

**ИЛЬЯ АРТЕМЬЕВИЧ ЗАХАРОВ (ЗАХАРОВ-ГЕЗЕХУС):
К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ**



18 июня 2004 г. исполнилось 70 лет Илье Артемьевичу Захарову (Захаров-Гезехус), доктору биологических наук (1972 г.), профессору (1976 г.), заслуженному деятелю науки РФ (1999 г.), члену-корреспонденту Российской академии наук по Отделению биологических наук (2000 г.).

И.А. Захаров – один из ведущих генетиков России. С его именем связано открытие нового генетического явления (1969 г.) – цитодукции (передача митохондриальных генетических факторов без передачи ядерных). Он внес большой вклад в разработку широкого круга проблем общей генетики и в восстановление российской генетики, разгромленной в период лысенковщины. Научные труды проф. И.А. Захарова хорошо известны как в нашей стране, так и за рубежом. Он – автор многих книг, монографий, статей (более 200) по различным областям генетики и истории науки. И.А. Захаров – лауреат премии им. Д.К. Заболотного Украинской академии наук, лауреат премии им. проф. В.С. Кирпичникова (2000 г.), стипендиат Государственной стипендии для выдающихся ученых 1994–1996 гг., стипендиат Государственной научной стипендии 1997–1999 гг.

Илья Артемьевич родился в г. Ленинграде (18.06.1934) в семье с глубокими культурными традициями. Среди его предков по отцовской линии есть инженеры-строители, военные инженеры, ученые, создатель первых в России броненосцев, первый ректор Томского университета (1888 г.) – известный физик Николай Александрович Гезехус. Отдавая дань уважения своим знаменитым предкам, в 2003 г. Илья Артемьевич взял двойную фамилию Захаров-Гезехус. В детстве Илье Артемьевичу пришлось пережить тяжелые времена – в течение года он вместе с семьей находился в блокадном Ленинграде, откуда они были вывезены на военном корабле по Ладоге летом 1942 г. Два года жили в эвакуации в одной из вологодских деревень, там маленький Илья и пошел в школу. В 1944 г. вместе с матерью он вернулся в Ленинград. Окончил школу, а затем и Ленинградский государственный университет (по кафедре микробиологии). После окончания ЛГУ с 1957 по 1964 гг. работал на кафедре генетики и селекции, которую тогда возглавлял известный генетик М.Е. Лобашев. На этой кафедре Илья Артемьевич прошел путь от старшего лаборанта до ассистента. В 1959 г. он начал читать разработанный им курс по генетике микроорганизмов, который затем лег в основу учебника, изданного в 1967 г. и выдержавшего несколько переизданий. В период работы на кафедре И.А. Захаров изучал проблемы мутагенеза, генетической рекомбинации и цитоплазматической наследственности на двух объектах – дрожжах и дрозофиле. Впервые в СССР в конце 1950-х гг. И.А. Захаров применил генетические методы при изучении наследственности и изменчивости у дрожжей.

В конце 1964 г. И.А. Захаров был приглашен в Ленинградский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова АН СССР (в то время филиал Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе АН СССР) для органи-

зации лаборатории радиационной генетики. В те годы генетика только начала возрождаться в нашей стране после лысенковского разгрома, и Илья Артемьевич, несмотря на молодость (в 30 лет он возглавил созданную им лабораторию и руководил ею с 1965 по 1987 гг.), был одним из тех, кто стоял у истоков ее возрождения. В этой лаборатории Илья Артемьевич продолжил и развил сравнительные исследования генетических механизмов репарации ДНК и мутагенеза на дрожжах и дрозофиле. Им были получены первые термо- и радиочувствительные мутанты (1966–1967 гг.) в опытах, выполненных на дрожжах-сахаромицетах. На основе опыта, накопленного в работе с дрожжами, в лаборатории была начата разработка генетики фитопатогенных грибов. Позднее эти исследования были перенесены во Всесоюзный (Всероссийский) институт защиты растений ВАСХНИЛ (РАСХН), где продолжают под руководством д.б.н. М.М. Левитина, ученика И.А. Захарова.

