

СОДЕРЖАНИЕ

Том 87, номер 4, 2017

Первые выборы в объединённой академии. *Дневник Общего собрания РАН* 311

Научная сессия Общего собрания Российской академии наук “Генетические ресурсы растений, животных и микроорганизмов на службе человечества”

Вступительное слово президента РАН академика В.Е. Фортова	315
Выступление министра образования и науки РФ О.Ю. Васильевой	317
Выступление руководителя ФАНО России М.М. Котюкова	318
Генетические ресурсы растений, животных и микроорганизмов — основа фундаментальных исследований сельскохозяйственной науки. Доклад академика РАН Г.А. Романенко	322
Выведение новых сортов и гибридов сельскохозяйственных растений. Доклад академика РАН И.В. Савченко	325
Создание высокопродуктивных пород и кроссов животных и птицы. Доклад академика РАН В.И. Фисинина	333
Метагеномные технологии выявления генетических ресурсов микроорганизмов. Доклад академика РАН И.А. Тихоновича, кандидатов биологических наук Е.А. Ивановой, Е.В. Першиной, Е.Е. Андронova	337
Обеспечение безопасности генно-инженерно-модифицированных организмов для производства пищевых продуктов. Доклад академика РАН В.А. Тутельяна	342
Состояние и перспективы использования маркер-ориентированной и геномной селекции растений. Доклад академика РАН Н.А. Колчанова, члена-корреспондента РАН А.В. Кочетова, докторов биологических наук Е.А. Салиной, Л.А. Першиной, Е.К. Хлесткиной, академика РАН В.К. Шумного	348
Направленная конверсия белковых модулей пищевых продуктов животного и растительного происхождения. Доклад академика РАН Л.М. Аксёновой, члена-корреспондента РАН Л.В. Римаревой	355
Генетические методы создания новых сортов садовых растений. Доклад академика РАН И.М. Куликова, кандидата сельскохозяйственных наук Л.А. Марченко	358
Молекулярно-генетические и иммунно-биохимические маркеры оценки здоровья сельскохозяйственных животных. Доклад академика РАН И.М. Донник, доктора ветеринарных наук И.А. Шкуратовой	362
Молекулярные и биотехнологические методы в создании генетических ресурсов овощных культур. Доклад академика РАН В.Ф. Пивоварова, доктора сельскохозяйственных наук О.Н. Пышной, кандидатов сельскохозяйственных наук Л.К. Гуркиной, Т.С. Науменко	367
Генетические ресурсы растений, животных и микроорганизмов на службе человечества. Постановление Научной сессии Общего собрания РАН	375

Общее собрание Российской академии наук

Выступления участников Общего собрания РАН: членов-корреспондентов РАН Н.К. Мазитова, А.В. Корниенко, академика РАН Г.П. Гамзикова, члена-корреспондента РАН В.В. Коломейченко, академиков РАН Р.И. Нигматулина, Г.А. Романенко, В.П. Ермоленко, члена-корреспондента РАН Е.А. Хазанова, председателя Профсоюза работников РАН В.П. Калинушкина, академиков РАН А.Л. Асеева, И.И. Гительзона, В.А. Рубакова, Л.М. Зелёного, М.И. Кузьмина, В.Ф. Шабанова, В.П. Матвеевко, А.Д. Некипелова, Г.А. Месяца, В.Е. Фортова	377
О реформе РАН, координации фундаментальных научных исследований, разработке стратегии развития РАН и научных организаций. Постановление Общего собрания РАН	389
Заключительное слово президента РАН академика В.Е. Фортова	390

История академических учреждений

Ю.Б. Марин, Д.В. Рундквист	
200 лет Российскому минералогическому обществу	391

Интервью

О перспективах продвижения российских научных журналов в рамках программы “Russian Library of Science”	401
--	-----

Официальный отдел

Награды и премии	404
------------------	-----

CONTENTS

Vol. 87, No. 4, 2017

Simultaneous English language translation of the journal is available from Pleiades Publishing, Ltd.
Distributed worldwide by Springer. Herald of the Russian Academy of Sciences ISSN 1019-3316

The First Election to the United Academy. *Diary of the RAS General Assembly* 311

Scientific Session of the RAS General Assembly

“Genetic Resources of Plants, Animals and Microorganisms”

Opening Remarks by the RAS President Academician *V.E. Fortov* 315

Address of the Minister of Education and Science of the Russian Federation *O.Yu. Vasilyeva* 317

The Speech by the Head of the Russian Federal Agency of Scientific Organizations *M.M. Kotyukov* 318

Genetic Resources of Plants, Animals and Microorganisms as a Base of Agricultural Fundamental Studies. *Report by Academician G.A. Romanenko* 322

The Breeding of New Varieties and Hybrids of Agricultural Plants. *Report by Academician I.V. Savchenko* 325

Creation of Highly Productive Breeds and Crosses of Farm Animals and Poultry. *Report by Academician V.I. Fisinin* 333

Metagenomic Technology of Identification of the Genetic Resources of Microorganisms. *Report by Academician I.A. Tikhonovich, Candidates of Biological Sciences E.A. Ivanova, E.V. Pershina, E.E. Andronov* 337

Ensuring the Safety of Genetically Modified Organisms for the Production of Foods. *Report by Academician V.A. Tutelyan* 342

Status and Prospects of Marker-Oriented and Genomic Plant Selection. *Report by Academician N.A. Kolchanov, Corresponding Member of RAS A.V. Kochetov, Doctors of Biological Sciences E.A. Salina, L.A. Pershina, E.K. Khlestkina, Academician V.K. Shumny* 348

Directed Conversion of Protein Modules in Foods of Animal and Herbal Origin. *Report by Academician L.M. Aksenova, Corresponding Member of RAS L.V. Rimareva* 355

Genetic Methods of Creating New Varieties of Garden Plants. *Report by Academician I.M. Kulikov, Candidate of Agricultural Sciences L.A. Marchenko* 358

Molecular-Genetic and Immune-Biochemical Markers of Farm Animals Health Assessment. *Report by Academician I.M. Donnik, Doctor of Veterinary Sciences I.A. Shkuratova* 362

Molecular and Biotechnological Methods in Creation of Genetic Resources of Vegetable Crops. *Report by Academician V.F. Pivovarov, Doctor of Agricultural Sciences O. N. Pyshnaya, Candidates of Agricultural Sciences L.K. Gurkina, T.S. Naumenko* 367

Genetic Resources of Plants, Farm Animals and Microorganisms in the Service of Humanity. *The Resolution of the Scientific Session of the RAS General Meeting* 375

General Meeting of Russian Academy of Sciences

Speeches by the RAS General Meeting Participants: Corresponding Members of RAS *N.K. Mazitov, A.V. Kornienko, Academician G.P. Gamzikov, Corresponding Member of RAS V.V. Kolomeychenko, Academicians R.I. Nigmatulin, G.A. Romanenko, V.P. Ermolenko, Corresponding Member of RAS E.A. Khazanov, Chairman of the RAS Trade Union V.P. Kalinushkin, Academicians A.L. Aseev, I.I. Gitelson, V.A. Rubakov, L.M. Zeleny, M.I. Kuzmin, V.F. Shabanov, V.P. Matveenko, A.D. Nekipelov, G.A. Mesyats, V.E. Fortov* 377

On the Reform of the Russian Academy of Sciences, Coordination of Fundamental Scientific Studies, Development of the Strategy of the RAS and Scientific Organizations. *The Resolution of the General Meeting of the RAS* 389

Closing Speech by the President of the RAS Academician *V.E. Fortov* 390

History of Academic Institutions

Yu.B. Marin, D.V. Rundquist 391

200 Years of Russian Mineralogical Society

Interview

On the Perspectives of the Russian Scientific Journals Promotion according to the “Russian Library of Science” Program 401

Official Section

Awards and Prizes 404

ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ПЕРВЫЕ ВЫБОРЫ В ОБЪЕДИНЁННОЙ АКАДЕМИИ

ДНЕВНИК ОБЩЕГО СОБРАНИЯ РАН

DOI: 10.7868/S0869587317040016

26, 27 и 28 октября 2016 г. в Большом зале Российской академии наук прошло Общее собрание РАН, объединившее два значительных события — научную сессию, посвящённую комплексной проблематике генетического потенциала животного и растительного мира, и первые после трёхлетнего перерыва, предписанного Законом о реорганизации РАН, выборы новых членов академии.

В первый день работы Общего собрания РАН участников встретила экспозиция достижений отечественных учёных-агров, которую развёрнули в кулуарах. Открывая заседание, президент РАН академик **В.Е. Фортов** отметил, что текущая научная сессия — третья из тех, что академия проводит после объединения с Российской академией медицинских наук и Российской академией сельскохозяйственных наук, и её тематика — “Генетические ресурсы растений, животных и микроорганизмов на службе человечества”, — как и тематика предшествующих сессий, соответствует неформальному требованию выносить на обсуждение Общих собраний РАН масштабные проблемы государственного значения, требующие объединения усилий специалистов всех трёх академий. Сельское хозяйство, констатировал В.Е. Фортов, продолжает оставаться “ахиллесовой пятой” России, хотя в последние годы наметился перелом — агропромышленный сектор демонстрирует высокие темпы развития, что обусловлено как политикой импортозамещения, так и значительными достижениями сельскохозяйственных наук и междисциплинарных научных групп.

В приветственном слове к участникам Общего собрания РАН министр образования и науки РФ **О.Ю. Васильева** поблагодарила Академию наук за плодотворную работу, особенно в области организации мультидисциплинарных исследований и кооперации академической и вузовской науки, а также при подготовке “Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 года”. В интересах создания единого научно-образовательного пространства очень важно, подчеркнула министр, чтобы выдающиеся

учёные — члены академии продолжали активно участвовать в разработке ядра образовательных программ.

Руководитель Федерального агентства научных организаций России **М.М. Котюков** напомнил, что 21 июля 2016 г. Президент РФ В.В. Путин подписал Указ № 350 “О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства”. Этим документом, в частности, предусматривается подготовка специальной научно-технической программы развития сельского хозяйства до 2025 г. и формирование на базе организаций, подведомственных Минобрнауки России, Министерству сельского хозяйства РФ и ФАНО, междисциплинарных научно-исследовательских центров в области сельского хозяйства для реализации мероприятий, прописанных в программе. В институтах, подведомственных ФАНО, работа в рамках установленных указом ориентиров уже ведётся, подчеркнул М.М. Котюков. Он также чётко обозначил основные направления этой работы — инструменты развития сельскохозяйственных наук и агропромышленного сектора экономики. Среди них: инвентаризация биоресурсных коллекций, использование комплексных планов научных исследований, позволяющих интегрировать усилия научного, государственно-управленческого и предпринимательского сообществ, проведение мероприятий по диагностике заболеваний животных, формирование центров компетенций по различным направлениям сельскохозяйственной тематики, модернизация инфраструктуры коллективного пользования, совершенствование нормативно-правовой базы. Особо руководитель ФАНО обратил внимание на имеющийся потенциал в плане обеспечения исследований в области сельскохозяйственных наук оборудованием и на задачу развития кадрового потенциала.

Поблагодарив М.М. Котюкова за выступление, В.Е. Фортов предоставил возможность сразу же задать несколько вопросов. Академик **М.В. Садовский** поинтересовался, как выполняются решения предыдущего Общего собрания РАН в том,

что касается обсуждения с высшим руководством страны хода реструктуризации научных учреждений, подведомственных ФАНО. Он подчеркнул, что обеспокоенность академического сообщества сохраняется, примером чему служит подписанное более чем 200 членами РАН письмо на имя Президента РФ, в котором указывается на деструктивный характер проводимой реформы академического сектора российской науки. В.Е. Фортов пояснил, что составил по результатам предшествующего собрания докладную записку и обсуждал её содержание с премьер-министром РФ и Президентом РФ, и очевидно какого-то решения от них следует ожидать после выборов. В ответ на это М.В. Садовский предложил Общему собранию выразить отношение к упомянутому письму и высказанным в нём идеям.

Академик **В.Б. Захаров** поднял проблему финансирования институтов РАН в 2017 г., а член-корреспондент РАН **П.И. Арсеев** пояснил, что при обещанном уровне сокращения финансирования отдельные институты окажутся на грани выживания. О какой стратегии научно-технического развития можно говорить в таких условиях? М.М. Котюков ответил, что в октябре все цифры – предпроектные, но даже при номинальном сокращении дополнительные средства можно будет изыскать за счёт целевого финансирования ряда научных программ, инициированных ФАНО совместно с академией, и средств, выделяемых на повышение заработной платы.

Доклады научной сессии предваряло выступление вице-президента РАН академика **Г.А. Романенко**, отметившего, что вопрос генетических ресурсов находится в центре внимания учёных-агров в течение многих лет и в России собраны богатейшие генетические коллекции. Работа должна продолжаться, поэтому важно сохранять старейшие (и одновременно самые эффективные) учреждения, в которых, однако, накапливаются проблемы нормативно-организационного и финансового характера, а их решение осложнено отсутствием в составе Научно-координационного совета РАН–ФАНО секции по сельскохозяйственным наукам. Есть проблемы и в обеспечении исследований грантовой поддержкой, и в подготовке кадров: аспирантура, по словам Г.А. Романенко, должна ориентироваться на подготовку не только будущих преподавателей, но и учёных. Вместе с тем нужно всерьёз заниматься вопросами, непосредственно связанными с практикой агропромышленного производства.

Утреннюю сессию первого дня Общего собрания РАН продолжили тематические доклады, которым было посвящено также вечернее заседание, когда, кроме того, состоялось их обсуждение

и прошла общая дискуссия. В обсуждении принимали участие как учёные-агров, так и специалисты из других областей, высказывались конкретные предложения по развитию отрасли, что вынудило академика Г.А. Романенко обратиться к собранию с просьбой чётко сформулировать эти предложения, чтобы их можно было использовать в предстоящей работе по уточнению “Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы”. Президент РАН поддержал этот призыв, отметив, что министр сельского хозяйства РФ А.Н. Ткачёв восприимчив к различным инициативам, и попросил выступавших подать свои предложения для внесения их в проект решения текущего Общего собрания РАН.

Председатель профсоюза работников РАН кандидат физико-математических наук **В.П. Калинушкин** обратился к Общему собранию с просьбой высказаться по поводу ситуации с финансированием российской академической науки, которую он назвал критической, и выразил мнение, что целесообразно детально обсудить проблему финансирования уже на следующем Общем собрании, в рамках отдельного пункта повестки дня. В ответ на поднятый академиком **В.П. Ермоленко** вопрос о медицинском обслуживании членов академии, ситуация с которым особенно затруднена в регионах, академик **М.А. Пальцев** пояснил, что возможность создания какой-то специальной системы обслуживания, охватывающей всю территорию России, не рассматривалась. Вместе с тем все члены Академии наук и члены их семей прикрепляются к медицинскому центру Управления делами Президента РФ, который осуществляет поликлиническое обслуживание и в Москве, и в Санкт-Петербурге. Этими услугами, подчеркнул М.А. Пальцев, могут пользоваться члены академии, проживающие в любом субъекте РФ. Также доступны санаторно-курортные услуги, более того медицинский центр Управления делами Президента РФ рассчитывает в 2017 г. увеличить соответствующую квоту. Что касается сотрудников институтов РАН, то вопрос с их медицинским обслуживанием решён через систему обязательного медицинского страхования.

Особое внимание в рамках дискуссии привлёк комплекс вопросов, связанных с продолжающейся реорганизацией институтов РАН и общей оценкой начатой в 2013 г. реформы академии. Академик **В.А. Рубаков** вслед за академиком М.В. Садовским напомнил о решении предыдущего Общего собрания устранить неразбериху с полномочиями академии по отношению к институтам, подведомственным ФАНО, и призвал проследить за его выполнением. Академик **А.Л. Асеев**

предложил закрепить в решении текущего Общего собрания требование остановить реструктуризацию системы академических институтов по территориальному принципу, а проведение структурных преобразований по тематическому принципу там, где это необходимо, поручить Российской академии наук и её региональным отделениям. Он также высказался за проведение служебной проверки как в отношении руководителей научных организаций региональных центров, уступивших административному давлению со стороны ФАНО и давших согласие на ликвидацию вверенных им институтов как автономных научных учреждений, так и руководителей ФАНО, принимающих решения, ведущие к фактической ликвидации академической науки в стратегически важных регионах России. Академик **Г.А. Месяц** добавил, что утрата статуса юридического лица может быть чревата для многих учреждений РАН последующей ликвидацией, поскольку упразднить подразделение юридически легче, чем самостоятельный институт. Академик **В.Ф. Шабанов** возразил, что в случае Красноярского научного центра СО РАН, президиум которого он возглавляет, объединение было необходимо по соображениям как организационного, так и финансового порядка. По его мнению, поддержанному академиком **В.П. Матвеев**, нужно провести выездное заседание научных центров для спокойного обсуждения вопросов реорганизации и воздержаться от громких заявлений о кончине тех или иных региональных научных институций.

Выступавшие вернулись и к вопросу о письме на имя Президента РФ. Поддержать его призвали академики **А.Л. Асеев** и **М.И. Кузьмин**, член-корреспондент РАН **Е.А. Хазанов**. По словам академика **И.И. Гительзона**, в рамках текущего Общего собрания невозможно прийти к взвешенному и учитывающему все аспекты ситуации мнению относительно итогов реформы, но сделать это необходимо в преддверии следующего собрания, на котором может быть принято соответствующее постановление. К более широкому взгляду на ситуацию призвал и академик **А.Д. Некипелов**. За частными проблемами теряется общая картина, отметил он. Академия должна заявить о своей позиции прежде всего по ряду общих вопросов: о роли науки в обществе, системе её финансирования, организационной структуре и т.д. К следующему собранию при участии региональных отделений целесообразно подготовить доклад, в котором были бы освещены подобные ключевые для развития отечественной науки темы. Президент РАН согласился с такой позицией и просил **А.Д. Некипелова** возглавить эту работу. Поддержку письма он посчитал нецелесообразной, поскольку, несмотря на во многом справедливую оценку ситуации,

оно отражает точку зрения лишь части академического сообщества и, кроме того, уже успело приобрести политическое звучание. Коснувшись вопроса реструктуризации, **В.Е. Фортов** предложил сформулировать её общие принципы, зафиксировав, в каких случаях её можно и нужно проводить. После этого он передал слово председателю редакционной комиссии академику **И.А. Тихоновичу**, огласившему проект постановления Общего собрания РАН, который был единогласно принят.

Второй день Общего собрания был полностью посвящён выборам новых членов РАН. Президент РАН академик **В.Е. Фортов** напомнил, что со времени последних выборов прошло пять лет, кроме того, увеличился численный состав академии, вследствие чего образовалось очень большое число вакансий. Сообщив о том, что кворум собран — из 1773 зарегистрированных членов Академии наук на заседании присутствовали 947 членов при необходимом участии 888 — президент РАН передал слово академикам-секретарям тематических отделений для оглашения кандидатур в действительные члены РАН, члены-корреспонденты РАН и иностранные члены РАН, прошедших конкурсный отбор в отделениях. От Отделения математических наук докладывал академик **В.В. Козлов**, Отделения физических наук — академик **И.А. Щербakov**, Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления — академик **А.Н. Лагерьков**, Отделения химии и наук о материалах — академик **А.Ю. Цивадзе**, Отделения биологических наук — академик **А.Ю. Розанов**, Отделения нанотехнологий и информационных технологий — академик **Ж.И. Алфёров**, Отделения наук о Земле — академик **А.О. Глико**, Отделения общественных наук — академик **А.А. Кокошин**, Отделения историко-филологических наук — академик **В.А. Тишков**, Отделения глобальных проблем и международных отношений — академик **А.А. Дынкин**, Отделения физиологических наук — академик **Ю.В. Наточин**, Отделения сельскохозяйственных наук — академик **Ю.Ф. Лачуга**, Отделения медицинских наук — академик **В.А. Тутельян**.

Вопросы у присутствующих возникли только к ряду кандидатур по Отделению физиологических наук. Академик **И.Б. Ушаков** выразил сомнение относительно уровня научных достижений кандидата в академики члена-корреспондента РАН **О.И. Орлова**, а академик **В.А. Васильев** попросил прокомментировать кандидатуры **О.И. Эпштейна**, претендовавшего на звание члена-корреспондента РАН, и члена-корреспондента РАН **С.В. Медведева**, выдвинутого на присвоение ему звания академика. Академик **Ю.В. Наточин** ответил на вопросы относительно этих кандидатов, пояснив позицию отделения, а академик **А.М. Дыгай** дополнил его выступление по

кандидатуре О.И. Эпштейна. Возникли вопросы и к академику Ю.Ф. Лачуге — его попросили уточнить, какие фундаментальные научные достижения получены кандидатами в академики и члены-корреспонденты по секциям экономики, земельных отношений и социального развития села и механизации, электрификации и автоматизации Отделения сельскохозяйственных наук по сравнению с результатами учёных, относящихся к секции экономики Отделения общественных наук и к большой академии в целом. Ю.Ф. Лачуга ответил, что готов предоставить данные по каждой кандидатуре.

По окончании выступлений академиков-секретарей и их представителей академик В.Е. Фортов передал слово главному учёному секретарю Президиума РАН академику М.А. Пальцеву, который пояснил процедуру выборов, сообщил, что число присутствующих возросло по сравнению с началом заседания до 1102 человек — 520 академиков и 582 членов-корреспондентов — и озвучил состав счётной комиссии (62 академика), который был единогласно утверждён. После этого состоялось голосование, завершившее второй день работы Общего собрания РАН.

Заседание 28 октября было посвящено оглашению и утверждению результатов выборов и подведению итогов работы Общего собрания РАН. Председатель счётной комиссии академик **Б.Н. Четверушкин** ознакомил присутствующих с итогами голосования по кандидатам в академики, члены-корреспонденты и иностранные члены РАН, после чего все три протокола были единогласно утверждены Общим собранием РАН. Следующим документом, который было необходимо санкционировать, стал проект решения Общего собрания по текущей ситуации с академией и институтами РАН, подведомственными ФАНО. Президент РАН академик В.Е. Фортов выразил удовлетворённость результатами состоявшегося в первый день Общего собрания обсуждения состояния отечественной академической науки и пояснил, что оно позволило сформулировать оценку текущего положения и конкретные предложения по его улучшению. В соответствии с проектом постановления Общего собрания РАН, озвученным

академиком В.А. Рубаковым, было признано, что реформа РАН, проводимая в последние годы, не привела к ожидавшимся результатам. Наоборот, положение российской фундаментальной науки всё более ухудшается, вмешательство Федерального агентства научных организаций в управление научными исследованиями только усиливается, а финансирование академических институтов продолжает падать. В связи с этим Президиуму РАН поручено: разработать конкретные предложения по чёткому разделению на законодательном уровне полномочий по управлению академической наукой и хозяйственному обеспечению исследований и представить эти предложения Общему собранию РАН; проанализировать во взаимодействии с ФАНО ход и результаты реструктуризации академических институтов, которая должна быть приостановлена до завершения такого анализа; совместно с ФАНО добиваться существенного увеличения финансирования фундаментальных исследований; разработать совместно с Минобрнауки России интеграционные исследовательские программы для нормализации сотрудничества академической и вузовской науки; разработать стратегию развития Российской академии наук и институтов РАН и включить в повестку следующего Общего собрания РАН обсуждение этой стратегии.

Постановление было единогласно принято, и В.Е. Фортов, поблагодарив участников Общего собрания и особо отметив чёткую работу аппарата учёного секретаря Президиума РАН и лично академика М.А. Пальцева, поздравил вновь избранных членов академии и высказал надежду на то, что наделение высшими научными званиями не только придаст импульс их творческой активности, но сделает их деятельными участниками тех преобразований, которые проводятся ныне в Академии наук. На этом Общее собрание РАН завершило свою работу.

С.В. ПИРОЖКОВА,

кандидат философских наук,

Институт философии РАН, Москва, Россия

pirozhkovasv@gmail.com

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РАСТЕНИЙ, ЖИВОТНЫХ И МИКРООРГАНИЗМОВ
НА СЛУЖБЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА**

**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО ПРЕЗИДЕНТА РАН
АКАДЕМИКА В.Е. ФОРТОВА**

e-mail: fortov@ras.ru

DOI: 10.7868/S0869587317040028

Мы приступаем к работе Научной сессии Общего собрания РАН, которая называется “Генетические ресурсы растений, животных и микроорганизмов на службе человечества”. Это уже третья научная сессия, которая проходит в новом объединённом формате академии. Первые две сессии, как вы помните, были посвящены исследованиям Арктики и безопасности лекарственных средств.

Три года назад мы договорились, что будем проводить научные сессии по крупным интегральным проблемам, которые представляют особый интерес не только для науки, но и для общества в целом, для страны. Цель подобных сессий состоит в том, чтобы найти точки соприкосновения трёх академий, которые сейчас объединены в одну. Сегодняшняя сессия, посвящённая сельскому хозяйству, преследует именно эту цель.

Важность и актуальность проблематики, связанной с научным обеспечением агропроизводства, как для нашей страны, так и для всего мира, трудно переоценить. Россия обладает большим потенциалом для сельскохозяйственного производства. Это 116 млн. га продуктивной пашни, 50% чернозёмов мира, 20% мировых запасов пресной воды и почти 9% производства удобрений. У нас на каждого жителя приходится 1.5 га земли, что в 3 раза больше, чем в среднем по миру. Имея такие ресурсы, Россия просто обязана обеспечить продовольствием не только своё население, но и занять заметное место на международном рынке продовольствия.

Эта поставленная руководством страны задача является весьма масштабной и амбициозной, особенно учитывая тот факт, что в течение десятилетий сельское хозяйство оставалось своего рода “ахиллесовой пятой” нашей экономики, да и не только нашей. Многие страны безуспешно бьются над решением продовольственной проблемы, которая порождает военные, социальные и политические конфликты. Около 150 лет назад Жан-Жак Руссо говорил, что единственное средство

держат государство в состоянии независимости — это сельское хозяйство. Обладайте вы хоть всеми богатствами мира, если вам нечем питаться, вы зависите от других.

Все мы хорошо знаем, что до последнего времени никакие даже самые радикальные меры в СССР и России не давали желаемых результатов. Сельское хозяйство традиционно оставалось острой проблемой. Однако совсем недавно был достигнут впечатляющий прогресс в этой области, когда наша страна вошла в число крупнейших экспортёров зерна, а выручка от продажи сельскохозяйственной продукции за рубеж превзошла выручку от продажи вооружений. Важная роль в этом впечатляющем подъёме принадлежит науке.

Как известно, сейчас в России разрабатывается важный документ, который вскоре будет обсуждаться Советом при Президенте РФ по науке, технологиям и образованию — “Стратегия научно-технологического развития России до 2035 года”. В работе над ним члены РАН и многие из сидящих в этом зале принимают деятельное участие. Эксперты отмечают, что Россия столкнулась с так называемыми большими вызовами, на которые государство и учёные должны адекватно реагировать. Среди них — исчерпание традиционных источников экономического роста, обеспечение продовольственной безопасности, а также конкурентоспособности на глобальных рынках продовольствия, доступности и высокого качества продуктов питания.

Реформа Академии наук, которая началась три года назад, предоставляет нам уникальную возможность объединить потенциал разных научных направлений для решения той или иной проблемы. Проводя нынешнюю сессию, мы имеем в виду, что это произойдёт, и специалисты разных дисциплин — и математики, и физики, и химики, и биологи — все будут работать на одну цель, которая поставлена руководством страны, — в данном

случае на подъём агропроизводства. Академия наук обладает для этого уникальными возможностями, потому что это единственная государственная организация, в которой сосредоточен научный потенциал самого высокого уровня по разным направлениям знания.

Надо сказать, что в последние годы изучение генетических ресурсов и сопряжённые с этой темой вопросы находятся в центре внимания учёных всего мира. Генетические ресурсы становятся основой стратегической безопасности практически всех континентов, ведь около миллиарда людей по всему миру ещё голодают. Вместе с тем, благодаря развитию науки не оправдалась знаменитая теория Мальтуса, в соответствии с которой численность народонаселения с течением времени растёт по экспоненте, а продовольственные ресурсы — линейно, что якобы должно привести к гибели человечества от голода. Опыт показал, что это совсем не так. Наука предложила способы повышения урожайности и продуктивности сельхозпроизводства, на многие порядки превосходящие то, что было раньше, и сегодня в развитых странах при правильно организованной экономике 3–5% населения кормят всех остальных своих сограждан и даже продают сельскохозяйственные товары на экспорт.

Я уже говорил, что в последние три-четыре года сельское хозяйство у нас на глазах демонстрирует поразительные темпы роста. Поддержать эти темпы и добиться ещё большего прогресса для нас крайне важно, особенно имея в виду необходимость импортозамещения, проблему расширения экспорта, а также доступности и высокого качества сельскохозяйственной продукции.

Учёные РАН и ФАНО России в 2016 г. разработали системные предложения по реализации государственной политики в области развития сельского хозяйства, соответствующий указ Президента РФ был подписан 21 июля 2016 г. Эти предложения направлены на создание семенного фонда, племенной продукции, технологии производства кормов, лекарственных средств и многое другое. Сейчас ведётся активная работа по формированию междисциплинарных научных проектов, многие из присутствующих здесь принимают в ней участие. Я призываю всех подключиться к этой работе. Очень надеюсь, что нынешняя сессия, научные сообщения привлекут ваше внимание к этой ответственной задаче, дадут новый импульс транс- и междисциплинарным исследованиям в области сельскохозяйственной науки.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**ВЫСТУПЛЕНИЕ МИНИСТРА ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
О.Ю. ВАСИЛЬЕВОЙ**

DOI: 10.7868/S086958731704003X

Позвольте приветствовать вас на Научной сессии Общего собрания Российской академии наук. В ходе собрания состоятся выборы новых членов академии. Этого события мы ждали три года.

Обращаясь сегодня к вам, я хочу поблагодарить Академию наук за активное участие в формировании нового научного ландшафта. В России научная и научно-техническая деятельность, как и в других странах, должна стать движущей силой экономики и обеспечить развитие страны.

Ещё раз напомним, что по поручению Президента РФ завершается работа по подготовке Стратегии научно-технического развития Российской Федерации, в которой сформулированы цели, приоритеты и механизмы развития национальной системы исследований и разработок. На прошлой неделе Минобрнауки России внесло на рассмотрение Правительства РФ проект такой стратегии, подготовленный при самом активном участии Российской академии наук. Реализацию стратегии после её утверждения главой государства обеспечит новый закон – “О научной и научно-технической инновационной деятельности”, разработка которого уже ведётся по поручению Правительства РФ, и здесь мы рассчитываем на помощь и поддержку академии.

С благодарностью хочу отметить, что сегодня Академия наук, осуществляя научно-методическое руководство и координацию научной деятельности, уделяет пристальное внимание и способствует кооперации академической и вузовской науки с целью создания единого научного

образовательного пространства. Такая интеграция в полной мере отвечает запросам российского общества.

Сейчас как никогда востребована поддержка мультидисциплинарных исследований, и академия готова ответить на этот вызов. Сегодня академия объединяет выдающихся учёных не только в традиционных для неё областях, но и в таких направлениях, как сельское хозяйство, медицина, биотехнологии, что позволяет обеспечить междисциплинарность научной деятельности и является важным ресурсом развития. Реагируя на новые вызовы, Академия наук значительно внимание уделяет научному обеспечению сельскохозяйственной отрасли. Неслучайно Общее собрание начинает свою работу Научной сессией “Генетические ресурсы растений, животных и микроорганизмов на службе человечества”.

Хочу сказать несколько слов о том, что меня волнует, а именно, о школе и Академии наук, их взаимодействии. Говоря о кооперации с вузами, отмечу, что в 2008–2009 гг. наши выдающиеся академики принимали участие в разработке ядра образовательных программ. По разным причинам эта работа была приостановлена, и сейчас я призываю всех вас (и уверена, что поддержку мы получим) продолжить эту принципиально важную для нашей образовательной системы, для нашего будущего деятельность.

Желаю участникам Общего собрания успехов, конструктивной работы, здоровья и счастья.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**ВЫСТУПЛЕНИЕ РУКОВОДИТЕЛЯ ФАНО РОССИИ
М.М. КОТЮКОВА**

DOI: 10.7868/S0869587317040041

Генетические ресурсы растений, микроорганизмов, животных на службе человека — одна из самых актуальных тем в повестке научно-технологического развития страны и обеспечения национальной безопасности.

Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации установлены ключевые пороговые значения по всем важнейшим сельскохозяйственным культурам. Следует понимать, что достижение этих показателей должно опираться на отечественные селекционные разработки, которые позволяют обеспечить долгосрочную стратегическую устойчивость российского агропромышленного комплекса.

В июле 2016 г. Президент РФ подписал специальный указ “О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства”. Этим указом предусматривается в том числе необходимость разработки комплекса мер, направленных на создание и внедрение до 2026 г. конкурентоспособных, основанных на новейших достижениях науки отечественных технологий, на подготовку специальной научно-технической программы развития сельского хозяйства до 2025 г. и формирование на базе организаций, подведомственных Министерству образования и науки РФ, Министерству сельского хозяйства РФ, Федеральному агентству научных организаций, междисциплинарных научно-исследовательских центров в области сельского хозяйства для реализации мероприятий, предусмотренных программой. Работу в этом направлении мы ведём уже примерно год, причём в тесном взаимодействии с членами Российской академии наук.

В числе первоочередных задач, которые определены при подготовке данной программы, — реализация разработок в области картофелеводства, птицеводства, производства сахарной свёклы и зерновых культур, виноградарства. Первые результаты этой совместной работы были масштабно представлены на недавно прошедшей выставке “Золотая осень”, которая уже много лет подряд проводится Министерством сельского хозяйства РФ с участием академических организаций.

Наша задача — сформировать систему полного цикла, чтобы фундаментальные исследования обязательно доходили до практического внедрения. Но это предполагает решение встречной исследовательской задачи — ориентироваться в своей работе на практическое использование наработок. Сегодняшнюю ситуацию можно показать на примере зерновых культур.

В 2016 г., по мнению экспертов, совокупный урожай составит порядка 120 млн. т. При этом селекционный потенциал, заложенный исследователями, реализуется, по разным оценкам, на 25–40%. Дальше возникает вопрос о технологиях обеспечения сохранности собранного урожая, и здесь открываются широкие возможности объединения усилий и исследований академических институтов разного профиля. Мы уже сегодня видим заинтересованность и чёткие, обещающие экономическую отдачу перспективы применения наработок в области физики, химии и других наук с целью решения важнейшей задачи по увеличению урожайности, устойчивости к патогенам, по повышению качества хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Немаловажным достижением я считаю создание заделов в отечественном научном приборостроении.

Почему решение всех этих задач невозможно без академического сектора? Во-первых, биоресурсные коллекции сконцентрированы в значительной степени в наших организациях. Во-вторых, коллективы исследователей, которые способны квалифицированно работать с этими коллекциями, решая конкретные прикладные задачи, также сосредоточены именно здесь, что ярко показал последний год работы. В-третьих, мы располагаем оборудованием, пусть не самым современным, обновлением которого мы обязательно будем заниматься. Иначе говоря, мы имеем отраслевой сектор для апробации и внедрения инноваций в опытных хозяйствах и подведомственных унитарных предприятиях. Объединив научный потенциал и существующий имущественный комплекс, можно на базе подведомственных ФАНО России организаций, институтов РАН осуществить все необходимые первичные изыскания и представить их на утверждение совета программы развития сельского хозяйства.

Какими же инструментами мы будем пользоваться? В 2016 г. на площадке сформированной комиссии, которая состоит из членов Российской академии наук, проведена инвентаризация имеющихся биоресурсных коллекций. Сейчас насчитывается 175 коллекций животных, растений, клеток, микроорганизмов. Думаю, что об этом более подробно будет сказано в докладах, запланированных на сегодня. В текущем году дополнительные средства, которые мы смогли совместно с Министерством сельского хозяйства РФ направить на работу с коллекциями, составили порядка 250 млн. руб.

До конца нынешнего года предполагается завершить инвентаризацию существующих коллекций, разработать единую форму описания и оцифровки образцов, а впоследствии продолжить работу как по совершенствованию материально-технической базы, так и по пополнению коллекций, повышению их доступности для исследователей.

Один из примеров нашей с вами успешной совместной работы – воссоздание Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР). Это один из первых интеграционных проектов, который позволил объединить российскую коллекцию. По разным оценкам, эта коллекция сегодня является третьей или четвертой в мире по количеству представленных там образцов. Если бы мы не приняли решения об объединении коллекций, то прогнозы их сохранения в ближайшие несколько лет были бы пессимистичными.

Сейчас есть уверенность в том, что, объединяя потенциал и обеспечивая функционирование программы развития, которая была разработана и утверждена нашими общими усилиями, мы сможем пополнять коллекцию ВИРа, значение которой трудно переоценить. Если бы мы не сделали этот первый шаг сегодня, во многих случаях было бы намного сложнее проводить необходимые исследования. Могу сказать, что за прошедшие два года бюджет института увеличился примерно в 2 раза, и думаю, это не предел. Мы и дальше будем работать над тем, чтобы коллекция ВИРа была достаточно современной, чтобы она не просто хранилась на высочайшем уровне, но и была доступна для исследователей из разных регионов и организаций.

Следующий инструмент, которым мы активно пользуемся, – комплексные планы исследований. Они призваны объединить научный потенциал, потенциал государственных органов, организаций и представителей бизнес-сообщества, с тем чтобы, четко взаимодействуя на горизонтальном уровне, определить те ориентиры, которые

позволяют, отталкиваясь от фундаментальных идей и проходя необходимые экспериментальные этапы, создавать конкретные внедрённые продукты и обеспечивать тем самым инновационное развитие. Сегодня в рамках данной программы мы работаем по картофелеводству, птицеводству, свекловодству (сахарная свёкла), виноградарству.

Очень важное направление – программа по диагностике заболеваний животных. Какие задачи в её рамках решаются, на что мы опираемся? В первую очередь – на работу с коллекцией, на проведение необходимых испытаний, формирование программ и соответствующей инфраструктуры. Всё это делается во взаимодействии с органами исполнительной власти регионов и с ориентацией на запросы конкретных производителей, которые готовы брать на себя ответственность за внедрение научных результатов. На примере этой работы уже сегодня можно констатировать, что чем более активно включаются в исследования другие научные области, тем выше экономический эффект, в том числе урожайность и устойчивость сортов, сокращение сроков селекционных работ и создание новых сортов.

Следующий инструмент – это определение головных центров по ключевым направлениям. Мы прошли очень непростой путь, два года занимаясь их созданием. К настоящему времени удалось обеспечить формирование центров компетенций в области молекулярной биологии, биоинформатики, генетических исследований и др. Это уже упоминавшийся Институт растениеводства, Федеральный исследовательский центр фундаментальных основ биотехнологии, Институт цитологии и генетики, Федеральный исследовательский центр питания, центры биотехнологий, безопасности пищи и ряд других.

Ещё одно направление – инфраструктура коллективного пользования. Благодаря членам Российской академии наук в 2015 г. была начата работа по инвентаризации имеющихся в нашей системе центров коллективного пользования. Могу сказать, что комиссия выявила более 300 таких объектов. Хотя средний возраст этого оборудования увеличивается, тем не менее удалось расширить возможности работы на нём учёных из наших организаций, и это сразу же сказалось на научных результатах. В текущем году, несмотря на сложную ситуацию, мы смогли дополнительно сконцентрировать более 1.5 млрд. руб. на развитие этих центров, включая ремонтные работы, обновление и модернизацию и, что очень важно, на увеличение количества часов полезной работы оборудования.

В настоящее время – и об этом говорят практически все участники диалога – очень остро стоит

проблема кадрового потенциала. Она одинаково актуальна как для исследовательского, так и для производственного сектора. Чтобы удовлетворить потребность в молодых специалистах, нужно чётко и достаточно быстро готовить образовательные программы — и базовые, и программы дополнительного образования, повышения квалификации и т.д. по широкому спектру направлений. Я благодарен О.Ю. Васильевой за то, что в своём выступлении она обратила на это внимание.

Требуется внимания нормативно-правовая база. По мнению производителей, мы располагаем серьёзным потенциалом совершенствования применяемых в агропромышленном комплексе стандартов. Но эта работа должна быть основана на глубоких научных исследованиях, чтобы мы чётко понимали, какой уровень требований возможно обеспечить и какое влияние эти требования окажут на качество продукции и развитие научно-технологического комплекса России.

Отдельная и по-настоящему сложная задача — формирование специальной подпрограммы по финансированию поисковых и прикладных исследований для нужд агропромышленного комплекса. К сожалению, Государственная программа развития агропромышленного комплекса не содержит такой подпрограммы. Сейчас мы совместно с Министерством сельского хозяйства РФ предпринимаем активные усилия, чтобы в процессе формирования федерального бюджета на 2017–2019 гг. такая подпрограмма появилась. Все необходимые расчёты и обоснования представлены Правительству РФ, и сейчас этот вопрос активно обсуждается.

Очень важное направление, которое серьёзно усилит эффективность и результативность нашей работы, — достраивание аграрных научных центров необходимой инновационной внедренческой инфраструктурой и создание агротехнопарков по различным направлениям.

В результате проведённой за год работы сформирован проект структуры Федеральной научно-технической программы. Он будет объединять в себе научные разработки, производственные задачи и совершенствование системы образования. Каждый участник этой программы должен отвечать за конкретное направление, обеспечивая достижение конкретных результатов.

В завершение я хотел бы сказать, что, объединив наш с вами потенциал (а задачи у нас общие), мы сможем обеспечить самые серьёзные научные и практические результаты.

Реплика академика М.В. Садовского: У меня вопрос, касающийся решений, принятых на предыдущем Общем собрании. В частности,

в его резолюции выражено беспокойство по поводу того, как ведётся процесс реструктуризации научных учреждений ФАНО. В.Е. Фортову поручалось вступить во взаимодействие с высшим руководством страны для обсуждения этого вопроса. Вы все знаете, что летом появилось открытое письмо группы членов академии, которое к настоящему времени подписали более 200 членов РАН и в котором констатируется провал реформы РАН, реализуемой в последние три года. Высказывается резкая критика того, как проводится реструктуризация научных учреждений, очень многие из нас вполне обоснованно считают, что этот процесс направлен на полную ликвидацию академической науки в России и превращение её в науку ведомственную. Хотелось бы услышать реакцию Владимира Евгеньевича и Михаила Михайловича на происходящие события.

Академик В.Е. Фортов: Отвечу очень коротко. Сразу после нашего собрания я имел длительный разговор с премьер-министром и Президентом страны, написал соответствующее обращение. Этот документ находится у них, было несколько вопросов и уточнений, но они выразили озабоченность. Если вы считаете это недостаточным, давайте подтвердим решение того нашего собрания, и я ещё раз буду этот вопрос с ними обсуждать.

Академик В.Б. Захаров: Я бы хотел задать вопрос, который, думаю, интересует всех: каким будет финансирование науки в следующем году? Это самый главный вопрос. Мы хотели бы иметь чёткое понимание ситуации. И второе: каковы рациональные мотивы реструктуризации, кроется ли за ними нечто большее, чем просто “административный восторг”?

Член-корреспондент РАН П.И. Арсеев: Сейчас обсуждается проект бюджета, в котором финансирование ФАНО уменьшено ещё на 10 млрд. руб. после уменьшения финансирования на 2016 г. Сокращение продолжается уже не первый год, и у подавляющего большинства институтов не осталось никаких запасов для выживания. Если такой бюджет будет принят, то в следующем году в огромном количестве институтов научная жизнь просто умрёт, потому что научная жизнь — это не только зарплата и отопление, это ещё и реактивы, оборудование, конференции и многое другое. При таком финансировании обсуждать, скажем, Стратегию научного развития до 2030 г. мне представляется просто смехотворным. В подобных условиях совершенно невозможно рассчитывать на то, что в России будет построена высокотехнологичная экономика, к чему, казалось бы, стремится руководство страны. Мне кажется, что ни руководство ФАНО,

ни руководство РАН просто не имеют права молча принять и согласиться с обнародованным проектом бюджета. Необходимо предпринимать какие-то действия, чтобы проект просто убийственного бюджета был пересмотрен. Какие усилия предпринимаются в этом отношении?

М.М. Котюков: Уважаемые коллеги, сегодня мы видим цифры только, скажем так, предпроектные. Предварительные цифры, которые до нас доведены, действительно ниже уровня 2016 г. Но как формируется бюджет? В составе федерального бюджета есть несколько строчек, по которым деньги распределяются в течение года, и они сегодня централизованы, например, в бюджете Министерства образования и науки РФ. Это, скажем, средства на обеспечение повышения заработной платы или на высокотехнологичную медицинскую помощь (они заложены в бюджет Федерального фонда медицинского страхования). То есть часть денег будет дополнительно выделяться либо в процессе утверждения бюджета, либо в ходе его исполнения.

Какими предварительными цифрами мы сегодня располагаем? Это около 75 млрд. руб. — проектная цифра бюджета ФАНО, в то время как в 2016 г. — 83—84 млрд. руб. Таким образом, разница составляет примерно 9 млрд. руб. Из них 5 млрд. — это как раз высокотехнологичная медицинская помощь и, я думаю, больше 5 млрд. будет выделено на повышение заработной платы. Таким образом, номинальный объём бюджета нам, скорее всего, удастся сохранить. При этом мы понимаем, что общие параметры федерального бюджета уменьшаются, и пытаемся сохранить на фоне сокращения хотя бы тот объём бюджета, который нам доступен. Скорее всего, возникнет очень сложная ситуация с крупными стройками, но по текущим позициям и центрам коллективного пользования постараемся найти компромиссы. Кроме того, совместно с Российской академией наук ФАНО инициировало запрос на ряд дополнительных программ, и пока что точка в этом разговоре не поставлена. Поэтому здесь в случае успеха станет возможным увеличить финансирование по отдельным достаточно важным направлениям.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РАСТЕНИЙ, ЖИВОТНЫХ
И МИКРООРГАНИЗМОВ – ОСНОВА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ**

© 2017 г. *ДОКЛАД АКАДЕМИКА РАН Г.А. РОМАНЕНКО*

Российская академия наук, Москва, Россия

e-mail: levgorinin@mail.ru

Поступил в редакцию 21.11.2016 г.

Значимость генетических ресурсов растений, животных и птицы, полезных и вредных микроорганизмов трудно переоценить. Живые организмы, несущие в себе только им присущий набор генов, являются гарантом жизни на Земле. В России сбор генетических ресурсов зерновых, кормовых, плодовых, овощных культур, крупного рогатого скота, овец, лошадей и птицы ведётся сотни лет благодаря монастырским землям, поместьям прогрессивных землевладельцев, обмену животными между губерниями и импорту крупного рогатого скота и лошадей. Постепенно всё лучшее сосредоточилось в научных организациях и на экспериментальных предприятиях и использовалось для получения высоких показателей продуктивности.

Ключевые слова: генетические ресурсы, сельское хозяйство, селекция, генетические банки, устойчивость, метод ОТ-ПЦР.

DOI: 10.7868/S0869587317040053

Более 180 лет назад Сибирское казачье войско создало под Омском опытное поле с целью изучения и возделывания новых для этой зоны растений. В 2016 г. отметила 120-летие Шатиловская опытная станция, организованная членами Вольного экономического общества И.Н. и И.И. Шатиловыми в их имении Моховое, где были заложены многолетние агротехнические опыты. Рядом с Шатиловской станцией лесовод Ф.Х. Мейер высадил экспериментальную дубраву. Опыт с закладкой лесов в степи не прерывался даже в годы войны и немецкой оккупации и продолжается по сей день.

Крупные отраслевые институты, такие как ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР), ВНИИ садоводства им. И.В. Мичурина (ВНИИС), ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта (ВНИИМК), Краснодарский НИИ сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко (КНИИСХ), уже отметили свои столетние юбилеи. Учёные институтов отвечали за фундаментальные и прикладные исследования по конкретным направлениям, именно поэтому они получили великолепные результаты.

