

**Информационно-аналитическая справка о результатах
деятельности центра «Агротехнологии будущего»
за 4-й квартал 2022 года**

1. Сведения о кадровом составе центра

№.	Сотрудники	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
1	Ведущие ученые, всего:	32	86	19	22	7	38	16	220
1.1	из них молодые исследователи (до 39 лет)	8	52	15	11	3	21	6	116
1.2	из них иностранные исследователи	1	1	0	0	1	2	0	5
2	Научные сотрудники (без учета ведущих ученых), всего:	72	16	7	12	5	8	9	129
2.1	из них молодые исследователи (до 39 лет)	27	11	4	8	4	5	9	68
2.2	из них иностранные исследователи	2	0	0	0	0	0	0	2
3	Профессорско-преподавательский состав	0	0	0	0	0	7	0	7
4	Аспиранты	116	5	2	4	0	17	3	147
4.1	Иностранные аспиранты	32	0	0	0	0	5	0	37
4.2	Аспиранты из других субъектов Российской Федерации	57	3	2	0	0	5	3	70
5	Вспомогательный персонал	26	21	3	9	0	5	2	66
6	Административно-управленческий персонал	2	7	3	2	0	0	2	16
	ИТОГО:	248	135	34	49	12	75	32	585

2. Сведения о научных исследованиях Центра.

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

1. За отчетный период проведено секвенирование ПЦР ампликонов, полученных с использованием разработанных в РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева праймеров на последовательности ДНК, фланкирующие экзоны 1, 2 и 3 (часть гена *senh3*, кодирующего N-терминальный конец *SENH3* гистона). На основании результатов секвенирования было проведено выравнивание и анализ полиморфизма экзонов 1, 2 и 3 гена *senh3*. Также были синтезированы шесть кандидатов гидовой РНК (sgRNA) для дальнейшего CRISPR/Cas9 редактирования варибельной части гена *Senh3*. На следующем этапе нашего исследования будут проверены эффективности синтезированных нами gRNA *in vitro*. Для осуществления геномного редактирования пыльцевых зерен для дальнейшего использования их для опыления был проведен анализ родительских форм с молекулярными маркерами, разработанными нами на тип цитоплазмы и ген восстановления фертильности (*Ms*) с использованием метода плавления высокого разрешения (HRM). Были отобраны растения с N-типом цитоплазмы и в гомозиготе *MsMs* генотипом.

2. Проведен синтез двух новых органических компонентов для состава нового органоминерального комплекса. С применением методов ИК-, БИК-, УФ-спектromетрии, термогравиметрии, ЯМР-анализа дана химическая и физико-химическая характеристика органоминерального комплекса. Проведены лабораторные испытания нового органоминерального комплекса по параметру защитно-стимулирующих свойств на семенах льна-долгунца сорта Универсал и льна масличного ЛМ-98 и сорте Гляна конопли технической. Проведено химическое и биохимическое выделение макрокомпонентов органического происхождения из отходов растениеводства. Усовершенствована технология выделения из некондиционных семян льна и технической конопли биологически активных

веществ. Заложены опыты в полевых условиях на зерновых, льне для испытания эффективности действия нового органо-минерального удобрения при использовании его при выращивании сельскохозяйственных культур. Подготовлен и подписан договор о сотрудничестве с "National Research Centre (Египет)".

3. В рамках разработки энергонезависимых регуляторов расхода инъекционного действия, предназначенных для установки на оросительных каналах, были выполнены теоретические и экспериментальные исследования, позволившие определить дальнейшие направления модернизации формы проточной части сооружений.

4. Изучены показатели безопасности образцов трех наиболее богатых функциональными ингредиентами (альгиновая кислота, йод, фукоидан и полифенолы) видов ламинарии как сырья при производстве обогащенных продуктов питания: ламинария в слоевищах, замороженная и сушеная – все образцы, произведены в России (Сахалин). Научно обоснованы технологические режимы подготовки и переработки ламинарии для последующего внесения в продукты питания, обеспечивающий максимальное сохранение функциональных пищевых ингредиентов в образцах. Получены регрессионные уравнения и поверхности отклика влияния температуры и продолжительности варки на содержание сухих веществ в ламинарии, позволяющие моделировать технологический процесс подготовки сырья. Научно обоснована целесообразность комбинирования селена с ламинарией для повышения функциональных свойств комплексной функциональной добавки. Научно обоснованы рациональная доза внесения комплексной функциональной добавки. Проведен анализ рисков при производстве творожного продукта с функциональными пищевыми ингредиентами и предложена модель возможных критических контрольных точек производства творожного продукта с комплексной добавкой на основе ламинарии и селена. Заключен лицензионный договор № 09/22 от 15 сентября 2022 г. с ООО Независимый центр сертификации и экспертизы «ХорекаЭкспертГрупп» о предоставлении права

использования результата интеллектуальной деятельности на общую сумму 50.000 рублей.

5. В рамках исследования «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», созданы аллоплазматические системы цитоплазматической мужской стерильности *Brassica* – «X2» *B.rapa*, «nrn» *B. oleracea* и «Olc» *B. oleracea*.

Растения с новыми типами ЦМС имели редуцированные пыльники, в них отсутствовала фертильная пыльца. Цитоплазматический характер наследования каждой ЦМС-системы подтвержден проявлением мужской стерильности растений в серии беккроссных поколений.

В результате молекулярно-генетического анализа с использованием набора маркеров, при использовании комбинаций праймеров *ogu-5'-ogu-3'* и *TRNAFM-F-TRNAFM-R*, было показано, что система ЦМС «X2» *B.rapa* является *ogura*-подобной, система ЦМС «nrn» *B. oleracea* не имеет молекулярно-генетического сходства с *ogura*-ЦМС, система ЦМС «Olc» *B. oleracea* не имеет молекулярного маркера *ogura* ЦМС-системы при анализе с праймерами *ogu-5'-ogu-3'*, и имеет его при амплификации тотальной ДНК с парой праймеров *TRNAFM-F-TRNAFM-R*.

В результате исследования методами отдаленной гибридизации, спасения зародышей, цитологического анализа, фенотипирования и генотипирования (ПЦР анализ) созданы линии капустных культур (*Brassica*) с новой аллоплазматической цитоплазматической мужской стерильностью (ЦМС) для обеспечения независимой от зарубежных генетических источников эффективной селекции и семеноводства F1-гибридов.

Новые типы ЦМС-систем «nrn» и «Olc» рекомендованы к внедрению в селекционные программы частных и государственных селекционных учреждений в качестве платформы контроля гибридизации при производстве семян F1-гибридов

Brassica и в качестве генетической системы защиты авторских прав на гены и признаки селекционных достижений.

6. Поведена разработка методов и моделей пространственно-временного анализа динамики экологической ситуации, основанные на использовании ГИС, 3D-моделирования, виртуальной и дополненной реальности. Разработанные методы и реализующие их геоинформационные 3D-модели позволяют:

- проводить оценку и прогнозирование распределения и рассеивания загрязняющих веществ в пространстве на рассматриваемой территории при функционировании объектов и процессов АПК;
- проводить пространственно-временной анализ накопления загрязняющих веществ на рассматриваемой территории при функционировании объектов и процессов АПК с учетом фонового воздействия;
- визуализировать текущее состояние экологической безопасности объектов и процессов АПК на рассматриваемой территории, а также его динамику.

Выполнены эксперименты, которые позволили подтвердить адекватность разработанных моделей. Ведется разработка методов и алгоритмов оценки альтернативных сценариев управления экологической ситуацией на основе интеллектуального анализа полученной экоинформации с определением допустимого техногенного воздействия на природную среду.

Разработанные методы и модели станут информационным обеспечением прототипа киберфизической системы мониторинга и управления экологическим состоянием объектов и процессов АПК, а результаты их работы будут использованы при формировании научно-обоснованных, результативных управляющих воздействий по обеспечению экологической безопасности на размариваемой территории.

7. В результате изменения доступности электронных компонентов в России, производство спектрометра устройства CropTalker в изначальной конфигурации более невозможно, поэтому начата разработка новой версии спектрометра, которая перейдет от спектральных чипов AS7262 и AS7263, к чипам семейства AS7265x, что

позволит расширить спектральную разрешающую способность устройства и увеличить спектральный диапазон с 450-860нм, до 410-940нм. Ведется разработка ПО «Кондотьер», которое позволит не только в реальном времени отображать ситуацию на полях по данным устройств CropTalker, но и получать пространственно-экстраполированные данные о состоянии посевов на полях, их обеспеченности элементами питания и будет интегрировано с алгоритмами предсказания урожайности. Разработка устройства ведется под руководством автора электронной платформы устройства, нобелевского лауреата, профессора университета Тушии(Италия) Рикардо Валентини. Верификация данных проводится высококлассными профессионалами полевого дела, имеющих академическую подготовку – научными сотрудниками Омского ГАУ, ФАНЦ Юго-Востока, ФНУ биологических систем и агротехнологий РАН, Самарского НИИСХ имени. Н.М. Тулайкова.

8. По теме, связанной с разработкой новой технологии биологизированной защиты сельскохозяйственных культур проведено выделение и описание новых фагов Possum и Horatius, лизирующих *Pectobacterium*, фитопатоген, вызывающий мягкую гниль картофеля и других экономически важных растений. Установлено, что их свойства и геномный состав определяют их как N4-подобные бактериофаги рода *Bunyavirus*, входящего в недавно образованное семейство *Schitoviridae*. Впервые в РФ описаны фаги, активные в отношении российской популяции возбудителя бактериального ожога сои *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*. Обработка суспензией фагов семян и листьев сои позволила уменьшить вредоносность патогена на культуре. Проведенный генетический и фенотипический анализ штаммов бактерий вида *Pseudomonas syringae*, вызывающих болезни многих растений, выделенных в Российской Федерации с 1950 по 2019 год методом мультилокусного анализа последовательностей (MLSA) с использованием фрагментов генов глицеральдегид-3-фосфатдегидрогеназы (*gapdh*), ДНК-направленной РНК-полимеразы субъединицы D (*rpoD*), гиразы (топоизомеразы) В субъединицы (*gyrB*) и цитратсинтазы I (*gltA*). Синтез сириномицина и коронатина

показали высокую генетическую однородность и увеличение доли устойчивых к антибиотикам штаммов с годами. Впервые описан новый возбудитель грибного заболевания картофеля в России, поражающего клубни. Генетически и морфологически изолят был описан как *Cephalotrichum asperulum*.

9. Во 2-м квартале 2022 г. в соответствии с планом НЦМУ произведен посев 2000 селекционных номеров люпина белого. В их составе рабочая коллекция исходного материала, питомники гибридизации и отбора, конкурсное испытание перспективных образцов. Организовано первичное семеноводство новых сортов белого люпина Тимирязевский и Гана. В полевых условиях заложены питомники испытания потомств отобранных элитных растений. Адаптивность к условиям с дефицитом влаги (ЦЧО), засухоустойчивость; урожайность и высокий сбор протеина без применения азотных удобрений, устойчивое созревание: по данным государственных испытаний характеризуют новые сорта белого люпина. Зерновая продукция сортов белого люпина используется для решения проблемы дефицита растительного белка, сокращения импорта сои и обеспечения белковой независимости России, развития органического (биологического) земледелия, производства экологически безопасной продукции. Все вышесказанное приводит к повышению продовольственной безопасности Российской Федерации в долгосрочной перспективе.

10. Для получения новых научных данных заложены стационарные опыты на полевой опытной станции ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева по изучению продуктивности бобово-фестулолиумовых травостоев при интенсивном скашивании, а также по изучению продуктивности различных сортов люцерны при применении регуляторов роста и инокуляции. В условиях полевого стационара в период апрель-май 2022 года 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, картофеля. Предложен новый метод повышения посевных

качеств семян люцерны изменчивой (сорта Таисия, Агния, Нижегородская), фестулолиума (сорт Фест). Получены новые данные о влиянии рострегулирующих соединений на качество зерна пшеницы полбы, при возделывании ее по органической технологии с применением азотфиксирующих бактерий и регуляторов роста (сорта Янтара и Здрава), применение обработки позволило существенно повысить содержание белка на 2,1-2,0% (Янтара), 0,4-1,3% (Здрава), клейковины на 3,2-3,7% (Янтара), 0,8-5,1% (Здрава).

11. Проведены физические эксперименты с растениями салата, редиса (опыты завершены), томата (завершение в 3 квартале) в качестве элементов системы феномного анализа растений на основе техники высокопроизводительного фенотипирования, а также методов анализа изображений с использованием подходов компьютерного зрения и машинного обучения. Проведены 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. С использованием тепловизора проведены эксперименты по определению температурных показателей тканей растений в зависимости от их транспирационной активности. Мировой уровень проводимых разработок доказывается сравнительным анализом с ведущими зарубежными платформами фенотипирования. В платформе НЦМУ используется ряд принципиальных инженерно-биологических решений, не имеющих мировых аналогов.

