

**Информационно-аналитическая справка о результатах деятельности центра
«Агротехнологии будущего» за 2 квартал 2021 года**

1. Сведения о кадровом составе центра

№	Сотрудники	РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева	ФИЦ биотех- нологии РАН	ФИЦ ИУ РАН	ВНИИС ХМ	Почвен- ный инсти- тут имени В.В. Доку- чаева	СПбГУ	ВИР имени Н.И. Ва- вилова	Центр ИТОГО
1	Ведущие ученые, всего:	26	63	15	20	4	24	11	163
1.1	из них молодые исследователи (до 39 лет)	7	32	14	10	1	8	4	76
1.2	из них иностранные исследователи	1	0	0	0	0	0	0	1
2	Научные сотрудники (без учета ведущих ученых), всего:	76	21	6	11	5	16	6	141
2.1	из них молодые исследователи (до 39 лет)	30	14	3	8	4	12	5	76
2.2	из них иностранные исследователи	1	0	0	0	0	0	0	1
3	Профессорско-преподавательский состав	0	0	0	0	0	3	0	3
4	Аспиранты:	23	8	0	3	1	10	2	47
4.1	Иностранные аспиранты	24	0	0	0	0	0	0	24
4.2	Аспиранты из других субъектов Российской Федерации	22	0	0	0	0	0	2	24
5	Вспомогательный персонал	15	18	3	7	0	5	3	51
6	Административно-управленческий персонал	2	4	3	2	0	0	2	12
	ИТОГО:	141	114	27	43	10	58	24	417

2. Сведения о научных исследованиях Научного центра мирового уровня «Агротехнологии будущего»

ФГБУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»).

1. По направлению исследований «Ускоренная селекция высокоурожайных и устойчивых сортов и гибридов растений, обладающих заданными характеристиками качества» осуществлялось создание новых конкурентоспособных F1-гибридов основных овощных культур с целью импортозамещения на основе молекулярной генетики, генетической инженерии (редактирования геномов), клеточных технологий, традиционной селекции и отработанных технологий семеноводства. Проведены фенотипический и цитологический анализ межвидовых гибридов *V.carinata-oleracea* и *V.oleracea-carinata*, оценка устойчивости к трем расам *X.campestris* pv. *campestris* (возбудителя сосудистого бактериоза) на искусственном инфекционном фоне; насыщающие скрещивание генотипом реципиента.

2. В рамках научного исследования по разработке новых подходов к регистрационным испытаниям пестицидов экспериментально апробированы передовые подходы к регистрационным испытаниям пестицидов в части полевой фазы исследований в соответствии с принципами Надлежащей лабораторной практикой (НЛП) ОЭСР и Методикой испытаний химических веществ ОЭСР № 509 «Полевые испытания». Проводилась полевая фаза исследования по изучению динамики содержания остаточных количеств действующих веществ пестицида в зеленой массе, зерне и соломе пшеницы озимой при двукратном применении пестицида в соответствии с принципами НЛП. Подготовлены аналитические справки «Процессы испытательного центра, обеспечивающие прослеживаемость образцов и результатов исследований» и «Требования, предъявляемые к лабораторным информационным системам, в том числе международные».

3. Исследование «Создание микробиологических технологий для экологически приемлемого земледелия путём разработки микробных препаратов, расширяющих адаптационный потенциал растений посредством оптимизации микробиома»

было сосредоточено на использовании условий многолетнего полевого стационара. В период апрель-май 2021 года на полевой опытной станции ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева на площади 1,1 га заложен многофакторный опыт для получения новых знаний и результатов в области разработки экологически безопасных способов повышения потенциальной продуктивности и устойчивости к действию абиотических и биотических стрессоров зерновых, псевдозерновых, зернобобовых культур, многолетних трав, картофеля. Проведен анализ и подбор культур для совместного выращивания в посевах сои, различающихся по длине вегетационного периода, различающихся темпами роста и развития корневой системы и надземной массы.

4. Разработаны основные элементы новой методики определения рисков при производстве сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки с применением информационно-матричной математической модели, базирующаяся на теории и практики оценивания. Существующая в мире методика определения рисков (ISO 22000, British Retail Consortium Food Standard / BRC (BRC Global), International Food Standard / IFS, Safe Quality Food / SQF при обеспечении безопасности продуктов питания базируется на применении только субъективных подходов, предполагающих возможность широкого спектра интерпретаций, которые могут негативно отразиться на качестве работы механизмов обеспечения безопасности пищи. Выявление и управления рисками при производстве продуктов питания являются обязательными условиями производственной деятельности в РФ, Таможенном союзе, ЕС и других регионах. Во 2-м квартале по данному направлению исследований проведен комплекс исследований, включающий в себя выявление, анализ и оценку:

- требований к сырью для органических продуктов питания с повышенной пищевой и биологической ценностью, а также к процессам его производства;
- факторов прижизненного формирования показателей качества и безопасности сырья растительного и животного происхождения (предназначенного для органических продуктов питания с повышенной пищевой и биологической ценностью), а также процессам его производства;
- характера взаимосвязи и степени влияния факторов прижизненного формирования

показателей качества и безопасности сырья и технологических факторов первичной переработки сырья на риск получения сырья и готовой продукции с несоответствиями, установленным требованиям.

5. По направлению «Разработка новой технологии биологизированной защиты сельскохозяйственных культур, основанной на применении микробных антагонистов, бактериофагов, препаратов растительного происхождения, индукторов устойчивости с целью снижения пестицидной нагрузки на агроценозы и получения экологически безопасной продукции растениеводства» подобраны и оптимизированы методы анализа изолятов потенциальных биологических средств защиты растений с применением генетических и биохимических маркеров, используемых для первичного скрининга антагонистов и повышения стабильности проявления антагонистических свойств изолятов в процессе селекции на фоне воздействия суб-оптимальными температурами и применения пестицидов. Определен видовой и генетический состав изолятов возбудителей черной ножки различного географического происхождения, коллекция пополнена штаммами с секвенированным геномом, и сформирована структурная основа базы данных изолятов и штаммов бактерий семейства *Pectobacteriaceae*. Выявлены изоляты фагов с широким спектром вирулентности для изолятов и штаммов бактерий семейства *Pectobacteriaceae*. перспективные для практического применения. - Коллекция пополнена новыми изолятами фитопатогенных бактерий рода *Pseudomonas*, поражающими бобовые культуры. Собраны и охарактеризованы бактериофаги фитопатогенных бактерий рода *Pseudomonas*, поражающими бобовые культуры. Проведено фаготипирование изолятов и коллекции фитопатогенных бактерий. Проведена оценка бактерий антагонистов по некоторым маркерам, связанным с синтезом антибиотиков.

6. В области новых цифровых технологий точной мелиорации и восстановления деградированных земель разработан прототип уникальной базы данных по площадям деградированных земель в разрезе субъектов Российской Федерации. Ключевое отличие разрабатываемой базы – ее предметная область, включающая сведения о мелиоративном состоянии осушенных и орошаемых земель за последние 10 лет в разрезе субъектов Российской Федерации. Разработан прототип уникальной базы данных по площадям деградированных земель в разрезе субъектов

Российской Федерации. Ключевое отличие разрабатываемой базы – ее предметная область, включающая сведения о мелиоративном состоянии осушенных и орошаемых земель за последние 10 лет в разрезе субъектов Российской Федерации.

7. Результатом научных исследований по направлению «Разработка новых методик комплексной оценки эффективности планируемых мероприятий в сферах деятельности создаваемого НЦМУ» явилась разработка Методики оценки предложений в сфере селекции и семеноводства овощных культур. В основу исследования легли методики мирового уровня: Методика оценки инвестиционных проектов UNIDO (Union Nations Industrial Development Organization); Методика оценки инвестиционных проектов Всемирного Банка; Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (Вторая редакция) (Министерство экономики РФ, Министерство финансов РФ, ГК по строительству, архитектуре и жилищной политике).

8. В рамках направления научного исследования «Новые технологии глубокой переработки целлюлозосодержащих отходов растительного происхождения и животного происхождения («Зелёная химия»)» проведена разработка схемы синтеза органических компонентов для защитно-стимулирующих комплексов, осуществлен синтез 3-х органических компонентов для защитно-стимулирующих комплексов, разработана методика выделения макрокомпонентов органического происхождения из негумифицированных отходов коноплеводства.