После расформирования Россельхозакадемии в ведение ФАНО России были переданы ВИР, 42 селекционных центра по растениеводству, восемь – по животноводству, два – по биотехнологии, обеспечивавших пополнение, сохранение, изучение и мобилизацию генетических ресурсов растений и животных. Они имели криобанки семян, эмбрионов и ДНК животных и птицы. Кроме того, выполнялась работа по селекции сельскохозяйственных культур, животных и птицы. В настоящее время деятельность этих организаций в целом сохранена. Однако утрачена нормативно-организационная функция селекционных центров, сокращены объёмы фундаментальных исследований. Во многих институтах ликвидированы должности заместителей директоров институтов – руководителей селекционных центров. Межинститутские методические комиссии по планированию, направлениям и объёмам исследований, закладке опытов и отчётности по научно-исследовательским работам фактически прекратили своё существование, коллективные слушания и обсуждения результатов научных исследований не проводятся уже три года. К сожалению, произошло снижение уровня заработной

платы руководителей институтов и научных сотрудников, выполняющих селекционно-селекционные работы. Увеличивается временной разрыв между завершением научных исследований и внедрением их результатов в производство, поскольку в уставах многих научных учреждений этот процесс не прописан.

Н.И. Вавилов особое внимание уделял генетическим ресурсам растительного мира. Он создал два института и 11 опытных станций, ежегодно организовывал международные экспедиции для сбора образцов местных растений, готовил отечественные научные кадры и отправлял их на стажировку в лучшие университеты и институты мира. Он старался открыть на огромной территории нашей страны как можно больше генетических центров, ратовал за создание страхового фонда генетических ресурсов и его ежегодное обновление и пополнение.

Хочу обратить внимание на то, что слухи, будто в ВИРе, на территории города, наконец, смогли воссоздать единую уникальную коллекцию растений, неверны. Растения Дальнего Востока, Средней Азии, Северного Кавказа в Санкт-Петербурге не растут, а если и растут, то не плодоносят или плоды не вызревают. Каждый образец сельскохозяйственной культуры (а их в стране около 150, каждая культура насчитывает 10–100 и даже 1000 сортов) надо обязательно пересеивать через три-пять лет хранения. В генбанке должны находиться живые растения, а не муляжи.

Чрезвычайные ситуации возникают постоянно, и руководство СССР приняло решение о строительстве под землёй дублирующего ВИРовскую коллекцию семеновохранилища в Краснодарском крае. В Якутии оборудованы камеры для хранения семян в вечной мерзлоте. Эти объекты требуют особого внимания, так как надежды на получение материала из генбанка на Шпицбергене (Норвегия) быстро тают. В международном хранилище наших сортообразцов уже около 6 тыс., но доступ к ним весьма затруднён.

На основе использования отечественного генофонда и современных фундаментальных знаний учёными создано с внесением в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории Российской Федерации, более 10 тыс. сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. Ежегодно выявляется более 1 тыс. генетических источников, устойчивых к абиотическим и биотическим факторам среды, создаются и передаются в Государственную комиссию по испытанию и охране селекционных достижений свыше 300 новых сортов и гибридов.

Целенаправленное использование генов устойчивости к патогенам и генов, отвечающих за

продуктивность растений, позволило создать и обеспечить внедрение в производство сотни гибридов и сортов зерновых культур. Под руководством академиков Б.И. Сандухадзе и Л.А. Беспаловой выведены новые сорта озимой пшеницы с урожайностью более 10 т/га, обладающие высокой экологической пластичностью, повышенной жаро-, засухо- и морозоустойчивостью. Сорта Немчиновки позволяют получать в Подмоскowie продовольственное зерно. На Кубани урожайность пшеницы в 2016 г. превысила 60 ц/га, то есть достигла уровня показателей европейских стран с более благоприятными климатическими условиями.

Учёными ВНИИ риса созданы новые сорта риса с потенциалом продуктивности 11 т/га. Они отличаются устойчивостью к полеганию, осыпанию, поражению перикутариозом. Начато внедрение отечественных длиннозёрных и даже тонкозёрных сортов. Созданы сорта чёрного и коричневого риса.

Выведены принципиально новые гибриды кукурузы урожайностью 10–15 т/га и скороспелые сорта, предназначенные для производства зерна и силоса в регионах с ограниченным до 80–90 дней вегетационным периодом. Многие помнят неудачную попытку Н.С. Хрущёва внедрить кукурузу в центральные и северные районы. Тогда не было подходящих сортов и соответствующих технологий. Сегодня зона возделывания зерновой кукурузы ушла к северу от Москвы на 300 км.

Учёные опровергли долго бытовавшее мнение, что высокобелковая, высокомасличная соя — не российская культура. Попытки внедрить китайские, европейские и американские сорта положительных результатов не дали. Пришлось работать по двум направлениям: выводить сорта для европейских регионов и отдельно для Дальнего Востока. В производство уже внедрены дальневосточные сорта сои урожайностью до 4 т/га и европейские с более высоким потенциалом продуктивности. В результате если в 1997 г. в целом по стране было собрано 280 тыс. т маслосемян сои, то в 2015 г. этот показатель был превышен в 10 раз (получено 2.7 млн. т).

Фундаментальные исследования в области овощеводства, плодовых и ягодных культур были сосредоточены не только на повышении продуктивности, но и на качестве получаемой продукции. Под этим подразумеваются биологическая устойчивость к болезням, вредителям, всевозможным стрессам, повышенное содержание витаминов, микроэлементов, биологически активных веществ и антиоксидантов.

Во ВНИИ животноводства им. Л.К. Эрнста (ВИЖ), ВНИИ генетики и разведения сельскохозяйственных животных (ВНИИГРЖ), ВНИИ козоводства (ВНИИК), НИИ пушного звероводства

и кролиководства им. В.А. Афанасьева (НИИПЗК), НИИ пчеловодства (НИИП) созданы криобанки семени, эмбрионов и ДНК крупного рогатого скота, свиней, овец, лошадей, пушных зверей, птиц, рыб и насекомых, а также редких и исчезающих видов животных. Научными коллективами Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства (ВНИТИП РАН) и ВНИИГРЖ создана и постоянно пополняется коллекция сельскохозяйственной птицы, включающая 76 пород кур, 23 – гусей, 8 – уток, 7 – индеек, 6 – цесарок. Использование этого потенциала в племенной работе позволило в последние годы создать и апробировать свыше 40 новых пород, типов, линий и кроссов сельскохозяйственных животных и птицы.

Методом отдалённой гибридизации в ВИЖе получены межвидовые гибриды: сибирского козорога и домашних коз со среднесуточными привесами на 30–40% выше, чем у исходных форм; снежного барана и овец романовской породы, сохранивших высокую плодовитость овец и устойчивость архара к болезням; горного кавказского яка и коров местных пород, позволивших получить животных в возрасте семи месяцев весом 400 кг с высоким качеством мяса.

Создано несколько типов и пород овец мясного и мясо-шерстного направления (Западно-сибирская мясная порода, Восточно-маньчжунский тип, Хангильский тип). Они на 12–15% превосходят районированные в России породы по воспроизводительным качествам и на 14–18% по скороспелости и мясной продуктивности ягнят.

Работы, выполненные в области кормления животных и птицы, позволили установить, что органические формы микроэлементов (аспарагинаты) усваиваются организмом животных и птиц в 5–10 раз лучше, чем минеральные подкормки. Применение органических форм микроэлементов повышает продуктивность животных, снижает затраты на корма и обеспечивает получение функциональной продукции, обогащённой йодом и селеном.

Во ВНИИ ветеринарной вирусологии и микробиологии в Покрове разработана тест-система для серодиагностики африканской чумы свиней методом иммуноблоттинга. Преимуществом этой системы является возможность тестирования в обычных условиях без повышенного уровня биозащиты и с наименьшими трудозатратами. Здесь же создана система выявления генома вируса бляшанки на основе метода полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР) в режиме реального времени. Она предназначена для обнаружения РНК вируса бляшанки и определения его серотипа. Исследования методом ПЦР

обязательны при оценке импортного скота, завозимого в Россию, и входят в систему лабораторной диагностики.

Институты мясной, молочной, хлебопекарной промышленности, маслоделия и сыроделия, пищевой биотехнологии являются единственными держателями имеющих государственный статус коллекций микроорганизмов и дрожжей, на базе которых создаются новые бактериальные препараты и закваски для пищевых предприятий страны. Эти институты осуществляют мониторинг генно-модифицированных организмов в составе продовольственного сырья и пищевых продуктов.

Для создания импортозамещающих, конкурентоспособных технологий комплексной переработки сельскохозяйственного сырья и производства экологически безопасных продуктов питания во ВНИИ молочной промышленности разработана и предложена для промышленного освоения технология производства гипоаллергенных функциональных молочных продуктов.

Во ВНИИ мясной промышленности им. В.М. Горбатова (ВНИИМП) активно ведутся разработки медицинских и ветеринарных препаратов из тканей и органов сельскохозяйственных животных, обладающих биокорректирующим действием. Учёные института в модельных опытах на лабораторных животных показали, что препараты из тканей сердца и аорт свиней оказывают положительное влияние на липидный профиль крови: достоверно снижают уровень общего холестерина, триглицеридов и атерогенных фракций липопротеинов низкой и очень низкой плотности.

В 2013 г. в странах Евросоюза разразился скандал в связи с обнаружением в мясной продукции конины так называемого “криминального” убоя. В продуктах было множество запрещённых фармацевтических препаратов. По этой причине во ВНИИМП разработали методику идентификации ДНК конины в мясном сырье.

Научными приоритетами фундаментальных исследований являются: управление наследственной изменчивостью высших организмов; совершенствование стратегии и современных методов поиска генетических ресурсов сельскохозяйственных, лекарственных и ароматических растений, их сохранения и использования в селекционном процессе; молекулярно-генетические методы управления генофондами сельскохозяйственных животных и птицы; совершенствование селекционного процесса с целью создания высокопродуктивных пород, кроссов сельскохозяйственных животных и птицы, сортов и гибридов культурных растений, устойчивых к биотическим и абиотическим стрессам.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ВЫВЕДЕНИЕ НОВЫХ СОРТОВ И ГИБРИДОВ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

© 2017 г. ДОКЛАД АКАДЕМИКА РАН И.В. САВЧЕНКО

*Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных
и ароматических растений, Москва, Россия*

e-mail: vilarnii@mail.ru

Поступил в редакцию 21.11.2016 г.

Автор привлекает внимание к мобилизации, изучению и использованию генетических ресурсов культурных растений с целью создания современных адаптивных стрессоустойчивых сортов и гибридов различных культур (зерновых, зернобобовых, масличных, плодовых, овощных, кормовых, лекарственных). Подчеркивается, что постоянное пополнение генофонда растений, их рациональное применение в селекции составляют основу продовольственной безопасности страны. Обозначены приоритетные задачи в области исследований генетических ресурсов.

Ключевые слова: генетические ресурсы, продовольственная безопасность, Н.И. Вавилов, генетические коллекции, фитопрепараты.

DOI: 10.7868/S0869587317040065

По данным ООН, в настоящее время в мире голодает около 1 млрд. человек, ежегодно умирает от голода 13 млн., в том числе 5 млн. детей. Хватит ли продовольственных ресурсов, чтобы удовлетворить потребности каждого жителя Земли в питании?

За счёт растениеводства обеспечивается свыше 90% общей калорийности потребляемой пищи и около 70% белка. Способность зелёных растений образовывать за счёт энергии Солнца органическое вещество обуславливает их исключительную роль в производстве растениеводческой продукции. По мнению учёных, на долю Солнца приходится более 99% энергии, аккумулированной в урожае, тогда как на химико-техногенные факторы (удобрения, пестициды, орошение и т.д.) — лишь 0.05% [1].

Из произрастающих на земном шаре около 390 тыс. видов высших растений в пищу используется лишь 400. Первым на это обратил внимание выдающийся учёный XX столетия Н.И. Вавилов, который сформулировал стратегию сохранения генетических ресурсов, рассматривая её в качестве важнейшего условия выживания человечества в долговременной перспективе. Генетические ресурсы растений — это часть биологических ресурсов, содержащая функциональные единицы наследственности и представляющая

фактическую или потенциальную ценность для селекции сортов и гибридов сельскохозяйственных растений. Основой селекции являются генетические ресурсы.

Н.И. Вавилов организовывал ботанико-агрономические экспедиции, охватившие все континенты, кроме Австралии и Антарктиды. Он обнаружил на их территориях древние очаги формирования культурных растений, внёс выдающийся вклад в изучение мировых растительных ресурсов, происхождения, систематики и географии культурных растений, в учение об иммунитете культурных растений, ботанико-географические и генетические основы селекции растений, осевые земледелия и растениеводства, организацию научных исследований в России.

В 1920 г. на III Всероссийском съезде селекционеров в Саратове Вавилов выступил с докладом “Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости” [2], который впоследствии повлиял на систематизацию огромного многообразия растительного мира, позволил прогнозировать открытие новых видов и форм, экспериментально создавать новые типы растений. Этот закон получил подтверждение не только на уровне генетических и молекулярно-биологических исследований, но и стал одним из основных фундаментальных законов современной геномики. Его ставят в один

Таблица 1. Сорта пшеницы, возделываемые в России

Культура	Число сортов
Пшеница мягкая озимая (<i>Triticum aestivum</i> L.)	294
Пшеница мягкая яровая (<i>Triticum aestivum</i> L.)	205
Пшеница полба (<i>Triticum turgidum</i> L.)	2
Пшеница твёрдая озимая (<i>Triticum durum</i> Desf.)	25
Пшеница твёрдая яровая (<i>Triticum durum</i> Desf.)	43
Пшеница тургидная (<i>Triticum turgidum</i> L.)	2
Пшеница шарозёрная озимая (<i>Triticum aestivum</i> L.)	3
Итого	574

ряд с Периодической системой химических элементов Д.И. Менделеева.

Научные работы Н.И. Вавилова о центрах происхождения культурных растений, законе гомологических рядов в наследственной изменчивости, роли исходного материала в селекции, географических закономерностях распределения генов культурных растений, генетических ресурсах [2–7] нашли своё продолжение в работах многих отечественных и зарубежных исследователей. Сегодня они имеют большое теоретическое и практическое значение как с точки зрения получения новых знаний, так и для обеспечения продовольственной безопасности — глобальной проблемы современного человечества.

Творчески развивая учение Н.И. Вавилова о мировых генетических ресурсах, учёные Отделения сельскохозяйственных наук РАН ежегодно организуют 12–20 экспедиций по сбору генетических материалов. Наиболее крупные и значимые экспедиции организуют ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР, директор — доктор биологических наук Н.И. Дзюбенко; экспедиции по сбору всех экономически важных культур как в России, так и за рубежом), ВНИИ кормов (директор — академик В.М. Косолапов; кормовые культуры), ВИЛАР (директор — член-корреспондент РАН Н.И. Сидельников; лекарственные и ароматические растения). В 2015 г. проведено 14 экспедиций (5 совместно с зарубежными партнёрами) по сбору генетических ресурсов культурных растений и их диких сородичей в различных регионах России — на Южном Урале, Северном Кавказе, в Алтайском крае, Республике Алтай, в Крыму,

Московской, Липецкой, Смоленской областях, а также в Австрии, Словакии, Китае, Казахстане. В результате в коллекции институтов поступило более 3 тыс. генетических образцов культурных растений, в том числе лекарственных, ароматических и их диких сородичей, а также изготовлено 300 гербарных образцов.

Общий генофонд сельскохозяйственных культур, сохраняемый в институтах, составляет более 370 тыс. образцов (325.4 тыс. образцов ВИРа, 50 тыс. образцов в других институтах). Российская коллекция генресурсов по числу образцов одна из крупнейших в мире (США — 509 тыс., Китай — 392 тыс., Индия — 366 тыс.). Создан мировой банк генресурсов, где заложено (на 18.04.2016 г.) 843.4 тыс. образцов.

Уникальность коллекции ВИРа заключается в том, что это старейшее собрание образцов в мире. Здесь хранится более 20% образцов культурных растений, которые исчезли с лица Земли. Это позволяет включать в процесс селекции гены, несущие особо ценные признаки. Так, тетраплоидная пшеница *Triticum dicoccum* (Schrank) Shuebl. (полба) считается одной из первых одомашненных человеком зерновых культур. Опыт её возделывания насчитывает около 10 тыс. лет. До начала XX в. полба была популярной в России, затем её вытеснили более урожайные культуры. Недавно учёные выяснили, что полба снижает риск сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Это возродило интерес к забытой культуре, и только благодаря сохранённой в ВИРе коллекции удалось создать её сорта. В настоящее время Вавиловская коллекция пшениц насчитывает 41 872 образца, из них 25 — редкие виды.

На основе генетической коллекции пшениц в России создано и возделывается 574 современных, высокопродуктивных, устойчивых к абиотическим и биотическим стрессам сорта (табл. 1). С помощью современных генетико-селекционных методов, в том числе биотехнологических с использованием молекулярно-генетического маркирования, генофонд сельскохозяйственных культур ежегодно пополняется 260–350 сортами и гибридами с высокими показателями качества продукции. Благодаря усилиям учёных-селекционеров ряд южных культур (соя, перец, кукуруза) распространились в северных регионах.

Во всех регионах России функционирует 42 селекционных центра, где ведётся работа с экономически важными сельскохозяйственными и лекарственными культурами (табл. 2). В 2015 г. генофонд пополнился 335 сортами и гибридами сельскохозяйственных и лекарственных культур, характеризующимися устойчивостью к основным абиотическим и биотическим факторам

Таблица 2. Селекционные центры научных учреждений России

Федеральный округ	Число селекционных центров	Селектируемые культуры
Центральный	13	Зерновые, зернобобовые, крупяные, овощные, масличные, лён, рапс, сахарная свёкла, лекарственные, плодовые, ягодные, кормовые
Северо-Западный	1	Зерновые, картофель, рапс, кормовые
Южный	9	Зерновые, зернобобовые, кукуруза, рис, масличные, лекарственные, плодовые, виноград, кормовые
Северо-Кавказский	2	Зерновые, зернобобовые, кукуруза, лекарственные, плодовые, виноград, кормовые
Приволжский	6	Зерновые, кукуруза, крупяные, зернобобовые, масличные, лён, картофель, плодовые, кормовые
Уральский	3	Зерновые, горох, картофель, плодовые, ягодные, кормовые
Сибирский	6	Зерновые, крупяные, зернобобовые, картофель, плодовые, овощные, ягодные, кормовые
Дальневосточный	2	Соя, зерновые, овощные, картофель, ягодные, плодовые, кормовые, лекарственные

среды. Только за последние годы селекционеры Краснодарского НИИСХ с использованием генетических мостов (особенно тритикале) пополнили генофонд зерновых культур 100 энергетически эффективными сортами озимой пшеницы с высокими компенсаторными свойствами. Здесь же плодотворно работает научная школа, основанная выдающимся учёным академиком АН СССР П.П. Лукьяненко [8]. Ныне школу возглавляет академик Л.А. Беспалова [9].

Использование генофонда позволило Краснодарскому НИИСХ создать высокопродуктивные, экономически выгодные сорта зерновых культур. Себестоимость создания одного сорта – 6.8–8.9 млн. руб. Например, на сорт озимой пшеницы Гром было затрачено 6.8 млн. руб. Чистый доход, полученный за время его возделывания, составил 4034.5 млн. руб. На выведение сорта озимой пшеницы Иришка было затрачено 8.9 млн. руб., чистый доход составил 2809.3 млн. руб. В целом экономическая эффективность создания новых сортов довольно высокая. Так, при возделывании современного сортимента озимой пшеницы селекции Краснодарского НИИСХ в Ставропольском крае получен экономический эффект 3.5–4.5 млрд. руб.

Сотрудниками Краснодарского НИИСХ разработана адаптивная система возделывания зерновых культур, заключающаяся в так называемой мозаике генетических ресурсов, когда ни один сорт не доминирует, а возделываются десятки сортов, что позволяет каждому сорту занять свою

экологическую нишу. Это способствует стабильному производству зерна [10]. Создан ряд современных высокопродуктивных, генетически устойчивых к стрессам сортов озимой пшеницы – Гром, Алексеич и др. Продуктивность сорта Алексеич составляет 10–13 т/га (на 2.7–3.4 т/га больше, чем у зарубежных сортов).

В Московском НИИСХ академиком Б.И. Сандухадзе создан сорт “сильной” озимой пшеницы Московская 40 для центральных регионов России, выделяющийся по урожайности (до 8.5 т/га), качеству зерна, зимостойкости, скороспелости, устойчивости к бурой ржавчине, мучнистой росе и твёрдой головне, с содержанием белка в зерне 15–16%, клейковины 35–40%, пригодный для производства отличных хлебобулочных изделий. Им же созданы высокопродуктивные сорта озимой пшеницы с высоким качеством зерна Галина, Московская 39, Немчиновская 24 [11], высокопродуктивный, устойчивый к абиотическим и биотическим факторам среды сорт озимой пшеницы Московская 56, урожайность которого в условиях Нечерноземья составляет более 11 т/га. Шедевром стала озимая пшеница Московская 39, возделываемая в России на площади 3 млн. га (урожайность 8 т/га). В этом регионе, где ранее выращивалось фуражное зерно, учёными на основе генофонда создана база производства продовольственного зерна, что исключает закупку зерна и муки в других районах России, удешевляя тем самым производство хлебобулочных изделий.

Успешно работает селекционный центр по зерновым культурам во Всероссийском НИИ зерновых культур им. И.Г. Калининко (ВНИИЗК). На основе поступившего из ВИРа генофонда методом ступенчатой гибридизации здесь были созданы сорта озимой пшеницы для лесостепной зоны с продуктивностью 6–7 т/га (потенциальная – 8–10 т/га): Ермак, Станичная, Ростовчанка 5, Танаис, Лилит, Находка, Донской простор, Шеф и многие другие.

В результате изучения во ВНИИЗК, Краснодарском НИИСХ, Поволжском НИИСХ, Самарском НИИСХ генофонда ячменя был выделен ряд источников хозяйственно ценных признаков (по урожайности, крупнозёрности, качеству зерна, скороспелости). В Госреестр селекционных достижений РФ с 2016 г. внесён сорт ярового ячменя Грис (урожайность до 6.5 т/га), полученный от скрещивания местного сорта Зерноградский 975 и сорта Grafic (США), который является источником засухоустойчивости и устойчивости к поражению листовыми болезнями.

Создание сортов с высокой адаптивностью считается приоритетной задачей для стабилизации растениеводства в зоне с резко континентальным климатом (Поволжье). Классический пример – селекционное улучшение яровой пшеницы в НИИ сельского хозяйства Юго-Востока, где с помощью мирового генофонда удалось сформировать целое направление по созданию сортов, обладающих повышенной сосущей силой корней (25–32 атм). Растения более эффективно используют почвенную и атмосферную влагу, превышая районированные сорта по урожайности в 2 раза, а в острозасушливые годы – в 3 и более раз [12, 13]. На основе современных биотехнологических методов в НИИСХ ЮВ создан засухоустойчивый сорт яровой пшеницы Саратовская 64, высокозимостойкие сорта озимой тритикале Святозар и Зубр, сорт зернового сорго Ирина с высокими питательными свойствами и повышенной перевариваемостью.

В последние годы для южных регионов России были созданы высокопродуктивные сорта озимой пшеницы Силь, Собербаш, Ведя, Герда (продуктивность 10–13 т/га), устойчивые к жёлтой ржавчине, мучнистой росе, умеренно устойчивые к септориозу, бурой ржавчине, фузариозу колоса. Собербаш (урожайность 11 т/га) – устойчивый к полеганию сорт; Ведя (урожайность 10 т/га) – неполегающий, устойчивый к жёлтой ржавчине, мучнистой росе и пыльной головне; Герда (урожайность 10–11 т/га) – устойчивый к полеганию; Донмира – короткостебельный, засухоустойчивый (в острозасушливых условиях 2013–2015 гг. урожайность достигла более 6 т/га) [14].

Пшеница яровая мягкая Красноярская 12 создана в 2015 г. для условий Восточной Сибири (лесостепная и степная зоны); её урожайность – до 6 т/га; устойчива к пыльной головне и бурой ржавчине. Курганинская 2 (урожайность более 6 т/га) превосходит районированный сорт Омская 33 на 0.38 т/га. Для северных и лесостепных зон Сибири, Зауралья и Приуралья создан сорт яровой пшеницы Тюменская 34 (НИИСХ Северного Зауралья) с урожайностью 3.55 т/га, что превышает стандарт на 0.44 т/га. В 2015 г. на Госсортиспытание передано три сорта озимого ячменя Молот, Серп, Инсар с урожайностью 9–10 т/га, а также сорт Фокс 1 – двуручка, ультраранний, урожайностью около 8 т/га, устойчивый к полеганию. Созданы яровые ячмени Федос, Красноуфимский 115, Омский 100 с урожайностью 4.5–5 т/га. В Зональном НИИ сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, Сибирском НИИ кормов и Уральском НИИ сельского хозяйства получен ряд высокопродуктивных сортов овса (Чемал, Бекас, Сатур, Сибирский Геркулес, Ужурский, Урал 2), устойчивых к полеганию, осыпанию и болезням [14].

Рожь – исконно российская культура, но с 1950-х годов активно внедрялись в производство высокопродуктивные сорта озимой пшеницы, а рожь была вытеснена с полей. В настоящее время в Госреестр включено 77 сортов озимой ржи, возделываемых в России. Кроме того, получен один сорт многолетней ржи (Ставропольский НИИСХ) и один сорт яровой ржи (Бурятский НИИСХ).

С 2012 г. получил допуск к использованию первый в России сорт белозёрной ржи Памяти Бамбышева (НИИСХ ЮВ). Сейчас в Госсортиспытание проходит испытание другой сорт этого института – светлозёрная озимая рожь Солнышко [13]. Отличительной чертой названных сортов являются высокие показатели содержания белка и его перевариваемости, что делает перспективным использование зерна ржи для приготовления диетических продуктов для людей и комбикормов для животных. Диетическая ценность светлого зерна ржи обеспечивается меньшим содержанием ингибитора трипсина. В этом ключе можно отметить новый сорт зернового сорго Белочка. Он имеет белое зерно, пригодное не только для кормовых, но и для пищевых целей. На основе зерна Белочки в НИИСХ ЮВ разработана рецептура приготовления безглютеновой каши и малоглютенового хлеба для диетического питания людей, организм которых не переносит клейковинных белков в составе пшеничных продуктов.

Недавно стал возделываться на российских полях и пополнил генофонд зерновых тритикале-ржано-пшеничный гибрид. Интенсивные исследования этой культуры ведутся в Донском

НИИСХ под руководством члена-корреспондента РАН А.И. Грабовца, а также в Краснодарском НИИСХ. Созданы засухоустойчивые, морозоустойчивые сорта тритикале с продуктивностью 10–13 т/га зерна, 50–100 т/га зелёной массы на корм скоту.

Кукуруза — одна из важнейших кормовых и продовольственных культур. Российским учёным за последние 40 лет удалось увеличить ареал её возделывания с юга на север на 500 км. Успешно работают с кукурузой учёные ВНИИ кукурузы и Краснодарского НИИСХ. В 2015 г. на госсортиспытание передан холодостойкий и засухоустойчивый гибрид Машук 345 МВ (продуктивность более 10 т/га зерна) и среднеранний Краснодарский 295 АМВ (9 т/га) [14].

Рис не так давно был интродуцирован в Россию. Сейчас в нашей стране производится более 1 млн. т риса в год, а в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, включён 51 сорт этой культуры. Только в 2015 г. из ВНИИ риса и ВНИИ зерновых культур им. И.Г. Калиненко было передано на госсортиспытание 6 сортов риса (Акустик, Станичный, Злата, Каприз, Смуглянка, Капелька) с урожайностью 7–12 т/га. Российские сорта уникальны по холодостойкости и срокам созревания, поэтому иностранные коллеги проявляют повышенный интерес к российскому генофонду риса.

Важнейшими средообразующими культурами признаны зернобобовые. Эффективные симбиотические взаимоотношения клубеньковых бактерий с бобовыми растениями способствуют фиксации атмосферного азота, поэтому бобовые не зависят от минерального азота почвы и могут конкурировать с другими растениями на почвах, бедных доступными формами азота. В России возделываются разнообразные бобовые культуры — горох, нут, фасоль, чечевица, чина, вика, люпин, донник, клевер, козлятник, люцерна, лядвенец, эспарцет. Насчитывается около 800 сортов этих культур. Из НИИСХ Северного Зауралья передан на госсортиспытание горох посевной Лавр с урожайностью семян 4.33 т/га для условий Северного Зауралья с содержанием белка 24.7%. Во ВНИИ зернобобовых и крупяных культур создан сорт чечевицы Чернава с отличными кулинарными качествами и урожайностью 1.55 т/га, что выше стандарта на 11%.

В нашей стране возделывается 21 масличная культура. Впервые в мире учёные ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта (ВНИИМК) создали межлинейный гибрид подсолнечника, особенностью которого является повышенная в 14 раз окислительная стабильность масла по отношению к обычным генотипам. Получены линии донора

подсолнечника с высоким содержанием олеиновой кислоты и антиоксидантных форм токоферолов. Создан среднеранний гибрид подсолнечника, устойчивый к ложной мучнистой росе (расы 330, 730, 710 и 334) и заразице (расы А–Е), с урожайностью 3.58 т/га семян. Из ВНИИМК передан на госсортиспытание раннеспелый гибрид подсолнечника Арис урожайностью 4 т/га семян, устойчивый к заразице (расы А–Е) и ложной мучнистой росе (расы 330, 710), который можно возделывать на Северном Кавказе, в Черноземье, на Нижней и Средней Волге [14].

Соя — важнейший источник растительного белка. В её семенах содержится до 43% полноценного, сбалансированного по аминокислотам белка. В настоящее время в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию, внесено более 170 сортов сои. В последние годы произошло широкое внедрение этой культуры в производство. Если в 2001 г. её посевная площадь составляла 417 тыс. га, а урожайность — 0.9 т/га, то к 2016 г. площадь возделывания увеличилась более чем в 4 раза, а урожайность — на 70%. В 2015 г. из ВНИИ сои были переданы на госсортиспытание четыре сорта сои различных групп спелости (Кружевница, Журавушка, Невеста, Лотос) с урожайностью 3.0–3.5 т/га, рекомендуемые к возделыванию на Дальнем Востоке. Для Уральского и Западно-Сибирского региона в 2015 г. в СибНИИ кормов создан сорт сои Краснообская с урожайностью 2.5 т/га и содержанием белка в семенах 39–42%. Благодаря ВНИИ сои пополнен генофонд сои для условий Дальнего Востока продуктивностью более 3–4 т/га, во ВНИИМК и ВНИИЗБК созданы сорта сои для Юга и Центрального региона России продуктивностью 3 т/га. Учёные Самарского НИИСХ и Ершовской опытной станции орошаемого земледелия НИИСХ ЮВ вывели засухоустойчивые сорта сои.

Рапс — масличная и кормовая культура, которая широко распространилась в России. Во ВНИИ рапса созданы сорта ярового рапса урожайностью 4–5 т/га. Получены трансгенные растения озимого рапса сорта Северянин: пять линий содержат селективный ген *nptII* и целевой ген *tscsd3*, кодирующий белок с доменом холодового шока *CspA* из *Escherichia coli*.

Сахарная свёкла — важная техническая культура. С её генофондом успешно работают учёные ВНИИИ сахарной свёклы. Они создали высокопродуктивные, устойчивые к различным почвенным патогенам гибриды. В 2015 г. на госсортиспытание передан гибрид сахарной свёклы РМС 129 — диплоидный, на стерильной основе, сбор сахара — 10.1 т/га, засухоустойчивый, слабо

Таблица 3. Источники ценных признаков винограда

Хозяйственный признак	Сорт
Бессемянность	Аттики, Памяти Домбковской, Mars, Remaily seedless, Venus, Himrod
Качество столового винограда и вина	Краса Никополя, Liberty, Melody, NY65.556.5, Remaily seedless, Venus, Morella, Сацимлер, Мускат кубанский
Раннеспелость	Краса Никополя, Памяти Домбковской, Экспресс, Glenora, Venus, Himrod
Устойчивость к милдью	Восторг, Виктория, Талисман, I11803–2, Liberty, Mars, Ventura
Устойчивость к низким температурам	Экспресс, I11559–5, I11803–2, Liberty, Mars, Missouri, Riesling, Ventura, Vitis riparia (62–9–39, 62–9–44, № 37, № 74), Vitis rupestris (R66–3, R66–31), Himrod

поражается корневыми гнилями, характеризуется высокой лёжкостью корнеплодов.

С помощью фундаментальных методов ускорения селекционного процесса (отдалённая гибридизация, биотехнологические методы, в том числе культура клеток и тканей *in vitro*, эмбриоспасение, индуцированная полиплоидия) учёные создали серию сортов плодовых, ягодных культур и винограда с высокой продуктивностью и комплексной устойчивостью к болезням и неблагоприятным факторам среды [15, 16]. В 2015 г. отечественными селекционерами получены перспективные сорта клоновидной яблони Гирлянда, Орловская, Есения (ВНИИ селекции плодовых культур), Морозец (Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства), сочетающие иммунитет к парше (ген *Vf*), зимостойкость (-41°C) и высокие товарно-потребительские качества плодов. В 2015 г. исследователи Северо-Кавказского зонального НИИ садоводства и виноградарства (СКЗНИИСиВ) дополнили генфонд плодовых и винограда более чем на 10 сортов, а исследователи Крыма — на 13 [14].

В СКЗНИИСиВ совместно с Анапским опорным пунктом ВИРа создана генетико-ампелографическая коллекция винограда. В коллекции 4879 образцов, в том числе корнесобственных — 4116, привитых — 763. Для использования в селекции выделен 41 источник хозяйственно ценных признаков (бессемянность, качество, раннеспелость, устойчивость к низким температурам и т.д.) (табл. 3).

Сотрудники НИИ садоводства Сибири создали более 80 высокоурожайных, крупноплодных, зимостойких сортов яблони с массой плодов до 100 г, хорошего вкуса, разного срока созревания.

Учёными-овощеводами разработаны технологии, способы и методы расширения генетического разнообразия и ускорения селекции овощных культур [17], получения сырья и продуктов для функционального питания, снижения содержания радионуклидов и тяжёлых металлов в растениеводческой продукции. Сформирована генетическая коллекция доноров хозяйственно ценных признаков картофеля. В Госреестр селекционных достижений внесено 128 видов овоще-бахчевых культур (более 8 тыс. гибридов). Среди них, кроме традиционных (огурец, томат, перец, капуста, тыква и т.д.), — редкие для России виды, которые со временем займут достойное место в меню (амарант, вигна, дайкон, индау, лобант анисовый, портулак, ревен, скорцонера, физалис).

Под руководством члена-корреспондента РАН З.Ш. Шамсутдинова во ВНИИ кормов [18] впервые для аридных территорий России выведено 19 сортов кормовых трав джужгуна, камфоросмы, кейреука, кохии, прутняка, терескена. На основе этого генетического разнообразия в Республике Калмыкия и Астраханской области созданы долголетние весенне-летние и осенне-зимние пастбищные экосистемы, обеспечивающие повышенные продуктивности пастбищ с 0.3–0.5 до 1.5–2.5 т/га сухой кормовой массы при одновременном восстановлении биоразнообразия.

Для гумидной зоны России выведено 139 сортов клевера (школа А.С. Новосёловой) с высокой продуктивностью, обеспечивающих хорошее качество корма. Разработан метод размножения трансгенных растений клевера лугового методом культуры почек *in vitro*. Для степной и лесостепной зон, а также для южной части таёжной зоны создано 98 сортов люцерны. Во ВНИИ кормов создан сорт люцерны изменчивой Юрпис — высокостойкий, отзывчивый

на инокуляцию штаммами клубеньковых бактерий, с урожайностью зелёной массы 45–80 т/га, сухой – 9.5–12.5 т/га, с урожайностью семян 1.5–2.1 ц/га [14].

В России остро стоит вопрос создания эффективных и безопасных лекарств, среди которых доля фитопрепаратов и биологически активных субстанций из растений составляет 60–65%. Наша страна обладает мощным потенциалом для производства фитопрепаратов [19, 20], так как в народной медицине используется 2 тыс. видов растений, а в традиционной – 326. Для проведения фитохимических исследований дикорастущих растений учёные ВИЛАРа сибиряют их в различных регионах России. В ВИЛАРе имеется единственный в стране Ботанический сад лекарственных растений, где произрастает 1272 вида растений 93 семейств, в том числе 256 видов древесно-кустарниковых, 921 вид травянистых, а также редкие и исчезающие виды. В оранжерейно-тепличном комплексе содержатся 373 вида тропических и субтропических растений. В семенном коллекторе Ботанического сада собраны семена 407 видов лекарственных растений. Имеется уникальный гербарий, насчитывающий 78 600 образцов 198 семейств, 1 633 родов, 20 748 видов. В различных эколого-географических зонах России (Предкавказье – южные чернозёмы; степная зона – мощные чернозёмы; резко сухостепная зона Поволжья) изучается генофонд более 300 видов лекарственных растений. На основе имеющегося генофонда в ВИЛАРе созданы сорта и разработано свыше 100 лекарственных средств, таких как противоопухолевый препарат розевин, антибактериальные сангвиритрин и эвкалимин, противовирусные алпизарин и гипорамин, сердечно-сосудистые дигидроэргокристин, диквертин, целанид и фловирин, противогрибковый анмарин.

Сейчас необходимо направить все силы на сохранение генетических ресурсов растений [21]. Хищническое использование дикорастущих лекарственных видов, которое началось с 1990-х годов прошедшего столетия и продолжается до сих пор, привело к катастрофическому истощению природных ресурсов женьшеня (*Panax ginseng* C.A. Mey), родиолы розовой (*Rhodiola rosea* L.), левзеи сафлоровидной (*Rhapontium carthamoides* (Willd.) Jjin), лапчатки белой (*Potentilla alba* L.), горичвета весеннего (*Adonis vernalis* L.) и др. В связи с непрекращающейся урбанизацией территорий, резко возросшими антропогенными и техногенными нагрузками на природу, глобальным и локальным изменением климата протекают необратимые процессы как в природных популяциях растений, так и в культурных сообществах.

К сожалению, в России не уделяется должного внимания сохранению генетических ресурсов

растений. Уже на протяжении пяти лет в различных инстанциях рассматривается “Закон о генетических ресурсах растений”, подготовленный учёными-агрярами совместно с Минсельхозом России. Закон призван регулировать сбор, хранение, изучение и рациональное использование генетических ресурсов, а также финансирование этих работ и сохранность земельных участков, занятых коллекциями. В 2010 г. Президиумом РАСХН утверждено “Положение о российских коллекциях генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей”. К настоящему времени вышел ряд международных документов, регулирующих действия по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений в сфере производства продуктов питания и сельского хозяйства. В их числе Конвенция о биоразнообразии, Международный договор по генетическим ресурсам ФАО, Европейская кооперативная программа, Конвенция по агроразнообразию. Однако в России до сих пор нет правового документа, который бы регулировал вопросы использования генетических ресурсов.

Итак, приоритетными задачами исследований в области генетических ресурсов являются: изучение флористического разнообразия и ресурсного потенциала России; совершенствование стратегии и современных методов поиска генетических ресурсов растений; разработка научных основ надёжного сохранения, всестороннего изучения и рационального использования генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей; усиление молекулярно-генетического мониторинга генофонда в растениеводстве, создание банка трансгенных растений; расширение методов молекулярной генетики с целью идентификации новых генов, регуляторных элементов и физиолого-биохимических механизмов; работа в области молекулярной селекции, включая создание источников и доноров экономически важных генов и признаков растений, а также создание новых технологий их трансформации, соответствующих современным требованиям биобезопасности; усовершенствование теоретических основ селекции, создание эффективных методов и технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жученко А.А. Роль мобилизации генетических ресурсов цветковых растений. Саратов: Ракус, 2012.
2. Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. М.–Л.: Сельхозгиз, 1935.

3. *Вавилов Н.И.* Линнеевский вид как система // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1931. № 3. С. 109–134.
4. *Вавилов Н.И.* Теоретические основы селекции растений. Т. 1. М.–Л.: Гос. изд-во совх. и колх. лит-ры, 1935.
5. *Вавилов Н.И.* Иммуитет растений к инфекционным заболеваниям. М.: Тип. Рябушинских, 1919.
6. *Вавилов Н.И.* Центры происхождения культурных растений // Труды по прикладной ботанике и селекции. 1926. Т. 16. № 2. С. 1–248.
7. *Вавилов Н.И.* Мировые центры сортовых богатств (генов) культурных растений // Известия ГИОА. 1927. № 5. С. 339–351.
8. *Лукьяненко П.П.* Избранные труды. М.: Колос, 1973.
9. *Беспалова Л.А.* Развитие генофонда как главный фактор третьей зелёной революции в селекции пшеницы // Вестник РАН. 2015. № 1. С. 9–11.
10. *Романенко А.А.* Новая сортовая политика и сортовая агротехника озимой пшеницы. Краснодар: ЭДВИ, 2005.
11. *Сандухадзе Б.И.* Селекция озимой пшеницы в Центральном регионе Нечерноземья России. М.: ООО “НИПКЦ Восход–А”, 2011.
12. *Васильчук Н.С.* Селекция яровой твёрдой пшеницы. Саратов: Рокус, 2001.
13. *Прянишников А.И., Савченко И.В., Шабает А.И.* Научные основы адаптивного растениеводства Поволжья // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 2. С. 60–67.
14. Отчёт Отделения сельскохозяйственных наук РАН о выполнении фундаментальных и поисковых научных исследований в 2015 году / Под ред. Г.А. Романенко, Ю.Ф. Лачуги, В.И. Фисинина и др. М.: ОСХН РАН, 2016.
15. *Седов Е.Н., Седышева Г.А., Серова З.М., Корнеева С.А.* Пополнение сортимента яблони сортами селекции ВНИИСПК // Вестник РАСХН. 2014. № 4. С. 26–28.
16. *Куликов И.М., Марченко Л.А.* Значение генетических коллекций плодовых культур для инновационного развития отрасли // Вестник РАН. 2015. № 1. С. 15–18.
17. *Пивоваров В.Ф.* Генетические ресурсы овощных растений // Вестник РАН. 2015. № 1. С. 23–25.
18. *Шамсутдинов З.Ш., Савченко И.В., Шамсутдинов Н.З.* Галофиты России, их экологическая оценка и использование. М.: Эдель, 2000.
19. *Быков В.А.* Мобилизация растительного биоразнообразия в интересах создания эффективных и безопасных лекарственных фитопрепаратов // Научные основы эффективности и безопасности лекарственных средств. М.: Типография “Наука”, 2015.
20. *Сидельников Н.И.* Экзогенная биорегуляция продуктивности лекарственных растений. М.: Щербинская типография, 2016.
21. *Дзюбенко Н.И.* Генетические ресурсы культурных растений – основа продовольственной и экологической безопасности России // Вестник РАН. 2015. № 1. С. 3–8.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

СОЗДАНИЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ПОРОД И КРОССОВ
ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ

© 2017 г. ДОКЛАД АКАДЕМИКА РАН В.И. ФИСИНИНА

*Всероссийский научно-исследовательский
и технологический институт птицеводства РАН, Сергиев Посад, Россия*

e-mail: fisinin@land.ru

Поступил в редакцию 28.11.2016 г.

В результате фундаментальных работ, выполненных в последние годы коллективами научно-исследовательских учреждений ФАНО России в координации с институтами Минсельхоза России, Российской академии наук и племпредприятиями регионов, созданы и освоены новые селекционные формы в скотоводстве, свиноводстве, овцеводстве, коневодстве, рыбоводстве, птицеводстве. Усовершенствованы традиционные породы, которые могут обеспечить импортозамещение генетических ресурсов животных, необходимых для интенсификации производства мясной и молочной продукции. За последние десятилетия создано свыше 40 новых и усовершенствованных селекционных форм животных, обеспечивающих около 2/3 общего прироста объемов животноводческой продукции в год.

Ключевые слова: высокопродуктивные породы и кроссы, селекционные формы, молекулярно-генетические механизмы, нутригеномика.

DOI: 10.7868/S0869587317040077

Крупнейший генетик в области селекции животных академик А.С. Серебровский ввёл в науку понятие “генофонд”. В статье “Генетические основы селекции” (1928) он привёл следующую формулировку: “Совокупность всех генов данного вида животных, например, рогатого скота, я назвал генофондом, чтобы подчеркнуть мысль о том, что в лице генофонда мы имеем такое же национальное богатство, как в лице запасов нефти, запасов золота, угля, скрытых в наших недрах” [1, с. 399].

Важнейшие этапы развития фундаментальной теории племенного дела связаны с именем академика М.Ф. Иванова. Его научные методы в различных модификациях были положены в основу создания многочисленных высокопродуктивных заводских пород [2].

Огромную роль в преобразовании сельскохозяйственных животных в России сыграло искусственное осеменение, которое впервые применил на рубеже XX в. русский биолог И.И. Иванов. Благодаря этому методу появилась возможность беспрецедентного по масштабам размножения ценных генотипов всех видов животных [3].

В 1947 г. учёными ВНИИ животноводства им. Л.К. Эрнста во главе с В.К. Миловановым

(будущим академиком ВАСХНИЛ) было зарегистрировано мировое открытие, решившее проблему длительного хранения спермы в глубоко охлаждённом состоянии. Этот отечественный фундаментальный метод позволил создавать новые генетические формы животных на основе гибридизации, многократного ускорения темпов генетического совершенствования популяций, ускорения селекционного процесса [4].

На территории России обитает 1.4 тыс. видов животных, птиц и рыб, в той или иной степени контролируемых человеком. Млекопитающих насчитывается свыше 300 видов, птиц – 700, рыб – свыше 400. Охотничье-промысловых из всех видов – более 400, а сельскохозяйственных – не более 20. Именно эти 20 видов определяют судьбу продовольственного обеспечения населения страны. Созданные в их рамках породы, селекционные типы, линии и гибриды представляют собой генетический материал, обеспечивающий непрерывный процесс генетической изменчивости как фактор эволюции в искусственных и природных популяциях животных.

В системе институтов зоотехнического и ветеринарного профиля проведены исследования, направленные на разработку фундаментальных основ

сохранения и развития биоразнообразия в живой природе, изучены молекулярно-генетические механизмы, обеспечивающие интродукцию диких сородичей в селекционный процесс домашних животных, найдены способы длительного сохранения генетического материала животного происхождения и его использования в производстве селекционных форм. В результате в последние годы созданы и освоены новые селекционные формы в ското-, свино-, овце-, коне-, рыбо- и птицеводстве, усовершенствованы традиционные породы, обеспечивающие импортозамещение генетических ресурсов животных. В животноводстве создано свыше 40 новых и усовершенствованных селекционных форм. В качестве их патентообладателей зарегистрированы ВНИИ генетики и разведения сельскохозяйственных животных (ВНИИГРЖ), ВНИИ коневодства (ВНИИК), ВНИИ племенного дела (ВНИИплем), Волгоградский НИТИ мясо-молочного скотоводства и переработки продукции животноводства (ВНИТИММСИППЖ), Якутский НИИ сельского хозяйства (ЯНИИСХ), ВНИИ метрологической службы (ВНИИМС), Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства РАН (ВНИТИП РАН), ВНИИ животноводства им. Л.К. Эрнста (ВИЖ), Сибирский НИИ животноводства (СибНИИЖ) и другие институты [5, 6].

