

**Информационно-аналитическая справка о результатах
деятельности центра «Агротехнологии будущего»
за 1-й квартал 2023 года**

1. Сведения о кадровом составе центра

| № | Сотрудники | РГАУ- МСХ А имени К.А. Тимир язева | ФИЦ биотех нолог ии РАН | ФИЦ ИУ РАН | ВНИ ИСХ М | Почве нный инсти тут имени В.В. Докуч аева | СПб ГУ | ВИР имени Н.И. Вавил ова | Центр ИТОГО |
|----------|--|--|-------------------------------------|------------------|-----------------|---|-----------|--------------------------------------|----------------|
| 1 | Ведущие ученые, всего: | 28 | 66 | 17 | 22 | 7 | 20 | 18 | 178 |
| 1.1 | из них молодые исследователи (до 39 лет) | 8 | 38 | 13 | 11 | 4 | 5 | 6 | 85 |
| 1.2 | из них иностранные исследователи | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| 2 | Научные сотрудники (без учета ведущих ученых), всего: | 42 | 16 | 7 | 13 | 4 | 3 | 9 | 94 |
| 2.1 | из них молодые исследователи (до 39 лет) | 16 | 11 | 4 | 8 | 3 | 0 | 9 | 51 |
| 2.2 | из них иностранные исследователи | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 3 | Профессорско- преподавательский состав | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| 4 | Аспиранты | 108 | 5 | 2 | 4 | 0 | 10 | 3 | 132 |
| 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 | 21 | 11 | 3 | 6 | 0 | 3 | 1 | 45 |
| 6 | Административно- управленческий персонал | 2 | 1 | 3 | 2 | 0 | 0 | 2 | 10 |
| | ИТОГО: | 201 | 99 | 32 | 47 | 11 | 39 | 33 | 462 |

2. Сведения о научных исследованиях Центра.

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

1. Проведен синтез 2-х новых биологически активных веществ, дана химическая и физико-химическая характеристика синтезированных веществ. Проведены испытания 2-х новых синтезированных веществ по параметру защитно-стимулирующих свойств на льне-долгунце 2-х сортов, конопле технической 2-х сортов. Начата разработка проекта технических условий и технологического регламента на 2 защитно-стимулирующих комплекса. Выделены низкомолекулярные органические компоненты из отходов коноплеводства. Выделены микрокомпоненты из биомассы мяты перечной и лаванды. Проведен анализ строения, определены физико-химические характеристики выделенных веществ.

2. Проведен анализ параметров элементов формирования потока для управления поведением рыбы в искусственных каналах. Текущий уровень антропогенного воздействия на открытые водные источники свидетельствует о снижении качества поверхностного стока, постоянно растущем объеме забора воды в хозяйственных целях, оказывающих наибольшее значительное воздействие и наносящих ущерб гидробиологическим ресурсам водных источников. Процессы взаимодействия между субъектами гидробиоценоза вынуждают изучать механизмы взаимодействия между рыбой, водным потоком и гидротехническим сооружением (каналом), включая оптимизацию элементов гидротехнических сооружений, влияющих на экологическую безопасность водного источника в целом. Были отмечены основные закономерности формирования структуры турбулентного потока и его взаимодействия с гидротехническим сооружением (каналом), такие как пульсирующий характер водной среды, гетерогенная структура, градиентный характер и вихревая структура. Проанализированы преимущества и особенности

влияния трехмерных потокообразующих элементов на поведение рыбы. Разработана конструкция и методика проектирования донного потокообразующего элемента для управления поведением рыбы в речном потоке, обосновали геометрические параметры, создали оптимальную компоновку донных потокообразующих элементов в искусственных каналах. Предоставлена оценка использования технических решений для потокообразующих элементов существующих и реконструируемых рыбозащитных сооружений.

3. Выявлены регионально-типологические особенности лимитирующих агроэкологических факторов, определяющих сезонную динамику продукционного процесса и внутривидовое варьирование урожайности твердой яровой пшеницы в условиях вегетационного периода с нормальным и повышенным уровнем осадков при пониженных температурах стартового периода развития пшеницы в случае традиционных сроков сева: предшественник, экспозиция склона мезорельефа и открытые формы микрорельефа – которые определяют снижение урожайности на 10-50%. Установлены наиболее эффективные корректирующие действия с выбором лучшего районированного сорта (+7–20%), предшественника (типа севооборота - +30–100%), срока сева (+5–15%), дифференцированного применения азотных удобрений в условиях повышенного увлажнения и выраженного микрорельефа (+10–20%).

4. Проведена оценка селекционного материала урожая 2022 года, проверка на алкалоидность и подготовка образцов к посеву в селекционных питомниках в 2023 году. Определены элементы продуктивности сортов и перспективных номеров конкурсного испытания урожая 2022 года. Проведен сбор и анализ данных о факторах, лимитирующих продукционный процесс сортов люпина белого в полевых условиях.

5. Проводилась разработка мультиплексной системы диагностики сои на наличие бактериального ожога и ржаво-бурой бактериальной пятнистости. Конкретно - разработан метод мультиплексной ПЦР в реальном времени на основе флуоресцентных зондов TaqMan® для одновременного выявления патогенных

бактерий сои *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* и *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. Специфичность мультиплексного анализа подтверждена на 57 бактериальных штаммах, включая 25 целевых штамма патогенов, а также близкородственных видов и нецелевых патогенных и непатогенных бактерий, которые могут встречаться на сое. Разработанная мультиплексная ПЦР в реальном времени показала высокую чувствительность: положительная амплификация наблюдалась при концентрации ДНК в пробе более 0.01 нг/мкл. ПЦР-анализ в реальном времени для обнаружения *in planta* подтверждали распознаванием целевых патогенов в партиях семян сои, искусственно инокулированных каждой из целевых бактерий и образцов из производственных предприятий. Предполагается, что система будет использована для быстрой и экономичной диагностики двух основных возбудителей бактериальных болезней на сое.

6. 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.

7. Изучены функционально-технологические свойства различных видов коллагена и возможность использования его при разработке сметанных продуктов функционального назначения; показана перспективность применения коллагена для структурообразования молочных систем и повышения пищевой и биологической ценности продукции. Проведены исследования структурообразования в различных модельных средах, определено влияние концентрации коллагена на структурно-механические (показатели прочности, оценка деформационного профиля, оценка глубины релаксации, текстурного профиля) и физико-химические свойства модельных систем. Научно обоснована возможность использования коллагенсодержащего сырья со структурообразующими свойствами в молочных пищевых системах – установлено, что наиболее высокие структурообразующие свойства проявляют коллагены из говяжьего и рыбьего сырья.

8. Проведено два эксперимента по фенотипированию редиса (линейный материал предоставлен СПбГУ – колаборатором по Консорциуму) на режимах с разным интегралом суточной радиации (разные фотопериоды при одинаковой плотности потока фотонов) и при разном соотношении красного и дальнего красного света в спектре оптического излучения. Проведены отбор и подготовка проб материала для проведения выделения РНК и регистрации уровня экспрессии целевых генов фотоморфогенеза (запланировано на 2 квартал). Исследование с использованием анализирующих фонов на платформе в сочетании с методами молекулярно-биологического анализа проводится впервые. В частности, предполагается изучение экспрессии гена FT, связанного с фотопериодической реакцией растений. В рамках создания высокоэффективной системы феномного анализа продолжена работа по разработке протоколов скрининга селекционного материала и методических подходов к оптимизации режимов светокультуры с использованием для изучения растений методов анализа изображений на основе подходов компьютерного зрения и машинного обучения и соответствующего программного обеспечения.

