

**Информационно-аналитическая справка о результатах деятельности
центра «Агротехнологии будущего» за 1 квартал 2022 года**

1. Сведения о кадровом составе центра

№	Сотрудники	РГАУ- МСХА имени К.А. Тими- ряева	ФИЦ биотех- нологии РАН	ФИЦ ИУ РАН	ВНИ- ИСХ М	Поч- венный инсти- тут имени В.В. Доку- чаева	СПб ГУ	ВИР име- ни Н.И. Вави- лова	Центр ИТО- ГО
1	Ведущие ученые, всего:	36	81	11	20	6	0	13	167
1.1	из них молодые исследователи (до 39 лет)	16	44	8	10	2	0	3	83
1.2	из них иностранные исследователи	1	1	0	0	0	0	0	2
2	Научные сотрудники (без учета ведущих ученых), всего:	44	21	6	11	4	0	4	90
2.1	из них молодые исследователи (до 39 лет)	16	18	6	8	3	0	4	55
2.2	из них иностранные исследователи	1	0	0	0	0	0	0	1
3	Профессорско- преподавательский состав	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Аспиранты:	17	2	2	3	1	10	2	37
4.1	Иностранные аспиранты	30	0	0	0	0	5	0	35
4.2	Аспиранты из других субъектов Российской Федерации	51	2	2	0	0	5	2	62
5	Вспомогательный персонал	22	21	2	7	0	0	2	54
6	Административно- управленческий персонал	5	6	1	2	0	0	2	16
	ИТОГО:	124	131	22	43	11	10	23	364

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

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

1. Проведено усовершенствование и разработка технологий геномного редактирования для CenH3-опосредованного получения гаплоидных форм лука репчатого. Была проведена идентификация гена CenH3 и поиск мишени в его последовательности для CRISPR/Cas9 редактирования и дизайн кандидатов gRNA для редактирования. На данный момент образцы находятся на секвенировании. Была проведена инсталляция и начата оптимизация метода ChIP-seq для анализа функциональной центромеры у *Allium* сера, ранее не проводившиеся никем в мире для данного хозяйственно-ценного вида. Было отобрано 6 кандидатов в gRNA для редактирования CenH3. Проект направлен на разработку новой технологии редактирования гена, кодирующего центромерный гистоновый белок CenH3 у лука репчатого *Allium* сера с использованием системы CRISPR/Cas9. Новая технология центромер-опосредованного получения гаплоидных форм с последующим удвоением генома является прорывом в создании F1-гибридов, что ощутимо скажется на мировом рынке семян.

2. Выполнена доработка датчиков CropTalker по итогам полевого сезона, улучшение эксплуатационных характеристик и улучшение их показателей. В качестве контроллера выбран STM32WL55, который включает в себя модуль связи по протоколу LoRaWAN. Ведется активная разработка новой печатной платы на базе выбранного контроллера. При дальнейшем производстве будет использован датчик TMF8805, основанный на принципе измерения расстояния по времени пролета фотонов. В открытых источниках нет информации о наличии или начале разработки устройств аналогичных разрабатываемому в данном проекте. Первое в своем роде технология позволяющая проводить пространственно-распределенный мониторинг состояния посевов в режиме реального времени, не требующая обслуживания во время полевого сезона, дающая полный набор параметров необходимый для моделирования урожайности зерновых. Разработка устройства ведется под руководством автора электронной платфор-

мы устройства, нобелевского лауреата, профессора университета Тушии (Италия) Рикардо Валентини. Верификация данных проводится высококлассными профессионалами полевого дела – научными сотрудниками Омского ГАУ, ФАНЦ Юго-Востока, ФНУ биологических систем и агротехнологий РАН, Самарского НИИСХ имени Н.М. Тулайкова.

3. Разработаны методы комплексной адекватной оценки и ситуационных моделей текущего и прогнозного экологического состояния объектов и процессов АПК, соответствующих сельскохозяйственных территорий.

Разработанные методы и модели позволяют:

– проводить адекватную модельную оценку текущего экологического состояния объектов и процессов АПК (производственно-технологических, животноводческих, растениеводческих, инфраструктурных, обслуживающих, социальных, экологических и др.), а также сельскохозяйственных территорий;

– проводить прогнозирование и пространственно-временной анализ динамики экологической ситуации на рассматриваемой территории.

Методы и модели будут использованы при функционировании подсистемы интеллектуального мониторинга разрабатываемой киберфизической системы мониторинга и управления экологическим состоянием объектов и процессов АПК. Отличительной особенностью разработанных методов и моделей, определяющей их соответствие мировому уровню, является синтезированное применение одновременно нескольких сквозных цифровых технологий (а именно, аппаратов нечеткой логики и искусственных нейронных сетей, ГИС, 3D-моделирования), что обеспечивает возможность эффективной оперативной трансформации данных экологического мониторинга в результативные сценарии управления.

4. В настоящее время на оросительных системах используют регуляторы затворного типа, требующие подвода электроэнергии для осуществления перемещения рабочих органов. Разработаны **энергонезависимые регуляторы расхода и теоретические методы их гидравлического расчета**. Работа водовыпусков-регуляторов изучена в гидравлической лаборатории. Новая форма исполнения проточной части сооружения позволила упростить их конструкцию без роста гидравлических потерь. Инжектируемый регулятором расход составляет 30% от расхода, поступающего из верхнего бьефа

в нижний бьеф. Существующие конструкции регуляторов имели отношение сливающихся расходов до 20%. Увеличение регулирующей способности связано с модернизацией проточной части сооружений.

5. В ходе разработки оригинальной системы феномного анализа растений на основе техники высокопроизводительного фенотипирования, методов анализа изображений с использованием подходов компьютерного зрения и машинного обучения проведены следующие мероприятия по внедрению в процессы исследований закупленного высокотехнологичного оборудования:

- Установка, настройка комплекса лицензионного ПО для взаимодействия с гиперспектральными камерами Specim FX 10e, Specim FX 17e, для взаимодействия с тепловизором FLIR A700 и для взаимодействия с 3D сканером RangeVision;
- Настройка DHCP сервера для возможности одновременного подключения сенсоров (камер);
- Совместный тестовый запуск Specim FX 10e, Specim FX 17e, FLIR A700, RangeVision;
- Разработка проекта «автоматическая система координатного позиционирования сенсоров» и др.

Мировой уровень проводимых разработок доказывается сравнительным анализом с ведущими зарубежными платформами фенотипирования (например, в Университете Копенгагена и Университете Вагенингена, где дистанционно стажировались сотрудники ИЦМУ). В платформе ИЦМУ используется ряд принципиальных инженерно-биологических решений, не имеющих мировых аналогов. Начаты вегетационные эксперименты с целевыми культурами по физиолого-биохимическому изучению механизмов фоторегуляции морфогенеза и продукционного процесса (включая биосинтез целевых функциональных соединений) с использованием оригинальных анализирующих фонов платформы фенотипирования.

