

УДК 577.2:930.85

06.01.05-Селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений
(сельскохозяйственные науки)

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
СТРАТЕГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
РОССИИ В ИСТОРИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ. К 50-
летию исторического 2-го съезда ВОГИС и 70-
летию молекулярной биологии**

Плотников Владимир Константинович

д.б.н., доцент

SPIN-код: 3971-2200 ID: 3971-2200

vkpbio21@mail.ru

*Кубанский государственный аграрный университет,
Краснодар, Россия*

Насонов Андрей Иванович

к.б.н.

SPIN-код: 5636-6106, Scopus ID: 56989221000,

Researcher ID: K-9142-2017

nasoan@mail.ru

*ФГБНУ Северо-Кавказский зональный научно-
исследовательский институт садоводства и
виноградарства, Россия*

Салфетников Анатолий Алексеевич

д.с.-х.н., профессор

SPIN-код: 9655-3687 ID: 9677-3687

Salfetnikov39@mail.ru

*Кубанский государственный аграрный университет,
Краснодар, Россия*

В 2023 году весь научный мир отметит 70-летие молекулярной биологии, которое датируется 1953 г., когда американский биолог Джеймс Уотсон и английский физик Френсис Крик опубликовали в журнале «Nature» модель трёхмерной структуры дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) – основного вещества наследственности большинства живых организмов на планете Земля. Значительную роль в этом открытии сыграли результаты рентгеноструктурного исследования кристаллов ДНК Розалинды Франклин в лаборатории Мориса Уилкинса (Великобритания) и ранее уже опубликованные данные Эрвина Чаргаффа (США) о количественном соотношении азотистых оснований, входящих в состав ДНК. Но главная идея биологии XX века родилась в СССР задолго до этого - в 1927 году. Принадлежит она Николаю Кольцову, который предложил матричный принцип размножения генетических молекул, который в перспективе лёг в основу понимания структуры и функции ДНК. Первый доклад в Москве о значении открытий в области биологической роли ДНК был сделан физиком И. Е. Таммом. Это произошло в феврале 1955 г. на знаменитом семинаре у П. Л. Капицы и Л. Д. Ландау в Институте физических проблем АН

UDC 577.2:930.85

06.01.05 - Selection and seed production of
agricultural plants (agricultural sciences)

**BIOLOGICAL FOUNDATIONS OF RUSSIA'S
STRATEGIC SECURITY IN THE HISTORICAL
ASPECT. To the 50th Anniversary of the
Historical 2nd Congress of VOGIS and the 70th
Anniversary of Molecular Biology**

Plotnikov Vladimir Konstantinovich

Dr.Sci.Biol., Associate Professor

RSCI SPIN-code: 3971-2200 ID: 3971-2200

vkpbio21@mail.ru

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Nasonov Andrey Ivanovich

Cand.Biol.Sci.

RSCI SPIN-code: 5636-6106 Scopus ID:

56989221000, Researcher ID: K-9142-2017

nasoan@mail.ru

*North Caucasian Research Institute of horticulture
and viticulture, Russia*

Salfetnikov Anatolij Alexeevich

Dr.Sci.Agr., Professor

RSCI SPIN-code: 9655-3687 ID: 9677-3687

Salfetnikov39@mail.ru

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

In 2023, the entire scientific world will celebrate the 70th anniversary of molecular biology, which dates back to 1953, when the American biologist James Watson and the English physicist Francis Crick published in the journal Nature a model of the three-dimensional structure of deoxyribonucleic acid (DNA)-the main substance of the heredity of most living organisms on the Earth. A significant role in this discovery was played by the results of the X-ray diffraction study of Rosalind Franklin's DNA crystals in the laboratory of Maurice Wilkins (Great Britain) and the previously published data of Erwin Chargaff (USA) on the quantitative ratio of nitrogenous bases that make up DNA. But the main idea of biology in the 20th century was born in the USSR long before that-in 1927. It belongs to Nikolai Koltsov, who proposed the matrix principle of reproduction of genetic molecules, which in the future will form the basis for understanding the structure and function of DNA. The first report in Moscow on the significance of discoveries in the field of the biological role of DNA was made by the physicist I. E. Tamm. This happened in February 1955 at the famous seminar held by P. L. Kapitza and L. D. Landau at the Institute of Physical Problems of the USSR Academy

СССР. Семинар всколыхнул физиков, химиков, биофизиков, опальных генетиков. На этом семинаре генетик Н. В. Тимофеев-Ресовский, ученик Н. К. Кольцова и автор термина «генетическая инженерия», изложил свою работу 1935 года, выполненную совместно с немецкими физиками К. Циммером и М. Дельбрюком, в которой они упоминали и о матричном принципе Н. Кольцова, и рассказал о биофизическом анализе мутационного процесса и определении молекулярных размеров гена. Он ясно указал на опасность радиационных повреждений, в том числе генетических, в результате ионизирующего излучения для человека, особенно для медицинского персонала в лучевой диагностике и терапии. На этом семинаре были произнесены слова о том, что возникла новая наука, строгая наука о физических и химических основах жизни. Она получила название молекулярной биологии. В настоящее время эта наука является основой новых подходов в селекции микроорганизмов, растений и животных через создание трансгенных организмов, редактирование генома и разработки молекулярных маркеров. В статье рассматриваются проблемы и особенности развития молекулярной биологии в СССР и участие наших учёных в формировании понятий генетической роли ДНК (Д. А. Сабинин) и РНК (Б. В. Кедровский), генетического кода (советский и американский физик Г. А. Гамов), матричной РНК (А. Н. Белозёрский, А. С. Спири́н), мигрирующих генетических элементов эукариот (Е. В. Ананьев), а так же в разработке метода секвенирования ДНК Максама и Гилберта (А. Д. Мирзабеков). Анализируется современное взаимодействие генетики, молекулярной биологии и селекции, начиная с исторического 2-го съезда ВОГИС 1972 года, возобновившего через 41 год связь времён в селекции и фундаментальных науках

Ключевые слова: ИСТОРИЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ, 2-Й СЪЕЗД ВОГИС, ОСНОВЫ БИОБЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-182-015>

of Sciences. The seminar stirred up physicists, chemists, biophysicists, and disgraced geneticists. At this seminar, the geneticist N. V. Timofeev-Resovsky, a student of N. K. Koltsov and the author of the term "genetic engineering", outlined his work of 1935, carried out jointly with the German physicists C. Zimmer and M. Delbrück, in which they mentioned and spoke about the matrix principle of N. K. Koltsov and spoke about the biophysical analysis of the mutation process and the determination of the molecular size of the gene. He clearly pointed out the danger of radiation damage, including genetic damage, as a result of ionizing radiation for humans, especially for medical personnel in radiation diagnostics and therapy. At this seminar, words were uttered that a new science had arisen, a rigorous science of the physical and chemical foundations of life. It is called molecular biology. Currently, this science is the basis of new approaches in the selection of microorganisms, plants and animals through the creation of transgenic organisms, genome editing, and the development of molecular markers. The article discusses the problems and features of the development of molecular biology in the USSR and the participation of our scientists in the formation of the concepts of the genetic role of DNA (D. A. Sabinin) and RNA (B. V. Kedrovskii), the genetic code (Soviet and American physicist G. A. Gamov), messenger RNA (A. N. Belozersky, A. S. Spirin), and migrating genetic elements of eukaryotes (E. V. Ananiev), as well as in the development of the Maxam and Gilbert DNA sequencing method (A. D. Mirzabekov). The modern interaction of genetics, molecular biology, and breeding is analyzed, starting from the historical 2nd congress of VOGIS in 1972, which resumed the connection of times in breeding and fundamental sciences after 41 years

Keywords: HISTORY OF MOLECULAR BIOLOGY, 2nd CONGRESS OF VOGIS, BASIS OF THE COUNTRY'S BIOSECURITY

«Omnis molecula ex molecula» – «каждая молекула из молекулы»

Н. К. Кольцов

«... в истории науки главное — развитие мысли»

С. Э. Шноль

Введение

Независимость страны, её суверенитет, в значительной мере определяются эффективными возможностями защищаться от внешних

<http://ej.kubagro.ru/2022/08/pdf/15.pdf>

врагов. Около 80-ти лет суверенитет СССР и России был обеспечен ядерно-космическим щитом, созданным советскими учёными в 1940-1950-е годы. К настоящему времени этот щит ветшает, так как появляются новые принципы разработки оружия массового поражения. В первую очередь — биологические принципы. Однако биология в СССР имела весьма непростую историю, связанную с Великой Октябрьской социалистической революцией 1917 года и Великой отечественной войной 1941-1945 годов.