9. Продолжены вегетационные эксперименты с целевыми культурами по физиолого-биохимическому изучению механизмов фоторегуляции морфогенеза и продукционного процесса у растений рукколы и базилика, а также календулы лекарственной – изучение возможности регуляции продукционного процесса при разном соотношении красного и синего света в спектре оптического излучения и в условиях действия монохроматического синего и красного света. На основании материалов фенотипирования ведется разработка Базы больших данных. Мировой уровень (новизна) исследования подтверждается сопоставлением данных экспериментов с аналогичными, проводимыми в лидирующих центрах по светокультуре (Университет Вагенинген и Исследовательский центр Филипс в Нидерландах, Мичиганский университет в США и др.).

10. Все предприятия агропромышленного комплекса любого вида деятельности и собственности должны вносить оплату негативного воздействия на

окружающую среду: образованием отходов, требующих консервации на специальных объектах (полигонах, свалках); химическими выбросами в атмосферу; загрязнением водоемов сточными водами. Предполагается взимание экологического налога в корреляции с интенсивностью загрязнения окружающей среды тем или иным предприятием или транспортным средством. В законодательстве Российской Федерации конкретные нормативы в настоящий момент не закреплены.

Сегодня актуально создание методов в сфере экологизации АПК которые будут способствовать и стимулировать предприятия как источники негативного техногенного воздействия на окружающую среду рационально использовать природный капитал. Фундаментально изменить существующую динамику природопользования можно с использованием больших возможностей технологии Blockchain. Создавая системы, основанные на токенах, можно фактически стимулировать и вознаграждать предприятия за действие, направленное на увеличение экологических ресурсов. Токены могут быть приобретены за счёт выбора более бережливых вариантов использования ресурсов, которые их сохраняют и пополняют. Авторами разработан оригинальный метод децентрализации принятия решений в сфере экологизации АПК основанный на технологии распределённого реестра Blockchain. В рамках предложенного метода предлагается выделять конечное количество токенов на определенную территорию (определённого уровня административно-территориального деления) на которой функционируют объекты и процессы АПК. Если какое либо предприятие осуществляет мероприятие экологически выгодное для наращивания природного капитала (атмосферного воздуха, водных ресурсов, почвенных ресурсов, снижения отходов, изменение структуры отходов, эффективное использование энергии), то данное предприятие может заработать больше токенов, с другой стороны если предприятие оказывает повышенное техногенное воздействие на природную среду то оно должно приобрести токены у других предприятий, что стимулирует выполнять различные действия вкладываясь в экосистему для заработка токенов. Таким образом, экологические услуги не нуждались бы в централизованном

управлении и исполнении, так как каждое предприятие АПК может инициировать природоохранные мероприятия (например очистит озеро, переключиться на альтернативные источники энергии, снизить выбросы вредных химических веществ) каждый мог бы очистить озеро или переключиться на возобновляемые источники энергии, чтобы заработать токены на покрытие необходимых других негативных воздействий тем самым оказывая экологические услуги. Это позволяет нам воспользоваться стимулом к рациональному природопользованию каждого предприятия в отдельности, что потенциально является гораздо более мощным механизмом, чем указания и предписания централизованных организаций адресованных к руководителям предприятий.

В мировом сообществе подобные технологии используются для построения крупных систем для поддержки экологической ситуации среди них например: WePower, Plastic Bank, Power Ledger, Electron, Sun Exchange. В России В сфере экологизации сельскохозяйственного производств подобные системы используются крайне слабо.

11. Проведено пополнение базовых коллекций современными сортами отечественной и зарубежной селекции. Сортообразцы размещены на территории Плодовой опытной станции (Китайская теплица), где в рамках направления отработывается технология введения в культуру ткани, массовое размножение и подготовка к реализации на торговой площадке университета. Введение в культуру ткани для массового размножения плодово-ягодных культур при подготовке к регистрации РИД: астра – 3 сорта; ирисы – 2 сорта; гейхера – 3 сорта; вишня – 2 сорта; хоста 15 сортов. Всего введено в культуру ткани: 25 сортов, для обеспечения научной и хозяйственной деятельности университета, путем пополнения коллекций новыми перспективными, оздоровленными сортообразцами и для реализации населению. Выполнено проведение гибродологического анализа биоресурсной коллекции по комплексу признаков с выделением источников и доноров хозяйственно-ценных признаков у цветочно-декоративных растений. Оценка образцов коллекции по методике «Оценка декоративности и перспективности,

устойчивости к факторам среды» Ларионов М.В., 2022. Проведен анализ 200 сортообразцов, заполнены карточки оценки декоративной ценности.

12. За отчетный период были собраны экспрессионные вектора (pBUE411, pBUE421) для доставки системы CRISPR/Cas9 в пыльцевые зерна лука репчатого (А. сера) для осуществления целевого редактирования генов LFS и CENH3. В базе данных Addgene проведен отбор векторов для осуществления экспрессии системы CRISPR/Cas9 в генеративных клетках пыльцевого зерна, с учетом следующих параметров: 1) размер вектора; 2) стабильность вектора; 3) наличие промотора гена, экспрессирующегося в пыльце. Проведен тщательный анализ научных статей за последние 5 лет в ведущих международных журналах с целью поиска генов, экспрессирующихся в пыльце. На основании данного анализа был подобран промотор для экспрессии гена Cas9 в пыльце. Подготовлен растительный материал для высадки в открытом грунте.

13. Получены новые данные об особенностях влияния возделывания пшеницы полбы в условиях органического севооборота на основные показатели качества зерна, оптико-компьютерным методом (11 января 2023 года был утвержден и введен в действие национальный стандарт ГОСТ Р 7062-2023 «Пшеница. Определение стекловидности оптико-компьютерным методом»). Определение стекловидности пшеницы оптико-компьютерным экспресс-методом заключалось в просвечивании зерен пшеницы направленным световым потоком, получении их электронного изображения с последующей программной обработкой, включающей коррекцию изображения, сегментирование, оценку показателей рассеяния света для каждого зерна, расчет общей стекловидности пшеницы, выражаемой в процентах. Для анализа использовался электронный диафаноскоп, состоящий из источника света, создающего равномерный световой поток не менее 200 люменов, и цифровой камеры в качестве фотоприемника. Стекловидность зерна исследуемых сортов полбы урожая 2022 года соответствует требованиям к зерну твердой пшеницы 1-го класса (не менее 85%). Стекловидность зерна сорта Янтаря существенно превышала показатели стекловидности зерна пшеницы полбы сорта Здрава (99% против 88% в

контрольном варианте). У обоих сортов наибольшая стекловидность была получена в вариантах обработки посевов препаратом 24-эпибрассинолид, регулятора и адаптогена, обладающего сильным антистрессовым действием. Научные данные позволяют рассматривать пшеницу полбу как перспективную культуру для переработки.

Заложены новые эксперименты в условиях фитотрона (12.02.2023) по изучению морфометрических показателей семян многолетних трав при применении препаратов адаптогенного действия. Получены новые данные подтверждающие перспективность бинарных посевов для получения органической сои. В совместных посевах сои с рожью установлено увеличение количества бобов и семян по сравнению с одновидовыми посевами на 40 %. Наиболее значимо масса семян увеличивалась при совместных посевах сои с люпином узколистным. Получены новые данные об изменении аминокислотного состава псевдозерновой культуры квиноа под влиянием абиотических и биотических стрессоров.

14. Разрабатывалась технология позволяющая проводить пространственно-распределенный мониторинг состояния посевов в режиме реального времени, не требующая обслуживания во время полевого сезона, дающая полный набор параметров необходимый для моделирования урожайности зерновых. Разработка устройства ведется под руководством автора электронной платформы устройства, Нобелевского лауреата, профессора Университета Тушии (Италия) Рикардо Валентини. Основные усилия в 1-м квартале были направлены на анализ данных полевых испытаний датчиков на полях в условиях как исследовательских посевов, так и реальных сельхоз предприятий - Омского ГАУ, ФАНЦ Юго-Востока, ФНУ биологических систем и агротехнологий РАН, Самарского НИИСХ имени. Н.М. Тулайкова, Руском Агро (Омская область) и подготовки публикаций по ним. Параллельно велась доработка ПО «Кондотьер» для коммерческого применения и предоставления образцов потенциальным промышленным партнерам.