6. Проведен вегетационный эксперимент по изучению путей регуляции продукционного процесса растений салатной формы горчицы сарептской при выращивании с использованием светодиодных облучателей. В результате получены материалы по фотоморфогенетическому действию света отдельных диапазонов ФАР на продукционный процесс и фотопериодическую индукцию цветения. Определены

оптимальные по спектральному составу режимы облучения растений, позволяющие обеспечивать нормальное протекание процессов роста, развития и формирования урожая. Исследование фотосинтетической деятельности и изотопного состава углерода донорных и акцепторных органов растений позволило обнаружить разнонаправленные эффекты действия света разных диапазонов фотосинтетически активной радиации на соотношение разных изотопов, а также уровень фотосинтетической и фотодыхательной активности тканей.

Мировой уровень проводимых разработок доказывается анализом публикаций в научных изданиях. Действие спектрального состава света на углеродный состав биомассы изучено впервые. Продолжаются вегетационные эксперименты по оптимизации спектральных режимов при выращивании салатно-зеленных растений, томата и базилика. Завершение экспериментов – во втором-третьем квартале.

Проведено тестирование новой системы сбора и передачи данных с web камер на обрабатывающий сервер.

7. На основании предшествующего опыта и анализа литературных источников определены основные требования к видам, формам и сортам декоративных многолетних травянистых растений – кандидатов для пополнения и совершенствования коллекций и при последующем отборе: наряду с высокой зимостойкостью, устойчивостью к болезням и вредителям, разнообразием сроков цветения также фертильность. К специфическим предпочтительным признакам для разных родов отнесены: у лилий – средне- и высокорослость, обеспечивающие пригодность к срезке, ЦМС как ценный признак во флористике; у ирисов – среднерослость, обуславливающая устойчивость к полеганию и возможность использования раноцветущих образцов для выгонки; у астр – низко- и среднерослость для предотвращения полегания генеративных побегов, сокращения базальной зоны с отмирающими листьями в фазу цветения, а также ограничение по срокам цветения с началом зацветания не позже середины сентября; у гераней – средняя и высокая вегетативная подвижность, разнообразие габитуса. Данные подходы позволят создать и оптимизировать по ассортименту коллекцию популярнейших в мире декоративных многолетних травянистых растений, которая в дальнейшем будет служить основой для питомни-

ководства с последующим внедрением в городское озеленение, отечественной селекции.

Получены данные о фертильности некоторых сортов Азиатских гибридов лилий иностранной селекции, их семенной продуктивности при искусственном опылении. Выделено для весеннего посева около 750 семян лилий, более 2500 семян многолетних гераней. На модельных видах – *Geranium sylvaticum* и *G. phaeum* – проводится серия экспериментов для выявления оптимальных способов предобработки семян для преодоления физического покоя, обусловленного твердосемянностью.

8. В рамках проекта по созданию 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 отдаленные скрещивания капусты белокочанной (*B. oleracea*) с близкородственными видами, оценено проявление признаков, связанных с цитоплазматической мужской стерильностью полученного потомства. В результате произведены межвидовые гибриды от скрещивания растений рода *Brassica*.

9. Проводилось изучение функционально-технологических свойств различных форм сырья из ламинарии как источника функциональных ингредиентов при производстве продуктов питания с повышенной пищевой и биологической ценностью. В частности, проведен анализ рынка сырья из ламинарии: выявлены четыре формы ламинарии (производство Россия, Сахалин), пригодной для дальнейшего использования при производстве продуктов питания: ламинария в слоевищах, ламинария замороженная, ламинария сушеная и природная ламинария японская Комбу Фреш молотая в виде порошка, а также два вида ламинарии сушеной шинкованной, производства Китай. Полученные данные позволили обосновать выбор трех наиболее богатых функциональными ингредиентами (альгиновая кислота, йод, фукоидан и полифенолы) вида ламинарии как сырья при производстве обогащенных продуктов питания: ламинария в слоевищах, замороженная и сушеная – все образцы, произведены в России (Сахалин). Установлено, что у выбранных образцов ламинарии (в пересчете на сухое вещество) содержание функциональных ингредиентов следующее: альгиновая кислота – от 25,5 до 33,9 %, йода – от 0,073 до 0,0184 %, фукоида-

на – от 2,1 до 2,6 % и полифенолов – от 32,3 до 35,2 %. Характеристики исследования, которые соответствуют мировому уровню – разработка линейки отечественных продуктов питания с функциональными ингредиентами, отвечающей физиологическим потребностям человеческого организма и требованиям импортозамещения. Предполагается разработанную технологию производства продуктов питания апробировать на предприятии-производителе продуктов питания (результат - акт апробации / внедрения).

10. Выполнялись исследования мирового уровня по созданию и локализации информационно-аналитических модулей рамочной интеллектуальной СППР с функциями вариативно-нормативного прогнозирования урожайности и агроэкологической оптимизации гибких технологических операций адаптивных систем земледелия. Закончено формирование региональной базы агроклиматических показателей на 3 основных региона исследования. Проведена систематизация базовых характеристик доминирующих в исследуемых регионах таксонов почв, с количественной и качественной оценкой их основных агроэкологических функций. В сотрудничестве с ведущими экспертами МГУ имени М.В. Ломоносова, Южного федерального университета и Глобального почвенного партнерства (ГПП) ФАО по утвержденным критериям Международной сети черноземных почв (INBS) на территории исследованных регионов выделены основные ареалы черноземных почв (Black soils), которые войдут в разрабатываемую ГПП ФАО мировую карту черноземных почв.

11. Проводилась 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:

- Выделение и характеристика антибактериальных свойств эфирных масел против бактериозов картофеля и сои.
- Выделение и характеристика антибактериальных свойств растительных экстрактов против бактериозов картофеля и сои.

Впервые показано антибактериальное действие эфирных масел ряда растений в отношении возбудителей бактериального ожога сои и черной ножки картофеля.

12. По проекту «Создание микробиологических технологий для экологически приемлемого земледелия путём разработки микробных препаратов, расширяющих адаптационный потенциал растений посредством оптимизации микробиома» проводилось конструирование высокопродуктивных азотфиксирующих симбиотических микробно - растительных систем с широким спектром адаптации (зерновые и псевдозерновые, зернобобовые, картофель, травы) с помощью микробных азотфиксирующих симбиотических препаратов. Разработаны новые экологически безопасные способы повышения потенциальной продуктивности и устойчивости к действию абиотических и биотических стрессоров батата за счет применения биологизированных приемов управления ростом и развитием растений культуры и их влияние на величину урожая за счет применения стимуляторов роста с разным механизмом действия. Впервые проведены исследования по разработке методики ускоренного вегетативного размножения мискантуса. Разработаны новые экологически безопасные способы повышения посевных качеств семян квиноа с использованием биологически активных веществ с разным механизмом действия. Предложен новый метод повышения энергии прорастания и всхожести семян исследуемых сортов квиноа на 6-8 %.