12. Проведены вегетационные эксперименты по оптимизации спектральных режимов при выращивании салатно-зеленных растений, томата и базилика в контролируемых условиях светокультуры. Разработка элементов адаптированной к системам интенсивного культивирования растений методологии изучения растений и посевов на основе методов анализа изображений с использованием подходов компьютерного зрения и машинного обучения.

13. В 2022 году выполнялись исследования мирового уровня по развитию и локализации информационно-аналитических модулей рамочной интеллектуальной СППР с функциями вариативно-нормативного прогнозирования урожайности и агроэкологической оптимизации гибких технологических операций адаптивных систем земледелия. Проведены полевые верификационные исследования по изучению влияния основных лимитирующих агроэкологических факторов земледелия на развитие твердой пшеницы в условиях представительных агроландшафтов 3-х черноземных регионов лесостепной зоны Поволжского федерального округа России (на территории Саратовской, Самарской и Оренбургской областей) с повышенным количеством осадков и пониженным уровнем температуры воздуха и почвы в вегетационном периоде 2022 года при двух сроках посева и двух уровнях применяемых агротехнологий.

По результатам полевых и лабораторных исследований 2022 года получили дальнейшее развитие и детализацию созданные в 2020–2021 гг. локальные и региональные агроэкологические базы данных и ГИС, отражающие регионально-типологические закономерности пространственно-временной изменчивости лимитирующих факторов земледелия в условиях 3 модельных регионов черноземной зоны России от Волги до Урала.

14. Создана биоресурсная коллекция культурных растений (ягодные, редкие и цветочно – декоративные) по признакам продуктивности, устойчивости, декоративности (31 сорт смородины черной; 14 сортов смородины красной; 20 сортов крыжовника; 36 сортов жимолости синей, 50 сортов цветочно-декоративных культур). Сортообразцы высажены на Плодовой станции и в Ботаническом саду РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. По результатам комплексной оценки ягодных культур на урожайность и устойчивость к факторам среды, подготовлены для передачи в Госсортокмиссию (стадия заявки) сорт черной смородины ПЕТРОВСКАЯ, 2 сорта красной смородины, 2 сорта жимолости, 1 сорт крыжовника, 1 сорт вишни и 1 сорт алычи. Созданная биоресурсная коллекция, включает в себя более 200 образцов видов и сортов декоративных многолетних

культур для проведения исследований: число сортообразцов по культурам (2021-2022 года): Флокс метельчатый – 80; Хризантема корейская и Х. многоцветковая – 20; Ирис германский (бородатый) и И. сибирский – 10; Астильба Арендса – 18; Астра новоанглийская, А. новобельгийская -15; Пион молочноцветковый – 20; Гейхера гибридная - 15; Лилия азиатская и Л. Восточная – 10; Хоста Форчуна и Х. Зибольда - 30; Герань виды и сорта – 30; Лилейник гибридный - 15, Орхидеи - 10. Проведена комплексная оценка биологических, декоративных и хозяйственно ценных признаков образцов коллекции, перспективные образцы рекомендованы для использования в озеленении, а также для целей селекции и семеноводства промышленного цветоводства. Создан уникальный гибридный фонд от естественного и свободного опыления, позволяющий ежегодно передавать на государственную регистрацию новые сорта и гибриды декоративных цветочных культур.

Совместно с ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии» проводится работа по селекции и реинтродукции редких и охраняемых травянистых видов, занесенных в Красную Книгу РФ, при использовании современных методов ускоренной селекции и семеноводства. В работе более 30 образцов редких и особо охраняемых травянистых видов.

В рамках направления «Формирование и изучение биоресурсной коллекции для ускоренной селекции садовых растений» получены следующие значимые результаты и разработаны:

1) универсальная методика оценки антропотолерантности декоративных и плодово-ягодных растений в различных климатических условиях;

2) оценочная шкала для определения интродукционной перспективности растений для озеленения и садоводства. Данные методики опубликованы как базы данных и запатентованы на имя университета (стадия заявки);

3) две базы данных («Декоративные зимостойкие герани коллекции ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева», «Биоресурсная коллекция сортов флокса метельчатого (*Phlox paniculata* L.) в ботаническом саду им. С.И. Ростовцева»

Для выявления особенностей семенного размножения ирисов, лилий и гераней были получены новые данные по проращению семян некоторых видов ирисов, межсортовым скрещиваниям лилий и типам покоя семян многолетних зимостойких гераней. На базе коллекции лилий в 2022 году проведены скрещивания между современными сортами азиатских лилий иностранной селекции для увеличения генофонда.

У четырех перспективных для озеленения многолетних декоративных видов (флокс, герань, лилия, ирис) подготовлена документация для передачи 5 сортов на Государственное сортоиспытание в 2022-2023 году (стадия заявки).

15. В соответствии с ранее заключенным договором проводится разработка LIMS (Laboratory Information Management System), которая позволит автоматизировать процессы управления образцами, поступившими на анализ, управление полученными данными и регистрации результатов исследований и испытаний, что приведет к значимому снижению вероятности потери или искажения данных.

**ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
сельскохозяйственной микробиологии»**

1. Завершен предпоследний год пятилетнего мониторинга опытного стационара в Вологодской области: отобраны пробы почвы, демонстрирующие динамику почвенного микробиома в полном цикле севооборота. Завершен эксперимент по экспресс-тесту микробиомных эффектов севооборота для 5 растительных культур во всех возможных последовательностях. Отобрано более 400 проб почвы, из которых выделена ДНК, проведено глубокое секвенирование библиотек 16S рРНК. В конце 2023 года результаты мониторингового и

лабораторного экспериментов будут сведены для окончательной оценки динамики микробиомных маркеров в севообороте и перспектив их практического использования.

2. Проведено полногеномное секвенирование штаммов эндофитных бактерий W004, W016, W017 и W018. Начаты работы по аннотации хозяйственно-ценных генов, связанных с защитой и питанием растений. Заложены вегетационные опыты с 5 штаммами эндофитных бактерий озимой пшеницы на салате (сорт «Грейт Лайкс 659») и яровой пшенице (сорт «Ленинградская 6»). В вегетационных опытах показано, что инокуляция штаммами эндофитных бактерий озимой пшеницы (за исключением штамма W004) увеличила биомассу салата на 12,4-45,2%. Как и в прошлом году наибольший эффект на урожай салата оказал штамм W006.

3. Продолжаются работы по оценке стабильности опытных образцов биологически активных минеральных удобрений после 6 месяцев хранения при комнатной температуре. Показано, что штамм W017 хорошо приживается на гранулах минеральных удобрений в течение шести месяцев. Его численность на гранулах минеральных удобрений составляла $3,0 \times 10^3$ КОЕ/г. Заложены вегетационные опыты с минеральным удобрением NPKS 15:15:15, биологизированным штаммами эндофитных бактерий W017 и W018 на носителях диатомите и экокремнии, на салате (сорт «Грейт Лайкс 659») и яровой пшенице (сорт «Ленинградская 6»). 2.4. Проведен предварительный подбор компонентов питательных сред для культивирования штаммов реликтовых симбионтов бактерий, который будет использован для дальнейшего подбора режимов культивирования. В вегетационных опытах с салатом показано, что биологизация гранул минерального удобрения NPKS 15:15:15 штаммом эндофитных бактерий W018 на носителе диатомите увеличивала урожай салата на 32,6%, а биологизация гранул штаммами W017 и W018 на носителе экокремнии увеличивала урожай салата на 8,8-30,5%.

4. Проведена серия культивирований 8 штаммов реликтовых симбионтов бобовых растений (люцерны и клевера, штаммы: Оро242, А8/3-2, О626, 1365, Асh-343, А18/4-2, А18/3-2, А18/3М) на питательных средах, отличающихся источниками

питания для бактерий. Показано, что изучаемые штаммы имеют индивидуальные культурально-морфологические характеристики, которые отражаются в скорости размножения. Построены кривые роста для каждого штамма (до 14-х суток культивирования). Оценивается сохранность изучаемых штаммов при их хранении в жидкой форме препарата на оптимальной питательной среде.

5. Селектированы уникальные микробные консорциумы, представляющие собой комплекс коммерческих штаммов культурных бобовых растений и микросимбионтов их реликтовых представителей. В вегетационных опытах изучено влияние бактериальных консорциумов, которые обладают комплементарными (взаимодополняющими) генами, ответственными за растительно-микробные взаимодействия, на эффективность симбиоза с агрономически-ценными культурами (люцерной, викией и клевером). Показано положительное влияние инокуляции растений отобранными комбинациями штаммов на количество клубеньков, азотфиксирующую активность, а также биомассу корней и надземной части.

6. Полногеномные последовательности 5 штаммов, выделенных из клубеньков реликтовых бобовых растений и относящихся к родам *Microbacterium*, *Phyllobacterium*, *Afipia* и *Devosia*, проанализированы на наличие симбиотических генов *nod*, *nif*, *fix*, *noe* и *nol*.

7. Проведен анализ генетических маркеров, характеризующих развитие эффективного арбускулярно-микоризного (АМ) симбиоза, с применением анализа транскриптома эффективной и неэффективной по АМ-симбиозу линий *Medicago lupulina* при инокуляции и без инокуляции АМ-грибом *Rhizophagus irregularis*. Проведена оценка отобранных генетических маркеров с применением ПЦР в реальном времени. Результаты позволят судить об особенностях экспрессии генов, задействованных в развитии эффективного АМ-симбиоза в листьях и корнях *M. lupulina* с грибом *R. irregularis*. С другой стороны, проведен пересев АМ-грибов для наработки накопительных культур, обладающих различной симбиотической эффективностью АМ и активностью в корне растения-хозяина для создания экспериментальных образцов биопрепаратов.

8. Были разработаны новые методики микрклонального размножения и генетической трансформации для двух сортов хмеля обыкновенного *Humulus lupulus*: Каскад и Триумф, которые широко используются в практических целях (получение лекарственных соединений, пивоварение). Это позволило оптимизировать метод интродукции в геном этих растений симбиотических генов бобовых растений. Оптимизация методов генетической трансформации позволила оценить влияние симбиотических генов на развитие клубенько-подобных структур, которые в дальнейшем могут быть использованы для колонизации азотфиксирующими бактериями.

9. Получены растения гороха и люцерны слабоусеченной (*Medicago truncatula*), экспрессирующие на высоком уровне ген *MAPKK4*, кодирующий митоген-активируемую протеинкиназу 4, а также ген регулятора кальциевого обмена сфингозин-киназу 1 (SPHK1). Был проведен анализ влияния конститутивной экспрессии этих генов на эффективность развития симбиоза с ризобиями (количество формируемых клубеньков), оценены биомасса корней и надземной части растений. Проведенные исследования показали, что в дальнейшем эти гены могут стать мишенями для геномного редактирования.

10. Было исследовано действие на симбиотические клубеньки гороха двух коммерческих гербицидов: широкого спектра действия, применяемый до появления всходов, Спрут Экстра (действующее вещество глифосат) и гербицид избирательного действия, применяемый против злаковых сорняков, Форвард (действующее вещество хизалофоп-П-этил). Повышенные концентрации гербицида широкого действия Спрут Экстра (превышающие в 2 и 5 раз рекомендованные дозы) приводили к угнетению роста растений, особенно корневой системы. Исследования влияния системного гербицида на гисто- и ультраструктуру клубеньков выявили, что обработка гербицидом Спрут Экстра приводит к более серьезным аномалиям в развитии клубеньков, чем обработка избирательным гербицидом Форвард.

11. Разработан метод экспресс оценки устойчивости к алюминию сахарной и

столовой свеклы в условиях гидропонной культуры, позволивший провести широкомасштабный скрининг генотипов из коллекции ВИР. Выявлена высокая генетическая вариабельность свеклы по устойчивости проростков к алюминию, что обосновывает возможности селекции высокопродуктивных и устойчивых сортов. Подобраны контрастные по устойчивости к алюминию генотипы сахарной и столовой свёклы для дальнейшей работы.

12. Проведен анализ генотипов сортообразцов люцерны вида *Medicago lupulina*, контрастно различавшиеся по отзывчивости на инокуляцию штаммами *Sinorhizobium meliloti* по нуклеотидным последовательностям внеклеточного домена гена *Nfr5*, который участвует в рецепции Nod-фактора, сигнальной молекулы микросимбионта. Установлено, что генотипы сортообразцов вик32 и Мира с высоким и низким уровнем отзывчивости на инокуляцию имели различия в нуклеотидных последовательностях LysM3 области внеклеточного домена гена *Nfr5*, приводившие к изменению аминокислотной последовательности рецепторного белка, что может приводить к изменению отзывчивости генотипов растений на инокуляцию микросимбионтом.