15. Изучена генотипспецифичность эмбриогенной отзывчивости в культуре изолированных микроспор гомозиготных (ЛУГ, инбредные линии) и

гетерозиготных (F1-гибриды, линии высокой степени гетерозиготности) генотипов капусты белокочанной (*B.oleracea* L.). Изучена генотипспецифичность образования проростков из микроспорогенных эмбриодов Brassica и связь прямого прорастания эмбриодов с их морфологической зрелостью. В результате анализа генотипспецифичности эмбриогенной отзывчивости в культуре изолированных микроспор 56 гомозиготных (ЛУГ, инбредные линии) и гетерозиготных генотипов (F1-гибриды, линии высокой степени гетерозиготности) капусты белокочанной (*B. oleracea*) отмечено, что соотношение высоко и средне отзывчивых к низко и неотзывчивым одинаково для гомозиготных 27,3/72,7 % и гетерозиготных 24,5/75,5 % образцов; соотношение отзывчивых генотипов (совокупность высоко, средне и низко отзывчивых) к неотзывчивым по каждой группе также имело сходство – 63,6/36,4% для группы гомозиготных и 50/50% для группы гетерозиготных генотипов.

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

1. Проведены исследования эффективности полученного в ходе предыдущих исследований препарата «АгроХит Плюс» (гидролизат хитозана, ГХ), с молекулярной массой основной фракции 30-40 кДа) для обработки плодов томата в послеуборочный период для сохранения качества растительной продукции. Методом радиального роста определены концентрации ГХ необходимые для ингибирования роста *B. cinerea* и *A. alternata*, которые составили 4 и 6 мг/мл. В указанных концентрациях на 3 день культивирования наблюдали ингибирование радиального роста культуры *B. cinerea* от 84 до 100%, культуры *A. alternata* 97-100%, на 7 день 55-76% и 86-91%, соответственно. Ввиду проявляемых фунгицидных свойств ГХ имеет потенциал для использования в качестве защиты плодов от инфицирования фитопатогенными грибами, в том числе *B. cinerea* и *A. alternata*. Таким образом, ГХ будет способствовать снижению порчи сельскохозяйственной

продукции при хранении. В настоящее время начаты регистрационные испытания препарата «АгроХит Плюс» в качестве фунгицида. Заложены полевые опыты по предпосевной обработке семян злаковых против ряда патогенов на культурах озимой пшеницы и ячменя, в весенний сезон будет проведен посев пшеницы яровой.

2. Проведен метагеномный анализ полученной в 2022г из торфяно-болотной почвы накопительной культуры на ксилане. Получена библиотека метагеномной ДНК и проведено ее секвенирование на платформе Иллюмина.

3. Проведена серия работ по культивированию штаммов *Penicillium chrysogenum* ВКМ F-4876D, *Bacillus subtilis* ВКПМ В-2895 в ферментационных установках объемом 100 л и 1 м³. Проведена серия работ по получению гомогенизированной биомассы *P. chrysogenum*. Проведена работа по определению противогрибной активности полученной готовой формы биотехнологического препарата на тест-культурах – *F. oxysporum*, *B. cinerea*, *S. sclerotiorum*. Продолжается работа по получению опытных образцов биотехнологического препарата для проведения регистрационных испытаний.

4. Начаты работы по молекулярной паспортизации сортов и линий перца и баклажана с помощью мультилокусного анализа генома. Создана коллекция ДНК селекционных линий сортов перца и баклажана; на основе анализа 5 сортов каждой культуры протестировано суммарно 28 микросателлитных маркеров и проведен отбор маркеров, позволяющих выявлять межсортовой геномный полиморфизм. С использованием 5 микросателлитных маркеров проведено генотипирование 42 сортов перца коллекции ФНЦО. Проводится статистическая обработка полученных данных генотипирования для создания молекулярных паспортов сортов перца. Также, начаты работы по идентификации и структурно-функциональной характеристике новых генов транспортеров углеводов семейства SWEET, определяющих содержание и состав сахаров в фотосинтезирующих и запасующих органах.

5. Проведен анализ опасных гидро и метеорологических явлений, наносящих значительный ущерб сельскому хозяйству России, а также деградацией почв в

зависимости от региона. Сформирован пул потенциальных ценных признаков редактированных растений, повышающих устойчивость к абиотическим стрессам, и проведен скрининг множества генов-мишеней (и связанных с ними фенотипов) с целью их последующей идентификации при проведении оценки рисков.

6. Проведена оптимизация получения микрорастений гибридов F1 томатов иностранной селекции, которые используются в промышленных посадках в тепличных комплексах РФ. Проведен скрининг составов различных питательных сред, определены характеристики LED-освещения в световых установках. Разработана методика получения *in vitro* микрорастений гибридов F1 томатов иностранной селекции. Заложены эксперименты по оценке влияния искусственного LED-освещения на стадии получения рассады, а также готовой продукции различных сортов томатов российской селекции.

7. Начато создание первого в России гибридного биореактора нового поколения объемом до 1,0 м³, позволяющего увеличить продукцию биогаза из с/х и животноводческих отходов за счет направленного воздействия электрического тока низкого напряжения на анаэробное микробное сообщество.

8. Проведен анализ современного состояния вопроса разработки математических моделей компостирования биоорганических отходов и их экспериментальной валидации, включая применение методов машинного обучения, сверточных нейронных сетей. Проанализирована система переменных, отражающая физико-химические и биологические характеристики сырья и готового биокомпоста, а также переменные технологического процесса, включая динамику изменения физико-химических и биологических свойств компостируемого материала, фильтрата, конденсата, отработанного воздуха и технологических параметров.

9. Из осадков прибрежной зоны озера Эльтон получена накопительная культура метаноокисляющих микроорганизмов, растущая на средах с высоким содержанием солей (до 33 ‰). Молекулярное профилирование состава сообщества по генам 16S рРНК выявило в качестве его основных компонентов бактерий родов *Methylo Marinum*, *Thalassospira* и *Methylophaga*. Полученный микробный консорциум

был способен к быстрому росту на природном газе в ферментере со скоростью потока 0.2 ч⁻¹ на минеральной среде, состав которой соответствует составу морской воды.

10. Для получения растительных аналогов кисломолочных продуктов (растительных йогуртов, кефиров и т. п.) очень важно повысить эмульгирующую активность изолятов горохового белка в умеренно кислой среде. В ходе исследований было изучено влияние на эмульгирующую активность в такой среде (рН 5) изолятов белка гороха сортов «Амиор» и «Родник» ограниченного протеолиза рядом коммерчески доступных ферментов: химотрипсином, папаином, трипсином и протозимом С. Было обнаружено, что обработка всеми четырьмя ферментами повышала индекс эмульгирующей активности изолятов, но в разной степени, при использовании химотрипсина и трипсина в некоторых экспериментах оно было более чем полторакратно. В целом же для производства продукта «Растительный йогурт» с рН около 5 рекомендуется использовать трипсин (наиболее предпочтительно) или химотрипсин.

С целью разработки комбинированных заквасок на основе отобранных на предыдущих этапах работы коллекционных штаммов молочнокислых бактерий были проведены исследования по созданию ассоциации культур микроорганизмов *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis* и *Lactocaseibacillus paracasei*. Были изучены: биосовместимость бактериальных культур; активность кислотообразования в смешанных культурах при культивировании на молоке; антагонистическая активность ассоциаций по отношению к условно-патогенным микроорганизмам; подбор соотношения исследуемых штаммов в ассоциации; оптимальная продолжительность роста культур в ассоциации.