13. Охарактеризованы факторы, лимитирующие продукционный процесс сортов люпина белого в полевых условиях. Определены элементы продуктивности и описание морфологических особенностей по результатам конкурсного испытания нового перспективного сорта белого люпина. Предлагаемое название сорта - Дана (исходная форма селекционный образец М7 (Детер1 х Гамма) № 5 с детерминантным типом роста. Сорт Дана превосходит стандарт (сорт Дега) и сорта – аналоги по зерновой и белковой продуктивности, стабильности урожайности, устойчивости и дружности созревания, адаптивности к засушливым условиям Центрально-Черноземного региона РФ. Новый сорт отличает адаптивность к условиям с дефицитом влаги, засухоустойчивость, урожайность и высокий сбор протеина без применения азотных удобрений, устойчивое созревание. Задача данного научного исследования - выйти на мировой уровень научных достижений в создании высоко-

белковых (содержание белка в зерне 38-40%) сортов люпина белого (*Lupinus albus* L.) с потенциальной урожайностью 40-50 ц/га. Эти показатели в соответствии с трендами по сое Университета штата Иллинойс (США) не уступают лучшим сортам сои при производстве ее в этом штате в наиболее благоприятных по обеспеченности теплом и влагой условиях. США, Бразилия и Аргентина выращивают 80 % мирового производства сои, в основном генетически модифицированной. Проблема дефицита и зависимости от импорта растительного белка (сои) остро стоит перед многими странами мира. Зерновая продукция новых сортов белого люпина предназначена для решения проблемы дефицита растительного белка, сокращения импорта сои и обеспечения белковой независимости России.

14. Синтезированы два новых органических вещества, с применением методов ИК-, БИК-, УФ-спектрометрии, термогравиметрии, ЯМР-анализа и дана химическая и физико-химическая характеристика синтезированных веществ, их ауксиновая активность. Выполнены лабораторные испытания двух новых синтезированных веществ по параметру защитно-стимулирующих свойств на семенах одного сорта льна-долгунца и одном сорте конопли технической. Проведено химическое и биохимическое выделение макрокомпонентов органического происхождения из отходов растениеводства. Сделан химический анализ, определены физико-химические характеристики выделенных веществ. Разработана новая технология выделения из некондиционных семян льна и технической конопли биологически активных веществ. Проведены лабораторные испытания с применением нового органоминерального удобрения при использовании его при выращивании пшеницы яровой.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии»

1. Выделена ДНК из 48 образцов почвы, отобранных на экспериментальном поле с севооборотом в Вологодской ГМХА. Проведен анализ выделенной ДНК: определена концентрация, ингибирующий эффект в реакции ПЦР. Образцы ДНК подготовлены для конструирования ампликонных библиотек для высокопроизводительного секвени-

рования.

2. Начаты работы по разработке опытно-промышленных режимов культивирования перспективных штаммов эндофитных бактерий и оценке стабильности полученных экспериментальных образцов препаратов. Начаты работы по подбору питательных сред для культивирования эндофитных бактерий озимой пшеницы с целью наработки экспериментальных образцов для проведения модельных и вегетационных опытов. Показано, что кукурузно-мелассная среда подходит для культивирования большинства эндофитов. Однако штамм W018 был способен расти только на безазотной среде Эшби, при этом время его культивирования составляло 72 часа при 30° С. Планируется подобрать производственную питательную среду для данного штамма.

3. Начаты работы по изучению механизмов действия биологически активных минеральных удобрений на растения, способности наносимых на гранулы удобрений эндофитных микроорганизмов колонизировать корни пшеницы. Продолжаются работы по оценке стабильности опытных образцов биологически активных минеральных удобрений после 3 месяцев хранения при комнатной температуре. Показано, что штамм W017 хорошо приживается на гранулах минеральных удобрений в течение трех месяцев. Его численность на гранулах составляла $3,2 \times 10^3$ КОЕ/г

4. Проведен предварительный подбор компонентов питательных сред для культивирования штаммов реликтовых симбионтов бактерий, который будет использован для дальнейшего подбора режимов культивирования.

5. Получены полногеномные последовательностей 5 штаммов, выделенных из клубеньков реликтовых бобовых растений и относящихся к родам *Microbacterium*, *Phyllobacterium*, *Afipia* и *Devosia* с целью последующего анализа генов, участвующих в формировании симбиоза и влияющих на его эффективность.

6. Для последующей работы по созданию экспериментальных биопрепаратов отобраны 12 штаммов-микросимбионтов реликтовых бобовых растений, обладающих уникальными комбинациями генов и повышающих эффективность симбиоза на клевере красном и вике посевной при совместной инокуляции с коммерческими штаммами в лабораторных условиях.

7. По данным сборки транскриптома эффективной и неэффективной по АМ-симбиозу линий *M. lupulina* при инокуляции и без инокуляции АМ-грибом

Rhizophagus irregularis проведен подбор ряда генетических маркеров, характеризующих развитие эффективного АМ-симбиоза.

8. Проведен пересев изолятов для наработки накопительных культур АМ-грибов, обладающих различной симбиотической эффективностью АМ и активностью в корне растения-хозяина.

9. Получены новые генетические конструкции и проводится анализ влияния симбиоз-специфичного промотора (содержащего цитокинин-регулируемый и сус-регулируемые элементы) на уровень и локализацию экспрессии гена *NIN* в небобовых растениях (томат и хмель). Будут сделаны выводы о целесообразности использования конститутивного и симбиоз-специфичного промоторов у небобовых растений для формирования клубенько-подобных структур.

10. Проводится иммуноцитохимический анализ клубеньков растений сорта Frisson, обработанных через 10 дней после инокуляции штаммом *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* 3841 фунгицидами Титул Дуо и Винтаж в двукратной от рекомендованной производителем концентрации, для выявления характера модификаций клеточных стенок и стенок инфекционных нитей.

11. Разработан метод экспресс оценки устойчивости сахарной и столовой свёклы к ионам алюминия в условиях гидропонной культуры.

12. Проведена оценка отзывчивости пяти генетических линий *Medicago lupulina* на инокуляцию штаммом *S. meliloti* L6-AK89, геном которого секвенирован, что позволило выявить высоко (симбиотические морфометрические показатели растений превышающие на 15% либо на уровне родительского сортообразца) и низкоотзывчивые (симбиотические морфометрические показатели растений на 70% ниже, чем у родительского сортообразца) сочетания штамм*генетическая линия растения-хозяина, которые будут использованы для оценки иммунного статуса обоих симбионтов.

13. В условиях фитотрона проведены вегетационные эксперименты по идентификации наиболее эффективных симбиотических систем, образуемых горохом с клубеньковыми бактериями и арбускулярно-микоризными грибами, для последующего секвенирования «супер-геномов» этих симбиотических систем с применением нанопорового секвенирования.

14. При помощи ранее разработанного подхода проведено выделение протеазо-

устойчивых белковых агрегатов из семян бобовых, их очистка, обработка муравьиной кислотой для солюбилизации агрегатов, а также выполнена оценка качества белка в пробах для дальнейшего протеомного анализа.

15. В рамках эксперимента по формированию целлюлозолитического сообщества микроорганизмов с внесением трех контрастных субстратов (солома овса, костра конопли, фильтровальная бумага) было завершено формирование ассоциаций и заложен эксперимент с «перекрестной» инициацией разложения различных субстратов каждой из сформированных ассоциаций в 6-ти повторностях на каждый вариант. В течение 6-12 месяцев будет проводиться мониторинг динамики разложения субстратов, что позволит получить ответы на вопросы поставленные в начале исследования: 1) возможно ли получение высокоактивной ассоциации из исходного малоактивного сообщества; 2) формируется ли «субстратспецифичность» в ходе становления целлюлозолитических ассоциаций на контрастных субстратах.