13. В условиях фитотрона проведены вегетационные эксперименты по идентификации наиболее эффективных симбиотических систем, образуемых горохом с клубеньковыми бактериями и арбускулярно-микоризными грибами. С применением технологии Oxford Nanopore проведено секвенирование геномов клубеньковых бактерий из клубеньков четырех сортов гороха посевного, образующих различные по эффективности симбиотические системы, а также секвенирование геномов клубеньковых бактерий в свободноживущей и симбиотической форме (бактероиды). Охарактеризованы изменения паттерна метилирования и частоты встречаемости симбиотической плазмиды, происходящие в геномах клубеньковых бактерий при проникновении их в клетки симбиотических клубеньков гороха посевного и превращении в симбиотическую форму. На основе данных полногеномного секвенирования набора генотипов гороха описан полиморфизм генов гороха, кодирующих пептиды NCR – регуляторы

дифференцировки бактерий в симбиотическую форму (бактероиды).

14. Подобраны условия проведения вестерн-блот гибридизации (концентрация белка, оптимальные фракции, концентрация антител) и проведен анализ протеазоустойчивых белковых фракций в семенах 5 различных линий посевного гороха, отличающихся по происхождению, содержанию белка и направлению использования. Эксперименты выполнены на двух различных стадиях созревания. В результате изучена динамика формирования протеазоустойчивых агрегатов в семенах гороха, включая изменение соотношений агрегированной фракции к растворимому белку. Обнаружены линии, контрастные по данному признаку. Проведено выделение фракции протеазоустойчивых белковых агрегатов из семян сои и пшеницы.

15. Завершен экспериментальный этап с наработкой первичных целлюлозоразлагающих ассоциаций на основе двух типов исходного сырья (солома овса и костра конопли) на трех источниках микробных ассоциаций (два типа почвы и биологически активный грунт), эффективность которых была перекрестно протестирована на трех субстратах (два типа соломы и костра). Проведен анализ базовых агрохимических показателей и выполнено глубокое секвенирование около 50 ампликонных библиотек по гену 16S рРНК. К концу 2022 года будут получены результаты анализа динамики микробиомов в первичной наработке ассоциаций и в их динамике при практическом использовании для разложения трех различных субстратов во второй фазе эксперимента.

ФГУ ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии»

Российской академии наук

1. Проект «Разработка наукоемких технологий интенсивного культивирования растений («умная» сити-ферма)» под руководством молодого перспективного исследователя, кандидата наук Зотова Василия. Проект направлен именно на обеспечение полного цикла интенсивного воспроизводства семенного фонда

целевых культур растений. Главным инструментарием разработанной Технологии является «динамическое освещение». В отличие от статического она управляется интенсивностью, спектром и фотопериодом излучения в течение полного цикла вегетации растений: от микроклонов до адаптированных саженцев и получения готовой растениеводческой продукции. Результатом являются Программы освещения, индивидуальные для сортов целевых культур. Такой подход имеет широкий охват областей применения от технологий растений *in vitro* до индустриального выращивания культур закрытого грунта. Также крайне важным в настоящее время являются такие сферы применения как семеноводство и ускоренная направленная селекция в условиях вертикальных питомников.

Технология позволяет выращивать продукцию с заданными свойствами в контролируемых условиях в индустриальном масштабе с более чем десятикратным превышением продуктивности с 1 м² в год. Это стало возможным благодаря раскрытию природного потенциала сортов в контролируемых условиях вертикальной фермы, которые не зависят ни от климата, ни от погоды, ни от рисков заражения семенного материала. Еще одной особенностью разработанной технологии управляемой вегетации является её пластичность – систему легко можно перестроить под конкретную задачу, подобрать и автоматически настроить необходимое освещение и другие параметры выращивания целевых культур – цветов и ягод, лекарственных растений, картофеля и свёклы или даже пшеницы.

Основные результаты, полученные проектной командой в отчетном периоде стали:

Создана научно-технологическая платформа, позволяющая в короткие сроки (6-12 месяцев) разрабатывать и предлагать готовое технологическое решение под задачи потребителя.

Впервые предложена промышленная технология получения до 6 урожаев в год оздоровленных мини-клубней картофеля на субстратной основе в условиях вертикальной фермы с управляемым LED-освещением.

Впервые разработана технология ускоренного получения (в 3-5 раз быстрее) стандартных саженцев эфиромасличных культур (лаванда, роза) в контролируемых условиях вертикальной фермы с управляемым LED-освещением.

Разработана эффективная технология ускоренного получения (в 4 раза быстрее) стандартных саженцев ягодных культур (голубика, княженика) в контролируемых условиях вертикальной фермы с управляемым LED-освещением.

Принято участие в разработке ГОСТ Р 70353-2022. Требования к освещению при получении исходного материала картофеля (дата введения 1 марта 2023 г).

2. Проект «Направленный поиск и метаболическая инженерия новых метанотрофных бактерий как продуцентов кормового белка для высокоэффективной аквакультуры»

Результаты реализации проекта будут способствовать достижению одной из национальных целей развития РФ - «Сохранение населения, здоровье и благополучие людей», т.к. обеспечивают задачу обеспечения населения продукцией аквакультуры за счет развития современных технологий производства кормов, сбалансированных по содержанию белка и аминокислотному составу.

Результаты исследований 2022 года:

Из природных экосистем изолированы 5 новых штаммов термотолерантных метанотрофных бактерий рода *Methylomonas*, синтезирующих каротиноиды. Определены последовательности геномов новых изолятов.

Впервые проведена идентификация состава каротиноидов, синтезируемых метанотрофами рода *Methylomonas*.

По результатам культивирования изолятов в проточном режиме в ферментерах объемом 1.5 л отобрано 2 штамма с высокими скоростями роста и содержанием каротиноидов в биомассе.

Подготовлено описание нового вида метанотрофов, изложенное в статье Tikhonova et al. “*Methylomonas rapida* sp. nov., a novel species of carotenoid-producing obligate methanotrophs with high growth characteristics and biotechnological potential”, находящейся на рассмотрении в *Systematic and Applied Microbiology* (Q1, IF 4.06).

3. Проект «Разработка технологий и получение микроорганизмов - биофабрик для создания систем получения рекомбинантных ферментов, биологически активных веществ для сельского хозяйства и пищевой промышленности»

Целью проекта является разработка «под ключ» технологий производства рекомбинантных ферментов и создание основ для производства в РФ ряда новых востребованных в сельском хозяйстве и пищевой промышленности ферментных препаратов. Задачи проекта заключаются в разработке высокоэффективной платформы на основе гриба *Penicillium verruculosum* для получения штаммов суперпродуцентов целевых ферментов; в создании на базе реципиентного штамма *P.verruculosum* продуцентов фитазы, ксиланазы, β -глюканазы с увеличенной операционной стабильностью (термостабильностью); в создании на базе реципиентного штамма *P.verruculosum* продуцентов маннаназы, α -галактозидазы, пектиназы, пролилспецифичной и кислой протеаз, хитиназ.

В 2022 г. создан высокоактивный штамм *P.verruculosum* PEP20 – продуцент аспартатной (кислой) протеазы (пенициллопепсина). Этот штамм характеризуется высокой ферментативной активностью (до 100000 ед.НУТ на 1 мл культуральной жидкости). Этот штамм оформлен в виде секрета производства (ноу-хау) и передан индустриальному партнеру (ООО «Агрофермент») для апробации на производстве. Техничко-экономический эффект ноу-хау состоит в 6-8-кратном увеличении производительности технологического процесса получения кислой протеазы (пенициллопепсина) по сравнению с аналогом и прототипом. Пенициллопепсин может быть использован для получения новой кормовой добавки, направленной на улучшение усваиваемости белка в кормах с/х животных, а также в пищевой промышленности для получения белковых гидролизатов. Проведено испытание ферментных препаратов фитазы с увеличенной операционной стабильностью. Хроматографическими методами выделены гомогенные формы фитазы и определена термостабильность ее немутантной и 6-ти мутантных форм (A76M, T214L, S265P, N300K, D363N, K451R). Показано, что введение мутации в положение D363N характеризовалось смещением рН-оптимума активности в область более

нейтральных значений (рН 5,5 против рН 5), а также двукратным увеличением каталитической активности по отношению к фитату натрия по сравнению с немутантной формой. Температурный оптимум активности для мутантных форм фитазы *A.niger* A76M, S265P, N300K смещен в область более высоких значений и составляет 60°C вместо 55°C для остальных форм фермента.

ФГУ ФИЦ «Информатика и управление» Российской академии наук

1. В рамках направления «Исследование и разработка Цифровой платформы для управления АПК России (ЦПУ АПК)» в части исследования принципов построения и функционирования центрального программного ядра ЦПУ и отработки технических решений для построения макета АИС, а также разработки методов поддержки принятия решения сельхозпроизводителем получены следующие основные результаты:

1.1. Разработана математическая модель формирования оптимальной структуры севооборотов для многих хозяйств. Модель нацелена на отработку технических решений для построения макета АИС. Система научно-обоснованных севооборотов – основа формирования единой ЦПУ агро производства, определяет все технологические процессы.

1. 2. Разработаны логическая и физическая модели данных растениеводства. Логическая модель данных содержит понятия, используемые в области растениеводства, атрибуты понятий и связи между этими понятиями. На основе логической модели разработана реляционная физическая модель и необходимые классификаторы, справочники и словари.

1.3. Разработано программное обеспечение, реализующее модель формирования оптимальной структуры севооборотов на основе линейного программирования с использованием базы данных растениеводства. Проведена серия численных экспериментов с различными исходными данными с

варьированием ограничений, что позволило определить оптимальные значения площадей полей севооборотов.

1.4. Разработаны информационные модели жизненного цикла оптимальной структуры севооборотов: модель формирования стратегического плана севооборотов в нотации «сущность—связь», модель формирования технологических карт культур, модель исполнения годового производственного плана в растениеводстве с оперативным управлением, модель исполнения годового производственного плана в растениеводстве с оперативным управлением, модель записи (регистрации) технологических операций в единую БД первичного учета, модель анализа исполнения годового производственного плана в растениеводстве.

1.5 Разработаны видеogramмы результатов проведения технологических операций на полях севооборотов и наблюдений за состоянием почвы, ростом и развитием культур в рамках ЦПУ с отражением информационных связей с инфологическими моделями растениеводства и единой БД первичного учета. Формы представленных видеogramм получены на основании распорядительных документов Краснодарского и Хабаровского краев по утверждению форм шнуровой книги истории полей, агрохимического паспорта поля и порядка их ведения.

2. В рамках направления «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 для построения макета АИС и возможные структуры хранения данных полученных в результате мульти- и гиперспектрального сканирования сельскохозяйственных земель и экспертной разметки к ним, разработаны методы сбора и накопления данных.

3. В рамках направления «Исследование и разработка Цифровой платформы информационно-аналитической поддержки научно-исследовательской деятельности в области АПК» (ЦПИАП) в части исследования принципов построения и функционирования центрального программного ядра ЦПИАП и отработки

технических решений для построения макета ЦПИАП получены следующие основные результаты:

3.1. Исследованы основные принципы построения и функционирования центрального программного ядра ЦПИАП. В основе ядра ЦПИАП лежит модульная архитектура. Критический компонент – модуль реестра, в котором производится регистрация остальных модулей платформы. В случае вызова клиентом функции определенного модуля, сначала создается прокси-объект, который реализует интерфейс модуля. Выбор экземпляра модуля и определение его местоположения происходят в модуле реестра. Такой подход позволяет прозрачно для клиентов добавлять новые модули, производить оперативное масштабирование системы при увеличении пользовательской нагрузки.

3.2. Разработан алгоритм обработки данных и текстов в центральном программном ядре. Алгоритм состоит в последовательном вызове отдельных программных модулей ядра ЦПИАП, реализующих основные функции сбора, извлечения метаданных, лингвистического анализа, индексации и хранения данных.

3.3. Определен состав и разработаны механизмы взаимодействия модулей центрального программного ядра, разработаны и документированы их основные программные интерфейсы. Взаимодействие между модулями центрального программного ядра организовано с помощью механизма удаленного вызова процедур (RPC). Программные интерфейсы центрального программного ядра включают набор интерфейсов для каждого модуля системы, а также служебные функции и классы, которые нужны для сериализации данных и регистрации программных модулей в ядре ЦПИАП.