11. Ведется создание штаммов-продуцентов хитиназ, относящихся к 18 и 19 семейству гликозил-гидролаз. В ген *chit19*, кодирующий хитиназу из росянки *Drosera capensis*, были внесены 2 мутации E154A и E137A, направленные на элиминирование хитинолитической активности хитиназы GH19. Мутантный ген

chitmut19 клонирован в ранее разработанный вектор pPIG для экспрессии в дрожжах *P.pastoris*. Предложенные мутации были введены для доказательства теории о том, что в хитиназах GH19 каталитический центр фермента не связан с участком белковой глобулы, обеспечивающей фунгицидную активность.

На базе ЦКП «Промышленные биотехнологии» проведены ферментации рекомбинантных штаммов *Penicillium verruculosum* серий Man, Gal и Pel на ферментационных установках КФ 104/3 (Проинтех, Россия). Используя распылительную сушку Buchi В-290 (Buchi, Швейцария), были получены ферментные препараты маннаназы, альфа-галактозидазы и пектиназы в количестве ~10 г каждого.

12. Произведен поиск антигенов вируса гриппа В в базах данных и научных публикациях. Выбраны антигены вируса гриппа В для создания рекомбинантной кандидатной вакцины от данного заболевания. В качестве носителей антигенов вируса гриппа В планируется использовать белок оболочки вируса гепатита Е, белок оболочки растительного вируса, флагеллин бактерии *Salmonella typhimurium*.

13. Уточнены аннотации ранее определенных геномов лактофагов. Созданы конструкции для мутагенеза рецепторов лактобактерий, распознаваемых фагами рода *Sedovirus* с помощью ранее созданной системы транспозонного мутагенеза. Проведены работы по поиску новых изолятов фагов ихтиопатогенных бактерий.

14. Проведены работы по созданию на основе CRISPR/Cas технологии для высокочувствительной детекции бактериальных фитопатогенов на примере *Erwinia amylovora*. Предложена новая схема проведения тестирования, включающая две амплификации – с использованием CRISPR/Cas системы и нанозима (каталитически активной наночастицы). Получены и охарактеризованы конъюгаты магнитных наночастиц (МНЧ) с одноцепочечными ДНК-мишенями, генерирующие сигнал при гидролизе активированной эндонуклеазой Cas12a. Получены и охарактеризованы конъюгаты Pt-нанозима с одноцепочечными ДНК, комплементарными ДНК-мишеням на поверхности МНЧ. Проведена оптимизация режима взаимодействия нуклеопротеинового комплекса (гидовая РНК – Cas12a) с целевым ДНК

фрагментом, обеспечивающим селективность анализа в отношении выбранного фитопатогена. Выбраны оптимальные температурные режимы для проведения молекулярных взаимодействий (37 °С) и генерации сигнала (комнатная температура). Проведена апробация тест-системы для выявления клеток *E. amylovora*.

15. В рамках исследования по проекту «Молекулярно-генетические исследования микроорганизмов, используемых в отечественном виноделии» были получены препараты геномной ДНК для трех новых штаммов дрожжей С 1-2, S 1-2 и М 1-2 вида *Saccharomyces cerevisiae*, выделенных на предыдущем этапе из винодельческого региона Крыма, в районе винодельни СПК «Терруар».

16. Проведена пробоподготовка образцов, необходимая для секвенирования виромов образцов винограда Донской ампелографической коллекции. Из растительных образцов выделена тотальная РНК в количестве, достаточном для секвенирования и валидации полученных данных. Из препаратов РНК проведено удаление геномной ДНК и рибосомальной РНК, проверено качество полученных образцов РНК для подготовки библиотек на следующем этапе проекта.

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 разработки полнофункционального макета АИС с наполненными информационными базами, необходимыми для решения задач управления в интересах выбранного сельхозпроизводителя и всех обеспечивающих организаций, получены следующие основные результаты:

1.1. Выбран сельхозпроизводитель с целью отработки экспериментов на основе полученных результатов.

1.2. Определены задачи управления по проведению эксперимента.

1.3. Проводится обследование имеющихся у сельхозпроизводителя информационных баз, необходимых для решения выбранных задач управления.

2. В рамках направления «Исследование и разработка Цифровой Платформы совместного использования данных дистанционного зондирования Земли в интересах АПК России (ЦПДЗЗ)» в части разработки полнофункционального макета системы ДЗЗ с наполненными информационными базами, необходимыми для решения задач управления в интересах выбранного сельхозпроизводителя и всех обеспечивающих организаций, получены следующие основные результаты:

2.1. Выбран сельхозпроизводитель с целью отработки экспериментов на основе полученных результатов.

2.2. Определены задачи управления по проведению эксперимента.

2.3. Проводится обследование имеющихся у сельхозпроизводителя информационных баз, необходимых для решения выбранных задач управления.

3. В рамках направления «Исследование и разработка Цифровой платформы информационно-аналитической поддержки научно-исследовательской деятельности в области АПК» (ЦПИАП) в части разработки полнофункционального макета ЦПИАП с наполненными информационными базами, содержащими не менее 20 млн. документов на русском и английском языках по тематике АПК, получены следующие основные результаты:

3.1. Выполнена интеграция модулей пользовательского интерфейса и центрального программного ядра ЦПИАП.

3.2. Определен состав источников для наполнения информационных баз полнофункционального макета ЦПИАП документами по тематике АПК на русском и английском языках. В состав источников вошли агрегаторы научных публикаций на русском и английском языках, информационные порталы патентных ведомств.

3.3. Определена модельная задача для апробации полнофункционального макета ЦПИАП: построение научного и патентного ландшафта, выявление перспективных технологий и направлений исследований в области севооборота зерновых культур.

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

1. Из отобранных на экспериментальном поле с севооборотом в Вологодской ГМХА осенью 2022 года 48 образцов почвы под ячменем, озимой пшеницей и вико-овсяной смесью приготовлены индексированные библиотеки по гену 16S рРНК для высокопроизводительного секвенирования. Секвенирование этих библиотек будет выполнено в конце 2023 года, когда будет приготовлена последняя партия из 5-летнего цикла севооборота.

2. Проведены работы по корректировке лабораторных регламентов производства линейки микробиологических препаратов. Было изучено влияние различных питательных добавок (микробный белок, витаминно-минеральная добавка концентрат, концентрированная патока). Показано, что использование этих добавок способствует увеличению титра эндофитных бактерий в 1,6-2 раза. Оптимизированы режимы аэрации для культивирования каждого штамма эндофитных бактерий.

3. Проведена подготовка образцов биологически активных минеральных удобрений на различных носителях для передачи их партнерам с целью проведения вегетационных и полевых опытов в различных регионах РФ.

4. Изучены штаммы, локализующиеся в корневых клубеньках реликтовых бобовых растений, произрастающих в разных регионах РФ. Определены параметры растительно-микробных взаимодействий, связанные с географическим происхождением растения-хозяина: видовая специфичность, а также широта спектра симбионтной и эндофитной микрофлоры клубеньков.