С середины 1970-х гг. Илья Артемьевич изучает популяционную генетику жуков-кокцид. Им были выполнены исследования по географии популяций Европы и Сибири, установлены географические закономерности меланизма.

В 1987 г. проф. И.А. Захаров переезжает в Москву, где возглавляет лабораторию сравнительной генетики животных Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, а с 1992 г. становится также заместителем директора института.

Илья Артемьевич – прекрасный организатор. Им создана научная школа сравнительной генетики, становление которой можно отнести еще к середине 1960-х гг., поскольку она формировалась на основе созданной Захаровым лаборатории в ЛИЯФ АН СССР (ныне ПИЯФ РАН) (зав. д.б.н. В.Г. Королев). В лаборатории сохранился коллектив и научное направление, которое до настоящего времени успешно разрабатывается при поддержке грантов РФФИ и международных научных грантов. Признанием достижений петербургского коллектива школы было избрание в 1999 г. М.М. Левитина академиком РАСХН и утверждение в 2002 г. В.Г. Королева директором Отделения молекулярной и радиационной биофизики ПИЯФ РАН (оба – аспи-

ранты и докторанты И.А. Захарова). Московский коллектив научной школы проф. И.А. Захарова, сформированный на основе лаборатории сравнительной генетики животных, во многом продолжает традиции ленинградской генетической школы и активно развивает новые направления с привлечением современных методов исследований.

Можно выделить три основных направления в научной деятельности И.А. Захарова и возглавляемой им научной школы: генетический контроль репарации генома и мутационного процесса; кроссинговер, генетическое картирование, сравнительный анализ генетических карт; цитоплазматическая (митохондриальная) наследственность. Во всех перечисленных направлениях были получены приоритетные результаты, оказавшие влияние на развитие генетических исследований не только в России, но и в мире. Исследования по первому направлению были начаты еще в ЛГУ на дрожжах и дрозофиле, а затем успешно развивались в ЛИЯФ. Исследования продолжают и в настоящее время в созданной И.А. Захаровым лаборатории, возглавляемой теперь одним из его учеников.

Одна из первых опубликованных работ И.А. Захарова (выполненная совместно со студентом С.Г. Инге-Вечтомовым) была посвящена изучению кроссинговера у дрозофилы. В дальнейшем был разработан оригинальный метод картирования генов у дрожжей, собраны, систематизированы и опубликованы в виде двух монографий материалы по результатам генетического картирования у различных организмов. К моменту выхода первой монографии в мировой литературе подобных сводок не было.

Впервые И.А. Захаровым были предложены математические методы сравнения генетических карт, которые позволили провести сопоставления генных порядков в геномах млекопитающих. Эти работы стимулировали интерес к проблеме эволюции генных порядков, которая затем стала разрабатываться в США.

Работы по генетическому картированию были продолжены и в Институте общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН. В лаборатории был освоен и успешно использован современный метод тонкого генетического картирования геномов млекопитающих – метод ра-

диационного картирования. В рамках исследований по программе «Геном человека» этим методом была построена карта хромосомы 3 человека. Следует отметить, что это единственная крупномасштабная работа по картированию хромосом человека генетическим методом, выполненная в России.

Исследования по изучению механизмов цитоплазматической (митохондриальной) наследственности и мутационного процесса в митохондриальной ДНК были начаты И.А. Захаровым и его сотрудниками еще в 1960-е гг. Впервые при изучении митохондриальных (так называемых *petite*) мутаций у дрожжей было установлено, что система репарации ДНК устраняет УФ-индуцированные повреждения не только в хромосомах, но и в митохондриальной ДНК (мтДНК). Этот результат [опубликован в *Mutat. Res.*, 1970], встреченный за рубежом сначала скептически, затем был подтвержден, и сейчас общепризнано, что повреждения, возникающие в мтДНК, могут репарироваться.