3.4. Разработаны функциональные макеты основных модулей центрального программного ядра, реализующие модели и методы анализа больших коллекций научно-исследовательских документов. В состав разработанных макетов вошли программные модули реестра, краулинга, лингвистического анализа, индексации коллекций научно-технических документов, семантического полнотекстового поиска, эксплоративного поиска, кластеризации.

3.5. Выполнена обработка тестового массива научно-технических документов с применением функциональных макетов основных модулей центрального программного ядра. Подготовлен набор размеченных файлов обработанного тестового массива научно-технических документов в области сельского хозяйства, включающих сам текст документов, метаданные, индексные структуры общим объёмом свыше 630 Гб,

3.6. Отработаны технические решения построения макета ЦПИАП с их апробацией с помощью прототипирования основных пользовательских интерфейсов, механизмов взаимодействия пользователей с системой.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

1. В рамках изучения механизмов регуляции стволовых клеток растений и развития меристем были получены данные о функции генов системы *WOX-CLAVATA* был секвенирован транскриптом стеблей картофеля дикого типа и картофеля со сверхэкспрессией генов *StCLE8* и *StCLE19*. Выявлены возможные участники регуляции утолщения и развития флоэмы у картофеля. Обнаружено ингибирующее влияние гена *MtCLE08* на ген *MtWOX13a*, предполагаемый антагонист соматического эмбриогенеза. Также секвенирован транскриптом корней редиса со сверхэкспрессией гена *RsCLE41-1* и контрольных корней (со сверхэкспрессией гена глюкуронидазы). Выявлены новые гены-кандидаты, которые предположительно участвующие в *CLE41*-зависимом ингибировании дифференцировки ксилемы - в частности, гены метаболизма лигнина.

В плане изучения механизмов развития меристем и системного контроля деления клетки растений на примере аномальных меристемоподобных структур - спонтанных опухолей у линий редиса проведено секвенирование геномов двух родственных линий редиса, контрастно различающихся по способности к опухолеобразованию. Выявлен ряд различий по *SNP* и *InDEL*, в том числе в

кодирующих частях генов-регуляторов морфогенеза. Начата работа по изучению роли данных различий в спонтанном опухолеобразовании.

В ходе изучения системного развития симбиотических клубеньков получены линии люцерны, со стабильной сверхэкспрессией гена MtCLE35 - системного ингибитора развития клубеньков. Анализ метаболома растений со сверхэкспрессией гена MtCLE35 выявил отклонения в распределении пула аминокислот и сахаров между корнем и побегом, а также повышение уровня аминокислот в корнях. Кроме того, получены линии люцерны с отредактированным геном MtCLE35. Показано, что редактирование гена MtCLE35 приводит к увеличению числа симбиотических клубеньков.

2. По теме изучения горизонтального переноса генов от агробактерий к растениям рода *Vaccinium* получены новые результаты о разнообразии природных ГМО в пределах изучаемого рода, а также внутривидовом полиморфизме их трансгенов и возможности применения T-ДНК маркера в филогеографических исследованиях.

Моделирование структур PLAST белков позволяет изучать структурное сходство различных представителей этого семейства белков, что важно для разработки подходов к изучению их базовых функций молекулярно-генетическими и биохимическими методами. Результаты биохимического анализа трансгенных растений свидетельствуют в пользу влияния PLAST белков на метаболизм сахаров.

Наши данные могут быть использованы для разработки подходов для изучения эволюционной судьбы трансгенов в растениях и оценки отсроченных экологических рисков возделывания ГМО

3. В рамках задачи по анализу экспрессии генов у 10 линий ржи, участвующих в пути синтеза полифенольных соединений ржи и подтверждению результатов транскриптомного анализа методами протеомного скрининга, изолирован полевой материал 10 линий ржи с разнообразием окраски зерна (неокрашенные и окрашенные формы) для предотвращения неконтролируемого переопыления форм. С изолированных растений проводился сбор материала (незрелые зёрна) для

последующего выделения РНК и белков с целью анализа транскриптома и протеома. Подобрана методика выделения белков из зерна ржи линий с различным уровнем накопления флавоноидов. В рамках задачи по идентификации и картированию генов метаболизма флавоноидов у ржи проводились скрещивания линий с контрастным проявлением окраски зерна. Анализ наследования расщепления в 25 вариантах скрещиваний позволил выявить несколько вариантов аллелей гена транскрипционного фактора, контролирующего накопление флавоноидов в зерне. В рамках работы с промышленными партнёрами (ООО «Евробιοхим») заложен мелкоделяночный опыт (72 делянки по 1 м²) для анализа влияния на урожайность пшеницы 4 вариантов минеральных удобрений, 17 вариантами биоудобрений, отрицательный контроль. Для анализа влияния на урожайность картофеля 1 варианта минеральных удобрений, 2 вариантов биоудобрений и отрицательного контроля высажено по 75 делянок картофеля на каждый из вариантов. Анализ структуры урожайности картофеля выявил комбинацию биоудобрения, приводящую к закладке большего количества клубней по сравнению с контролем с минеральным удобрением и отрицательным контролем без удобрений. Данные по урожайности пшеницы выявили четыре варианта биоудобрений, дающих прибавку за счёт увеличения количества побегов и увеличения зерна с главного колоса.

4. В части работ по клещам-фитопаразитам завершена разработка системы праймеров для комплексной идентификации эриофиоидов путем секвенирования фрагментов маркерных генов. Выполнены работы по баркодированию вредоносных клещей-налепеллид с интродуцированных и аборигенных хвойных растений, а также диптиломиопиоидных клещей-интродуцентов рода *Rhyncaphytoptus* с орешника, перфорирующих копьевидными хелицерами эпидерму листьев. Показана филогенетическая близость диптиломиопид с лещины и с розоцветных, что указывает на гостальные переходы клещей и может объяснять присутствие общих вирусных заболеваний у этих растений. Проведен анализ жизненных циклов модельных групп эриофиоидных клещей. Выявлены преимущественные пути их расселения, а также периоды максимальной уязвимости для акарицидов. Впервые

обнаружена вертикальная трансмиссия эриофиоидов с плодами и семенами, а также показана применимость видов клещей семейства Eriophyidae в качестве агентов биоконтроля сорных и аллергенных растений. Показана недооцененная роль почвы как среды для переживания неблагоприятных условий фитопаразитическими клещами. Проведены работы по анализу метагенома земляничного клеща, идентификации его прокариотических симбионтов и филогеномному тестированию гипотез о происхождении эриофиоидов.

5. Получены первые данные по микробиомам навозов и пометов животных и кур. В свином помете доминирующими группами по количеству представленных форм являются филы Firmicutes, Bacteroidetes, Proteobacteria и Actinobacteria. В пометах крупного рогатого скота и лошадей доминирующими выступают те же бактериальные филы, что и в случае свиного помета, однако Proteobacteria у этих животных наиболее многочисленны. Данные по микробиому куриного помета отражают тенденции преобладания отмеченных выше бактериальных фил, однако требуют повторного исследования. В рамках изучения агрономической ценности полученных вермикомпостов проводились анализы агрохимических, агрофизических и биологических свойств исходных субстратов (илы сточных вод и специализированный питательный грунт) и соответствующих им вермикомпостов. Было обнаружено, что при вермикомпостировании многократно возрастает содержание доступных форм основных питательных элементов (N, P, K, S, Ca, Mg). Также увеличилась концентрация легкоокисляемых органических веществ и наблюдалось относительное накопление микроэлементов в вермикомпосте. Всё это говорит об увеличении питательной ценности полученных удобрений. В вермикомпосте по сравнению с исходными субстратами значимо увеличилось содержание более агрономически ценных водопрочных агрегатов (диаметром от 3 до 0,25 мм) и илистой фракции (< 0,001 мм). При этом значения гигроскопической влажности, наименьшей и полной влагоемкостей существенно не изменились. Анализ ферментной активности (протеазная, каталазная и целлюлозолитическая активность), биомассы микроорганизмов в субстратах показал увеличение

биологической активности в вермикомпостах, по сравнению с исходным субстратом.

6. Исследование динамики биомассы червей *E.fetida* и их репродуктивного потенциала при использовании в качестве субстрата бытовых илов очистных сооружений предприятия «Аквафор» в двух вариантах показало, что илы с добавлением опилок лиственных пород являются более оптимальной средой для развития и размножения червей *Eisenia fetida*. pH вермикомпоста, полученный из такого субстрата, было близко к нейтральной, а сам вермикомпост, в отличие от неструктурированного вермикомпоста, полученного из чистого ила, имел хлопьевидную и комковатую структуру. Исследование бактериального биоразнообразия в пищеварительной системе червей, культивированных на иловом субстрате показало, что в экспериментальном субстрате бета-разнообразие бактерий значимо выше, чем в контрольном торфяном субстрате, однако тенденции по распределению количество родов бактерий основных фил сохраняются (значительное преобладание бактерий филы *Proteobacteria*). Апробация использования разных концентраций вермикомпоста, полученного из экспериментального торфяного субстрата, для проращивания семян *Picea abies* (ели обыкновенной) и *Pinus sylvestris* (сосны обыкновенной) и их ростовых показателей показала, что наибольшее количество всходов для *Picea abies* наблюдалось в 15%-ой смеси вермикомпоста и субстрата. Для *Pinus sylvestris* наибольшее число всходов наблюдалось в 5%-ом субстрате. Скорость роста культур обоих видов в первые два месяца вегетации была максимальной в 5%-ой смеси. Получены первые результаты по дифференциальному исследованию микробиома в разных частях пищеварительной системы еще двух видов почвенных олигохет *Dendrobaena veneta* и *Dendrodrillus rubidus*. Основной состав микробиоты сходен с таковым у *Eisenia fetida*, с преобладанием бактерий из групп *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, *Firmicutes*. Выявлен 51 род бактерий, общих для всех трех видов червей, составляющий, вероятно, основу микробиома пищеварительной системы олигохет.

7. Проведено почвенное и агрохимическое картирование двух залежных полей советского периода в окрестностях г. Салехард (ЯНАО), составлены картосхемы агрохимического состояния почв. Параметры агрохимического состояния сопоставлены с таковыми в природных тундровых почвах. Проведены микробиологические исследования почв. Выделена тотальная ДНК из почв, проведено высокопроизводительное секвенирование. Составлены микробиомные портреты природных и залежных агропочв. Проведены микроморфологические исследования природных, залежных и действующих агропочв Центральной Якутии. Выявлены основные характеристики микростроения и микроорганизации почв. Выявлены ключевые тренды макро- и микроморфогенеза агропочв в окрестностях г. Якутска. Исследованы почвы залежных экосистем и заброшенных огородов центральной части ЯНАО. Выявлены ключевые агроэкологические факторы, лимитирующие урожайность зерновых и овощных культур в криолитозоне Западной Сибири. Проведены микроморфологические признаки и характеристики морфогенеза залежных почв различного генезиса и типов сельскохозяйственного использования. Установлено, что в почвах криолитозоны агрогенные микроморфологические признаки залежных гумусовых горизонтов более стабильны во времени, чем в агропочвах лесотундровой и северотаежной зон. Проведено изучение молекулярного состава гуминовых веществ залежных почв, почв урбанизированных территорий и фоновых почв криогенных ландшафтов центральной части ЯНАО. Установлено, что в антропогенно-трансформированных почвах происходит увеличение содержания ароматических фрагментов, но не абсолютное, а относительное, кажущееся, что связано с деградацией алифатических фрагментов в первую очередь. Оценено экотоксикологическое состояние залежных почв окрестностей г. Салехарда, полученные данные проанализированы ретроспективно, с учетом ранее опубликованных данных. Построены многолетние ряды химических данных для агропочв хозяйств г. Салехарда.

8. Получены трансгенные растения люцерны с геном куриного гамма-интерферона поколения T1. Проведен ПЦР-анализ для подтверждения присутствия

трансгенной вставки в ожидаемых участках генома. На этом же этапе отсеяны растения, не унаследовавшие трансген. Проведен ПЦР-анализ на наличие в геноме немодифицированных участков встраивания трансгена для выявления растений, гомозиготных по наличию трансгенной вставки. Обнаруженные гомозиготные особи могут быть основателем чистой линии. При помощи ОТ-ПЦР анализа продемонстрирована экспрессия гена куриного гамма-интерферона у 8 трансгенных растений. Получены семена поколения T2.

При помощи ОТ-ПЦР-РВ продемонстрирована вариабельность уровня экспрессии трансгена. Наиболее высокий и стабильный уровень экспрессии трансгена наблюдался у потомков трансформантов, несущих модифицированный вариант гена куриного гамма-интерферона.