В подотрасли молочного скотоводства созданы красно-пёстрая порода, высокопродуктивные внутрипородные типы чёрно-пёстрого крупного рогатого скота — Ленинградский, Красноярский, Самарский, Уральский, новые типы молочного скота — Смена, Бессоновский, Вазуский, Прилуцкий, Николаевский, Вологодский и др. По уровню молочной продуктивности (8–12 т молока), технологичности, продуктивному долголетию, окупаемости корма продукцией, качественному составу молока они соответствуют лучшим зарубежным аналогам и широко используются на современных молочных фермах. При среднем надое молока в России 5.2 тыс. кг в год на корову в 10 хозяйствах — оригинаторах Ленинградского типа чёрно-пёстрого скота — средний надой на корову превысил 10 т в год. В числе регионов, в которых имеется значительное количество хозяйств с удоем 6 т молока и больше, — Ленинградская область (66 хозяйств), Республика Татарстан (63) и Краснодарский край (58).

В подотрасли мясного скотоводства созданы высокотехнологичная мясная порода крупного рогатого скота Русская комолая, внутрипородные типы скота Волгоградский, Южно-Уральский, Брединский и др. Животные отличаются повышенной интенсивностью роста по сравнению с исходными формами. При этом они способны эффективно использовать пастбища, в том числе с естественным травостоем. От молодняка получают среднесуточные приросты живой массы 1000–1250 г и более.

В отрасли свиноводства созданы типы Свободовский, Восточный и Краснодонский крупной белой породы, Удмуртский йоркширской породы, Завьяловский породы дюрок, Колосовский цивильской породы и Италмас породы ландрас. Для интенсивного производства свинины предложены и внедрены схемы межпородной и межлинейной гибридизации с использованием вновь созданных селекционных форм. Ежегодно сокращается удельный вес свиней сального типа в пользу племенного материала вновь созданных типов и линий свиней с повышенными мясными качествами.

В овцеводстве выведены Ташлинская порода овец мясного направления, тонкорунная порода Джалгинский меринос. По уровню шерстной продуктивности Джалгинского мериноса относят к числу лучших тонкорунных пород России. Продуктивные качества новых селекционных форм овец в ведущих племенных заводах страны (Ромашковский, Палласовский, Маныч, Россия, Вторая пятилетка, Мир, Первомайский, Подгорное, Сарпа и др.) не уступают лучшим мировым показателям, а по адаптированности к региональным условиям животные не имеют себе равных.

Мясное табунное коневодство обеспечивает наиболее полное использование труднодоступных таёжных, горных, малообводнённых степных, полупустынных и пустынных природных пастбищ страны. Впервые за последнее десятилетие в России решена крупная научно-производственная проблема радикального повышения товарного производства мяса лошадей на основе разработки и практического внедрения комплекса селекционно-генетических и технологических методов устойчивого развития отрасли. Созданы новые породы Мегежекская, Приленская, внутрипородные типы Колымский, Янский в якутской породе, Целинный в калмыцкой породе. Новые отечественные породы и типы продуктивных лошадей превосходят все известные зарубежные формы. Численность мясных табунных лошадей устойчиво прирастает год от года в связи с ускоренным размножением новых селекционных форм и под постоянным научно-методическим руководством институтов зоотехнического профиля. По сравнению с 2008 г. число мясных табунных лошадей в стране возросло с 252.6 до 411.2 тыс. голов в 2014 г.

В птицеводстве созданы отечественные аутокроссы кур Родонит-3, Птичное-2, Кубань, Радонеж, при выведении которых были использованы маркерные гены золотистости, серебристости, быстрой и медленной оперяемости. Выведены мясные бройлерные кроссы Смена-8 и Русь. В 2014 г. Минсельхозом России утверждён новый кросс индеек Виктория.

Масштабные фундаментальные исследования по селекции водоплавающей птицы ведёт селекционно-гибридный центр «Благоварский» Республики

Башкортостан, где за последние пять лет созданы порода башкирских цветных уток и четыре кросса для крупных птицефабрик, крестьянских и фермерских хозяйств. По продуктивности эти кроссы не уступают аналогичным кроссам зарубежной селекции. В настоящее время центр обеспечивает племенным материалом около 80% репродукторных хозяйств страны и эмбрионами для изготовления вакцин — на 100% биологическую промышленность.

Сегодня 98% поголовья гусей составляют птицы отечественной селекции. За 2010–2015 гг. на племзаводе “Благоварский” совместно с учёными ВНИТИПа созданы две породы гусей — Уральские белые и Уральские серые [7].

Большая роль в исследовании биоресурсов принадлежит созданию ДНК-технологий, позволяющих на генном, а в последнее время и на геномном уровне проводить оценку биоразнообразия, осуществлять контроль и управлять генетическими ресурсами сельскохозяйственных животных.

В рамках сохранения биоразнообразия в ряде институтов Отделения сельскохозяйственных наук РАН (ВИЖ, ВНИТИП, ВНИИГРЖ, ВНИИК, Ставропольский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства и др.) созданы и поддерживаются уникальные биокolleкции видов и пород животных в ДНК-и криобанках. Коллекции включают все основные виды сельскохозяйственных животных — крупного рогатого скота, овец, коз, свиней, лошадей, кур, гусей, индеек, перепелов, а также родственных им диких видов. Коллекционные фонды служат основой проведения фундаментальных исследований в области биотехнологий для создания новых селекционных форм животных [8].

Развитие молекулярной генетики свидетельствует о том, что в ближайшие 10 лет на смену классической селекции придут инновационные методы и технологии генетической инженерии. Для конструирования новых селекционных форм необходим своеобразный “резервуар” — хранилище генов. Учёные ВНИТИПа более 40 лет работают над проблемой сохранения биологического разнообразия редких и исчезающих пород домашней птицы.

В ООО “Генофонд” при экспериментальном хозяйстве ВНИТИПа ежегодно воспроизводится самая крупная в Европе генетическая коллекция, содержащая 76 пород и породных групп кур. Учёные ВНИТИПа разработали оригинальную методику сохранения и разведения малочисленных и замкнутых популяций кур в генофондных стадах, не допускающую инбридинга.

Во ВНИИГРЖ сохраняется крупная генофондная коллекция кур и создан генетический банк спермы петухов (18 пород). Учёными-генетиками ВНИТИПа и ВИЖа по гранту РФФИ “Разработка

системы молекулярно-генетического анализа *Gallus Gallus* с целью оценки состояния и динамики изменения отечественного генофонда кур” под руководством академика Н.А. Зиновьевой составлены своеобразные генетические портреты пород кур на основе анализа анонимных некодирующих высокополиморфных последовательностей генома — ДНК-микросателлитов.

В результате многолетних исследований генофондов сельскохозяйственных животных и птицы разработана технология комплексной ДНК-оценки, позволяющая на генетическом уровне контролировать происхождение племенного материала, оценивать потенциал продуктивности и наличие наследственных аномалий. Внедрение ДНК-технологий позволяет осуществлять контроль над распространением наследственных заболеваний [9]. Нужно признать, что массовый завоз импортного скота (1998–2000 гг.) привёл к масштабному поступлению в Россию обесцененного “генетического мусора”. Например, проводимый с 2005 г. мониторинг завезённого из-за рубежа наследственного заболевания СММ (5.2% к поголовью племенных быков), являющегося причиной аномалий позвоночника и снижения воспроизводительных качеств коров, позволил полностью элиминировать его из популяции быков-производителей.

Неотъемлемым элементом системы генетического совершенствования племенного скота являются разработка и внедрение геномных технологий. С этой целью институтами Отделения сельскохозяйственных наук РАН (ВИЖ, ВНИИГРЖ) разработана и внедряется на территории Московской и Ленинградской областей технология геномной оценки молочного скота, которая позволяет на 20–30% повысить точность оценки молодых животных и более чем в 1.5 раза ускорить генетический прогресс в селекции. Аналогичная технология разрабатывается сегодня во ВНИТИПе, ППЗ “Смена” и ВИЖе для получения высокоэффективных кроссов мясных пород кур. Дальнейшее развитие геномных подходов с целью повышения эффективности племенного животноводства мы связываем с разработкой технологии предимплантационной генной диагностики.

Интродукция генофонда диких видов рассматривается как один из эффективных приёмов повышения биоразнообразия сельскохозяйственных животных, создания на их основе новых селекционных форм, сочетающих в себе полезные признаки исходных видов. Член-корреспондент РАН В.А. Багиров проводит в ВИЖе фундаментальные исследования по получению межвидовых гибридов домашних овец и родственных им диких видов — архара, снежного барана, муфлона. Ведётся поиск наиболее оптимальных сочетаний исходных форм. Созданы

экспериментальные стада в различных регионах России. Исследования, проведённые совместно с Институтом питания РАН и ВНИИ мясной промышленности им. В.М. Горбатова, показали существенные изменения нутриентного состава получаемого мясного сырья

Следует признать, что наряду с неизбежной интенсификацией генетической основы стад в условиях всё более широкого распространения практики производства органических продуктов можно получить адаптивные природные технологии производства натуральной продукции животноводства. Значительная часть прироста объёмов производства может быть достигнута путём повышения эффективности пастбищного животноводства, основанного на использовании межвидовых гибридов. В арсенале учёных ВИЖа накоплены экспериментальные данные по использованию различных сочетаний в гибридизации крупных и мелких сельскохозяйственных животных и их диких сородичей.

В зоотехнии существует своеобразный закон “генотип + среда”: то, что заложено в геноме животного, можно реализовать через обеспечение оптимальных средовых составляющих, которыми являются питание, микроклимат помещений, технологии выращивания, содержания и обеспечение биобезопасности с помощью ветеринарно-санитарных программ. Использование генетических форм, продуктивность которых приближается к биологическому пределу, требует разработки новых методов воспроизводства и питания животных. Учёным-биологам удалось добиться новых результатов как фундаментального, так и прикладного характера. Очевидным прорывом в кормлении животных можно считать разработку теории субстратного питания. Учёные ВНИИ физиологии, биохимии и питания животных показали, что при нормировании субстратной части рациона на 20% и более можно повысить продуктивность и менять качественный состав самой продукции (мяса, молока, яиц).

К стратегическим проектам в селекции животных и птицы следует отнести нутригеномику — науку, изучающую влияние питательных и биологически активных веществ на гены. Прежде всего нутригеномика позволяет по-новому взглянуть на роль питания в поддержании здоровья животных и птицы. Значение в этом случае приобретает такой раздел фундаментальной науки, как материнское программирование.

Даже краткий обзор генетических ресурсов в животноводстве впечатляет, но для освоения этого богатого генофонда необходимы не только комплексные программы, но и генетические центры большой мощности, оснащённые современным оборудованием.

Ключевыми понятиями для развития животноводства сегодня и на перспективу являются эффективность и биобезопасность. Получить высокие показатели продуктивности и качества продукции можно только от здоровых животных, поэтому в современном крупномасштабном производстве особую роль играют инновации в области ветеринарной науки.

Процессы изменения экологической обстановки, природы возбудителей и болезней, формирование новых биоценозов требуют досконального научного анализа и обобщения. Это позволит прогнозировать появление заразных заболеваний, заблаговременно разрабатывать меры их профилактики и борьбы с ними. На основе изучения эпизоотических процессов и возможной эволюции возбудителей предстоит разработать новые поколения генно-инженерных вакцин против особо опасных болезней сельскохозяйственных животных.

В реализации этих фундаментальных задач огромная роль принадлежит научным школам прошлых поколений и ныне активно работающим школам академиков Отделения сельскохозяйственных наук РАН В.В. Калашникова, Н.А. Зиновьевой, П.Н. Прохоренко, В.А. Мороза, И.М. Дунина, Н.И. Стрекозова, членов-корреспондентов РАН В.Д. Кабанова, В.А. Багирова и других.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Серебровский А.С.* Избранные труды по генетике и селекции кур. М.: Наука, 1976.
2. *Иванов М.Ф.* Полное собрание сочинений. М.: Колос, 1963.
3. *Иванов И.И.* Избранные труды. М.: Колос, 1970.
4. *Милованов В.К.* Технология искусственного осеменения и биология воспроизведения сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 1972.
5. *Фисинин В.И., Калашников В.В.* Зоотехническая наука в России // Достижения науки и техники АПК. 2004. № 6. С. 16–19.
6. *Фисинин В.И., Калашников В.В., Багиров В.А.* Научное обеспечение развития животноводства России в 2008–2012 гг. // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 10. С. 3–6.
7. *Фисинин В.И.* Птицеводство России — стратегия инновационного развития. М.: Россельхозакадемия, 2009.
8. *Эрнст Л.К., Сергеев Н.И.* Трансплантация эмбрионов сельскохозяйственных животных. М.: Агропромиздат, 1989.
9. *Эрнст Л.К., Жигачёв А.И.* Мониторинг генетических болезней у животных в системе крупномасштабной селекции. М.: Россельхозакадемия, 2006.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

МЕТАГЕНОМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫЯВЛЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ
РЕСУРСОВ МИКРООРГАНИЗМОВ

© 2017 г. ДОКЛАД АКАДЕМИКА РАН И.А. ТИХОНОВИЧА,
КАНДИДАТА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК Е.А. ИВАНОВОЙ,
КАНДИДАТА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК Е.В. ПЕРШИНОЙ,
КАНДИДАТА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК Е.Е. АНДРОНОВА

*Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии,
Санкт-Петербург, Россия*

e-mail: arriam2008@yandex.ru; ektrnivanova@gmail.com; pershina.elizaveta@yandex.ru; eeandr@gmail.com

Поступил в редакцию 21.11.2016 г.

Метагеномика — относительно молодое научное направление, но за свою более чем 20-летнюю историю она успела приобрести известность во многих странах, в том числе в России. Этот раздел молекулярной генетики изучает извлекаемые из экосистемы нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК), содержащие всю информацию о микробном сообществе того или иного местообитания. Благодаря метагеномным методам в почвенной микробиологии началось изучение не только культивируемых известных видов микроорганизмов, но и некультивируемых форм, о биологических свойствах которых можно судить исключительно исходя из генетической информации, закодированной в их ДНК. Оказалось, что таких “фантомных” видов — подавляющее большинство в составе микробных сообществ почвы, они, по всей видимости, активно участвуют в обеспечении её плодородных свойств, поэтому их изучение, по мнению авторов доклада, актуально как для фундаментальной науки, так и для сельскохозяйственной практики. Развитие метагеномных технологий будет способствовать пониманию биологических феноменов, обусловленных тесными растительно-микробными взаимодействиями, такими как повышение продуктивности сельскохозяйственных культур, их защита от фитопатогенов. Но внедрение новых методов всегда сопряжено с трудностями, в метагеномике они связаны с получением, хранением и биоинформационным анализом огромного объема генетической информации.

Ключевые слова: почвенный метабеном, растительно-микробные системы, сельское хозяйство, высокопроизводительное секвенирование.

DOI: 10.7868/S0869587317040089

Одной из наиболее впечатляющих побед современной биологии стало получение доступа ко всему объёму генетической информации, содержащейся в живущих на Земле микроорганизмах, что удалось благодаря выделению и анализу молекул ДНК и РНК из различных экосистем. На основе анализа информационных молекул появилась возможность идентификации всего разнообразия находящихся в экологических нишах микроорганизмов. Эти открытия перевернули наши прежние представления об их количестве и роли в биологических процессах на планете.

Количество микробов в почве исчисляется миллиардами на грамм, а объём генетической информации в грамме превышает её объём в миллионе человеческих геномов [1]. Теперь понятно,

насколько поверхностны были наши суждения о живых организмах в “домолекулярную эру”.

В последние годы в мире развернулась интенсивная работа по анализу микробиомов. Исследования в рамках американской программы Human microbiome (www.hmpdacc.org) продемонстрировали впечатляющие свидетельства связи человеческого микробиома с рядом заболеваний — ВИЧ-инфекцией, гепатитом, раком, диабетом, ожирением [2, 3]. В рамках не менее амбициозного американского проекта Earth Microbiome Project (www.earthmicrobiome.org) проведена серия фундаментальных исследований по выяснению связи природных микробиомов с наиболее значимыми биогеохимическими процессами, важнейшими аспектами почвенного плодородия и продуктивности растений [4].

Однако накопленная информация довольно быстро захлестнула исследователей, намного превысив возможности её систематизации и обработки, поэтому выявилась необходимость разработки новых глубоко продуманных и хорошо финансируемых проектов.

Одной из показательных в этой сфере стала инициатива, изложенная в официальном релизе Белого дома по изучению микробиома от 13 мая 2016 г.: Президент США обратился в Конгресс с просьбой выделить 121 млн. долл. на эти цели. С учётом других источников сумма достигнет 0.5 млрд. долл. — налицо появление амбициозной и дорогостоящей программы исследований. Характерно, что для её выполнения привлекаются Министерство энергетики, НАСА, Департамент сельского хозяйства и другие ведомства, исследовательские центры — университеты Сан-Диего и Мичигана, Национальный институт здравоохранения, Национальный институт стандартов и технологий, то есть, как видно, проект носит комплексный, национальный характер. Появление этой инициативы требует адекватного ответа с учётом отечественных возможностей. Не вызывает сомнения, что в микробиомных исследованиях в настоящее время определяются страны-лидеры, которые будут монопольно владеть информацией в этой сфере и, соответственно, адекватно её использовать, создавая новые технологии предсказания природных процессов и управления ими. Необходимо оценить перспективность такого рода исследований в нашей стране. Попытаемся рассмотреть как общие проблемы метагеномики, так и её значение для повышения эффективности сельскохозяйственного производства.

Универсальность микробиома. Сегодня микробиология берёт на вооружение самые передовые технологические достижения. Благодаря им появилась возможность исследовать свойства не только культивируемой части микромира, но и обратиться к изучению некультивируемых микроорганизмов. Системы высокопроизводительного секвенирования позволили в короткие сроки определять нуклеотидные последовательности геномов и метагеномов (совокупных геномов сообщества), исследовать транскрипционные продукты генов — метатранскриптомы [5]. Вместе с развитием методов масс-спектрометрии, помимо метагеномики и метатранскриптомики, появились такие направления, как метапротеомика и метаболомика, направленные на изучение функций микробных сообществ и отдельных микроорганизмов [6]. Возникновение этих наук связано не только с новыми методами, но и с пониманием того, что природные ассоциации организмов базируются на глубокой интеграции их функций и возникновении на этой основе стабильной

общности с уникальными молекулярно-генетическими характеристиками. Учёные всё больше убеждаются в продуктивности системного подхода в биологии, благодаря которому расширяется круг исследуемых объектов, появляется доступ к изучению ранее неизвестных биологических функций.

Наиболее полно к настоящему времени микробиомные исследования проведены на человеке. Не будет удивительным, если по их результатам окажется, что поведение целых групп населения зависит от состояния микробиоты составляющих эти группы индивидуумов. Например, показано, что микробиота кишечника взаимодействует с центральной нервной системой. Как результат — психическое здоровье и даже развитие всей нервной системы должно рассматриваться в том числе и с позиций состава и поведения этой микробиоты [7]. Сегодня уже очевидно, что микробиом играет важную роль в поддержании здоровья человека, взаимодействуя с его геномом, определяя при этом эффективность работы пищеварительной системы. Однако важен не состав микробиома, а его совокупный геном: важны не микробы сами по себе, а гены, которые они несут. Так, известно, что соевая пища предохраняет от определённых онкологических заболеваний половой сферы благодаря содержащемуся в ней флавоноиду дайдзеину. Но терапевтический эффект оказывает не сам дайдзеин, а его производное соединение — эквиол. Для такого превращения требуется наличие трёх ферментов, последовательно катализирующих соответствующие реакции превращения. Таких ферментов у человека нет, но они могут синтезироваться обитателями микробиома кишечника — бактериями рода *Slackia*. Иными словами, полезная для человека функция может быть обеспечена при наличии штаммов и необходимых генов. Этот пример показывает, как обитатели микробиома дополняют гены хозяев, обеспечивая последним те свойства и функции, которыми они не обладали [8]. Таким образом, медицина получила существенный толчок к своему развитию за счёт применения микробиомных технологий. Не меньшее значение они имеют и для аграрного комплекса.

Проблемы растениеводства и их метагеномные решения. Проблема стабильности сельскохозяйственного производства не потеряла актуальности и в постгеномную эру. Усилия учёных-селекционеров по повышению урожайности культур в последнее время всё больше сдвигаются в сторону обеспечения устойчивости растений к различным стрессорным факторам. Мы уже представляем себе те генетические ресурсы, которыми располагают культурные растения, однако этот потенциал весьма ограничен: набор генов не может быть оперативно изменён в зависимости от

складывающихся условий. А вот микроорганизмы, будучи непременными спутниками растений и вместе с тем обладающие так называемым открытым геномом, способны адаптировать размер и качественный состав собственного генома в зависимости от условий окружающей среды и, активно взаимодействуя с растением, существенно повышать адаптационный потенциал растительно-микробной системы в целом [9].

Классический пример такого рода — биологическая фиксация азота в симбиозе клубеньковых бактерий и бобовых растений. Наличие в геноме бактерий фермента нитрогеназы обеспечивает способность фиксировать азот, снабжая этим элементом растения [10]. Важно отметить два момента. Первый — зачастую ни растения в силу отсутствия генов нитрогеназы, ни бактерии, располагающие этим ферментом, поодиночке азот не фиксируют. В составе же микробно-растительной системы такая фиксация наблюдается. Можно предположить, что заселение любой экологической ниши происходит в соответствии с вкладом каждого из партнёров в обеспечение выживания сообщества в целом. В связи с появившейся возможностью анализировать микробиом в целом необходимо понять, в какой степени данные положения относятся ко всем взаимодействиям микробных сообществ и растений, а самое главное, какие ещё признаки, кроме оптимизации азотного и фосфорного питания, могут зависеть от микробиоты растений.

Под влиянием ризосферных микроорганизмов может сдвигаться и оптимизироваться эндогенный гормональный баланс растений [11], происходит активизация механизмов системной устойчивости к стрессам. Так, инокуляция цитокинин-продуцирующими бактериями, как показали опыты, способствовала повышению содержания хлорофилла в растениях, а накопление цитокининов приводило к увеличению массы как побегов, так и корней [12]. Установлена роль ризосферных бактерий и в регуляции синтеза стрессовых гормонов растений, в результате чего резко возросла устойчивость последних к стрессовым факторам, таким как загрязнение почвы тяжёлыми металлами [13], засоление [14], температурный шок [15] и др. Изучение роли микроорганизмов в обеспечении стрессоустойчивости культурных растений — приоритетное направление работ ряда лабораторий Института сельскохозяйственной микробиологии. Полученные результаты предполагается использовать не только для разработки технологии биоремедиации загрязнённых почв, но и для выращивания более чистой продукции на слабозагрязнённых почвах [16, 17].

Помимо оптимизации минерального питания и защиты от стрессов, микробиом растения может выполнять и другие защитные функции. Известно, что многочисленные примеры положительного действия бактерий на растения связаны с подавлением фитопатогенов, в частности грибов [18]. Это свойство получило название “биоконтрольный эффект”. Используя штаммы, целенаправленно отобранные по их способности к подавлению патогенной микробиоты, можно в значительной степени сэкономить пестициды химической природы и тем самым уменьшить экологический риск.

Огромное преимущество “микробных” технологий состоит в том, что очень редко действие какого-либо микроорганизма ограничивается одной конкретной функцией, как правило, оно многофункционально. Созданные к настоящему времени препараты позволяют с избытком получать полезные микроорганизмы “в нужном месте в нужное время”. Их эффективность зависит от сорта растений, особенностей почв, других факторов и по результатам многолетних испытаний колеблется от 15 до 200% и более. Высокая эффективность имеет место, например, при выращивании сои на новых почвах, где в условиях дефицита азота инокуляция повышает урожай в несколько раз.

Объём рынка микробных препаратов в России пока, к сожалению, очень мал и составляет всего 1.2 млрд. руб., хотя цена их невелика — 200 — 500 руб. на гектар. Если же учесть их эффективность на основе средних прибавок урожайности, то она достигает 100 млрд. руб. и более. Таким образом, благодаря биотехнологии можно при минимальных затратах существенно повысить эффективность сельскохозяйственного производства. Мы ожидаем, что в результате метагеномных исследований в биотехнологический процесс будут вовлечены полезные гены от неизвестных хозяев, что откроет путь к конструированию штаммов с комплексом полезных свойств. Для этого нет необходимости выделять конкретный микроорганизм, достаточно определить наличие в его геноме нужных генов. Такую селекцию можно будет осуществлять, например, вводя ДНК из почвы в биотехнологические объекты — *E. coli*, *B. subtilis*, *Rhizobium* sp. и др.

Итак, уже сегодня удаётся выделить признаки растений, которые, несомненно, зависят от микроорганизмов. Это оптимизация питания, устойчивость к абиотическим стрессам, что связано с гормональной регуляцией микробами статуса растения, а также защита от фитопатогенов. Накоплены многочисленные эмпирические данные о полезных свойствах микробиоты, ассоциированной с растением, получены эффективные

штаммы бактерий, стимулирующих защитные механизмы растений и их устойчивость к различным стрессовым факторам окружающей среды. Однако возможности интеграции про- и эукариот востребованы далеко не в полной мере. Мы полагаем, что именно на основе метагеномного, системного подхода к изучению растительно-микробных сообществ удастся перейти к быстрой экологизации и повышению эффективности сельскохозяйственного производства.

Перспективные направления развития технологической базы метагеномных исследований. Несмотря на ряд значимых научных результатов, полученных с применением современной приборной базы, на повестке дня ещё немало проблем. Главная из них — довольно короткие длины прочтений, которые в наиболее широко используемых приборах не превосходят 1 тыс. пар нуклеотидов и не позволяют проводить полноценную сборку полноразмерных метагеномов. Технологическое решение данной проблемы уже существует. Во-первых, на рынок вышел высокопроизводительный секвенатор, обеспечивающий длину прочтения до нескольких десятков тысяч пар нуклеотидов (PacBio RS II), что уже само по себе расширяет возможности не только геномного, но метагеномного секвенирования. Во-вторых, разработаны чрезвычайно эффективные подходы, объединяющие “single-cell” технологии с высокопроизводительным секвенированием, где на первом этапе из исследуемого материала отбирают единичные клетки с использованием сортировки, а затем секвенируют их геномы. Благодаря этому методу получены впечатляющие результаты при исследовании так называемой тёмной материи природных микробиомов — микроорганизмов, ранее редко попадавших в поле зрения исследователей по причине некультивируемости [19]. Удалось не только описать 200 редких геномов некультивируемых бактерий и архей, но и выявить новые филы и даже суперфилы микроорганизмов.

Очевидно, что последние технологические решения — сортировка клеток, высокопроизводительное секвенирование с длинными прочтениями, арсенал биоинформатики, позволяющий эффективно собирать геномы, прочитанные из отдельных клеток [20], — расширят возможности метагеномики. При этом решится ещё одна, казалось бы, неразрешимая проблема. Дело в том, что в окружающей среде до половины ДНК может не принадлежать живым микроорганизмам и находиться в ней в свободном состоянии. При традиционных способах метагеномного секвенирования нет возможности точно определить, к какому типу ДНК относятся выявленные последовательности. Однако эта задача решается, если из окружающей среды отбирать только живые клетки

на основе дифференциального флуоресцентного окрашивания.

Наконец, отметим, что важнейшей задачей в метагеномных исследованиях сегодня становится уже не технология сбора данных, а технология их анализа. Именно здесь, по нашему мнению, самая горячая точка метагеномики. Проблем здесь множество. Их подробное описание выходит за рамки настоящего доклада, но главную из них необходимо упомянуть. Для депонирования и анализа метагеномной информации требуется разработка баз данных совершенно нового типа. Нужны и принципиально новые инструменты статистики для интегрального анализа метагеномов как функционального единства. Именно эти задачи стали ключевыми для лаборатории микробиологического мониторинга и биоремедиации почв Института сельскохозяйственной микробиологии. В перспективе планируется не только создание крупнейшей в России, а может быть, и в мире базы данных для хранения и анализа метагеномной информации, но и разработка эффективных алгоритмов для выявления микробиологических маркеров почвенного плодородия. И вот один из первых шагов в этом направлении: в результате плодотворного сотрудничества с коллегами из Почвенного института им. В.В. Докучаева были предложены основные принципы молекулярно-генетического подхода к микробиологической оценке здоровья и ресурсного потенциала почв России.

* * *

Сегодня мы уже понимаем, какой колоссальный адаптационный потенциал скрывают в себе микробные сообщества планеты. К сожалению, в России данным исследованиям пока не уделяется должного внимания. Между тем мировой тенденцией становится реализация крупных научных проектов в области медицинской микробиологии и сельского хозяйства с привлечением всего арсенала современных методов. При этом повсеместно используется системный подход — анализируются свойства не отдельных штаммов, а сложных микробных комплексов. Поскольку данная задача на порядок сложнее, для её решения требуется развитие не только материальной базы, но и аналитического аппарата. Адекватным этой задаче стал бы национальный проект “Микробиом России”. Для его осуществления потребуются усилия широкого круга учёных — микробиологов, генетиков, математиков, специалистов в области информатики, молекулярных биологов, биохимиков, экологов, а также создание национальных исследовательских центров и обширных баз данных. Важнейшими предпосылками и условиями для проведения такого рода исследований в России служат мощные классические школы

почвоведения, наличие десятков стационарных опытов и вместе с тем исключительно богатое разнообразие почвенных ресурсов страны.

Именно сейчас для российских учёных открывается уникальная возможность разработки собственного конкурентоспособного научного проекта, который позволит создать представительную базу для хранения и анализа метабеномных данных. Основными направлениями исследований в рамках “Микробиома России” должны стать мобилизация потенциала почвенного метабенома для расширения функционального репертуара и спектра адаптаций сельскохозяйственных растений, а также реализация потенциала этого метабенома как универсального агроэкологического индикатора в создании гибких систем земледелия. Результаты таких работ могут лечь в основу масштабных мониторинговых исследований природных микробиомов в условиях антропогенных воздействий, глобальных изменений природной среды и климата. Универсальность разработок предполагает, с одной стороны, возможность расширения их применения в различных отраслях, тесно связанных с разнообразием микробиоты, — медицине, криминалистике, гидрометаллургии и добыче полезных ископаемых, а с другой — создаёт предпосылки для возможной организации Всероссийского центра метабеномных исследований природных сообществ.

Работы поддержаны грантами Российского научного фонда 14-24-00135, 14-26-00094.

ЛИТЕРАТУРА

1. Torsvik V., Goksoyr J., Daae F.L. High diversity in DNA of soil bacteria // *Appl. Environ. Microbiol.* 1990. V. 3. № 56. P. 782–787.
2. Rosenbaum M., Knight R., Leibel R.L. The gut microbiota in human energy homeostasis and obesity // *Trends Endocrinol. Metab.* 2015. V. 26. № 9. P. 493–501.
3. Yang L., Poles M.A., Fisch G.S. et al. HIV-induced immunosuppression is associated with colonization of the proximal gut by environmental bacteria // *AIDS.* 2016. V. 30. № 1. P. 19–29.
4. Gittel A., Bárta J., Kohoutová I. et al. Distinct microbial communities associated with buried soils in the Siberian tundra // *ISME J.* 2013. V. 8. № 4. P. 841–853.
5. Franzosa E.A., Morgan X.C., Segata N. Relating the metatranscriptome and metagenome of the human gut // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2014. V. 22. № 111. P. E2329–E2338.
6. Zaura E. Next-generation sequencing approaches to understanding the oral microbiome // *Adv. Dent. Res.* 2012. V. 2. № 24. P. 81–85.
7. Carabotti M., Scirocco A., Antonietti M. et al. The gut-brain axis: interactions between enteric microbiota, central and enteric nervous systems // *Annals of Gastroenterology.* 2015. V. 28. P. 203–209.
8. Rafti F. The Role of Colonic Bacteria in the Metabolism of the Natural Isoflavone Daidzin to Equol // *Metabolites.* 2015. V. 1. № 5. P. 56–73.
9. Tikhonovich I.A., Provorov N.A. From plant-microbe interactions to symbiogenetics: a universal paradigm for the interspecies genetic integration // *Ann. Appl. Biol.* 2009. V. 154. № 3. P. 341–350.
10. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агроэкологического будущего. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2009.
11. Kumar P., Dubey R.C., Maheshwari D.K. Bacillus strains isolated from rhizosphere showed plant growth promoting and antagonistic activity against phytopathogens // *Microbiol. Res.* 2012. V. 167. P. 493–499.
12. Kudoyarova G.R., Melentiev A.I., Martynenko E.V. et al. Cytokinin producing bacteria stimulate amino acid deposition by wheat roots // *Plant Physiol. Biochem.* 2014. V. 83. P. 285–291.
13. Belimov A.A., Davies W.J., Dodd I.C. et al. Rhizosphere bacteria containing 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase increase yield of plants grown in drying soil via both local and systemic hormone signaling // *New Phytol.* 2009. V. 181. P. 413–442.
14. Cohen A.C., Travaglia C.N., Bottini R. et al. Participation of abscisic acid and gibberellins produced by endophytic *Azospirillum* in the alleviation of drought effects in maize // *Botany.* 2009. V. 87. P. 455–462.
15. Jones N. Food fuelled with Fungi // *Nature.* 2013. V. 504. P. 199.
16. Safronova V.I., Piluzza G., Bullitta S., Belimov A.A. Use of legume-microbe symbioses for phytoremediation of heavy metal polluted soils: advantages and potential problems (Review) // *Handbook for Phytoremediation* / Ed. by I.A. Golubev NOVA Sci. Publ., USA, 2011. P. 443–469.
17. Belimov A.A., Dodd I.C., Safronova V.I. et al. The cadmium tolerant pea (*Pisum sativum* L.) mutant SGECDt is more sensitive to mercury: assessing plant-water relations // *Journal Exp. Bot.* 2015. V. 66. № 8. P. 2359–2369.
18. Lugtenberg B., Kamilova F. Plant-growth-promoting rhizobacteria // *Ann. Rev. Microbiol.* 2009. V. 63. P. 541–556.
19. Rinke C., Schwientek P., Sczyrba A. Insights into the phylogeny and coding potential of microbial dark matter // *Nature.* 2013. V. 7459. № 499. P. 431–437.
20. Bankevich A., Nurk S., Antipov D. et al. SPAdes: A new genome assembly algorithm and its applications to single-cell sequencing // *Journal Comput. Biol.* 2012. V. 5. № 19. P. 455–477.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ
ГЕННО-ИНЖЕНЕРНО-МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОРГАНИЗМОВ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

© 2017 г. ДОКЛАД АКАДЕМИКА РАН В.А. ТУТЕЛЬЯНА

Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи,
Москва, Россия
e-mail: tutelyan@ion.ru

Поступил в редакцию 5.12.2016 г.

Возможность пищевого использования ГМО предполагает оценку его безопасности, отсутствие негативного воздействия на здоровье людей. Принятая в настоящее время в России система оценки — одна из самых строгих в мире. Она представляет собой многоуровневую систему на основе комплексного подхода с использованием данных, полученных *in vivo* и *in vitro*. В докладе формулируются понятия геномной безопасности, *протеомной* безопасности и *метаболической* безопасности, раскрывается их специфика и познавательный потенциал.

Ключевые слова: генно-инженерно-модифицированные организмы, пищевые продукты, медико-биологическая оценка безопасности ГМО, контроль за оборотом ГМО.

DOI: 10.7868/S0869587317040090

Снабжение разрастающейся человеческой популяции пищевыми продуктами уже в настоящее время является проблемой мирового масштаба. Непрерывный рост объемов производства и расширение ассортимента сырья для пищевой промышленности могут быть обеспечены только посредством использования новейших технологий, в частности, биотехнологии.

Современная биотехнология, входящая в перечень критических технологий Российской Федерации (утвержден Указом Президента РФ от 07.07.2011 № 899), — одно из наиболее перспективных и бурно развивающихся направлений, основанных на фундаментальных исследованиях и имеющих большое практическое значение. Она базируется на генной инженерии, которая позволяет получать ценные биологически активные вещества (антибиотики, гормоны, ферменты, иммуномодуляторы, синтетические вакцины, аминокислоты и др.), создавать новые сорта растений и породы животных. Среди потенциальных возможностей, которые открывает генная инженерия, — новые способы изменения структуры ДНК и РНК, манипуляций с генами, изменения генотипов целых организмов — микроорганизмов, растений и животных. Если генно-инженерно-модифицированные (ГМ) микроорганизмы, широко применяемые в медицине, фармацевтике

и пищевой промышленности, в основном привлекают внимание специалистов, то проблема использования ГМ-растений вышла далеко за рамки академических интересов и активно обсуждается обществом на протяжении уже более чем 15 лет. В настоящем докладе основное внимание будет уделено проблеме ГМ-растений, нашедших самое широкое применение в сельском хозяйстве.

Мировое производство генно-инженерно-модифицированных культур. Сельскохозяйственное производство ГМ-культур было начато в 1996 г., за 20 лет (к 2016 г.) площади посевов ГМ-организмов растительного происхождения (ГМО) увеличились более чем в 100 раз и составили 179.7 млн га, что соответствует 12% площади всех возделываемых в мире земель [1]. Основной ГМ-культурой является соя, которая занимает около 50% площади возделывания ГМО, на втором месте кукуруза (30%), далее следуют хлопок (~15%) и рапс (~5%). Посевы ГМ-сое составляют более 85% всей площади возделывания этой культуры в мире, посевы ГМ-кукурузы, хлопка и рапса — около 30, 65 и 25% соответственно.

В 2015 г. ГМ-культуры выращивали 28 стран, в том числе пять стран Европейского союза (Испания, Португалия, Чехия, Словакия, Румыния). В России такие культуры никогда не выращивались.

Подходы к оценке безопасности ГМО. Центральным звеном, обеспечивающим возможность пищевого использования ГМО, является оценка безопасности, гарантирующая отсутствие негативного воздействия на здоровье как ныне живущих людей, так и последующих поколений.

Методы оценки риска, применяемые в разных странах относительно пищевых продуктов и кормов, полученных из ГМО растительного происхождения, основаны на общих принципах, сформированных в результате накопления опыта и научных знаний в течение последних десятилетий. Эти принципы, разработанные совместными усилиями Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), Комиссии Кодекс алиментариус (Пищевой кодекс), Продовольственной и сельскохозяйственной организации объединённых наций (ФАО) и Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), изложены в трёх документах, принятых Комиссией Кодекс алиментариус в 2003 г.: “Принципы оценки риска пищи, полученной с использованием современных биотехнологий” – рамочный документ, в котором обобщены основные принципы оценки риска использования ГМ-пищи (использование традиционного аналога в качестве эталонной модели, использование интегрированного подхода, позволяющего дифференцировать заданные и незадаанные эффекты модификации генома растения, выявить возможные риски для здоровья человека); “Руководство по оценке безопасности пищи, полученной из растений, содержащих рекомбинантную ДНК” и “Руководство по оценке безопасности пищи, полученной из микроорганизмов, содержащих рекомбинантную ДНК”, в которых детализируются основные подходы к оценке риска, изложенные в предыдущем документе [2].

Предложенный в этих документах подход к оценке безопасности ГМО лёг в основу национальных систем, действующих в разных странах в настоящее время. На национальном уровне системы оценки качества и безопасности ГМО созданы в 67 странах, с 1994 по 2015 г. было выдано 3418 разрешений на 363 линии ГМО (в том числе более 1450 разрешений на пищевое использование). Таким образом, доказательная база безопасности ГМО, представленных сейчас на мировом рынке, содержит исчерпывающие сведения [1].

Государственное регулирование использования ГМО в России. В Российской Федерации безопасность использования ГМО для пищевых целей обеспечивают четыре взаимодополняющих компонента системы государственного регулирования, закреплённые в законодательстве:

- наличие надёжной системы оценки безопасности ГМО;

- эффективная система контроля за оборотом ГМО в стране;

- мониторинг воздействия ГМО на человека и окружающую среду;

- доступность для потребителей информации об использовании ГМО при производстве пищевых продуктов.

Разработка соответствующей законодательной, нормативной и методической базы была начата в конце 1990-х годов, в её создании принимали участие учреждения Российской академии наук, Российской академии медицинских наук, Российской академии сельскохозяйственных наук, Роспотребнадзор, Минздравсоцразвития России, Минобрнауки России. Опыт межведомственного комплексирования с целью формирования оптимальной практики использования ГМО в пищевой промышленности сохранён по сей день. Следует учитывать, что развитие генной инженерии требует не только непрерывного совершенствования инструментов регулирования, но и фундаментальных и прикладных научных исследований в области обеспечения безопасности и контроля за ГМО, поэтому в соответствующей работе участвуют Российская академия наук и учреждения ФАНО России, а также федеральные органы исполнительной власти – Роспотребнадзор, Росстандарт, Минздрав России, Минобрнауки России.

Медико-биологическая оценка безопасности ГМО. В настоящее время российская система оценки безопасности ГМО – одна из самых строгих в мире. Она воплотила в себе все достижения мировой науки и практики в этой области и весомый отечественный опыт, в частности опыт СССР 1960–1970-х годов, когда наша страна занимала лидирующие позиции в мире в области промышленной биотехнологии. Оценка безопасности ГМО проводится на этапе государственной регистрации, которой подлежат новые пищевые продукты, полученные из ГМО. Соответствующие требования изложены в Методических указаниях 2.3.2.2306-07 “Медико-биологическая оценка безопасности генно-инженерно-модифицированных организмов растительного происхождения”, введённых взамен Методических указаний 2.3.2.970-00 “Медико-биологическая оценка пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников”.

В разработанной нами многоуровневой системе оценки безопасности ГМО комплексный подход является одним из основополагающих требований, и решение о безопасности должно основываться на целом ряде данных, полученных в экспериментах *in vitro* и *in vivo*. С определённой степенью условности мы ввели понятие “геномная безопасность”, которая подтверждается характеристиками организма-донора переносимых генов и характеристиками организма-реципиента,

структурой и стабильностью вставки, местом встраивания, наличием в области встраивания открытых рамок считывания (последовательно-стей, потенциально способных кодировать белок) и др. Определение геномной безопасности — как правило, первичный этап исследований, проводимый ещё на стадии разработки нового ГМО. На этой стадии из нескольких тысяч первоначальных объектов отбирается оптимальный, стабильный, подходящий для дальнейшей разработки образец.

Для второго этапа оценки ГМО мы ввели понятие “протеомная безопасность”; она подтверждается результатами протеомного анализа ГМО и его традиционного аналога, а также в ходе оценки токсичных и аллергенных свойств одного или нескольких белков, определяющих проявление заданных признаков ГМО (исследования включают: молекулярную и биохимическую характеристику белков; определение наличия или отсутствия гомологии с токсинами и аллергенами белковой природы; изучение стабильности белков при обработке, хранении, технологической переработке; анализ влияния температуры и pH, устойчивости белка к обработке протеолитическими ферментами в экспериментах *in vitro*; исследования острой пероральной токсичности белка в эксперименте на грызунах; скрининговые исследования с использованием сывороток крови пациентов, страдающих аллергией и др.). Получаемая на этом этапе информация позволяет выявить эффекты генетической модификации, которые связаны с присутствием нового белка (белков), и в случае обнаружения негативных свойств исключить изучаемый ГМО из последующей работы.

На третьем этапе оценки ГМО мы предлагаем проводить изучение “метаболической безопасности”, цель которого — выявление незадаанных эффектов генетической модификации, связанных с синтезом на основе рекомбинантной ДНК неизвестных метаболитов. На этом этапе выполняются комплексные токсикологические исследования *in vivo*, включающие анализ большого числа параметров (общее состояние животных, поедаемость корма, динамика массы тела, массы внутренних органов, гематологические, биохимические и морфологические показатели). Отличительной чертой разработанной нами системы оценки безопасности ГМО является использование показателей (системных биомаркеров), которые отражают уровень адаптации организма к окружающей среде и обладают высокой чувствительностью к неблагоприятному воздействию. С учётом накопленного опыта, свидетельствующего об эффективности этих показателей, мы уделяем особое внимание системам, благодаря которым осуществляется защита организма от воздействия токсичных соединений экзогенного и эндогенного происхождения,

включая активность ферментов метаболизма ксенобиотиков, активность процессов апоптоза, активность ферментов антиоксидантной защиты и процессов перекисного окисления липидов [3].

В качестве важного звена оценки метаболической безопасности ГМО мы рассматриваем расширенные исследования репродуктивной токсичности в экспериментах на поколениях животных, в которых изучаются генеративная функция животных (по эффективности спаривания и эндокринной функции яичников), пренатальное развитие потомства (определяется количество жёлтых тел, количество мест резорбции и мест имплантации, число живых и мёртвых плодов, вычисляется предимплантационная и постимплантационная гибель, оценивается масса тела и рост плодов, масса внутренних органов, состояние скелета по методу А.Б. Даусона и внутренних органов по методу Дж. Дж. Уилсона), постнатальное развитие потомства (определяется число живых и мёртвых новорождённых, средняя величина помёта, соотношение в помёте самцов и самок, динамика зоометрических показателей, общее физическое развитие, выживаемость потомства в течение первого месяца жизни). Мы считаем необходимым изучать влияние ГМО на репродуктивную функцию и развитие потомства в рамках обязательных исследований, поскольку беспокойство общества безопасностью ГМО очень высока и гарантии безопасности должны включать определённый запас прочности. В настоящее время Россия — единственная страна, в которой проводятся исследования ГМО на поколениях животных [4, 5].

Не менее важной частью оценки метаболической безопасности ГМО является проведение отдельных экспериментов *in vivo* для изучения специфических видов токсичности — генотоксического, иммунотоксического и аллергенного действия ГМО, также направленных на обнаружение незадаанных эффектов генетической модификации. Изучение генотоксического действия ГМО включает оценку состояния генетического материала на разных уровнях организации (молекулы ДНК — хромосомы); изучение иммунотоксического действия — оценку иммуномодулирующих и сенсибилизирующих свойств ГМО в эксперименте на мышах оппозитно реагирующих линий; изучение аллергенного действия — оценку тяжести активного анафилактического шока и интенсивности гуморального иммунного ответа на модели системной анафилаксии у крыс. Информативность выбранных моделей подтверждена в предварительных исследованиях, поэтому их использование обязательно и в высшей степени целесообразно. Завершение третьего этапа исследований позволяет с высокой степенью уверенности оценить степень безопасности данного ГМО

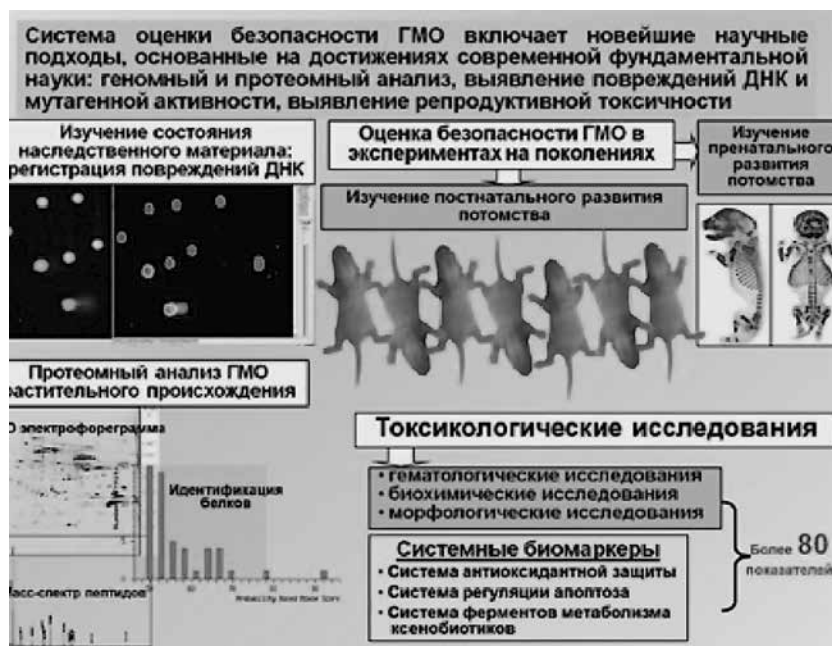
и рекомендовать (или не рекомендовать) его для государственной регистрации в Российской Федерации (см. рис.).