Грандиозный социальный эксперимент, который начался в России в 1917 г. с победой Великой Октябрьской Социалистической революции, был естественно сопряжён с большими издержками, которые временами можно было характеризовать как гуманитарную катастрофу. Самым страшным явлением был голод. Похожая ситуация сложилась и после победы в Великой отечественной войне, в 1945 г. Не хватало хлеба. Поэтому установка руководства страны была на практические дела, которые могли быстро изменить положение в лучшую сторону.

Академик Николай Иванович Вавилов (1887-1943), придумав и создав с соратниками академию сельскохозяйственных наук (ВАСХНИЛ), Всесоюзный институт растениеводства (ВИР) и Госсортосеть, значительно способствовал решению этих проблем. Он призывал к гармоничному развитию широкого фронта биологических наук — ботаники, растениеводства, генетики, биохимии, которые обеспечили бы прочный фундамент селекции, сельскохозяйственной науки и практики.

Академик Трофим Денисович Лысенко (1898-1976) обещал немедленные результаты в создании высокопродуктивных сортов растений и пород животных на основании собственных представлений о функционировании живой клетки.

Позиция последнего была более привлекательной для советских вождей. Административный ресурс в жёсткой форме был направлен в

помощь Т. Д. Лысенко. Поэтому, к сожалению, великая генетика, созданная в первую очередь Н. И. Вавиловым, была в СССР только до 1948 года.

В настоящей статье рассматривается история развития молекулярной биологии в мире и роль советских учёных в становлении основ этой науки, нашедших отражение в результатах работы исторического 2-го съезда Всесоюзного общества генетиков и селекционеров, где впервые за 41 год состоялся контакт советских генетиков с советскими селекционерами. Поэтому представляется весьма уместным в связи с 50-летием 2-го съезда ВОГИС попытаться проследить связь времён в генетических исследованиях нашей страны, определяющих в настоящее время перспективы в области разработки биологических основ стратегической безопасности России.

Метафизический взгляд через призму времени

1943 год. Курская дуга. Крупнейшее танковое сражение, после которого Германия, олицетворяющая военный потенциал всей Европы, уже не помышляет о наступательных операциях. Только отступление, вплоть до Берлина. Советский Союз обливается кровью, сокрушая страшного врага, имеющего великолепную науку и не менее великолепную технику. Всё это он — враг — направил на доказательство превосходства англо-саксонской (романо-германской) цивилизации над русской цивилизацией. СССР вынужден демонстрировать свои не только реальные, но и скрытые жизненные ресурсы (функциональное резервирование), как научно-технические, так и душевно-волевые. Всё брошено на научно-техническую и военную победу над врагом.

Но при этом уже закладываются новые научные основы будущего превосходства Запада, определяющие послевоенные проблемы выживания СССР. Соревнование в развитии ракетной техники и в освоении

космического пространства. В физике — это освоение атомной энергии, расщепление ядра атома, которое в то время уже стало повесткой текущего дня. Со временем в первом направлении СССР вырвался вперёд, во втором выдержал стратегический баланс (паритет).

Но в биологии — биохимические исследования ядра живой клетки, которые привели к началу формирования основ молекулярной биологии; здесь ситуация оказалась намного сложнее в связи с особенностями развития биологии в СССР, где доминировала так называемая «мичуринская биология». Сам И. В. Мичурин не имел прямого отношения к этому течению в биологии, возглавляемого академиком Т. Д. Лысенко.

В это время (1944 г.) опыт, вошедший в историю как эксперимент Эвери-Маклеода-Маккарти, впервые доказал, что носителем наследственной информации является дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК). Но необходимо ещё было доказать, что вирусы вводят в клетку хозяина свою нуклеиновую кислоту, оставляя белок снаружи. Это сделала фаговая группа в США. Эксперименты, выполненные А. Д. Херши, продемонстрировали, что бактериофаг вводит свою нуклеиновую кислоту в клетку хозяина, оставляя белок снаружи. Только тогда окончательно признана генетическая роль ДНК.

Это было время начала формирования англо-саксонского глобального доминирования в молекулярной биологии на фоне так называемого «торжества» в СССР «мичуринской биологии».

В 2023 году весь научный мир отметит 70-летие самого главного события в биологии XX в., которое датируется 1953 г., когда американский биолог Джеймс Уотсон (1928 г. рождения) и английский физик Френсис Крик (1916-2004) опубликовали в журнале «Nature» модель трёхмерной структуры дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) — основного вещества наследственности большинства живых организмов на планете Земля. Значительную роль в этом открытии сыграли результаты

рентгеноструктурного исследования кристаллов ДНК английских исследователей Розалинды Франклин (1920-1958) в лаборатории Мориса Уилкинса (1916-2004) и ранее уже опубликованные данные американского учёного Эрвина Чаргаффа (1905–2002) о количественном соотношении азотистых оснований, входящих в состав ДНК [19].

Открытие двойной спирали является теоретической основой, обеспечивающей быстрый прогресс в области исследования передачи генетической информации, биосинтеза белка и развития методов генной инженерии, в создании трансгенных организмов и редактирования генома.

Президент США Джон Кеннеди, в 1961 году поздравляя своего соотечественника Джеймса Уотсона с получением Нобелевской премии, сказал: «Благодаря вашей работе, Джеймс, и деятельности академика Лысенко, мы навсегда обогнали русских в области биологии» [2].

Вся современная биология пропитана генетической концепцией. Представление о геномном контроле метаболизма – основа современных молекулярной биологии, биохимии, иммунологии, теории онтогенеза, медицины, новых подходов в селекции микроорганизмов, растений и животных — трансгенные организмы, молекулярные маркёры. Однако основам этого нового мировоззрения целому ряду поколений советских биологов пришлось учиться уже после окончания университета, без всяких учебников, т. е. заниматься самообразованием. Потому что учебников, отражающих объективную реальность в генетике, в СССР долгое время просто не было. Но самообразование не может в полной мере заменить фундаментальное образование. Это одно из самых пагубных влияний «мичуринской биологии», поставивших Россию в настоящее время на грань выживания в связи с развитием изощрённых форм биологического оружия, создаваемого так называемыми «цивилизованными» странами на основе широчайших исследований ДНК.

1953 г. считается годом рождения молекулярной биологии — науки о физических и химических основах жизни. В сороковые годы XX века те, кому суждено раскрыть тайну жизни, ещё работали над совсем другими темами. Но главная идея биологии XX века уже родилась в СССР задолго до этого, в 1927 году. И принадлежит она советскому учёному Н. К. Кольцову. Лучшие советские генетики того времени были арестованы. Большинство из них погибли. Поэтому известие об открытии в 1953 г. структуры ДНК просачивалось в советскую науку медленно.