9. Методами рестрикции и ПЦР проведена проверка векторов, несущих универсальный растительный 35S промотор, терминатор 35S, а также высокоэффективный тканеспецифичный корневой промотор SRD1. Данные векторы будут использованы в дальнейшем для клонирования и экспрессии гена бычьего гамма-интерферона. Получены штаммы *Agrobacterium rhizogenes* с плазмидами, несущими нативный ген бычьего гамма-интерферона под контролем конститутивного промотора p35S и двух форм корнеспецифичного промотора батата pSRD1, которые использованы для агробактериальной трансформации корневых дисков моркови сорта Нантская-4 и получения трансгенных «бородатых корней». Амплифицирована последовательность модифицированного варианта гена бычьего гамма-интерферона, обеспечивающего синтез белка, устойчивого к протеолитической деградации.

10. Для увеличения продукции рекомбинантных белков в дрожжах *P. pastoris* можно использовать разные промоторы, а также получать штаммы с множественными копиями гена интереса. Были получены новые плазмиды для работы с *P. pastoris*, обеспечивающие экспрессию гена интереса. Эти плазмиды содержат последовательности промоторов дрожжевых генов PMP20 (пероксиредоксина) и FDH1 (формиат дегидрогеназы). Продукты этих генов

участвуют в пути утилизации метанола, и их экспрессия индуцируется присутствием метанола в среде. На примере модифицированного варианта интерлейкина было показано, что полученные плазмиды обеспечивают синтез и секрецию рекомбинантных белков. При этом количество синтезируемого белка не отличается от контрольного варианта с использованием сильного промотора гена алкогольоксидазы АОХ1. Использование этих плазмид позволяет интегрировать экспрессионные кассеты в разные участки генома *P. pastoris*, что повышает стабильность штаммов-продуцентов. Впервые на уровне транскриптома проанализирована экспрессия генов у дрожжей *Pichia pastoris* в зависимости от состава питательной среды. Получены штаммы дрожжей *P. pastoris* – продуценты белка Neo-2/15 - агониста рецептора белка-иммуномодулятора интерлейкина-2, который может быть использован при терапии некоторых типов онкологических заболеваний.

11. Для выявления селекционных маркеров растений гороха *Pisum sativum* L., обладающих повышенной устойчивостью к засухе и высокой эффективностью симбиоза, был проведен эксперимент для сравнения 30 различных сортов. Растения выращивали в теплице в горшках с вермикулитом до стадии формирования 2-3 бобов, то есть до начала развития и созревания семян, поскольку засуха на этой стадии критически влияет на качество будущего урожая. Осмотический стресс прикладывали путем прекращения полива на 14 дней, затем полив восстанавливали и растения выращивали до конца созревания семян. Кроме того, по окончании осмотического стресса проводили измерение физиологических параметров растений (активность фотосистемы II, устьичная проводимость, содержание хлорофилла), а также их сбор для оценки биохимических маркеров стресса. Для этого был проведен анализ продуктов перекисного окисления липидов, а также анализ содержания первичных метаболитов с помощью газовой хроматографии, совмещенной с масс-спектрометрической детекцией. Для оценки качества полученных семян определяли уровень всхожести семян контрольных растений и растений, подвергнутых стрессу. По результатам оценки физиологических и биохимических маркеров стресса

растений, а также по результатам оценки качества полученных семян выбрали по 5 сортов гороха с высокой и низкой устойчивостью к засухе для дальнейшего выявления потенциальных маркеров.

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

1. Выполнено фенотипирование выборки из 186 образцов яровой мягкой пшеницы в полевых условиях г. Пушкина по 3 году изучения; Дагестанской опытной станции – филиала ВИР – по 1 году изучения. Также образцы были фенотипированы дополнительно в полевых условиях 2 эколого-географических зон.

2. В отчетный период выполнено фенотипирование 200 образцов овса в полевых условиях Пушкинских лабораторий ВИР по 2 году изучения в полевых условиях ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров и Тюменского НЦ СО РАН, г. Тюмень - по 1 году изучения.

3. В полевых условиях проведено наблюдение периода вегетации, высоты растений, устойчивости к полеганию и поражению болезнями. В лабораторных условиях планируется определение массы зерна с делянки и структуры урожая (длина метелки, число колосков и зерен в метелке, массу зерна с главной метелки и массу 1000 зерен). По степени устойчивости к полеганию и поражению болезнями коллекцию оценили в полевых условиях на естественном фоне. С целью изучения основных элементов продуктивности растений перед уборкой со всех делянок отбирали пробные снопы по 10 растений.

4. В отчетный период проведено фенотипирование выборки из 138 образцов двурядного ячменя в полевых условиях Пушкинских лабораторий ВИР по 1 году изучения. Дополнительно образцы были фенотипированы в полевых условиях Екатерининской опытной станции – филиала ВИР, п. Екатериново, Тамбовской обл., в ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров и в Самарском НЦ г. Самара.

5. Выборку ячменя по своему происхождению можно подразделить на 2 группы. Первая группа состоит из пленчатых современных и староместных сортов, местных форм России из разных регионов, с различными хозяйственно ценным признакам. Вторую группу составляют, в основном, голозерные сорта разного эколого-географического происхождения. Образцы по географическому происхождению представлены из Европы, Азии, Африки, Северной и Южной Америки. Всего изучались образцы из 39 стран мира: Россия, Германия, Беларусь, Болгария, Австрия, Литва, Латвия, Франция, Греция, Италия, Польша, Португалия, Украина, Швеция, Йемен, Израиль, Швейцария, Великобритания, Казахстан, Афганистан, Индия, Китай, Монголия, Япония, Ботсвана, Эфиопия, Судан, Боливия, Канада, Мексика, Перу, США, Эквадор, Грузия, Пакистан, Таджикистан, Туркменистан, Египет и Турция.

6. В полевых условиях проводились наблюдения периода вегетации, высоты растений, устойчивости к полеганию и поражению болезнями. В лабораторных условиях планируется определение массы зерна с делянки и структуры урожая (длина колоса, число колосков и зерен в колосе, массу зерна с главного колоса и массу 1000 зерен). По степени устойчивости к полеганию и поражению болезнями коллекцию оценили в полевых условиях на естественном фоне. С целью изучения основных элементов продуктивности растений перед уборкой со всех делянок отбирали пробные снопы по 10 растений. В настоящее время все посевы убраны и обмолочены, проводится структурный анализ растений и обработка полученных полевых данных.

7. Инициировано исследование по выделению и валидации доноров ячменя и овса с нейтральной фотопериодической реакцией.

8. В отчетный период был проведен посев 15 образцов овса и 20 образцов ячменя в полевых условиях Пушкинских лабораторий ВИР и на фотопериодической площадке ВИР. После всходов было проведено пять прополок полевых делянок от сорняков. Проведена химическая обработка от повреждения посевов тлей и обработка гербицидами. В течении вегетации был проведен весь комплекс

фенологические наблюдения по методике ВИР (Лоскутов и др., 2012). В настоящее время все посевы убраны и обмолочены, проводится структурный анализ растений и обработка полученных полевых данных.

9. Изученные гибриды овса от скрещивания Anatolisher x URS Guара остались слабочувствительными к КД. Все они были похожи на слабочувствительного родителя бразильский сорт URS Guара

10. Продолжалось изучение фотопериодической чувствительности комбинаций сильночувствительного образца овса Anatolisher (Турция) и слабочувствительного сорта овса Guара (Бразилия). Реакция растений на длину дня сохраняет достаточно близкие значения по годам. Все четыре комбинации выделялись как слабочувствительные. Задержка выметывания на коротком дне по сравнению с естественным длинным днем составила 5-7 дней, Кфпч был 1,15 - 1,22. Также изучались две комбинации новых гибридов овса от скрещивания Hana super x URS Тауга и Borrus x URS Тауга. В изучение было взято 8 гибридных популяций и три родителя.

11. В изучении на фотопериодической площадке находились образцы голозерного скороспелого ячменя из коллекции ВИР. Выделились 4 образца со слабой фотопериодической чувствительностью: Иран к- 3082; Индия к- 10573, к- 19412; Россия к- 16448. Задержка колошения на коротком дне по сравнению с естественным от 2 до 6 дней. Кфпч (коэффициент фотопериодической чувствительности) составил от 1,05 до 1,16. Самый чувствительный оказался образец к- 10572 из Индии. Задержка колошения на коротком дне по сравнению с естественным длинным составила 19-22 дня. Кфпч – 1,51-1,52.

12. Продолжено изучение по показателю скороспелость выборки из 20 образцов сои в полевых условиях Адлерской опытной станции – филиала ВИР.

13. С целью поиска аллельных различий в последовательности гена *PsTFL1c* (*LF*), контролирующего признак продолжительности вегетативной фазы у гороха овощного, за отчетный период начато ресеквенирование гена у контрастных по срокам созревания образцов (сорта Изюминка, Прима - очень раннего, Веста -

среднераннего, Красавчик – среднепозднего и Исток – позднего срока созревания). Амплифицированные фрагменты были выделены из 1% агарозного геля с использованием набора реагентов (производитель diaGene). Секвенирующая реакция проводилась с помощью набора BigDye™ Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (ThermoFisher). Секвенирование осуществлялось на генетическом анализаторе 3500 xL Applied Biosystems.

14. Проведен анализ структурной организации гена гороха *LF*. Ген состоит из 4 экзонов и 3 интронов. При этом протяженность второго интрона составляет 1041 пн.

15. С целью поиска аллельных различий в последовательности гена *FT* (*Vigun04g109500*) вигны, контролирующего признак продолжительности вегетативного периода, за отчетный период начато ресеквенирование гена у контрастных образцов. Амплифицированные фрагменты были выделены из 1% агарозного геля с использованием набора реагентов (производитель diaGene). Секвенирующая реакция проводилась с помощью набора BigDye™ Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (ThermoFisher). Секвенирование осуществлялось на генетическом анализаторе 3500 xL Applied Biosystems.

16. Проведен анализ структурной организации гена *FT* вигны. Экзон-интронная структура гена *Vigun04g109500*, как и всех обнаруженных *FT*-подобных генов вигны одинакова, гены состоят из 4 экзонов и 3 интронов.

17. За отчетный период выполнено ресеквенирование кодирующей области гена *FT* у отобранных ранее контрастных образцов вигны по типу роста. В настоящее время проводится анализ полученных секвенограмм с помощью программного обеспечения Unipro UGENE v39.0, при этом в качестве референсной последовательности использована последовательность гена *Vigun04g109500* из базы данных legumeinfo.org. В случае идентификации аминокислотных замен будет проведен анализ стабильности белковых структур с учетом обнаруженных перестроек.

18. Продолжено полевое изучение образцов овощной вигны из коллекции ВИР, посеянных в 2 опытах на Астраханской опытной станции ВИР.

19. По первому опыту: закончено фенотипирование образцов вигны, имеющих разную длину вегетационного периода. Проанализировано 11 фенологических признаков. Оценено 12 морфологических и хозяйственно-ценных признаков.

20. По второму опыту: проведен посев образцов вигны в 4 срока (28 апреля, 27 мая, 22 июня, 12 июля). Образцы, посеянные в первые три срока полностью изучены по признакам, перечисленным выше, как и для первого опыта. Сорта четвертого срока сева оценены по 9 морфологическим и 9 фенологическим признакам. Так как растения в настоящее время находятся в стадии созревания семян, пока не отмечены данные, касающиеся числа бобов на растении, продуктивности бобов в стадии технической спелости и периоды 75% созревания семян и полного созревания.

21. По результатам проведенных полевых исследований в условиях Астраханской опытной станции – филиала ВИР для образцов вигны, впервые созданы базы данных, включающие 11 фенологических и 12 морфологических и хозяйственно ценных признаков.

22. Продолжено исследование по поиску различий между последовательностями генов устойчивости к ржавчине льна (*Melampsora lini* Pers.(Lew.)) для разработки маркеров эффективных аллелей генов устойчивости к данному патогену на территории России. В полевые условия были высажены образцы 30 линий коллекции Г.Флора, 23 – линий из староместных образцов, 19 доноров устойчивости, созданных на их основе. Искусственный инфекционный фон состоял из высоковирулентной популяции ржавчины России.

23. Продолжена работа по исследованию природы зеленой окраски волокна хлопчатника. Выделены основные гены-кандидаты, продукты которых вовлечены в формирование признака окраски волокна хлопчатника. Среди них структурные гены Gh4CL4, PCBER и регуляторный ген GhMYB1R1, относящийся к семейству MYB-подобных транскрипционных факторов. В рамках проекта в базе данных геномных

последовательностей хлопчатника были **впервые** выделены высокогомологичные копии на основании известных генов GhMYB1R1 в А- и D-геноме хлопчатника (CottonFGD: Gh_A12G1963; Gh_D12G2142) MYB-подобные гены на хромосомах A03, D03 (Gohir.A03G006600, Gohir.D03G165600) и A08, D08 (Gohir.A08G168200, Gohir.D08G186800), составляющие группу транскрипционных факторов с одним повтором в ДНК-связывающем домене 1R-MYB.