У высших организмов мтДНК передается потомству лишь одним из родителей, а именно по женской линии. Напротив, у одноклеточных обычно имеет место двуродительская передача, и гибридная клетка от обоих родителей получает как ядерный геном (наборы хромосом), так и мтДНК. При изучении передачи митохондрий в скрещиваниях дрожжей-сахаромицетов было обнаружено новое генетическое явление, названное цитодукцией [1969, 1977] (передача митохондриальных генетических факторов без передачи ядерных). Предложенная методика выявления цитодукции и сам термин вошли в мировую литературу и широко используются, хотя теперь обычно без ссылок на предложивших их авторов. Особенно плодотворно цитодукция была использована при изучении дрожжевых прионов (аналогов фактора, вызывающего так называемое коровье бешенство).

В последнее десятилетие И.А. Захаров и его сотрудники обратились к изучению цитоплазматической наследственности у насекомых. Работами И.А. Захарова и сотрудников в совместных исследованиях с Кафедрой генетики Кембриджского Университета (Великобритания) было установлено, что детерминируемое цитоплазмой явление анд-

роцида – гибели самцов, то есть появление однополого потомства вызывается не собственными генетическими факторами хозяина (жуков-кокциеллид), а различными симбиотическими, обитающими в цитоплазме и передающимися трансвариально («через яйцо») бактериями. С помощью ДНК-анализа были идентифицированы две новые, ранее неизвестные андроцидные бактерии – представители родов *Spiroplasma* и *Wolbachia*. Дальнейшие исследования показали, что имеется корреляция присутствия той или иной бактерии и особого типа митохондрий. Еще более ярко эта генетическая корреляция обнаруживается для цитоплазматических бактерий *Wolbachia*, которые всегда присутствуют у комаров лишь с одним типом митохондрий.

У животных мтДНК передается строго по материнской линии; с этим связано и то, что митохондриальные гены в отличие от хромосомных не подвергаются рекомбинации. Эти два обстоятельства делают мтДНК чрезвычайно ценным источником информации о происхождении и эволюции видов и популяций. Такой подход к проблемам филогении в настоящее время очень широко реализуется. В коллективе И.А. Захарова начаты и успешно развиваются исследования полиморфизма мтДНК у отечественных пород собак, лошадей, северного оленя. Особенно важные результаты были получены при изучении полиморфизма мтДНК в некоторых популяциях человека.

Изучение полиморфизма мтДНК человека проводится в последние годы в России несколькими лабораториями в Москве, Уфе, Новосибирске, Томске. Однако ими не был охвачен Центральноазиатский регион. По предложению и с участием И.А. Захарова был проведен сбор материала в Туве, Горном Алтае, Хакасии. Исследованиями были охвачены также такие этносы, как буряты, сойоты, тоджинцы, тофалары, шорцы, монголы, корейцы. Анализ типов мтДНК, встречающихся в популяциях этих народов, показал тесное родство тюрко- и монголоязычных народов Центральной Азии, древность их генофонда (возраст некоторых линий около 35 тыс. лет) и сходство генофонда этих этносов с генофондом аборигенов Америки. Была выдвинута и обоснована гипотеза о том, что именно Алтае-Саянское наго-

рье было тем регионом, откуда началась миграция людей, завершившаяся заселением Америки.

По инициативе и при участии И.А. Захарова в лаборатории сравнительной генетики животных ИОГен РАН были развернуты исследования генетических ресурсов сельскохозяйственных животных (крупного рогатого скота, лошадей, оленей и др.) с применением современных методов анализа ДНК-полиморфизма, изучается происхождение местных пород, их генетическое разнообразие. Большое внимание уделяется исследованиям ДНК-полиморфизма локусов хозяйственно полезных признаков (устойчивости крупного рогатого скота к лейкозу, молочной продуктивности) и созданию на их основе маркеров, пригодных для массовых анализов в генетико-селекционных исследованиях.