Николай Константинович Кольцов (1872-1940)

Н. К. Кольцов — основатель экспериментальной биологии в нашей стране, один из основателей современной генетики. Он вошёл в историю советской и мировой науки как великий биолог, его идеи положили начало молекулярной генетике и молекулярной биологии, химическому и радиационному мутагенезу.

Н. К. Кольцов развивал идеи физико-химической биологии. Он представлял себе хромосомы в виде гигантских белковых молекул. Самый главный вклад Н. К. Кольцова в генетику заключается в обосновании положения о хромосомах как наследственных молекулах (1927 г.). В состав хромосомы входят две нити — генономы, каждая из которых состоит из отдельных генов, как бы радикалов этой молекулы. Новые генономы создаются только на старых как на матрицах (*omnis molecula ex molecula*). Выдвинутый Кольцовым матричный принцип образования новых хромосомных молекул был поистине пророческим. Он предвосхитил на много лет важнейшие положения современной молекулярной биологии. Наследственной матрицей Кольцов считал высокополимерные молекулы белков. В дальнейшем оказалось, что ведущая роль в наследственности принадлежит более простым

соединениям — нуклеиновым кислотам. Для концепции это не важно, потому что это логическая конструкция.

Целый ряд развитых Н. К. Кольцовым построений о геноме как единой молекуле, радикалами которой являются гены, об обмене участками гомологичных хромосом, о разных стадиях в функциональной организации хромосом, о сложных и более простых генах — интересны не только в историческом плане, но и знаменуют собой важные вехи в развитии генетических представлений на хромосомном и молекулярном уровнях.

В ряде статей, таких как «Генетика и физиология развития», «Роль гена в физиологии развития» [24] Кольцов развивал идеи, далеко опередившие своё время. Он стремился перекинуть мосты между физиологией развития и генетикой, а также цитологией и биохимией, тщательно анализировал отдельные этапы индивидуального развития, начиная с оплодотворённого яйца, и рассматривал развивающийся организм как сложную систему, своего рода силовое поле.

Самая главная идея XX и XXI веков была сообщена Кольцовым съезду естествоиспытателей — зоологов, анатомов и гистологов в 1927 году. Общая мысль состоит в том, что существуют особые молекулы — длинные-длинные полимерные нити, где каждое звено, каждый мономер — буква. Поэтому Кольцов ввёл понятие текста, которого до него не было. Этот текст как матрица, по которой делается реплика. Н. К. Кольцов умер от инфаркта в 1940 году, отказавшись очернять Н. И. Вавилова. Сам Н. И. Вавилов умер от голода в тюрьме в 1943 году.

Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский (1900-1981)

Кольцов не смог добиться понимания в 1927 году, но его ученики, и прежде всего Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский (1900-1981), с этой идеей поехали работать за границу. Там Тимофеев-Ресовский по

идеям Кольцова стал делать опыты на дрозофилах, облучая их радиоактивным излучением. Он разработал идею радиобиологических мишеней («концепция мишени») совместно с немецкими физиками Максом Дельбрюком (1906-1981) и Карлом Циммером (1911-1988). Они облучали дрозофиллу рентгеновским и гамма-излучением и смотрели, какова вероятность того, что будет изменение в её организме. Они рассчитали, что эффективный объём химической структуры гена, который поражается при мутации, составляет лишь несколько тысяч атомов, а мутация может возникать при разрыве лишь одной химической связи.

Хотя в то время ещё не была известна природа наследственности, взгляд на проблему с точки зрения атомной физики позволил выявить некоторые общие закономерности процесса мутагенеза. Результаты своих исследований они опубликовали в статье 1935 года «*Über die Natur der Genmutation und der Genstruktur*», в которой авторы ссылались на идею Н. К. Кольцова.

Эта легендарная классическая работа «О природе генных мутаций и структуре гена (Часть 1, Часть 2)», опубликованная в «Новостях Научного общества Геттингена» (*Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*) (Timoféeff-Ressovsky et al., 1935), стала известна как «Статья трех мужчин» и «Зеленая тетрадь» по цвету оттисков, которые авторы сделали сами и разослали заинтересованным специалистам. В этой публикации были суммированы итоги экспериментальных количественных исследований мутаций того времени и модельных гипотез по мутационному процессу и структуре гена. Эта работа является крупнейшим достижением в понимании природы генных мутаций и первого материального представления о природе гена [16].

Великий физик Эрвин Шрёдингер (1887-1961), создатель квантовой механики, прочёл статью Тимофеева-Ресовского и понял, что благодаря матричному принципу все в биологии становится ясным. Его мысли в этом

направлении были изложены в книге 1944 года «Что такое жизнь? С точки зрения физика» [25]. Он показал, что в биологии тоже есть строгая теория.

Вместе с тем Э. Шредингер в своей книге идею матричного синтеза приписал Дельбрюку. Ошибка через год была исправлена генетиком Дж. Б. С. Холдейном в рецензии на книгу Шредингера в журнале "Nature". Книга привлекла в биологию многих физиков, которые надеялись, что при работе с биологическими системами, не имеющими себе подобных в неживой природе, могут быть открыты новые физические законы. Эта надежда не оправдалась, но какова бы не была мотивация, результаты оказались очень важными. А матричный принцип стал как-бы само собой разумеющимся и имя Н. К. Кольцова постепенно было забыто.

Н. В. Тимофеев-Ресовский после возвращения в СССР из Германии в 1945 г. был репрессирован, но выжил, вернулся и ещё много сделал для советской науки. Он был участником исторического 2-го съезда ВОГИС, о котором будет рассказано ниже. Здесь он сделал доклад на тему: «Заключение: популяции и биогеоценозы» [7].

Дмитрий Анатольевич Сабинин (1889-1951)

Однако самые прозорливые учёные-аналитики в СССР задолго до установления биологической роли ДНК понимали значение нуклеиновых кислот в процессах жизнедеятельности клеток эукариот. Наиболее яркой фигурой в этом отношении является советский фитофизиолог Д. А. Сабинин.

Опираясь на работы советского учёного Бориса Васильевича Кедровского (1898-1970), опубликовавшего в 1941 г. в немецком журнале свою итоговую статью о роли нуклеиновых кислот в синтезе белков [8], а также бельгийца Ж. Браше (1944) и шведа Т. Касперсона (1947), показавшими, что клетки, активно синтезирующие белок, содержат большое количество РНК в цитоплазме, он, в свою очередь, старался

показать, что содержание нуклеиновых кислот в клетках — единственный надёжный критерий скорости роста. Д. А. Сабинину не суждено было осуществить задуманные им планы исследований, но весь последующий ход развития физиологии, биохимии и молекулярной биологии растительных и животных клеток блестяще подтвердил его идею о роли нуклеиновых кислот и нуклеотидов в биосинтезе белков и регуляции процессов роста.

Для генетики в его трудах особый интерес представляют передовые идеи, намётки и планы новых исследований, устанавливающих значение рибонуклеиновых кислот и нуклеопротеидов в развитии и росте растений. Это направление исканий Д. А. Сабинина, возникшее из анализа взаимосвязей плазмы и обмена веществ и познания ритмов развития, во многом связывало физиологию растений с генетикой. Он не сомневался во взаимодействии между нуклеопротеидами и ростовыми веществами и указал на зависимость между синтезом нуклеиновых кислот и обеспечением клетки азотом, о чём в генетике того времени до него никто не сказал.

В 1942 году Д. А. Сабинин написал краткие заметки, названные им «Структура жизни» [17]. В этом «конспекте для себя» он отметил: «Синтез макромолекул, сложные и многократные полимеризационные процессы — невероятные события, если не допустить предварительной ориентации молекул-звеньев соответственно уже имеющимся частям и группам макромолекул. Макромолекулы некоторых веществ — нуклеины — только и обладают нужными свойствами, чтобы являться очагами этих синтезов».