9. Разработан универсальный протокол сбора и передачи разрозненных данных об экологическом состоянии объектов и процессов АПК который включает в себя: модель сбора множественных разнородных данных с различных типов источников; алгоритм функционирования специального устройства для сбора множественных разнородных данных; формат сообщений для передачи информации от данного устройства к системе хранения; модель хранения множественных разнородных данных; специальная система правил позволяющая проводить дальнейший анализ данных полученный с групп источников. Данный протокол соответствует мировому уровню и позволяет собирать множественную разнородную информацию об экологическом состоянии объектов и процессов с трех основных кластеров источников данных значимых для АПК: датчики и системы для

непосредственной регистрации состояния природных и техногенных объектов; мобильные роботизированные устройства слежения (БПЛА, с/х роботы и др.); данные видеомониторинга для определения состояния живых объектов сельхозпроизводства.

10. В рамках задачи сбора и хранения данных видеомониторинга для определения состояния живых объектов сельхозпроизводств была разработана методика интеллектуального неинвазивного видеомониторинга качественного состояния живых объектов на основе данных технического зрения. Данная технология позволяет следить за физическим состоянием животных и отслеживать их поведенческие характеристики, собирать и обрабатывать полученные данные для того чтобы вовремя принимать необходимые управленческие решения. Отличительной особенностью данной методики является возможность обеспечения биометрической идентификации животных в плотных динамических группах.

11. Поэтапно реализуется в «облаке» рамочная интеллектуальная система поддержки принятия решений (СППР) по агроэкологической оптимизации адаптивных систем земледелия и гибких элементов агротехнологий. Проведена детальная цифровая съемка мезо-, микро-рельефа и почв пяти представительных рабочих участков на территории Центрального, Поволжского и Уральского федеральных округов – с отбором и анализом почвенных образцов на содержание гумуса, рН и содержание доступных растениям форм основных элементов питания – с точной привязкой точек и элементарных участков отбора. Проведен посев в рекомендованные оптимальные сроки (на 3-х рабочих участках) и со сдвигом сроков (на 2-х рабочих участках) и всех агротехнологических операций по 2-м уровням интенсивности применяемых гибких элементов технологий. С Омским ГАУ в июне 2020 года заключен договор на «Проведение научных исследований в области агроэкологического мониторинга, моделирования и прогнозирования экосистем».

12. Завершена разработка прототипа устройства IoT мониторинга посевов – CropTalker. Устройство включает в себя блок питания из 4 Li-Ion аккумуляторов на 3.6 Ач, с контроллером заряда/разряда от солнечной панели, солнечную панель на 5Вт, что с учетом работы солнечной панели должно обеспечить бесперебойную работу устройства длительностью до 5 месяцев. Силами лаборатории были собраны

более 50 устройств мониторинга посевов(Croptalker) и 5 шлюзовых устройств к ним(Cloud). Проведено обследование 3-х опытных участков с построением цифровых моделей рельефа посредством БПЛА в региональных институтах партнерах (Самарская, Саратовская, Оренбургская области). Разработка устройства ведется под руководством автора электронной платформы устройства, нобелевского лауреата, профессора университета Тушии (Италия) Рикардо Валентини.

13. По научному направлению «Разработка наукоемких технологий интенсивного культивирования растений («умная» сити-ферма)» получены фундаментальные научные данные по фотоморфогенетической регуляции продукционного процесса (формирование урожая биомассы, биосинтез целевых вторичных соединений) у растений базилика и салата (краснолистный и зеленолистный сорта) при выращивании в условиях световых режимов с разным соотношением красного, зеленого и синего света в спектре оптического излучения. Получены оригинальные данные по состоянию фотосинтетического аппарата растений при разном соотношении красного и синего света в спектре оптического излучения при фоновом уровне плодности потока фотонов (ППФ) зеленого света, в том числе – по организации работы устьичного аппарата. Установлено действие разного соотношения ППФ в отдельных диапазонах ФАР на накопление компонентов эфирных масел в растениях базилика. Полученные фундаментальные данные представляют особый интерес для разработки промышленной светокультуры в вертикальных теплицах.

14. В рамках научного направления «Разработка полифункциональной платформы по высокопроизводительному фенотипированию растений» с использованием оригинального программно-аппаратного комплекса для регуляции световых режимов культивирования растений в условиях разного соотношения красного и дальнего красного света в спектре оптического излучения на растениях горчицы сарептской получены экспериментальные данные для разработки анализирующих фонов на основе световых режимов для выявления внутривидовой изменчивости на уровне фоторецепторной фитохромной системы. Получены фундаментальные научные данные по участию фитохромной системы в регуляции суточных движений листьев у растений фасоли обыкновенной. В ходе исследований усовершенствованы методы обработки и анализа изображений в технологии массового

фенотипирования растений на основе компьютерного зрения и машинного обучения. Результаты исследований были доложены на Международном симпозиуме по светокультуре растений в Мальме (Швеция) 2 июня 2021 г.

15. Осуществлен посев полевого эксперимента с 2000 селекционных образцов по полной схеме селекционного процесса с целью создания новых форм и сортов белого люпина с заданными свойствами. Проведен контроль алкалоидности селекционного материала. Разработан системный подход к анализу формирования урожая у люпина белого и других зернобобовых культур при рассмотрении агроценоза как фотонтезирующей системы, меняющей свои параметры во времени. Характеристики исследования, которые соответствуют мировому уровню: адаптивность к условиям с дефицитом влаги (ЦЧО), засухоустойчивость; урожайность и высокий сбор протеина без применения азотных удобрений, устойчивое созревание: по данным государственных испытаний и производственных характеристик.

16. Продолжено развитие Интернет-сайта Консорциума НЦМУ «Агротехнологии будущего». Создан раздел Предложения для внедрения результатов НЦМУ, сделано хранилище документов Консорциума с приватным доступом. Созданы и введены в практическое использование Личные кабинеты участников Консорциума. Добавлен раздел Маркетинговые исследования, создан раздел Трансфер технологий, раздел Пресс-службы. Сделан Административный контур для новостей, событий, исследователей и исследований. Появилась возможность у всех участников консорциума добавлять, удалять и изменять данные разделы. В разделе База знаний добавлен подраздел Фото/Видео материалы с возможностью просмотра видео. Организовано размещение новостей: одна новость в 2 дня с возможностью видео-фрагментов. В направлении защиты функционирования сайта от взлома аккаунта реализовано двухуровневое шифрование паролей, шифрование приватных данных при передаче через сеть, ведется разработка архитектуры протокола HTTPS для шифрования всего трафика.

ФГБУ НУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии»

1. Проведен ежегодный отбор проб с опытного поля Вологодской ГМХА. К настоящему моменту отобрано более 100 проб. Поставлен лабораторный вегетационный опыт по анализу «севооборотной матрицы», т.е. изучению эффектов каждого из 5-ти растений в бессменном и последовательном культивировании. Опыт закончен, отобрано 320 образцов почвы, из всех выделена ДНК. Производится подготовка библиотек для NGS.

2. Изучены технологические параметры культивирования трех штаммов эндофитных бактерий пшеницы: потребность в источниках углерода, азота, температуре и аэрации при культивировании в жидких питательных средах. Получены опытные образцы микробиологических препаратов, обеспечивающих питание и защиту растений. Показано, что опытные образцы микробиологических препаратов обладают ростстимулирующей активностью (разведение 1:300) – от 10 до 34% по сравнению с контролем. Изучена фунгицидная активность опытных образцов против фитопатогенных грибов рода *Fusarium*, *Phytophthora infestans*, *Rhizoctonia solani*. Показано, что опытные образцы обладали фунгицидной активностью – зоны ингибирования роста фитопатогенных грибов составляли 6-18 мм по сравнению с контролем.

3. Изучена приживаемость перспективных штаммов эндофитных бактерий на субстратах (диатомит, экокремний) для обработки гранул минеральных удобрений. Показано, что споровые формы бактерий р. *Bacillus* хорошо сохраняются в сухих субстратах-носителях в течение 5 месяцев. Для сохранения грамотрицательных бактерий в сухих субстратах-носителях необходимо изучить внесение добавок, способствующих смягчению абиотических стрессов. Нарботаны опытные образцы биологически активных минеральных удобрений.

4. Из почв различного генезиса (Ленинградская, Новгородская, Белгородская, Ростовская, Омская обл., Краснодарский, Приморский края, Р. Татарстан выделено и изучено по показателям ростстимулирующей и фунгицидной активности более 120 изолятов ассоциативных ризобактерий.

5. В результате проведённой работы отобрано 18 штаммов ассоциативных ризобактерий родов *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Agrobacterium* с высокой ростстимулирующей активностью.

6. Показано, что обработка семян редиса сорта «Рубин» штаммом *Pseudomonas* sp.