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

1. Было исследовано влияние гидролизата хитозана на прорастание семян салата *Lactuca sativa* при предпосевной обработке. Выявлена обратная зависимость от концентрации хитозана при исследовании содержания хлорофилла и каротиноидов в листьях салата. Данный эффект наблюдается в связи с изменением процента влажности биомассы листьев, либо в связи с изменением клеточной стенки, которая влияет на экстракцию хлорофилла и каротиноидов из проростков салата. Данные предположения, будут проверяться в ходе дальнейших исследований. На данном этапе была подана заявка в Министерство сельского хозяйства РФ на включение в план регистрационных испытаний пестицидов препарата «АгроХит Плюс».

2. В рамках проекта «Разработка комбинированного биотехнологического препарата для сокращения использования химических пестицидов, используемых в системах защиты сельскохозяйственных растений от болезней» определены оптимальные условия получения грибной биомассы. Ведется тестирование противогрибной активности полученной грибной биомассы в комбинации с коммерческими фунгицидами

по отношению к тест-культурам (*F. oxysporum*, *F. graminearum*, *A. solani*, *B. cinerea*, *P. glomerata*).

3. В рамках первого квартала 2022 года по выполнению задачи «Определение состава микробных сообществ дерново-подзолистых почв», были отобраны образцы дерново-подзолистых почв для исследований и выделены препараты ДНК, пригодные для амплификации фрагментов генов 16S рРНК.

4. В геноме чеснока *Allium sativum* впервые были идентифицированы последовательности 32 генов, кодирующих тауматин-подобные белки (AsTLP). Проведена характеристика нуклеотидных и аминокислотных последовательностей найденных генов, в промоторных участках проведен поиск цис-регуляторных элементов. У двух сортов чеснока, контрастных по устойчивости к фузариозной гнили, определена экспрессия 12 генов AsTLP в корнях, донцах и тканях зубка в ответ на заражение *Fusarium proliferatum*. У устойчивого сорта чеснока в корнях уровни мРНК генов AsTLP7–9 и 21 возрастали в ответ на инфицирование, в то время как у восприимчивого сорта уровни экспрессии этих генов снижались. Полученные результаты свидетельствуют об участии тауматин-подобных белков в ответ чеснока на инфицирование *F. proliferatum*. Данные результаты получены впервые и соответствуют мировому уровню исследований генетического ответа растений на стресс. По результатам исследования опубликована статья в журнале *Plants* (Q1).

5. Разработан перечень метаданных (характеристик, признаков, применений и др.) для культур, полученных методами генетических технологий и обладающих характеристиками, не свойственными традиционным аналогам. Подготовлены аналитическая справка и презентация по исследованию потенциала объектов растительного происхождения, полученных генетическими технологиями и обладающих не свойственными традиционным аналогам свойствами, для достижения ЦУР (целей устойчивого развития) в секторе сельского хозяйства. По результатам исследования опубликована статья в журнале *Trends in Biotechnology* (Q1).

6. В рамках работ по проекту были проведены исследования на базилике различных сортов отечественной и зарубежной селекции. Скрининг проводили с целью выявления перспективных сортов базилика, отзывающихся на культивирование в условиях вертикальной фермы на субстратной основе. Был проведен анализ влияния

различных режимов освещения на количественные (набор зеленой биомассы) и качественные (эфиромасличный состав) характеристики растений. Взяты исходные оздоровленные культуры *in vitro* голубики 4-х сортов: Блюкроп, Дюк, Патриот, Нортланд. В реестр сортов, допущенных к использованию на территории РФ, внесены только Дюк и Блюкроп. По княженике стартовым материалом для исследований были саженцы 10 различных сортов финской и шведской селекции - Астра (Astra), Аура (Aura), Анна (Anna), Линда (Linda), София (Sofia), Меспи (Mespi), Беата (Beata), Пима (Pima), Сусанна (Susanna), Эльпеф (Elpef). Первоначальной задачей стало введение сортов в *in vitro* культуру, что потребовало больше временных затрат. В дальнейшую работу по отработке опытно-промышленной технологии ускоренного получения саженцев ягодных культур в условиях вертикальной фермы с управляемым LED-освещением взяты сорта голубики – Дюк, Блюкроп и Патриот, сорта княженики на данном этапе проходят скрининг на перспективность получения саженцев в вертикальной ферме. Сорта, которые покажут наибольший прирост биомассы и лучшую отзывчивость на динамическое LED-освещение, будут использованы при разработке опытно-промышленной технологии ускоренного получения саженцев.

7. Проведены исследования по одностадийному получению биоводорода и биометана из модельной сточной воды. Экспериментально показано, что такой процесс возможен при отъемно-доливном культивировании за счет поддержания низкого рН, инокуляции выделенным нами ранее ацидотолерантным изолятом *Thermoanaerobacterium thermosaccharolyticum* SP-H2, одновременного внесения сульфата железа (II) для активации гидрогеназ и частиц гранулированного активированного угля для активации прямого межвидового переноса электронов. Результаты имеют мировое значение, т.к. ранее возможность получения биогитана (метано-водородного биогаза) было показано исключительно для двухстадийной системы анаэробной ферментации.

8. Проведена оценка выживаемости микроорганизма-антагониста вида *Trichoderma viride* в биокомпосте и компостной вытяжке. При начальном заданном титре 5×10^5 КОЕ мл⁻¹ наблюдалось незначительное снижение *T. viride* в течение 14-ти суточного культивирования – до значения 3×10^4 КОЕ мл⁻¹ для твердого биокомпоста и 1×10^4 КОЕ мл⁻¹ для компостной вытяжки. Выживаемость микроорганизма-

антагониста *T.viride* в биокомпосте и водной компостной вытяжке делает возможным его дальнейшее использование в качестве составляющего консорциума активных микроорганизмов, интродуцированных на нестерильный твердый носитель – биокомпост из агро-пищевых отходов с целью увеличения его супрессивных свойств. Проводится исследование активности микроорганизма-антагониста вида *Trichoderma viride* против фитопатогенов видов *Rhizoctonia solani*, *Alternaria alternate*, *Botrytis cinerea*.

9. Проведены работы по созданию тест-системы для выявления возбудителей фузариоза зерна. Получены и охарактеризованы конъюгаты антител, специфичных к *Fusarium spp.*, с наноразмерными маркерами разной природы (наночастицы золота, магнитные наночастицы, латексные наночастицы, нанозимы на основе платины). Исследованы взаимодействия в равновесном и проточном режимах между антигенными структурами патогенов (грибы рода *Fusarium*) и специфическими антителами на поверхности наноразмерных маркеров. Определены оптимальные условия формирования детектируемых комплексов. Проведена сравнительная характеристика режимов пробоподготовки для выявления вирусных (на примере вируса мозаики люцерны) и бактериальных (на примере *Erwinia amylovora*) фитопатогенов с помощью тест-систем с изотермической амплификацией (рекомбиназная полимеразная амплификация, петлевая изотермическая амплификация). Определены условия, при которых не требуется проведение экстракции нуклеиновых кислот из растительного материала перед проведением изотермической амплификации.