Научные интересы И.А. Захарова чрезвычайно разнообразны. Много времени и сил он отдает изучению истории генетики в нашей стране. Благодаря его трудам научной обществу были возвращены незаслуженно забытые имена наших выдающихся генетиков. В 2003 г. была издана его книга «Генетика в XX веке. Очерки по истории», посвященная развитию генетики в XX веке, и в особенности истории генетики в СССР.

Большое внимание И.А. Захаров всегда уделял и уделяет педагогической деятельности и подготовке научных кадров. С 1959 по 1986 гг. он читал в Ленинградском университете разработанный им курс лекций по генетике микроорганизмов. Последние 10 лет ведет педагогическую работу, является профессором кафедры генетики в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, регулярно читает лекции в других университетах страны. Под руководством И.А. Захарова защищено 30 кандидатских и 3 докторских диссертации.

И.А. Захаров постоянно ведет большую научно-общественную и научно-организационную работу. В 1971–1986 гг. он был председателем Ленинградского отделения Общества генетиков и селекционеров (ВОГиС), вице-президентом ВОГиС (1976–1977 гг.). В последние 12 лет И.А. Захаров выполняет обязанности заместителя председателя Научного совета по проблемам генетики и селекции РАН и заместителя председателя Комис-

сии РАН по разработке и сохранению научного наследия академика Н.И. Вавилова. В 1992–2000 гг. он был членом бюро Научного совета Государственной научно-технической программы «Приоритетные направления генетики» Министерства науки РФ, курировал реализацию программы по разделу общей генетики. В настоящее время он является заместителем председателя Научного совета комплексной программы Президиума РАН «Динамика генофондов растений, животных и человека». Илья Артемьевич – член редколлегии журналов «Генетика», «Успехи современной биологии».

Илья Артемьевич – прекрасный популяризатор науки. Он умеет просто и интересно рассказать о самых сложных и спорных вопросах генетики. Он – лауреат премии МАИК Наука/Интерпериодика, двух конкурсов научно-популярных статей РФФИ. Недавно была издана его небольшая книга, которая уже стала бестселлером, «ГенЭтика, или Рожать нельзя клонировать».

Поздравляя Илью Артемьевича со славным юбилеем, генетики России и многих стран ближнего и дальнего зарубежья желают ему здоровья, счастья, творческого долголетия, новых успехов в науке.

Основные публикации И.А. Захарова

- Генетика микроорганизмов. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1967. 244 с. Соавт. К.В. Квитко.
- Радиационная генетика микроорганизмов. М.: Атомиздат, 1972. 296 с. Соавт. А.С. Кривиский.
- Сборник методик по генетике дрожжей сахаромицетов. М.: Наука, 1976. 1-е изд. 112 с.; 2-е изд. 1984. 144 с. В соавт.
- Курс генетики микроорганизмов. Минск: Высшэйш. шк., 1978. 192 с.
- Захаров И.А. Генетические карты высших организмов. Л.: Наука, 1979. 158 с.
- Мутационный процесс у грибов. Л.: Наука, 1980. 288 с. Соавт. С.В. Ковальцова, Т.Н. Кожина, И.В. Федорова, Б.Ф. Яровой.
- Генетические карты микроорганизмов. Киев: Наук. думка, 1986. 250 с. Соавт. Б.П. Мацелюх.
- Николай Иванович Вавилов и страницы истории советской генетики. М., 2000. 128 с.
- Захаров И.А. Генетика в XX веке. Очерки по истории. М.: Наука, 2003. 77 с.