Сформированная система оценки безопасности ГМО доказала свою эффективность и нашла практическое применение при изучении 22 линий ГМО, прошедших государственную регистрацию в России за период с 1999 по 2016 г.

Дальнейшее развитие исследований в данной области направлено на формирование четвёртого этапа оценки, в рамках которого в настоящее время проводится поиск новых моделей, позволяющих повысить информативность экспериментов. В качестве вероятных путей мы видим, во-первых, разработку моделей для традиционно используемых в токсикологии лабораторных животных (например, моделей снижения адаптационного потенциала, благодаря которым удаётся декомпенсировать адаптационные процессы здорового организма и выявить эффекты негативного воздействия); во-вторых, использование новых биологических объектов, облегчающих экстраполяцию результатов на человека (возможен диапазон от культур клеток и отдельных органов до генно-инженерно-модифицированных организмов и организмов, полученных с помощью синтетической биологии, максимально сходных по своим биохимическим, физиологическим, патологическим реакциям с организмом человека); в-третьих, использование компьютерного моделирования при проведении токсикологических исследований.

Таким образом, к настоящему времени нами создана многоуровневая система оценки безопасности ГМО, функционирующая в полном объёме и нашедшая международное признание (основные результаты проделанной работы изложены в двух монографиях [6, 7]). Также определены направления развития системы оценки безопасности ГМО, которые потребуют масштабной интеграции усилий специалистов различных отделений РАН.

Контроль за оборотом ГМО. По мере разработки методов обнаружения и идентификации ГМО в образцах пищевой продукции совершенствовалась и система контроля. Начиная с 2000 г. нами были разработаны пять методических документов, регламентирующих порядок и организацию контроля за пищевой продукцией, содержащей ГМО, способы пробоподготовки, протоколы проведения



Система оценки безопасности ГМО, действующая в Российской Федерации

полимеразной цепной реакции (ПЦР), методы визуализации результатов исследований, алгоритмы интерпретации полученных данных.

В целом система контроля за ГМО основана на использовании метода ПЦР и включает два последовательных этапа, первый из которых направлен на выявление рекомбинантных регуляторных последовательностей (промотора 35S и терминатора NOS), второй – на идентификацию конкретной ГМ-линии и количественное определение ГМО в образце. Только в 2003–2014 гг. учреждениями системы Роспотребнадзора было проведено более 300000 исследований пищевых продуктов в рамках контроля за оборотом ГМО. На протяжении этого времени действующая система позволяла полностью контролировать оборот ГМО на продовольственном рынке Российской Федерации. Однако интенсивное развитие генной инженерии привело к появлению биотехнологических культур второго поколения, в том числе культур с комбинированными признаками (GM stacks), ДНК которых или не содержит регуляторных последовательностей, или это принципиально новые последовательности, определение которых требует длительных исследований. Такие ГМ-культуры потенциально могут присутствовать на рынке и оставаться неидентифицированными в рамках рутинного контроля за оборотом ГМО.

С целью предотвращения риска снижения эффективности контроля за ГМО потребовалась интеграция усилий различных отделений РАН, были

проведены интенсивные исследования в области создания методической и приборной базы, которая позволила бы обеспечить надлежащий уровень контроля за оборотом новых поколений ГМО. Благодаря этому был создан новый формат ПЦР — предподготовленные, свободно конфигурируемые ПЦР-матрицы и оптимизированные тест-системы, позволяющие выявлять и идентифицировать большинство известных линий ГМО в рамках одного анализа. Значительная часть используемых в этих тест-системах специфических реактивов (праймеры, ДНК-зонды) широко апробированы и применяются для обнаружения и идентификации ГМО. Технические особенности проведения ПЦР с использованием ПЦР-матриц позволяют значительно (в 2–3 раза) сократить время проведения реакции за счёт существенного увеличения скорости термоциклирования, а также снизить расход реактивов за счёт уменьшения реакционного объёма (со стандартных 20–30 мкл до 1.2 мкл). Чтобы упростить интерпретацию и систематизацию полученных результатов, была сформирована база данных трансформационных событий и генетических элементов. На её основе можно определять линии ГМО, присутствие которых в исследуемом образце наиболее вероятно.

Применение предложенной модификации ПЦР с использованием ПЦР-матриц обеспечивает возможность существенного расширения спектра одномоментно детектируемых объектов, повышает удобство и скорость работы и увеличивает производительность ПЦР-лабораторий, осуществляющих исследования в области контроля за оборотом ГМО.

Алгоритм проведения исследований в новом формате и требования к реактивам и оборудованию были обобщены в новых методических указаниях, утверждённых Главным государственным санитарным врачом РФ, и находятся в стадии внедрения в практику Роспотребнадзора.

Мониторинг воздействия ГМО на человека. Важной самостоятельной проблемой является мониторинг воздействия ГМО на человека и окружающую среду. В рамках реализации Федерального закона от 03.07.2016 № 358-ФЗ и выполнения поручения Президента РФ от 22.06.2016 № Пр-1178 нами разработан проект порядка проведения мониторинга воздействия ГМО на человека и окружающую среду, включающего:

- сбор и анализ информации о структуре и объёмах импорта ГМО и продукции, полученной с применением ГМО или содержащей такие организмы, для целей пищевого и кормового использования (исполнитель — Федеральная таможенная служба);
- сбор и анализ информации о структуре и объёмах производства продовольственного сырья и кормов, полученных с применением ГМО

(исполнители — Минсельхоз России, Минпромторг России);

- сбор и анализ информации о видах пищевой продукции и уровнях содержания в ней ГМО (исполнитель — Минпромторг России);

- инструментальный анализ и подтверждение уровней содержания и видов ГМО, присутствующих в пищевой продукции (исполнители — Роспотребнадзор, ФАНО, РАН, ФГБУН “ФИЦ питания и биотехнологии”);

- оценку структуры питания различных групп населения и анализ фактического потребления продукции, содержащей ГМО (исполнители — Роспотребнадзор, ФАНО, РАН);

- оценку уровня нагрузки ГМО на душу населения в различных регионах России (исполнитель — Роспотребнадзор, ФАНО, РАН);

- оценку состояния здоровья групп риска с возможным высоким уровнем потребления ГМО (исполнитель — Минздрав России).

Таким образом, можно сделать вывод, что осуществление мониторинга требует, во-первых, междисциплинарного и интегрированного подхода, во-вторых, проведения фундаментальных исследований и масштабного научного обеспечения в области создания алгоритмов обработки данных, математического, статистического и эпидемиологического анализа.

Информирование об использовании ГМО в пищевых продуктах. Как свидетельствует мировой и отечественный опыт, параллельно с развитием и внедрением новых технологий, особенно если это имеет непосредственное отношение к производству пищевой продукции, должна вестись подготовка общества к восприятию этих технологий. Недостаточный уровень информированности общества порождает неприятие инновационных технологий, влияет на решения и искусственно тормозит прогресс. В сложившейся ситуации основной своей задачей мы считаем работу со средствами массовой информации, подготовку публикаций в научно-популярной литературе, чтение лекций и проведение семинаров, то есть формирование максимально доступного информационного пространства по данному вопросу.

Одним из элементов информирования потребителей является специальная маркировка пищевой продукции, содержащей ГМО. В России порог такой маркировки гармонизирован с европейским и составляет 0.9% согласно Техническому регламенту ТС022/2011, а также Федеральному закону от 25.10.2007 № 234-ФЗ «О внесении изменений в Закон Российской Федерации “О защите прав потребителей”».

Можно заключить, что к настоящему времени в России проделана большая научная работа по обеспечению безопасности ГМО, накоплен значительный фактический материал, создана нормативно-методическая база и существенный задел для дальнейших фундаментальных и прикладных научных исследований в области создания, оценки безопасности и методов выявления ГМО в пищевой продукции, реализована возможность использования ГМО в производстве пищевых продуктов в рамках действующего законодательства. Вместе с тем тенденции развития биотехнологий обуславливают необходимость в дальнейших исследованиях, новых методических подходах на основе интеграции усилий учёных не только медицинского и биологического профиля, но и специалистов в области математического анализа, информатики, аналитической химии и других направлений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *James C.* Global Status of Commercialized Biotech /GM Crops: 2015 // ISAAA Brief No. 51. ISAAA: Ithaca, N.Y.
2. *Paoletti C. et al.* GMO risk assessment around the world: some examples // Trends Food Sci. Technol. 2008. № 19. P. 70–78.
3. *Tyshko N.V. and Sadykova E.O.* Regulation of Genetically Modified Food Use in the Russian Federation // Food and Nutrition Sciences. 2016. V. 7. P. 743–751.
4. *Тышко Н.В., Жминченко В.М., Пашорина В.А. и др.* Оценка влияния ГМО растительного происхождения на развитие потомства крыс в трёх поколениях // Вопросы питания. 2011. Т. 80. № 1. С. 14–28.
5. *Tyshko N.V., Zhminchenko V.M., Selyaskin K.E. et al.* Assessment of the impact of genetically modified LibertyLink® maize on reproductive function and progeny development of Wistar rats in three generations // Toxicology Reports. 2014. V. 1. P. 330–340.
6. *Тутельян В.А.* Генетически модифицированные источники пищи: оценка безопасности и контроль. М.: Изд-во РАМН, 2007.
7. *Tutelyan V.A.* Genetically Modified Food Sources. Safety Assessment and Control. Elsevier Inc. Academic Press, 2013.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МАРКЕР-ОРИЕНТИРОВАННОЙ И ГЕНОМНОЙ СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ**

© 2017 г. ДОКЛАД АКАДЕМИКА РАН Н.А. КОЛЧАНОВА^{a, b},
ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА РАН А.В. КОЧЕТОВА^{a, b},
ДОКТОРА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК Е.А. САЛИНОЙ^a,
ДОКТОРА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК Л.А. ПЕРШИНОЙ^{a, b},
ДОКТОРА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК Е.К. ХЛЕСТКИНОЙ^{a, b},
АКАДЕМИКА РАН В.К. ШУМНОГО^{a, b}

^aФедеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

^bНовосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск, Россия

e-mail: kol@bionet.nsc.ru; ak@bionet.nsc.ru; salina@bionet.nsc.ru; pershina@bionet.nsc.ru;
khlest@bionet.nsc.ru; shumny@bionet.nsc.ru

Поступил в редакцию 28.11.2016 г.

В докладе рассмотрены современные подходы к получению новых сортов растений, основанные на потенциале классической селекции и использовании современных методов и достижений генетики и геномики. Обсуждены возможности и преимущества маркер-ориентированной и геномной селекции, важность развития новейших методов феномики и геномного редактирования.

Ключевые слова: геномная селекция, гибридная селекция, маркер-ориентированная селекция, молекулярные маркеры, направленный мутагенез, расширение генетического разнообразия, селекция растений.

DOI: 10.7868/S0869587317040107

Доместикация растений. Переход человека к оседлому образу жизни, произошедший около 10 тыс. лет тому назад, был связан с доместикацией (одомашниванием), то есть введением в культуру растений и животных. Из сотен тысяч диких видов растений человек ввёл в культуру около 150, из них основных продовольственных — около 50.

Доместикация осуществлялась эмпирически: из естественного природного разнообразия отбирались семена наиболее продуктивных форм растений по их внешним особенностям, называемым фенотипическими признаками. Сегодня можно понять, какие генетические механизмы лежали в основе доместикации. Так, у диких форм томата ген *Fruitweight 2.2* тормозит рост плода и это является важным адаптивным признаком. Древние земледельцы, отбирая растения с крупными плодами, фактически вели отбор мутантных вариантов этого гена, которые активировались на более поздней стадии развития плода, что позволяет ему достичь большего размера (рис. 1, *вверху*). Или, например, кукуруза была создана более 7 тыс. лет до н.э.

на основе вида-предшественника — теосинте. В ходе отбора на повышение продуктивности были получены формы с аллельными вариантами генов, обеспечивших увеличение числа зёрен в початке и многократное увеличение его размеров (рис. 1, *внизу*). Морфологические изменения, важные для доместикации других растений, также возникали вследствие мутаций в единичных генах [5]. Введя в культуру такие мутантные, приспособленные для возделывания формы растений, человек впервые использовал искусственный отбор.

Отбор и комбинационная селекция. На протяжении столетий возделывания растений человек продолжал вести отбор, оставляя в качестве семенного материала для будущих посевов лучшие, в первую очередь по продуктивности, экземпляры. Однако такой тип отбора (массовый отбор) рано или поздно перестаёт быть эффективным. Важнейшим этапом совершенствования селекции стало введение предложенного в XIX в. метода индивидуального отбора, основанного на получении семян от отдельных лучших растений

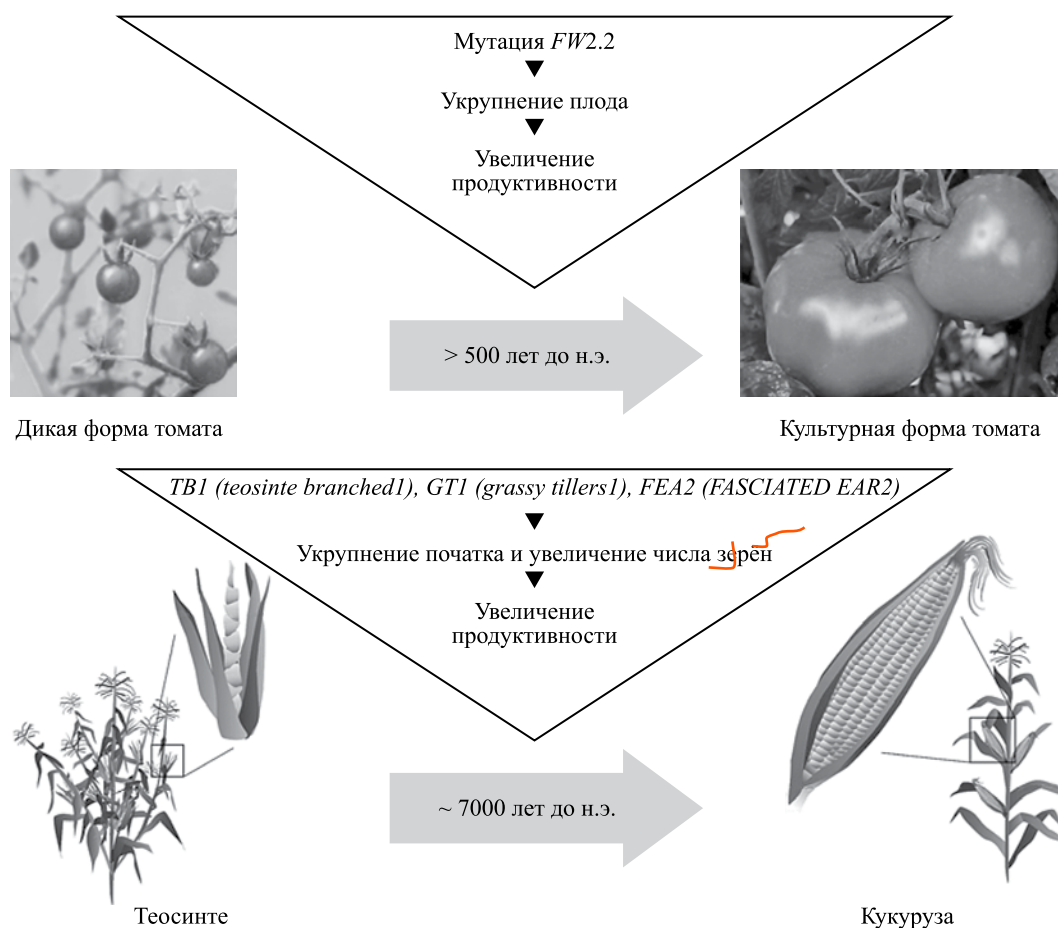


Рис. 1. “Гены доместикиции” томата и кукурузы

Вверху – у диких форм томата ген *FW2.2 (Fruitweight 2.2)* останавливает деление клеток плода (негативный регулятор роста); мутантные варианты этого гена, отобранные в ходе доместикиции, активируются на более поздних стадиях развития, благодаря чему плод успевает достичь более крупных размеров [1]; *внизу* – мутации в генах *TBI (teosinte branched1)* и *GT1 (grassy tillers1)* вызвали изменение архитектуры растения (исчезновение боковых побегов, уменьшение числа початков), а мутация *FEA2 (fasciated ear2)* привела к многорядности початка; эти мутации в итоге способствовали увеличению продуктивности кукурузы [2–4]

и дальнейшей работе с ними. Это резко повысило результативность селекции и позволило выявлять лучшие генетические варианты в пределах одного вида. Позже широкое применение получил метод комбинационной селекции, основу которого составляет скрещивание форм, различающихся по отдельным важным признакам или их сочетаниям. Селекционеры получили возможность не только находить лучшие генотипы, но и создавать их в процессе гибридизации и дальнейшего отбора требуемых комбинаций родительских генов.

В рамках этого подхода академик П.П. Лукьяненко широко привлекал к скрещиванию сорта отдалённого эколого-географического происхождения, в результате чего в 1959 г. в Краснодарском НИИ сельского хозяйства была создана знаменитая среднерослая озимая пшеница Безостая-1, обладающая устойчивостью к полеганию. Позднее методами молекулярной генетики удалось показать, что за устойчивость к полеганию отвечают

гены короткостебельности, *Rht (reduced height)*. Это свойство открыло путь к увеличению массы зерна и числа зёрен в колосе и, следовательно, к достижению выдающейся продуктивности. Сорт Безостая-1 характеризовался и другими ценными качествами, что в результате обеспечило его успех. Феномен Безостой-1 активно изучали генетики всего мира, и сегодня большинство генов, контролирующих хозяйственно ценные признаки этого сорта, известны и описаны в мировом каталоге генных символов пшеницы [6].

Параллельно в этом же направлении работал мексиканский генетик и селекционер Н. Борлуго, создавший высокоурожайные сорта пшеницы с коротким стеблем, то есть устойчивые к полеганию. Короткостебельность была привнесена в мексиканские сорта за счёт скрещивания с низкорослым японским сортом Норин-10. Сегодня большинство озимых пшениц в мире имеет сочетание генов короткостебельности, высокой

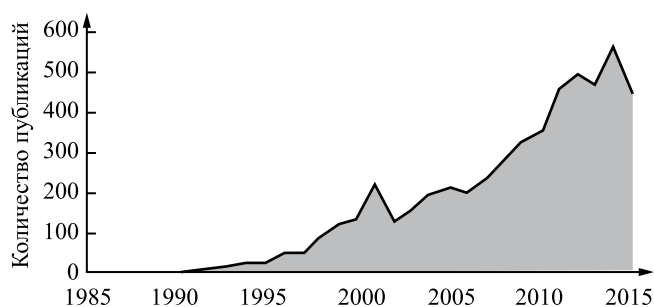


Рис. 2. Динамика публикационной активности по использованию ДНК-маркеров в растениеводстве (www.scopus.com, данные на 01.11.2016 г.)

урожайности, а также устойчивости к изменению фотопериода, что позволяет возделывать их в разных широтах. На основе этих сортов производство пшеницы в ряде стран мира выросло в 3–5 раз, в связи с чем Н. Борлоуга называют отцом “зелёной революции”.

В настоящее время методы комбинирования генов и отбора составляют основу для выведения новых высокопродуктивных сортов ряда видов культурных растений. Например, под руководством академика Л.А. Беспаловой в Краснодарском НИИ сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко и под руководством академика Б.И. Сандухадзе в Московском НИИ сельского хозяйства “Немчиновка” создаются выдающиеся по продуктивности и другим хозяйственно-ценным признакам сорта озимой пшеницы [7, 8].

Гибридная селекция. Важным достижением, имеющим прорывное значение для селекции растений, стало открытие в первой половине XX в. явления гетерозиса — более высокой жизнеспособности и продуктивности гибридов первого поколения по сравнению со скрещиваемыми формами. Это открытие способствовало появлению нового научного направления — гибридной селекции [9] (рис. 2). Метод был успешно внедрён у одних видов (кукуруза, сорго, сахарная свёкла, томат и др.), но затруднён у других (например, пшеница, ячмень). Накопив новые знания в области генетики этих культур и разработав новые технологические решения, генетики и селекционеры вновь вернулись к идее внедрения метода гетерозиса в селекционный процесс для повышения их продуктивности. Например, уже к 2012 г. посевы гибридной пшеницы в Европе достигли 250 тыс. га [9]. Доля посевов гибридных форм “классических” объектов гибридной селекции — кукурузы, подсолнечника и сорго — составляет 65, 60 и 48% соответственно, а некоторые овощные культуры сейчас практически на 100% представлены гибридными формами [10].

Хромосомные и клеточные технологии в селекции. Мутагенез. Комбинационная и гибридная селекция основаны на имеющемся природном разнообразии того или иного вида культурных растений, которое имеет свои пределы. Доместикация растений приводила к избирательному культивированию пригодных для возделывания форм и, как следствие, сохранению лишь узкой части природного генетического разнообразия (эффект “бутылочного горлышка”). Дальнейший многовековой отбор сельскохозяйственных растений также способствовал сужению генетического разнообразия и утрате некоторых адаптивных свойств. Однако климатические условия со временем изменялись и появлялись новые агрессивные формы фитопатогенов и фитофагов. Для повышения устойчивости культурных растений к фитопатогенам ещё в 30–40-е годы XX в. исследователи стали прибегать к различным способам расширения генетического разнообразия культурных видов за счёт использования потенциала их дикорастущих сородичей.

Отдалённая гибридизация с родственными видами из генетических коллекций существенно расширяет потенциал генетической изменчивости, позволяя включать в селекцию новые гены устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды и фитопатогенам, а также морозостойкости. Наш соотечественник академик Н.В. Цицин впервые получил пшенично-пырейный гибрид, скрестив пшеницу с пыреем, и заложил в СССР основы технологии отдалённой гибридизации. Озимая пшеница на основе пшенично-пырейных гибридов обладает морозостойкостью, что позволяет возделывать её не только на юге России, но и, например, в Московской области и даже Красноярском крае, для которого характерен резко континентальный климат и суровые зимы. Обширные площади там занимает современный сорт озимой пшеницы Новосибирская-51. Как и другие сибирские озимые сорта, он ведёт своё начало от пшенично-пырейных гибридов, созданных в 1970-е годы последователем Н.В. Цицина — сотрудником Института цитологии и генетики (ИЦиГ) СО АН СССР В.М. Чекуровым [11].

Для повышения изменчивости и получения новых полезных вариантов генов также использовались методы радиационного и химического мутагенеза. Яркий пример успешного перевода исследований по мутагенезу в практическую плоскость — создание высокоурожайного с отличными хлебопекарными качествами сорта яровой мягкой пшеницы Новосибирская-67 [12], экономический эффект от внедрения которого, кстати сказать, многократно превысил затраты на строительство ИЦиГ СО АН СССР, в котором он был выведен.

Для улучшения сортов культурных растений может использоваться не только потенциал ядерных генов других видов, но и изменчивость ядерно-цитоплазматических взаимодействий. Это можно осуществить через создание так называемых аллоплазматических интрогрессивных генотипов. Создание таких генотипов, несущих чужеродную цитоплазму и участки чужеродных хромосом, – область хромосомной инженерии, основной метод которой – скрещивание (гибридизация) представителей разных видов (родов) растений. В качестве недавнего примера успешного использования методов хромосомной инженерии для решения практических задач приведём полученный на основе ячменно-пшеничной аллоплазматической интрогрессивной линии сорт яровой мягкой пшеницы Сигма (зарегистрирован в 2016 г., патентообладатели – Сибирский НИИ сельского хозяйства Омск, и ИЦиГ СО РАН, Новосибирск), высокоурожайный, с хорошими хлебопекарными качествами и устойчивостью к бурой ржавчине [13].

Маркер-ориентированная и геномная селекция. Несмотря на огромные успехи классической селекции, следует подчеркнуть, что создание новых сортов на основе этого подхода занимает в среднем 12–15 лет. Процесс трудозатратен, так как ведётся эмпирически за счёт огромного числа скрещиваний и многолетних полевых испытаний. При этом требуется постоянная смена сортов, потому что существующие могут терять устойчивость к заболеваниям как из-за эволюционного возникновения новых рас фитопатогенов, так и из-за распространения фитопатогенов на новые территории [14]. Потребность в новых сортах вызвана также меняющимися климатическими условиями и запросами рынка, которые определяются, например, распространением функционального и диетического питания. В связи с этим необходима разработка отечественных селекционно-генетических технологий, существенно повышающих скорость выведения новых высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур.

Одним из эффективных подходов к решению этой задачи является маркер-ориентированная селекция. Суть её состоит в использовании диагностических ДНК-маркеров – участков геномной ДНК, расположенных внутри нужного варианта гена или в непосредственной близости от него. Если селекционер определил наличие такого маркера в геноме растения, он может использовать это растение для своей работы. Каковы же преимущества маркер-ориентированной селекции? Во-первых, она существенно ускоряет процесс выведения нового сорта, так как нет необходимости тратить время на выращивание большого количества растений и анализ их фенотипов по целевым признакам. Во-вторых, экономятся ресурсы за счёт включения в селекционный процесс минимального количества растений, поскольку

происходит выбраковка тех, у которых отсутствуют нужные комбинации маркеров [15]. Наконец, повышается направленность и точность селекционного процесса, потому что идентификация генов не осложняется влиянием окружающей среды, неизбежным при полевых оценках. Не менее важна возможность получения форм с заданными комбинациями генов, например, комбинациями генов устойчивости. Оценка растений на устойчивость к заболеваниям в полевых условиях не всегда возможна, так как инфекционные заболевания проявляются не каждый год (а лабораторная оценка с искусственным заражением – дорогостоящая и трудоёмкая процедура), поэтому использование для отбора растений молекулярных маркеров существенно сокращает время создания сортов с мультипатогенной устойчивостью [16].

На рисунке 2 приведены данные по количеству публикаций по ДНК-маркерам в растениеводстве. Как видим, с 1990-х годов интерес исследователей к этой теме резко возрос. Маркер-ориентированная селекция показала себя не только как современная высокоэффективная модификация селекции комбинационной, использующей внутривидовую изменчивость, но и как полезный инструмент, с помощью которого в процесс создания нового сорта вовлекается генетический потенциал дикорастущих сороричей. Фрагменты их геномов, введённые за счёт отдалённой гибридной селекции культурных видов, легко идентифицировать с помощью ДНК-маркеров, расположенных в этих участках хромосом [17–19]. В России первые исследования по использованию методов маркер-ориентированной селекции были выполнены на пшенице в 2009 г. [20] и позднее легли в основу успешного внедрения этого подхода в отечественном растениеводстве. Пример – совместная работа ИЦиГ СО РАН и Челябинского НИИ сельского хозяйства по созданию мягкой пшеницы, обладающей стабильной устойчивостью к бурой и стеблевой ржавчине, а также к мучнистой росе [21]. Диагностические ДНК-маркеры полезны и при оценке потенциальных родительских форм для гибридной селекции [22]. Таким образом, потенциал классических подходов – комбинационной и гибридной селекции – усиливается, благодаря использованию методов ДНК-диагностики.

Среди технологий, играющих в настоящее время решающую роль в ускорении селекционного процесса, назовём и метод удвоенных гаплоидов [23]. С помощью этой технологии можно в кратчайшие сроки получать диплоидные (дигаплоидные) растения, характеризующиеся полной гомозиготностью, то есть идентичностью генов в гомологичных хромосомах. Ценность таких растений заключается в однородности их потомства. Традиционным способом – с помощью

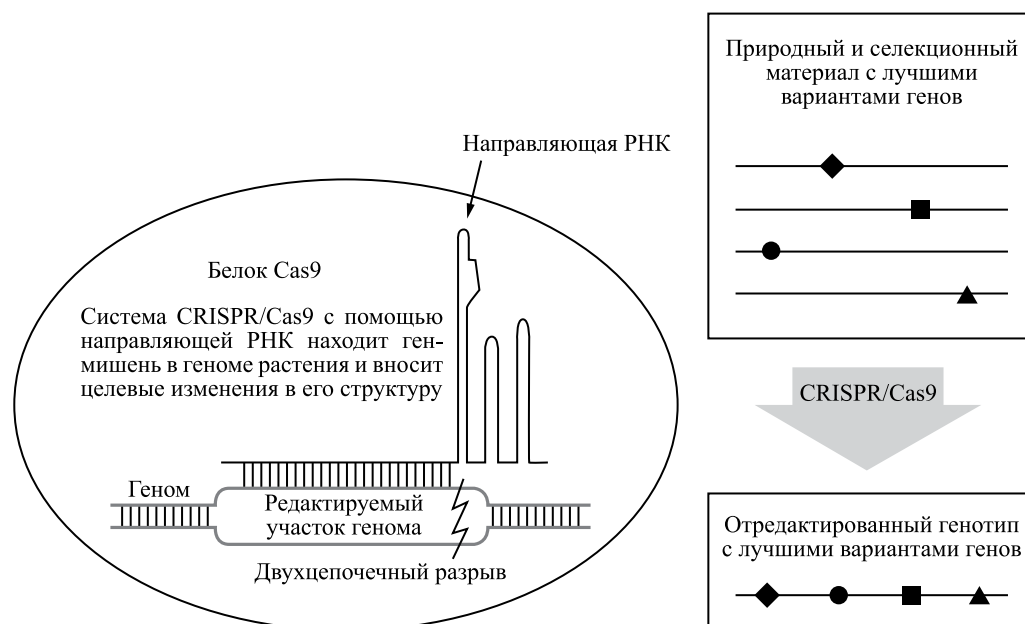


Рис. 3. Геномное редактирование (система CRISPR/Cas9): имитация природных мутаций

Система позволяет одновременно вносить несколько мутаций в выбранный участок генома и получать нетрансгенные растения с заданными свойствами. Типы вносимых изменений: нокаут гена, замена одного нуклеотида, встройка гена, делеция участка хромосомы. Первые работы на растениях с использованием CRISPR/Cas9 были опубликованы в 2013 г. [26–30]

самоопыления — однородности (не совсем полной) можно достичь лишь через 8 — 9 поколений.

Следует подчеркнуть, что многие практически значимые признаки растений (урожайность, число зёрен в колосе, масса зерна и др.) входят в ряд количественных, и их выраженность контролируется очень большим числом генетических локусов. Для отбора по таким локусам в последние годы начал применяться метод геномной селекции. В этом случае у растений, находящихся в селекционном эксперименте, выявляют распределённые по геному варианты генов, вносящие наибольший вклад в проявление количественного признака, и отбирают те растения, которые содержат максимальное число таких генов. Экспериментальная часть работы осуществляется путём прямого секвенирования выборочных фракций генома либо с помощью ДНК-микрочипов. Полученная информация (относящаяся к классу big data и предполагающая очень большие её объёмы) анализируется с помощью методов биоинформатики, требующих высокопроизводительных вычислений [24]. Высокая эффективность геномной селекции привела к тому, что появилась необходимость массовой расшифровки геномов сельскохозяйственных растений, для чего используются методы высокопроизводительного секвенирования. Уже отсеквенированы геномы более 20 культивируемых видов, заканчивается расшифровка большого и сложного генома самого практически значимого вида — мягкой пшеницы. В этой работе

в составе международного коллектива принимают участие представители ИЦиГ СО РАН и ФИЦ Биотехнологии РАН (<http://www.wheatgenome.org/About/Members>).

Феномика. Ещё один важнейший инструмент технологического оснащения процесса селекции — автоматическое фенотипирование растений. Между производительностью геномного анализа и описанием свойств растений в процессе селекции существует большой технологический разрыв. В то время как легко поддающиеся автоматизации методы геномного анализа обеспечивают быструю идентификацию генотипа растений, эффективность селекции лимитируется трудоёмким ручным анализом фенотипа. В связи с этим разрабатывается целый спектр методов быстрого, точного и массового описания фенотипов растений как в полевых, так и лабораторных условиях, которые базируются на информационных технологиях и оригинальных инженерных решениях. К ним относятся мобильные средства для полевого анализа растений с автоматическим вводом информации в базы селекционных данных, автоматизированный анализ фенотипа растений в теплицах, крупномасштабное фенотипирование посевов с помощью беспилотных летательных аппаратов, оборудованных мультиспектральными камерами, и многие другие. Некоторые из этих методов разрабатываются российскими институтами [25].

Прорывные технологии геномного редактирования. Буквально в последние несколько лет

появились новые революционные технологии геномного редактирования, которые позволяют вносить в выбранные участки геномов целевые мутации. На рисунке 3 приведена самая современная из систем редактирования – CRISPR/Cas9. С помощью специальной “направляющей” РНК эта система находит ген-мишень в геноме растения и вносит целевые изменения в его структуру (такие как нокаут гена, замена одного или нескольких нуклеотидов, встройка или делеция участка хромосомы). CRISPR/Cas9 способна одновременно вносить несколько мутаций в выбранный участок генома, поэтому в одном генотипе можно скомбинировать лучшие варианты генов, которые в природном и селекционном материале “разбросаны” по разным генотипам. Причём комбинировать полезные гены в одном растении можно не путём долгих скрещиваний, а с помощью быстрого редактирования генома. Это своего рода имитация природных мутаций, фиксирующихся в геномах растений в ходе их эволюции или селекции, что позволяет получать нетрансгенные растения с заданными свойствами [31].

В последние три года резко возросло число опубликованных работ, авторы которых сообщают об успешном редактировании генома растений, в том числе основных возделываемых видов (картофель, капуста, томат, кукуруза, рис, пшеница, ячмень, соя, сорго) [32]. Работы демонстрируют возможность получения с помощью системы CRISPR/Cas9 нетрансгенных растений со специфическими заданными мутациями, стабильно наследуемыми в поколениях. Эта возможность открывает перспективу для выведения сортов с заданными моно- и олигоценными признаками. Пока идёт дискуссия, можно ли модифицированные формы, полученные путём редактирования одного или нескольких нуклеотидов и не несущие в себе трансгенных конструкций, ставить в один ряд с традиционными ГМО, отечественные исследователи взяли на вооружение эту технологию для проведения лабораторных исследований по получению новых улучшенных форм растений с заданными свойствами. Такие работы выполняются в МГУ им. М.В. Ломоносова, ИЦиГ СО РАН, ФИЦ Биотехнологии РАН и ряде других научных организаций.

Как видно из рисунка 4, временной интервал между событиями, связанными с появлением новых селекционно-генетических технологий, стремительно сокращается. Практически ежегодно селекционеры получают новые инструменты для улучшения генотипа растений. Однако реализация генетического потенциала каждого сорта критически зависит от условий его выращивания, задаваемых сортовой агротехнологией. Если в Западной Европе генетический потенциал

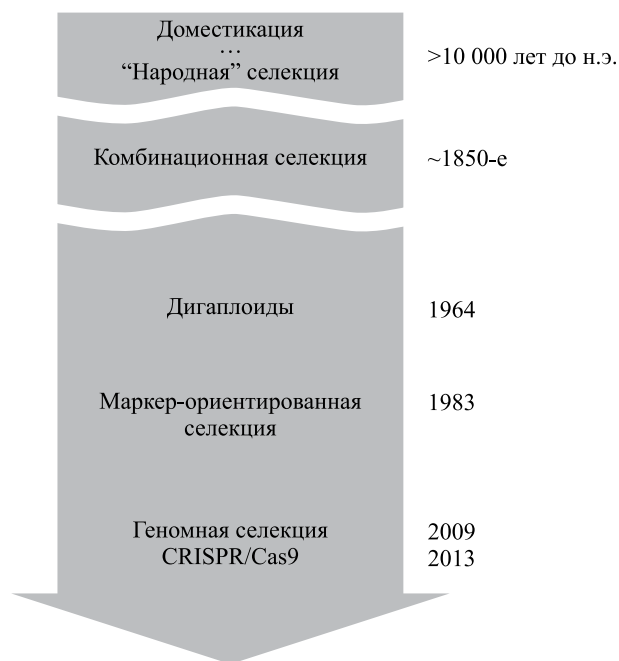


Рис. 4. Основные вехи, связанные с появлением новых прорывных технологий в процессе селекции

реализуется на 90%, то в России ситуация иная: например, для картофеля – всего лишь около 30%. Это значит, что в руках российских сельхозпроизводителей, помимо селекции, может присутствовать ещё один ключ к существенному повышению продуктивности – эффективные сортовые технологии, требующие организации производства современной отечественной сельскохозяйственной техники для семеноводства, разработки рациональных способов обработки почв и создания экологически безопасных средств защиты, биобезопасных стимуляторов роста и развития растений и многого другого.

Доклад подготовлен в рамках государственного бюджетного проекта 0324-2015-0005.

ЛИТЕРАТУРА

1. Frary A., Nesbitt T.C., Grandillo S. et al. Fw2.2: a quantitative trait locus key to the evolution of tomato fruit size // Science. 2000. V. 289. № 5476. P. 85–88.
2. Studer A., Zhao Q., Ross-Ibarra J., Doebley J. Identification of a functional transposon insertion in the maize domestication gene *tb1* // Nat. Genet. 2011. V. 43. P. 1160–1163.
3. Wills D.M., Whipple C.J., Takuno S. et al. From many to one: genetic control of prolificacy during maize domestication // PLoS Genet. 2013. V. 9. № 6. e1003604.
4. Bommert P., Nagasawa N.S., Jackson D. Quantitative variation in maize kernel row number is controlled by

- the FASCIATED EAR2 locus // *Nat. Genet.* 2013. V. 45. № 3. P. 334–337.
5. Doebley J.F., Gaut B.S., Smith B.D. The molecular genetics of crop domestication // *Cell.* 2006. V. 127. P. 1309–1321.
 6. McIntosh R.A., Yamazaki Y., Dubcovsky J. et al. Catalogue of gene symbols for wheat. <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/symbolClassList.jsp>. (дата обращения 01.11.2016 г.).
 7. Сорта и гибриды. <http://kniish.ru/sorta.html> (дата обращения 01.11.2016 г.).
 8. Сорта. <http://nemchinowka.ru/sorta.html> (дата обращения 01.11.2016 г.).
 9. Хотылёва Л.В., Кильчевский А.В., Шантуренко М.Н. Теоретические аспекты гетерозиса // *Вавиловский журнал генетики и селекции.* 2016. Т. 20. № 4. С. 482–492.
 10. Current Technologies in Plant Molecular Breeding: A Guide Book of Plant Molecular Breeding for Researchers / Ed. by. H.-J. Koh, S.-Y. Kwon, M. Thomson. Springer, 2015.
 11. Новосибирская-51. <http://icg.nsc.ru/sibniirs/novosib51/> Доступ 01.11.2016.
 12. Авт. свид. № 1801. Сорт яровой пшеницы Новосибирская-67. Чёрный И.В., Шкварников П.К., Максименко В.П. 18.02.1975 г.
 13. Авт. свид. № 60093. Пшеница мягкая яровая (*Triticum aestivum* L.) Сигма. Белан И.А., Россеева Л.П., Зыкин В.А., Ложникова Л.Ф., Блохина Н.П., Валуева Л.Г., Шепелев С.С., Игнатьева Е.Ю., Пахотина Е.В., Россеев В.М., Мешкова Л.В., Поползухин П.В., Першина Л.А., Шумный В.К., Десяткина Э.П., Моргунов А.И. 24.08.2015.
 14. Bebb D.P. Range-expanding pests and pathogens in a warming world // *Annu. Rev. Phytopathol.* 2015. V. 53. P. 335–356.
 15. Хлесткина Е.К. Молекулярные маркеры в генетических исследованиях и в селекции // *Вавиловский журнал генетики и селекции.* 2013. Т. 17. № 4/2. С. 1044–1054.
 16. Леонова И.Н. Молекулярные маркеры: использование в селекции зерновых культур для идентификации, интрогрессии и пирамидирования генов // *Вавиловский журнал генетики и селекции.* 2013. Т. 17. № 2. С. 314–325.
 17. Salina E.A., Adonina I.G., Badaeva E.D. et al. Thiporyum intermedium chromosome in bread wheat cultivars as a source of genes conferring resistance to fungal diseases // *Euphytica.* 2015. V. 204. P. 91–101.
 18. Mirzaghaderi G., Houben A., Badaeva E.D. Molecular-cytogenetic analysis of *Aegilops triuncialis* and identification of its chromosomes in the background of wheat // *Mol. Cytogen.* 2014. V. 7. P. 91.
 19. Timonova E.M., Leonova I.N., Röder M.S., Salina E.A. Marker-assisted development and characterization of a set of *Triticum aestivum* lines carrying different introgressions from the *T. timopheevii* genome // *Mol. Breeding.* 2013. V. 31. P. 123–136.
 20. Салина Е.А., Леонова И.Н., Будашкина Е.Б., Егорова Е.М. Способ создания линий мягкой пшеницы, устойчивых к бурой листовой ржавчине // Патент № 2407283. Дата приоритета: 06.07.2009. Дата выдачи: 2010-12-27.
 21. Салина Е.А., Леонова И.Н., Щербань А.Б. Способ создания линий яровой мягкой пшеницы с удлинённым сроком колошения и с комплексной устойчивостью к грибным болезням // Патент № 2535985. Дата выдачи: 2014-10-20.
 22. Schlegel R. Hybrid breeding boosted molecular genetics in rye // *Vavilov J. Genetics Breeding.* 2015. V. 19. P. 589–603.
 23. Ferrie A.M.R., Caswell K.L. Isolated microspore culture techniques and recent progress for haploid and doubled haploid plant production // *Plant Cell, Tiss. Organ Culture.* 2010. V. 104. P. 301–309.
 24. Heffner E.L., Lorenz A.J., Jannink J.-L., Sorrells M.E. Plant breeding with genomic selection: gain per unit time and cost // *Crop Science.* 2010. V. 50. P. 1681–1690.
 25. Афонников Д.А., Генаев М.А., Дорошков А.В. и др. Методы высокопроизводительного фенотипирования растений для массовых селекционно-генетических экспериментов // *Генетика.* 2016. Т. 52. С. 788–803.
 26. Feng Z., Zhang B., Ding W. et al. Efficient genome editing in plants using a CRISPR/Cas system // *Cell Research.* 2013. V. 23. P. 1229–1232.
 27. Li J.F., Norville J.E., Aach J. et al. Multiplex and homologous recombination-mediated genome editing in *Arabidopsis* and *Nicotiana benthamiana* using guide RNA and Cas9 // *Nat. Biotechnol.* 2013. V. 31. P. 688–691.
 28. Nekrasov V., Staskawicz B., Weigel D. et al. Targeted mutagenesis in the model plant *Nicotiana benthamiana* using Cas9 RNA-guided endonuclease // *Nat. Biotechnol.* 2013. V. 31. P. 691–693.
 29. Shan Q., Wang Y., Li J. et al. Targeted genome modification of crop plants using a CRISPR-Cas system // *Nat. Biotechnol.* 2013. V. 31. P. 686–688.
 30. Xie K., Yang Y. RNA-guided genome editing in plants using a CRISPR-Cas system // *Mol. Plant.* 2013. V. 6. № 6. P. 1975–1983.
 31. Хлесткина Е.К., Шумный В.К. Перспективы использования прорывных технологий в селекции: система CRISPR/Cas9 для редактирования генома растений // *Генетика.* 2016. Т. 52. С. 774–787.
 32. Nogué F., Mara K., Collonnier C., Casacuberta J.M. Genome engineering and plant breeding: impact on trait discovery and development // *Plant Cell Rep.* 2016. V. 35. P. 1475–1486.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

НАПРАВЛЕННАЯ КОНВЕРСИЯ БЕЛКОВЫХ МОДУЛЕЙ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

© 2017 г. ДОКЛАД АКАДЕМИКА РАН Л.М. АКСЁНОВОЙ^а,
ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА РАН Л.В. РИМАРЕВОЙ^б

^аВсероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности, Москва, Россия

^бВсероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии – филиал Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, Россия

e-mail: conditerprom@mail.ru; lrimareva@mail.ru

Поступил в редакцию 13.10.2016 г.

Деятельность в рамках отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности основана на факторах, влияющих на состояние рынка продуктов питания и улучшение качества жизни. Объектом исследования учёных, работающих в данной сфере, являются системы преобразования сырья растительного и животного происхождения в продукты питания. В процессе производства контролируются пищевая и энергетическая ценность продуктов, их безопасность для человека и окружающей среды, потребительские характеристики. Успех исследований обусловлен мультидисциплинарным подходом, совмещением абсолютно разных научных направлений – медицины, биологии, физики, химии, сельского хозяйства и т.д.

Ключевые слова: микроорганизмы, пищевая промышленность, ферментирование, геновая инженерия, биокатализ, селекция микроорганизмов.

DOI: 10.7868/S0869587317040119

В основе направленной конверсии субстратов растительного и животного происхождения лежат биокаталитические и биосинтетические процессы [1–3]. Одним из ключевых факторов, способствующих их реализации, является воздействие микроорганизмов. В пищевой промышленности используется порядка 300 различных видов микроорганизмов, в частности, микроскопические грибы и бактерии – продуценты ферментов для пищевой промышленности; дрожжи рода *Saccharomyces* – продуценты белка, биоспиртов для бродильных и хлебопекарных производств; дрожжи рода *Candida*, *Rodospiridium*, *Pichia* – продуценты кормового белка для конверсии вторичных сырьевых ресурсов; бактерии рода *Lactobacillus* и *Propionibacterium* – продуценты органических кислот для производства заквасок, бактериальных концентратов, стартовых культур, биоконсервантов, а также пробиотических добавок к пище и кормам. Все эти организмы задействованы в биотехнологических процессах, которые условно можно разделить на следующие группы [4–8]:

- культивирование микроорганизмов, обладающих биосинтетической способностью по отношению к ферментным системам, необходимым для конверсии биополимеров;

- направленное ферментирование субстратов растительного и животного происхождения (в спиртовой, хлебопекарной, мясной, винодельческой промышленности, а также при производстве пива и алкогольной продукции, при квашении, мочении, солении фруктов, овощей, грибов, плодов тропических и субтропических культур и др.);

- микробная конверсия вторичных биоресурсов (отходов переработки сельскохозяйственной продукции) с целью получения продуктов с высокой добавочной стоимостью;

- биокаталитическая трансформация белоксодержащих субстратов растительного, животного и микробного происхождения с получением биологически активных добавок с заданными структурно-функциональными свойствами, обогащённых незаменимыми аминокислотами и биологически активными пептидами;

- производство продуктов, обогащённых белково-аминокислотными и биологически активными добавками, в том числе с пробиотическими свойствами.

Микроорганизмы — благоприятный материал для модификации. За миллиарды лет эволюции каждый вид (или группа видов) адаптировался к некоторым конкретным условиям, заняв свою экологическую нишу. Какой бы ни была любая произвольно взятая ниша, суть взаимодействий микроорганизмов с окружающей средой строится в основном посредством двух систем с обратной связью: преобладающей “фермент — субстрат — ассимилируемый нутриент — продукт жизнедеятельности” и минорной “конкурент — биоцин (токсин) — ресурсы”. Иногда первая система может быть сокращена: “ассимилируемый нутриент — продукт жизнедеятельности”, но в процессе всегда участвует система ферментов. В первом варианте это экзо- и эндоферменты, а во втором — преимущественно эндоферменты. Чем сложнее субстрат, тем шире спектр ферментов, синтезируемых и секретируемых микроорганизмом. В любом случае ключевым аспектом, определяющим существование микроорганизма, является его ферментная система.

Учитывая существующее многообразие известных видов микроорганизмов, а также большое количество экологических микронихш их эволюционного формирования, логично предположить наличие огромного совокупного генетического потенциала, позволяющего генерировать не менее огромное разнообразие ферментных систем. Теоретически можно утверждать, что существует возможность создания такой генетической конструкции, которая при обеспечении жизнеспособности микроскопического организма и закреплении способности к воспроизводству позволяла бы ему интенсивно генерировать исключительно узкий преднамеренно заданный спектр ферментной системы со строго заданными субстратной специфичностью и механизмом действия. Такая генетическая комбинаторика (вкуче с высокой скоростью размножения) позволяет экспоненциально расширить присутствие биотехнологии как в пищевой, так и в других видах промышленности.