10. В течение первого квартала подготовлены и направлены на секвенирование образцы геомной ДНК лактофагов, проводились работы по анализу полученных геномов бактериофагов ихтиопатогенных бактерий, проведен пилотный эксперимент по расширению спектра хозяев фагов с помощью искусственной микроэволюции (протокол Аппельмана). Работы проводились с помощью общепринятых в мировой практике методов и подходов.

11. Из природных экосистем получено 4 изолята быстрорастущих метанотрофных бактерий рода *Methylomonas*, пигментация колоний которых варьирует от желтой до красной, свидетельствуя о различиях в составе каротиноидов. Один штамм идентифицирован как принадлежащий к виду *Methylomonas koyamae*, три других штамма составляют потенциально новые виды. Для двух штаммов получены последо-

вательности геномов. По результатам экспериментов с периодическими культурами отобран штамм MP1, показавший удельную скорость роста до 0.35 ч⁻¹. Удельная скорость роста штамма MP1 на метане соответствует наиболее высоким показателям, описанным в литературе для метанотрофных бактерий. Получен штамм, представляющий ранее не описанный вид рода *Methylomonas*, обладающий высокими скоростями роста на метане и синтезирующий каротиноиды.

12. В рамках проекта «Молекулярно-генетические исследования микроорганизмов, используемых в отечественном виноделии» были отобраны образцы микробных консорциумов на разных стадиях ферментации виноматериалов; выделены препараты высокомолекулярной ДНК пригодные для дальнейшего метагеномного анализа на платформах Illumina и Oxford Nanopore. Для каждого образца получено не менее 2,5 мкг суммарной ДНК; а также проведена физиологическая характеристика новых штаммов дрожжей, перспективных для использования в виноделии.

13. Проанализировано распространение Grapevine fanleaf virus – вируса, вызывающего одно из наиболее экономически значимых заболеваний винограда – короткоузлие. GFLV входит в программы сертификации посадочного материала в странах Европы, мониторится при обследовании производственных насаждений и является одним из наиболее распространенных неповирусов в мире. Вирус был обнаружен нами на виноградниках Крыма в 4% образцов, Краснодарского края – в 2% образцов. В Ставропольском крае GFLV обнаружен не был.

14. В рамках проекта «Разработка технологий получения рекомбинантных белков в растениях - «Биофабриках»» проанализированы консервативные фрагменты вируса гриппа А, выбраны комбинации фрагментов гемагглютинаина и белка М2 для разработки кандидатной вакцины, также получены вирусные векторы, кодирующий гибридные белки, содержащие выбранные антигены вируса гриппа.

15. Был создан высокоактивный штамм – продуцент аспаратной (кислой) протеазы (пенициллопепсина) на основе экспрессионной системы гриба *Penicillium verruculosum*. Новый штамм *P.verruculosum* PEP-20 характеризуется высокой ферментативной активностью (до 100000 ед.НУТ на 1 мл культуральной жидкости). Полученные результаты оформлены в виде секрета производства (ноу-хау) и переданы промышленному партнеру (ООО «Агрофермент») для апробации на производстве. Технич-

экономический эффект ноу-хау состоит в 6-8-кратном увеличении производительности технологического процесса получения кислой протеазы (пенициллопепсина) по сравнению с аналогом и прототипом. Переданная технология может быть использована для получения новой кормовой добавки, направленной на улучшение усваиваемости белка в кормах с/х животных.

16. Для повышения растворимости белковых изолятов из растительного сырья было исследовано влияние ограниченного протеолиза изолятов белка гороха сортов «Амиор» и «Родник» рядом коммерчески доступных ферментов: папаином, химотрипсином, трипсином и протозимом. Было изучено влияние таких параметров ферментации, как продолжительность обработки и концентрация вносимых ферментов. В результате подобраны ферменты и оптимизированы параметры процесса ферментации, повышающие растворимость изолятов белка гороха в 4 – 10 раз. Проведена оценка *in vivo* гипотензивных свойств молока ферментированного штаммами молочнокислых бактерий на крысах линии SHR (Spontaneously hypertensive rats) с устойчиво высоким уровнем артериального давления. Показано достоверное снижение артериального давления у опытной группы животных, получавших молоко ферментированное штаммом *Lactobacillus delbrueckii* Lb100: гипотензивный эффект на 30 день эксперимента составил $\Delta P_{\text{сист.}} = 30 \pm 14$ мм. рт.ст. и $\Delta P_{\text{диаст.}} = 15 \pm 10$ мм. рт.ст.

ФГУ ФИЦ «Информатика и управление» Российской академии наук

1. В рамках проекта «Исследование и разработка Цифровой платформы для управления АПК России (ЦПУ АПК)» разработаны отдельные методы поддержки принятия решения сельхозпроизводителем.

2. В рамках проекта «Исследование и разработка Цифровой Платформы совместного использования данных дистанционного зондирования Земли в интересах АПК России (ЦПДЗЗ)» исследованы основные принципы построения и функционирования центрального программного ядра ЦПДЗЗ.

3. Проводятся научно-исследовательские работы по созданию Цифровой Платформы Информационно-Аналитической Поддержки научно-исследовательской деятельности в области АПК (ЦПИАП) - исследованы основные принципы построения и

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

1. В рамках изучения природно-трансгенных растений рода *Vaccinium* были охарактеризованы аминокислотные последовательности всех изученных аллельных вариантов полноразмерных генов. На основании моделирования третичных структур белков и их сравнения подтверждена идея о консервативности белковых структур, что является еще одним фактом в пользу функциональности данной последовательности.

2. Проведено исследование микроморфологической организации природных и залежных почв Ямало-Ненецкого АО и респ. Саха (Якутия). Установлены тренды трансформации органического вещества залежных почв на микроуровне. Проведен анализ таксономического состава залежных почв и почв, повторно вовлеченных в сельскохозяйственные практики (картофелеводство) в Надымском р-не ЯНАО.

3. В рамках задачи по идентификации и картированию генов метаболизма флавоноидов у ржи подобраны внутригенные маркеры генов-кандидатов для анализа их совместного наследования с мутациями, нарушающими синтез флавоноидов. Для работ по анализу протеома отработан метод выращивания озимых форм ржи в искусственных условиях, позволяющих получать потомство за 4 месяца для последующего анализа протеома семян разных линий.

4. Начаты эксперименты по определению микробного состава содержимого коконов *Eisenia fetida*. Отработаны методы сбора содержимого коконов в стерильных условиях, выделено 34 образца тотальной ДНК для определения микробного состава содержимого коконов с помощью метагеномного секвенирования. Проведен сравнительный анализ неорганических, органических веществ и ферментов вермикомпостов, полученных из двух вариантов экспериментальных субстратов.

5. В части работ по галловым клещам проведены работы по сборке и аннотации митогенома земляничного клеща *Fragariocoptes setiger*, вызывающего образование множественных галлов на листьях земляники *Fragaria viridis*. Установлено, что митогеном этого фитопаразита представлен кольцевой молекулой длиной 14109 пар нук-

леотидов и включает 37 генов. Аннотация митогенома, проведенная с применением программ MitoS1,2 и Arven показала, что вопреки утверждения китайских специалистов (Xue et al. 2018), постулировавших инверсию рибосомальных генов в митогеноме всех галловых клещей и трактовавших данный признак как аутапоморфию Eriophyoidea, земляничный клещ *F. setiger*, а, вероятно, и все представители семейства Phytoptidae, к которому относится данный фитопаразит, характеризуются анцестральным расположением рибосомального кластера на негативной цепи митохондриальной ДНК, что соответствует состоянию данного признака у базальных форм Chelicerata, включая Xiphosura.