Несомненно, в этом видится развитие идеи Н. К. Кольцова, уже конкретно связывающее его матричный принцип с нуклеиновыми кислотами. Как и Н. К. Кольцов, Д. А. Сабинин стремился перекинуть мосты между физиологией и генетикой.

Нуклеиновые кислоты и нуклеопротеиды, по утверждению Д. А. Сабинина, это очаги синтеза макромолекул белков, «закономерное снижение концентрации нуклеиновых кислот при старении клетки должно приводить к остановке синтезов и роста».

Представления о нуклеиновых кислотах как носителей наследственности и их участии в синтезе белков возникли и стали отвоёвывать место только в конце 40-х годов. Свои соображения учёный чётко высказал в докладе, прочитанном 20 марта 1945 года в московском Доме учёных. А ведь ещё шла Отечественная война и связи с представителями мировой науки были нарушены. Идеи Д. А. Сабинина в этой области уже были идеями молекулярной биологии. Он не был основоположником этой отрасли науки, но в указанных работах с величайшей прозорливостью предвидел новую эпоху в развитии основы основ будущего — экспериментальной биологии. Д. А. Сабинин застрелился в 1951 г., не выдержав гонений и унижений лысенковцами [17].

Советские физики

Несмотря на всё своё значение, учение о роли ДНК в молекулярных основах наследственности не сразу было принято многими генетиками и биохимиками. Всё ещё довлела догма о всемогуществе белковых молекул во всех главных проявлениях жизни. А те советские генетики, которые понимали значение открытия структуры ДНК для биологии, были отстранены от руководящих постов в науке после сессии ВАСХНИЛ в 1948 г.

Но советские физики, занимающиеся созданием атомной бомбы, понимали, что необходимо изучать влияние радиоактивного излучения на живую клетку, на человеческий организм. Поэтому они обратились к

последним достижениям генетики и первыми в СССР публично заговорили о структуре ДНК и о генетическом коде.

Первый доклад в Москве о значении открытий в области биологической роли ДНК был сделан физиком И. Е. Таммом. Это произошло в феврале 1955 г. на знаменитом семинаре у П. Л. Капицы и Л. Д. Ландау, на Воробьёвых горах в Институте физических проблем АН СССР под председательством директора этого института академика П. Л. Капицы. Семинар всколыхнул физиков, химиков, биофизиков, опальных генетиков.

Кроме того, на этом семинаре генетик Н. В. Тимофеев-Ресовский изложил свою работу 1935 года, выполненную совместно с К. Циммером и М. Дельбрюком, и рассказал об упомянутом выше «биофизическом анализе мутационного процесса» и определении молекулярных размеров гена. Кстати, Тимофеев-Ресовский ясно указал тогда на опасность радиационных повреждений, в том числе генетических, в результате ионизирующего излучения для человека, особенно для медицинского персонала в лучевой диагностике и терапии.

В то время эти две лекции бросили публичный вызов монополии догматам Лысенко. Они имели сенсационный успех и были восприняты как изменение к лучшему.

П. Л. Капица и Л. Д. Ландау высоко оценили новую постановку проблем генетики в её связи с физикой, химией и математикой. На этом семинаре были произнесены слова о том, что возникла новая наука, строгая наука о физических и химических основах жизни. Она получила название молекулярной биологии [4].

Яркий след в истории молекулярной биологии оставил российский и американский физик Георгий Антонович Гамов (), выдвинувший первую гипотезу, касающаяся природы и функции генетического кода. Он был первым, кто предложил кодирование аминокислотных остатков

триплетами нуклеотидов. Эта гипотеза послужила стимулом к экспериментальной разработке данного вопроса [9].

Не удостоенные – русский след

По первым правилам Нобелевского комитета с 1901 г. премии присуждались только здравствующим учёным, а к моменту признания достижений, ниже упоминаемых учёных уже не было в живых. Как сказал американский патолог-вирусолог Фрэнсис Пейтон Роус (1879-1970), позже получивший Нобелевскую премию в возрасте 87 лет: «В науке нужно долго жить, чтобы дождаться признания своих результатов».

О. Эвери (1877-1955), первым экспериментально установившим биологическую роль ДНК, является одним из самых достойных учёных, не получивших Нобелевской премии за свои исследования. Вторым таким исследователем является Розалинда Франклин, первая получившая чёткие рентгенограммы кристаллов ДНК, на основании которых Дж. Уотсон и Ф. Крик развили учение о двойной спирали ДНК. Место действия не было случайным. Именно в Великобритании сформировалась к тому времени (начало 1950-х) самая сильная в мире научная школа рентгеноструктурного анализа [6]. Третьим в этом ряду может быть Николай Иванович Вавилов, открывший законы изменчивости культурных растений.

Ещё больше не повезло нашему Дмитрию Ивановичу Менделееву (1834-1907), которому не присудили Нобелевской премии только потому, что он был уже стар (всего лишь 67 лет) для этого, так как в первые годы (начиная с 1901 г.) по положениям Нобелевского комитета премии достаивались только относительно молодые учёные, которые могли использовать полученные средства для дальнейшего развития науки [23].

В начале 1950-х Николай Вадимирович Тимофеев-Ресовский был выдвинут на Нобелевскую премию за исследования мутаций, но советские

власти не ответили на запрос Швеции о том, жив ли он [16]. И совершенно по идеологическим соображениям не получил Нобелевской премии советский генетик Иосиф Абрамович Раппопорт (1912-1990), за работы по мутагенезу, отказавшись повторно вступить в коммунистическую партию, в которую он вступил на войне, но в последствии был изгнан за свои научные убеждения [24].

В 1970-е годы были разработаны два метода секвенирования ДНК (метод Максама и Гилберта и метод Сэнгера), что позволило изучать точную химическую структуру ДНК и РНК - нуклеотидную последовательность. В результате этих разработок были прочитаны (секвенированы) геном человека, а также геномы многих животных и растительных организмов. В основе метода Максама-Гилберта лежит идея простого школьного учителя из СССР, которую советский учёный Андрей Дарьевич Мирзабеков (1937-2003), в последствии академик РАН и директор института молекулярной биологии РАН имени В. А. Энгельгардта, при личной встрече в США обсудил с Уолтером Гилбертом (1932 г.р.), который в результате получил Нобелевскую премию за сумму принципиально новых результатов — выделения белка-репрессора, предсказанного Ф. Жакоб и Ж. Моно (Франция), и созданию метода секвенирования ДНК. Эту премию он разделил с американцем Полом Бергом (1926 г.р.), создавшим первую рекомбинантную ДНК [11].

ВОГИС – страницы истории

Как известно, блестящие организаторские способности Н. И. Вавилова, будущего первого президента Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина (ВАСХНИЛ организована 25 июня 1929 г.), нашли отражение в проведении под его руководством в январе 1929 г. в Ленинграде Всесоюзного съезда по генетике, селекции, семеноводству и племенному животноводству.

Открывая его, Н. И. Вавилов отметил, что съезд имеет трёх предшественников: Харьковский съезд по селекции и семеноводству в 1911 г., съезд в Петербурге в 1912 г. и Саратовский съезд в 1920 г. Ни одна наука не переживала такого бурного роста, не открывала человечеству таких практических перспектив и не порождала таких дерзновений по овладению законами развития органического мира, как генетика. В настоящее время, сказал Николай Иванович, трудно даже представить пределы её роста [13].