5. Проведена подготовка к закладке серии вегетационных опытов по выращиванию растений вики и клевера, обработанных модифицированными монокультурами соответствующих реликтовых симбионтов (*Rhizobium leguminosarum* шт. 0626 и *Rhizobium leguminosarum* шт. 1365) и их различными комбинациями с препаратами ассоциативной микрофлоры. Соответствующие

опытные биопрепараты получены посредством глубинного культивирования в подобранном технологическом режиме на разработанных питательных средах. Определена жизнеспособность клеток ризобий на семенах соответствующих растительных хозяев. Определены нормы расхода биопрепаратов, составлена методика инокуляции семян и технология выращивания соответствующих инокулированных агрокультур. По результатам проведения вегетационного опыта планируется оценить эффективность различных элементов технологии получения и применения инокулянтов на основе *R. leguminosarum* шт. 0626 и *R. leguminosarum* шт. 1365 как средства реализации потенциала продуктивности бобово-ризобиального симбиоза у растений вики и клевера соответственно.

6. Проведена чистка культур АМ-грибов с оцененными микробиологическими характеристиками активности и симбиотической эффективности, проведена их идентификация, изоляты подготовлены для оценки эффективности в полевых условиях. С применением метода MACE-Seq проводится анализ механизмов формирования эффективной АМ в модельной тест-системе (*Medicago lupulina* + *Rhizophagus irregularis*) с участием высокомикотрофной растительной линии MIS-1. Для описания схем формирования эффективного АМ-симбиоза поставлен вегетационный эксперимент в модельной тест-системе для анализа экспрессии генов.

7. На основании сравнительного анализа протеомов клубеньков гороха сорта Frisson, инокулированных эффективными (1026, K9 и K19) и неэффективными (Vst36-3, 1Г1, K3) штаммами *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*, проведен поиск кальций-регулируемых протеинкиназ (CDPK) и регуляторов метаболизма фосфолипидов, необходимых для развития эффективного симбиоза. Гомологичные белки найдены у бобового растения *Medicago truncatula* со сходным типом клубенькообразования и проводится *in silico* анализ их влияния на эффективность симбиоза.

8. Проводятся эксперименты по оптимизации методов геномного редактирования (создаются векторы с набором специфичных маркеров,

подбираются условия для увеличения эффективности трансформации) для получения растений гороха с повышенной активностью митоген-активируемых протеинкиназ, стимулирующих клубенькообразование.

9. Поставлены вегетационные эксперименты, в ходе которых семена гороха сорта Frisson обрабатывались инсектицидным протравителем семян Имидор Про, а растения гороха обрабатывались контактно-кишечным инсектицидом Фаскорд.

10. Осуществлен анализ результатов скрининга генотипов столовой свёклы по устойчивости к ионам алюминия и проведены дополнительные эксперименты, на основе которых выбраны контрастные по изучаемому признаку генотипы для дальнейшего изучения роли иммобилизирующих алюминий бактерий в устойчивости свёклы к этому токсиканту.

11. Собран геном хлоропласта люцерны хмелевидной *Medicago lupulina*, играющего важную роль в антивирусной защите растительной клетки. Последовательность генома хлоропласта *Medicago lupulina* была определена с использованием технологий высокопроизводительного секвенирования (Oxford Nanopore и Illumina). Размер генома хлоропласта составил 118 т.п.н., в его составе выявлено 86 белок кодирующих ОРС, 11% которых, как показано впервые, были гомологичны последовательностям вирусов бактерий.

12. Проведен подбор генотипов гороха посевного из коллекции ВИР для проведения оценки содержания флавоноидов в корнях растений гороха. Заложен эксперимент по инокуляции серии сортов гороха препаратом клубеньковых бактерий «Ризоторфин»; семена растений из эксперимента будут собраны в фазе технической спелости для проведения метаболомного анализа.

13. Продолжено изучение белков, формирующих протеазоустойчивые белковые агрегаты в семенах линий посевного гороха *Pisum sativum* L., отличающихся по происхождению, содержанию белка и направлению использования: получены генетические конструкции для секреции белков растений на поверхность клеток бактерий для последующего детального анализа свойств формируемых ими агрегатов. Начаты работы по исследованию

влияния протеазоустойчивых белковых агрегатов растений на агрегацию белков человека.

14. Завершен эксперимент по оценке динамики разложения целлюлозосодержащих субстратов с внесением трех контрастных субстратов (солома овса, костра конопли, солома пшеницы) с «перекрестной» инициацией разложения различных субстратов, заложенный в марте 2022 года, т.е. через 6 месяцев экспозиции с использованием целлюлозолитических сообществ, селективированных из двух контрастных типов почв с использованием двух субстратов. Завершены анализы полноты разложения во всех вариантах. Проведено выделение ДНК из всех образцов соломы овса и соломы ячменя. Приготовлены ампликонные библиотеки гена 16S рРНК для высокопроизводительного секвенирования.

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

1. Проводился анализ полевых данных, полученных в прошлые годы. Были установлены новые параметры георадарной и дистанционной съемки, которые можно использовать в качестве интегральных параметров, характеризующих состояние почв и посевов. Впервые было установлено, что в качестве локального интегрального параметра может быть использован вес почвы, который может быть достаточно просто диагностирован на основе данных георадарной съемки. Намечен план полевых работ 2023 года для подтверждения выдвинутой гипотезы и апробации новых подходов, построенных на ее основе.

2. Проведен анализ спутниковых данных на территорию исследований, полученных осенью 2022 года. На его основе уточнена карта начальных стадий деградации почв. Намечены дополнительные точки полевых обследований для верификации точности предложенного в 2022 году индекса корки почвы.

3. Проведено теоретическое обоснование нового метода оценки качества почв, основанного на методах пространственного анализа и имитационного

моделирования роста сельскохозяйственных растений. Для калибровки и верификации метода запланированы полевые исследования. Начаты работы по созданию геоинформационной базы на тестовый участок, который планируется использовать для калибровки и верификации используемых для оценки моделей.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

1. В рамках изучения механизмов регуляции стволовых клеток растений и развития меристем были получены данные о содержании метаболитов в корнях и побегах трансгенных растений со сверхэкспрессией азот-регулируемого гена MtCLE35, а также в корнях и побегах растений с отредактированным геном MtCLE35. Кроме того, проведена оценка количества симбиотических клубеньков и активности нитрогеназы у растений с отредактированным геном MtCLE35 при различных уровнях нитрата в среде.

2. По теме изучения горизонтального переноса генов от агробактерий к растениям проведена систематизация данных о полиморфизме последовательности *rolB/C*-подобного гена, реконструированы его аллельные состояния у образцов, относящихся к 10 видам исследуемого рода. С использованием ДНК-маркера, разработанного на основе последовательности изучаемого гена, показана гибридная природа ряда сортов американской голубики. подготовлены 2 публикации, отражающие основные результаты работ за предыдущие этапы.

3. В рамках направления «Микробиом мерзлотных почв и разработка теории земледелия в Российской Арктике» проведено изучение динамики эмиссии углекислого газа почвами фоновых территорий, залежных земель и теплиц ЯНАО с целью оценки роли почвенных процессов в регулировании стабилизации органического вещества. Проведены работы по цифровому картографированию агропочв Арктики с помощью современных методов машинного обучения.

4. В рамках темы «Получение растений – продуцентов белков-иммуномодуляторов сельскохозяйственных животных» разработан новый подход

повышения эффективности трансформации дрожжей *Komagataella phaffii*, основанный на использовании разделенных селективных маркеров. На уровне транскриптома изучено влияние аминокислоты фенилаланина на экспрессию генов у *K. phaffii*. Получены векторы экспрессии с модифицированным геном бычьего интерферона, Подтверждено присутствия рекомбинантного интерферона курицы в трансгенных растениях люцерны методом вестерн-блота.

5. В рамках темы по изучению генетического разнообразия и морфо-функциональных адаптаций к паразитизму у клещей-вредителей растений получены новые данные по эриофиоидным клещам с дикорастущих и культивируемых однодольных и двудольных. Впервые выявлен феномен паутиноплетения у галловых клещей и описан комплекс внутренних структур, отвечающих за синтез белков паутины у эриофиоидов. Продолжены работы по идентификации высоконсервативных белков в геномах клещей для проведения филогеномного анализа.