6. Проведены предварительные работы с пангеномом земляничного клеща с целью детекции эндосимбиотических прокариот, потенциально способных к индукции галлогенеза. Методом трансмиссионной электронной микроскопии получены убедительные доказательства присутствия как минимум трех морфотипов симбиотических бактерий, неравномерно распределенных в тканях клеща *F. setiger*. Наибольшая концентрация симбионтов обнаружена в слюнных железах, вокруг гигантских клеток жирового тела, и также вокруг кишечника. Начаты работы для визуализации прокариотических симбионтов в тканях земляничных клещей методами иммуногистохимии и конфокальной микроскопии.

7. Продолжены работы с клещами-вредителями орешников. Впервые в пробах, взятых с коммерческих сортов лещины, выявлены диптиломиопиоидные клещи рода *Rhyncaphytoptus* с гигантскими копьевидными хелицерами, позволяющими этим клещам перфорировать эпидерму листьев орешников и высасывать через раневой канал вакуольный сок. Работы по идентификации и бакродированию клещей с лещины запланированы на 2 и 3 кварталы 2022 года.

8. В рамках работ по изучению функции генов системы WOX-CLAVATA в развитии запасующих органов растений проведено генотипирование 46 растений поколений T1 с отредактированным нитрат-активируемым геном CLE. Также получены данные секвенирования геномов двух близкородственных линий редиса, одна из которых характеризуется аномалией развития запасующего корня - спонтанным опухолеобразованием. Выявлен ряд замен, инсерций и делеций, приводящих к потере функции генов, в том числе - компонентов систем WOX-CLAVATA. Начата работа по анализу

молекулярных механизмов, лежащих в основе влияния длины дня на развитие запасающего корня редиса. Отданы на секвенирование транскриптома образцы растений картофеля со сверхэкспрессией гена CLE8.

9. В рамках работ по поиску генов-регуляторов регенерации обнаружен ген из семейства NF-YA, сверхэкспрессия которого приводит к увеличению веса эмбриогенных каллусов у люцерны. Также начата отработка метода иммунопреципитации хроматина для поиска мишеней транскрипционного фактора MtWOX9-1.

10. В рамках задачи получение растений и дрожжей, несущих вектора для экспрессии гена гамма-интерферона курицы, семена трансгенной люцерны, полученной на предыдущем этапе (поколение T0) высажены для получения растений поколения T1. Установлены сайты встраивания трансгена в геном трансгенной люцерны T0. Показано наличие кластеров T-ДНК у трех трансгенных растений и двух независимых вставок у одного растения. Для повышения уровня экспрессии гена гамма-интерферона курицы в дрожжах получены векторы, содержащие ген MXR1 - активатора транскрипции целевых генов, находящихся под контролем промотора AOX1.

11. Начаты работы по изучению взаимосвязи устойчивости растений гороха к засухе и способности сохранять эффективность бобово-ризобиального симбиоза в условиях дефицита влаги. Для этого в условиях экспериментальной теплицы были высажены растения гороха тридцати сортов, отличающихся устойчивостью к засухе. в течение первого квартала были выращены растения и засуха была приложена на этапе созревания семян. Были оценены физиологические параметры ответа растения на дегидратацию - изменение водного потенциала, устьичной проводимости, эффективности фотосистемы II, содержания хлорофилла и относительного влагосодержания.

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

1. Проведена проверка по зерну и колосу 186 образцов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum*), урожая 2021 г., включенных в проект на предмет соответствия заявленным разновидностям. Образцы сравнивались с колосовым материалом, полученном на карантинном питомнике ВИР в 2020 г. Все образцы соответствовали предыду-

щей репродукции.

2. Для проведения географического изучения образцов пшеницы были подготовлены 3 набора в двукратной повторности для рассылки в Самарский НИИСХ. филиал СамНЦ РАН; Омский аграрный научный центр; опытное поле ВИР (Пушкин) пакетобразца. В итоге произведен отбор 1116 пакетобразцов яровой мягкой пшеницы. Образцы будут высеяны в указанных эколого-географических зонах на делянках площадью 1 м².

3. Выполнен полногеномный анализ ассоциаций (GWAS, genome-wide association) по данным генотипирования и фенотипирования второго года исследуемой выборки пшеницы с помощью программы Tassel 5.0. Для выявления значимых локусов была использована статистическая модель MLM+K (смешанная линейная модель, учитывающая матрицу родства). Для определения уровня значимости SNP использовалась коррекция по Бонферрони, где пороговое значение (0,05) было поделено на количество тестов, то есть на количество анализируемых маркеров и составило $4 \cdot 10^{-6}$. Отмечены маркеры уровня Suggestive (Предполагаемый), обладающие высоким уровнем значимости, но не превышавшим пороговое значение.

4. Для определения маркеров, ассоциированных со сроками созревания пшеницы, было измерено: 1) количество дней от всходов до колошения, 2) от всходов до восковой спелости и 3) от даты колошения до восковой спелости. Анализ по представленным временным отрезкам позволил выявить 19 маркеров, общих для всех трех на хромосоме 5A в интервале 584614233 – 588848205 пн. Также в этот локус попадают еще 20 маркеров, выявленных по отношению к одному или двум измеряемым временным отрезкам

5. По результатам полногеномного анализа ассоциаций и количества дней от всходов до восковой спелости было выявлено 6 маркеров по одному на хромосомах 2A, 2D, 3A, 3B, 5B и 7A. Два маркера, ассоциированные с признаком «масса зерна с колоса», уровня Suggestive были определены на хромосомах 2A и 2B. По признаку число зерен на колосе был определен один маркер, уровня Suggestive, а по признакам: высота растений, устойчивость к полеганию, длина колоса, число колосков в колосе не было выявлено значимых маркеров.

6. Два маркера, TG0053 и TG0020, локализующиеся в гене Vrn-A1 (TraesCS5A02G391700) с координатами 587411454-587423416 пн на хромосоме 5A, согласно физической карте (Plant.essembl.org), были выявлены согласно исследованиям фенотип – генотип ассоциаций по данным 2020 года и 2021 году.

7. Проведен анализ полевых данных и отбор зерна изученных в полевых условиях 2021 г. образцов овса. Пополнена база данных (реестр) по изучению 2020 г. результатами полевого изучения 2021 г. набора из 200 образцов овса по 15 признакам. Отобрано зерно полного изученного набора из 200 образцов овса для фенотипирования в трех пунктах на полях Пушкинского филиала ВИР, ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) и Тюменского НЦ СО РАН (г. Тюмень). Материал в сторонние организации готовится к отправке.

8. Выполнен анализ полевых данных и отбор зерна изученных в полевых условиях 2021 г. образцов ячменя. Пополнена база данных (реестр) по изучению 2020 г. результатами полевого изучения 2021 г. набора из 200 образцов ячменя по 15 признакам. Отобрано зерно 140 образцов двурядного ячменя для фенотипирования в четырех пунктах на полях Пушкинского и Екатерининского филиалах ВИР, ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) и Самарском НЦ (г. Самара). Материал в сторонние организации готовится к отправке. Данные образцы подготовлены для выделения ДНК для последующего анализа полногеномных ассоциаций (GWAS).