24. К основным генам-кандидатам, ассоциированным с различной окраской волокна хлопчатника, *Gh_A12G1963* и *Gh_D12G2142*, сконструированы специфичные праймеры для выявления аллельных различий путем ресеквенирования у образцов с контрастной окраской волокна.

25. Была продемонстрирована специфичная экспрессия в тканях волокна хлопчатника зеленого цвета резуктазы бензилового эфира фенилкумарана (PCBER) и пинорезинол-ларицирезинол редуктаз (PLR) - ключевых ферментов биосинтеза лигнанов (Y. LI et al. 2018; Z. LI et al. 2020). Выделено два гомеологичных гена *Gh4CL4* в А- и D-геноме, вовлеченных в фенилпропаниодный путь биосинтеза пигментов у образцов хлопчатника с зеленым волокном.

ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»

1. Продолжена разработка интеллектуальных систем автоматизированного распознавания почв и посевов по данным дистанционного зондирования в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра электромагнитных волн (под руководством молодого ученого). Исследования были сосредоточены на разработке методов оперативного спутникового мониторинга начальных стадий деградации пахотных почв. Разработана стратегия подготовки и анализа спутниковых данных. Создан архив спутниковых данных, необходимых для анализа. На основе базы данных о спектральной отражательной способности почв, созданной на предыдущих этапах работ разработан алгоритм анализа. На основе специально проведенных лабораторных экспериментов, спектрометрирования почв и полевых исследований

разработан новый спектральный индекс (индекс коркообразования, ИК), который будет положен в основу оперативного спутникового мониторинга начальных стадий деградации пахотных почв. Проведена апробация использования ИК для выявления почв, находящихся на начальных стадиях деградации на тестовом участке на границе Московской и Тульской областей с использованием спутниковых данных Landsat и Sentinel-2. Точность детектирования подтверждена результатами полевых выборочных обследований. После дополнительных тестирований на других участках разработанный подход будет рекомендован к внедрению.

2. Проведено пространственно-временное моделирование взаимосвязей свойств почв и посевов как основа для оперативного мониторинга их состояния на основе пространственно-распределенных датчиков и интернета вещей. Исследования были сосредоточены на создание методов определения точек оптимального размещения на поле датчиков интернета вещей, основанных на использовании георадарного профилирования и данных, получаемых с беспилотных летательных аппаратов и спутников. Проведено 5 полевых выездов на тестовые участки (Михнево, Ступинский район, Московская область и Лишняги, Веневский район Тульской области), во время которых осуществлялось георадарное профилирование и съемка с БПЛА. Разработан новый, не имеющий мировых аналогов, метод оптимизации размещения точек полевого мониторинга или датчиков интернета вещей на полях, который позволяет сократить затраты и повысить точность и оперативность мониторинга плодородия пахотных почв. Выявлены новые особенности георадарного облика разных почв, как основы для организации оперативного бесконтактного мониторинга их плодородия. Проведено тестирование разработанного подхода на примере контрастных почв в разных природных зонах страны.

3. Сведения о научных мероприятиях (конференциях, мастер-классах и других мероприятиях) Центра.

1. В период с **13 по 21 января 2022 г.**, м.н.с. НЦМУ «Агротехнологии будущего» ФИЦ Биотехнологии РАН Сухих Н.А. прошла стажировку в г. Монпелье, Франция (Plant Health Institute of Montpellier). Приказ о стажировке №03-к от 10.01.2022 г. Освоены методы анализа данных нанопорового секвенирования.
2. **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.
3. **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.
4. **09 февраля 2022 г.** в он-лайн формате прошла Стратегическая сессия: «Агрохимия. Перспективные технологии и проекты», в которой принял участие вед.н.сотр., зав. Лабораторией ВНИИСХМ В.К.Чеботарь с докладом «Эндوفитные бактерии – перспективный ресурс для создания новых микробиологических препаратов для защиты и питания растений».
5. **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».

6. **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.
7. **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.
8. **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.
9. **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.

10.29 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 Ega» и студентов бакалавриата и магистратуры 5 профилей подготовки РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

11. 11 апреля 2022 в РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева проведен Круглый стол: «Удобрения: агроэкологические вызовы 21 века», в котором приняли очное участие 83 студента 1-4 курсов РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ведущие агротехнологи компании Еврохим и «Ягодный союз» - с онлайн трансляцией из НЦМУ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

12. 14-15 апреля 2022 года, в г. Вологда состоялась IV Международная конференция «Биотехнологии - драйвер развития территорий». С докладом «Роль полезных микроорганизмов для различных биоценозов и повышение социально-экономического уровня развития территорий путем внедрения биотехнологии» выступил вед.н.сотр., зав. Лабораторией ВНИИСХМ В.К.Чеботарь.

13. 17 апреля 2022 в РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева прошел очный мастер-класс: "Прививка и обрезка плодовых деревьев". В ходе мастер-класса слушатели получили теоретические знания и практические навыки работ по обрезке и прививке плодовых культур в саду.

14. 26 мая 2022 г. ведущим ученым РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева - И.Г. Таракановым сделан доклад «Световой режим в вертикальной теплице как инструмент управления продукционным процессом у растений» на Всероссийской научная конференция «Агробιοфотоника», организаторы Минобрнауки, ФГБНУ ФНЦ овощеводства, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ.

15. 15 июня 2022 состоялась XIV Международная научная конференция "Global science. Development and novelty" в Сеуле, Республика Корея. В заочном

формате, с докладом на тему: "Особенности семенного и вегетативного размножения флокса метельчатого в связи с селекцией на декоративные качества" выступила Соколкина А.И. ассистент кафедры ландшафтной архитектуры. Руководитель проекта Ханбабаева О.Е., с.н.с. НЦМУ "Агротехнологии будущего" РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева.

16. **16 июня 2022 г.** ведущим ученым РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева - И.Г. Таракановым сделан доклад «Управление метаболизмом растений в условиях комбинаторной светокультуры» на Международной научной конференция «От биохимии растений к биохимии человека», организаторы Минобрнауки, ФГБНУ ВИЛАР.
17. **27 июня 2022 г. ВИР** принял участие в III Международной научно-технической конференции «Новые материалы и технологии глубокой переработки сырья – основа инновационного развития экономики России» на базе НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ (г. Москва) с докладом Гаврилова В.А., Дубовская А.Г., Пороховинова Е.А., Шеленга Т.В., Павлов А.В., Григорьев С.В., Подольная Л.П., Конькова Н.Г., Кишлян Н.В., Брач Н.Б «Перспективы использования растительного сырья в производстве смазочных материалов и биокompозитов».
18. **22-23 июня** представлены устный доклад на тему «Распространение и функции 1-аминоциклопропан-1-карбоксилат дезаминазы у микроорганизмов» (Белимов А.А.) и постерный доклад на тему «Экспресс метод скрининга коллекций сахарной и столовой свеклы вир (*Beta vulgaris* L.) на устойчивость к ионам алюминия» (сотрудники НЦМУ **ВНИИСХМ**: Соколова Д.В., Шапошников А.И., Сырова Д.С., Ульянич П.С., Белимов А.А.) на Всероссийской школе-конференции «Сохранение и преумножение генетических ресурсов микроорганизмов» в рамках Первого научного Форума «Генетические ресурсы России.
19. **28 июня – 30 июня на базе РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева** проведена Летняя школа по фенотипированию растений. В событии приняли участие 40

человек из Москвы, Вологды, Ельца, Перми и Оренбурга. Среди них: магистранты, аспиранты, преподаватели вузов и научные сотрудники из 10 образовательных и научных организаций. Слушателям выданы сертификаты участников, размещена информация на сайте НЦМУ «Агротехнологии будущего».

20. **29 июня** сотрудниками НЦМУ РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева на базе Федерального Научного Центра Биологических Систем и Агротехнологий РАН проведен научный семинар «Агроэкологический мониторинг земель с IoT корректировкой моделей плодородия и продукционного процесса» с участием ведущих региональных экспертов в области агротехнологий, агрометеорологии, преподавателей и студентов-экологов Оренбургского государственного университета.
21. В период с **04 по 07 июля 2022 года** на базе Кубанской опытной станции и Кубанского генетического банка семян при Всероссийском институте генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова сотрудниками ВИР проведена «Вавиловская школа-2022». В Школе приняли участие 27 молодых ученых из 7 регионов России. В соответствии с программой было прочитано 20 лекций, проведено 9 полевых экскурсий и мастер-классов, заслушаны краткие сообщения участников школы, осуществлен 1 арт-проект. Партнером Школы был Адыгейский государственный университет. По итогам работы Школы разработана и утверждена дополнительная профессиональная программа повышения квалификации АНУ «Генетические ресурсы растений: сохранение и использование в селекции», подготовленная совместно с ВИР. Слушателям по завершении Школы выданы удостоверения о повышении квалификации.
22. С **1 августа 2022 г. по 21 августа 2022 г.** ФИЦ Биотехнологии РАН в рамках Московского урбанистического форума 2022 (Выставка «Город для каждого»), представил экспонат «Агробιοфотоника: технология управляемой вегетации растений». Инсталляция демонстрирует результаты проекта «Умная» сити-ферма», который выполняется в рамках научного центра мирового уровня

«Агротехнологии будущего». Экспонат был расположен в зоне Мастер-классов (основной уровень) выставки «Город для каждого». (<https://future-agro.ru/novosti/yeksponat-ncmu-predstavlen-na-vystavk/>).

23. 26 августа 2022 года на Круглом столе IX Международного форума технологического развития «Технопром-2022» выступила Снежко Вера Леонидовна, ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева, профессор, заведующая кафедрой, с докладом «Мелиорация будущего» и Косульников Юрий Витальевич – научный сотрудник ВНИИСХМ на тему «Сетевая биоресурсная коллекция микроорганизмов при ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии – основа агротехнологий будущего», а также с дистанционным докладом - Зыкин Павел Александрович, ФГБОУ ВО Санкт-петербургский государственный университет, доцент на тему: «Мультиомная характеристика мутантных линий ржи как основа для создания специализированных сортов».

24. С 5 по 8 сентября 2022 года сотрудниками НЦМУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» был прочитан курс лекций по использованию данных дистанционного зондирования для мониторинга почв и посевов для студентов, аспирантов и молодых сотрудников Федерально-регионального центра аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов Белгородского государственного национального исследовательского университета. Кроме того, был организован и проведен мастер-класс по полевому спектрометрированию почв и посевов. В лекционных занятиях и мастер-классе приняло участие 22 человека.

25. 28 сентября 2022 г. в РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева проведен мастер-класс «Культурные растения в пищевом и эстетическом дизайне» в очном формате на территории дендрологического сада для освещения вопросов создания и изучения биоресурсных коллекций ягодных и декоративных растений.

26. **3-8 октября 2022 года** ВНИИСХМ провел III Международную научную конференцию «Растения и микроорганизмы: биотехнология будущего» PLAMIC2022 и VI Всероссийскую школу-конференцию с международным участием для молодых ученых «Молекулярно-генетические и клеточные аспекты растительно-микробных взаимодействий». В ходе работы конференции и ее трех секций, а также школы были сделаны 30 пленарных докладов и 102 секционных доклада. В конференции в очном и онлайн режиме приняло участие около 250 ученых из России, ближнего и дальнего зарубежья, более 150 человек приехали в Санкт-Петербург (более половины из них – молодые ученые). Конференция завершилась проведением 3 круглых столов: «В преддверии 300-летия РАН», «Наука и бизнес» и «Карбоновые полигоны России».
27. С **05 по 06 октября 2022 года** ФИЦ Биотехнологии РАН организована и проведена Секция по биотехнологии В рамках III Объединенного научного форума, которая проходила в г. Сочи. (Ссылка 1 - <https://www.fbras.ru/v-sochi-zavershilas-rabota-sektsiya-po-biotehnologii.html> , Ссылка 2 - http://rusbiochem.org/finalnaya_programma_2022.html).
28. 24-я Международная конференция «Аналитика и управление данными в областях с интенсивным использованием данных» (“Data Analytics and Management in Data Intensive Domains” (DAMDID 2022)). Санкт-Петербург, **5-7 октября 2022 года**. Работа конференции включала в себя проведение трех пленарных заседаний и 17 секций. Организатор: Университет ИТМО, ФИЦ ИУ РАН.
29. С **08 по 09 октября 2022 года** ФИЦ Биотехнологии РАН организована выставка достижений НЦМУ «Агротехнологии будущего» в рамках Всероссийского фестиваля науки в ВДНХ, на базе музея «БиотеХ». (Ссылка 1 - <https://www.fbras.ru/fits-biotehnologii-ran-prinyal-uchastie-v-moskovskom-festivale-nauka-0.html> , Ссылка 2 - https://festivalnauki.ru/program/biotekh-iz-pervykh-ruk-ekskursii-po-muzeyu-biotekh-s-uchenymi-221003180146/?sphrase_id=13921).
30. **12 – 15 октября 2022 года** в Центральной научной библиотеке им. Н.И.