6. В рамках направления “Функциональная протеомика и метаболомика бобовых растений” начаты работы по выявлению механизмов, лежащих в основе устойчивости семян бобовых растений. Для этого прорастающие семена были заморожены в жидком азоте на стадиях до и после проклевывания зародышевого корешка. После перемалывания в барабанно-шаровой мельнице с полученным материалом была проведена многоступенчатая экстракция, и полученные экстракты были проанализированы с помощью газовой и жидкостной хромато-масс-спектрометрии. Начата биоинформатическая обработка полученных результатов.

7. В рамках проекта по изучению микробиомов кишечника различных популяций и видов олигохет, пригодных для вермикомпостирования готовится публикация о сравнительном анализе микробиома пищеварительной системы почвенной олигохеты *Eisenia fetida*, культивируемого в стандартном субстрате и иле с водоочистных сооружений. Для метагеномного секвенирования переданы 146 проб тотальной ДНК из экспериментов по культивированию на илах водоочистных сооружений олигохет видов *Dendrobaena veneta* и *Dendrodrillus rubidus*, из

эксперимента по культивированию *Eisenia fetida* и *Dendrobaena veneta* на конском навозе (для выявления бактерий, потенциально эффективных в переработке данных субстратов), а также из козьего навоза и куриного помета, чтобы установить нормальный состав микробиома перед экспериментами с культивированием на этих субстратах. Результаты секвенирования ожидаются в текущем месяце.

8. В рамках работы по изучению синтеза флавоноидов у ржи в условиях фитокомнаты получено второе поколение гибридов от скрещивания озимой длинностебельной фиолетовозёрной формы, богатой флавоноидами, с яровым короткостебельным сортом ржи. Скрещивания проводятся для переноса ценного признака фиолетовозёрности от инбредной линии на генотипический фон районированного сорта ржи с целью увеличения урожайности фиолетовозёрной формы.

9. В рамках направления “Выявление и редактирование основных генов, регулирующих соматический эмбриогенез и регенерацию у растений” получены растения-регенеранты, трансформированные конструкцией для редактирования гена *MtWOX2*, стимулятора каллусообразования, а также конструкцией для редактирования гена *MtCLE16*, ингибитора соматического эмбриогенеза.

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

1. Продолжены работы с выборкой яровой мягкой пшеницы из 186 образцов. Ранжированы данные по фенотипированию образцов за 2022 год из четырех эколого-географических зон: Северо-запад РФ (Санкт-Петербург, г. Пушкин), Северный Кавказ (Дербент, Дагестанская опытная станция - филиал ВИР), Поволжье (Самарская область, Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства), Западная Сибирь (Омская область, Омский Аграрный Научный Центр). Были выделены уникальные образцы, у которых отдельные или группы признаков проявляются в нескольких местах изучения.

2. Выявлены два сорта (Ангара-86 (и-632880) и Фора (и-632915)), которые имели во всех пунктах изучения короткий период всходы-колошение и два образца, которые во всех пунктах изучения имели самый длинный период всходы-колошение(и-632956 и и-632957). Были выделены пять образцов, которые характеризовались очень коротким периодом всходы-колошение в Пушкине, Самаре и Омске, но имели длинный период в условиях Дагестана - ГДС-11 (и632837), Императорка (и-632841), Шадринская (и-632893), Новосибирская-22 (и-632895), и-632968.

3. Выявлены короткостебельные образцы, и образцы, характеризующиеся высокорослостью для всех четырех эколого-географических зон изучения. Определено 75 образцов пшеницы, устойчивых к полеганию. Не обнаружены образцы мягкой пшеницы с устойчивостью к мучнистой росе и бурой ржавчине для всех зон изучения. 21 образец показал высокую полевую устойчивость к стеблевой ржавчине в двух местах изучения (Республика Дагестан и Самарская область).

4. Максимальной длиной колоса во всех точках изучения характеризовались образцы Голубка (и-632839), Удача (и-632913) и и-632925. Компактный колос отмечен у образцов и-632950 и 632962. В трех пунктах изучения (Самарская область, Санкт-Петербург и Омская область) выявлено восемь образцов, имеющих большое количество колосков в колосе. Низкое число колосков в колосе во всех пунктах изучения имели местные сорта пшеницы, для которых характерен рыхлый колос, с небольшим числом колосков. Три образца пшеницы (и-632990, 633010, 633011) характеризовались высокой озерненностью колоса во всех пунктах изучения. Высокая масса зерна с главного колоса в четырех пунктах изучения отмечена у: Грекум-114 (и-632884), Жница (и-632885), Иртышанка10 (и-632887). Мало продуктивный колос был у 11 местных сортов пшеницы. Крупное зерно во всех четырёх точках изучения имели 22 образца .

5. Образцы выборки пшеницы (186) подготовлены к посеву 2023. Для условий Санкт-Петербурга семена отобраны для посева в двукратной повторности на делянках площадью 1м². В Омском АНЦ и Самарском НИИСХ также подготовлен

материал для посева из урожая 2022 г. Образцы на Дагестанской ОС – филиале ВИР высеяны осенью 2022 г. и показали дружные всходы.

6. За отчетный период был произведен анализ натурной массы образцов выборки мягкой пшеницы, выращенных в условиях Самарской области. Среднее значение выборки составило 764 г/л. Также проведена. Оценка стекловидности зерна сортообразцов, выращенных в условиях Омской и Самарской областей. Среднее значения общей стекловидности составило 44 % и 35 % соответственно.

7. С использованием ИК-анализатора «Инфарматик» в созданной в рамках НЦМУ лаборатории технической оценки зерна определены такие показатели качества зерна пшеницы, как влажность, протеин и зольность для образцов, изучаемых в полевых условиях Санкт-Петербурга, Омской и Самарской области. Влажность варьировала от 8,0 до 8,9 %. Показатели содержания протеина: 12,0-20,7 % (Ленинградская область), 12,4-22,4 % (Самара), 14,3-25,7 % (Омск). Зольность: 1,70-2,80 %, 1,58-3,45 %, 1,60-2,89 % соответственно. Было определено число седиментации образцов. Средние значения составили 61, 61 и 57 мл соответственно.

8. В первом квартале 2023 г. проведен анализ полевых данных выборки из 200 образцов овса. Выполнен отбор зерна изученных в полевых условиях 2022 г. образцов овса для весеннего посева в поле.

9. Пополнена база данных (реестр) по изучению 2021 г. результатами полевого изучения 2022 г. набора из 200 образцов овса по 15 признакам.

10. Проанализировано на содержание β-глюканов 100 образцов ярового овса голозерных и пленчатых форм урожая 2022 г, выращенного на полях Пушкинских лабораторий ВИР (Санкт-Петербург). Данные получены с использованием разработанного нами модифицированного щелочного метода (Попов и др., 2021).

11. Выявлены образцы с высоким содержанием β-глюканов: к-7989 (4,39), к-2895 (4,43), к-7751 (4,49), к-5065 (4,53), к-8727 (4,54). Низкое содержание отмечено у образцов (%): к-15229 (2,72), к-15086 (2,87), к-14717 (2,91), к-15085 (2,94), к-15116 (2,95). Данные будут использованы в работе по построению калибровочной кривой с использованием БИК-спектроскопии (зерновой модуль) для экспресс-анализа зерна.

12. Проведен анализ полевых данных и отбор зерна изученных в полевых условиях 2022 г. двурядных образцов ячменя для посева в 2023 г. Проведен колосовой анализ образцов ярового ячменя репродукции 2022 г. по признакам: длина колоса, количество колосков в колосе, количество зерне в колосе, вес главного колоса, масса 1000 зерен.