На этом съезде было намечено созвать 2-й Всесоюзный съезд по генетике и селекции в 1931 г. К сожалению, 2-й съезд состоялся лишь спустя 41 год – в 1972 г. Столь длительный перерыв между съездами был связан с трагическими событиями, прервавшими развитие генетики применительно к селекции в нашей стране [1].

В 1965 году Президиум Академии наук СССР во главе с академиком М. В. Келдышем приступил к целой серии научно-организационных мер, чтобы на деле осуществить развитие работ по генетике, которые в эти годы двигались семимильными шагами, стремительно подходя к решению самых глубоких тайн жизни. Вот в такой обстановке был созван первый съезд генетиков и селекционеров, который состоялся в мае 1965 года¹ и был учредительным. На этом съезде и было организовано ВОГИС – Всесоюзное общество генетиков и селекционеров (1965 -1992) – научное общество, созданное в период возрождения генетических исследований в СССР [5].

В годы расцвета общество насчитывало более 10 тысяч членов. Основной формой его работы было проведение Всесоюзных съездов генетиков и селекционеров с периодичностью раз в пять лет. За период с 1965 по 1992 годы проведено шесть съездов. Последний, VI съезд

¹ По другим данным в 1966 г. – в Москве на базе Главного ботанического сада.

Всесоюзного общества генетиков и селекционеров имени Вавилова, прошёл в ноябре 1992 г. в Минске. На этом съезде в связи с распадом Советского Союза было принято решение о прекращении существования Всесоюзного общества генетиков и селекционеров имени Вавилова и решение об организации Ассоциации генетических обществ стран Союза независимых государств.

Его преемником в постсоветской России стало Вавиловское общество генетиков и селекционеров, имеющее статус Межрегиональной общественной организации, и основано оно было в 1992 г. на базе Российского республиканского общества и ряда отделений Всесоюзного общества генетиков и селекционеров им. Н. И. Вавилова. Итак, общество просуществовало 27 лет, и с распадом СССР было преобразовано в Вавиловское общество генетиков и селекционеров [22].

Открытие в 1953 г. двойной спирали ДНК и затем генетического кода перевели развитие генетики на новый, молекулярный уровень. Концепция же американской исследовательницы Барбары МакКлинтон о подвижных элементах и связанных с ними наследственных изменениях генов казалась курьезом или невероятной гипотезой. Даже исследователям, которые близко подошли к этой идее, было трудно переступить за классический порог. Это стало возможным после того, как были сделаны первые наблюдения и выводы о непостоянстве генома дрозофилы Евгением Витальевичем Ананьевым. Крупный вклад этого учёного в развитие современной генетики комментируют разные авторы, представляя свои мнения и соображения об этом крупнейшем открытии в биологии [3, 10].

Е. В. Ананьев был участником съезда и его увлечение киносъёмкой сохранило для нас незабываемые моменты радости общения советских генетиков на втором, но, по сути, первом, полнокровном съезде, среди которых был представитель Краснодарского НИИСХ (КНИИСХ) академик

ВАСХНИЛ Михаил Иванович Хаджинов (1899-1980), ученик первого президента ВАСХНИЛ великого Николая Ивановича Вавилова. Как раз на этом съезде Всесоюзному обществу генетиков и селекционеров было присвоено имя Н. И. Вавилова. Над президиумом съезда был поднят его портрет. Эти исторические свершения были увековечены кинокамерой Е. В. Ананьева.

Ролик любительской киноплёнки

Вышеописанные события происходили в условиях первого десятилетия возрождения генетики в СССР. Поэтому работа Е. В. Ананьева как кинооператора-любителя сохранила для нас редкие кадры² – одухотворённые лица корифеев нашей генетики и молекулярной биологии, недавно освободившихся от догматов академика Т. Д. Лысенко. Киноплёнку озвучила Ольга Николаевна Данилевская, вдова Е. В. Ананьева.

Кинокамера Евгения Витальевича запечатлела лица известных генетиков: Астаурова, Алиханяна, Беляева, Дубинина, Прокофьевой-Бельговской, Тимофеева-Ресовского, Хесина. Эфроимсона; биохимиков: Белозёрского, Бреслера, Гвоздева, Салганика, Энгельгардта и многих других выдающихся деятелей советской науки. Это в основном были люди страстные, увлечённые, далеко, широко и глубоко даровитые, полные внутреннего огня, готовые всё поставить на карту ради научной истины. А также лица их последователей-учеников, многочисленных представителей молодого поколения, которых, к сожалению, впереди ждали пороги и рифы перестройки.

Генетики и селекционеры на этом съезде делали доклады, освещающие положение дел в той или иной отрасли науки или селекции в

² хроника, снятая Е. В. Ананьевым, размещена в свободном доступе на платформе YouTube О. Н. Данилевской — <https://youtu.be/8IUW0LrrzJE>

СССР и в мире. Доклады были большие, 40-45 минут, и поднимали глобальные проблемы.

Президентом общества в это время (1966-1972) был академик Б. Л. Астауров. Как председатель президиума съезда он выступил с первым пленарным докладом «Генетика и проблемы развития» 31 января, в первый день съезда.

Кинокамера Е. В. Ананьева показывает: в президиуме академики Николай Петрович Дубинин и Павел Пантелеймович Лукьяненко — люди, имевшие диаметрально противоположные взгляды на развитие биологии. Поэтому символично, что в первый день съезда эти академики один за другим сделали свои доклады.

Академик АН СССР Н. П. Дубинин представил доклад на тему: «Основные проблемы современной генетики».

Академик ВАСХНИЛ и АН СССР П. П. Лукьяненко к этому времени уже всё самое главное сделал в своей жизни: трижды сменил все сорта озимой пшеницы на Кубани, а его сорт Безостая 1 позволил втрое увеличить её урожайность. На съезде в 1972 году П. П. Лукьяненко сделал доклад: «Достижения и перспективы в селекции озимой пшеницы» сразу после доклада Н. П. Дубинина.

Сорт пшеницы Безостая 1 был первым (1955 г.) долгожителем на полях СССР и Европы [10]. За ним последовали сорт яровой пшеницы Саратовская 29 (1960 г.; В. Н. Мамонтова, А. П. Шехурдин) и озимый сорт Мироновская 808 (1971 г.; Ремесло В. Н.) [18].

Кукуруза в это время была «дрозофилой зелёного мира» для генетиков и уже побывала «королевой полей» для практиков. Академик ВАСХНИЛ М. И. Хаджинов на съезде сделал доклад: «Успехи генетики и селекции кукурузы». У него впереди были ещё годы творческого участия в последующих съездах ВОГИС: в 1972-1977 гг. М. И. Хаджинов был вице-

президентом этого общества, а с 1977 года – президент секции кукурузы и сорго Европейской ассоциации генетиков и селекционеров растений.

На киноплёнке Е. В. Ананьева видны лица крупнейших специалистов, таких как академик Н. В. Турбин, основные труды которого посвящены генетическим основам селекции растений. Его доклад был посвящён теории и практике гетерозиса. Академик Н. В. Цицин сделал доклад на тему: «Успехи генетики и селекции».

Кроме того, согласно программе съезда, были сделаны доклады: академик Д. Д. Брежнева «Итоги и перспективы работ Всесоюзного института растениеводства им. Н. И. Вавилова»; академика Н. М. Жуковского «Эволюция культурных растений»; д. с.-х. н. Ф. Х. Бахтеева «Достижения и перспективы селекции ячменя»; академика В. Д. Тимакова «Проблемы и перспективы медицинской генетики»; член-корреспондента Д. К. Беляева «Генетические проблемы доместикации и некоторые проблемы теории отбора»; д. б. н. В. А. Струнникова «Искусственная регуляция пола у тутового шелкопряда»; член-корреспондента С. С. Нестерова «Развитие наследия И. В. Мичурина в работах Центральной генетической лаборатории им. И. В. Мичурина»; член-корреспондента Л. К. Эрнста и д.б.н. Я. Л. Глембоцкого «Селекция и племенное дело в связи и индустриализацией животноводства»; член-корреспондента А. А. Прокофьевой-Бельговской «Современные представления о строении и репликации хромосом».