Железнова ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева» («Точка Кипения») проведена Международная научная конференция «Проблемы селекции – 2022». В конференции приняло участие:

- 105 человек (очное участие);
- 37 человек (участие онлайн);
- 237 человек (LEADER-ID)

Количество заочных участников (число авторов публикаций в сборнике материалов мероприятия:) – 255 участников (страны СНГ: Республика Беларусь, Республика Армения, Республика Казахстан, республика Азербайджан, а также 21 регион России).

31. **8 ноября 2022 года** на базе ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева проведен мастер-класс на тему «Ресурсы декоративных растений в качестве функционального ядра культурных фитоценозов различных целевых категорий» в очном формате в виде лекции с презентацией в ЦНБ имени Н.И. Железнова. Количество участников мастер-класса и слушателей составило 47 человек.
32. **8 ноября 2022 года** на базе ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева совместно с Дипломатической академией Министерства иностранных дел Российской Федерации и компанией «ФосАгро» проведен Открытый международный Форум-Вебинар (на английском и русском языке) по экологическому регулированию качества фосфорных удобрений «Нормирование кадмия в фосфорных удобрениях для решения глобальных вызовов продовольственных систем и экологической безопасности XXI века» – с участием ведущих российских и зарубежных экспертов из Глобального Почвенного Партнерства ФАО (генеральный секретарь ГПП доктор Рональд Варгас, заместитель председателя Международной сети ООН-ФАО по проблемам загрязнения почвы (INSOP) профессор Дейи Хоу, представитель Международной сети по анализу удобрений (INFA) доктор Виниса С. Сантильян, председатель Международной сети черноземных почв (INBS) профессор Иван Васенев), Координационного центра по вопросам

продовольственных систем ООН (директор Центра Стефанос Фотиу), Отделения ФАО по связям с Российской Федерацией (директор Отделения Олег Ю. Кобяков,), Евразийского почвенного партнерства (профессор Владимир А. Романенков), базовых университетов (ректор РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева академик Владимир Трухачев, ректор Дипломатической академии профессор Александр Яковенко, почетный доктор РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Риккардо Валентини, профессора из Намибии Саймон Ангомбе и Рода Биреч) и профильных научно-исследовательских учреждений.

33. **10 ноября 2022 года** в Почвенном институте имени В.В. Докучаева Организован научный семинар с приглашением ведущего зарубежного ученого (О. Рохас, ФАО) с докладом на тему «ASIS FAO и возможности ее использования для мониторинга посевов и оценки потерь урожайности от засухи».
34. **16 ноября 2022 года** на базе СПбГУ состоялся круглый стол «Современные технологии редактирования генома и получения трансгенных растений».
35. **С 16 по 18 ноября 2022 года** в рамках НЦМУ «Агротехнологии будущего» была организована и проведена XIII Молодежная школа-конференция «Актуальные аспекты современной микробиологии и биотехнологии» на базе ФИЦ Биотехнологии РАН (<https://mol-conf.ru>).
36. **21 ноября 2022 года** на базе ФИЦ Биотехнологии РАН проведен семинар по вопросам реализации задач НЦМУ «Агротехнологии будущего» в 2023 году в очном формате. Научный руководитель, академик В.О. Попов доложил о предварительных итогах реализации НЦМУ в 2022 году и приступил к обсуждению перспективы реализации НЦМУ «Агротехнологии будущего» в 2023 году с руководителями проектов (16) и ведущими учёными. Количество участников семинара составило 30 человек.
37. **22-24 ноября 2022 года** на базе РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева состоялась Всероссийская конференция молодых исследователей «Аграрная наука-2022», свои доклады представят 452 молодых ученых, среди

них: магистранты, аспиранты, преподаватели вузов и научные сотрудники из 59 образовательных и научных организаций России, Беларуси, Азербайджана, Казахстана и др. Готовится к печати сборник материалов конференции.

38. **29 ноября 2022 года** ВНИИСХМ на базе Санкт-Петербургского научного центра РАН организовал научный семинар по 1-му направлению исследований центра в рамках открытой дискуссионной площадки участников НЦМУ «Агротехнологии будущего». Количество участников семинара составило 47 человек.
39. **30 ноября 2022 года** ФИЦ Биотехнологии РАН, в ВДНХ, на базе музея «Биотех» организовал научный семинар по 4-му и 5-му направлениям исследований центра в рамках открытой дискуссионной площадки участников НЦМУ «Агротехнологии будущего». После семинара была организована экскурсия по некоторым достижениям НЦМУ «Агротехнологии будущего». Количество участников семинара составило 40 человек. (<https://www.fbras.ru/itogi-diskussionnoy-ploshhadki-ntsmu-agrotehnologii-budushhego.html>)
40. **1 декабря 2022 г.** в РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева была проведена на базе кафедры управления качеством и товароведения продукции Технологического института Всероссийская научно-практическая конференция «Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия-2022». Количество участников конференции составило 116 человек. Готовится к печати сборник материалов конференции.
41. **6 декабря 2022 года** в РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева прошла Открытая дискуссионная площадка по 3-му направлению исследований центра в рамках открытой дискуссионной площадки участников НЦМУ «Агротехнологии будущего». После семинара была организована экскурсия по некоторым достижениям НЦМУ «Агротехнологии будущего». Количество участников семинара составило человек 49.
42. **3 декабря 2022 года** Савин И.Ю. (ФИЦ «Почвенный институт им. В.В.

Докучаева») принял участие с докладом в работе круглого стола «Глобальные вызовы и устойчивое развитие территорий: баланс природных и антропогенных систем» на Конгрессе молодых ученых (Сириус). Приняло участие более 40 молодых ученых.

43. **01-06 декабря 2022** научный руководитель НЦМУ «Агротехнологии будущего» ФИЦ Биотехнологии РАН, академик Владимир Попов принял участие в сессии «Биоэкономика России – 2030: современные биотехнологии как междисциплинарный тренд в экономике будущего», в рамках деловой программы II-го Конгресса молодых учёных (<https://www.fbras.ru/bioteh-v-ekonomike-budushhego.html>).

44. **6-8 декабря 2022 года** в СПбГУ прошла 2я международная конференция «ГМО: история, достижения, социальные и экологические риски». В конференции приняли участие около 100 ученых из России, Китая, Германии и США. На ней обсуждены актуальные проблемы создания и регуляции оборота ГМО. В конце мероприятия состоялась экскурсия по теме «История СПбГУ».

45. XX Национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2022). Место проведения мероприятия: г. Москва, 21-23 декабря 2022. Организатор: ФИЦ ИУ РАН, РАИИ, МЭИ.

4. Сведения о разработке и внедрении новых образовательных программ и (или) исследовательских программ Центром.

1. В РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева разработана сетевая магистерская программа «Агроэкологический менеджмент и IoT мониторинг с верификацией почво- и углерод сберегающих технологий» направления подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование» с началом набора в 2022 году – с подтвержденным участием Дальневосточного Федерального Университета, Омского Аграрного Университета и Самарского Аграрного

Университета.

2. В **РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева** разработана программа ДПО "Химический и электрохимический синтез новых биологически активных соединений".
3. В **РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева** группа из 20 человек прошла обучение по образовательной программе курсов повышения квалификации «Технология производства функциональных продуктов питания на основе растительного сырья» в объёме 72 часа. Выданы удостоверения установленного образца.
4. В **РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева** разработана дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Интегрированная цифровая технология интеллектуального распределенного мониторинга экологического состояния объектов и процессов АПК».
5. В **РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева** реализована программы ДПО «Роль зерновых бобовых культур в устойчивости и экологической безопасности полевых агросистем». Обучение на курсах прошли 20 человек, из них -14 молодые исследователи, выданы удостоверения установленного образца.
6. В **ВИР** совместно с ФГБОУ Адыгейский государственный университет разработана программа ДПО «Генетические ресурсы растений».
7. В **ФИЦ Биотехнологии РАН** продолжается реализация Исследовательской программы «Кинетика роста микро-организмов, материально-энергетический баланс при производстве биокомпостов для сельскохозяйственного использования».
8. В **ФИЦ Биотехнологии РАН** разработана и реализуется исследовательская программа «Рациональная и экологически безопасная переработка сельскохозяйственных органических отходов».
9. На базе **ФИЦ Биотехнологии РАН**, в период с 1 по 30 сентября 2022 г. проведена научно-исследовательская стажировка для 3 молодых ученых,

- сотрудников НЦ «Защиты и биотехнологии растений» ФГБНУ Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия», в рамках которой стажеры освоили основные молекулярно-биологические методы определения патогенов сельскохозяйственных культур. Руководитель стажировки с.н.с., к.б.н., Виноградова С.В.
10. В СПбГУ разработана и начала функционировать магистерская программа "Молекулярно-генетические основы агробiotехнологии".
 11. В СПбГУ разработана и начала функционировать магистерская программа "Клеточные и генетические технологии".
 12. С 1 по 24 сентября 2022 г. прошла разработанная сотрудниками СПбГУ с участием других членов консорциума программа для школьников "Агроботаника и генетика растений" в ОЦ "Сириус". По окончании программы преподаватели продолжили работу со школьниками. В результате 2 проекта оформлены в виде тезисов конференции «ГМО: история, достижения, социальные и экологические риски», проводимой НЦМУ с 6 по 8 декабря 2022 года
 13. С 1 сентября 2022 г. стартовала разработанная сотрудниками СПбГУ с участием других членов консорциума программа для школьников "Агроботаника и генетика растений" в ОЦ "Сириус".
 14. В РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева реализована исследовательская программа «Организация фотобиологических исследований на базе полифункциональной платформы по высокопроизводительному фенотипированию растений» с участием 12 молодых исследователей с индивидуальными исследовательскими проектами.
 15. В РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева реализована программы ДПО «Основы роботизации в сельском хозяйстве» в объёме 72 часов. Обучение на курсах прошли 51 человек.
 16. В РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева реализована образовательная программа «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», обучено 39 молодых ученых.

17. В РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева реализована программа ДПО «Биологическая защита растений». Обучение прошли 31 человек, из них все молодые исследователи, выданы удостоверения установленного образца
18. В Почвенном институте имени В.В.Докучаева разработана новая исследовательская программа «Оперативный мониторинг состояния посевов на основе БПЛА с гиперспектральной камерой», внедрение которой предусмотрено в 2023 году под руководством молодого ученого.
19. Во ВНИИСХМ разработана новая исследовательская программа «Конструирование высокоэффективных микробно-растительных систем», в реализации которой приняло участие 10 молодых исследователей.
20. В СПбГУ разработана Дополнительная образовательная программа (В1.1626) Частная генетика растений.
21. В СПбГУ разработана Дополнительная образовательная программа (В1.1738) Клеточная биология растений.
22. В СПбГУ разработана Дополнительная образовательная программа (В1.1746) Молекулярная и геномная Селекция.
23. В СПбГУ разработана Дополнительная образовательная программа (В1.1749) Физиологическое и биохимическое фенотипирование.
24. В СПбГУ разработана Дополнительная образовательная программа (В1.1750) Физиологические и биохимические методы оценки качества семян культурных растений.
25. В СПбГУ разработана Дополнительная образовательная программа (В1.175) Репродуктивная биология растений.
26. В СПбГУ разработана Дополнительная образовательная программа (В1.1752) Принципы организации скрининговых тест-систем в геномной

инженерии.

27. На базе **ФИЦ Биотехнологии РАН**, в период с 1 по 30 сентября 2022 г. проведена научно-исследовательская стажировка для 3 молодых ученых, сотрудников НЦ «Защиты и биотехнологии растений» ФГБНУ Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия», в рамках которой стажеры освоили основные молекулярно-биологические методы определения патогенов сельскохозяйственных культур. Руководитель стажировки с.н.с., к.б.н., Виноградова С.В.
28. В **РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева** реализована программа ДПО «Вертикальные теплицы. Теплицы-небоскребы». Обучение прошли 25 человек, из них все молодые исследователи, выданы удостоверения установленного образца.
29. В **ФИЦ ИУ РАН** в отчётный период проводилось внедрение ранее разработанных образовательных (исследовательских) программ: Методы и технологии искусственного интеллекта для решения задач распознавания образов в приложениях к дистанционным методам зондирования в сфере агропромышленных технологий (очная аспирантура по специальностям 05.13.17 – технические науки и 05.13.18 – технические науки) и Интеллектуальный анализ структурированной и полуструктурированной информации для создания новых технологий для агропромышленного комплекса на основе методов обработки больших массивов данных и машинного обучения (очная аспирантура по специальностям 05.13.17 – технические науки и 05.13.18 – технические науки). Программы обеспечивают: 2 профессора (д.т.н., д.ф.-м.н.) 4 доцента (к.ф.-м.н. и к.т.н.), 3 молодых ученых. Количество выпускников: 5 чел. в год.