13. Пополнена база данных (реестр) по изучению 2022 г. результатами анализа колоса (длина колоса, количество колосков в колосе, количество зерне в колосе, вес главного колоса, масса 1000 зерен) репродукции 2022г.

14. Выделены источники по длине колоса (длина колоса более 8 см): среди пленчатых образцов к-30846, к-23682, к-19016, к-16886, к-31491, к-31487, к-5151, среди голозерных образцов к-27345.

15. Выявлены крупнозерные образцы среди пленчатых образцов (масса 1000 зерне более 58 г): к-30301, к-29040, к-19928, к-5151, к-5159, к-23682, к-31491, к-20360. Выделены образцы, имеющие вес зерна с главного колоса более 1,2 г: пленчатые - к-31487, к-24709, к-8514, к-30846, к-31363, к-28163, к-31491, к-16886 и к-19016; голозерные - к-29440 и к-27345.

16 Проведены фенологические наблюдения сформированной ранее выборки сортов яблони в условиях Волгоградской области, зафиксирован растительный материал для выделения ДНК.

17. Инициировано формирование новой выборки из 92 образца картофеля из коллекции ВИР. Выборка была ранее генотипирована и включает в себя 68 сортов и 2 селекционных клона отечественной селекции, в том числе сорта, для которых в Гербарии WIR оформлены номенклатурные стандарты, 8 зарубежных сортов и клонов, а также 14 образцов аборигенных андийских и чилийских картофелей. Большая часть выборки – 88 образцов -- поддерживается в виде пробирочных растений.

18. Апробированы сконструированные ранее праймеры для идентификации однонуклеотидной замены, обнаруженной в экзоне гена TFL1 гороха. Фенотип-

специфичной реакции не отмечено. Сконструированы и успешно апробированы праймеры для ресеквенирования третьего экзона гена LF гороха.

19. Продолжено изучение влияния дополнительной инокуляции штаммом *Rhizobium leguminosarum* 245a на растения шести коммерческих сортов овощного гороха. Для трех наиболее отзывчивых сортов начат эксперимент с применением нового перспективного штамма. Препарат ризоторфин марки ULTRASTIM® и чистые культуры бактериальных штаммов получены от Института сельскохозяйственной микробиологии (ФГБНУ ВНИИСХМ, г. Санкт-Петербург). В настоящее время семена инокулированы в соответствии с планами опытов и высеяны в полевые условия.

20. На полях Крымской ОСС - филиала ВИР ведется семеноводство овощного гороха сорта Патриот на площади более 90 га.

21. Подготовлена к посеву выборка спаржевых сортов вигны - *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (группа сортов *sesquipedalis*) в рамках создания конвейеров сортов бобовых культур с заданными свойствами (вторая повторность) для изучения в условиях Астраханской обл.

22. Подготовлена к посеву выборка из 200 образцов сои, контрастных по ряду признаков, для углубленного изучения в условиях Адлерской (Краснодарский край) и Дальневосточной (Приморский край) опытных станций – филиалов ВИР.

23. Проведена подготовка семян арахиса для проведения биохимического анализа по содержанию белка и жирно-кислотного состава.

24. Завершена разработка элементов технологии ускоренной целенаправленной селекции сортов для экономичной промышленной бахчи. Получены маркированные доноры нового поколения для ускоренного целенаправленного создания сортов арбуза кустовой формы, характеризующиеся среднеспелостью, высокой урожайностью и высокими вкусовыми качествами, отличной транспортабельностью и длительностью сохранения товарных качеств. Технология позволяет получать экономически эффективные сорта арбуза, не

уступающие, а по совокупности признаков превосходящие иностранные гибриды для промышленного производства.

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

1. **14.01.2023г.** Сотрудниками НЦМУ РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева проведен Мастер-класс для школьников ГБОУ СОШ 1576 г. Москвы по зерновым культурам, приняло участие 24 школьника.
2. **25.01.2023г.** Сотрудниками НЦМУ РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева проведен Мастер-класс для школьников ГБОУ СОШ N 1223 г. Москвы «Хлеб-всему голова». Обучающиеся узнали о важнейших зерновых культурах и научились распознавать их по зерну и соцветиям, в конце занятия ответили на вопросы викторины, приняло участие 26 школьников.
3. **26.01.2023г.** В ВИР прошел Семинар «Применение полногеномного секвенирования для генотипирования зерновых культур» для молодых ученых и сотрудников лаборатории Агротехнологии будущего ВИР. 25 участников. Розовый зал ВИР. (Отв. исполнитель – Ухатова Ю.В., специалист лаборатории Агротехнологии будущего ВИР).
4. **08.02.2023г.** Сотрудниками НЦМУ РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева проведен Мастер-класс для школьников школ г. Дмитрова (N 1 им. В. И. Кузнецова, N 3 с углубленным изучением отдельных предметов, Лицей №4)., приняло участие 56 школьников.
5. **10.02.2023г.** В ВИР прошла Рабочая встреча сотрудников лаборатории Агротехнологии будущего ВИР с представителями промышленных партнёров - ООО Селекционная компания «Астра» и ООО «Агрохиминвест», на которой проведено обсуждение перспектив сотрудничества в области создания новых форм зернобобовых культур. 8 участников. ВИР. (Отв. исполнитель – Заварзин А.А., зам. зав. лабораторией Агротехнологии будущего ВИР).

6. **10.02.2023г.** В ВИР прошел Семинар для молодых ученых и общественности к международному дню зернобобовых культур. 50 участников. Малый конференц-зал ВИР. (Отв. исполнитель – Вишнякова М.А., в.н.с. лаборатории Агротехнологии будущего ВИР).
7. **15-16 февраля 2023.** Участие в организации научного мероприятия Проект «Передовые инженерные школы»: итоги заседания Совета в ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, во главе с Министром науки и высшего образования РФ В.Н. Фальковым. Оформление всего выставочного пространства флористическими композициями, экспонаты растительный материал плодовые растения в контейнерах, культура ткани. Были представлены следующие экспонаты РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева: посадочный материал Сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*) сорт Красавица Москвы, посадочный материал Земляники садовой (*Fragaria ananasa*), сорт Румба, Посадочный материал Малины обыкновенной (*Rubus idaeus*) сорт Евразия, Посадочный материал Голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum*) Сорты Патриот, Бригитта блю, Посадочный материал Крыжовника обыкновенного (*Ribes úva-críspra*), сорт Черносливовый.
8. **ФИЦ ИУ РАН** является организатором XXIII Международной научно-практической конференции им. Э. К. Алгазинова «Информатика: проблемы, методы, технологии» (IPMT-2023), которая прошла **15-17 февраля 2023 года** в г. Воронеже (программа прилагается). На конференции выступил сотрудник НЦМУ ФИЦ ИУ РАН Меденников В.И. с докладом: «Математическая модель и результаты моделирования оценки влияния человеческого капитала на развитие регионов России с учетом современных тенденций цифровизации».
9. **17.02.2023г.** Сотрудниками НЦМУ РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева проведен обучающий практикум по особенностям переработки сахарной свеклы. В практикуме приняли участие преподаватели и студенты РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и Курской государственной

сельскохозяйственной академии имени И.И. Иванова, а также представители ОАО "Ольховатский сахарный комбинат".

10.27.02.2023г. Сотрудниками НЦМУ РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева проведен Мастер-класс для школьников 8, 10, 11 классов ГБОУ «Школа 1413».

11.15.03.2023 г. на базе ФИЦ Биотехнологии РАН прошли XX Шорыгинские хитиновые чтения, в рамках которых состоялось торжественное вручение Премии имени академика П.П. Шорыгина для молодых ученых-хитинологов, а также были представлены актуальные доклады исследователей для повышения уровня научных исследований в области хитинологии, очное участие, конференц-зал ИНМИ ФИЦ Биотехнологии РАН, количество участников 30 человек.