9. С целью углубленного изучения образцов овощной вигны из мировой коллекции ВИР были подобраны и отправлены на Астраханскую опытную станцию ВИР образцы разного происхождения двух полевых опытах дальнейших испытаний. Для первого опыта сформирована выборка, состоящая из образцов с различной длиной вегетационного периода, для второго опыта отобраны самые скороспелые образцы вигны, пригодные для испытания в посевах с разным сроком сева (в период с апреля по июнь). Все сорта, включенные в исследование, выделяются высокой продуктивностью и качеством бобов (не имеют волокна и пергаментного слоя в створках, отличаются высоким содержанием белка), устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам, пригодны к механизированному возделыванию.

10. На образцах экспериментальной выборки вигны успешно апробированы праймеры к определенным ранее генам интереса вигны FT (Vigun04g109500) и HTA9

(Vigun09g063700). Со всеми разработанными праймерами были получены продукты амплификации ожидаемого размера. Для дальнейшего ресеквенирования аллелей гена HTA9, который по литературным данным находится в сцеплении с локусом, контролирующим высоту растения, были выбраны образцы, контрастные по этому признаку и по признаку продолжительность вегетационного периода. С целью дальнейшего ресеквенирования аллелей гена FT также отобраны контрастные по длине вегетационного периода образцы.

11. Успешно апробированы праймеры к генам интереса гороха PsTFL1a (DET) и PsTFL1c (LF) на всех образцах экспериментальной выборки, получены продукты амплификации ожидаемого размера. Начата работа по ресеквенированию аллелей гена PsTFL1a (DET) у образцов контрастных по признаку типа роста стебля (выбраны линии овощного гороха Г-469, Г-348 – с детерминантным типом роста стебля и Изюминка, Исток – с индетерминантным). Для ресеквенирования аллелей гена PsTFL1c (LF), контролирующего признак продолжительности вегетативной фазы, отобраны образцы разных сроков созревания (сорта Изюминка, Прима - очень раннего, Веста - средне-раннего, Красавчик – среднепозднего и Исток – позднего срока созревания). Генотипы гороха среднепозднего и позднего сроков созревания высеяны в открытый грунт на селекционном поле Крымской ОСС филиала ВИР (Краснодарский край) 15 февраля. Данные образцы предназначены для проведения гибридизации с очень ранними и ранними сортами.

ФИЦ Почвенный институт им. В.В. Докучаева

В 2022 году в плане развития направлений прошлого года были начаты исследования по следующим двум научным направлениям:

1) Разработка интеллектуальных систем автоматизированного распознавания почв и посевов по данным дистанционного зондирования в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра электромагнитных волн.

2) Пространственно-временное моделирование взаимосвязей свойств почв и посевов как основа для оперативного мониторинга их состояния на основе пространственно-распределенных датчиков и интернета вещей.

Работы в первом квартале в рамках обоих направлений были сосредоточены на создание архива спутниковых данных, необходимых для анализа и тестирования разрабатываемых методов и подходов. Архив включает в себя спутниковые данные Landsat 8-9 и Sentinel-2 за период с 2015 года по настоящее время. Архив создан для территорий трех тестовых участков в Тверской, Тульской области и Кабардино-Балкарии.

Разрабатывалось теоретическое обоснование создание системы распознавания почв и посевов, а также принципов оптимизации размещения в пространстве датчиков IoT. Также разработан план полевых работ по сбору первичных данных на ключевых участках для валидации новых методов и подходов. Полевые работы должны начаться во 2 квартале 2022 года.

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

- 1. 17 января 2022 г. в ФИЦ Биотехнологии РАН** был проведен Круглый стол «Генетические технологии в контексте достижения целей устойчивого развития» с участием приглашенных ведущих исследователей и зарубежных участников. Мероприятие проводилось на 2-х языках – русском и английском, форма проведения: онлайн.
- 2. 26 января 2022 г. в ФИЦ Биотехнологии РАН** проведен совместный семинар с группой проф. Ульриха Шванеберга (участвовало 9 человек, имеется запись семинара), на котором обсуждались подходы к улучшению термостабильности фермента ксиланазы E. Сделаны 2 презентации: к.х.н. А. Доценко на тему «Rational design Penicillium canescens xylanase E» и М. Бернштейном «Machine learning for plant chitinase engineering and expression». Немецкой стороной была предложена стратегия увеличения термостабильности ксиланазы на основе подходов, использованных при инженерии растительной хитиназы.
- 3. 1-3 марта 2022 г. в СПбГУ** проведена Международная научная конференция «XXV Докучаевские молодежные чтения», посвященная 95-летию Почвенного института им. В.В. Докучаева и 100-летию кафедры почвоведения СПбГУ «ПОЧВА – ЖИЗНЬ».

4. **15 марта 2022 г.** сотрудники НЦМУ РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева приняли участие как организаторы и руководители работы секции «Физиология растений – теоретическая основа современных прорывных растениеводческих технологий» в рамках 75-й студенческой научной конференции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.
5. **15 марта 2022 г.** на базе **ФИЦ Биотехнологии РАН** прошли XIX Шорыгинские хитиновые чтения, в рамках которых состоялось торжественное вручение Премии имени академика П.П. Шорыгина для молодых ученых-хитинологов, а также был представлен доклад на тему: «Перспективы применения производных хитозана в защите культурного наследия России», которую прочитал к.б.н. А. Жгун, Институт биоинженерии им. К.Г.Скрябина ФИЦ Биотехнологии РАН.
6. **20 марта 2022 г.** проведен мастер-класс «Переработка биоорганических отходов: технологии и оборудование. Валоризация агроотходов, повышение плодородия почв, улучшение питания и защиты растений» в рамках программы повышения квалификации «Управление отходами производства и потребления» на базе Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации. Мастер-класс провел д.т.н., профессор, в.н.с. НЦМУ «Агротехнологии будущего» **ФИЦ Биотехнологии РАН** Миронов Владимир Витальевич (рук. проекта). В мастер-классе приняли участие 20 руководителей и специалистов производств из 8 субъектов Российской Федерации. Слушатели были вовлечены в обсуждение темы переработки органических отходов агропромышленного комплекса. Участники отметили высокую потребность бизнеса в проводимых НЦМУ «Агротехнологии будущего» исследований и технологических разработок.
7. **24 марта 2022 г.** в НЦМУ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева проведена Секция «Окружающая среда, экология, агроэкология» научно-технической конференции XVIII Научно-технического конкурса учащихся «Открытый мир. Старт в науку, на которой было представлено 13 устных докладов прошедших предварительный отбор участников из 7 регионов России на актуальные вопросы конструктивной экологии и агроэкологии.