А академик В. Н. Столетов, президент Академии педагогических наук СССР, сделал доклад на тему: «Проблемы и перспективы генетического образования в СССР».

Доктор биологических наук Иосиф Абрамович Раппопорт, открывший химический мутагенез, на съезде сделал доклад на тему: «Успехи в познании химического мутагенеза и его применение в селекции». Учеником и соратником И. А. Раппорта был краснодарский

селекционер (КНИИСХ) Виктор Михайлович Шевцов (1940-2012), применявший в своей работе как химический, так и радиационный мутагенез. В личном общении он вспоминал: «Химический мутагенез был популярен; многие люди, не имеющие отношения к генетике, с энтузиазмом предлагали нам то или иное вещество как мутаген, исходя из своих соображений. Вместе с тем, нам было не понятно, как некоторые наши коллеги получали мутации в мягких условиях. Применяли всего лишь, скажем, повышенную температуру. Мы смеялись над ними. Но теперь, после открытия непостоянства генома, стало понятно, как это могло происходить и коллеги наши были правы». На съезде будущей академик РАСХН В. М. Шевцов сделал доклад на тему: «Химический мутагенез в селекции ячменя и овса» [7].

Кроме В. М. Шевцова на симпозиумах съезда были представлены ряд докладов краснодарскими селекционерами и генетиками. Помимо пленарных докладов академиков П. П. Лукьяненко и М. И. Хаджинова от Краснодара на симпозиумах съезда были представлены доклады: - от КНИИСХ - Лукьяненко П. П. Жогин А. Ф. «Использование индуцированных мутантов в селекции мягкой пшеницы»; Лукьяненко П. П., Тимофеева В. Б., Колесникова Ф. А., Резниковой Л. Г. «Селекция мужскостерильных аналогов и линий восстановителей фертильности озимой мягкой пшеницы»; Вахрушевой Э. И., Хаджинова М. И. «Генетика восстановления фертильности у кукурузы»; Воронковой А. А. «Взаимодействие факторов устойчивости пшеницы к бурой ржавчине»; Жирова Е. Г., Бессараб К. С. «Генетический контроль частоты хиазм у *Triticum aestivum* L. (моносомный анализ)»; - от ВНИИ табака и махорки - Терновского М. Ф. «Система создания иммунных сортов табака с применением межвидовой гибридизации»; Кузнецова Д. В., Шинкарёв В. П. «Причины не восприимчивости к мучнистой росе видов никоциана»; Кузнецова Д. В. «Особенности наследования иммунитета к мучнистой

росе при межвидовой гибридизации у табака»; - а также Давыдова Н. Н. (ВНИИ риса) «Использование искусственного мутагенеза в селекции риса» и Колесникова М. А. (Северо-кавказский научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства) «Итоги работ по селекции черешни» [7].

Наводить мосты через пропасти, которые разделяют генетику и селекцию, – призывают одни генетики, но другие им возражают: – нет никаких пропастей. Аргументация последних опирается, в том числе, и на наличие совместных съездов. Истина, по-видимому, где-то посередине.

Развитию молекулярной биологии были посвящены доклад профессора С. И. Алиханяна «Генетика микроорганизмов как основа молекулярной биологии» и академика АН СССР В. А. Энгельгардта «У истоков отечественной молекулярной биологии», лекция которого была посвящена в основном анализу идей Н. К. Кольцова [7].

В фильме Е. В. Ананьева часто появляется лицо Романа Бениаминовича Хесина (1922-1985), ученика А. С. Серебровского, который, будучи генетиком, после сессии ВАСХНИЛ 1948 года стал серьёзно учиться биохимии, и в его работе возникли замечательные возможности синтеза генетики с биохимией. Он автор монографии «Биохимия цитоплазмы» [20], а затем и монографии «Непостоянство генома» [21], в которой им были проанализированы на то время все научные данные по исследованиям мигрирующих генетических элементов, начало которым было положено наблюдениями Е. В. Ананьева. Через 2 года за эту монографию Р. Б. Хесин будет удостоен Ленинской премии.

А на съезде 1972 года доктору биологических наук Р. Б. Хесину была предоставлена возможность сделать заключительный доклад. Тема доклада: «Регуляция синтеза РНК у высших и низших организмов». Это было весьма символично. Как выдающийся учёный Р. Б. Хесин, чувствовал и хорошо понимал перспективность того или иного

направления исследований. Хотя в то время это было для многих совершенно не очевидно. В последние годы, в связи с открытием рибозимов и РНК-интерференции, РНК стала «примадонной» молекулярной биологии.

В науке произошла вспышка исследований роли разнообразных типов РНК, играющих ключевую роль в регуляции экспрессии генов (явление РНК-интерференции). Эти регуляторные эффекты реализуются как на уровне хроматина в ядре, так и при трансляции в цитоплазме. Короткие РНК определяют разнообразные клеточные функции, включая защиту генома от перемещений подвижных элементов генома – транспозонов. Вот тут и сомкнулись содержание и направленность мысли двух вышеупомянутых монографий Р. Б. Хесина.

Кстати, одним из аспирантов Р. Б. Хесина был Александр Леонидович Гинцбург, под руководством которого в 2020 году успешно создана вакцина против РНК-содержащего коронавируса Covid-19 (Sputnik V), позволяющая эффективно бороться с вызванной им с пандемией. Признано по косвенным данным, что этот вирус был создан искусственно в ходе разработок биологического оружия в США.

В этом же 1972 г. было запрещено биологическое оружие (Конвенция о запрещении разработки, производства и накопления запасов бактериологического (биологического) и токсинного оружия и об их уничтожении, подписанная в Лондоне, Вашингтоне и Москве). Под Конвенцией подписались 163 страны мира, выступившие гарантами безопасности от биологического оружия.

Накануне, в 2021 году, мировая научная общественность отметила 150-летие открытия ДНК швейцарским учёным Иоганном Фридрихом Мишером (1844-1895) [12]. Пожалуй, самым крупным вкладом России в исследование главной молекулы жизни – ДНК, и соответственно устройства генома - были наблюдения непостоянства генома эукариот,

сделанные Е. В. Ананьевым. А для весьма непростой истории генетики в нашей стране, несомненно, великолепным документом остаётся его киноролик об историческом 2-м съезде генетиков и селекционеров 1972 года. В 2022 году Евгению Вмтальевичу Ананьеву (1947-2008) исполнилось бы 75 лет.

Вместо заключения: молекулярная биология и селекция

Законы наследственности были впервые прочувствованы и использованы на практике не учёными, а древними неграмотными людьми, научившимися выводить сорта растений и породы животных. Но эти знания не были систематизированы. Первая, эффективная попытка сделать это несомненно принадлежит Г. Менделю, сформулировавшим три закона наследственности [12]. Вторым был Н. И. Вавилов, сформулировавший четвёртый закон генетики о гомологических рядах в наследственной изменчивости [13], открывший центры происхождения культурных растений и создавший основы учения об иммунитете растений.

Традиционно считается, что селекционер управляет «генетической системой» живых организмов, базируясь на известных законах генетики. В действительности же процесс селекции всё ещё остаётся той сферой творческой деятельности человека, где интуиция и талант, а также масштабы работы оказываются решающими в достижении выдающихся результатов на основе подсознания, силу которого мы ещё плохо понимаем.