- Захаров И.А. Цитоплазматическая нестабильность межвидового гибрида дрожжей (*Saccharomyces globosus* – *Sacch. cerevisiae*) // Исслед. по генетике. 1961. Вып. 1. С. 38–47.
- Захаров И.А., Инге-Вечтомов С.Г. Влияние X-лучей и высокой температуры на процесс кроссинговера // Исслед. по генетике. 1961. Вып. 1. С. 25–37.
- Захаров И.А. Генетические последствия внутритетрадного спаривания аскоспор у дрожжей // Вестник Ленингр. ун-та. 1965. № 9. С. 124–129.
- Захаров И.А., Кожина Т.Н. Мутант дрожжей, сверхчувствительный к ультрафиолетовым лучам // Докл. АН СССР. 1967. Т. 176. С. 1417–1418.
- Захаров И.А., Юрченко Л.В., Яровой Б.Ф. Цитодукция – автономный перенос цитоплазматических наследственных факторов при спаривании клеток дрожжей // Генетика. 1969. Т. 5, № 9. С. 136–141.
- Zakharov I.A., Kozhina T.N., Fedorova I.V. Effects de mutations vers la sensibilite au rayonnement ultraviolet chez la levure // Mutat. Res. 1970. V. 9. P. 31–39.
- Zakharov I.A., Yarovoy B.P. Cytoduction as a new tool in studying the cytoplasmic heredity in yeast // Mol. Cell. Biochem. 1977. V. 14. P. 15–18.
- Zakharov I.A., Stepanova V.P. The autonomic transfer of mitochondrial factors (cytoduction) during crossing of *Saccharomyces cerevisiae* cells // Biochimie. 1977. V. 59 (11/12). P. 947–949.
- Ivanov E.L., Kovaltzova S.V., Kassinova G.V., Gracheva L.M., Korolev V.G., Zakharov I.A. The rad2 mutation affects the molecular nature of UV and acridine-mustard-induced mutations in the ADE2 gene of *Saccharomyces cerevisiae* // Mutat. Res. 1986. V. 160. P. 207–214.
- Захаров И.А., Валеев А.К. Количественный анализ эволюции геномов млекопитающих посредством сравнения генетических карт // Докл. АН СССР. 1988. Т. 301, № 5. 6 с.
- Захаров И.А., Суриков И.М. Генетики – жертвы репрессий // Цитология и генетика. 1989. Т. 23. С. 57–67.
- Захаров И.А. Взаимодействие антропогенных и природных факторов в развитии городского меланизма в популяциях *Adalia bipunctata* L. Восточной Европы // Генетика. 1990. Т. 26. С. 1932–1941.
- Захаров И.А., Никифоров В.С., Степанюк Е.В. Измерение сходства порядков гомологичных генов // Генетика. 1991. Т. 27, № 2. 3 с.
- Balayeva N.M., Ereemeeva M.E., Tissot-Dupont H., Zakharov I.A., Raoult D. Genotype characterization of the bacterium expressing the male-killing trait in the ladybird beetle *Adalia bipunctata* with specific rickettsial molecular tools // Appl. Environ. Microbiol. 1995. V. 61. P. 1431–1437.
- Захаров И.А., Никифоров В.С., Степанюк Е.В. Гомология и эволюция генных порядков: моделирование и реконструкция эволюционного процесса // Генетика. 1997. Т. 33. С. 31–39.
- Захаров И.А., Шайкевич Е.В., Горячева И.И. Бактерии рода *Spiroplasma* инфицируют двуточечную божью коровку (*Adalia bipunctata*) в России // Докл. РАН. 1998. Т. 362, № 4. С. 570–573.
- Hurst G.D., Schulenburg H. von der, Majerus T.M., Bertrand D., Zakharov I.A., Baungaard J., Volkl W., Stouthamer R., Majerus M.E. Invasion of one insect species, *Adalia bipunctata*, by two different male-killing bacteria // Insect Mol. Biol. 1999. V. 8. P. 133–139.
- Schulenburg H. von der, Majerus T.M., Dorzhu C.M., Zakharov I.A., Hurst G.D., Majerus M.E. Evolution of male-killing *Spiroplasma* (Procaryotae: Mollicutes) inferred from ribosomal spacer sequences // J. Gen. Appl. Microbiol. 2000. V. 46. P. 95–98.
- Majerus M.E., Schulenburg H.von der, Zakharov I.A. Multiple causes of male-killing in a single sample of the two-spot ladybird, *Adalia bipunctata* (Coleoptera: coccinellidae) from Moscow // Heredity. 2000. V. 84. P. 605–609.
- Захаров И.А., Горячева И.И., Шайкевич Е.В., фон дер Шуленбург Х., Межерес М.Э.Н. *Wolbachia* – новая бактерия, вызывающая сдвиг в соотношении полов у двуточечной божьей коровки *Adalia bipunctata* L. // Генетика. 2000. Т. 36, № 4. С. 482–486.
- Derenko M.V., Malyarchuk B.A., Dambueva I.K., Shaikhaev G.O., Dorzhu C.M., Nimaev D.D., Zakharov I.A. Mitochondrial DNA variation

