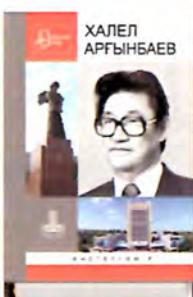
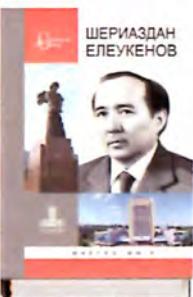
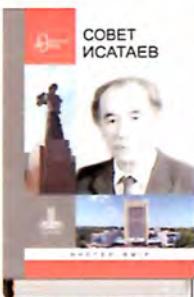
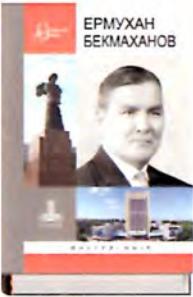
В рамках этой серии выпущены следующие книги:

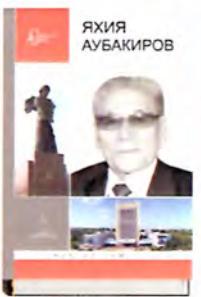
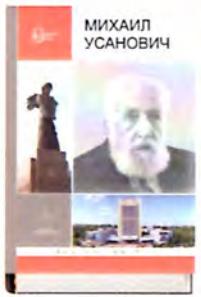
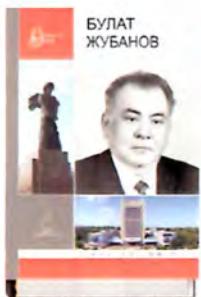


Специальный выпуск











САЛАР
БАЙЖАНОВ



КҮЛЖАБАЙ
ҚАСЫМОВ



ТЕМІРБАЙ
ДАРҚАНБАЕВ

По вопросам приобретения обращаться в отдел маркетинга и продаж
издательского дома «Қазақ университеті».

Контактные тел.: 8(727) 328-56-51, 377-34-11, вн. 14-65.
E-mail: baspa@kaznu.kz, web-сайт: www.magkaznu.com, www.read.kz.

kazd.