18-5 увеличивает длину проростков на 38% по сравнению с контрольным вариантом. При обработке другими штаммами прибавка составляла от 6 до 29%. Этот же штамм оказывал максимальную стимуляцию роста корней, увеличивая их длину на 17%.

7. На основе перспективных штаммов изготовлены опытные образцы биопрепаратов в жидкой форме. Биопрепараты разосланы для испытаний в модельных полевых опытах в ряд регионов РФ.

8. Проведен микровегетационный опыт с вариантами совместной инокуляции люцерны изменчивой *Medicago varia* коммерческим штаммом *Sinorhizobium meliloti* RCAM1750 и пятью штаммами, выделенными из клубеньков реликтовых бобовых растений Прибайкалья: *Oxytropis popoviana* и *Astragalus chorinensis*.

9. При скрининге белок-синтезирующих библиотек выявлены новые регуляторы, взаимодействующие с транскрипционным фактором NIN и необходимые для контроля инфекционного процесса и органогенеза клубеньков у гороха при симбиозе с ризобиями.

10. Оценено влияние различных концентраций двух фунгицидов (Титул Дуо и Винтаж) на развитие растений и симбиотических клубеньков гороха сортов Frisson и Finale при обработке растений через 10 и 20 дней после инокуляции ризобиями.

11. Получены предварительные данные о влиянии различных концентраций фунгицидов Титул Дуо и Винтаж на ультраструктурную организацию клубеньков.

12. Получена рассада томатов, подготовлены инокулюмы эффективных штаммов АЦК-утилизирующих и ИУК-продуцирующих ризобактерий (ростстимулирующий штамм *Variovorax paradoxus* 5C2, фитопатогенный штамм *Pseudomonas brassicacearum* Am3 и его мутант Т8-1 с пониженной активностью АЦК дезаминазы) и поставлен вегетационный опыт для изучения влияния ризобактерий на устойчивость томатов к засухе.

13. Выявлены генотипы растений *Medicago lupulina*, контрастно различающиеся по отзывчивости на инокуляцию штаммами *Sinorhizobium meliloti*.

14. Проведено секвенирование генома дикорастущей разновидности гороха *Pisum fulvum* с использованием технологии Illumina, создана сборка его генома и проанализирован полиморфизм генов, кодирующих рецепторные киназы, необходимые для взаимодействия с клубеньковыми бактериями.

15. Разработан подход для оценки качества геномных и транскриптомных сборок

эукариот и прокариот на основании данных ресеквенирования, и написан прототип биоинформатического инструмента, реализующий данный подход и апробированный на геномах 243 видов прокариот.

16. Заложен опыт по изучению двух принципиально важных проблем для разработки технологических основ разработки целлюлозолитических препаратов: созданы комбинации трех различных источников микробиомов с различной исходной целлюлозолитической активностью (почва ГМХА, черневой тайги, БАГС) и трех контрастных субстратов (бумага, солома овса, костра конопли). Осуществляется периодическое добавление субстрата. В ходе анализа будет получен ответ на вопрос о важности исходного потенциала источника ассоциации и о формировании субстрат-специфичности.

***ФГУ ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии»
Российской академии наук***

1. По направлению «Секвенирование метвагеномов почв, содержащих малоизученные группы микроорганизмов» проведено секвенирование метагенома торфяно-болотной почвы. Полученные в результате секвенирования последовательности собраны в контиги.

2. В области изучения противогрибной активности разработанного биофунгицида определена высокая противогрибная активность культуральной жидкости до и после фильтрации. Установлено, что потеря активности биомассы после ее инактивации не превышает 10-15%. Подобраны оптимальные комбинации биомассы высокоактивного грибного штамма и коммерчески используемых фунгицидов для достижения максимального противогрибного эффекта.

3. В результате исследований деполимеризацией высокомолекулярного хитозана с использованием неорганической кислоты были получены низкомолекулярные хитозаны с различными молекулярными массами от 2 до 60 кДа, (СД 95-98%), а также гидролизат хитозана. Изучена метаболическая активность гидролизата хитозана. Для *V. sinerea* рабочая концентрация равна 0,125 мг/мл. Также оценивали радиальную скорость роста колоний (или противогрибной индекс с использованием метода радиального роста) на среде с добавлением различных концентраций гидролизата хитозана.

Исследована и определена противогрибная активность хитозана с ММ 13 кДа в концентрации 2 мг/мл самостоятельно и в сочетании с флудиоксоном или дифеноконазолом *in vitro* в отношении *B. cinerea*, она оказалась более 75%, при концентрации фунгицидов 25×10^{-4} ppm в композитах. По результатам, полученным в экспериментах *in vitro*, показана эффективность применения композитов синтетических фунгицидов с низкомолекулярным хитозаном.

4. Продолжены работы по транскрипционному анализу генов семейства MDHAR, ассоциированных с накоплением аскорбиновой кислоты. Закончены работы по идентификации и охарактеризованы гены семи хитиназ класса I, AsCHI1-7, у чеснока *A. sativum* разных сортов, изучены профили связывания регуляторных областей и профили экспрессии генов. Показано, что гены AsCHI2, AsCHI3, AsCHI7 и AsCHI5 могут участвовать в ответе растений чеснока на заражение грибами *Fusarium proliferatum*.

5. Показано, что проблема современного этапа оценки рисков новой продукции сельского хозяйства состоит в отсутствии инструментальных доказательств проведенных генетических изменений. Проведен обзор зарегистрированных нецелевых модификаций растительного генома при использовании технологии редактирования генома. Проведен анализ данных по аннотированию генома риса. Показано, что алгоритмы прогнозирования промоторных последовательностей в настоящее время используют математические методы, которые включают TSSW, PePPER, G4PromFinder, подход глубокого обучения, метод, основанный на эволюционно генерируемых паттернах и многие другие. Выполнено множественное выравнивание промоторных последовательностей генома риса и модифицирован математический метод расчета множественного выравнивания для сильно различающихся последовательностей (MAHDS). Разработан метод создания классов промоторов, основанный на множественном выравнивании. Всего было создано 5 классов промоторных последовательностей, для которых объем классов составил более 100 промоторов. В результате исследования было обнаружено 145 277 потенциальных промоторов, 46% из них являются промоторами известных генов.

6. Выявлены оптимальные значения базовых элементов технологии получения исходного материала картофеля различных сортов – интенсивность, фотопериод, состав субстрата. Проработан расчет себестоимости получаемой продукции с учетом выверенных значений затрат электроэнергии и оптимизации состава субстрата. Заложен

полевой опыт для оценки последствий применяемых спектрально-временных циклов на продуктивность сортов Инноватор и Ред Скарлет. Разработана технология воспроизводства стандартных саженцев лаванды и розы эфиромасличной товарной формы в условиях вертикальной фермы для последующей высадки в грунт. Нарботана экспериментальная партия саженцев целевых культур (эфиромасличная розы, лаванда, мирт и ладанник по 100 шт.), полученных путем микроклонального размножения перспективных сортов целевых культур и готовых для высадки в питомник весной 2021 года.

7. В результате изучения влияния различных электропроводящих материалов на процесс термофильного анаэробного сбраживания стоков свиноводства с применением различных инокулятов в периодическом режиме наилучшие характеристики метаногенеза были зафиксированы при использовании в качестве инокулята сброженного навоза КРС, а в качестве материала носителя электропроводящей сетка из нержавеющей стали, а также наилучшие характеристики метаногенеза были зафиксированы при использовании в качестве инокулята сброженный навоз КРС, а в качестве носителя электропроводящая сетка из нержавеющей стали, либо где в качестве инокулята использовался ОСВ, а в качестве материала носителя полиэфирный войлок.

8. Получены результаты лабораторных экспериментальных исследований динамики физико-химических и биологических параметров при компостировании, в т.ч.: рН, электропроводности, массовой доли влаги, массовой доли аммонийного азота, массовой доли нитратного азота, индекса нитрификации, зольности, массовой доли органического вещества, общего органического углерода, отношения C/N, интегральной токсичности методом биотестирования, индекса прорастания (фитотоксичности), бактерий группы кишечной палочки, общего микробного числа, гранулометрического состава. Биоразнообразие микробных сообществ увеличивалось со временем компостирования, и зрелое сообщество компоста было наиболее сложным. В начале компостирования и при переходе от мезофильной стадии к термофильной в условиях повышенной влажности в сообществе активно росли молочнокислые бактерии *Weisella*, *Leuconostoc*, *Limosilactobacillus*.