С целью повышения эффективности биотехнологических процессов интенсивно используются методы генной инженерии, позволяющие направленно создавать новые штаммы микроорганизмов, способные к сверхсинтезу необходимых для нужд промышленности метаболитов [3, 9]. К ним прежде всего относятся ферменты, незаменимые аминокислоты, биополимерные белки, биоспирты и другие биологически активные вещества. В настоящее время с помощью методов генной инженерии созданы высокоактивные рекомбинантные штаммы микроорганизмов — продуценты гидролитических ферментов для пищевой промышленности, активность которых увеличена по амилазе в 10 раз, по глюкоамилазе и ксиланазе — в 3–4 раза, по β -глюканазе — в 4–6 раз, по фитазе — в 300 раз.

Одно из перспективных направлений в области пищевой биотехнологии основано на регулируемой биокаталитической модификации органических полимеров. Это основа методологии создания натуральных биокорректоров пищи и кормов путём направленного биокатализа полимеров микробных субстратов [10].

Проблема полноценного обеспечения пищевых потребностей населения может быть решена благодаря новым методам производства пищи с привлечением биомассы микроорганизмов. Интерес биотехнологов к этому вопросу обусловлен не только способностью микроорганизмов синтезировать вещества, имеющие промышленное значение, но и возможностью использовать их биомассу в качестве субстрата для получения биокорректоров пищи и биологически активных добавок [10–12]. Реализация биокаталитических процессов осуществляется ферментативными системами с заданной специфичностью действия. Для биокаталитической деструкции клеточных стенок микробной биомассы используются ферменты протеиназного и β -глюканазного действия. Для деструкции субклеточных структур предлагается применять комплекс ферментов, состоящих из протеиназ, пептидаз и нуклеаз [12–14]. В зависимости от используемой ферментативной системы получают ферментализаты клетки с заданными структурно-функциональными свойствами.

Другие, не менее актуальные направления — многоступенчатая селекция молочнокислых и пропионовокислых микроорганизмов и отбор штаммов бактерий с производственно-ценными свойствами; создание на основе пробиотических микроорганизмов заквасок, бактериальных концентратов и стартовых культур.

С помощью выделенных и идентифицированных пробиотических культур, таких как бифидобактерии, молочнокислые и пропионовокислые бактерии, разработаны биотехнологии пищевых и кормовых добавок, продуктов функционального назначения [15].

Результатом многолетней работы стало формирование отраслевых коллекций микроскопических грибов, бактерий, актиномицетов, дрожжей, которые насчитывают десятки тысяч единиц. На базе коллекции создаются новые активные штаммы — продуценты промышленно значимых метаболитов, необходимых для пищевых предприятий России. Коллекционные микроорганизмы используются для дальнейших селекционных работ.

С целью снижения техногенного воздействия пищевых производств на основе селекционных штаммов дрожжей, бактерий и микробной конверсии вторичных сырьевых ресурсов создаются эффективные

белково-аминокислотные и витаминные кормовые добавки для животноводства [16, 17].

Какая бы научно-исследовательская работа в области пищевых производств с применением биотехнологических подходов ни проводилась, сама возможность подобных исследований – лишь следствие реализации уже заложенного (природой либо человеком) генетического потенциала микроорганизмов, а побочным (или промежуточным) результатом является своеобразное техническое задание разработчикам генетического содержания микроорганизмов с определением вектора его модификации. Чтобы добиться значимых результатов (что возможно лишь при максимальном использовании генетического потенциала земной микрофлоры), необходимо обеспечить конвергенцию многих наук – пищевой науки, микробиологии, генетики, геномики, метабономики, науки о данных, математики, физиологии микроорганизмов, биохимии, биофизики, физической химии, термодинамики, материаловедения, IT-технологий. Должен быть также чётко обозначен круг обязательных граничных условий: устойчивость генетического содержания в достаточной серии реплик; блокирование эндо- и экзотоксинообразования; отсутствие нишевой конкуренции с энтеральной микробиотой человека; блокирование возможности случайной мутации штамма в супермикроорганизм, устойчивый к большинству биоцидных факторов; блокирование возможности спонтанной мутации в фито-, зоо- или антропогенную формы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Locey K.J., Lennon J.T. Scaling laws predict global microbial diversity // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2016. V. 113 (21). P. 5970–5975.
2. Аксёнова Л.М., Алейникова А.Я., Магомедов Г.О. Технология кондитерских изделий. СПб.: Изд-во РАПП, 2010.
3. Поляков В.А., Римарева Л.В. Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов / Сб. научных трудов под ред. В.А. Полякова, Л.В. Римаревой. М.: Типография Россельхозакадемии, 2016.
4. Mogensen G., Salminen S., O'Brien J. et al. Food microorganisms – health benefits, safety evaluation and strains with documented history of use in foods // *Bulletin of IDF*. 2002. V. 377. P. 4–19.
5. Римарева Л.В., Оверченко М.Б., Серба Е.М. и др. Сбраживание концентрированного зернового суслу с использованием осмофильной расы спиртовых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* 1039 // *Производство спирта и ликёроводочных изделий*. 2011. № 3. С. 10–12.
6. Серба Е.М., Оверченко М.Б., Римарева Л.В. Синтез и секреция гидролаз микромицетом *Aspergillus oryzae* – продуцентом ферментов, необходимых для биокатализа полимеров зернового сырья // *Производство спирта и ликёроводочных изделий*. 2011. № 2. С. 18–20.
7. Волкова Г.С., Куксова Е.В., Римарева Л.В. Идентификация и отбор культур *Lactococcus lactis* для защитно-профилактических пищевых и кормовых добавок // *Достижения науки и техники АПК*. 2016. № 8. С. 99–101.
8. Поляков В.А., Римарева Л.В., Курбатова Е.И. и др. Белковые обогатители пищи на основе ферментативной деструкции белково-полисахаридного комплекса клеточных стенок дрожжей // *Пищевая промышленность*. 2012. № 11. С. 42–44.
9. Rozhkova A.M., Semenova M.V., Rubtsova E.A. et al. Creation of a heterologous gene expression system on the basis of *Aspergillus awamori* recombinant strain // *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2011. № 3. P. 279–287.
10. Серба Е.М., Рачков К.В., Игнатова Н.И. и др. Создание натуральных биокорректоров пищи для функциональных продуктов // *Пищевая промышленность*. 2013. № 9. С. 18–20.
11. Поляков В.А., Римарева Л.В., Серба Е.М. и др. Биологически активные добавки микробного происхождения как фактор, формирующий функциональные свойства пищевых продуктов // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2013. № 12. С. 43–47.
12. Серба Е.М., Поляков В.А., Римарева Л.В. и др. Биотехнологические методы получения пищевых добавок на основе биоконверсии микробной биомассы // *Вопросы питания*. 2016. № 2. С. 149–150.
13. Серба Е.М., Римарева Л.В., Оверченко М.Б. и др. Получение ферментолитов мицелиальной биомассы для создания пищевых и кормовых добавок // *Пищевая промышленность*. 2016. № 6. С. 20–23.
14. Орлова Е.В., Римарева Л.В., Оверченко М.Б. и др. Влияние ферментолитов дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* на клеточный цикл и апоптоз клеток перевиваемых опухолей // *Биозащита и биобезопасность*. 2012. № 3. С. 48–51.
15. Римарева Л.В., Волкова Г.С., Куксова Е.В. Комплексные биоконсерванты органического происхождения на основе консорциумов пробиотических культур // *Вопросы питания*. 2016. № 2. С. 209–210.
16. Серба Е.М., Оверченко М.Б., Давыдкина В.Е. и др. Научно-практические аспекты получения БАД на основе конверсии вторичных биоресурсов // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2015. № 2. С. 44–50.
17. Серба Е.М., Поляков В.А. Биотехнологические основы комплексной переработки зернового сырья и вторичных биоресурсов в этанол и белково-аминокислотные добавки. М.: Типография Россельхозакадемии, 2015.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ НОВЫХ СОРТОВ
САДОВЫХ РАСТЕНИЙ

© 2017 г. ДОКЛАД АКАДЕМИКА РАН И.М. КУЛИКОВА,
КАНДИДАТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК Л.А. МАРЧЕНКО

Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства, Москва, Россия

e-mail: vstisp@vstisp.org; lmarchenko@vstisp.org

Поступил в редакцию 28.11.2016 г.

Результативность направленной селекции новых сортов плодовых, ягодных культур и винограда с признаками, отвечающими современным технологиям возделывания и потребительскому спросу, зависит от включения в скрещивания доноров и источников с выраженными хозяйственно-ценными признаками. В докладе отмечена важность изучения, сохранения и пополнения генетических коллекций для ускорения и повышения эффективности селекции, возросшее значение доноров и источников с идентифицированными генами, отвечающими за проявление признаков в новых генотипах. Показаны результаты совершенствования сортимента плодовых и ягодных культур, позволяющие выйти на новый уровень производства плодов и ягод.

Ключевые слова: ген, генетическое разнообразие, генетические коллекции, плодовые культуры, ягодные культуры, селекция, генетический источник, донор, сорт.

DOI: 10.7868/S0869587317040120

Человечество накопило богатейший опыт направленного выведения сортов растений. Научные знания в области генетики помогли углубить понимание наследственной обусловленности признака живого организма, что способствовало повышению эффективности селекционной работы. Актуальная задача совершенствования сортимента растений – включение в генотип генов, отвечающих за проявление признаков адаптации: устойчивости к температурным стрессорам (холодо- и жароустойчивость), к изменению водного баланса, приспособления к различным условиям питательного режима, устойчивости к воздействию биологических факторов (влияние вирусов, грибов, бактерий), вызывающих спектр заболеваний. В современных условиях особое значение приобрели признаки, отвечающие за высокую продуктивность и качественные характеристики плодов и ягод, поэтому неслучайно генотипы, отличающиеся высокой фотосинтетической активностью и способностью к накоплению сухих веществ, стали, наряду с адаптивными формами, основой современной селекции растений [1]. Совершенствование сортимента садовых культур традиционными методами напрямую базируется на комбинировании и сочетании

генов, отвечающих за проявление хозяйственно ценных признаков. В этой связи трудно переоценить роль генетических коллекций – фундамента селекционной работы, банка всего разнообразия генов, накопленного и изученного к настоящему времени.

Основу генетических коллекций составляют сорта различного эколого-географического происхождения, а также формы и виды, обладающие уникальными признаками, обусловленными проявлением моно- и полигенов. В состав таких коллекций входят выявленные благодаря разнонаправленным исследованиям и созданные целенаправленной селекцией доноры ценных признаков. Скрещивание существующих генотипов даёт бесчисленные варианты новых комбинаций, которые, в свою очередь, оказываясь источниками биологического разнообразия, служат основой для последующей селекции садовых растений.

Представляя собой основной ресурс постоянного улучшения существующих сортов, сохраняемые генетические коллекции непрерывно пополняются и изучаются. В настоящее время в научно-исследовательских учреждениях по садоводству насчитывается 21750 единиц образцов

генетических источников и доноров садовых культур, из которых семечковых — 9656, косточковых — 3810, ягодных — 2817, редких садовых культур — 773, винограда — 4285, орехоплодных культур — 145, прочих — 264.

Генетические коллекции включают источники и доноры важнейших хозяйственно-биологических признаков с идентифицированными генами, представляющими значительную ценность для селекционного использования:

- яблони (устойчивость к парше — V_b , V_m , V_p , мучнистой росе — Pl_1 , Pl_2 , фитофторозу — P_c , различным типам тли — E_{r-1} , Sd_{1-3} , S_{m-h} , гены карликовости (d_{w-3} , d_{w-4} , n , cr), колонновидного габитуса кроны (Co), кислотности (Ma) и окраски (Rf) плодов);

- груши (карликовость, компактность — D , Co , кремовая окраска плодов — C , терпкость — Ta и сочность мякоти плодов — Su , устойчивость к бактериальному ожогу — Ew);

- вишни (устойчивость к коккомикозу — A , умеренный рост дерева — O_2 , гены темной окраски кожицы и мякоти плодов — R_1 , R_2);

- малины (крупноплодность — L_1 , иммунитет к тле *Amphorophora rubi* — A_{10});

- винограда (устойчивость к милдью — $Pv_{(a)}$, оидиуму — $Un_{(v)}$).

Значительные успехи в улучшении сортимента плодовых и ягодных культур за последнее десятилетие достигнуты благодаря применению результатов генетических исследований в практической селекции. С привлечением в гибридизацию носителей эффективных генов устойчивости (V_j) и доноров полигенной устойчивости к парше получены новые высокопродуктивные, зимостойкие, иммунные к парше сорта яблони с высоким качеством плодов: Академик Казаков, Памяти Нестерова, Былина. С применением молекулярно-генетических методов тестирования проведена оценка исходных форм и гибридного потомства яблони для идентификации носителей целевых аллелей генов колонновидного габитуса роста (Co). Выделены перспективные родительские формы, устойчиво передающие данный признак потомству: Ваяжак, КВ-42, КВ-45, КВ-101, Арбат, Кубань 14—65, Кубань 16—40, Кубань Спур и др. С их участием получены новые сорта колонновидного типа: Валюта, Президент, Триумф, Гейзер, Готика, Каскад, Луч, Память есаулу и др. [1—5].

Впервые в России с использованием донора карликовости (Dd) получены генотипы груши с моногенно детерминированной карликовостью, пригодные для создания суперинтенсивных насаждений груши с потенциальной урожайностью 40 т/га.

С применением отдалённых скрещиваний и интрогрессии генов нередуцированных гамет зимостойких диплоидов в геном сливы домашней во втором поколении созданы новые зимостойкие, крупноплодные, с высоким качеством плодов сорта сливы: Заречная ранняя, Стартовая, Светлячок, Ночка, Тулица, Величавая [6—8].

На основе идентифицированного доминантного гена A , контролирующего устойчивость к коккомикозу у церападусов и падоцерусов, выведены новые сорта вишни с генетической устойчивостью к этому заболеванию: Харитоновская, Фея. В селекции на зимостойкость ценными донорами являются сорта: Норд стар, Молодёжная, Булатниковская, Орлица, Превосходная Колесниковой, Жуковская и др. [9]. В качестве родительских форм в селекции смородины используются комплексные доноры иммунитета к мучнистой росе (гены R , Sph_3), обладающие также высоким содержанием витаминов, устойчивостью к листовым пятнистостям, самоплодностью, крупноплодностью [10]. Выявление и использование гена крупноплодности малины (L_1), а также гена иммунитета к тле (A_{10}) позволило выйти на новый уровень в селекции крупноплодных сортов малины [1, 11].

Генетические исследования на многолетних плодовых культурах вести затруднительно ввиду длительности цикла развития каждой генерации, поэтому в мире таких работ проводится мало. Вместе с тем современный уровень знания позволяет успешнее решать прикладные задачи, связанные с созданием новых сортов.

Помимо доноров с идентифицированными генами, в селекции широко используются сорта и виды, служащие источниками и донорами ценных признаков, контролируемых комплексом генов. Так, у яблони в селекции на засухоустойчивость результативными родительскими формами являются виды *Malus sieversii*, *Malus turkmentorum*, сорта Флорина, Либерти, Ренет Симеренко, Ренет кубанский, Голден делишес, Витязь, Молдавское красное [12].

Использование в гибридизации производных груши уссурийской и лучших культурных сортов позволило создать новые сорта, обладающие комплексной устойчивостью к парше, буроватости, септориозу: Августовская роса, Смуглянка, Сюита, Юрьевская, Изумрудная, Детская, Краснодарская летняя, Кубанская поздняя, Самородок и др. Выведены сорта груши с плодами зимнего срока созревания, позволяющие продлить период потребления свежих плодов до мая: Новелла, Гера, Чудесница, Феерия [9].

Генофонд рода *Cerasus* Mill включает в основном сорта и формы вида *C. vulgaris* Mill. Поскольку для данного вида характерен высокий

полиморфизм, биологические возможности для селекции новых форм весьма высоки. С использованием меж- и внутривидовой гибридизации получен ряд высококачественных сортов вишни: Молодёжная, Сильва, Русинка, Ассоль, Новелла, Мценская, Орловская ранняя и др. На основе видов *C. maakii* (Rupr.) Erem. et Samag, *C. fruticosa* (pall.) G. Woron созданы межвидовые гибриды, послужившие основой при выведении адаптивных высококачественных подвоев ВСЛ-2, ВСЛ-13, ЛЦ-52 и др. [5]. Благодаря многолетней работе по продвижению вида *Cerasus avium* (L.) Moench. в северные зоны садоводства созданы и выращиваются сорта черешни: Чермашная, Фатеж, Синявская, Орловская фея, Поэзия, Креолка и др. [5, 13].

В современные исследовательские программы вовлечены многие виды рода *Prunus* L.: *P. domestica* L. — источник крупноплодности и качества плодов, *P. spinosa* L., *P. americana* Marsh., *P. salicina* Lindl. — источники высокой зимостойкости и засухоустойчивости. С их участием созданы сорта сливы: Алексей, Занятная, Яхонтовая, Краса Орловщины, Орловский сувенир, Ночка и др.

Последнее поколение сортов малины оказывается ценной исходной базой для продолжения селекции на крупноплодность и высокую урожайность: Краса России, Пингвин, Геракл, Журавлик, Брянское диво, Жар-птица, Улыбка и др. [5].

С участием потомков смородины клейкой (*Ribes glutinosum* Benth.), иммунной к мучнистой росе, получены комплексные доноры смородины чёрной, использование которых в селекции позволило значительно ускорить выведение сортов чёрной смородины с устойчивостью к болезням и обладающих высоким потенциалом продуктивности и качества ягод: Ядрёная, Экзотика, Ажурная, Гамма, Зуша, Искушение, Кипиана, Орловия, Орловская серенада, Орловский вальс, Экзотика, Дебрянск, Гамаюн, Вера, Кудесник, Исток и др. [5, 14].

Привлечение в селекционный процесс сортов, производных от смородины многоцветковой (*R. multiflorum* Kit.), способствовало существенно увеличению длиннокистности и продуктивности смородины красной. В качестве исходных форм в селекции на раннеспелость взят ультраранний сорт Скороспелая, потомок смородины Пальчевского — *Ribes palczewskii* (Jancz.) Pojark. [15].

Использование в гибридизации форм смородины тёмно-пурпуровой, щетинистой, высочайшей, кислой, Мейера позволило выделить отборные сеянцы — генетически новые источники хозяйственноценных признаков, таких как длиннокистность, крупноплодность, повышенное содержание аскорбиновой кислоты, Р-активных веществ. С их участием получены сорта: Ася, Баяна,

Валентиновка, Вика, Газель, Дана, Натали, Нива, Осиповская, Серпантин, Яркая и др. [5, 15].

В селекции земляники на устойчивость к абиотическим стрессорам применяются отдалённые гибриды, полученные от скрещивания *F. moschata*, *F. virginiana*, *F. orientalis*, *F. ovalis* с сортами земляники садовой (*Fragaria x ananassa*), — они являются источниками комплекса хозяйственно значимых признаков. Ценной базой для селекционной работы служат сорта, полученные в последние годы: Ласточка, Флора, Привлекательная, Троицкая, Боровицкая, Кубата, Фейерверк, Памяти Зубова, Любава [16–18].

Фундаментом для создания бесшипых и слабошиповатых сортов крыжовника послужили сложные межвидовые гибриды с использованием крыжовника снежного (*Grossularia nivea* Lindl.) и канадских слабошиповатых форм. С их участием получены сорта: Снежана, Матвеевский, Грушенька, Битцевский, Балет и др. Генетически новый исходный материал, устойчивый к мучнистой росе и листовым пятнистостям, получен при использовании в селекции крыжовника вида *Grossularia robusta*, который характеризуется полным отсутствием поражения как мучнистой росой, так и листовыми пятнистостями (антракноз, септориоз). Данный вид выделен как донор устойчивости к американской мучнистой росе, листовым пятнистостям и повышенного содержания аскорбиновой кислоты, на его основе получены сорта: Солнечный зайчик, Некрасовский, Юпитер, Земляничный, Морячок, Дискавери [5, 10, 18, 19].

Наиболее крупная в России ампелографическая генетическая коллекция винограда расположена в городе-курорте Анапа. Одно из прикладных значений этого собрания — выделение сортов для производственного испытания. В результате многолетнего сортоизучения выделены по комплексу признаков сорта: Аркадия (столовый раннеспелый украинской селекции), Дунавски лазур (болгарский устойчивый типа Ркацители), Каберне (высокопродуктивный клон французского сорта Каберне-Совиньон), Крымчанин (технически комплексно-устойчивый сорт-краситель селекции Института виноградарства и виноделия «Магарач»), Мерло (классический французский винный сорт), Мерло Грамотенко (высокопродуктивный кубанский клон сорта Мерло), Мускат одесский (устойчивый технический сорт украинской селекции), Рислиналк, Рислинг Джемете (высокопродуктивные клоны винного немецкого сорта Рислинг) и др., которые уже введены в Государственный реестр селекционных достижений РФ или переданы на государственные испытания [20].

Развитие генетических исследований плодовых культур имеет огромное значение как с точки зрения обогащения фундаментальной науки новыми знаниями, так и с точки зрения прикладных направлений, способствующих повышению эффективности экономики страны. В этой связи работа по сохранению, пополнению и изучению генетических коллекций — биологического фундамента исследований — остаётся важнейшей составляющей сельскохозяйственной науки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кичина В.В. Принципы улучшения садовых растений. М.: ГНУ ВСТИСП, 2011.
2. Ульяновская Е.В., Супрун И.И., Ушакова Я.В. и др. Скрининг селекционного материала яблони на наличие гена устойчивости к парше *Vf* с применением методов молекулярного маркирования // Труды Кубанского государственного университета. 2011. № 3 (30). С. 84–86.
3. Седов Е.Н. Использование генофонда яблони: источники и доноры хозяйственнополезных признаков // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. Т. 19. С. 104–110.
4. Савельева Н.Н., Лыжин А.С., Савельев Н.И. Оценка аллельного состояния гена устойчивости к парше у сортов яблони с использованием молекулярных маркеров // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 4. С. 47–49.
5. Данилова А.А., Морозова Н.Г., Симонов В.С. и др. Генетические коллекции плодовых, ягодных, редких и цветочно-декоративных культур ФГБНУ ВСТИСП. М.: ФГБНУ ВСТИСП, 2015.
6. Куликов И.М., Высоцкий В.А. Культура изолированных тканей и органов как основа биобанка садовых растений // Плодоводство и ягодоводство России. 2012. Т. 34. Ч. 1. С. 420–428.
7. Еремин Г.В., Заремук Р.Ш. Селекционное совершенствование сорта сливы домашней на юге России // Вестник Россельхозакадемии. 2011. № 5. С. 33–35.
8. Симонов В.С., Высоцкий В.А., Кулемяков С.Н. Получение новых зимостойких сортов сливы с использованием методов биотехнологии // Садоводство и виноградарство. 2013. № 4. С. 15–19.
9. Куликов И.М., Казаков О.Г. Роль генетических ресурсов плодовых и ягодных культур в формировании современного сортимента // Плодоводство и ягодоводство России. 2012. Т. 34. Ч. 1. С. 428–438.
10. Жидёхина Т.В., Гурьева И.В., Ковешникова Е.Ю. и др. Генофонд кустарниковых ягодных и нетрадиционных садовых культур ВНИИС им. И.В. Мичурина. Справочник. Мичуринск, Воронеж: Кварта, 2015.
11. Евдокименко С.Н. Генетические источники адаптивности в селекции малины ремонтантного типа // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. 40. Ч. 1. С. 126–130.
12. Савельев Н.И., Шашиин И.Н., Савельева Н.Н. и др. Полиморфизм дикорастущих видов рода *Malus* Mill. по гену (*MD-Exp-7*) биосинтеза экспансиона // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. № 4/1. С. 713–717.
13. Алёхина Е.М., Доля Ю.А. Селекционное использование генофонда черешни для повышения продуктивности // Плодоводство и ягодоводство России. 2012. Т. 31. С. 18–24.
14. Сазонов Ф.Ф. Использование генетических ресурсов в селекции смородины чёрной на устойчивость к патогенам и почковому клещу // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Т. 44. С. 210–214.
15. Голяева О.Д., Панфилова О.В. Создание источников и доноров хозяйственно-ценных признаков смородины красной // Вестник ОрёлГАУ. 2015. № 6. С. 29–36.
16. Марченко Л.А., Попова И.В. Использование в селекции генофонда земляники ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии // Плодоводство и ягодоводство России. 2012. Т. 34. Ч. 2. С. 36–41.
17. Яковенко В.В., Лапшин В.И. Генофонд земляники и его использование в селекционном процессе // Плодоводство и ягодоводство России. 2015. Т. 41. С. 379–382.
18. Куликов И.М., Марченко Л.А., Данилова А.А. и др. Роль генофонда и значение научного наследия И.В. Поповой в селекции ягодных культур // Плодоводство и ягодоводство России. 2015. Т. 41. С. 208–211.
19. Князев С.Д., Голяева О.Д., Курашев О.В. и др. Селекция смородины и крыжовника на устойчивость к американской мучнистой росе // Плодоводство и ягодоводство России. 2015. Т. 41. С. 163–166.
20. Петров В.С., Панкин М.И., Ильяшенко О.М. и др. Генофонд российской ампелографической коллекции и перспективы его использования в селекционной работе // Виноделие и виноградарство. 2013. № 2. С. 4–6.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ
И ИММУННО-БИОХИМИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ ОЦЕНКИ ЗДОРОВЬЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

© 2017 г. ДОКЛАД АКАДЕМИКА РАН И.М. ДОННИК^a,
ДОКТОРА ВЕТЕРИНАРНЫХ НАУК И.А. ШКУРАТОВОЙ^b

^a Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

^b Уральский научно-исследовательский ветеринарный институт, Екатеринбург, Россия

e-mail: rector@urgau.ru

Поступил в редакцию 13.10.2016 г.

Авторы рассказывают о современных методиках ранней диагностики патологических состояний у сельскохозяйственных животных. Отдельно рассматриваются проблемы оценки рисков развития незаразных и инфекционных заболеваний. Эффективным способом выделения патологических нарушений на ранней стадии их развития является биохимическое тестирование, для которого используется система биохимических маркеров, основанных на донозологической диагностике метаболических отклонений. Среди вирусных заболеваний особое внимание уделено лейкозу крупного рогатого скота. Показано, что изучение особенностей строения и функционирования генома вируса лейкоза позволяет оптимизировать диагностические методы исследований, а значит, повысить точность выявления вирусоносителей и управлять развитием инфекционного процесса. Особо подчеркивается необходимость проведения донозологической диагностики отклонений с учётом условий конкретного производства — его объёмов, используемых технологий, содержания животных и т.д.

Ключевые слова: продуктивность сельскохозяйственных животных, адаптационный потенциал, донозологическая диагностика, иммунно-биохимические маркеры, молекулярно-генетические маркеры, лейкоз крупного рогатого скота.

DOI: 10.7868/S0869587317040132

В настоящее время в России обеспеченность мясом составляет 80% от потребности, молоком — 75%, хлебобулочными изделиями — 100%, овощами — 50%, а значит, требуется увеличение объёмов производства сельскохозяйственного сырья. При этом если в последние годы производство зерна, овощей, птицеводческой продукции отличается выраженной положительной динамикой, то производство молока и мяса, к сожалению, растёт недостаточными темпами: несмотря на интенсификацию отрасли животноводства прирост производства мяса составляет 3–4%, молока — 0.3–0.6% в год [1].

Приведённые цифры объясняются в первую очередь продолжающимся снижением поголовья продуктивных животных, особенно молочного скота, а также сокращением сроков их хозяйственного использования. Анализ выбытия продуктивных животных показывает, что срок так называемого продуктивного долголетия коров существенно отличается от физиологической

продолжительности жизни. Поскольку в животноводстве главным определяющим фактором ценности продуктивных животных является экономическая целесообразность, то большая их часть, даже особо ценных в генетическом и племенном отношении, выбывает в ранние сроки жизни. Согласно наблюдениям, чем выше продуктивность, тем короче срок использования животных (рис.). Наиболее целесообразным является выбытие животных после четырёх лактаций.

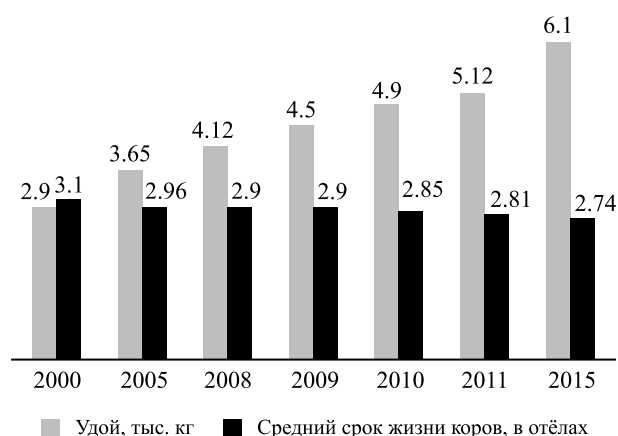
Чем дольше животное сохраняет свой потенциал, тем экономически выгоднее его содержать, однако сегодня отмечается тенденция сокращения сроков использования сельскохозяйственных животных [2]. Особенно это заметно в молочном животноводстве в племенных стадах, где продуктивное долголетие составляет 2.2–3.2 лактации. Выбывание племенных коров (по данным 340 предприятий за 2015 г.) происходит по следующим причинам: заболевания (50%), травмы (6%), низкая продуктивность (3%), прочие причины

(41%). Перевод молочного животноводства на промышленные технологии обостряет потребность в здоровом, высокопродуктивном, хорошо приспособленном для таких технологий молочном скоте [3], но современные условия содержания животных, интенсивный отбор молочной продукции, значительная зависимость от качества и количества корма обуславливают высокую предрасположенность продуктивных животных к заболеваниям как инфекционного, так и незаразного генеза [4, 5].

Адаптационный потенциал коров зависит от генетических и морфолого-физиологических особенностей их организма. Максимальная реализация генетического потенциала животных требует определённых технологических реалий. Биогеохимическая, технологическая и финансовая неоднородность сельскохозяйственных предприятий обуславливает различные механизмы адаптации коров к конкретным производственным условиям и формирует особую для каждого предприятия структуру патологии. Эффективность лечебно-профилактических мероприятий напрямую зависит от степени развития патологического процесса [5]. Поэтому первоочередное значение приобретает своевременная донозологическая диагностика отклонений в условиях конкретного производства.

Одно из главных звеньев диагностического алгоритма исследования состояния здоровья высокопродуктивных животных, а также важный элемент диспансерного обследования крупного рогатого скота — биохимическое тестирование. Метаболические показатели крови отражают биохимические процессы, протекающие в организме животных, и наряду с утверждёнными методами оценки состояния их здоровья, возникает необходимость в новых критериях и биохимических маркерах, основанных на донозологической диагностике метаболических отклонений. Узкий перечень биохимических показателей, достаточно часто применяемый, не всегда позволяет полноценно оценить функциональное состояние органов продуктивных животных. Новейшие методы диагностики, напротив, дают возможность проводить своевременные корректирующие мероприятия, а также прогнозировать возможные изменения продуктивности и в конечном счёте повышают срок эксплуатации высокопродуктивных животных.

Были проведены лабораторные исследования на 28 молочных предприятиях Уральского региона у 38587 коров с продуктивностью выше 6 тыс. кг молока в год. Биохимическое исследование крови содержало перечень базовых биохимических показателей (общий белок, альбумины, мочевины,



Динамика продуктивности коров и срока их хозяйственного использования, 2000–2015 гг.

креатинин, билирубин общий, холестерин, щелочная фосфатаза, АЛТ, АсАТ, кальций, фосфор, магний, калий, натрий, хлориды), а также дополнительные показатели, дающие картину общего состояния обменных процессов, функционального состояния печени, почек, сердечной мышцы, электролитного баланса крови (лактатдегидрогеназа, α -гидроксibuтиратдегидрогеназа, креатинфосфаткиназа, креатинфосфаткиназа — МВ, глутаматдегидрогеназа, γ -глутамилтранспептидаза, холинэстераза, медь, цинк и др.). В общей сложности исследование проводилось по 26 показателям крови.

Главными патологическими состояниями, связанными с нарушением обменных процессов и патологиями внутренних органов, оказались нарушения белкового, минерального, микроэлементного обмена, кислотно-основного равновесия и электролитного баланса крови, а также патология печени, сердечно-сосудистой системы и скелетной мускулатуры.

Исследования показали, что, несмотря на отсутствие клинических расстройств, у 28% обследованных животных были зарегистрированы нарушения белкового обмена, у 58% — минерального обмена, у 41% — кислотно-основного и электролитного баланса. Основную долю в структуре минеральных нарушений составили дисбаланс общего кальция и неорганического фосфора на фоне повышения активности щелочной фосфатазы, реже регистрировались патологические изменения магния — у 1.8% животных. Дефицит комплекса микроэлементов в организме прежде всего отрицательно сказывается на пищеварительном тракте, приводя в том числе к снижению усвоения микроэлементов из кормов. Так, у 16.3% обследованных животных выявлены биохимические признаки развития гипомикроэлементозов.

Таблица 1. Структура патологии коров при донозологической биохимической диагностике

Патологические нарушения	Выявлено животных с синдромом, %	Всего выявлено с патологией, %
<i>Нарушение в работе печени</i> Синдром гепатодепрессии (снижение альбуминов, мочевины, холестерина, холинэстеразы)	18.8	37.6
Синдром цитолиза (повышение активности АСТ, ГлДГ, ЛДГ)	14.9	
Синдром холестаза (повышение активности γ -ГТП, ЩФ, повышение общего билирубина)	16.3	
<i>Нарушение в работе сердца</i> (повышение активности ЛДГ за счёт повышения Альфа-ГбДГ, повышение активности КФК за счёт повышения КФК-МВ)	15.0	15.0
<i>Нарушение в работе мышечной ткани</i> (повышение активности КФК при КФК-МВ в границах физиологической нормы)	8.4	8.4

Оценка функционального состояния внутренних органов коров выявила патологические нарушения: печени — у 38% животных, сердечной мышцы — у 15%, скелетной мускулатуры — у 8.4% (табл. 1).

Синдром гепатодепрессии (18.8% обследованных животных) вызывает снижение массы функционирующей паренхимы печени. При этом синдроме в крови наблюдается пониженное содержание альбуминов, холестерина, мочевины, пониженная активность холинэстеразы. Синдром

холестаза, характеризующийся нарушением секреции или оттока желчи из печени, выявлен у 16.3% коров по следующим признакам: повышение содержания билирубина, активности гаммаглутамилтрансферазы и щелочной фосфатазы. Синдром цитолиза сопровождается повышенной проницаемостью клеточных мембран гепатоцитов или их разрушением. Индикаторами цитолиза служат ферменты, локализованные в цитоплазме клетки лактатдегидрогеназы и находящиеся как в цитоплазме, так и в митохондриях клетки, — аспартатаминотрансфераза и глутаматдегидрогеназа. При этом появление в крови ферментов второй группы указывает на более сильную степень дистрофических изменений в печени. Согласно полученным данным, синдром цитолиза регистрируется у 14.9% обследованных коров. Таким образом, с учётом сопутствующих патологий синдром поражения печени были выявлены у 37.6% животных.

У 15% коров обнаружены биохимические изменения, свидетельствующие о развитии патологии со стороны сердечно-сосудистой системы: повышение лактатдегидрогеназы за счёт изофермента ЛДГ 1,2-Альфагидроксипутирата дегидрогеназы, а также повышение активности креатинфосфатакиназы (КФК) при повышении активности КФК-МВ. Исследование активности КФК позволило установить, что у 8.4% обследованных коров повышение активности фермента происходило за счёт мышечной фракции (КФК-ММ). Этот факт свидетельствует о повреждениях скелетной мускулатуры — травмах, прогрессирующей мышечной дистрофии. Кроме того, повышение активности

Таблица 2. Лейкоз КРС: эпизоотическая ситуация по разным федеральным округам РФ

Федеральный округ	Количество неблагополучных пунктов	%
Российская Федерация в целом	2216	100
Центральный	607	27.33
Северо-Западный	73	3.2
Южный	161	7.2
Северо-Кавказский	26	1.1
Приволжский	570	25.7
Уральский	375	16.9
Сибирский	281	16.8
Дальневосточный	124	12.6

Источник: [6].

общей КФК указывает на последствия кормовых отравлений.

Помимо незаразных заболеваний, существенный урон животноводству наносят инфекционные болезни. Ситуация в России достаточно благополучна по большинству особо опасных болезней животных, таких как ящур, туберкулёз, бруцеллёз, сальмонеллёз и др. Однако в последние годы эпизоотическая ситуация осложнилась по заболеваемости сельскохозяйственных животных африканской чумой свиней, нодулярным дерматитом и оспой овец, коз, сибирской язвой и пр.

Значительный ущерб молочному животноводству наносит получивший широкое распространение лейкоз крупного рогатого скота (лейкоз КРС, *Leukosis bovine*), причём эпизоотическая ситуация по данному повсеместно распространённому заболеванию, к сожалению, не меняется [6]. В ряде регионов до 50–80% молочных коров заражены возбудителем этой болезни (табл. 2). Ликвидация лейкоза КРС длится на молочных фермах более 30 лет. Данные о биологии вируса, вызывающего болезнь, были получены в 1980-х годах, на их основе были разработаны необходимые правовые и регламентирующие документы, позволяющие проводить оздоровительные мероприятия среди крупного рогатого скота. Однако только в трёх субъектах РФ (Свердловская и Ленинградская области, ЯНАО) заболевание к настоящему времени ликвидировано полностью.

Возбудитель лейкоза КРС может в течение многих лет сохраняться в стаде, не вызывая симптоматических признаков и сероконверсии, что указывает как на недостатки диагностики, так и на способность возбудителя обходить иммунный ответ у некоторых особей. До сих пор были доступны данные последовательностей трёх штаммов лейкоза КРС провирусов из различных географических областей [7].

Изучив генетическую структуру вируса лейкоза, легче оптимизировать диагностические методы исследований путём разработки специфичных праймеров для полимеразной цепной реакции. Это позволит с уверенностью выявлять вирусонositeлей в раннем возрасте (15 дней) в оздоровлённых фермах, а также на заключительных этапах оздоровления хозяйств от заболевания. Исследования образцов из различных регионов страны показали, что в Уральском регионе распространён американский вариант вируса лейкоза. Последовательности очень близко связаны друг с другом и сгруппированы в генетической группе А вместе с некоторыми образцами из Польши и Украины. Изучение особенностей строения и функционирования генома вируса/провируса, возможно, позволит в будущем не только понять, но

и управлять течением инфекционного процесса [7], а также обнаруживать инфекцию перед появлением определённого титра антител и отличать активную инфекцию от пассивного материнского иммунитета, когда новорождённые телята с молозивом получают колостральные антитела к вирусу лейкоза КРС (ВЛ КРС).

Дж. Кузмак в своих трудах указывает на то, что генетические варианты ВЛ КРС с определёнными аминокислотными заменами в эпитопах белка *gp51* были найдены у 7.5% инфицированных, но серонегативных животных. В таких случаях выявление антител затруднено, что может мешать серологической диагностике инфекции ВЛ КРС [8].

По результатам секвенирования был выполнен филогенетический анализ и построена дендрограмма территориального распределения штаммов ВЛ КРС согласно международной классификации. На основании результатов филогенетического анализа удалось классифицировать опытные штаммы в пределах группы и подгруппы, а также сравнить их с известными мировыми изолятами. Были определены различия между группами и дистанция между известными генотипами вируса: при сравнении основные мутационные изменения расположены в эпитопах 2 ND и CD8+ (подгруппа цитотоксических лимфоцитов), последний из которых отвечает за подавление иммунного ответа в организме – выработку Т-лимфоцитов. У таких животных в крови циркулирует большое количество провируса, наблюдается лейкоцитоз, иммунологический ответ подавлен.

Зафиксированный “агрессивный” тип вируса преимущественно определяется в группе III (подгруппа В), его наличие объясняется эволюционным этапом приспособления вируса при территориальном перемещении в организме хозяина.

Сравнение 18 образцов, взятых из различных регионов России, с 62 известными мировыми штаммами, взятыми в GenBank (NCBI), позволило выделить 4 группы ВЛ КРС, генетическая дистанция между которыми была не столь велика. Было подтверждено проведённое генотипирование: на дендрограмме отчётливо видны различия между австралийским и бельгийским типами ВЛ КРС, определёнными нами в каждом из изолятов при ПДРФ (полиморфизм длин рестрикционных фрагментов – способ исследования геномной ДНК). В первой группе вместе с изолятами из Чили, Польши и Украины располагались все образцы из Свердловской области (2, 3, 4, 5), один из Краснодарского края (3), один из Курганской области (4К) и три образца из Тюменской. В III группе вместе с образцами из Польши, Бельгии, Украины, Германии, Чили располагались четыре изолята из Краснодарского края (1., 2., 4., 5.), два

из Челябинской области (4Z, 5Z), один образец из Курганской области (3K) и один из Тюменской области (Ялуторовский район (6T)). Один изолят из Курганской области располагался отдельно, на границе II и III групп, по результату ПДРФ он был отнесён к типу А/В.

Таким образом, иммунно-биохимические и молекулярно-генетические маркеры являются индикаторами здоровья продуктивных животных, и их необходимо использовать в целях повышения эффективности ранней диагностики, а значит, и своевременной коррекции патологических состояний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ушачёв И.Г. Импортзамещение в агропромышленном комплексе: тенденции, проблемы, пути развития // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2016. № 1. С. 2–10.
2. Шабунин С.В., Нежданов А.Г. Системное решение проблемы сохранения воспроизводительной способности и продуктивного долголетия молочного скота // Ветеринария сельскохозяйственных животных. 2014. № 8. С. 3–13.
3. Фисинин В.И. Успехи и проблемы российского животноводства // Животноводство России. 2008. № 1. С. 4–6.
4. Смирнов А.М., Бутко М.П., Гуненкова Н.К. Обеспечение ветеринарно-санитарного благополучия на территории Российской Федерации // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2011. № 1. С. 7–11.
5. Стрекозов Н.И., Чинаров В.И., Чинаров А.В. Стратегические направления развития молочного скота // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2016. № 4. С. 11–14.
6. Гулюкин М.И., Барабанов И.И., Иванова Л.А. и др. Мониторинг эпизоотической ситуации по лейкозу крупного рогатого скота в товарных и племенных хозяйствах Российской Федерации за 2014–2015 годы // Ветеринария и кормление. 2016. № 4. С. 35–41.
7. Ломакина Н.Ф., Гулюкин М.И. Генотипирование вирусов лейкоза КРС, циркулирующих в хозяйствах Московской, Калужской и Ростовской областей // Молекулярная диагностика. 2010. № 2. С. 140–142.
8. Rola-Luszczak M., Pluta A., Olech M. et al. The molecular characterization of Leukemia Virus Isolates from Eastern Europe and its impact on Phylogeny // PLOS ONE. 2013. V. 8. Is. 3: e58705.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**МОЛЕКУЛЯРНЫЕ И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
В СОЗДАНИИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

© 2017 г. ДОКЛАД АКАДЕМИКА РАН В.Ф. ПИВОВАРОВА,
ДОКТОРА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК О.Н. ПЫШНОЙ,
КАНДИДАТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК Л.К. ГУРКИНОЙ,
КАНДИДАТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК Т.С. НАУМЕНКО

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур,
пос. ВНИИССОК, Россия
e-mail: vniissok@mail.ru

Поступил в редакцию 21.11.2016 г.

Авторы представляют результаты, полученные научным коллективом Всероссийского научно-исследовательского института селекции и семеноводства овощных культур. На конкретных примерах демонстрируется эффективность методов и технологий создания генетических ресурсов овощных культур: цитогенетических GISH- и FISH-методов, технологии получения удвоенных гаплоидов в культуре неопылённых семян, молекулярного маркирования, применяемого как для видовой и сортовой идентификации овощных культур, так и для изучения и идентификации генов, отвечающих за хозяйственно ценные признаки. Отдельно рассмотрены результаты регулярного мониторинга фитосанитарной обстановки — выявление видового состава патогенов, ранее не зафиксированных на овощных культурах в отдельных регионах и по стране в целом, и разработка научных основ оценки и отбора овощных культур с высокоэффективной антиоксидантной системой для создания функциональных пищевых продуктов, имеющих важное социально-экономическое значение.

Ключевые слова: генетические ресурсы, овощеводство, селекция и семеноводство, сорта и гибриды, источники и доноры хозяйственно ценных признаков, биотехнологические и молекулярно-генетические методы, межвидовая гибридизация, фитопатологический мониторинг, антиоксиданты, функциональные пищевые продукты.

DOI: 10.7868/S0869587317040144

Овощеводство — ведущая отрасль экономики любой страны. Одной из теоретических основ овощеводства является селекция, развитие которой базируется на наличии необходимых генетических ресурсов, в том числе на создании принципиально новых источников и доноров хозяйственно ценных признаков. В последние годы уровень и темпы развития овощного рынка диктуют необходимость быстрой сортосмены. Решение этой задачи в относительно короткие сроки возможно лишь при сочетании методов классической селекции с инновационными приёмами. Использование биотехнологических и молекулярно-генетических методов позволяет создавать генетические ресурсы с гарантированным комплексом признаков.

Межвидовая гибридизация относится к основным селекционным методам передачи

хозяйственно ценных признаков от дикорастущих видов к культурным сортам и разновидностям, что позволяет расширить спектр генетической изменчивости культурных растений. Во Всероссийском научно-исследовательском институте селекции и семеноводства овощных культур (ВНИИССОК) проводятся исследования по межвидовой гибридизации лука, моркови, перца, капусты. В результате этой работы в роде *Allium* L. созданы формы межвидовых гибридов лука, источники высокой устойчивости к пероноспорозу. На основе созданных межвидовых форм *A. cepa* × *A. fistulosum*, *A. cepa* × *A. oschanini*, *A. cepa* × *A. vavilovi* получены новые сорта лука с низким баллом поражения пероноспорозом и высокой урожайностью (Изумрудный, Сигма, Золотые купола, Цепариус и др.) [1].

Среди гибридного потомства от комбинаций скрещивания видов моркови *Daucus carota* × *D. luspifolius*,

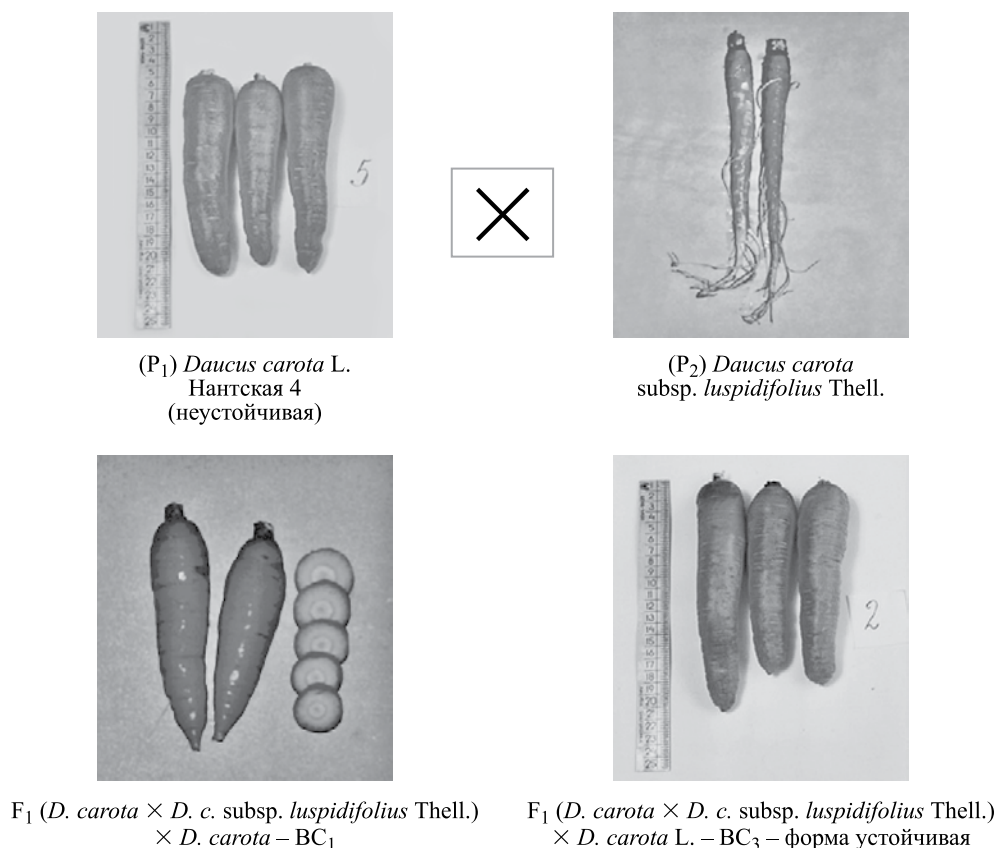


Рис. 1. Получение межвидового гибрида моркови *Daucus carota* × *D. Luspdifolius*

D. carota × *D. gingidium*, *D. carota* × *D. c. ssp. libanotifolia* и ряда других выделены формы с сочетанием высокой устойчивости к альтернариозу, интенсивно-оранжевой окраски корнеплода и других признаков культурной моркови (рис. 1) [2].