5. Информация о научных достижениях Центра.

1. В НЦМУ проводятся полевые и лабораторные эксперименты по оценке эффективности влияния различных вариантов комплексных удобрений с полезными штаммами микроорганизмов. В результате выявлены варианты, которые повышают урожайность: - на 15% по пшенице и кукурузе; - на 20% по картофелю; - на 30-33% по салату по сравнению с небиологизированными минеральными удобрениями.

По результатам наших разработок **произведено 760 тонн биомодифицированных удобрений**. На территории АО «Воскресёвские минеральные удобрения» спроектирован новый цех площадью 700 кв. м по производству **30 тысяч тонн удобрений в год**, строительство которого будет завершено к концу 2022 года.

2. В РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева ведётся работа по выведению новых сортов зернобобовых культур. На данный **момент более 90% рынка люпина** – источника ценного кормового белка – альтернативы сои – селекция НЦМУ Тимирязевки. Результаты семеноводческой работы переданы в компании Липецкой, Тамбовской и Орловской областей.

3. Из Тимирязевских оригинальных семян в этом году произведено 2 тонны семян-гибридов овощных культур для 10 тыс. га посевов или **30% производственных площадей капусты** белокочанной в России.

4. В РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева разработаны световые рецепторы для смарт-технологии ускоренной селекции на основе платформы по фенотипированию сортов и гибридов зеленных, пряно-вкусовых, лекарственных, зерновых и технических культур. Срок селекционной работы для салатно-зеленных и томатных культур **вместо 8 лет составит 4 года**.

5. К концу 2022 года завершатся работы по созданию технологии прогнозирования урожайности твёрдых сортов пшеницы при помощи технологий Интернета вещей. Датчики созданы из преимущественно отечественного «железа». Программный комплекс разработан в Тимирязевской академии. Система позволяет

снимать и анализировать комплекс агропоказателей: температура, осадки, почвенный покров конкретного поля, сортовые требования. В настоящее время эти датчики установлены и тестируются **на полях Саратовской, Самарской, Оренбургской областей.** Подобные разработки создают экономически эффективную, экологически приемлемую систему управления урожайностью и качественными показателями продукции с точностью прогнозов **более 90%.**

6. В РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева разработано **уникальное** программное обеспечение для мелиоративной отрасли, которое включает базу данных, объединяющую многолетние сведения о площадях и структуре сельхозугодий, состоянии мелиорируемых земель, техническом уровне мелиоративных систем Российской Федерации. Созданы программы для ЭВМ, обеспечивающие точность проектирования и оперативный прогноз при эксплуатации мелиоративных каналов, расчеты **уникальных сооружений** – автоматических регуляторов расхода воды. Инжекционные регуляторы **не имеют аналогов в мире.** Тимирязевскими учеными разработана новая система интеллектуального полива, которая поможет сэкономить до 80% воды и универсальные дождеватели, позволяющие распределять значительные расходы воды в нормативных границах интенсивности, обеспечивая мягкое орошение в условиях неблагоприятного ветрового режима. Дождеватели могут устанавливаться как на отечественную, так и на зарубежную дождевальную технику. Результаты исследований уже успешно **апробированы на всемирном конгрессе в Испании,** международных и российских конференциях.

7. На базе В РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева **создана уникальная биоресурсная коллекция** культурных растений (ягодные, редкие и цветочно – декоративные) по признакам продуктивности, устойчивости, декоративности (31 сорт смородины черной; 14 сортов смородины красной; 20 сортов крыжовника; 36 сортов жимолости синей, 50 сортов цветочно-декоративных культур) для комплексного изучения, проведения селекционного процесса, в том числе методами

ускоренной селекции, для практического применения при создании новых перспективных сортов у ягодных и цветочных культур.

8. В РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева впервые в России созданы линии капустных культур (Brassica) с новой аллоплазматической цитоплазматической мужской стерильностью (ЦМС) для обеспечения эффективной селекции и семеноводства F1-гибридов, созданы молекулярные маркеры для анализа типа цитоплазмы лука репчатого с использованием высокопроизводительного метода плавления высокого разрешения ДНК (HRM) для эффективной селекции лука репчатого и создания **коммерческих F1 гибридов.**

9. В РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева разработаны методы и модели пространственно-временного анализа динамики экологической ситуации, основанные на использовании ГИС, 3D-моделирования, виртуальной и дополненной реальности. Отличительной особенностью разработанных методов и моделей, определяющей **их соответствие мировому уровню**, является синтезированное применение одновременно нескольких сквозных цифровых технологий (а именно ГИС и 3D-моделирования), что обеспечивает возможность эффективной оперативной трансформации данных экологического мониторинга в результативные сценарии управления.

10. ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» предложены **новые спутниковые методы** выявления почв, находящихся на первых стадиях деградации, **аналогов которых нет в мире.** Проведена верификация методов на основе полевых данных. По результатам исследований разработана и зарегистрирована компьютерная программа для цифрового картографирования почв и обновления почвенных карт (свидетельство о государственной регистрации №2022664142).

11. В ФИЦ ИУ РАН сформированы фундаментальные основы и созданы технологические заделы для построения систем информационно-аналитической поддержки научно-исследовательской деятельности, обеспечивающих бесшовную интеграцию разнородных источников научно-технических документов за счет применения методов оценки тематической близости полных текстов. На большом

тестовом массиве научно-технических документов на различных языках успешно апробированы разработанные методы и технологические решения для построения систем информационно-аналитической поддержки научно-исследовательской деятельности. На основе созданных заделов планируется разработка инструментов, позволяющих, **в отличие от аналогов мирового уровня** (Scopus, Web of Science, TotalPatent One, Derwent Innovation и др.), автоматически формировать единое информационное пространство в заданной предметной области.

12. Разрабатываемый препарат «АгроХит Плюс» представляющий собой нефракционированный продукт кислотного гидролиза хитозана может заместить как отечественные, так и зарубежные препараты. «АгроХит Плюс» - сочетает в себе свойства биофунгицида и регулятора роста растений.

13. Впервые в России в рамках сформулированной ранее концепции «Безопасного проектирования в агробιοтехнологии» разработана принципиальная Схема оценки рисков вновь созданных сортов и линий растений с «редактированным геномом».

14. Основные результаты, полученные по проекту «Агробιοфотоника» в ФИЦ Биотехнологии РАН в 2020-2022 годах, направлены на обеспечение полного цикла интенсивного воспроизводства семенного фонда целевых культур растений, что отвечает оперативным задачам продовольственной безопасности страны и импортозамещения:

✓ Создана научно-технологическая платформа, позволяющая в короткие сроки (6-12 месяцев) разрабатывать и предлагать готовое технологическое решение под задачи потребителя.

✓ Впервые предложена промышленная технология получения до 6 урожаев в год оздоровленных мини-клубней картофеля на субстратной основе в условиях вертикальной фермы с управляемым LED-освещением.

✓ Впервые разработана технология ускоренного получения (в 3-5 раз быстрее) стандартных саженцев эфиромасличных культур (лаванда, роза) в контролируемых условиях вертикальной фермы с управляемым LED-освещением.

✓ Разработана эффективная технология ускоренного получения (в 4 раза быстрее) стандартных саженцев ягодных культур (голубика, княженика) в контролируемых условиях вертикальной фермы с управляемым LED-освещением.

Внедрение разработок, полученных в 2021-2022 гг:

- в п. Лаванда, городского округа Алушта завершается строительство производственного помещения, в котором на 2023 год планируется запуск вертикальной фермы по ускоренному получению саженцев лаванды мощностью до 2 млн. в год.
- выполнен прикладной НИР, разработана технология, на 2023 год намечено строительство и организация вертикальной фермы по ускоренному получению саженцев ягодных культур мощностью до 1 млн. шт. в год.

15. Результаты реализации проекта «Направленный поиск и метаболическая инженерия новых метанотрофных бактерий как продуцентов кормового белка для высоко- эффективной аквакультуры (Гаприн)» на базе ФИЦ Биотехнологии РАН будут способствовать достижению одной из национальных целей развития РФ - «Сохранение населения, здоровье и благополучие людей», т.к. обеспечивают задачу обеспечения населения продукцией аквакультуры за счет развития современных технологий производства кормов, сбалансированных по содержанию белка и аминокислотному составу, а также обогащенных биологически активными соединениями.

16. Мировому уровню соответствует сравнение характеристик различных гемоглобинов по ответу на действие активных карбонильных соединений. Эти исследования уникальны, аналогов подобных исследований до настоящего времени не было. Также мировому уровню соответствует сравнение антигипертензивных свойств четырех штаммов заквасочных культур лактобактерий при ферментации молока в моделях *in vitro* (измерение уровня ингибирования ангиотензин превращающего фермента) с последующей верификацией полученных результатов в

модели *in vivo* (с использованием модели SHR на животных) и анализ возможных механизмов, обуславливающих гипотензивный эффект у разных штаммов.

17. В СПбГУ продолжены работы с пангеномом земляничного клеща. Впервые установлено что вредоносные клещи рода *Aceria*, паразитирующие на луковичных однодольных (лук, чеснок, тюльпаны, лилии), способны длительное время выживать в грунте, переживать в почве химическую обработку и снова заражать новые растения.

18. В СПбГУ впервые описаны аллельные состояния природного трансгена у растений брусники, черники, клюквы нескольких видов голубики различного географического происхождения. На основании полученных результатов можно проводить филогенетические исследования диких видов и культурных сортов этих ягод, а также разработать процедуру контроля несанкционированного сбора лесных ягод.

19. В ВИРе **впервые в мировой практике** выделены основные гены-кандидаты, контролирующие окраску волокна хлопчатника.

20. Впервые в мире по результатам проведенного фенотипирования образцов вигны спаржевой в условиях Астраханской опытной станции – филиала ВИР **созданы** базы данных по урожайности, продуктивности, срокам созревания и другим хозяйственно ценным признакам.

Впервые в мировой практике при постгеномном исследовании образцов гороха овощного из коллекции ВИР определена структура пар генов-антогонистов, контролирующих переход к цветению (*LF*) или отсутствию цветения и неограниченный рост стебля в высоту (*TFL*).

21. Впервые в мире учеными ВИРа, что инокуляция гороха овощного коммерческим штаммом 245 сопровождается увеличением урожайности и замедлению перезревания большинства сортов овощного гороха.

6. Информация о достижении значений результатов предоставления гранта

№	Наименование целевых показателей	РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева		ФИЦ биотехнологии РАН		ФИЦИУ 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	32	60	86	19	19	20	22	7	7	23	38	16	16	173	220
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	4	3	3	3	3	1	1	1	1	3	4	2	4	17	20
2.	Доля иностранных исследователей центра в общей численности исследователей центра (процент)	2,2	2,88	0	0,98	0	0	0	0	0	8,33	2	4,35	0	0	1,48	2,00
3.	Доля исследователей центра в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей центра (процент)	33,0	33,65	54,00	61,76	50,00	73,08	53,00	54,28	55	58,33	54	56,25	60	60	48,29	52,57
4.	Численность российских и иностранных ученых, являющихся работниками центра и опубликовавших статьи в научных изданиях первого и второго кварталей,	63	63	47	50	21	21	16	23	5	5	43	43	19	19	214	215

10	(человек) Размер внебюджетных средств на исследования и разработки центра, (млн. руб.)	4,32	66,18	5,82	6,27	0,70	0,70	0,70	2,25	2,25	0,90	0,90	0,90	10,13	12,00	2,10	2,70	26,22	91,01
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 центра (единиц, нарастающим итогом)	23	24	15	17	3	3	3	8	9	1	1	1	11	23	4	4	65	80
12	Количество заявок на правовую охрану результатов интеллектуальной деятельности, поданных от центра, единиц	10	18	2	5	3	3	3	1	1	1	1	1	3	3	2	2	22	33
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 базах данных «Scopus» и (или) Web of Science Core Collection, соавторами которых являются	24	34	17	21	5	5	5	9	9	3	3	3	11	30	5	5	74	102