Но генетики всегда стремились приблизиться к решению практических задач, так как известно, что практика критерий истины. Наиболее перспективным в этом отношении был мутагенез — скачкообразное изменение наследственных признаков под влиянием факторов среды, приводящее иногда к полезным для практики

последствиям. Интересно, что ещё до установления биологической роли ДНК (в 30-40-е годы XX века) советский генетик С. М. Гершензон показал мутагенный эффект экзогенных нуклеиновых кислот на дрозофиле [14].

Ещё ранее одним из первых Н. К. Кольцов проводил работы по исследованию возможностей получения мутаций под влиянием внешних факторов. Как следствие, с его подачи в 1934 году Н. В. Тимофеев-Ресовский опубликовал до сих пор считающееся классическим исследование «Экспериментальное получение мутаций», где он, между прочим, употребил термин «генетическая инженерия».

Открытие химического мутагенеза принадлежит И. А. Рапопорту в Москве и Ш. Ауэрбах в Эдинбурге. Роль Н. К. Кольцова в проведении работы И. А. Рапопорта очень велика. Он духовно всегда был с ним и предоставлял ему материальные лабораторные ресурсы: те или иные химические соединения. Н. К. Кольцов отдавал ему всё, только решил бы эту огромной важности проблему [4].

Советская молекулярная биология имеет в своём активе крупное открытие 1970-ых годов: группой советских молекулярных биологов было экспериментально доказано непостоянство генома, открыты многочисленные транспозоны или мигрирующие диспергированные элементы генома животных и растений. Впервые воочию это явление увидел на хромосомах дрозофилы советский учёный Е. В. Ананьев. Это открытие остаётся самым крупным достижением молекулярной биологии России за последние, как минимум, 50 лет. С современной точки зрения условия внешней среды вызывают случайные изменения в первичной структуре ДНК. В значительной мере это происходит по причине непостоянства генома – наличия в нём огромного количества мигрирующих генетических элементов или транспозонов. Изменения любых факторов внешней среды вызывает изменения мозаики

расположения мигрирующих элементов, изменяя при этом экспрессию многих генов.

Генетики впервые узнали, что в нём есть довольно много элементов, которые, перемещаясь, могут изменить функционирование генов и самого генома. Новое знание позволило выработать методический подход к геному. Объясняло, как с помощью открытых мобильных элементов можно модифицировать геном: как его подправить, что-то из него вынуть или, наоборот, вставить.

Развитие исследований генетического кода по методу американского учёного М. У. Ниренберга позволило выявить уникальные способности катионов магния (Mg^{++}) инициировать синтез белка в бесклеточной системе, что может иметь прикладное значение, в частности, при объяснении молекулярных механизмов морозоустойчивости озимых сортов пшеницы и ячменя. Есть основание полагать, что в основе молекулярных механизмов морозоустойчивости озимой мягкой пшеницы и озимого ячменя лежит скорость закалки растений, обусловленная эффективностью синтеза белка, определяемого как стабильностью мРНК, так и трансляционной активностью рибосом, зависящей от вариаций концентрации катионов магния в рРНК [11, 15].

Развитие методов геной инженерии привело к созданию трансгенных растений, животных и микроорганизмов, несущих полезные признаки. Это позволяет расширить предел повышения продуктивности многих видов сельскохозяйственных растений и животных в отсутствие прироста количества пахотных площадей. Однако негативное общественное мнение, озабоченность возможным вредным влиянием генномодифицированных продуктов на здоровье человека сдерживает развитие этого направления и выход его в практику. Но появляются новые молекулярно-биологические решения, позволяющие снизить возможные риски.

Первое десятилетие XXI века ознаменовано стремительным прорывом в важнейшую биологическую проблему - регуляцию экспрессии генов с помощью явления РНК-интерференции (малые некодирующие РНК) и основанных на этом явлении техники, позволяющей выводить из строя экспрессию заранее выбранного гена (уничтожается целевая мРНК), а затем смотреть, как это скажется на организме. На основании этого явления в настоящее время получают новые решения проблем медицины (новый класс лекарств, в том числе и против COVID) и сельского хозяйства (новые пути создания зерна злаков с высокими питательными и технологическими свойствами), появляются новые высокоэффективные продуценты полезных веществ. Вместе с тем, полученные таким путём генномодифицированные организмы отличаются меньшим риском экологических и медицинских проблем, так как при этом не синтезируются чужеродные белки-аллергены [9, 11].

В это же время разработан точнейший генно-инженерный метод — редактирование системой CRISPR/Cas9, которая состоит из нескольких компонентов — последовательностей ДНК, РНК и фермента, которые все вместе могут вносить изменения в любое место генома живого существа, намеченное исследователем. Этот новый метод был следствием исследований болезнетворной бактерии *Streptococcus pyogenes*, в которых было обнаружена ранее неизвестная молекула транскрибирующей РНК (tracrRNA), которая является частью древней иммунной системы бактерии, CRISPR/Cas9, разрушающей вирусы бактерий (фаги), с которыми клетке уже приходилось встречаться, разрезая их ДНК [12].

Таким образом можно улучшить свойства сельскохозяйственных растений, животных и производственных микроорганизмов, не внедряя в их геном новых генов. Появилась новая возможность очень быстро лечить наследственные заболевания. Метод редактирования генома уже принёс

много открытий как в фундаментальных, так и в прикладных исследованиях.

Как следствие, в странах с развитой молекулярной биологией селекция стала технологическим процессом, базирующимся на взаимодействии молекулярных биологов в лабораториях и селекционеров в поле. К сожалению, в России такого полномасштабного взаимодействия пока нет, что является отголоском «мичуринской биологии», надолго сбившей с пути советскую биологию. И это является препятствием к развитию сельского хозяйства «нового типа» - задачи сегодняшнего дня.

В наши дни успехи молекулярной биологии позволяют объяснить многое в живой природе — от эволюции видов и причин рака до стрессоустойчивости растений. Результаты исследований уже позволяют активно вмешиваться в эти проблемы и некоторым находить решения. Наука эта, в сущности, очень молода. В последние десятилетия от нас уходят её творцы, чьи имена прочно обосновались в учебниках биологии. К сожалению, широкое красивое поле молекулярно-биологических исследований предоставляет множество возможностей разработки факторов активного противостояния стран как в коммерческом, так и в военном отношении.

Благодарности: автор выражает благодарность участникам 2-го съезда ВОГИС Ольге Николаевне Данилевской (Pioneer Hi-Bred International, A DuPont Company Johnston, США) за предоставленные программу съезда и киноролик Е. В. Ананьева и Александру Семёновичу Селиванову (г. Саратов, СГУ, НИИ сельского хозяйства Юго-Востока) за предоставленные труды 2-го съезда ВОГИС.

Список литературы

1. Гайсинович А.Е. Зарождение и развитие генетики, Москва: Наука», 1988, 424 с.
2. Глазко В.И. Николай Иванович Вавилов и его время. Хроника текущих событий, Киев: Изд-во «РА NOVA», 2005, 390 с.