9. Получены и депонированы в ГенБанк полные последовательности геномов высокого качества сборки для 4-х новых изолятов термотолерантных метанотрофных бактерий рода *Methylococcus*. Размер геномов варьировал от 3.2 до 4 млн. п.о. Проведенный

пангеномный анализ показал, что многообразие генов во всех доступных геномах *Methylococcus* представлено 4485 кластерами, 52% которых присутствуют в геномах всех штаммов. Спектр кодируемых метанмонооксигеназ и совокупность генов, кодирующих ферменты центрального метаболизма новых изолятов, были аналогичны таковым у *Methylococcus capsulatus* Bath. В геномах новых изолятов метилококков идентифицировано от 1 до 6 регионов фагового происхождения, однако достоверно полных последовательностей профагов не выявлено. Для 2-х новых изолятов апробировано культивирование в проточном режиме в модельных ферментерах объемом 2 л. Зарегистрированные ростовые параметры этих штаммов сравнимы с таковыми у *Mc. capsulatus* Bath. Начат сбор биомассы новых штаммов для проведения анализа содержания белка и состава аминокислот.

10. Изучены эмульгирующие свойства опытных и коммерческих образцов изолятов гороха, такие как эмульгирующая активность (ЕА, %); стабильность эмульсии (ЕS, %); индекс эмульгирующей активности (ЕАI, м2/г) и индекс стабильности эмульсии (ЕSИ, мин). Все исследованные образцы продемонстрировали близкие уровни эмульгирующей способности (ЕА 45-57%; ЕАI 44-63 м2/г) и стабильности (ЕS 47-52%; ЕSИ 21-27 мин) эмульсии, однако у коммерческого аналога изолята гороха *Pisane C9* (*Cosucra*) данные показатели были несколько выше, чем у изолятов гороха сортов «Амиор» и «Родник». Проведено культивирование 9 штаммов лактобактерий различных видов (лактококки, стрептококки и лактобациллы), получена их клеточная биомасса и выделена ДНК. Секвенированы и аннотированы геномы целого ряда штаммов лактобактерий. Геномы депонированы в базу данных NCBI как общий BioProject: PRJNA736961 "Development of technologies for new fermented functional food products".

11. Осуществлено получение продуцентов мутантных форм (мутации направлены на увеличение термостабильности) промышленно - значимого фермента (кормовая добавка) ксиланазы E *Pen.canescens* с помощью реципиентного штамма *Pen.verruculosum*. Проведены биоинформатические и генно-инженерные исследования, направленные на увеличение термостабильности промышленно-значимого фермента, α -галактозидазы C *P.canescens*, используемого в качестве кормовой добавки. В качалочных колбах получены жидкие ферментные препараты (в виде культуральной жидкости), выделены мутантные формы ксиланазы E в гомогенном виде, изучена термостабильность мутантных

форм и показано, что 4 аминокислотные замены приводят к увеличению термостабильности фермента. Для увеличения термостабильности α -галактозидазы С выбраны 6 аминокислотных замен со следующим расположением в трехмерной структуре белка: S63N, V69R, A252I, A316M, A557P, A646M. С помощью системы Quik Change получена плазмидная ДНК с внесением точечных мутаций нуклеотидов гена α -галактозидазы С.

12. В результате анализа суммарных растительных белков и растворимых белков, выделенных из растений, зараженных агробактериями, несущими гены, кодирующие антигены коронавируса SARS-Cov2 показана возможность экспрессии в растениях фрагментов S1 белка коронавируса SARS-Cov2. Получен вирусный вектор, кодирующий гибридный белок, состоящий из флагеллина и рецептор связывающего домена коронавируса SARS-Cov2, для экспрессии в растениях *N.benthamiana*.

13. В результате исследования лизата *A. hydrophila*, полученного из коллекции УГСХА показано, что полученный материал не содержит бактериофага, а его активность обусловлена присутствием бактериоцина R-типа. С целью Идентификация бактериофагов с широкой специфичностью проанализированы три фаговых изолята, широкого спектра инфицирующих O антиген – содержащие штаммы *E. coli*, выбранные в качестве модельного объекта на основе ранее полученных данных. Все эти фаги оказались RB49 – подобными (группа T4 подобных). Идентифицированы генетические детерминанты различия спектра хозяев – полиморфизмы gr38. С учетом этих результатов и данных литературы сделан вывод о целесообразности поиска T4-подобных вирусов *Aeromonas*. В результате анализа спектра хозяев и подбор штаммов для культивирования лактофагов подобраны штаммы для культивирования 10 очищенных изолятов лактофагов, получены их препараты, пригодные для очистки с целью электронной микроскопии и получения ДНК для секвенирования. Проанализирован спектр активности против панели из 30 заквасочных штаммов из коллекции ООО «Зеленые Линии».

14. В рамках разработки тест-систем для выявления возбудителей заболеваний плодовых культур определены критерии для сравнительной оценки кандидатных наночастиц-маркеров, используемых в иммунохроматографических тестах. На примере тест-системы для детекции *Erwinia amylovora* определены изменения пределов обнаружения и рабочих диапазонов при использовании разных способов усиления аналитического сигнала. Показана максимальная чувствительность, достигаемая при нанозимном

in situ восстановлении солей металлов и соответствующая 300-кратному снижению предела обнаружения по сравнению с традиционной иммунохроматографией. Определены праймеры и зонды для амплификационного определения фитопатогенов в моно- и мультипараметрическом форматах.

15. По направлению расшифровки и сборки геномов штаммов дрожжей используемых в отечественном виноделии из коллекции КМВ Магарач, были охарактеризованы с помощью микробиологических и технологических методов два штамма I-448. Показано, что технологические свойства этого штамма сохранились и он пригоден для дальнейшего геномного анализа. Была выделена геномная ДНК штамма I-448 пригодная для высокопроизводительного секвенирования в количестве 4.8 мкг. Были просеквенированы геномные библиотеки двух штаммов I-224 и I-440.

16. В результате проведения молекулярно-генетических исследований вирусных патогенов винограда получены нуклеотидные последовательности 73 библиотек кДНК образцов винограда, отобранных в коллекциях Дагестанской селекционной опытной станции виноградарства и овощеводства и Дагестанской опытной станции ВИР.

ФГУ ФИЦ «Информатика и управление» Российской академии наук

1. По направлению «Исследование и разработка Цифровой платформы для управления АПК России (ЦПУ АПК)» разработаны технические решения построения ЦПУ в части автоматизации процессов планирования и мониторинга исполнения планов участников производства и реализации продукции АПК, в том числе, разработаны методики формирования и архитектуры баз данных и знаний с определением источников их наполнения.

2. В рамках направления «Исследование и разработка Цифровой Платформы совместного использования данных дистанционного зондирования Земли в интересах АПК России (ЦПДЗЗ)» реализованы отдельные модели и методы создания высокоточных мультитременных, мультиспектральных и мультимасштабных покрытий территорий на основе комплексирования снимков, а также комплексирования данных ДЗЗ различных спектральных диапазонов для обнаружения и идентификации состояния объектов местности с использованием экспертных систем (вторая очередь моделей и методов).

3. В рамках направления по созданию Цифровой Платформы Информационно-Аналитической Поддержки научно-исследовательской деятельности в области АПК (ЦПИАП) реализованы отдельные модели и методы, на основе которых осуществляется анализ больших коллекций научно-исследовательских документов (десятки миллионов полнотекстовых документов из различных источников с масштабированием на массивы из сотен миллионов документов на русском, английском языках, немецком и китайском языках) (вторая очередь моделей и методов).

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

1. Проведены исследования фоновых и залежных почв центральной части Ямало-Ненецкого автономного округа. Изучены тундровые и лесотундровые почвы. Определено таксономическое положение почв и выявлены их ключевые агрохимические свойства. Установлено, что в залежном состоянии почвы долгое время сохраняют параметры плодородия на высоком уровне, за исключением содержания азота. Методами высокопроизводительного метагеномного секвенирования проанализирован таксономический состав микробиома почв. Установлено, что альфа-разнообразие микробного сообщества в залежных почвах выше, чем в фоновых. Проведены исследования городских урбаноземов и агропочв г. Якутск. Выявлены их морфологические атрибуты и агрохимические показатели. Установлены величины агроэкологического потенциала почвенного покрова г. Якутск и его окрестностей.

2. В рамках изучения механизмов регуляции стволовых клеток растений и развития меристем были получены данные о функции генов системы *WOX-CLAVATA* в регенерации растений, развитии запасящих органов (корнеплодов редиса, клубней картофеля) и симбиотических клубеньков у бобовых. Изучен эффект сверхэкспрессии гена *MtCLE34* на развитие симбиотических клубеньков. Получено более 15 трансгенных растений (поколение T0) со сверхэкспрессией гена *MtCLE35*. Получены растения-регенеранты из листовых эксплантов, трансформированных конструкцией для редактирования гена *MtCLE35*. Показано, что сверхэкспрессия гена *StCLE8* вызывает разрастание проводящих пучков стебля и клубня картофеля, но приводит к замедлению роста растений. Получены каллусы гороха со сверхэкспрессией гена *MtWOX9-1*. Создана

конструкция для редактирования гена MtCLE16.