- in two South Siberian aboriginal populations: implications for the genetic history of North Asia // *Hum. Biol.* 2000. V. 72. P. 945–973.
- Majerus M.E., Zakharov I.A. Does thermal melanism maintain melanic polymorphism in the two-spot ladybird, *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae)? // *Журн. общ. биологии.* 2000. Т. 61. С. 381–392.
- Derenko M.V., Grzybowski T., Malyarchuk B.A., Czarny J., Miscicka-Sliwka D., Zakharov I.A. The presence of mitochondrial haplogroup X in Altaians from South Siberia // *Am. J. Hum. Genet.* 2001. V. 69. P. 237–241.
- Zakharov I.A., Shaikevich E.V. The Stockholm populations of *Adalia bipunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) – a case of extreme female-biased population sex ratio // *Hereditas.* 2001. V. 134. P. 263–266.
- Schulenburg H. von der, Hurst G.D., Tetzlaff D., Booth G.E., Zakharov I.A., Majerus M.E. History of infection with different male-killing bacteria in the two-spot ladybird beetle *Adalia bipunctata* revealed through mitochondrial DNA sequence analysis // *Genetics.* 2002. V. 160. P. 1075–1086.
- Sokolova M.I., Zinkevich N.S., Zakharov I.A. Bacteria in ovarioles of females from maleless families of ladybird beetles *Adalia bipunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) naturally infected with *Rickettsia*, *Wolbachia*, and *Spiroplasma* // *J. Invertebr. Pathol.* 2002. V. 79. P. 72–79.
- Деренко М.В., Малярчук Б.А., Захаров И.А. О происхождении европеоидного компонента митохондриальных генофондов этнических групп Алтае-Саянского нагорья // *Генетика.* 2002. Т. 38. С. 1292–1297.
- Derenko M.V., Grzybowski T., Malyarchuk B.A., Dambueva I.K., Denisova G.A., Czarny J., Dorzhu C.M., Kakpakov V.T., Miscicka-Sliwka D., Wozniak M., Zakharov I.A. Diversity of mitochondrial DNA lineages in South Siberia // *Ann. Hum. Genet.* 2003. V. 67. P. 391–411.
- Виноградова Е.Б., Федорова М.В., Шайкевич Е.В., Захаров И.А. Эндосимбиотическая бактерия *Wolbachia pipientis* в синантропных популяциях комаров *Culex pipiens pipiens* L. (Diptera, Culicidae) // *Докл. РАН.* 2003. Т. 389. С. 172–175.
- Деренко М.В., Малярчук Б.А., Дамбуева И.К., Захаров И.А. Структура и разнообразие митохондриальных генофондов народов Южной Сибири // *Докл. РАН.* 2003. Т. 393, № 5. С. 557–561.