На основании межвидовой гибридизации фасоли (*Phaseolus vulgaris* × *P. multiflorum*) получены источники кустовой формы, устойчивые к бактериозу [3], а в результате межвидовой гибридизации баклажана *Solanum aethiopicum* × *S. melangena* × *S. makrokarpon* — формы с высоким содержанием в мякоти плодов фенольных соединений — в 1.3 раза, и фенолкарбоновых кислот — в 1.6–1.7 раза выше, чем у вида *S. melangena* [4, 5].

Разработана технология создания исходного материала перца, устойчивого к вирусным заболеваниям. При этом в гибридизацию, охватывающую все этапы селекционного процесса и включавшую реализацию биотехнологических (культивирование *in vitro* изолированных зародышей для преодоления несовместимости) и современных молекулярно-генетических подходов (молекулярный контроль на наличие *R*-генов резистентности у диких видов и межвидовых гибридов с помощью методики *RGA*-маркирования), были вовлечены виды *Capsicum annuum*, *C. frutescens*, *C. chinense* и

C. baccatum [6]. Так удалось создать линии перца, толерантные к вирусу бронзовости томата (TSWV). Данные исследования были поддержаны Министерством сельского хозяйства РФ (грант ГК № 1282/13) [там же].

Цитогенетические исследования с привлечением высокоэффективных способов диагностики особенностей гибридных форм с помощью флуоресцентной геномной *in situ* гибридизации (GISH и FISH) сопровождают процесс создания и оценки форм межвидовых гибридов.

GISH-метод, позволяющий чётко различать родительские геномы в межвидовом гибриде, является одним из методов флуоресцентной *in situ* ДНК гибридизации, где в качестве пробы используется тотальная геномная ДНК, и выявляет гибридную природу натуральных и синтетических гибридов. По данным геномной *in situ* гибридизации установлена хромосомная структура шести гибридов между *Allium cepa* L. и *A. fistulosum* L., относительно устойчивых к пероноспорозу, выявлена одна рекомбинантная форма и определены места рекомбинаций на гомологичных хромосомах 7 *A. cepa* L. и *A. fistulosum* L. [7]. Исследования проводились в сотрудничестве с Центром молекулярной биотехнологии Российского

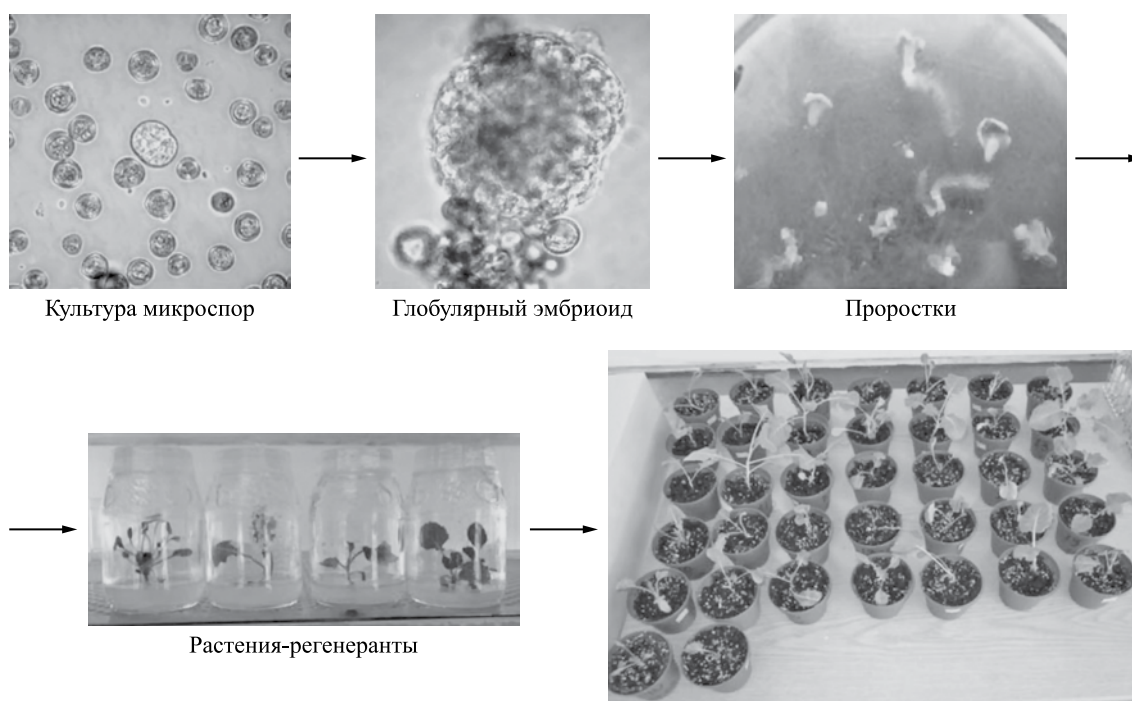


Рис. 2. Этапы получения удвоенных гаплоидных линий капусты брокколи

государственного университета (РГАУ – МСХА) им. К.А. Тимирязева.

Сравнительное изучение кариотипов близкородственных видов позволяет определить степень их близости и предсказать успех работы по отдалённой гибридизации с привлечением в селекционный процесс дикорастущих сородичей культурных растений – источников повышенной устойчивости к патогенам.

Получение удвоенных гаплоидов. В современной селекции одной из важнейших задач является быстрое достижение константности селекционного материала. Наиболее остро эта проблема стоит при создании гибридов, для которых требуются гомозиготные линии с высокой комбинационной способностью. Обычно эти линии получают путём длительного инбридинга в течение 5–10 поколений, но использование современных биотехнологических подходов позволяет почти вдвое ускорить этот процесс.

В настоящее время во ВНИИССОК усилия направлены на совершенствование технологий получения удвоенных гаплоидов в культуре микроспор у различных овощных культур. В институте уже разработана отечественная технология получения удвоенных гаплоидных линий перца через культуру пыльников/микроспор, с её использованием созданы удвоенные гаплоидные линии различных сортов и межвидовых гибридов перца [8]. На основе удвоенных гаплоидных линий,

характеризующихся пониженной теплотребовательностью, получены гибриды перца сладкого F_1 Натали и Гусар. Они обладают высокой продуктивностью и качеством продукции, а по параметрам холодостойки превышают эталон – сорт Здоровье (данная работа была поддержана грантами Минобрнауки России, ГК № 16.M04.11.0004 и ГК № 14.M04.12.0013 [9]). Для получения удвоенных гаплоидов у капустных культур была оптимизирована базовая методика культуры микроспор рапса, благодаря чему созданы удвоенные гаплоидные линии капусты китайской, брокколи (линия БР 1–1, рис. 2) и белокочанной, которые включены в селекционный процесс создания гетерозисных гибридов [9–12].

Технологии получения удвоенных гаплоидов в культуре неопылённых семязачек разработаны для целого ряда овощных культур, таких как морковь, лук, огурец, кабачок, тыква, свёкла столовая [13, 14]. По эффективности выхода удвоенных гаплоидных растений огурца отечественная технология превосходит зарубежные аналоги в несколько раз (работа поддержана грантом РФФИ, № 08-04-13513-офи_ц) [13].

Молекулярное маркирование. Для получения разнообразных форм растений необходимо поддерживать генетическую коллекцию и отбирать генотипы с проявлением желательных свойств или признаков. Идентифицировать и классифицировать все коллекционные и полученные

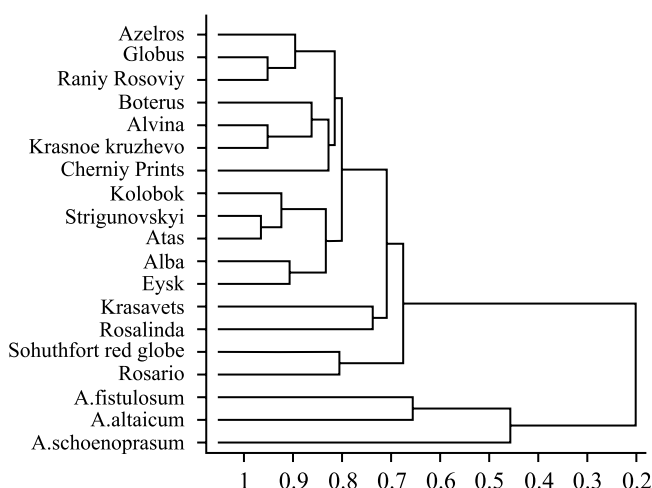


Рис. 3. Дендрограмма генетических расстояний, построенная на основе изменчивости восьми микросателлитных локусов

генетические формы растений помогают методы ДНК-анализа. Знание генетической основы образцов в коллекции и новых полученных форм позволяет предсказать процесс селекции и проводить отбор на основе информации о наличии генов, которые отвечают за проявление хозяйственно ценных признаков, или данных, полученных в результате ДНК-типирования (генотипирования).

Среди многих техник генотипирования сортов лука (*Allium cepa* L.) можно выделить использование микросателлитных маркеров (SSRs) и полиморфизм одного нуклеотида (SNPs). Эти техники молекулярного анализа характеризуются высокой воспроизводимостью, точностью и в отличие от других ДНК-методов обладают высокой разрешающей способностью при оценке близкородственных генотипов. Поскольку геном лука – самый большой среди овощных растений (16GB), информация о его полиморфных локусах крайне ограничена, то есть разработка ДНК-маркеров для селекции лука репчатого и его близкородственных видов открывает возможности для получения конкурентоспособного селекционного материала с учётом его генетической уникальности и/или отличия (рис. 3) [15].

В последние десятилетия стали всё шире использоваться технологии молекулярного маркирования, которые позволяют контролировать перенос хозяйственно ценных генов от одного организма к другому. Косвенный отбор на основе методов молекулярного генотипирования делает возможным детектирование желаемых аллелей и гаплотипов уже на ранних стадиях развития растения, что существенно сокращает и упрощает селекционный процесс. Использование кодоминантной маркерной системы исключает из

селекционного процесса этап тестирования гибридного потомства с целью выявления генотипов, несущих искомые рецессивные аллели.

Во ВНИИССОК активно разрабатывается и используется молекулярное маркирование как для видовой и сортовой идентификации овощных культур, так и для изучения и идентификации генов, отвечающих за определённые хозяйственно ценные признаки. Для создания гибридов овощных культур на стерильной основе важнейшим признаком является цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС). В институте разработана система ДНК-идентификации различных типов стерильной цитоплазмы у капустных культур на основе мультиплексной полимерной цепной реакции (ПЦР). С её помощью все типы цитоплазмы определяются за одну реакцию, а значит, повышается эффективность отбора линий закрепителей и восстановителей стерильности [16].

Найден новый аллельный вариант локуса *orf138*, отвечающего за проявление стерильной цитоплазмы типа *Ogura*. Он зарегистрирован ВНИИССОК в международной базе данных Gen Bank: KR149045.1. С использованием молекулярных SCAR-маркеров идентифицированы митохондриальные гены *coxII* и *atp6*, отвечающие за признак ЦМС, у образцов перца сладкого селекции ВНИИССОК и межвидовых гибридов *Capsicum frutescens* и *C. chinense*, полученных через эмбриокультуру, что позволяет идентифицировать образцы со стерильной и фертильной цитоплазмой [17]. Благодаря проведённой с помощью ПЦР-маркеров на митохондриальные гены *orfA501* и *cob* оценке образцов лука репчатого селекции ВНИИССОК, удалось не только идентифицировать образцы со стерильной и фертильной цитоплазмой, но и определить фенотипически неразличимые типы стерильной цитоплазмы (*S*- или *T*-плазмотип) [18].

В области частной генетики разработан способ создания мужских стерильных (*ms*) линий *A* и фертильных линий *B* – закрепителей стерильности с типом ЦМС *petaloid* на моркови (*Daucus carota* L.), с использованием которого были получены мужские стерильные линии (1132–254–1, 1132–147–2), обладающие ЦМС типа *petaloid*, и инбредные фертильные линии (333–254–1, 333–147–2), являющиеся закрепителями мужской стерильности типа *petaloid* [2]. Также был разработан кодоминантный маркер на ген *Pun1* – один из генов, отвечающих за признак остроты у перца. Данный молекулярный маркер применялся для скрининга расщепляющейся популяции F_2 перца с целью выявления гомо- и гетерозиготных образцов, обеспечивая отбор растения с желаемой комбинацией аллелей гена *Pun1* уже на стадии проростка, тем

самым сократив объём высаживаемого материала и увеличив эффективность отборов [17].

По результатам оценки удвоенных гаплоидных растений перца по уровню экспрессии холод-индуцируемых генов, который определялся с помощью Real-Time PCR, были выделены удвоенные гаплоиды DH-44 и DH-12, показавшие максимальный уровень экспрессии пяти из шести стресс-индуцируемых генов (при различных экспозициях холодового стресса), что характеризует их как источники холодостойкости [17] (рис. 4).

По данным проведённого SSR-анализа, для сортов и гибридов сотрудниками ВНИИССОК определён диагностический набор наиболее информативных локусов, которые показали высокую эффективность в выявлении внутривидового полиморфизма и идентификации сортов. Для каждого исследованного сорта установлена аллельная SSR-формула, которая может быть использована в качестве основы его молекулярного паспорта. Молекулярные микросателлитные маркеры и разработанные на их основе молекулярно-генетические паспорта сортов могут применяться для контроля сортовой чистоты и определения степени гибридности при получении коммерческих гибридов, важно, что они обеспечивают защиту авторских прав селекционера [19].

Мониторинг фитосанитарной обстановки. В связи с постоянной внутривидовой изменчивостью патогенов под действием различных факторов, в том числе и селекции, возникает необходимость регулярного мониторинга фитосанитарной обстановки. В результате проведённого мониторинга возбудителей болезней овощных культур и изучения их видовой принадлежности выделены роды и виды грибов и фитопатогенных бактерий, прежде не зарегистрированных в условиях Центрального региона РФ. Выделены и идентифицированы ранее неизвестные патогены на моркови: *Sclerotinia nevaes*, *Gleocladium roseum*, *Verticillium* spp., *Trichotecium roseum*, *Streptomyces scabies*, *F. nivale*, *F. chlamidosporum*, *F. equiseti*, *F. proliferatum*, *Chaetomium* spp., *Erysiphe umbelliferum*, фитопатогенная бактерия *Erwinia carotovora* [20]. Из поражённых растений салата латука выделены, идентифицированы и подтверждены методом электронной микрографии и данными иммуноферментного анализа вредоносные для семенодства вирусы *Lettuce mosaic virus* — *LMV* и *Tomato aspermy cucumovirus* — *AsTV* (в селекции на устойчивость к *Tomato aspermy cucumovirus*) [21]. Идентифицирован также вирус обыкновенной мозаики гороха (*PMV*) на сортообразцах горошка душистого [22].

Основными возбудителями заболеваний моркови в период хранения являются альтернариозные

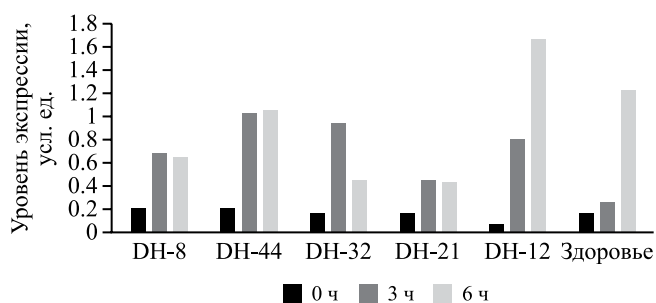


Рис. 4. Уровень экспрессии гена *caerebp-cl* у пяти удвоенных гаплоидов перца и донорского сорта Здоровье в контроле (без стресса холода — 0 ч) и в опыте (после 3–6 ч холодового стресса), полученный с помощью ПЦР в реальном времени

гифомицеты: *Alternaria* spp., *Ulocladium* spp., *Embellisia* spp., *Stemphylium* spp., *Nimbica* spp. Выделены и идентифицированы новые виды рода *Alternaria*, вызывающие бурую пятнистость листьев, — *A. infectoria*, *A. alternata*, *A. arborescens*, и гифомицеты родов *Embellisia* spp. и *Nimbica* spp. Установлено, что в патогенезе чёрной гнили моркови в период хранения участвуют виды *Alternaria*: *A. radicina*, *A. cheiranthi*, *A. corotiincultae*, *A. cinerariae*, *Cladosporium* spp. [20]. На луке зафиксирован новый для Центрального региона РФ патоген *Aspergillus niger* (рис. 5), вызывающий чёрную плесень к концу вегетации и в период хранения [23]. На чесноке озиом выделены и описаны четыре новых вида рода *Fusarium*: (*F. semitectum*, *F. subglutinans*, *F. Proliferatum*, *F. avenacium*) [24], на корнеплодах свёклы столовой — *Typhula ishikariensis*, на семенах редиса — *Drechslera* Бондарцева [20].

Ежегодно проводимый скрининг селекционного материала позволяет выделить источники устойчивости и толерантности, способствующие созданию целого ряда сортов и гибридов овощных культур с групповой устойчивостью к болезням.

Создание генетических ресурсов с повышенным содержанием биологически активных веществ и антиоксидантов. Пища — источник низкомолекулярных метаболитов — биологически активных веществ (БАВ) и антиоксидантов (АО), большинство из которых содержится в микроколичествах (миллиграммах или ещё в меньших количествах). Благодаря развитию метабономики становится понятным, что в пище, помимо вторичных метаболитов и гормонов, присутствуют химические соединения, передающие сигналы, которые воспринимаются специфически чувствительными рецепторами организма. Все сигнальные молекулы запускают синтез белков, ферментов, могут изменять направленность обмена веществ, активировать защитные реакции. Биологически активные вещества не являются пищевыми

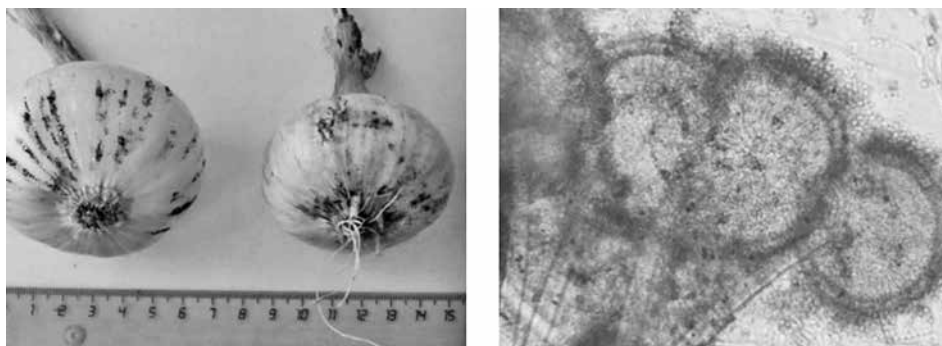


Рис. 5. Поражение лука репчатого в период вегетации чёрной плесенью и возбудитель *Aspergillus niger*

веществами, они участвуют в регуляции функций организма. Отсюда понятно, почему возник повышенный интерес к функциональным продуктам растительного происхождения. Проблему дефицита биологически активных веществ в традиционных продуктах питания можно решить с помощью функциональных продуктов, полученных при переработке растительного воспроизводимого сырья, обогащённого низкомолекулярными метаболитами-антиоксидантами и биологически активными веществами. Поэтому овощные культуры с повышенным содержанием АО представляют собой фармакологический комплекс.

Для создания функциональных пищевых продуктов, имеющих важное социально-экономическое значение, во ВНИИССОК разработаны научные основы оценки и отбора овощных культур с высокоэффективной антиоксидантной системой, ориентированные на применение инновационных технологий. Впервые установлены физиолого-биохимические закономерности формирования высокоэффективной антиоксидантной системы в овощных растениях, определены состав и содержание антиоксидантов-биофлавоноидов, бетацианинов, аскорбиновой кислоты, их физико-химические свойства, активность и молекулярные механизмы протекторного действия. В связи с этим особое внимание уделяется исследованиям по выделению доноров и источников высокого качества — содержания БАВ и АО в продуктовых органах, а также низкого накопления поллютантов. Собран уникальный сортимент зелёных, пряно-вкусовых, лекарственных и цветочных культур.

Установлены гены (*RR*, *Rr*), контролирующие увеличение ликопина и β -каротина в красных плодах томата. Выделен источник высокого содержания ликопина — сорт Чаровница красная. Созданы линии томата для открытого грунта с высоким содержанием сухого вещества, простых сахаров, ликопина и других БАВ [25].

С привлечением географически отдалённых родительских форм созданы источники и доноры

тыквы крупноплодной, отличающиеся высоким содержанием каротиноидов (до 25 мг%), моносахаров и сухого вещества, с экзотическим вкусом и фруктовым ароматом.

Определение первичной нуклеотидной последовательности фрагмента гена *VTC2* позволило ранжировать 12 видов амаранта по накоплению аскорбиновой кислоты с использованием выявленного для семейства *Amaranthaceae* маркера, отвечающего за синтез и накопление этого антиоксиданта. Создание молекулярных маркеров для генов, отвечающих за синтез аскорбиновой кислоты и использование их при проведении маркер-ориентированной селекции, должны значительно ускорить создание новых сортов амаранта с повышенным содержанием витамина С [26].

Выделен исходный материал гороха овощного разных групп спелости, являющийся источником высокой продуктивности, числа плодущих узлов, наибольшего числа бобов на узле, высокого прикрепления первого боба, длины и типа стебля: Альфа, 17 ПСИ-09, 1003—10, Афилла, Радар, Изумруд, Дарунок [3]. Созданы детерминантные безлисточковые формы с повышенной прочностью стебля и позднеспелые образцы гороха овощного с замедленным переходом сахара в крахмал. Используя их, можно решить стратегическую задачу в создании неполегающих сортов гороха овощного. Для ещё одной высокобелковой и экономически значимой культуры — сои овощной — выделены источники и доноры скороспелости, продуктивности, крупносемянности и числа семян в бобе для создания конкурентоспособных отечественных сортов, пригодных для выращивания в средней полосе России.

* * *

Использование биотехнологических и молекулярно-генетических методов наряду с классическими методами селекции позволило создать признаковую коллекцию, состоящую из генетических источников и доноров хозяйственно

ценных признаков, которая насчитывает более 16 тыс. образцов по 118 культурам. Таким образом, созданные во ВНИИССОК генетические ресурсы овощных, бахчевых и цветочных культур в целом являются основой селекции и большим вкладом в аграрную науку и представляют огромную материальную и интеллектуальную ценность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимин Н.И., Пышная О.Н., Агафонов А.Ф. и др. Межвидовая гибридизация овощных растений (*Allium* L. – лук, *Daucus* L. – морковь, *Capsicum* L. – перец). М.: Изд-во ВНИИССОК, 2013.
2. Тимин Н.И., Тимина Л.Т. Селекционно-генетическая идентификация инбредных форм и линий моркови // Селекция и семеноводство овощных культур. 2015. № 46. С. 555–560.
3. Пронина Е.П., Котляр И.П., Ушаков В.А., Антошкин А.А. Селекция овощных бобовых культур в ФГБНУ ВНИИССОК со времени его основания // Зернобобовые культуры – развивающееся направление в России. I Международный форум. Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2016. С. 18–24.
4. Баклажан *Solanum* spp. / Под ред. В.Ф. Пивоварова. М.: ВНИИССОК, 2015.
5. Верба В.М., Мамедов М.И., Пышная О.Н., Шмыкова Н.А. Фенольные соединения в плодах различных видов баклажана (*Solanum melongena*, *S. integrifolium*, *S. aethiopicum*) и их гибридов F_1 , селекции ВНИИССОК // Овощи России. 2011. № 3. С. 28–33.
6. Енгальцева И.А., Пышная О.Н., Джос Е.А. и др. Использование межвидовой гибридизации в селекции перца и салата на устойчивость к вирусной инфекции // Russian Agricultural Science Review. 2015. Т. 6. С. 2–4.
7. Budylin M.V., Khrustaleva L.I., Kan L.Y., Romanov V.S. GISH study of advanced generation of the interspecific hybrids between *Allium cepa* L. and *Allium fistulosum* L. with relative resistance to downy mildew // Russian Journal of Genetics. 2014. Т. 50. С. 387–394.
8. Шмыкова Н.А., Пышная О.Н., Шумилина Д.В., Джос Е.А. Морфологические характеристики удвоенных гаплоидных растений перца, полученных в культуре микроспор/пыльников *in vitro* межвидовых гибридов *Capsicum annuum* L. и *C. chinense* Jacq // Доклады РАСХН. 2014. № 5. С. 21–25.
9. Шмыкова Н.А., Шумилина Д.В., Супрунова Т.П. Получение удвоенных гаплоидов у видов рода *Brassica* L. // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. Т. 19. С. 111–120.
10. Shumilina D.V., Shmykova N.A., Bondareva L.L., Suprunova T.P. Effect of genotype and medium culture content on microspore-derived embryo formation in Chinese cabbage (*Brassica rapa* ssp. *chinensis*) cv. Lastochka // Biology Bulletin. 2015. Т. 42. С. 302–309.
11. Батманова А.И., Бондарева Л.Л., Шумилина Д.В. и др. Оценка гибридных комбинаций капусты белокочанной с использованием линий удвоенных гаплоидов на комплекс хозяйственно ценных признаков // Селекция и семеноводство овощных культур. 2015. № 46. С. 118–125.
12. Шмыкова Н.А., Шумилина Д.В., Бондарева Л.Л., Заблוצкая Е.А. Совершенствование ДН-технологии получения удвоенных гаплоидов капусты брокколи // Селекция и семеноводство овощных культур. 2015. № 46. С. 601–608.
13. Шмыкова Н.А., Супрунова Т.П. Индукция гиногенеза в культуре *in vitro* неопыленных семязпочек *Cucumis sativus* L. // Гавриш. 2009. № 4. С. 40–44.
14. Домблдес Е.А., Шмыкова Н.А., Заячковская Т.В. и др. Doubled haploid plant production from *in vitro* culture of unpollinated ovules of summer squash (*Cucurbita pepo* L.) // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиолого-биохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты). Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвящённой 30-летию отдела биотехнологии растений Никитского ботанического сада. Симферополь: ИТ “АРИАЛ”, 2016. С. 28–29.
15. Домблдес А.С., Домблдес Е.А., Романов В.С. и др. Полиморфизм ISSR и SSR маркеров у представителей рода *Allium* L. // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиолого-биохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты). Материалы VI Международной научно-практической конференции. Симферополь: ИТ “АРИАЛ”, 2014. С. 163.
16. Domblides E.A., Domblides A.S., Zayachkovskaya T.V., Bondareva L.L. Identification of cytoplasm types in accessions of the Brassicaceae family (*Brassicaceae* Burnett) by DNA markers // Russian Journal of Genetics: Applied Research. 2016. Т. 6. С. 510–519.
17. Пышная О.Н., Мамедов М.И., Шмыкова Н.А. и др. Использование классических и современных методов в селекции перца *Capsicum* L. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 55. С. 213–216.
18. Супрунова Т.П., Логунов А.Н., Логунова В.В., Агафонов А.Ф. Определение типа цитоплазматической мужской стерильности лука репчатого (*Allium cepa* L.) селекции ВНИИССОК с помощью молекулярных маркеров // Овощи России. 2011. № 4. С. 20–21.

19. Снигирь Е.А., Пышная О.Н., Кочиева Е.З., Рыжова Н.Н. AFLP-анализ сортового полиморфизма *Capsicum annuum* L. // Сельскохозяйственная биология. 2013. № 1. С. 53–60.
20. Тимина Л.Т., Енгальчева И.А. Комплекс патогенов на овощных культурах в условиях Центрального региона РФ // Овощи России. 2015. № 3–4. С. 123–129.
21. Енгальчева И.А., Павлова О.В. Межвидовая гибридизация салата (*Lactuca sativa* L.) в селекции на устойчивость к *Tomato aspermy virus* // Вестник защиты растений. 2016. Т. 89. С. 68–70.
22. Енгальчева И.А., Плешакова Т.И., Гапека А.В., Тимина Л.Т. Мониторинг особо опасных вирусных заболеваний культур семейства бобовых в условиях Московской области // Повышение эффективности сельскохозяйственной науки в современных условиях. Материалы Международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов 17–18 ноября 2015 г. Орёл: ФГБНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур, 2015. С. 41–44.
23. Агафонов А.Ф., Тимина Л.Т., Шестакова К.С. Вниманию луководов – чёрная плесень лука // Овощи России. 2012. № 3. С. 48–51.
24. Пивоваров В.Ф., Никульшин В.П., Тимина Л.Т., Шестакова К.С. Патогенная микрофлора чеснока озимого // Вестник РАСХН. 2009. № 5. С. 63–64.
25. Кондратьева И.Ю., Гинс М.С., Гинс В.К., Ильенко М.С. Особенности наследования скороспелости и содержания ликопина у гибридов F_1 томата // Вестник РАСХН. 2011. № 5. С. 46–48.
26. Торрес Миньо К.Х. Оценка сортов амаранта с использованием биохимических и молекулярных методов для создания функциональных продуктов на основе листовой биомассы. Автореф. дисс. канд. сельскохозяйственных наук: 06.01.05, 06.01.09. М., 2015.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РАСТЕНИЙ,
ЖИВОТНЫХ И МИКРООРГАНИЗМОВ НА СЛУЖБЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА**

ПОСТАНОВЛЕНИЕ НАУЧНОЙ СЕССИИ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ РАН

DOI: 10.7868/S0869587317040156

Развитие фундаментальных исследований в области сельского хозяйства является необходимым условием для создания новых конкурентоспособных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, пород, типов и кроссов животных, в том числе птицы, полезных штаммов микроорганизмов с целью решения проблемы продовольственной безопасности страны и обеспечения населения качественными продуктами питания. Предметом этих исследований являются генетические ресурсы растений, животных и микроорганизмов, которые приобрели исключительное научное и народнохозяйственное значение для Российской Федерации.

На Научной сессии Общего собрания РАН представлены доклады, освещающие достижения отечественной фундаментальной науки в сфере изучения генетического разнообразия геномов животных, растений и микроорганизмов, которые дали новое понимание роли генетических ресурсов в обеспечении основных функций организма на уровнях геномики, транскриптомики, метабомики и др.

Изучение и использование генетических ресурсов стало междисциплинарной проблемой, решением которой занимаются специалисты в области биологии, математики, химии, геологии, климатологии и других научных дисциплин, их всесторонняя оценка невозможна без широкого использования современных информационных технологий — нового мощного метода научного анализа. Именно Российская академия наук как уникальная государственная организация, объединяющая учёных с высоким уровнем знаний в областях наук, способна обеспечить комплексные исследования по изучению, сохранению и использованию генетических ресурсов растений, животных и микроорганизмов.

В последние годы изучение генетических ресурсов и сопряжённых вопросов находится в центре внимания мировой науки в связи с обеспечением продовольственной безопасности, является приоритетным направлением практически во всех

странах мира не только на ближайшее, но и на отдалённое будущее.

В научных организациях, подведомственных ФАНО России, находящихся под научно-методическим руководством РАН, вузах и учреждениях других ведомств сосредоточен уникальный кадровый и научно-технический потенциал, воспитанный на традициях отечественных научных школ, который способен вывести российские разработки на мировой уровень.

Учитывая предложения, высказанные в ходе обсуждения проблем, рассматриваемых на научной сессии, Общее собрание РАН ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Одобрить направления научных исследований в области поиска, изучения, сохранения и использования генетических ресурсов растений, животных и микроорганизмов.

2. Поручить академикам-секретарям отделений РАН по областям и направлениям науки усилить взаимодействие учёных, выполняющих исследования в области изучения и использования генетических ресурсов, с заинтересованными органами законодательной и исполнительной власти, бизнесом по вопросам решения проблем продовольственной безопасности страны и обеспечения населения качественными продуктами питания.

3. Усилить координацию научных исследований в области поиска, изучения, сохранения и использования генетических ресурсов в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук и программ Президиума РАН, обратив особое внимание на проведение комплексных междисциплинарных исследований.

4. Рекомендовать заинтересованным отделением РАН по областям и направлениям науки и региональным отделениям РАН ориентировать исследователей в области изучения и использования генетических ресурсов на реализацию полного инновационного цикла: фундаментальные исследования — прикладные исследования — создание

сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, пород, типов и кроссов животных, птицы, рыб, полезных насекомых и микроорганизмов — производственные испытания — распространение и реализация биологического потенциала в производстве.

5. Президиуму РАН принять меры к сохранению и развитию программ фундаментальных научных исследований Президиума Российской академии наук как к апробированному конкурсному механизму эффективной реализации междисциплинарных комплексных исследований.

6. Принять в качестве основного направления развития фундаментальных исследований в области генетических ресурсов работу по молекулярной селекции, включая создание источников и доноров экономически важных генов и признаков растений, животных и микроорганизмов, а также разработку новых технологий их трансформации.

7. Шире использовать методы молекулярной генетики с целью идентификации новых генов, регуляторных элементов и физиолого-биохимических механизмов.

8. Рекомендовать ФАНО России использовать целевое финансирование селекционных центров России по животноводству и растениеводству с целью создания, конструирования современных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, пород и кроссов животных и птицы, характеризующихся высокой продуктивностью, устойчивостью к болезням, абиотическим и биотическим факторам среды.

9. Рекомендовать Российскому научному фонду, Российскому фонду фундаментальных исследований шире включать в тематику конкурсов и выделять гранты на работы по исследованиям, связанным с использованием генетических ресурсов растений, животных и микроорганизмов.

10. Считать целесообразным обратиться в Правительство Российской Федерации с предложением о необходимости выделения финансовых средств специального назначения, в том числе валютных, для проведения экспедиций по сбору генетических ресурсов сельскохозяйственных растений, животных и их диких сородичей, микроорганизмов как на территории Российской Федерации, так и зарубежных государств.

11. Считать первоочередной задачей повышение эффективности подготовки научных кадров и укрепление кадрового потенциала научных организаций, используя для этого российские научные школы выдающихся учёных, активно участвующие в формировании, сохранении и использовании коллекций генетических ресурсов.

12. Считать необходимой модернизацию приборно-методической базы и инфраструктуры для проведения научных исследований в области генетических ресурсов животных, растений и микроорганизмов, в том числе селекционно-генетических центров, взяв за основу передовые разработки мирового уровня в этой области.

13. Просить Правительство Российской Федерации ускорить принятие федерального закона “О генетических ресурсах растений для селекции сортов и гибридов сельскохозяйственных растений”, устанавливающего правовые основы государственной политики в области воспроизводства, хранения, изучения и использования генетических ресурсов растений. Предусмотреть в законопроекте отнесение земельных участков, занятых коллекциями генетических ресурсов, к особо ценным землям с целью недопущения изъятия этих земель и их использования в иных целях.

14. Просить Государственную думу Федерального собрания Российской Федерации внести поправки в федеральные законы от 17 января 1997 г. № 149-ФЗ “О семеноводстве” и от 3 августа 1995 г. № 123-ФЗ “О племенном животноводстве”, предусматривающие определение правового статуса селекционно-семеноводческих центров в растениеводстве и селекционно-генетических центров в животноводстве. Установить, что государственная поддержка этим центрам оказывается в случае их нахождения в составе государственных бюджетных учреждений или при условии участия государственных бюджетных учреждений в деятельности этих центров.

*Президент РАН
академик В.Е. ФОРТОВ*

*Главный учёный секретарь
Президиума РАН
академик М.А. ПАЛЬЦЕВ*

ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ВЫСТУПЛЕНИЯ УЧАСТНИКОВ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ РАН

DOI: 10.7868/S0869587317040168

**ЧЛЕН-КОРРЕСПОНДЕНТ РАН
Н.К. МАЗИТОВ**

Доклад академика И.М. Донник меня очень тронул. Он добрый, аналитический и содержит руководство к действию. Но тема экономической целесообразности и экологической чистоты не были раскрыты в полной мере. Инженерами секции механизации, электрификации и автоматизации Отделения сельскохозяйственных наук РАН разработан механизм прямого воздействия на эти два показателя. Он включает: снижение в 4 раза металлоёмкости комплекса, который производит корма и фураж; снижение затрат топлива в 3 раза; увеличение производительности агрегатов, рентабельности и урожайности в 2 раза.

Наша технология на протяжении многих лет проходила испытания в разных регионах России. Мы добились значительного сокращения и даже исключения применения минеральных удобрений, химикатов и пестицидов. Эта работа выполнялась под прямым руководством академиков И.В. Савченко и Ю.Ф. Лачуги. Механизация тоже не должна остаться без внимания, её нужно рассматривать на высоком уровне. Мы можем и обязаны освободить Россию от зарубежной техники, в том числе обеспечить полное импортозамещение почвообрабатывающей и посевной техники.

**ЧЛЕН-КОРРЕСПОНДЕНТ РАН
А.В. КОРНИЕНКО**

Я являюсь представителем ВНИИ сахарной свёклы и сахара им. А.Л. Мазлумова. Сегодня отечественные гибриды занимают всего 2% посевов сахарной свёклы в стране. Это свидетельствует о том, что селекция находится под гнётом зарубежных производителей, хотя Россия обладает в этой области достаточно большим потенциалом.

Академик В.А. Тутельян рассказал в своём докладе о ГМО. В связи с этим хочу заметить, что сахар, получаемый из иностранных гибридов сахарной свёклы, мелкокристаллический, менее сладкий и, кроме того, приводит к развитию рака и диабета. Мы должны рассматривать эту проблему глубже, не только в рамках генетики.

Как уже было отмечено, коллекция Всероссийского института растениеводства им. Н.И. Вавилова довольно велика, однако почти каждый институт имеет свой генофонд. Например, во ВНИИССе в лаборатории селекции на фертильной основе содержится 5640 сортообразцов. Ежегодно для исследований используется 480–800 образцов гибридного генофонда, но реализовать потенциал всей коллекции не представляется возможным из-за нехватки кадров. Некоторые научные сотрудники предпочитают начать вести бизнес, потому что нельзя прожить на зарплату в 15 тыс. руб. Эта проблема сейчас стоит наиболее остро, ведь зачем расширять свой потенциал, если нет притока молодёжи в науку.

Устойчивость живых систем зависит от многих факторов – количественных, качественных, функциональных, генетических, энергетических, электромагнитных, редукционных, информационных, а также от взаимодействия факторов среды, живой системы, внешнего мира и его эволюции. В этой сфере работают биохимики и биофизики.

Хочу обратить внимание на то, что учёные порой совмещают занятие наукой и бизнесом. С их помощью создаются частные исследовательские центры. В эти центры нужно привлекать сотрудников с целью дальнейшего развития генетики и селекции исходного материала. Нужно производить полезные и безопасные продукты питания, потому что миллионы людей ежегодно умирают из-за потребления вредной пищи.

АКАДЕМИК РАН Г.П. ГАМЗИКОВ

Сегодня мы заслушали ряд интересных докладов, посвящённых развитию фундаментальных исследований генетических ресурсов растений, животных и микроорганизмов. Несомненно, в каждом из этих научных направлений имеются крупные достижения, способствующие обеспечению продовольственной безопасности страны.

Приходится лишь сожалеть, что на собрании не были освещены генетические аспекты минерального питания высших растений, которым

уделялось большое внимание в 1980–1990-е годы, главным образом учёными Сибирского отделения РАН и РАСХН. В результате проведённых ими работ выявлена специфичная отзывчивость сортов растений на удобрения, открыто более 20 генов, прямо или опосредованно отвечающих за реакции высших растений на условия минерального питания, идентифицированы хромосомы и конкретные гены, контролирующие питание растений биогенными элементами, экспериментально доказан вклад генофонда цитоплазмы в этот процесс. Разработаны классификация агрохимически эффективных генотипов и методология их конструирования. Для практической реализации программы создания новых сортов сельскохозяйственных культур, адаптированных к конкретным агроэкологическим условиям с высоким коэффициентом утилизации энергии и элементов минерального питания, предложена поэтапная схема организации и проведения генетико-селекционных работ. Это приоритетное фундаментальное научное направление — генетику минерального питания — необходимо возродить и усиленно развивать, что позволит создавать агрохимически эффективные сорта, удовлетворяющие комплексу экономических и экологических требований.

Второй вопрос, который мне хотелось бы затронуть, — недостаточная реализация генетического потенциала полевых культур в целом и их высокоинтенсивных сортов в частности. Каждый из докладчиков — генетиков-растениеводов — итоговой задачей ставит получение высокого урожая качественной продукции сельскохозяйственных культур. В условиях экспериментальных посевов на опытных полях и при производственной проверке в опытно-производственных хозяйствах, где строго соблюдается технология возделывания культур, удаётся достичь высокой урожайности. Между тем, как только сорт выходит на просторы производственных посевов, ожидаемых положительных эффектов не наблюдается. Основная причина слабой реализации сортового потенциала — недостаточная обеспеченность элементами питания за счёт почвенных ресурсов. Наглядно это можно наблюдать на высокоинтенсивных сортах, которые в хозяйствах по продуктивности выравниваются с низкоинтенсивными. Недобор урожая в производственных посевах обусловлен истощением почв и отрицательным балансом элементов питания в результате практически полного отказа товаропроизводителей от использования минеральных удобрений из-за их высокой стоимости и отсутствия государственной поддержки на их приобретение.

В многолетних стационарных опытах по изучению систем применения удобрений в производственных посевах в хозяйствах с интенсивными

технологиями ежегодно получают урожайность зерна 27–40 ц/га, что в 2.5–3 раза больше, чем при экстенсивном земледелии. При этом удобрения высокоэффективны в действии и последствии: окупаемость 1 кг питательных веществ тука — 9–12 кг зерна, то есть на уровне мировых стандартов.

Сейчас вполне реально решить проблему активного применения промышленных удобрений в земледелии и получения стабильного прироста растениеводческой продукции с целью выполнения Продовольственной программы, поскольку в России ежегодно производится около 20 млн. т минеральных удобрений. К сожалению, основная их масса (около 90%) экспортируется. Чтобы максимально использовать ресурсный потенциал минеральных удобрений в отечественном сельскохозяйственном производстве, несомненно, нужны действия со стороны Правительства РФ. Это позволит предотвратить дальнейшее снижение плодородия почв, повысить урожайность сельскохозяйственных культур и отказаться от импортного продовольствия.

ЧЛЕН-КОРРЕСПОНДЕНТ РАН

В.В. КОЛОМЕЙЧЕНКО

С помощью рационального использования генетических ресурсов можно прокормить возрастающее население земного шара, но это не единственный путь. Необходимо активнее использовать весь летний сезон для формирования фитомассы. За это ратовали многие крупные учёные (К.А. Тимирязев, А.Г. Дояренко, Д.Н. Прянишников и другие). Тимирязев подчёркивал: «Каждый луч Солнца, не уловленный зелёной поверхностью поля, луга или леса, — это богатство, потерянное навсегда, и за растрату которого более просвещённый потомок осудит своего невестественного предка». К сожалению, с энергетической точки зрения, отечественное земледелие в XX в. было очень примитивным, так как целью ставилось получение только одного урожая или укоса в год. Формирование на поле двух или трёх урожаев (укосов) считалось экзотикой. Сейчас же нужно заниматься этим вопросом более активно и серьёзно. Даже в лесной зоне при хорошем увлажнении тёплый период, который ещё продолжается после уборки зерновых, почти не используется для формирования надземной фитомассы. А её можно применять не только на корм скоту, но и в качестве органических удобрений.

Известный агроном и агрофизик профессор Петровско-Разумовской сельскохозяйственной и лесной академии А.Г. Дояренко во время Первой мировой и Гражданской войн проводил

очень интересные опыты, выясняя, какую долю солнечной энергии успевают усвоить в процессе фотосинтеза полевые культуры. С помощью калориметрической бомбы он подсчитал, что доля эта очень мала — всего 1–2%. Результаты своих исследований ему удалось опубликовать только в 1924 г. Дояренко первым в нашей стране, да и во всём мире, предложил агрономам рассчитывать так называемые технические энергетические коэффициенты. Энергия, накопленная каждой культурой, должна делиться на энергию, поступившую от Солнца за период её вегетации. Впоследствии эти коэффициенты стали рассчитывать не для суммарной солнечной энергии, а только для фотосинтетически активной радиации (ФАР), которая составляет примерно половину от первой. По предложению советского физиолога растений члена-корреспондента АН СССР А.А. Ничипоревича, их стали называть коэффициентами полезного действия фотосинтетически активной радиации (КПД ФАР). К сожалению, с их помощью нельзя обосновать преимущества получения двух или трёх урожаев в год перед одним. Дело в том, что формирование урожая происходит во времени и в пространстве. Поэтому примерно 50 лет назад я предложил ввести для этой цели два показателя. Первый — коэффициент использования ФАР во времени (Кв). Он должен характеризовать, какая доля фотосинтетически активной радиации от поступившей за потенциально возможный вегетационный период (ПВВП), ограниченный переходами среднесуточной температуры воздуха весной и осенью через +5°C, приходилась на какую-то культуру или укос. Второй — коэффициент использования ФАР в пространстве (Кп), то есть общепринятый сейчас КПД, который должен показывать, какая часть фотосинтетически активной радиации была затрачена на формирование фитомассы культуры (укоса). Например, в лесостепной зоне (Тула, Орёл) у однолетних культур на активный фотосинтез (Кв) приходится только 54% ПВВП, а остальное время уходит на осеннюю и весеннюю подготовку почвы, посев и ожидание всходов. В связи с этим научная работа должна быть направлена не только на улучшение генетических ресурсов, но и на максимальное аккумулятивное ФАР, поступающей в каждой зоне за ПВВП.

Многолетние травы при оптимальном увлажнении (лесная и частично лесостепная зоны, орошаемые земли в степи) являются эталоном эффективного использования ФАР во времени (Кв ≈ 100%). Даже после скашивания одного укоса и начала отрастания следующего в зелёных стеблях и оставшихся листьях продолжается процесс фотосинтеза. Сама природа подсказывает нам, что нужно выращивать больше многолетних трав не

только на корм скоту, но и на зелёные удобрения. С помощью так называемых однолетних промежуточных культур удастся повысить Кв только до 75–85%.

К сожалению, питаться травой люди пока не научились, но ею можно кормить животных, а от них уже получать молоко и мясо. Россия долго импортировала продукты питания, мы дошли до того, что стали закупать за рубежом сельскохозяйственные машины и орудия, изобретённые в нашей стране! Только после закрытия для нас зарубежного рынка повсюду стали говорить об импортозамещении.

В заключение следует ещё раз подчеркнуть, что наряду с генетическими ресурсами (это наиболее важный источник продуктов питания на Земле) надо стараться более полно использовать ПВВП для формирования фитомассы.