3. В рамках изучения горизонтального переноса генов от агробактерий к растениям была изучена структура rolB|C-подобного у образцов *Vaccinium vitis-idea* различного географического происхождения. У всех образцов отмечена высокая консервативность изучаемой последовательности и наличие интактной ORF. Эти данные в совокупности с нашими предыдущими результатами, полученными при анализе *V. uliginosum*, свидетельствуют о стабилизирующем отборе в пользу исходной последовательности гена и его возможной функциональной роли.

4. В рамках идентификация и картирования генов метаболизма флавоноидов у ржи, базируясь на результатах по транскриптам, соответствующих структурным генам синтеза флавоноидов (ранним и поздним этапам), предложен ген-кандидат для мутации безантоциановости ржи vi4 — ген-ортолог кукурузы R-S (Мус-транскрипционный фактор). Проведено клонирование и секвенирование кодирующих частей гена-кандидата у линии, несущей мутацию в гомозиготном состоянии, и линии без мутации. Анализ сиквенсов кодирующих частей показал наличие однонуклеотидных замен, которые не приводят к нарушению рамки считывания. Эти данные могут свидетельствовать о том, что более значимые различия локализуются в некодирующих частях гена-ортолога R-S у линий ржи. Проведено клонирование некодирующих частей гена у линий с мутацией и без мутации. В рамках задачи по валидации оценки качественного и количественного состава соединений полифенольной природы в зерновках ржи проведена оптимизация протокола выделения флавоноидов из зерновок ржи, выделены флавоноиды из вегетативных органов и зерновок линий ржи, различающихся по составу флавоноидов. В рамках задачи по анализу влияния разных типов удобрений в сочетании с азотфиксирующими бактериями заложены 48 экспериментальных и опытных делянок, на которых выращивается пшеница сорта Дарья.

5. В рамках задачи «Баркодирование и описание новых таксонов клещей с экономически значимых и эндемичных групп растений» получены баркоды и описаны новые таксоны галловых клещей. В ходе обработки материала из лесостепных и приморских районов Крыма выявлена новая адаптация галловых клещей, позволяющую им успешно существовать на клейких поверхностях растений. Установлено, что благодаря уникальной продольной мускулатуре и вытянутому телу клещи способны продвигаться

наподобие червей в толще защитного клейкого субстрата, покрывающего прикорневую часть стеблей галофитных однодольных: клещи волнообразно извиваются и при этом практически не используют свои конечности. В части работ по секвенированию генов галловых клещей получены и проаннотированы полные последовательности генов рибосомального кластера ряда экономически значимых видов эриофиоидей, включая орешникового, смородинового и земляничного клещей. Получены первые результаты анализа метагенома земляничного клеща, свидетельствующего о присутствии ряда эндосимбиотических бактерий в тканях клещей, которые потенциально способны синтезировать вещества, индуцирующие патологические разрастания растительных тканей в ходе галлогенеза. Дополнительно проведен поиск видов галловых клещей, потенциально пригодных для использования в качестве агентов для биоконтроля нежелательных видов растений. В ходе мониторинга акарофауны модельных агроценозов в Ленинградской обл. выявлены виды клещей, приводящие к угнетению сорных (сныть, мятлик) и аллергенных растений (полынь). Первые эксперименты свидетельствуют о значительном угнетении популяции перечисленных растений в случае их искусственного заражения галловыми клещами.

6. Получены первые данные по микробиому кишечника дождевого червя *Dendrobaena veneta*. Сиквенсы 16S рДНК бактерий были получены из содержимого различных отделов кишечника и выведенных во внешнюю среду копролитов. В пищеварительной системе *D. veneta* обнаружено 12 фил бактерий: Verrucomicrobia, Proteobacteria, Bacteroides, Actinobacteria, Patescibacteria, Planctomycetes, Chloroflexi, Chlamydiae, Hydrogenedentes, Firmicutes, Tenericutes и Dependientiae. Первые шесть фил численно доминируют, тогда как последние шесть представлены меньшей долей от общего числа бактерий. Также в разных образцах имеется группа бактерий, которые до таксона пока не определены. Среди доминантных фил выделяется группа из Verrucomicrobia, Proteobacteria, Patescibacteria и Planctomycetes, численность которых относительно постоянна в пределах всей длины кишечника за исключением желудочного отдела, где доминирует фила Proteobacteria. В морфологически неразличимых двух отдела за желудком, которые, вероятно, соответствуют средней и задней кишке, отмечена обратная корреляция численности групп Actinobacteria и Bacteroides. В средней кишке доминируют актинобактерии, в задней бактерии филы Bacteroides. При анализе количества

бактерий из различных классов Proteobacteria видно, что Gammaproteobacteria сохраняют свою численность по всей длине средней и задней кишки, тогда как Delta- и Alphaproteobacteria демонстрируют ситуацию, которая наблюдалась для фил Actinobacteria и Bacteroides. Состав бактерий, обнаруженных в выведенных во внешнюю среду копролитах, соответствует количественному соотношению бактерий доминантных фил, которое обнаружено в заднем отделе кишки. Обобщая эти первые данные можно сказать, что соотношение бактерий идентифицированных групп имеет отчетливую пространственную динамику по всей длине кишечника, что иллюстрирует многоэтапный характер переработки поступившего в пищеварительный канал субстрата.

7. Проведен анализ данных метаболомного профайлинга семян гороха, полученных от растений, подвергнутых действию засухи на стадии созревания плодов. Рассмотрены изменения как первичного (ГХ-МС и ВЭЖХ-МС анализ термостабильных и термолабильных первичных метаболитов, соответственно), так и вторичного метаболизма. Проведен анализ качества семян (определение всхожести и физиологических параметров) и их пищевой ценностью. Заложен эксперимент по поиску маркеров селекции для получения сортов гороха, устойчивого к длительному хранению. Получены семена 20 сортов, проводятся эксперименты по устойчивости их к ускоренному хранению, а также анализ их пищевой ценности.

8. В рамках получения организмов – продуцентов белков иммуномодуляторов животных были проведены работы по созданию трансгенных растений люцерны *Medicago truncatula*, синтезирующих гамма-интерферон курицы (ggIFNG). Применение растений в качестве биологических фабрик обеспечивает получение рекомбинантных белков, пригодных для использования в сельском хозяйстве и ветеринарии, и позволяет исключить риск загрязнения целевых белков вирусами млекопитающих и прионами. Выбор люцерны обусловлен тем, что ее геном секвенирован, и она относительно легко трансформируется агробактериями. Люцерна используется в птицеводстве для приготовления витаминно-травяной муки – важного элемента подкормки. Это позволит использовать трансгенные растения в качестве иммуномодулирующей кормовой добавки. Клеточные стенки растений способны предохранить рекомбинантный белок от воздействия кислой среды желудка и дают возможность этому белку достичь лимфоидных органов кишечника в неповрежденном виде.

9. При помощи базы данных KOBAS проведен анализ геномной онтологии. Распределены обнаруженные гены, характеризующиеся дифференцированной экспрессией на группы в зависимости от их участия в клеточных процессах. Показано, что наличие пролина в среде влияет на самые разнообразные метаболические процессы - углеродный метаболизм, метаболизм аминокислот, энергетические процессы. Полученные результаты свидетельствуют о влиянии пролина на метаболизм и функционирование клеток. Это особенно важно в связи с использованием для культивирования *P. pastoris* сред, содержащих пептон или смеси аминокислот, включающих пролин. Оптимизация условий культивирования является одним из существенных факторов повышения уровня синтезируемых гетерологичных белков.

10. Выполнен анализ данных РНК-секвенирования. Анализ показал, что ген АОХ1, продукт которого участвует в начальных этапах утилизации метанола, а также другие MUT-гены репрессируются пролином в среде. При этом было продемонстрировано влияние пролина на биогенез и функционирование целых клеточных органелл - пероксисом. Эти данные имеют практическую ценность, так как промоторы MUT- и PEX-генов, в частности, гена АОХ1, используются в биотехнологии. Пролин влияет на экспрессию генов *P. pastoris* - ортологов генов пермеаз аминокислот *S. cerevisiae*. Это говорит о том, что пролин для *P. pastoris* может выполнять функции сигнальной молекулы и регулировать работу транспортеров других аминокислот, среди которых могут быть как участники родственных метаболических путей, например, пермеаза аргинина, так и более отдаленные – например, переносчики метионина и лизина. В ходе анализа отдельное внимание было уделено генам, которые у *P. pastoris* предположительно вовлечены в регуляцию метаболизма азота и углерода. Обнаруженные гены, в первую очередь, станут мишенью для дальнейших исследований молекулярных механизмов глобальной регуляции генов у *P. pastoris* пролином и другими аминокислотами. Полученные в работе данные имеют большое значение как для разработки сред для культивирования дрожжей *P. pastoris*, так и для фундаментальных исследований в области регуляции метаболических путей и эволюции данной регуляции.