3. Данилевская О.Н. Его жизнь была подчинена одной задаче: узнать, как работает хромосома. К 65-летию со дня рождения генетика Евгения Витальевича Ананьева (1947-2008) // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012, Т. 16, № 1. С. 285-298.
4. Дубинин Н.П. Вечное движение, М.: Изд-во политической литературы, 1973, 447 с.
5. Дубинин Н.П. Генетика: страницы истории, Кишинёв: «Штиинца», 1990, 399 с.
6. Корочкин Л.И., Фридман С.А. Пионер молекулярной биологии // Природа, 2004, № 8, с. 1-6.
7. Материалы второго съезда Всесоюзного общества генетиков и селекционеров имени Н. И. Вавилова, Москва 31 января-5 февраля 1972 г., Москва: Изд-во Наука, 1972, 6 томов.
8. Платова Т.П. Борис Васильевич Кедровский, М.: Наука, 1983. 80 с.
9. Плотников В.К. Самое главное событие в биологии XX века // Журнал стресс-физиологии и биохимии, 2013. Т. 9, № 2. С. 5–14.
10. Плотников В.К. Евгений Витальевич Ананьев (1947–2008)// Письма в Вавиловский журнал, 2016. http://www.bionet.nsc.ru/vogis/download/history_of_Genetics/appx_4.pdf
11. Плотников В.К. Ленинский проспект (о науке, её людях и объектах), Краснодар, ЭДВИ, 2019, 224 с.
12. Плотников В.К., Салфетников А.А., Косовский Г.Ю., Глазко В.И. К 150-летию открытия ДНК // Вестник РАЕН, 2020, № 1, С. 74-85.
13. Плотников В.К., Насонов А.И., Салфетников А. А. К 100-летию закона Н. И. Вавилова о гомологических рядах в наследственной изменчивости // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2020, № 160, С. 11-29.
14. Плотников В.К., Насонов А.И., Салфетников А.А. РНК-содержащий вирус штриховатой мозаики как мутагенный агент // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2020, № 161, С. 201-221.
15. Плотников В.К. Насонов А.И., Салфетников А.А. Молекулярная физиология зерновых культур Краснодарского края // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2022, № 178, С. 160-184.
16. Раевский М. Николай Владимирович Тимофеев Ресовский (1900–1981) // Письма в Вавиловский журнал, 2016, № 1, С. 1-16.
17. Д. А. Сабинин и его творческое наследие (по воспоминаниям современников), Новосибирск: Изд-во «Наука» Сибирское отделение, 1981, 240 с.
18. Рязанов В. В. Научно-полевой роман. К 110-летию НИИСХ Юго-Востока, Саратов, 2021 г., 448 с.
19. Франк-Каменецкий М.Д. Век ДНК, М.: Изд-во «КДУ», 2004, 240 с.
20. Хесин Р.Б. Биохимия цитоплазмы, Москва: Изд-во АН СССР, 1960, 290 с.
21. Хесин Р.Б. Непостоянство генома, Москва: Изд-во «Наука», 1984, 472 с.
22. Хотылева Л.В., Кужир Т.Д. Последний съезд всесоюзного общества им. Н. И. Вавилова: взгляд из настоящего // Письма в Вавиловский журнал, 2016. http://www.bionet.nsc.ru/vogis/download/history_of_Genetics/appx_8.pdf.
23. Чолаков В. Учёные и открытия, М.: Мир, 1987, 869 с.
24. Шноль С.Э. Герои, злодеи, конформисты Российской науки, М.: Крон-пресс, 2001, 875 с.
25. Шредингер Э. Что такое жизнь? С точки зрения физика, М.: Атомиздат, 1972, 88 с.

References

1. Gajsinovich A.E. Zarozhdenie i razvitie genetiki, Moskva: Nauka», 1988, 424 s.
2. Glazko V.I. Nikolaj Ivanovich Vavilov i ego vremya. Hronika tekushchih sobytij, Kiev: Izd-vo «PA NOVA», 2005, 390 s.
3. Danilevskaya O.N. Ego zhizn' byla podchinena odnoj zadache: uznat', kak rabotaet hromosoma. K 65-letiyu so dnya rozhdeniya genetika Evgeniya Vital'evicha Anan'eva (1947-2008) // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2012, T. 16, № 1. S. 285-298.
4. Dubinin N.P. Vechnoe dvizhenie, M.: Izd-vo politicheskoy literatury, 1973, 447 s.
5. Dubinin N.P. Genetika: stranicy istorii, Kishinyov: «SHtiinca», 1990, 399 s.
6. Korochkin L.I., Fridman S.A. Pioner molekulyarnoy biologii // Priroda, 2004, № 8, S. 1-6.
7. Materialy vtorogo s"ezda Vsesoyuznogo obshchestva genetikov i selekcionerov imeni N. I. Vavilova, Moskva 31 yanvarya-5 fevralya 1972 g., Moskva: Izdatel'stvo «Nauka», 1972, 6 tomov.
8. Platova T.P. Boris Vasil'evich Kedrovskij, M.: Nauka, 1983. 80 s.
9. Plotnikov V.K. Samoe glavnoe sobytie v biologii HKH veka // ZHurnal stress-fiziologii i biohimii, 2013. T. 9, № 2. S. 5–14.
10. Plotnikov V.K. Evgenij Vital'evich Anan'ev (1947–2008). Pis'ma v Vavilovskij zhurnal. 2016. http://www.bionet.nsc.ru/vogis/download/history_of_Genetics/appx_4.pdf
11. Plotnikov V.K. Leninskij prospekt (o nauke, eyo lyudyah i ob"ektah), Krasnodar, EDVI, 2019, 224 s.
12. Plotnikov V.K., Salfetnikov A.A., Kosovskij G.YU., Glazko V.I. K 150-letiyu otkrytiya DNK // Vestnik RAEN, 2020, № 1, S. 74-85.
13. Plotnikov V. K., Nasonov A. I., Salfetnikov A. A. K 100-letiyu zakona N. I. Vavilova o gomologicheskikh ryadah v nasledstvennoj izmenchivosti // Politematicheskij setевой elektronnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2020, № 160, S. 11-29.
14. Plotnikov V.K., Nasonov A. I., Salfetnikov A. A. RNK-soderzhashchij virus shtrihovatoj mozaike kak mutagennyj agent // Politematicheskij setевой elektronnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2020, № 161, S. 201-221.
15. Plotnikov V.K. Nasonov A.I., Salfetnikov A.A. Molekulyarnaya fiziologiya zernovyh kul'tur Krasnodarskogo kraja // Politematicheskij setевой elektronnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2022, № 178, S. 160-184.
16. Raevskij M. Nikolaj Vladimirovich Timofeev Resovskij (1900–1981) // Pis'ma v Vavilovskij zhurnal, 2016, № 1, S. 1-16.
17. D.A. Sabinin i ego tvorcheskoe nasledie (po vospominaniem sovremennikov), Novosibirsk: Izd-vo «Nauka» Sibirskoe otdelenie, 1981, 240 s.
18. Ryazanov V. V. Nauchno-polevoj roman. K 110-letiyu NIISKH YUgo-Vostoka, Saratov, 2021 g., 448 s.
19. Frank-Kameneckij M.D. Vek DNK, M.: Izd-vo «KDU», 2004, 240 s.
20. Hesin R.B. Biohimiya citoplazmy, Moskva: Izd-vo AN SSSR, 1960, 290 s.
21. Hesin R.B. Nepostoyanstvo genoma, Moskva: Izd-vo «Nauka», 1984, 472 s.
22. Hotyleva L.V., Kuzhir T.D. Poslednij s"ezd vsesoyuznogo obshchestva im. N. I. Vavilova: vzglyad iz nastoyashchego // Pis'ma v Vavilovskij zhurnal, 2016. http://www.bionet.nsc.ru/vogis/download/history_of_Genetics/appx_8.pdf.
23. CHolakov V. Uchyonye i otkrytiya, M.: Mir, 1987, 869 s.
24. SHnol' S.E. Geroy, zlodei, konformisty Rossijskoj nauki, M.: Kron-press, 2001, 875 s.

25. Шредингер Е. Что такое жизнь? С точки зрения физики, М.: Atomizdat, 1972, 88 с.