АКАДЕМИК РАН Р.И. НИГМАТУЛИН

Может показаться удивительным, когда специалист в области прикладной математики и директор Института океанологии РАН берёт слово при обсуждении сельскохозяйственной тематики. Скажу в своё оправдание, что я 13 лет проработал председателем Уфимского научного центра, был президентом Башкирской академии наук и участвовал в разработке социально-экономических программ Республики Башкортостан, в ходе которой пришлось обсуждать серьёзные аграрные проблемы.

На мой взгляд, помимо чрезвычайно важных рассмотренных сегодня биологических и генетических вопросов, необходимо учитывать экономические дисбалансы, оказывающие существенное давление на развитие отечественного агропромышленного сектора. Выступления некоторых деятелей создают впечатление, что российское сельское хозяйство достигло небывалых успехов. Но в действительности производство зерна не увеличилось, а сократилось. При этом оно идёт на экспорт. Почему? Потому что у нас сократилось поголовье крупного рогатого скота и, следовательно, уменьшилась потребность в кормовом зерне, которое и вывозится. В предыдущем выступлении на этот факт уже было указано как на проблему. Кроме того, РСФСР вместе с Украинской и Казахской республиками поставляла зерно в другие союзные республики. А сейчас эти поставки идут как экспорт. Между тем в российских условиях для самообеспечения продуктами питания необходимо иметь 1 т зерна на душу населения в год. Следовательно, нужно производить 145 млн. т в год, а мы сейчас производим в лучшем случае 120, а в среднем 90–110 млн. т.

Ещё один дисбаланс, который перестал в последнее время обсуждаться, — значение таких показателей, как стоимость хлеба по отношению к бензину. Я бываю во многих странах и везде интересуюсь этими цифрами, поэтому могу сказать: в США и Европе стоимость 1 кг хлеба равна стоимости 3–5 л бензина, а в России 1 кг хлеба стоит столько же, сколько 1 л бензина. Это значит, что тот, кто производит бензин, богатеет, а тот, кто работает в агропромышленном секторе, находится в плачевном положении.

Помимо непростой экономической ситуации, в которой вынужден существовать российский агропромышленный комплекс, не стоит забывать об иных неблагоприятных факторах, в частности, о значительном климатическом дисбалансе: в России более холодная зима и более короткое лето по сравнению с Канадой и скандинавскими странами.

Нельзя, особенно в Академии наук, игнорировать названные и прочие трудности и быть чрезмерно оптимистичными в оценках развития отечественного сельского хозяйства, вынужденного работать в условиях серьёзного недофинансирования, в то время как другие сектора экономики находятся в куда более благоприятном положении. До тех пор пока мы не устраним дисбалансы (и, кстати, не только связанные с агропромышленным комплексом), развитие и рост невозможны.

АКАДЕМИК РАН Г.А. РОМАНЕНКО

Сегодня прозвучало очень много важных и перспективных предложений по развитию сельскохозяйственного сектора, учитывающих специфику различных направлений. В связи с тем, что в ближайшие дни РАН и ФАНО приступают к уточнению «Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы», которая послужит основой для корректировки государственных заданий, необходимо собрать в одном документе все эти предложения, чтобы они были включены в работу наших подразделений, чтобы можно было оценить их реалистичность и неотложность. В идеале каждая инициатива должна получить финансовую поддержку, а это чрезвычайно непросто, поэтому начинать работу надо уже сейчас. Прошу докладчиков и всех присутствующих представить свои предложения в срок, не превышающий 7–10 дней.

АКАДЕМИК РАН В.П. ЕРМОЛЕНКО

От имени многих коллег прошу Общее собрание повторно рассмотреть и решить вопрос с медицинским обслуживанием академиков

и членов-корреспондентов РАН. Положение тяжёлое, особенно для тех, кто проживает не в Москве, Московской области и Санкт-Петербурге, а в других регионах нашей страны. Председатель Правительства РФ обещал улучшение ситуации во втором полугодии, но на личном опыте (я проживаю в Ростовской области) знаю, что вопрос до сих пор не решён.

ЧЛЕН-КОРРЕСПОНДЕНТ РАН Е.А. ХАЗАНОВ

Хочу вернуть обсуждение к предложению академика М.В. Садовского в отношении письма членов Академии наук Президенту РФ В.В. Путину и поддержать включение в проект постановления нашего собрания пункта о поддержке этого письма. Предложу ещё один пункт, также навеянный этим письмом. В довольно большом тексте письма есть и анализ нынешнего состояния науки в Российской Федерации, и того, как мы дошли до жизни такой, есть и семь конкретных пунктов — чётко сформулированных решений, которые необходимо принять. По моему мнению, ключевым является первый пункт, у него довольно длинная формулировка, но если говорить кратко, то — подчинить институты Российской академии наук. Все остальные пункты — следствие или надстройка над этим базисом, то есть выполнение первого пункта — абсолютно необходимое условие для того, чтобы двигаться дальше. В той или иной форме та же идея звучала с этой трибуны на предыдущем Общем собрании РАН. Моё предложение — включить отдельным пунктом следующий текст: «Все права учредителя научных институтов следует вернуть РАН».

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ПРОФСОЮЗА РАБОТНИКОВ РАН В.П. КАЛИНУШКИН

Скажу несколько слов о финансировании российской науки. Ситуация критическая. Представляется, что наиболее авторитетное собрание учёных России — Общее собрание РАН — должно высказать своё мнение по этому поводу. Столь важный вопрос требует предварительного обсуждения, и его необходимо провести на Общем собрании, которое состоится весной 2017 г. Но сейчас есть несколько острых вопросов, связанных с финансированием на 2017 г., которые тоже нужно решать.

Есть предложение Министерства образования и науки РФ профинансировать Российский научный фонд на сумму 25 млрд. руб., Российский фонд фундаментальных исследований — на

сумму 21.3 млрд. руб. Это существенное увеличение финансирования российской науки. Оба фонда пользуются авторитетом у подавляющего большинства учёных России, поэтому, на мой взгляд, это предложение министерства, уже поданное в правительство, следует поддержать. Кроме того, Минобрнауки России подготовило и направило в Правительство РФ предложение о выделении 30 млрд. руб. на реализацию указа Президента РФ о повышении заработной платы научных сотрудников в 2017 г. Общее собрание могло бы поддержать и это предложение: деньги пойдут в институты, добрая половина — в институты ФАНО, что стало бы для них существенной помощью. Стоило бы согласиться с предложениями по увеличению финансирования, которые выдвинуло ФАНО, полагаю, они разумные.

Заслуживает поддержки Общего собрания и следующая идея. В Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, которая в ближайшее время будет обсуждаться на Совете по науке и образованию при Президенте РФ, надо зафиксировать, что определённый процент от внутреннего валового продукта направляется на финансирование фундаментальной науки в рамках государственного бюджета. Во всём мире это прерогатива государства, частный сектор практически нигде этого не делает. В развитых странах затраты на эти цели составляют 0.4–0.5% ВВП, а у нас 0.15% ВВП, что ниже, чем в Греции.

Конечно, до оптимального уровня финансирования науки нам ещё далеко, но все перечисленные предложения проработаны, соответствующие документы поданы в правительство, и пока ещё не поздно существенно скорректировать ситуацию 2017 г. Повторю: мне представляется необходимым, чтобы на весенней сессии Общего собрания вопрос финансирования российской науки рассматривался как самостоятельный, подвергся бы детальному обсуждению и Общее собрание выразило бы по нему свою чёткую позицию.

АКАДЕМИК РАН А.Л. АСЕЕВ

Я тоже вхожу в число членов академии, подписавших письмо на имя Президента Российской Федерации, в нём выражено совершенно справедливое требование, с которым невозможно не согласиться. Хочу особо подчеркнуть, что речь идёт о соблюдении законности. В законе № 253-ФЗ чётко написано, что научно-методическое руководство академическими учреждениями и учреждениями системы высшего образования осуществляет Российская академия наук. Несмотря на все усилия В.Е. Фортова и разнообразные регламенты, на практике это положение грубо нарушается

и, я думаю, Общее собрание должно потребовать, чтобы положение о научно-методическом руководстве было полностью реализовано. То же самое относится к теме, которая меня интересует как председателя регионального отделения. Я имею в виду осуществление Российской академией наук полномочий учредителя и собственника имущества, находящегося в оперативном управлении региональных научных центров. Это положение соблюдается в отношении региональных отделений, но не в отношении региональных научных центров. Общее собрание должно потребовать, чтобы положение закона выполнялось.

О чём идёт речь? Хочу воспользоваться итогами нашей Научной сессии. Она оказалась насыщенной и интересной. Благодарю представителей сельскохозяйственных наук, результаты которых были изложены. Но один из выводов, который, может быть, прошёл незамеченным для широкой аудитории, состоит в том, что здесь прошли обкатку федеральные исследовательские и федеральные научные центры, организованные по тематическому принципу. В частности, если говорить о Сибирском отделении РАН, это Институт цитологии и генетики, ныне получивший статус Федерального исследовательского центра. Это Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий — новосибирская часть Отделения сельскохозяйственных наук РАН. И в том, и в другом случае предложения по реструктуризации тщательно прорабатывались Президиумом СО РАН и Президиумом РАН, равно как и создание Федерального исследовательского центра угля и углехимии, Томского национального исследовательского медицинского центра и др. — их создано уже несколько десятков. Подчеркну: все эти центры сформированы по тематическому принципу, с учётом общих задач, целей, общего направления исследований. В результате достигнут тот самый синергетический эффект, то повышение эффективности, о котором Президент РФ говорил на Совете по науке и образованию 21 января 2016 г.

Но нельзя не заметить и того, что раньше называлось “головокружением от успехов”. Федеральное агентство научных организаций распространило этот подход на объединение научных учреждений в регионах по территориальному принципу, якобы с теми же целями повышения эффективности. Вы знаете, что этот процесс идёт на Урале, в Республике Коми, в Удмуртии, на Северном Кавказе. У нас в Сибири, в Красноярске, объединены 11 разнопрофильных академических институтов, в том числе такие успешные и знаменитые, как Институт леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН. Напомню, он был создан в 1943 г., и тогда правительство нашло возможность организовать этот институт, поддержать его, и он успешно

работал более полувека. В числе его лабораторий есть и пирологическая, разрабатывающая эффективные методы борьбы с лесными пожарами, что очень актуально в условиях их ежегодного роста в Сибири. Теперь же Институт леса ликвидирован как юридическое лицо и работает в одной структуре с Институтом физики им. Л.В. Киренского СО РАН, с медицинскими учреждениями, учреждениями аграрного профиля и т.д. Аналогичным образом ФАНО наметило преобразовать Якутский научный центр, включающий девять институтов с сильно различающейся тематикой — от космофизических до гуманитарных исследований. При этом грубо игнорируется поручение Президента Российской Федерации о проведении комплексной научной экспедиции РАН в Республику Саха (Якутия). Как её проводить, если институты там будут ликвидированы?

Известна история о попытке объединения 10 институтов Иркутского научного центра СО РАН, включая такие мощные и продуктивно работающие, как Лимнологический институт, Институт солнечно-земной физики, Институт земной коры и др. Если в Якутии ФАНО использовало отработанные методы “кнута и пряника” — оно просто уговаривало директоров институтов, руководство центра подписать необходимые документы о реструктуризации (они, кстати, уже подписаны, то есть процесс почти завершён), то в Иркутске идея ФАНО объединить институты по географическому или территориальному принципу наткнулась на жёсткое сопротивление директоров институтов, Президиума Иркутского научного центра. И самое главное — это сопротивление нашло поддержку губернатора и властных структур Иркутской области. Там хорошо понимают, что ждёт область, если научный центр будет превращён в какую-то невнятную структуру, то есть фактически ликвидирован.

На Дальнем Востоке пять институтов Камчатского научного центра ФАНО приговорило к объединению в одну структуру, так же, как и пять институтов Амурского научного центра ДВО РАН. Не прекращаются попытки Федерального агентства добиться ликвидации путём присоединения основанного в 1941 г. уникального НИИ эпидемиологии и микробиологии СО РАН, в прошлом принадлежавшего Академии медицинских наук, имеющего достижения мирового уровня.

Настоящая атака, если не сказать более жёстко, предпринята на Уральское отделение Российской академии наук, где 12 октября 2016 г. территориальный орган ФАНО предложил слить в одну структуру 20 институтов в Екатеринбурге, тоже абсолютно разнопрофильных — математика, физика, химия, экономика, философия, право.

Последствия будут исключительно тяжёлыми и для признанных в мире научных школ, и для социально-экономического развития Уральского региона, который для экономики России является базовым. Организациям в Екатеринбурге дан срок две недели, который истекает сегодня. Насколько я понимаю, директора чётко определились с этим предложением, и не думаю, что это пройдёт гладко.

Насколько мне известно, в середине ноября эмиссары ФАНО приедут к нам в знаменитый Академгородок и будут предлагать подобные решения для Новосибирского научного центра. Поэтому у меня есть очень чёткие предложения, дополняющие письмо академиков о неукоснительном соблюдении положения закона № 253-ФЗ, — остановить проводимую Федеральным агентством реструктуризацию системы академических институтов по территориальному принципу, без ясной постановки целей и задач. А проведение структурных преобразований по тематическому принципу там, где это необходимо, нужно поручить Российской академии наук и её региональным отделениям. Очень бы хотелось, чтобы собрание поддержало это предложение и чтобы эту фразу включили в решение Общего собрания.

Далее: мы видим, как заседает Совет по науке и образованию при Президенте РФ, мы видим, что интересы академического сообщества там защищает один человек — президент Российской академии наук академик В.Е. Фортов. Поэтому мы должны выдвинуть требование — включить в состав Совета по науке и образованию учёных, пользующихся доверием научного сообщества и мировым признанием.

Ещё одно предложение: имея в виду ту лёгкость, с которой Федеральное агентство ликвидирует заслуженные организации со славной историей и с перспективами развития, думаю, нужно назначить служебную проверку в отношении руководителей научных организаций наших региональных центров, уступивших административному давлению со стороны ФАНО и давших необоснованное согласие на ликвидацию вверенных им институтов как юридических лиц. Такая же служебная проверка, причём с привлечением компетентных органов, должна быть проведена в отношении руководителей Федерального агентства научных организаций, принимающих решение о фактической ликвидации академической науки в стратегически важных регионах Российской Федерации.

Хочу сказать и о том, что для Республики Саха (Якутия), кроме очевидных экономических причин, наука — это часть национального самосознания. Мы наносим глубочайшую травму интеллигенции этого обширного региона. В Якутии

представителям ФАНО уже много раз говорилось, что нельзя все институты сливать в “один флакон”, но ФАНО согласилось выделить только Институт мерзлотоведения СО РАН. То же, мы считаем, должно быть проведено относительно институтов горно-геологического профиля, потому что Якутия — край колоссальных минерально-сырьевых ресурсов, он выходит в Арктику, стратегически важный для России регион, это край алмазов, редкоземельных металлов, золота, серебра, угля — колоссальные богатства лежат в этой земле. А мы принимаем решение, как и с Институтом леса, с лёгкостью ликвидировать институты как юридические лица, что противоречит принятому во всём мире институциональному принципу организации фундаментальной науки. Очень прошу включить мои предложения в решение собрания и оказать поддержку региональным отделениям, равно как и учесть наши законные требования по соблюдению положений федерального закона № 253-ФЗ.

Реплика академика РАН В.Е. Фортова: Хочу высказаться о том, надо ли нам письмо академиков подтверждать. Письмо подписывается в индивидуальном порядке: те, кто хотел его подписать, имел возможность это сделать. Письмо важное, в нём многие вещи прописаны абсолютно правильно. На прошлом собрании вы поручили мне донести до руководства страны идеи, изложенные в письме, что я и сделал: сразу же встретился с председателем Правительства РФ и буквально через несколько дней — с Президентом РФ. Они в курсе основных положений письма. Более того, представителям средств массовой информации В.В. Путин заявил, что письмо он получил и что он с ним работает.

Наш сегодняшний формат — решение Общего собрания. Общее собрание — высший орган Академии наук, который говорит от лица всех академиков, письмо же — от тех, кто его подписал. Поэтому я прошу сделать следующее: давайте справедливые слова, прозвучавшие в ходе сегодняшнего обсуждения, включим в проект решения нашего Общего собрания. Поверьте, так будет значительно сильнее и более действенно, чем повторять то, что уже сказано. Поймите меня правильно, я вовсе не призываю этот вопрос свести на нет. Решение Общего собрания поможет усилить наши позиции, но никак не ослабить.

АКАДЕМИК РАН И.И. ГИТЕЛЬЗОН

Я также подписал письмо на имя Президента РФ о катастрофических последствиях продолжающейся реструктуризации институтов и дальнейшей бюрократизации научной работы, и знаю

позицию по нему академии, которая заключается в том, что письмо отражает одно из возможных мнений. Думаю, это вполне справедливая оценка. Логика ситуации требует не расширения числа подписавшихся, а официального решения Академии наук. Принять такое решение в ходе текущей сессии Общего собрания, без предварительной подготовки вряд ли возможно, потому что оно должно быть хорошо обоснованным и действительно выражать мнение всего академического сообщества, а не какой-то его части. Поэтому я предлагаю поручить президенту РАН и Президиуму РАН при участии не входящих в его состав членов академии подготовить проект решения, чтобы его можно было принять на следующем Общем собрании РАН. Оно должно быть взвешенным и отражать разностороннее видение ситуации столь сильного, наверное, даже беспрецедентного диссонанса, который возник между Академией наук и руководством страны, и того, как эту ситуацию преодолеть. Если мы выразим свою позицию таким образом, то это будет мнение не сотен учёных, подписавших письмо, а Российской академии наук как мощной профессиональной институции.

АКАДЕМИК РАН В.А. РУБАКОВ

Я хотел бы вернуться к вопросу, который сегодня утром поставил академик В.А. Садовский, — о выполнении постановления предыдущего, мартовского, Общего собрания. Речь идёт о необходимости определения полномочий Академии наук по отношению к институтам РАН, в частности, о необходимости чётко прописать, в чём заключается научно-методическое руководство. Меня и, думаю, многих коллег не удовлетворяет ответ Владимира Евгеньевича Фортова, что обращение составлено, передано и находится на рассмотрении. Полагаю, Общее собрание РАН и президент РАН должны настаивать на том, чтобы мнение Академии наук было услышано и последовали какие-то решения относительно обозначенной проблемы. Другими словами, считаю, что в постановлении сегодняшнего Общего собрания нужно зафиксировать, что мы не отказываемся от своей точки зрения, высказанной на предыдущем Общем собрании, и требуем выполнения принятого тогда постановления. Необходимо, наконец, устранить неразбериху с полномочиями, которые Академия наук имеет и должна исполнять по отношению к институтам, больше ей неподведомственным, но находящимся под её научно-методическим руководством. Мы все знаем, что ситуация двоевластия и неопределённости приводит к трагическим последствиям.

АКАДЕМИК РАН Л.М. ЗЕЛЁНЫЙ

Есть ещё одна важнейшая проблема, о которой сегодня мы не говорили, — неприемлемая и неестественная разобщённость между академическим и вузовским секторами науки, искусственно созданная в последние годы, в том числе благодаря огромным и по большому счёту бессмысленным финансовым вливаниям, таким как финансирование проекта “5/100”, напоминающего гонку Ахиллеса за черепахой. Все присутствующие знают, что такова была политика предыдущего руководства Министерства образования и науки РФ. Подобная политика, к счастью для отечественной науки, не имела ни одного прецедента в прошлом: вузовские и академические исследователи всегда были не просто тесно связаны — они вместе делали одно общее дело. Многие академические учёные, думаю, как и большинство здесь присутствующих, преподавали и преподают в различных вузах. В последние годы руководство вуза, где я преподаю, когда просит, а когда и требует, чтобы в моих публикациях стояла аффилиация вуза. Я с радостью помог бы моей alma mater, но как я могу на это согласиться, если знаю, что это будет использовано для доказательства неэффективности академической науки?

Возникает настоящий раскол, и его надо как можно скорее преодолеть. Меня очень ободрило сегодняшнее выступление министра науки и образования РФ О.Ю. Васильевой. Сейчас самое время не только поставить эту проблему, но и решить её. Академическая наука и вузовская наука должны дополнять, а не противопоставляться друг другу, в противном случае отечественной науке в целом наносится большой урон. Нужно учитывать исторически сложившиеся особенности системы российской науки и мировой опыт. В США, которые часто приводят в пример, доказывая эффективность приоритетного развития университетской науки, существует множество исследовательских центров и организаций, таких как НАСА, за пределами университетского сектора. То есть даже в США не вся наука сосредоточена в вузах, не говоря уже о европейских странах.

В середине 2000-х годов, до прихода Д.В. Ливанова на пост руководителя министерства, действовала программа интеграции вузовской и академической науки, специально поощрялись совместные исследования. Это была очень полезная практика, при которой активно вовлекались в работу студенты, включая обучавшихся на базовых кафедрах, и достигалась высокая эффективность. Я выступал рецензентом многих из этих работ и хорошо знаю, о чём говорю. Поэтому я обращаюсь к руководству Минобрнауки России, к руководству ФАНО и руководству РАН с предложением

вернуться к практике совместной и дружной работы институтов РАН и вузов, в частности, рассмотреть возможность возобновления в новом формате упомянутой программы интеграции.

АКАДЕМИК РАН М.И. КУЗЬМИН

Когда возникла идея объединения всех институтов Иркутского научного центра СО РАН, включая медицинские, Президиум центра единогласно выступил против этой инициативы, и меня направили на заседание комитета по науке Совета Федерации РФ, на котором рассматривался этот вопрос. Мы доказали нецелесообразность подобной реструктуризации. Сегодня требует внимания тяжёлая ситуация с реструктуризацией в Якутии. Академик А.Л. Асеев говорил, что региональные научные центры практически разваливаются, президиумы больше не координируют работу институтов центра. Мне кажется, полномочия региональных центров надо восстановить в прежнем объёме. Объединение институтов на базе Красноярского научного центра не представляется мне удачным проектом, хотя председатель центра говорит, что там многое делается для смягчения негативных последствий. Перечисленные примеры и ряд других фактов доказывают, что ФАНО не имеет права заниматься реструктуризацией. Если её и нужно проводить, то делать это должна только Академия наук.

По поводу письма Президенту РФ, которое подписали более чем 200 членов академии, хочу отметить, что оно было поддержано Президиумом Иркутского научного центра. Поддержка со стороны Общего собрания РАН не может, на мой взгляд, отрицательно сказаться на ситуации, тем более что текст уже опубликован в сборнике по лженауке и каждый с ним может ознакомиться. В то же время я полностью согласен с тем, что к следующему Общему собранию Президиум РАН должен подготовить предложения по развитию академической науки в условиях реализации реформы РАН для последующего детального обсуждения и принятия решения по этому вопросу Общим собранием академии.

В 2013 г. академию хотели превратить в клуб по интересам. Инициатива шла от министра образования и науки РФ Д.В. Ливанова. Я лично продуктивно работал в 1990-е годы с Министерством науки РФ, когда уже возглавлял Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, приходилось решать разнообразные вопросы, в том числе в области международного сотрудничества. Полагаю, что многие руководители и сотрудники академических институтов согласятся: с руководством министерства действительно можно было

продуктивно взаимодействовать в те годы, когда министром был Б.Г. Салтыков, который сначала говорил, что у нас слишком много образования и слишком много науки, а потом изменил свою точку зрения. Председателем СО РАН тогда был Валентин Афанасьевич Коптюг, он сетовал, что академию хотят реформировать, потому что она выступает в какой-то мере как сила, способная правильно оценить решения руководства страны, которые с научной общественностью не обсуждались. При Д.В. Ливанове Министерство образования и науки РФ стремилось ликвидировать значительное число институтов путём реорганизации. Позиция нынешнего министра, сменившего Д.В. Ливанова, мне нравится, я сужу об этом не только по сегодняшнему выступлению, но и по действиям О.Ю. Васильевой, начиная от возвращения астрономии в школьную программу и кончая помощью, оказанной Иркутскому научному центру с целью налаживания взаимодействия с высшей школой.

Считаю, что Общее собрание РАН должно поддерживать те идеи относительно финансирования, которые исходят из Министерства образования и науки РФ и были сегодня озвучены. В перспективе нужно вернуться к идее воссоздания Комитета по науке и технике и Министерства науки, выделив его из нынешнего Министерства науки и образования РФ.

АКАДЕМИК РАН В.Ф. ШАБАНОВ

Я решил выступить, поскольку Красноярский научный центр здесь упомянули в каком-то странном для меня контексте. Поскольку острых вопросов накопилось много, предлагаю для обсуждения волнующих всех нас проблем провести в Красноярске выездное заседание представителей научных центров. Обращаю ваше внимание на то обстоятельство, что объединение институтов начиналось у нас совсем не по нашей воле. Всех их решили влить, в том числе с согласия академика А.Л. Асеева, в Сибирский федеральный университет. Мы с директорами долго держались за руки, чтобы этому противостоять. Взаимодействовали и с ФАНО, и с заместителем председателя Правительства РФ А.В. Дворковичем, чтобы работающую приемлемую систему сохранить. И практически это удалось: институты остались институтами — со своими счетами, директорами, главными бухгалтерами. Правда, несколько пострадало медицинское направление (больница Красноярского научного центра СО РАН не вошла в состав Федерального исследовательского центра КНЦ СО РАН) и ряд других. Но многие работы уже продолжены в рамках общей программы, то есть страшного ничего не произошло.

Я на 99% согласен с тем, что написано в письме академиков. Но мы не должны забывать, что живём уже не в СССР, а в государстве с другими законами. Нам говорят, что мы потеряли юридическое лицо. Но возьмите в руки Гражданский кодекс, посмотрите: первый и основной признак юридического лица — право распоряжаться всеми средствами, в том числе и имуществом. Мы располагаем этим правом? Нет. Но тогда выступающим надо аккуратнее быть в своих формулировках. Поэтому ещё раз предлагаю собраться и обсудить всё спокойно, а уже потом выносить лучшие идеи на обсуждение Президиума РАН.

И ещё: если бы мы не объединились, то, по крайней мере, у сельхозинститута сейчас не было бы средств на проведение уборочных работ. Что касается судьбы института в Норильске, кстати, единственного, расположенного на арктической территории и специализирующегося на экологии Арктики, то он попал в трудное положение: разрушился его корпус, сам институт оказался в огромных долгах. И только сейчас удалось договориться с руководством Норильского горно-металлургического комбината о финансовой и материально-технической помощи, а с администрацией г. Норильска — о предоставлении площадей для размещения сотрудников института.

Реплика академика РАН А.Л. Асеева: Краткий комментарий по поводу выступления академика В.Ф. Шабанова. Может быть, это в какой-то степени относится и к академику А.М. Матвеевко. Хочу напомнить, что есть Устав Российской академии наук, он включает пункт 31, который гласит: члены академии обязаны выполнять решения общих собраний Академии наук, общих собраний отделений, Президиума, президента Академии наук. Так вот, хочу сказать, что ни Президиум Сибирского отделения, ни Объединённый учёный совет СО РАН согласия на объединение институтов Красноярского научного центра с ликвидацией их юридических лиц не давал.

АКАДЕМИК РАН В.П. МАТВЕЕНКО

Не буду дискутировать и обрисовывать положение в научных центрах в целом по стране, но хотел бы поддержать предложение академика В.Ф. Шабанова: давайте спокойно обсудим сложившуюся ситуацию, в том числе проблемы реструктуризации в научных центрах с руководителями научных центров. Те из них, кто побывали в Перми в 2012 г., не понаслышке знают, как работают наши институты. С тех пор, несмотря на известные проблемы, динамика нашего развития в целом положительна. Смею вас заверить, утверждения о кончине институтов Пермского научного

центра преждевременны. Некие корреспонденты пишут, что в научных центрах Уральского отделения РАН уничтожены 25 институтов. Мои коллеги возмущены такой дезинформацией: кто дал право говорить, что наши институты уничтожены и не работают!

Мы прекрасно понимаем проблемы реструктуризации, давайте спокойно их обсудим. Некоторые товарищи утверждают, что я, как член академии, нарушил какие-то положения Устава РАН и Общего собрания. Воспринимаю это как оскорбление, но если есть нарушения с моей стороны, готов нести ответственность. Мне больше 65 лет, и я уже не являюсь председателем Пермского научного центра, но полностью отвечаю за его деятельность.

Мы почему-то забываем о том, что в нашей истории были научные центры с совершенно разной формой организации. И никто не кричал “SOS”, когда разнопрофильные институты несколько десятков лет существовали в составе различных научных центров, например, Коми научного центра, который я хорошо знаю. Центры имели статус юридического лица, а разные институты прекрасно работали, этого статуса не имея. Мы с директорами размышляем о судьбах наших институтов, взвешиваем плюсы и минусы разных моделей. Я согласен с утверждением, что небольшие институты эффективны, но это для Европы, а не для наших экономических и бюрократических условий. Директора знают, что если в институте численностью 120–150 человек всё делать по правилам, то удельная нагрузка административных, управленческих и вспомогательных структур будет просто критической.

Повторяю: слухи о кончине институтов Пермского научного центра преждевременны. Приезжайте, посмотрите. Вот только некоторые результаты одного из институтов, а именно, Института механики сплошных сред. Идёт строительство уникального экспериментального стенда. Сотрудники как работали, так и продолжают работать. Наличие молодёжи — один из главных показателей, определяющих перспективы института. У нас при численности научных сотрудников 100 человек — 30 аспирантов. До конца 2016 г. будет защищено 14 диссертаций. Поверьте, это достойные работы. У нас одно из требований к соискателям — не менее трёх публикаций в журналах, индексируемых в Web of science или Scopus. Об уровне нашей молодёжи говорят и другие цифры. В 2015 г. из 18 работ, поданных на конкурс РФФИ “Мой первый грант”, было поддержано 13 проектов, а в 2016-м из 8 работ, поданных на Президентские гранты для молодых кандидатов наук, 5 проектов получили поддержку.

АКАДЕМИК РАН А.Д. НЕКИПЕЛОВ

Я тоже подписал письмо, которое подготовил академик М.В. Садовский. Считаю и считаю, что это очень точное письмо. Но сегодня нужно решать, как действовать дальше.

У всех накопилось довольно много более важных и менее важных частных вопросов, связанных с процессами, которые происходят в науке в целом, в первую очередь в академической науке. Мне кажется, пришло время сформировать целостное представление академического сообщества в отношении перспектив фундаментальной науки в случае реализации тех мер, которые были приняты в связи с так называемой реформой Академии наук.

Дальше идти по пути частичных оценок и решений просто опасно. Справедливы замечания об очевидной нецелесообразности многих предлагаемых вариантов объединения институтов. У меня тоже есть пример подобного рода: замечательный вологодский институт экономико-социологического направления объединяют, наверное, тоже с очень хорошим институтом, но занимающимся молочным животноводством. Вряд ли разумным основанием здесь может служить возможность уменьшения численности административного аппарата: нелепость подобного рода решений бросается в глаза, как, впрочем, и многих других, о которых здесь уже говорилось. Главное же, что в борьбе за решение частных вопросов можно получить очень неприятные долгосрочные последствия, причём достаточно неожиданные.

Я почти всегда согласен с В.П. Калинушкиным, но сегодня меня его выступление немного обеспокоило, и вот почему. Понятно, что профсоюз стремится улучшить ситуацию с финансированием. Но действительно ли мы согласны с тем, что финансирование фундаментальной науки примерно наполовину должно осуществляться через фонды? Или, может быть, мы считаем, что с базовым финансированием институтов всё обстоит хорошо и сейчас главный вопрос — повышение уровня оплаты труда? Однако увеличение оплаты труда на фоне недостатка финансовых ресурсов может привести к драматическим последствиям для институтов. Насколько я знаю, академические институты получили расценки, по которым следует оплачивать труд учёных. Не очень понятно, почему и как дифференцируется оплата труда в соответствии с этим документом, но очевидно, что при нынешнем объёме финансирования применение этих расценок означает многократное сокращение численности сотрудников. Мы к этому готовы?

А разве неясно, что сегодня мы находимся в ситуации, когда выполнение указов Президента РФ,

принятых в принципиально других условиях, по этим же самым причинам может привести к крайне негативным последствиям и для науки, и для образования, и для многих других сфер жизнедеятельности страны.

Убеждён, что пришло время, когда нужно, абстрагируясь от частностей, суммируя их, выработать представление о состоянии науки в целом. Тем более что многие из нас воспринимают как парадокс тот факт, что в сложнейших геополитических условиях, в которых оказалась страна, почему-то ведётся борьба с наукой. Разве привлечение внимания к этому вопиющему противоречию не является нашей задачей?

Считаю, было бы правильным принять на этом Общем собрании решение о необходимости сформулировать общую позицию Академии наук в отношении широкого круга вопросов — о нашем видении роли науки в обществе, формах её организации, должном финансировании и т.д. Это решение должно предусматривать подготовку с участием всех отделений, в том числе региональных, специального доклада и его вынесение на обсуждение на следующем Общем собрании. Только таким путём, путём совместного творчества, мы можем выработать позицию всей академии по целостному кругу жизненно важных вопросов, касающихся состояния и перспектив развития российской науки.

АКАДЕМИК РАН Г.А. МЕСЯЦ

Я хочу вернуться к проблемам академической науки, развиваемой в регионах. Научно-исследовательская деятельность в регионах была начата ещё при Петре I. Сперва это были научные экспедиции, потом академические научные базы, а уже в советское время стали организовываться вначале комплексные, затем тематические институты как самостоятельные учреждения. Впоследствии их стали объединять в филиалы и научные центры Академии наук.

Поскольку реорганизация системы региональной науки и объединение разнопрофильных институтов продолжаются, возникает вопрос: какова законодательная база этого процесса? Я обратился с таким вопросом в Институт философии и права УрО РАН, который создавался в годы, когда Уральское отделение РАН только формировалось, и первым директором которого был С.С. Алексеев, выдающийся правовед, один из авторов Конституции РФ. Сегодня у меня на руках заключение, согласно которому преобразования не имеют надлежащего юридического обоснования.

На Урале тем временем фактически все центры уже объединены. Академик В.П. Матвеев

отметил, что институты при этом функционируют нормально. Я не утверждаю, что с ними что-то произойдёт уже сейчас. В ближайшее время с ними ничего не будет. Но позднее мы не досчитаемся многих институтов из тех, что существуют сегодня. Я не говорю, что это плохо. Есть институты, которые нужно сливать с другими или даже закрывать. На моей памяти уральская наука пережила три реорганизации. В ходе одной из них геологов, геохимиков и геофизиков разделяли, в ходе другой — объединяли. Сейчас снова предлагают объединить. Проблема не в реорганизации как таковой, а в том, что у реорганизаторов нет желания вникать в суть этого тонкого процесса. Их цель — всё объединить, а потом приступить к ликвидации, упраздняя институты уже внутри крупных учреждений. Когда государственный бюджетный институт теряет статус юридического лица, входя в состав нового объединения, он становится просто лабораторией, для ликвидации которой уже не требуется постановления Правительства РФ, достаточно приказа директора, мотивированного неэффективностью работы лаборатории или наличием у неё каких-то недостатков. Но даже если речь идёт не об упразднении институтов, соединение под одной крышей разных научных направлений ничего, кроме склок и борьбы, не принесёт.

Многие функции, которые в других странах выполняет центральное руководство или власти на местах, в России реализуются академическими институтами. Российская академия наук — государственная академия, которая включала такие профильные институты, как Институт экологии Волжского бассейна, Институт леса им. В.Н. Сукачёва и Лимнологический институт СО РАН. Как это всё объединить? Кому решать, кто главнее, и как выстраивать иерархию? Реструктуризация институтов таит опасность потерять имеющийся научный задел и потенциал, а значит, нельзя её проводить без тщательного анализа текущей ситуации и возможных последствий тех или иных шагов. Когда укрупнение институтов было только заявлено в качестве возможной стратегии дальнейшего развития отечественной науки, я поддержал подобную инициативу в Красноярске, думая, что это будет пилотный проект. Я и сейчас считаю целесообразным провести два эксперимента — в Перми и Красноярске. Но вместо пилотных проектов мы получили полномасштабную перестройку системы организации научной деятельности во всех регионах. Где-то процесс идёт, кажется, вообще без участия вышестоящего руководства, по инициативе местных начальников, уговаривающих директоров, заранее распределяющих должности и обещающих

какие-то преференции, которые, конечно, будут носить временный характер.

Когда всё это началось, в Екатеринбурге было проведено заседание Президиума Уральского отделения РАН. На нём разъяснялось, чем грозит институтам потеря статуса юридического лица — фактической утратой возможности управлять научной работой, которая там ведётся. Полагаю, во всех региональных отделениях необходимо провести аналогичные заседания и принять соответствующие решения, которые должны исполняться при поддержке Президиума РАН.

АКАДЕМИК РАН В.Е. ФОРТОВ

Должен сказать откровенно: я очень благодарен вам, коллеги, за правдивую и нелицеприятную полемику по вопросу хода академической реформы, который, к сожалению, не сходит с повестки дня. Наоборот, он обостряется. В большинстве случаев я согласен с тем, что здесь говорилось.

Совершенно прав академик А.Д. Некипелов: нужно иметь целостную картину, и я просил бы Александра Дмитриевича возглавить эту работу, собрать людей и сформулировать наше представление о том, как должна развиваться наука, включая её финансирование, управление ею и т.д.

Что касается письма академиков, я не стану повторяться. Боюсь только, что излишне резкие движения могут сорвать диалог, который налаживается с властями, хотя, несомненно, в письме содержится много справедливых, по-настоящему выстраданных оценок и предложений. Это совсем не конъюнктура.

Конечно, нам надо готовиться к следующему собранию, мы должны подвести итоги того пути,

который прошли за три года: многое разрушено, мало что создано.

Отдельно стоят два вопроса — о реструктуризации и о региональных центрах. Вопрос реструктуризации не только не нашёл своего решения — он становится всё более острым. Я предложил бы вместе с ФАНО подумать об оптимальном балансе, предложил бы остановиться и оглядеться, что мы делаем и к чему это приводит. Тем более, что сейчас происходит смена директоров. Нельзя забывать, что в академическом секторе институт — это в значительной степени его директор. Наши предшественники делали институты под личность, в первую очередь под крупного учёного, в ходе реструктуризации необходимо это учитывать.

Вопиющая проблема — регионы. Что я просил бы сделать для её решения? Чётко сформулировать, в каких случаях объединение региональных институтов разумно, в каких нет. У нас отсутствует целостный взгляд на эту проблему, потому что реструктуризация началась без нас, она не прописана в законе. Есть поручение Президента страны, я очень внимательно за этим слежу. В поручении ясно говорится: не надо кампанейщины, не надо гнаться за цифрами, давайте сформируем девять объединённых центров, посмотрим, как они будут работать. Институты разнопрофильные, и где-то надо просто оставить всё как есть, а где-то требуется принять необходимые меры, учитывая изменения в экономике, региональной политике и многом-многом другом. Вряд ли можно предложить какой-то общий для всех рецепт. Этот вопрос не терпит отлагательств. Нужно буквально за две недели сформулировать наш взгляд на ситуацию в том числе в духе того, что говорил академик А.Д. Некипелов.

ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

О РЕФОРМЕ РАН,
КООРДИНАЦИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ,
РАЗРАБОТКЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ РАН
И НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

ПОСТАНОВЛЕНИЕ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ РАН

DOI: 10.7868/S086958731704017X

Заслушав и обсудив выступления участников Общего собрания членов РАН, собрание отмечает, что проводимая в последние три года реформа РАН не привела к ожидавшимся положительным результатам. Положение российской фундаментальной науки ухудшается, усиливается неправомерное вмешательство ФАНО России в управление научными исследованиями, продолжает сокращаться финансирование научных организаций.

Общее собрание членов РАН ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Считать необходимым продолжить работу по реализации постановления Общего собрания членов РАН от 23 марта 2016 г. № 26 “О реформе РАН, основных научных результатах года и работе Президиума РАН в 2015 году” по обеспечению соблюдения законодательства в части разделения полномочий между РАН и ФАНО России по вопросам проведения, координации и развития фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований, обеспечения научно-методического руководства научными организациями, подведомственными ФАНО России, с одной стороны, и финансово-хозяйственному обеспечению их деятельности — с другой.

Президиуму РАН подготовить конкретные предложения по разделению полномочий и представить их Общему собранию членов РАН в марте 2017 г.

2. Президиуму РАН во взаимодействии с ФАНО России проанализировать ход и результаты реструктуризации научных организаций за прошедший период. Предложить ФАНО России приостановить их дальнейшую реструктуризацию до проведения такого анализа.

3. Президиуму РАН совместно с ФАНО России добиваться увеличения финансирования фундаментальных научных исследований, сохранения финансирования программ фундаментальных исследований Президиума РАН и отделений РАН.

4. Для усиления сотрудничества и укрепления связей между наукой и образованием Президиуму РАН совместно с Минобрнауки России разработать интеграционные научные исследовательские программы.

5. Поручить Президиуму РАН разработать стратегию развития РАН и научных организаций. Включить в повестку дня следующего Общего собрания членов РАН обсуждение этого вопроса.

*Президент РАН
академик В.Е. ФОРТОВ*

*Главный учёный секретарь
Президиума РАН
академик М.А. ПАЛЬЦЕВ*

**ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

**ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ СЛОВО ПРЕЗИДЕНТА РАН
АКАДЕМИКА В.Е. ФОРТОВА**

DOI: 10.7868/S0869587317040181

Дорогие коллеги! Прежде чем закрыть Общее собрание РАН, я хочу искренне поблагодарить всех вас за дружную и ответственную работу. Мы провели выборы — самые масштабные и, пожалуй, самые сложные в истории академии. Мы выбрали достойных членов нашего сообщества. Мы провели Научную сессию, посвящённую сельскохозяйственной науке. На мой взгляд, она оказалась интересной.

Я благодарю всех вас за понимание сложившейся обстановки, за толерантность, которую вы проявили при обсуждении и научной части, и части, связанной с выборами. Я благодарю аппарат главного учёного секретаря Академии наук за достойную организацию нашей работы. Повторяю, она была масштабной и трудной. Особую благодарность хочу выразить главному учёному секретарю академику М.А. Пальцеву, который блестяще организовал и провёл Общее собрание РАН.

Мы должны сердечно поздравить новых членов академии, наших коллег с высокой оценкой их

достижений. Пройден трудный, многоступенчатый отбор. Система выборов у нас очень сложная. Она включает шесть тайных голосований. Каждая кандидатура члена-корреспондента и академика проходит шесть этапов тайного голосования, что я рассматриваю как большое достижение внутри-академической демократии.

Я уверен, что, оказав доверие этим людям, мы вправе рассчитывать на то, что они укрепят академию как научную организацию, будут активно отстаивать наши общие интересы. В той борьбе, которую мы ведём, мы вправе рассчитывать на помощь наших только что избранных коллег.

Я желаю новым членам Академии наук творческих успехов. Убеждён, что наделение их высшими научными полномочиями даст импульс их творческой деятельности, сделает их активными сторонниками тех преобразований, которые мы проводим.

Давайте ещё раз их поздравим и пожелаем им успехов.

ИСТОРИЯ АКАДЕМИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

200 ЛЕТ РОССИЙСКОМУ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОМУ ОБЩЕСТВУ

© 2017 г. Ю.Б. Марин^а, Д.В. Рундквист^б

^а Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

^б Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН, Москва, Россия

e-mail: marin@minsoc.ru; d.rundquist@sgm.ru

Поступила в редакцию 23.12.2016 г.

В статье кратко рассмотрены основные этапы истории Российского минералогического общества, одного из старейших минералогических обществ мира, отметившего в январе 2017 г. своё 200-летие. Освещена роль Минералогического общества в развитии геолого-минералогических наук и расширении минерально-сырьевой базы страны, намечены основные направления дальнейшей деятельности и проблемы, стоящие перед обществом.

Ключевые слова: Российское минералогическое общество, 200 лет, основные этапы истории, направления развития и проблемы.

DOI: 10.7868/S0869587317040193

В январе 2017 года исполнилось 200 лет Российскому минералогическому обществу, старейшему из ныне существующих минералогических обществ мира. Его двухвековая деятельность подробно освещена в двух книгах [1, 2], статьях и отчётах учёного совета общества, публикуемых в журнале “Записки Минералогического общества” (отметившем в 2016 г. своё 150-летие).

Учредительное собрание Минералогического общества состоялось 7(19) января 1817 г. в Санкт-Петербурге, в Михайловском (Инженерном) замке на квартире видного исследователя в области

минералогии и геодезии доктора философии Л.И. Панснера. Позже оно получило название Императорское минералогическое общество, поскольку находилось под патронажем членов императорской фамилии. В разные периоды президентами общества были видные государственные деятели и горнопромышленники А.Г. Строганов, А.Н. Демидов, члены императорской фамилии Н.М. Романовский (герцог Лейхтенбергский), Е.М. Ольденбургская, а после 1917 г. выдающиеся учёные академики А.П. Карпинский, С.С. Смирнов, А.Н. Заварицкий, А.В. Сидоренко.

С самого начала своей деятельности Минералогическое общество прочными узами было связано с Санкт-Петербургским горным институтом. Достаточно сказать, что в число 33 любителей и знатоков “царства минерального”, собравшихся для учреждения общества, входили четыре видных деятеля Горного института: Евграф Ильич Мечников (позже назначенный директором этого института), профессора Дмитрий Иванович Соколов, Яким Григорьевич Зембницкий и будущий академик Василий Михайлович Севергин. А с 1869 г. вплоть до наших дней Санкт-Петербургский горный университет, оказывающий обществу постоянную разностороннюю помощь, остаётся местом пребывания президиума общества и его библиотеки, площадкой для проведения съездов, годичных собраний и тематических конференций.



МАРИН Юрий Борисович – член-корреспондент РАН, профессор СПбГУ. РУНДКВИСТ Дмитрий Васильевич – академик РАН, научный руководитель Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН.



Титульный лист первого печатного издания Минералогического общества. 1830 г.

В принятом учредителями постановлении (уставе) целью общества определялось занятие минералогией “во всём пространстве сего слова... распространение познаний о неорганическом царстве природы”. Организация в России Минералогического общества способствовала объединению в XIX в. исследователей, занимавшихся изучением минералов, горных пород и полезных ископаемых, геологического строения территории России. На заседаниях общества заслушивались и обсуждались выступления, статьи его членов по минералогии, геологии, химии, палеонтологии и другим естественным наукам, демонстрировались приносимые в дар обществу книги, образцы минералов, руд и окаменелостей. Общество организовывало публичные чтения курсов лекций по геологии, минералогии, химии и палеонтологии.

В момент основания общества высказывалась и обсуждалась идея периодических публикаций под его эгидой, но из-за финансовых затруднений только в 1830 г. удалось издать первый сборник “Труды Минералогического общества”. Второй том “Трудов” вышел лишь в 1842 г.; тогда же были опубликованы два сборника на немецком языке: “Schriften der St.-Petersburg geschrifteten Russisch-Kaiserlichen Gesellschaft für die gesammte Mineralogie” и “Verhandlungen der Russisch-Kaiserlichen Mineralogischen Gesellschaft zu St.-Petersburg”.

В последующие два десятилетия “Verhandlungen...” выходили со средней периодичностью раз в два года. Всего с 1830 по 1864 г. увидели свет 16 томов, составляющих первую серию периодических изданий Минералогического общества.

Переход к новому формату периодических изданий стал возможен с 1864 г. в связи с принятием нового устава и деятельностью нового директора и ответственного редактора изданий академика Н.И. Кокшарова, предложившего “принять за правило печатать статьи на трёх языках: русском, немецком и французском, по усмотрению авторов”. Дату подписи в печать первой части второй серии – 10 мая 1866 г. – по праву можно считать началом регулярного периодического издания трудов общества. О содержании “Записок Императорского Санкт-Петербургского минералогического общества” можно судить по изданным указателям статей, составленным в 1885, 1898 и 1911 гг. Профиль издания был тогда существенно шире, чем сейчас, поскольку в то время в России практически не издавалось других журналов геолого-минералогической тематики, да и сами науки о Земле были далеко не так дифференцированы, как в наши дни. Примерно в равных долях публиковались работы по минералогии, исторической геологии и палеонтологии, а также региональной геологии. Статьи по петрографии, месторождениям полезных ископаемых, кристаллографии составляли меньшую часть публикаций.