ФГБ НУ ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова».

1. Проект «Создание идентифицированного генофонда и платформы для геномной селекции». Объектами являлись яровые злаковые: пшеница мягкая, овес и ячмень. В рамках решения поставленных задач за отчетный период было выполнено: Выборка 184 образцов пшеницы, происхождением – 50% Россия (24 региона), 50% Германия (в каждой субвыборке по 50% староместные и современные сорта) была генотипирована на базе компании TraitGenetics (Германия) с использованием SNP-чипа на платформе Illumina. GWAS анализ выполнялся с применением программного пакета TASSEL и программного пакета R. Для выявления локусов, ассоциированных с признаком, были протестированы различные статистические модели: 1) GLM без учета популяционной структуры. 2) GLM + Q – анализ с учетом популяционной структуры. 3) GLM + PCA – анализ с учетом главных компонент. 4) MLM + K – анализ с использованием смешанной модели с учетом матрицы родства. Для определения уровня значимости SNP использованы две поправки: коррекция по Бонферрони, порог значимости (0,05) и критерий Бенжамина-Хохберга. Результат анализа с использованием всех статистических моделей был выполнен на графике QQ plot для выбора наиболее подходящей модели для каждого набора данных. Для данной выборки пшеница выявлено 25 значимых маркеров. 19 маркеров, значимо ассоциированных со сроками колошения в хромосоме 5A и 6 маркеров, значимо ассоциированных с устойчивостью к стеблевой ржавчине на хромосомах 3A, 3B, 5A, 5B. Образцы данной выборки высеяны в условиях НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР». Проводится фенотипирование образцов по основным селекционно ценным признакам пшеницы в соответствии с методическими указаниями ВИР. Проведен ассоциативный анализ «генотип-фенотип» по данным 2020 г. В 2021 г. сформирована расширенная выборка из 200 образцов овса для проведения фенотипирования по основным хозяйственно ценным признакам. Выборка представлена современными высокопродуктивными пленчатыми и голозерными сортами российской и зарубежной селекции и уникальными староместными образцами, обладающими повышенной адаптивностью, которые были собраны Н.И. Вавиловым и его соратниками в 1920-1930 гг. во время многочисленных экспедиционных обследованиях стран мира. Выборка высеяна на полях НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР». Посев произведен в оптимальные сроки 11-12 мая 2012 г. на

делянках 1 м². Всходы отмечены 20 мая. В настоящее время растения находятся в фазе выхода в трубку. В поле продолжается наблюдение за развитием растений. В 2022 г. планируется генотипирование данной выборки и GWAS анализ.

2. Проект «Создание конвейеров сортов бобовых культур с заданными свойствами». Сформирована выборка из 20 образцов вигны, отличающихся по срокам созревания. Образцы данной выборки были высеяны в полевые условия Астраханской опытной станции филиала ВИР. В отчетный период проведен *in silico* анализ FT-подобных генов, а также идентифицированы последовательности гомологов гена FT в геноме вигны. Было идентифицировано 6 последовательностей гена FT в геноме коровьего гороха. Экзон-интронная структура всех обнаруженных FT-подобных генов одинакова, гены состоят из 4 экзонов и 3 интронов. Сконструированы праймеры к генам Vigun04g109500 и Vigun01g084000.

Второй блок работ по данному проекту был посвящен введению в асептические условия образцов вигны экспериментальной выборки с целью последующего отбора генотипов с высоким регенерационным потенциалом. Для выбора лучшего стерилизующего агента были отобраны: 20% раствор бытового хлор-содержащего отбеливателя АСЕ, 17% раствор перекиси водорода, а также 3% раствор универсального дезинфицирующего средства велтолен-экстра (в качестве действующего вещества средство велтолен-экстра содержит клатрат четвертичного аммониевого соединения с карбамидом (20 %)). Все образцы успешно введены в асептические условия, при этом нами отмечена 100% эффективность, среди стерилизующих агентов различий в эффективности зафиксировано не было. Сформирована выборка из 20 образцов сои, отличающихся по срокам созревания. Образцы данной выборки были высеяны в полевые условия Астраханской опытной станции филиала ВИР. Генетическая регуляция фотопериодизма у сои осуществляется семейством генов EE (early maturity). Проведен *in silico* анализ гена E1. Длина гена составляет 864 пн, из которых кодирующая последовательность (CDS) – 705 пн, 1 экзон, (<http://soykb.org/>). Сконструированы праймеры к гену E1 с помощью программы Primer Quest Tool.

Еще один блок работ по данному проекту связан с введением в асептические условия образцов сои экспериментальной выборки с целью последующего отбора генотипов с высоким регенерационным потенциалом. Выбран лучший стерилизующий агент -

10% раствор бытового хлорсодержащего отбеливателя АСЕ. Все образцы успешно введены в асептические условия. Сформирована выборка из 30 образцов гороха овощного, включающая образцы с наличием рецессивных аллелей гена AF (Afila), приводящего к трансформации листочков в усики – мутацией, получившей наибольшее распространение в селекционных программах. Данная выборка высеяна в полевые условия Крымской опытной станции филиала ВИР. Проводится фенотипирование данной выборки. Для 6 образцов гороха проводится опыт с применением препарата Ризоторфин, содержащего азотфиксирующие бактерии. Образцы высеяны в полевые условия Крымской опытной станции филиала ВИР. Проводится оценка влияние препарата на биометрические параметры и урожайность. Исследование проводится совместно с ВНИИСХМ.

ФИЦ Почвенный институт им. В.В. Докучаева

Проведены полевые работы по сбору первичных данных. Совершено 8 полевых выездов, собрано 364 фотографии и 645 спектров отражения почв и посевов на ключевых полях в Тверской, Московской и Тульской областях. В камеральных условиях проведен анализ 45 фотографий, проведена подготовка к анализу данных о спектральной отражательной способности. Проведено 3 выезда в поле для георадарного профилирования почв с параллельным отбором почвенных образцов. Полученные полевые данные находятся в обработке.

3. Сведения о научных мероприятиях (конференции, мастер-классы и другие мероприятия) центра.

1. **1 апреля 2021 г.** в НЦМУ РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева проведен мастер-класс для сотрудников предприятия Люмэкс (Санкт-Петербург), подписан договор о научно-техническом сотрудничестве.

2. **9 апреля 2021 г.** в НЦМУ РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева проведен мастер-класс «Топ-10 профессиональных навыков агроэколога для работы в аграрной сфере» с участием 25 представителей компаний ЕвроХим, FruitNews и Lechler.

3. В РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева **29 апреля 2021 г.** проведено

совещание Европейской экономической комиссии по вопросу развития селекции и семеноводства, в котором принял участие в.н.с. НЦМУ «Агротехнологии будущего» С.Г.Монахос.

4. **18 мая 2021 года** организован и проведен для молодых ученых НЦМУ «Агротехнологии будущего» Международный научный семинар «Использование дистанционных методов для картографирования и мониторинга почв и растительности». Задачей семинара было предоставление молодым ученым, студентам и аспирантам информации о современных тенденциях развития спутниковых технологий для картографирования и мониторинга растительности. На семинаре был заслушан и обсужден доклад **приглашенного ведущего зарубежного ученого**, профессора, соруководителя лаборатории Глобального анализа земель департамента географических наук Университета Мэриленд (США) Питера Потапова (индекс Хирша Scopus 40). В работе семинара приняло участие 30 человек. Видеозапись доклада доступна по запросу (gory@gmail.com).

5. **19 мая 2021 г.** в НЦМУ РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева прошел Мастер-класс по использованию флуориметрического метода исследований. Мастер-класс провел в.н.с. НЦМУ РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева проф. А.А. Кособрюхов.