8. **29 марта 2022 г.** в «Точке кипения **РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева**» проведен Круглый стол «Удобрения: агроэкологические вызовы XXI века» с участием ведущих экспертов компаний «ЕвроХим», «Ягодный союз» «Green Era» и студентов бакалавриата и магистратуры 5 профилей подготовки РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

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

1. В **РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева** ведется разработка учебной программы повышения квалификации «Агроэкологический мониторинг посевов с применением технологии IoT».
2. В соответствии с ранее разработанной исследовательской программой «Организация фотобиологических исследований на базе по-лифункциональной платформы по высокопроизводительному фенотипированию растений» осуществлена подготовка экспериментальной инфраструктуры и подготовлены необходимые регламентирующие документы. Исследовательская программа проводится на базе исследовательского комплекса НЦМУ в лаборатории искусственного климата **РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева**.
3. В **ФИЦ Биотехнологии РАН** продолжается реализация Исследовательской программы «Кинетика роста микроорганизмов, материально-энергетический баланс при производстве биокомпостов для сельскохозяйственного использования», утв. приказом № 14.06-03/А от 14.06.2021 г. Форма реализации: очная. Срок реализации: 1 год (05.07.2021 - 04.07.2022 г.). Целевая аудитория: лица, обучающиеся по профильным программам высшего образования, молодые исследователи. Численность молодых исследователей и обучающихся, принимающих участие в реализуемой программе: 2 чел. Приказ о допуске к участию в исследовательской программе: № 02.07-01/А от 02.07.2021 г. Место проведения: **ФИЦ Биотехнологии РАН**.

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

Во **ВНИИСХМ** впервые в мире разработан метод экспресс оценки устойчивости сахарной и столовой свёклы к ионам алюминия в условиях гидропонной культуры для масштабного скрининга коллекции генотипов данного вида по изучаемому признаку. В области геномного редактирования в **РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева** проведена инсталляция и начата оптимизация метода ChIP-seq для анализа функциональной центромеры у *Allium* сера, ранее не проводившиеся никем в мире для данного хозяйственно-ценного вида. В **РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева** создаются и оптимизируется ассортимент коллекции популярнейших в мире декоративных многолетних травянистых растений, которая в дальнейшем будет служить основой для питомниководства с последующим внедрением в городское озеленение, отечественной селекции. Учеными **РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева** впервые показано антибактериальное действие эфирных масел ряда растений в отношении возбудителей бактериального ожога сои и черной ножки картофеля. В лаборатории **РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева** разработаны новые экологически безопасные способы повышения посевных качеств семян квиноа с использованием биологически активных веществ с разным механизмом действия и предложен новый метод повышения энергии прорастания и всхожести семян исследуемых сортов квиноа на 6-8 %. По итогам экспериментов с растениями горчицы салатной в **РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева** получены результаты мирового уровня: полученные данные дают материалы для физиологического обоснования технологии светокультуры салатно-зеленных растений в системах интенсивного культивирования (протоколы тонкой физиологической регуляции продукционного процесса в системах интенсивного культивирования). В ходе данного эксперимента впервые получены фундаментальные научные данные по изменению изотопного состава углерода биомассы в результате фотосинтеза и фотодыхания в условиях разных световых режимов, в том числе – при изменении характера донорно-акцепторных отношений между органами. От имени **ФИЦ ИУ РАН** подготовлен и направлен доклад в оргкомитет конференции «Annual International Conference on Brain-Inspired Cognitive Architectures for Artificial Intelligence 2022: Thirteenth Annual Meeting

of the VISA Society»: Меденников В.И., Будзко В.И. Формирование структурированного информационного пространства для эффективного внедрения искусственного интеллекта в целях обеспечения экологической безопасности и развития сельского хозяйства ЕАЕУ.

Ведущий молодой ученый, м.н.с. НЦМУ «Агротехнологии будущего» **ФИЦ Биотехнологии РАН** Вантеева Анна Вячеславовна одержала победу в общероссийском конкурсе инновационных проектов программы «УМНИК» Фонда содействия инновациям на тему «Разработка микробного акселератора для скоростной переработки кухонных и дворовых отходов в биокомпост» (п.103 протокола Дирекции Фонда содействия инновациям от 14.03.2022). Адрес ссылки: <https://fasie.ru/press/fund/umnik-region-2021-results/>

По результатам исследований предыдущих лет проекта и начала текущего года в **ФИЦ Почвенный институт им. В.В. Докучаева** созданы методы получения информации о состоянии почв, основанные на краудсорсинговых технологиях, аналогов которых нет в мире. Разработана не имеющая мировых аналогов теория диэлектрического облика почв, основанная на данных георадарного профилирования с использованием понятийного аппарата симметрии, которая будет положена в основу для создания принципиально новых методов мониторинга плодородия почв без вскрытия почвенных разрезов и анализа почвенных образцов.

В **ВИР** на основе фено- и генотипирования коллекции ВИР продолжена работа по созданию идентифицированного генофонда и платформы для геномной селекции зерновых культур (пшеница, ячмень). Разработан эффективный маркер для ускоренной селекции сорго. Дополнены знания о молекулярных механизмах формирования признаков, определяющих пригодность к механизированной уборке (вигна), сроки созревания и биохимический состав семян (горох).

В журнале *Frontiers in Plant Science* открыта подача статей в спецвыпуск «*Rhizobiaceae mediated HGT: facts, mechanisms, and evolutionary consequences*». В качестве приглашенных редакторов выступают Т.В. Матвеева (СПбГУ), Е.Е. Андронов (ВНИИСХМ), и Ке Чен (Ke Chen, Shanghai Chenshan Plant Science Research Center (CAS) Shanghai, China).

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	28	36	60	81	19	11	20	20	7	6	23	0	16	13	173	167
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)	4	0	3	0	3	0	1	0	1	0	3	0	2	0	17	0
2.	Доля иностранных исследователей центра в общей численности исследователей центра (процент)	2,2	2,5	0	0,98	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1,48	1,16
3.	Доля исследователей центра в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей центра (процент)	33,0	40,00	54,00	60,79	50,00	82,00	53,00	64,52	55	50	54	0	60	47,4	48,29	53,70
4.	Численность российских и иностранных ученых, являющихся работниками центра и опубликовавших статьи в научных изданиях первого и второго кварталей, индекси-	63	10	47	14	21	0	16	6	5	0	43	0	19	0	214	30

10	центре (человек) Размер внебюджетных средств на исследования и разработки центра, (млн. руб.)	4,32	0,00	5,82	0,35	0,70	0,00	2,25	0,00	0,9	0,225	10,13	0	2,1	0,302	26,22	0,877
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)	23	2	15	3	3	0	8	2	1	0	11	3	4	0	65	10
12	Количество заявок на правовую охрану результатов интеллектуальной деятельности, поданных от центра, единиц	10	1	2	1	3	0	1	0	1	0	3	0	2	1	22	3
13	Количество статей по результатам реализации программы создания и развития центра в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития Российской Федерации, в научных изданиях, индексируемых в международных	24	4	17	3	5	0	9	2	3	0	11	3	5	0	74	12

16	Доход от реализации прав на результаты интеллектуальной деятельности, созданные в результате реализации программы создания и развития центра	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Доля израсходованных средств гранта за текущий год в общем объеме средств гранта за текущий год	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100

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



Handwritten signature in blue ink.

В.И. Трухачев

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

Handwritten signature in blue ink.

А.К. Скурагов

« 1 » апреля 2022 года