Развитию общества содействовали активные контакты его членов с зарубежными учёными и любителями минералогии. В число иностранных почётных членов Минералогического общества входили великий немецкий поэт и естествоиспытатель И.В. Гёте, приславший в дар обществу обширную коллекцию минералов и горных пород Германии, знаменитый учёный и путешественник А. Гумбольдт, основоположник науки о кристаллах Р.Ж. Гаюи, крупнейший английский геолог, создатель метода актуализма Ч. Лайель. Членами Минералогического общества были многие русские и иностранные учёные с мировым именем, среди них В.М. Севергин, Н.И. Кокшаров, А.П. Карпинский, Д.И. Менделеев, Е.С. Фёдоров, В.В. Докучаев, А.М. Бутлеров, В.И. Вернадский, Ф.Ю. Левинсон-Лессинг, В.А. Обручев, А.Е. Ферсман, С.С. Смирнов, А.Н. Заварицкий, А.П. Виноградов, Н.В. Белов, Д.С. Коржинский, Д.В. Наливкин, А.Г. Бетехтин, Д.П. Григорьев, В.С. Соболев, И.И. Шафрановский, Э. де Бомон, И. Берцелиус, В. Брэгг, Л. Дюпарк, Э. Зюсс, М. Лауэ, Р. Мурчисон, Г. Розенбуш, В. Гольдшмидт, П. Грот, Ф. Кларк, Н. Боуэн, Дж. Дэна, П. Рамдор и другие.

Роль Минералогического общества сильно возросла во второй половине XIX столетия, когда

развитие промышленности в России потребовало расширить поиск и разработку новых месторождений минерального сырья. А значит, нужно было проводить систематические геологические исследования на всей территории страны. В отсутствие государственной геологической службы эту задачу взяло на себя Минералогическое общество. В 1864 г. был принят новый его устав, согласно которому общество получило право снаряжать экспедиции для геологического исследования территории России. В 1865 г. по инициативе президента общества члена императорской фамилии Н.М. Романовского и директора академика Н.И. Кокшарова были организованы систематические исследования геологии страны с составлением новых геологических карт. По ходатайству президента на геологические исследования ежегодно отпускалось по 3000 руб. из сумм государственного казначейства. С 1866 по 1882 г. общество организовало 53 экспедиции, охватившие огромную территорию, включавшую более 30 губерний. Князь Н.М. Романовский, более четверти века возглавлявший общество, сам, совместно с Н.И. Кокшаровым, принимал участие в экспедиционных поездках, выступал с научными сообщениями на заседаниях, передал обществу несколько своих минералогических коллекций, в том числе золотой самородок весом 61.5 золотника (262 г).

Для публикации результатов своих исследований общество, кроме выходявших с 1866 г. “Записок Императорского Санкт-Петербургского минералогического общества”, стало издавать сборники “Материалы для геологии России”. Методические разработки Минералогического общества по основам геологической съёмки и унификации оформления геологических карт легли в основу принятых позднее инструкций по проведению исследований геологического строения России. До 1882 г., года образования государственного Геологического комитета (теперь ВСЕГЕИ), Минералогическое общество обеспечивало основную часть работ по изучению геологии России. Первые шаги деятельности Геологического комитета явились непосредственным продолжением работ экспедиций общества.

Деятельность Минералогического общества во многом содействовала развитию наук о минералах, горных породах и рудах, о чём свидетельствуют высказывания учёных того времени. В 1868 г. академик Н.И. Кокшаров писал: “Что касается до научной деятельности, то можно сказать без преувеличения, что всё то, что сделано в России по минералогии, геологии и палеонтологии русскими подданными или лицами, находящимися на русской службе, есть результат труда членов Минералогического общества” [1, с. 215].



Титульный лист “Материалов для минералогии России” Н.И. Кокшарова. 1853 г.

На заседаниях общества выступали и в его печатных изданиях публиковали свои труды крупнейшие российские учёные. Результаты многолетних исследований директора Минералогического общества академика Н.И. Кокшарова, собранные в 11 томах “Материалов по минералогии России”, явились фундаментальным вкладом в минералогическую науку. На страницах “Записок” был опубликован главный труд великого русского кристаллографа академика Е.С. Фёдорова “Симметрия правильных систем фигур”, содержащий вывод всех возможных законов, по которым могут располагаться атомы в кристаллах, и лежащий в основе современной кристаллографии. На заседании Минералогического общества в 1892 г. директор Геологического комитета и почётный член общества академик А.П. Карпинский представил новую геологическую карту России. В течение почти 37 лет (с 1899 по 1936 г.) он занимал пост президента Минералогического общества и очень много сделал для его процветания. В трудные годы революции и Гражданской войны Александр Петрович совмещал много ответственных должностей, с 1917 г. он возглавлял Академию наук и, оставаясь президентом Минералогического общества, предпринимал всё возможное, чтобы общество продолжало свою деятельность.

С 1919 г. общество стало называться Российским минералогическим обществом, возобновив после перерыва, вызванного Гражданской войной,

свою работу. Многие его члены смогли принять участие в полевых геологических исследованиях, организованных Геологическим комитетом и Академией наук. Среди них активнейшие участники общества, корифеи русской науки: создатель геохимии и учения о ноосфере академик В.И. Вернадский и выдающийся российский минералог, с именем которого связано открытие апатитовых месторождений Хибин, академик А.Е. Ферсман. Наряду с обычными заседаниями Минералогического общества совместно с Горным институтом начало организовывать научные сессии, посвящённые памяти академика Е.С. Фёдорова, регулярно проводимые до настоящего времени. Основные исследования членов общества были направлены на изучение особенностей минералогии различных регионов страны, на решение вопросов рационального использования природных ресурсов, на совершенствование методов исследования минерального вещества.

Минералогическое общество внесло весомый вклад в организацию и проведение геологоразведочных работ, обеспечивших восстановление и развитие минерально-сырьевой базы страны в первые годы после окончания Гражданской войны, в период индустриализации, во время и после Великой Отечественной войны. Благодаря активному участию членов Минералогического общества удалось решить ряд важнейших проблем развития и расширения сырьевой базы новых отраслей промышленности — атомной, горнохимической, редкометалльной, алмазодобывающей. Минералогические исследования сыграли важную роль при открытии и освоении многих месторождений углеводородного сырья и создании мощной нефтегазовой отрасли в России.

В послевоенных условиях учёному совету Минералогического общества пришлось затратить много усилий, чтобы наладить его нормальную деятельность. Этому во многом способствовало то обстоятельство, что во главе общества в те годы стоял такой выдающийся учёный и организатор, каким был академик С.С. Смирнов. Не один год потребовался, чтобы закончить напряжённую работу по учёту уцелевшего книжного фонда и каталогизации книг библиотеки (она содержит 80 000 единиц, включая редкие издания XVI—XIX веков, труды классиков отечественной и зарубежной науки), составлению библиографического указателя научных статей и других сообщений “Записок”, тем более что последний указатель был опубликован ещё в 1911 г. Возобновилось совместное проведение Фёдоровским институтом кристаллографии, минералогии, петрографии и учения о полезных ископаемых (при Горном институте) и Минералогическим обществом научных сессий, посвящённых

Е.С. Фёдорову. Так, в течение 1945 г. на заседаниях общества было заслушано 15 докладов, одно из заседаний было посвящено памяти выдающегося учёного современности почётного члена общества В.И. Вернадского.

Поскольку 125-летие Минералогического общества пришлось на трудный 1942 г. и широко не отмечалось, его совет принял решение о проведении 19–21 января 1947 г. юбилейной сессии. Выступая на её открытии от имени Президиума Академии наук СССР, академик А.Н. Заварицкий подчеркнул “неразрывную связь Минералогического общества с историей познания недр нашей Родины, с развитием русской геологической и минералогической школы”. С докладами на сессии выступили ведущие учёные страны Ю.А. Билибин, Д.П. Григорьев, А.Н. Заварицкий, В.А. Николаев, С.С. Смирнов. Завершая её работу, президент общества академик С.С. Смирнов отметил: “Мы имеем право утверждать тезис о независимости нашей страны в отношении минерально-сырьевой базы. Но при этом нам следует помнить, что минерально-сырьевая база создавалась в исключительно короткие сроки, географическое распределение сырья и качественная сторона его в ряде случаев требуют решительного улучшения...” [1, с. 137].

В связи с расширением деятельности общества возникла необходимость в его реорганизации. 11 октября 1947 г. Совет Министров СССР постановил преобразовать Всесоюзное минералогическое общество во Всесоюзное и передать его в ведение Академии наук СССР. Эта реорганизация и авторитет президента общества академика А.Н. Заварицкого в дальнейшем способствовали активизации деятельности Минералогического общества и привели к созданию его региональных отделений: Уральского (1948), Московского (1949), Узбекского (1950), Восточно-Сибирского (1951), Армянского (1952), Северо-Кавказского (1953), Таджикского (1953), Киевского и Казахского (1954), Кольского (1955). Позже ряд республиканских отделений превратился в самостоятельные минералогические общества (Украинское, Узбекское и др.).

Возобновилось присуждение на заседаниях общества почётных отзывов за выдающиеся научные работы. Так, в 1947 г. почётный отзыв Минералогического общества получил В.С. Соболев за труд “Введение в минералогию силикатов”, а в 1952 г. — коллектив авторов ВСЕГЕИ и Горного института (Ю. Ир. Половинкина, М.Ф. Викулова, Е.А. Разумовская, Н.Ф. Аникеева, Е.В. Соловьёва, А.Е. Комарова, Е.Н. Егорова-Фурсенко) за трёхтомную работу “Структуры горных пород” и коллектив авторов (А.Н. Заварицкий, В.А. Заварицкий,

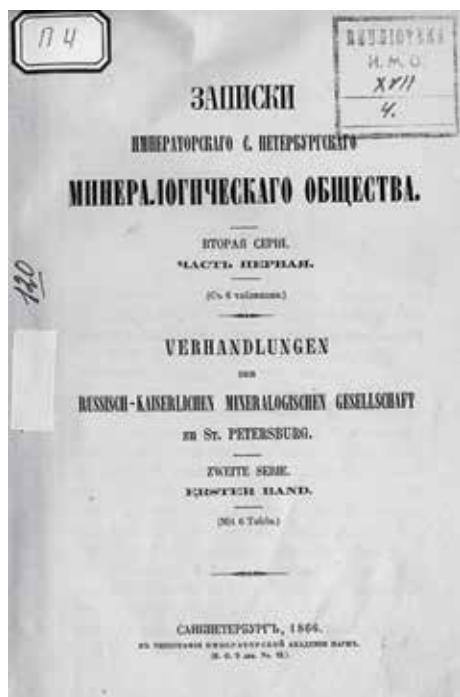
Т.Н. Шадлун, В.П. Логинов, А.В. Пэк, С.Н. Иванов, Л.Г. Кваша) за работу “Колчеданные месторождения Урала”.

В 1950-х годах произошло важное событие — первый послевоенный съезд действительных членов Всесоюзного минералогического общества, открывшийся 19 ноября 1956 г. в конференц-зале Ленинградского горного института. Академик А.Г. Бетехтин, приветствуя съезд от имени Президиума АН СССР, отметил: “Объединяя широкий круг геологов самых разных специальностей, общество и его отделения продолжали славную традицию воспитания молодых исследователей в различных областях геологических знаний, необходимых для решения важнейших задач, стоящих перед страной” [1, с. 165]. На съезде были заслушаны сообщения руководителей общества (президента члена-корреспондента АН СССР В.А. Николаева, заместителя главного редактора “Записок” профессора Д.П. Григорьева и учёного секретаря профессора С.П. Соловьёва) о научных, учебно-методических и просветительских итогах его деятельности и очередных задачах. С научными докладами, в которых освещались важнейшие проблемы кристаллохимии, кристалломорфологии и структурной минералогии выступили академик Н.В. Белов, член-корреспондент АН СССР Г.Б. Бокй, профессор В.И. Михеев, профессор И.И. Шафрановский. Проблемы геохимии и геохимических методов поисков месторождений полезных ископаемых были рассмотрены в докладах академика А.П. Виноградова, члена-корреспондента АН СССР А.А. Саукова, профессора В.В. Щербины. Современные петрологические теории формирования магматических и метаморфических пород, роль термодинамики в расшифровке природных процессов анализировались в докладах академиков Д.С. Коржинского и В.С. Соболева, членов-корреспондентов АН СССР В.А. Николаева и Н.И. Хитарова. Академик А.Г. Бетехтин рассмотрел различные проблемы рудообразования. Почти все прозвучавшие в докладах новые идеи и результаты практически сразу вошли в соответствующие учебные курсы, а затем и в учебники по геохимии, кристаллографии, минералогии, петрологии и учению о полезных ископаемых.

30 мая 1967 г. Всесоюзное минералогическое общество (ВМО) торжественно отметило свой 150-летний юбилей в празднично украшенном конференц-зале Горного института. Открыл юбилейный съезд, приветствуя заполнивших конференц-зал гостей, среди которых впервые были учёные из зарубежных стран, президент общества член-корреспондент АН СССР П.М. Татаринов. К юбилею были изданы книга по истории Минералогического общества [1], юбилейный сборник “Проблемы кристаллохимии минералов

и эндогенного минералообразования” [3], на Монетном дворе в Ленинграде изготовлены специальная юбилейная медаль и значок действительного члена общества. Среди многочисленных приветствий, которые получило в эти дни общество, особо отметим слова из приветствия Президиума АН СССР: “В течение полуторавекового существования Минералогическое общество вело огромную работу по объединению учёных — естествоиспытателей, исследователей богатых недр нашей Родины — и сыграло выдающуюся роль в развитии геолого-минералогических наук. Сконцентрировав в своих рядах талантливых представителей науки о минералах, горных породах и полезных ископаемых, Минералогическое общество всегда являлось носителем и проводником передовых научных идей и в значительной степени способствовало прогрессу не только отечественной, но и мировой науки. Многочисленные печатные издания Минералогического общества отразили зарождение новых идей в области геологии, минералогии, кристаллографии, петрологии и учения о полезных ископаемых и вошли в золотой фонд мировой геологической литературы” [2, с. 197].

Юбилейный съезд Минералогического общества явился дополнительным стимулом к расширению сферы его деятельности. Уже в 1968 г. на Востоке нашей страны появились три новых отделения — Дальневосточное, Приморское и Читинское, в 1969 — Башкирское, в 1971 — Карельское, в 1972 — Томское, в 1973 — Ухтинское. В 1972 г. утверждена Комиссия по минералогической терминологии и номенклатуре, в 1973 г. — Комиссия по экспериментальной и технической минералогии и Комиссия по физике минералов и аппаратуре для минералогических исследований. В связи с расширением деятельности Минералогического общества, ростом числа его отделений, образованием новых комиссий появилась необходимость в более частой и непосредственной связи руководства общества с его отделениями, в обмене опытом работы. Поэтому по инициативе вице-президента Д.В. Рундквиста президиумом общества было принято решение о проведении в период между съездами годовых научных сессий и тематических школ, особенно значимых для студентов, аспирантов и молодых учёных. Так, в январе 1978 г. в Ленинградском горном институте была организована школа по онтогении минералов, исключительно плодотворного, получившего мировую известность направления отечественной минералогии. Впервые представление об онтогении минералов было высказано профессором Д.П. Григорьевым в 1947 г. в докладе “О генезисе минералов” на юбилейной сессии Минералогического общества. А далее удачное сочетание таких обстоятельств, как активная экспериментальная



Титульный лист первой части второй серии «Записок Минералогического общества». 1866 г.

работа, позволявшая непосредственно наблюдать сложную жизнь минералов, соприкосновение с ярким миром уральских минералов и уникальными минералогическими коллекциями Горного музея, наконец, традиции замечательной школы петербургских-ленинградских минералогов, способствовало быстрому, поистине революционному становлению онтогенического направления.

На прошедшем в октябре 1976 г. V съезде Минералогического общества, где президентом был избран вице-президент АН СССР академик А.В. Сидоренко, в своём выступлении подчеркнувший фундаментальный статус минералогии и сформулировавший стоящие перед ней задачи, было принято решение о создании двух очень важных, в первую очередь для вузовской науки и образования, комиссий – Комиссии по преподаванию минералогии в высшей школе и Комиссии по микрондовому исследованию минералов. Одним из мероприятий первой комиссии стал Всесоюзный семинар по преподаванию кристаллографии и минералогии в высшей школе, проведённый в Горном институте в октябре 1980 г. На семинаре были рассмотрены достижения вузов в преподавании кристаллографических и минералогических дисциплин, вскрыты имеющиеся в этом важном деле пробелы и приняты решения, направленные на улучшение качества подготовки специалистов. В дальнейшем эти семинары проводились регулярно, каждые два-три года, в крупных вузовских центрах страны. Предложения, нацеленные на

усиление минералогической подготовки выпускников горно-геологических вузов и геологических факультетов университетов, направлялись в Минвузы РСФСР и СССР и в дальнейшем учитывались при разработке учебных планов и программ, создании методических указаний, учебных пособий и учебников. По существу, Комиссия по преподаванию выполняла функции ныне существующих методических комиссий и учебно-методических объединений Минобрнауки.

Особенно большое внимание преподаванию дисциплин геолого-минералогического профиля было уделено на VII съезде ВМО в 1987 г. Именно тогда было обращено внимание на необходимость разработки и введения в учебные планы горно-геологических вузов курсов геохимии, поисковой минералогии, технологической минералогии, экологической минералогии и геохимии. И первым вузом, наиболее полно реализовавшим рекомендации съезда, стал Ленинградский горный институт, преподаватели которого, члены Минералогического общества, не только подготовили учебные программы соответствующих курсов и начали их чтение, но и создали серию учебных пособий по этим дисциплинам. Более того, по инициативе одного из активнейших деятелей общества профессора Д.П. Григорьева в «Записках» стали публиковаться его яркие очерки «Из опыта преподавания минералогии». Когда их число достигло полутора десятков, они сложились в определённую методологическую систему и по инициативе вице-президента общества академика Н.П. Юшкина были опубликованы в виде отдельной книги. Книга, предназначенная в первую очередь для студентов, аспирантов и преподавателей вузов, но весьма полезная и для профессионалов-минералогов, мгновенно разошлась, получила восторженные отзывы, а на съезде Российского минералогического общества в 1999 г. была отмечена почётным отзывом и медалью общества.

Существенно и другое. Именно после этого съезда благодаря активным действиям Комиссии по преподаванию Минералогического общества и ректоров Ленинградского горного института (технического университета) и Московской государственной геологоразведочной академии была открыта новая специальность – прикладная геохимия, минералогия, петрология. Жизнь показала востребованность этой специальности, её выпускники успешно работают в научно-исследовательских институтах, вузах и на производстве. Подчеркнём, что возникшие в рамках этой специальности специализации – технологическая минералогия, минералогия месторождений камнесамоцветного и поделочного сырья, поисковая минералогия и геохимия, экологическая минералогия и геохимия – практически полностью

соответствуют тематике проведённых Минералогическим обществом годовых собраний.

С 1956 г. Минералогическое общество является членом и одним из учредителей Международной минералогической ассоциации (ММА), а также Европейского минералогического союза. Члены общества участвуют в работе ММА, входят в состав рабочих групп и комиссий, являются председателями некоторых из них. В 1974 г. академик В.С. Соболев, а в 2014 г. вице-президент общества профессор С.В. Кривовичев избирались президентами ММА, что способствовало заметной активизации международных контактов Минералогического общества. Начиная с 1977 г. в деятельности общества появилась новая форма – совместные заседания с минералогическими обществами других стран. Первой страной, с которой Минералогическое общество провело такие заседания, стала Франция, где в октябре 1977 г. прошла совместная научная сессия ВМО и Французского общества минералогии и кристаллографии. Самым значительным событием международного масштаба в деятельности Минералогического общества стал XI съезд Международной минералогической ассоциации, состоявшийся в Новосибирске в сентябре 1978 г. Программа съезда включала сессии и симпозиумы по 13 научным направлениям, по многим из которых члены общества В.Л. Барсуков, А.И. Гинзбург, А.А. Годовиков, В.А. Жариков, Н.Н. Мозгова, И.Д. Рябчиков, В.С. Соболев, Н.В. Соболев, В.А. Франк-Каменецкий сделали ключевые доклады.

С самого начала своего существования Минералогическое общество ставило своей целью всестороннее изучение земной коры, прежде всего её состава и залегающих в ней месторождений. Науки о минералах и горных породах лежат в основе наших знаний о веществе Земли, о законах, управляющих преобразованиями этого вещества, о процессах, протекающих в глубинах Земли и других планет и на их поверхности. Уровень, достигнутый фундаментальными науками о минеральном веществе, во многом определяет состояние практически всех наук геологического цикла и поисково-разведочной практики. Успехи в приращении минеральных богатств страны во многом обусловлены развиваемым с начала 1930-х годов учением о типоморфизме минералов (А.Е. Ферсман, Ф.В. Чухров, А.И. Гинзбург, Н.В. Петровская), которое позволяет по особенностям состава и строения минералов судить о промышленной значимости выявляемых рудопоявлений, а также закрепившимся с начала 1960-х годов отечественным учением об онтогении минералов (Д.П. Григорьев, А.Г. Жабин, Н.П. Юшкин), в рамках которого по анатомии кристаллов и их агрегатов удаётся реконструировать последовательные события

их зарождения и жизни. Сейчас становится ясным, что учения о типоморфизме и об онтогении минералов, принятые в качестве руководства при интерпретации минералогических данных, содержат в себе натурфилософское зерно неравновесной термодинамики – идею самоподобия как в составе и строении разномасштабных минеральных тел (типоморфизм), так и в процессах, протекающих в этих разномасштабных телах (онтогения). Среди направлений деятельности Минералогического общества, повлиявших на хозяйственное освоение территории России и сопредельных стран, следует назвать открытие новых минералов и новых типов минерального сырья; усовершенствование и разработку новых приёмов точной диагностики минералов и оперативного минералого-геохимического картирования; рекомендации по модернизации технологических процессов обогащения руд.

Переломным моментом в истории Минералогического общества стали 1990-е годы, когда распался СССР, и президенту (им с 1987 г. стал академик Д.В. Рундквист) и президиуму общества пришлось приложить немало усилий как по преобразованию структуры общества, так и по проведению в июне 1992 г. юбилейного съезда, приуроченного к 175-летию общества, с приглашением иностранных учёных. Предваряя юбилейный съезд, в начале 1992 г. состоялся внеочередной съезд полномочных представителей отделений ВМО и республиканских минералогических обществ, на котором были заслушаны отчётные доклады президента, главного редактора “Записок”, казначея общества, восстановлено старое название (существовавшее до 1947 г.) – Российское минералогическое общество – и принят его устав, а также обсуждён проект создания Ассоциации минералогических обществ независимых государств (бывших республик СССР).

Во вступительном слове президента, открывшего 9 июня 1992 г. юбилейный съезд Минералогического общества, было отмечено, что новый – третий – период развития общества начинается в условиях резко возросших экономических трудностей и потребует больших усилий всех членов общества по развитию минералогии и сопредельных наук на новом этапе синтеза данных и разработки общей теории эволюции минеральных образований Земли. Научная программа съезда “Современные проблемы минералогии и сопредельных наук” включала доклады по четырём темам: общие проблемы минералогии, прикладная минералогия, проблемы петрологии и рудообразования, новое в минералогии, а также дискуссию в рамках организованного академиком Н.П. Юшкиным “круглого стола” “Пограничья минерального мира”. Приятно было отметить присутствие на юбилейном съезде гостей – представителей

минералогических обществ Белоруссии, Болгарии, Германии, Грузии, Италии, Китая, Польши, США, Узбекистана, Украины, Франции и Швейцарии и их активное участие в научной программе съезда.

Общество всегда играло роль своего рода чистилища для новых понятий и идей. Выдержавшие проверку теоретические и методические рекомендации поисково-разведочного направления поддерживались публикациями в “Записках Минералогического общества”, сборниках и трудах совещаний, проводимых обществом, издательская деятельность которого играла и играет важную роль в развитии геологических наук и знаний о минералах, горных породах и полезных ископаемых. “Записки”, первый том которых вышел в 1866 г. (раньше периодических изданий минералогических обществ других стран), продолжают публиковаться и в наши дни. В них представлены научные статьи по пяти основным направлениям: минералогия, кристаллография, геохимия, петрография и учение о месторождениях полезных ископаемых, а также критические и библиографические обзоры, информация о совещаниях, конференциях и других значительных событиях в жизни геологов России и зарубежных стран. Освещение общественно-научной деятельности Минералогического общества наряду с широкой научной проблематикой, объединяемой единством структурно-вещественного и историко-эволюционного подходов при неперменной характеристике вещества (минералов, пород, руд), обеспечивает сохранение научного лица журнала. Помимо “Записок”, обществом в послевоенные годы регулярно издавались тематические сборники, такие как “Минералы и парагенезисы минералов”, “Кристаллохимия и рентгенография минералов”, “Проблемы онтогении минералов”, тезисы докладов годичных собраний и съездов. Выходят библиографические указатели к журналу “Записки”. Оглавление всех 145 его томов, а также полнотекстовые версии статей с 1974 по 2014 г. размещены на интернет-сайте Российского минералогического общества (www.minsoc.ru). “Записки” индексируются в международных базах данных Web of Science, RSCI – Russian Science Citation Index, Scopus, Mineralogical Abstracts, MinAbs Online, GeoRef, GeoBase. С 2007 г. выходит сокращённая английская версия журнала в МАИК “Наука/Интерпериодика” в виде двух – 7-го и 8-го выпусков журнала “Геология рудных месторождений”; таким образом, не менее трети статей “Записок” доступно зарубежным читателям на английском языке. Конечно, издание полнообъёмной английской версии журнала позволило бы оперативнее знакомить зарубежных учёных с достижениями отечественной минералогической

науки и укрепило бы международный авторитет “Записок”.

Сегодня Минералогическое общество объединяет более 1200 исследователей из научно-исследовательских институтов, университетов и производственных организаций. Его отделения действуют во всех крупных научных и горнопромышленных центрах России, созданы и активно работают 17 научных комиссий по всем актуальным направлениям минералогии. Минералогическое общество, его отделения и комиссии организуют или участвуют в организации международных, всероссийских и региональных совещаний. На ежегодных годичных собраниях общества рассматриваются актуальные вопросы минералогии и сопредельных дисциплин. В последние годы на этих собраниях обсуждались вопросы геохимических и минералогических критериев оценки крупных и уникальных месторождений, проблемы технологической и экологической минералогии, минералогии месторождений камне-самоцветного сырья, минералогические основы использования комплексных руд и др. Годичные собрания указывают на главные научные “акценты” в деятельности Минералогического общества, его президиума, учёного совета, отделений и комиссий. Помимо годичных собраний отделения РМО (Сыктывкарское, Московское, Уральское, Западно-Сибирское, Кольское, Читинское), и его комиссии (по музеям, технической минералогии, кристаллохимии, рентгенографии и спектроскопии минералов, органической минералогии) выступали организаторами всероссийских и международных совещаний и семинаров. Ряд совещаний в отделениях носит регулярный характер: “Минералогия техногенеза” (Ильменское отделение), Ферсмановские научные сессии (Кольское и Читинское отделения), школа “Математические исследования в кристаллографии, минералогии и петрографии” (Кольское отделение), чтения памяти П.Н. Чирвинского (Пермское отделение). В некоторых отделениях (Сыктывкарское, Томское, Кольское) работают постоянно действующие семинары и кружки.

В настоящее время особое внимание в работе Минералогического общества уделяется новым проблемам, например, экологической геохимии, минералогии, петрографии и геохимии в археологии и искусствоведении, прецизионным физическим методам исследования минералов и горных пород. Важным этапом развития современной минералогии является её интервенция в микромир с появлением таких направлений, как микро- и наноминералогия. Этому способствовал прогресс методов структурных и морфологических исследований, особенно различных видов микроскопии (электронной, туннельной,

атомно-силовой) и спектроскопии (инфракрасной и комбинационного рассеяния). С помощью этих методов раскрывается структурно-химическая неоднородность как неотъемлемое свойство минеральных тел, надмолекулярная структурная упорядоченность некристаллического характера в природных твёрдых веществах, считавшихся аморфными. Новые необычные структуры и явления открываются в результате изучения твёрдых углеводородов, углеродистых веществ и самого углерода. В последние два десятилетия благодаря современным методам определения изотопного, химического, минерального состава пород, руд и техногенных отходов и получающим всё большее развитие технологиям переработки минерального сырья определились принципиально новые возможности выделения нетрадиционных видов металлических и неметаллических полезных ископаемых и выявления новых типов месторождений. В результате становятся промышленно значимыми содержания благородных и редких элементов в считавшихся пустыми породах, резко возрастает возможность комплексного использования сырья, открываются широкие перспективы экономически рентабельной и экологически более чистой разработки месторождений. Всё это создаст научно обоснованную базу увеличения балансовых запасов известных месторождений и перевода многих рудопроявлений, участков минерализации в объекты лицензирования и промышленного освоения.

Можно выделить ещё ряд актуальных фундаментальных и прикладных проблем, в решение которых существенный вклад должны внести коллективы, объединённые Минералогическим обществом, в том числе выявление точек роста современной минералогии на основе использования новейших достижений других наук; изучение эволюции минерального мира во времени и в пространстве в связи с этапами становления и развития планеты Земля; выявление минералогических критериев оценки палеогеодинамических обстановок с разной металлогенической специализацией и их потенциальной рудоносностью; исследования, тесно увязанные с проблемой биоминералогии, например, по условиям формирования нефтегазовых месторождений с учётом корреляции накопления в них эндогенных и экзогенных компонентов; расширение круга используемых промышленностью видов минералов за счёт выявления у них новых ценных свойств; решение проблемы рекультивации деформированных геолого-промышленными действиями территорий и рационального хозяйственного использования отходов горнодобывающих, обогатительных и металлургических предприятий.

Наряду с научными задачами важную часть деятельности Минералогического общества составляет решение организационных проблем. Первая из них связана с объединением творческих усилий геологов, работающих в системе Академии наук, Министерства образования, в отраслевых институтах и производственных организациях. Минералогическое общество, имеющее огромный опыт и традиции комплексного изучения проблем, может естественным образом объединять учёных и производителей, в том числе, как это и делает ряд отделений общества, проводя межведомственные собрания в горнодобывающих районах. Очень важный раздел нашей деятельности — принятие действенных мер по сохранению музейных фондов, обширного каменного материала (коллекций, керн скважин), накопленного за долгие десятилетия, поддержание природных заповедников, эталонных обнажений и других природных и культурных объектов, в том числе краеведческих и археологических.

Ещё одна важная задача — финансирование значимых для российской геологии исследований, проводимых отделениями и комиссиями Минералогического общества. Сегодня членские взносы уже не могут составлять реальную финансовую основу таких исследований, а правительственных субсидий, как это было в прошлом, РМО не получает. Возможный выход из создавшейся ситуации — установление связей с компаниями, заинтересованными в решении конкретных научно-производственных задач коллективами учёных, объединяемых обществом. Мы недостаточно используем авторитет Российского минералогического общества при решении научных и практических вопросов экономического развития регионов, их экологической экспертизы, комплексного освоения месторождений, внедрения рациональных технологий извлечения и обогащения полезных ископаемых.

Третья важная проблема, стоящая перед Российским минералогическим обществом, — привлечение к участию в нём перспективных молодых учёных. За последние годы средний возраст членов общества заметно увеличился. В то же время в нём состоят специалисты, обладающие уникальными знаниями и успешным опытом проведения исследовательских работ. Именно в творческом контакте с ними молодые специалисты могли бы приобретать необходимые знания и получать навыки эффективного участия в решении практических и теоретических проблем. Нужно более активно привлекать молодёжь в состав РМО, участие в работах которого открывает молодым учёным путь в серьёзную науку. Общество и его отделения в новых условиях должны быть полезными в образовательном процессе, начиная со школ,

колледжей, средних специальных и заканчивая высшими учебными заведениями. Это направление требует безотлагательной активизации, в том числе путём усиления научно-просветительской и популяризаторской деятельности.

Несмотря на возникающие в последние десятилетия трудности, достижения учёных, объединённых в Российское минералогическое общество, весьма весомы на фоне работ минералогов других стран. Об этом можно судить как по ряду важных фундаментальных исследований, так и по многим работам в области совершенствования оценки качества и технологии переработки минерального сырья, архео- и биоминералогии, минералогическому материаловедению и экологической минералогии. О высоком уровне работ отечественных учёных свидетельствуют, например, объективные данные об открытии новых минералов: за 10 лет нового тысячелетия во всём мире было открыто 726 новых минералов, из них российскими минералогами — 172.

На фоне изменившихся экономических условий в стране, произошедшей смены приоритетов научных исследований минералогия продолжает оставаться в центре наук геологического цикла, а также практических задач освоения минерально-сырьевых ресурсов. Годичные собрания, конференции, которые были проведены Минералогическим обществом в последние годы, свидетельствуют об активном использовании минералогических методов во всех тех новых направлениях исследований, которые призваны обеспечить минерально-сырьевой баланс страны, решение многих экологических и медицинских проблем, способствовать восстановлению исторических культурных связей народов страны, сохранению памятников культуры.

Сегодня с полным основанием можно сказать, что 200-летие Российского минералогического общества — это плодотворный, зрелый возраст, ознаменованный достижениями, которыми можно

гордиться. Важно, что Минералогическое общество, как писал академик А.Н. Заварицкий, “было школой, пробуждавшей стремления в научной работе, прежде всего искать истину, школой, воспитывавшей уважение к взглядам других и заставлявшей критически относиться к своей работе и к своим достижениям” [2, с. 124].

В год 200-летия РМО можно оптимистично оценить его будущее как куратора и организатора научных минералогических исследований, среды для обмена научной информацией и взаимодействия учёных, университетов, научных институтов, организаций минерально-сырьевого комплекса и высокотехнологичных отраслей. Методы минералогической науки остаются в фокусе геологических исследований, фундаментальных и прикладных наук о Земле, рационального природопользования и сохранения многообразия природы и памятников исторического наследия человечества. Именно этот широкий спектр проблем предполагается обсудить на юбилейном съезде Российского минералогического общества 10–13 октября 2017 г., следуя традициям, заложенным нашими выдающимися предшественниками: работать на благо Отечества, развивая, как записано в девизе общества, “минералогию во всем пространстве сего слова”!

ЛИТЕРАТУРА

1. Соловьёв С.П. Всесоюзное минералогическое общество и его роль в развитии геологических наук. Л.: Наука, 1967.
2. Соловьёв С.П., Доливо-Добровольский В.В. История Всесоюзного минералогического общества и его роль в развитии геологических наук. СПб.: Наука, 1992.
3. Проблемы кристаллохимии минералов и эндогенного минералообразования / Под ред. П.М. Татаринова, Д.В. Рундквиста. Л.: Наука, 1967.

ИНТЕРВЬЮ

О ПЕРСПЕКТИВАХ ПРОДВИЖЕНИЯ РОССИЙСКИХ НАУЧНЫХ ЖУРНАЛОВ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ “RUSSIAN LIBRARY OF SCIENCE”

“Вестник РАН” представляет своим читателям совместное интервью главного операционного директора издательства “Springer Nature” Мартина Моса и президента компании “Pleiades Publishing” Александра Шусторовича, посвящённое новому этапу их совместной деятельности по изданию и продвижению российских научных журналов, которая осуществляется в рамках программы “Russian Library of Science” и концентрирует более 40% статей отечественных авторов на английском языке. С М. Мосом и А. Шусторовичем беседовал наш корреспондент Б. А. Рыскин.

DOI: 10.7868/S086958731704020X

— *Pleiades Publishing и Springer Nature подписали новое соглашение о распространении журналов. Не могли бы вы рассказать об этом подробнее?*

Мартин Мос: Наши компании подписали соглашение о пятилетнем сотрудничестве — с 2017 по 2021 г., согласно которому Springer Nature имеет исключительные права на распространение по всему миру англоязычных версий журналов, входящих в программу Russian Library of Science. Это впечатляющее достижение для обеих компаний. Оно базируется на наших давних отношениях и нацелено на то, чтобы обеспечить внимание к российской науке по всему миру.

— *Насколько я знаю, Pleiades Publishing и Springer Nature уже работали какое-то время совместно?*

Мартин Мос: Мы работаем вместе уже более 11 лет. Отношения между Springer Science+Business Media (SSBM) и Pleiades Publishing начались в 2005 г. Слияние SSBM с Macmillan Science and Education в 2015 г. привело к образованию Springer Nature. Новое соглашение между Springer Nature и Pleiades укрепляет наши связи в последующие пять лет. Pleiades Publishing — важный партнёр для Springer Nature. 181 журнал (англоязычные журналы, сформированные из 248 журналов на оригинальных языках), входящие в Russian Library of Science, издаваемые Pleiades и распространяемые Springer по всему миру, составляют примерно 6% всех журналов Springer Nature.

— *Как слияние повлияло на соглашение с Pleiades Publishing?*

Мартин Мос: Springer и Nature — два лидирующих мировых бренда в бизнесе научных изданий, каждый со своей богатой историей, длиною почти в 175 лет. Объединив усилия и образовав Springer Nature, они предлагают

беспрецедентный охват и качество как крупнейший издатель образовательной литературы — книг и журнальных статей — и рационально и эффективно используют объединённый редакторский и технический экспертный потенциал для информирования заинтересованных лиц об исследованиях и их результатах. Слияние усиливает позиции Springer Nature, позволяя увеличить охват периодики и влияние российской науки.

— *Вы долгое время сотрудничаете и, несомненно, знаете, какие изменения происходили в издательской индустрии?*

Мартин Мос: Как и индустрия в целом, за обозримое время издательское дело претерпело много изменений, к которым нам пришлось приспособиться. В течение десяти последних лет мы делали значительные вложения в обеспечение электронного доступа к нашим журналам и даже выступали инициаторами изменений в этом отношении. Сегодня на рынке научной, технической и медицинской литературы цифровой контент заметно превосходит печатный. Как и другие издатели, мы отреагировали на глобальное увеличение объёмов научных исследований, дав возможность библиотекам и исследовательским организациям приобретать более объёмные коллекции изданий в электронном виде, вместо того чтобы подписываться на отдельные печатные версии журналов. Это также позволяет библиотекам и организациям объединяться в группы (консорциумы) для приобретения подписок на научные журналы. Такова повсеместная тенденция, и сегодня подписные цены на отдельные журналы и прайс-листы теряют смысл, так как доступ к научной литературе обеспечивается благодаря лицензионным соглашениям, охватывающим всю коллекцию/базу данных журналов или её значительную часть. Продажи отдельных

журналов по каталожным ценам теперь составляют очень маленькую долю всех продаж Springer Nature.

Мы также наблюдаем, как всё более актуальными становятся дополнительные факторы, которые покупателями расцениваются определяющими. Это, в частности, статистика использования, импакт-факторы, предлагаемый издателем набор сервисов для авторов и наличие соответствующих продуктов и услуг на издательских платформах, поддерживающих исследователей. Один из примеров – инициатива Springer Nature по информационному обмену контентом Sharedit, благодаря которой можно давать ссылки на полнотекстовые статьи, доступные в режиме просмотра. Ссылки на эти статьи, которые обычно были доступны только по подписке, теперь можно размещать в соцсетях, на авторских сайтах и в депозитариях организаций. Благодаря этому исследователи могут делиться своими научными результатами с коллегами и широкой читательской аудиторией.

Этот подход находит поддержку у исследователей, нуждающихся в более широком доступе к информации. Кроме того, авторам нравится потенциальное увеличение числа читателей, которое становится возможным, когда исследователи с лёгкостью осуществляют поиск в больших коллекциях журналов в электронном виде. У Springer Nature в коллекции более 3000 журналов, в них ежегодно публикуется примерно 340 000 статей. Большинство из них доступно через платформу Springer Link. Доступ открыт для 90 млн. пользователей из 19 000 организаций. Большинство передовых организаций подписаны на контент через Springer Link, а число скачиваний полных текстов статей через Springer Link достигает 178 млн каждый год. Это даёт Springer Nature беспрецедентную возможность продвигать научные знания путём увеличения охвата и вероятности обнаружения авторских работ. Мы рады использовать наши уникальные возможности как на благо авторов, публикующих свои статьи в Russian Library of Science, так и на благо исследователей, которые хотят иметь доступ к достижениям российской науки.

Новое соглашение между Springer Nature и Pleiades позволяет лучше отразить новые реалии и предложить пользователям контента Pleiades бесперебойный доступ к уникальной коллекции журналов. Можно смело назвать это историческим достижением Springer Nature, Pleiades и выдающихся журналов, составляющих Russian Library of Science.

— *Принимая во внимание долгосрочность отношений и меняющуюся динамику рынка, что предлагается теперь для мониторинга качества журналов?*

Мартин Мос: Springer Nature будет регулярно давать информацию Pleiades о продажах доступа к отдельным статьям тем, кто не входит в число подписчиков, о подписчиках на журналы и о том, как много они скачивают статей, если эта информация не считается конфиденциальной по соглашениям с ними. Это позволит редколлегиям быстро вносить коррективы в портфели журналов с учётом требований рынка и предпочтений научного сообщества.

— *Какие вопросы, с вашей точки зрения, будут важны в течение следующего срока ваших взаимоотношений и как вы собираетесь их решать на благо ваших клиентов и организаций?*

Мартин Мос: Один из вопросов – это увеличение числа наименований журналов, которые охватываются соглашением, при сохранении качества статей. В течение срока действия предыдущего соглашения между нами объём журналов вырос. В 2007–2015 гг. Pleiades и Springer совместно выдвинули на рынок более 32 новых научных, технических и медицинских журналов. Новая программа включает не только журналы Российской академии наук, но также и журналы вузов и таким образом представляет российскую науку более полно, что важно для библиотек.

Другие важные вопросы связаны с ростом качества и охвата публикаций. Надеемся, что их удастся решить благодаря:

во-первых, более широкому вовлечению иностранных членов в редакционные коллегии и привлечению иностранных авторов (эта тенденция уже видна, но её надо усилить);

во-вторых, развитию открытого доступа, в котором Springer Nature уже имеет отличный опыт, будучи одним из инициаторов открытого доступа и остаётся наиболее крупным мировым издателем в системе открытого доступа, значительно опережая средние по отрасли показатели (открытый доступ – это набирающая силу новая тенденция, согласно которой авторы, используя средства грантов, платят взнос за предоставление бесплатного и полностью открытого доступа к их статьям без подписки);

в-третьих, совместной с Pleiades поддержкой авторов с целью обеспечения публикационной этики. Springer Nature – член Комитета по публикационной этике и работает в соответствии с его Кодексом поведения.

— *Откуда возьмутся ресурсы на оплату взносов за открытый доступ?*

Александр Шусторович: В международной практике автор использует не собственные средства, а средства грантов. В России тоже достаточно

грантов, но большая их часть фактически предусматривает возможность публикации статей в зарубежных журналах, которые составляют сейчас более 50% всех публикаций. Возможно, настало время размещать лучшие статьи российских авторов в отечественных журналах?

— *Какие преимущества несёт новый договор двух издательств — Pleiades и Springer — российским авторам и журналам?*

Александр Шусторович: Преимущества нового договора очевидны. В первую очередь это сохранение всего пакета журналов RLS, представляющего собой уникальную коллекцию, которую мы собирали более 20 лет. Для сравнения могу сказать, что остальные 10 иностранных издательств выпускают только 40 журналов. Новая система отчётности, которую будет предоставлять Springer Nature, предусматривает ежеквартальный анализ библиометрических данных по каждой статье. А это важная информация, с точки зрения регулирования состава авторов и тематики журналов. В свою очередь мы хотим ввести эти показатели для определения финансовых отношений с журналами, рассчитывая, что таким образом удастся стимулировать и авторов, и редколлегии к повышению качества материалов.

— *А почему пакет так важен для наших журналов?*

Александр Шусторович: Потому что их усреднённый импакт-фактор ниже, чем у западных аналогов (по журналам РАН в 2015 г. средний импакт-фактор составил 0.603), а количество скачиваний полных текстов в разы меньше. И хотя эти показатели в результате нашей совместной работы с журналами и учредителями растут, догнать уходящий поезд совсем не просто. Вне пакета шансы на сохранение российских журналов на англий-

ском языке резко сокращаются. Большинство из них просто исчезнут, а за этими журналами стоят реальные авторы, редколлегии и научные школы. Тем более что резко меняется сам международный рынок. Размещение же наших журналов — и более сильных, и относительно слабых — на одной платформе и их распространение в пакете — важный шаг для более успешного их развития.

— *Предусматривается ли увеличение пакета журналов Russian Library of Science?*

Александр Шусторович: Предусмотрено, что ежегодно объём программы будет расти на 2%, это порядка 3500 журнальных страниц, но мы надемся и на качественный рост — за счёт повышения научного уровня статей. Кроме того, мы работаем над расширением контента статей за счёт дополнительных материалов — таблиц, видео и иллюстрационных материалов, в то время как в русскоязычных версиях есть ограничения, которые не позволяют широко использовать дополнительные материалы. Мы рассчитываем, что это будет способствовать более широкому привлечению авторов, тем более что мы ведём переговоры о размещении дополнительных материалов и на русском языке. Мы также обсуждаем включение в программу архивов журналов, что повысит их востребованность.

— *Что бы вы хотели сказать авторам, публикующимся в Russian Library of Science?*

Мартин Мос: Мы хотели бы заверить их, что вместе с Pleiades будем поддерживать авторов, увеличивая охват и влияние их работ как на благо самих авторов, так и на благо российской науки в целом.

Александр Шусторович: Хочу пожелать авторам — хороших статей, журналам — хороших авторов.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ
НАГРАДЫ И ПРЕМИИ

**ПРЕМИЯ ИМЕНИ А.Н. БЕЛОЗЕРСКОГО 2016 ГОДА – А.А. БОГДАНОВУ,
О.А. ДОНЦОВОЙ И П.В. СЕРГИЕВУ**

DOI: 10.7868/S0869587317040211



Президиум РАН присудил премию им. А.Н. Белозерского 2016 г. академику РАН Алексею Алексеевичу Богданову, члену-корреспонденту РАН Ольге Анатольевне Донцовой, доктору химических наук Петру Владимировичу Сергиеву (Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова) за цикл работ “Рибосома: функциональные центры и ингибиторы”.

Удостоенный премии цикл работ охватывает исследования пространственной структуры функциональных центров рибосомы и их взаимодействий с ингибиторами биосинтеза белков с помощью комплекса разнообразных биохимических, генетических и физико-химических методов. Разработанные авторами методы скрининга ингибиторов трансляции в настоящее время активно используются для широкомасштабного поиска новых антибиотиков.

Сдано в набор 17.01.2017 г.	Подписано к печати 07.02.2017 г.	Дата выхода в свет 25.04.2017 г.	Формат 60 × 88 ¹ / ₈
Цифровая печать	Усл.печ.л. 00.0	Усл.кр.-отт. 1.6 тыс.	Уч.-изд.л. 00.0
	Тираж 000 экз.	Зак. 000	Бум.л. 7.0
		Цена свободная	

Свидетельство о регистрации № 0110150 от 04.02.93 г. в Министерстве печати и информации Российской Федерации
Учредители: Российская академия наук, Президиум РАН

Издатель: ФГУП «Издательство «Наука», 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90
Оригинал-макет подготовлен ФГУП «Издательство «Наука»
Отпечатано в ФГУП «Издательство «Наука» (Типография «Наука»), 121099 Москва, Шубинский пер., 6