6. **31 мая 2021 г.** НЦМУ РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева проведен выездной мастер-класс по установке устройств CropTalker для сотрудников ФАНЦ Юго-Востока, ФНУ биологических систем и агротехнологий РАН, Самарского НИИСХ имени Н.М. Тулайкова. <http://fncbst.ru/?p=8489>

7. **2 июня 2021 г.** в рамках Петербургского международного экономического форума проведена Панельная дискуссия «НЦМУ на пике глобальных научных достижений», на которой представлены результаты деятельности коллектива научных работников НЦМУ «Агротехнологии будущего» в 2020-2021 годах по теме: «Агротехнологии будущего в контексте вызовов для продовольственной безопасности России». Работа панельной дискуссии включала в себя доклад о текущих достижениях участников Консорциума и перспективы получения результатов мирового уровня в результате деятельности НЦМУ. Организатор: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. Подготовка и модерация ФГБОУ ФИЦ «Всероссийский исследовательский центр генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Форма проведения: дистанционно-очная (онлайн-видеоконференция на платформе Zoom). Сайт мероприятия:

<https://forumspb.com/programme/press-event-programme/>.

8. **3 июня 2021 г.** В РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева проведены 82-е Тимирязевские чтения. В.н.с. НЦМУ И.Г. Тараканов выступил с лекцией «Фотофизиология растений: от фундаментальных основ к управлению продукционным процессом» (более 1700 просмотров в YouTube на конец июня).

9. **16 июня 2021 г.** в рамках работы НЦМУ «Агротехнологии будущего» состоялась дискуссионная площадка по направлению «АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЕМ ПОЧВ РОССИИ». Руководители и участники проектов, реализуемых по данному направлению, представили 16 докладов, представляющие основные полученные результаты. Модераторами мероприятия выступили академик РАН, научный руководитель ВНИИСХМ, декан биологического факультета СПбГУ Игорь Анатольевич Тихонович и д.б.н., директор ВНИИСХМ Николай Александрович Проворов. В мероприятии приняли участие представители ВНИИСХМ, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ФИЦ Биотехнологии РАН, СПбГУ.

10. Дискуссионная площадка «Новые цифровые технологии в сельском хозяйстве» проведена **22-го июня 2021 г.** Представлено 13 докладов. В мероприятии приняли участие представители РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ФИЦ Биотехнологии РАН, ИЦ «Информатика и управление» РАН, ФИЦ "Почвенный институт им. В.В. Докучаева.

11. **23 июня 2021 г.** прошел Научный семинар в рамках работы НЦМУ по направлению «Разработка платформы для ускоренной селекции высокоурожайных и устойчивых сортов и гибридов растений, обладающих заданными характеристиками качества». Работа научного семинара включала в себя научную программу с 13 выступающими по вопросам полученных результатов за 2 квартал 2021 и обсуждение перспектив. Сайт мероприятия: <http://www.future-agro.ru/calendar/38c1f0bb-1ad5-47f6-8d9b-5206a5860073>

12. **24-25 июня 2021** года на площадке ФИЦ Биотехнологии РАН в очно-дистанционном формате проходили научные семинары, посвященные IV-му и V-му направлениям Программы исследований НЦМУ «Агротехнологии будущего». В выступлениях участники осветили результаты своей работы по IV-му «ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ И ВАЛОРИЗАЦИИ МАЛОЦЕННОГО

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА» и V-му «ПОИСК И СОЗДАНИЕ БЕЗОПАСНЫХ, КАЧЕСТВЕННЫХ, ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОРМОВ И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ» направлениям исследований. В мероприятии приняло участие более 40 исследователей из ФИЦ Биотехнологии РАН, ВНИИСХМ, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и СПбГУ. Всего исследователи осветили результаты работ по 15 проектам. Модераторами мероприятия выступили академик РАН, научный руководитель ФИЦ Биотехнологии РАН, д.х.н., профессор В.О. Попов и заместитель директора по научной работе ФИЦ Биотехнологии РАН, д.б.н., профессор Н.В. Равин.

13. С 28 июня по 02 июля 2021 в очном формате проведена Вавиловская школа-конференция аспирантов и молодых ученых. Представлены результаты деятельности коллектива научных работников центра ВИР в рамках НЦМУ «Агротехнологии будущего» в 2020-2021 годах по направлению деятельности: «Ускоренная селекция высокоурожайных и устойчивых сортов и гибридов растений, обладающих заданными характеристиками качества». Работа конференции включала в себя научную программу с 30 выступающими по «Генетические ресурсы растений: сохранение и использование в селекции в целях продовольственной безопасности Российской Федерации». Организатор: ФГБОУ ФИЦ «Всероссийский исследовательский центр генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Место проведения мероприятия: Кубанская опытная станция – филиал ФГБОУ ФИЦ «Всероссийский исследовательский центр генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (Краснодарский край, Гулькевичский район, пос. Ботаника, ул. Центральная,

4. Сведения о разработке и внедрении образовательных (исследовательских) программ центром.

1. В соответствии с приказом ректора ФГБУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» от 10 марта 2021 года № 107 началась реализация трех образовательных программ, обучение по которым было завершено во втором квартале 2021 года:

- реализована (внедрена) дополнительная профессиональная программа

повышения квалификации и выданы Удостоверения о повышении квалификации **44-м молодым специалистам** по дополнительной образовательной программе «Общие принципы НЛП ОЭСР. Мультицентровые исследования. Проведение полевых исследований по изучению содержания остаточных количеств пестицидов и динамик их разрушения в соответствии с принципами НЛП ОЭСР» (72 часа).

- реализована (внедрена) дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Роботизированные системы в сельском хозяйстве» в объеме 72 часов. **20 молодым специалистам** выданы Удостоверения о повышении квалификации. В рамках реализации данной образовательной программы были сформированы у слушателей углубленные профессиональные знания об основах роботизации; анализу уровня развития робототехники в сельском и водном хозяйствах; изучению результатов их практического применения в агропромышленном комплексе.

- реализована (внедрена) дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Методы оценки рисков, реализуемости и эффективности проектов развития инновационных отраслей АПК». Проведено обучение и выданы Удостоверения о повышении квалификации государственного образца **41 молодым специалистам** - участникам программы. Обучение по программе включало в себя аудиторную и самостоятельную работу: лекции, практические занятия в компьютерных классах, деловые игры, case-study, работа в малых группах, тестирование, разработка и защита индивидуальных проектов.

2. В соответствии с Распоряжением Проректора по науке РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева от 19 марта 2021 г. № 17 во 2-м квартале 2021 года продолжалась реализация исследовательской программы НЦМУ «Организация фотобиологических исследований на базе полифункциональной платформы по высокопроизводительному фенотипированию растений» (запланированной с 22.03.2021г. по 15.10.2021г), в которой принимают участие **10 молодых исследователей** с индивидуальными исследовательскими проектами на базе исследовательского комплекса НЦМУ в лаборатории искусственного климата РГАУ-МСХА.

В РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева во 2-м квартале разработаны и утверждены три дополнительные профессиональные программы повышения квалификации (по 72 часа каждая), реализация (внедрение) которых запланирована на 2022 год:

- Роль зернобобовых культур в устойчивости и экологической безопасности полевых агросистем.
- Биологическая защита растений.
- Вертикальные теплицы. Теплицы-небоскребы.

5. Информация о научных достижениях центра, ориентированных на мировой уровень

1. Впервые в мире проведено секвенирование генома дикорастущей разновидности гороха *Pisum fulvum* с использованием технологии Illumina, создана сборка его генома и проанализирован полиморфизм генов, кодирующих рецепторные киназы, необходимые для взаимодействия с клубеньковыми бактериями.

2. В ходе разработки новой технологии биологизированной защиты сельскохозяйственных культур, **впервые показано** влияние совместно применяемых пестицидов, температуры и pH на эффективность антагонистов *in vitro* и на модельных растениях в контролируемых условиях. Выделены бактериофаги *Ps glycinea*, имеющие широкий круг хозяев среди разных видов и родов бактерий, фитопатогенных для бобовых культур, что показывает возможную общность рецепторов бактерий. Выбраны оптимальные варианты и отработаны методы скрининга российских изолятов бактерий с антагонистическими свойствами по биохимическим признакам продукции сидерофоров, аммония, липаз и хитиназ.

3. В результате проведения НИР по ускоренной селекции высокоурожайных и устойчивых сортов и гибридов растений, обладающих заданными характеристиками качества выделены линии капусты белокочанной (*B. oleracea*) с числом хромосом соответствующим видовому и устойчивостью к трем расам сосудистого бактериоза (возбудитель *X. campestris* pv. *campestris*) – **генетический материал, не имеющий аналогов в мире.**

4. В рамках научного исследования «Разработка инъекционных регуляторов расхода для оросительных каналов» разработан инъекционный регулятор расхода автоматического действия для установки в оросительных каналах. Усовершенствованный регулятор расхода инъекционного типа **не имеет мировых аналогов и принципиально отличается** от существующих сооружений по принципу действия и форме исполнения

проточной части. Таким образом, создана и испытана в гидравлическом лотке модель регулятора усовершенствованной конструкции и получены гидравлические характеристики сооружения.

5. По заказу Евразийского почвенного партнерства подготовлены разделы «Агроэкологическая оценка изменения климата», «Актуальные задачи информационно-методического обеспечения устойчивого управления почвенными ресурсами», «Автоматизированные системы агроэкологической оценки почв и земель», «Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (СППР)» и «Региональные агроэкологические геоинформационные системы» в коллективную монографию «Устойчивое управление почвенными ресурсами Евразийского региона», издаваемую ФАО.

6. Совместно с Varilla G. e R. Fratelli Societa per Azioni разрабатывается версия СППР DSS Durum. С Университетом Тушия (Италия) готовится совместная заявка на конкурс инновационных проектов по программе развития научно-технического сотрудничества **Италии и России.**

7. На предыдущем этапе исследований в **СПБГУ** были получены векторы, несущие нативный и модифицированные гены гамма-интерферона курицы под контролем 35S промотора (ggIFNG_nat, ggIFNG_trI, ggIFNG_trII). Модифицированные варианты гена ggIFNG_trI, ggIFNG_trII несут делецию на 3'конце и кодируют белок, более устойчивый к протеолитической деградации вследствие удаления сайта расщепления трипсиноподобными протеазами. Ранее было показано, что такая модификация гена не приводит к снижению биологической активности гамма-интерферона. На данном этапе из каллусных структур, полученных агробактериальной трансформацией листовых пластинок люцерны, регенерировано 9 трансгенных растений. Методом ПЦР подтверждено встраивание трансгенных конструкций в геном растений и доказано, что получено 3 трансгенных растения люцерны, несущих нативный ген гамма-интерферона курицы, и 6 трансгенных растений, несущих модифицированный (trII) вариант этого гена. **Трансгенная люцерна, синтезирующая гамма-интерферон курицы, получена впервые.** Дальнейший анализ полученных трансгенных растений позволит определить сайты встраивания векторных конструкций в геном растений, оценить уровень экспрессии трансгена, наличие целевого белка и уровень его продукции.

8. Дрожжи *Pichia pastoris* использовали в **СПБГУ** не только для выбора и проверки

оптимальных вариантов гетерологичных генов для последующего клонирования в растениях, но и как дополнительный организм-продуцент белков животных. Дрожжи-продуценты могут быть использованы в качестве кормовых добавок, как и трансгенные съедобные растения. Выход целевого белка зависит от многих факторов, в том числе от регуляции и уровня экспрессии клонируемого гена. Поэтому определение оптимальных условий культивирования дрожжей-продуцентов и выяснение влияния разных источников углерода и азота на уровень экспрессии дрожжевых генов, в частности, гена АОХ1, промотор которого используется для клонирования гетерологичных генов, имеет важное значение. На предыдущем этапе проекта в СПбГУ получены комплексные данные о транскрипции генов у *P. pastoris* в зависимости от сочетания компонентов среды - источников азота и углерода. Для этого использовали методы секвенирования нового поколения.

На данном этапе был **впервые проведен подробный анализ дифференциальной экспрессии генов дрожжей *P. pastoris*** в зависимости от наличия в среде аминокислоты пролина или сульфата аммония в качестве единственных источников азота. В результате анализа были выявлены 554 гена, экспрессия которых повышается на среде с пролином, и 375 гена, экспрессия которых на среде с пролином ниже, чем на среде с сульфатом аммония. Этот результат контрастирует с изменением экспрессии только ста генов у дрожжей *P. pastoris* в зависимости от наличия в среде метионина.

Младший научный сотрудник НЦМУ «Агротехнологии будущего» РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева С.Ю. Ермаков получил **стипендию Правительства Российской Федерации.**

Сотрудниками НЦМУ «Агротехнологии будущего» РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева **получены Диплом и бронзовая медаль на выставке инноваций «АРХИМЕД»** за новый сорт люпина белого Гана. Вручение состоялось 17.05. 2021 г.

Студент РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева А.Комаревцева – **победитель конкурса «Научная стажировка» Фонда поддержки молодых ученых имени Геннадия Комиссарова (май 2021 года).**

В.н.с. НЦМУ «Агротехнологии будущего» РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева П.Н.Мальчиков **получил Золотую медаль им. Лукьяненко**, вручаемую РАН за выдающиеся работы в области селекции зерновых культур.

Инженер-исследователь НЦМУ «Агротехнологии будущего» РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева Р.И. Тараканов – победитель (1 место) конкурса научных работ Министерства сельского хозяйства.

Сотрудниками НЦМУ «Агротехнологии будущего» РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева подана **заявка на получение премии Правительства Российской Федерации** в области науки и техники для молодых ученых.

Подана заявка на соискание общенациональной премии "Профессор года" в.н.с. НЦМУ «Агротехнологии будущего» РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева И.И.Васеневым.

1. Информация о достижении результатов предоставления гранта

№	Наименование целевых показателей	РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева		ФИЦ биотехнологии РАН		ФИЦ ИУ РАН		ВНИИСХМ		Почвенный институт имени В.В. Докучаева		СПбГУ		ВИР имени Н.И. Вавилова		Центр ИТОГО	
		План	Факт	План	Факт	План	Факт	План	Факт	План	Факт	План	Факт	План	Факт	План	Факт
1	Количество российских и зарубежных ведущих ученых, работающих в центре	21	26	55	63	17	15	20	20	6	5	20	23	14	11	153	163
1.1	в том числе: Количество исследователей, принятых на работу в центр и ранее не работавших исследователями в организации, на базе которой создан центр, или в организациях, являющихся участниками центра (человек)	0	1	3	1	2	0	0	0	1	1	2	1	1	0	9	4
2.	Доля иностранных исследователей центра в общей численности исследователей центра (процент)	2,2	1,96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,32	0,66
3.	Доля исследователей центра в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей центра (процент)	33,0	36,27	52,0	55,3	48,0	81,0	53,0	58,06	50,0	60,0	42,0	50,0	45,0	52,9	44,78	50,0
4.	Численность российских и иностранных ученых, являющихся работниками центра и опубликовавших статьи в научных изданиях первого и второго кварталей,	51	8	43	14	18	15	14	0	5	2	40	21	15	9	186	69

	индексируемых в международных базах данных «Scopus» и (или) Web of Science Core Collection (человек)																
5.	Доля исследований, проводимых центром под руководством молодых (в возрасте до 39 лет) перспективных исследователей (процент)	30	30,77	20	31,25	30	67	23	23,08	30	50	60	60	22	4	30,71	36,07
6	Число образовательных и (или) исследовательских программ, разработанных центром, для молодых исследователей, аспирантов, студентов и (или) иных категорий обучающихся (единиц, нарастающим итогом)	8	7	2	0	2	0	0	0	2	0	2	0	1	0	17	7
7	Количество молодых исследователей и обучающихся, прошедших обучение в центре или принявших участие в реализуемых центрами научных и (или) научно-технических программах и проектах (человек, нарастающим итогом)	45	105	40	0	10	17	20	0	10	0	110	0	25	0	260	122
8	Численность иностранных аспирантов, обучающихся в центре (человек)	19	24	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	24	24
9	Численность аспирантов из других субъектов Российской Федерации, обучающихся в центре (человек)	51	22	3	0	2	0	0	0	0	0	5	0	2	2	63	24

10	Размер внебюджетных средств на исследования и разработки центра, (млн. руб.)	35,85	13,81	19,96	2,15	2,395	0	7,585	3,643	2,4	0	5,5	2,05	7,2	0,0	80,89	21,653
11	Количество статей в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития Российской Федерации, в научных изданиях первого и второго кварталей, индексируемых в международных базах данных "Scopus" и (или) Web of Science Core Collection, соавторами которых являются работники центр (единиц, нарастающим итогом)	17	0	20	4	3	0	8	0	1	1	11	6	2	2	62	13
12	Количество заявок на правовую охрану результатов интеллектуальной деятельности, поданных от центра, единиц	13	23	2	1	3	0	1	0	0	0	3	1	0	0	22	25

Инициатор создания Центра,
Ректор РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
Академик РАН, профессор
МП

В.И. Трухачев

Директор НЦМУ «Агротехнологии будущего»
РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, д.т.н.
«__» июля 2021 года

А.К.Скуратов