12.20.03.2023г. Сотрудниками НЦМУ РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева проведен методологический семинар для студентов «Роботизированные системы в сельском хозяйстве», в котором приняло участие 38 студентов РГАУ-МСХА <https://leader-id.ru/events/403673>.

13.22.03.2023 г. на площадке ФИЦ Биотехнологии РАН состоялся онлайн-семинар с международным участием «Перспективы редактирования геномов и метаболического моделирования метанотрофных бактерий». Семинар был посвящен обсуждению последних достижений в области метаболической инженерии метанотрофов для их использования в биотехнологиях получения белка и других продуктов с добавочной стоимостью на природном газе. Особое внимание будет уделено рассмотрению эффективности подходов, используемых для редактирования геномов метанотрофов. С приглашенным докладом выступила один из ведущих мировых экспертов в области исследования метанотрофии - профессор Университета Сан Диего (США) Марина Калюжная. В семинаре приняли участие представители научных коллективов ФИЦ Биотехнологии РАН, Пушкинского Научного Центра биологических исследований РАН и Университета «Сириус».

14.23.03.2023 г. В РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева проведен Мастер-класс по использованию методов РАМ-флуориметрии в физиологических исследованиях. **Ведущий научный сотрудник НЦМУ "Агротехнологии будущего", д.б.н., профессор А.А. Кособрюхов.** 18 участников (молодые исследователи). Место проведения - Кафедра физиологии растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

15.Сотрудники СПбГУ приняли участие в круглом столе, посвященном проблемам идентификации фитопаразитов и усовершенствованию методов фитосанитарного контроля в Институте Защиты Растений Ханоя (PPRI Ha Noi, Вьетнам). Подписано рамочное соглашение о сотрудничестве между СПбГУ и PPRI Ha Noi. Обозначены основные направления возможного сотрудничества с НЦМУ Агробиотехнологии, выбраны перспективные темы для будущих совместных исследований фитопаразитарных систем, включающих галловых клещей и переносимых ими вирусов на фруктовых деревьях.

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

1. Продолжается реализация Исследовательской программы «Рациональная и экологически безопасная переработка сельскохозяйственных органических отходов», форма реализации: очная. Место проведения: ФИЦ Биотехнологии РАН. Руководитель программы к.б.н. Литти Ю.В.

5. Информация о научных достижениях Центра.

1. В РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева разработана регионально дифференцированная система корректирующих коэффициентов для базовых алгоритмов агроэкологических информационно-аналитических модулей рамочного программного обеспечения модели продукционного процесса яровой твердой

пшеницы в условиях лет с повышенным уровнем осадков вегетационного периода. **Высокий (мировой) уровень** проведенных исследований был подтвержден при публичном обсуждении полученных результатов на Международной выставке AGROS 2023 Expo (МВЦ «Крокус Экспо», 25.01.2023 – презентация «Почво- и углерод-сберегающее земледелие: проблемы и возможные пути их решения» на Конференции АССАГРОС «С чего стартует АПК России в 2023 году») и на Международной конференции-вебинаре Глобального почвенного партнерства ФАО «Enhancing soil governance: regional and national examples of soil legislation development» (9.03.2023 – презентация «Предложения для глобального соглашения по сохранению черноземных почв для обеспечения глобальной продовольственной безопасности»), а также заключенным в марте 2023 года Договором на проведение в 2023 году агроэкологических НИР с лизиметрическими исследованиями агроэкологической эффективности и экологической безопасности применения двух новых видов удобрений с одним из ведущих мировых производителей и экспортеров минеральных удобрений – компанией «Апатит» (группа компаний «ФосАгро»).

2. Проблема дефицита и зависимости от импорта растительного белка (сои) остро стоит перед многими странами мира. Зерновая продукция новых сортов белого люпина предназначена для решения проблемы дефицита растительного белка, сокращения импорта сои и обеспечения белковой независимости России, развития органического (биологического) земледелия, производства экологически безопасной продукции. Для сортов селекции **РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева** характерны адаптивность к условиям с дефицитом влаги (ЦЧО), засухоустойчивость; урожайность и высокий сбор протеина без применения азотных удобрений, устойчивое созревание по данным государственных испытаний.

3. Впервые разработан мультиплексный ПЦР-тест, детектирующий 2 основных возбудителя бактериальных болезней сои в партиях семян и вегетативной массе. **Мировой уровень** исследования подтверждается отсутствием сведений о

подобных системах для данных фитопатогенных бактерий и надежностью теста при анализе коммерческих партий семян сои. Младший научный сотрудник НЦМУ «Агротехнологии будущего» **РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева** Тараканов Р.И. получил 15 марта 2023 года в ФИЦ Биотехнологии РАН Шорыгинскую премию для молодых российских ученых (до 28 лет), не имеющих ученой степени, за лучшие разработки в области хитинологии.

4. Разработка **РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева** линейки инновационных сметанных продуктов, обогащенных функциональными пищевыми ингредиентами, отвечающие физиологическим потребностям человеческого организма и требованиям импортозамещения.

5. **Впервые в России в РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева** изучено и показано влияние комплекса факторов на частоту эмбриогенеза в культуре изолированных микроспор, частоту образования проростков из эмбриоидов, частоту прямого прорастания эмбриоидов растений рода *Brassica*.

6. **Во ВНИИСХМ впервые в мире** разработана технология получения, хранения и применения инокулянтов на основе реликтовых штаммов ризобий *R. leguminosarum* шт. 0626 и *R. leguminosarum* шт. 0626 для инокуляции культурных растений вики и клевера соответственно. На отдельные элементы технологии составляются заявки на патенты.

7. **Во ВНИИСХМ впервые в мире** по результатам анализа транскриптома листьев сильномикотрофной линии *MIS-1 Medicago lupulina* (полученные последовательности загружены в базу данных Генбанка NCBI с номером биопроекта PRJNA873716) выявлены 3 генетических маркера развития эффективного арбускулярно-микоризного (АМ) симбиоза при инокуляции эффективным АМ-грибом *Rhizophagus irregularis*. Эти маркеры могут быть использованы для сравнительной оценки эффективности АМ-симбиоза в полевых условиях.

8. **Во ВНИИСХМ впервые в мире** продемонстрировано, что действие экзогенного цитокинина приводит к увеличению размера клубеньков у растений гороха с мутацией в гене *ipd3/cyclops*.

9. В ВИР имени Н.И.Вавилова завершена разработка элементов технологии ускоренной целенаправленной селекции сортов для экономичной промышленной бахчи, в результате использования которой получены маркированные доноры **нового поколения** для создания сортов арбуза кустовой формы, характеризующиеся среднеспелостью, высокой урожайностью и высокими вкусовыми качествами, отличной транспортабельностью и длительностью сохранения товарных качеств. Разработанная технология позволит ускоренно и целенаправленно создавать экономически эффективные сорта арбуза, не уступающие, а по совокупности признаков **превосходящие иностранные гибриды** для промышленного производства.

10. Впервые в ФИЦ Биотехнологий определен метагеном полученной на ксилане накопительной культуры, в которой доминировал ранее неохарактеризованный представитель семейства Chthoniobacteraceae филума Verrucosomicriota, филогенетически удаленный от культивируемых видов.

11. В ФИЦ Биотехнологий начато создание первого в России гибридного биореактора нового поколения объемом до 1,0 м³, позволяющего увеличить продукцию биогаза из с/х и животноводческих отходов за счет направленного воздействия электрического тока низкого напряжения на анаэробное микробное сообщество. Разрабатываемая технология позволит на не менее чем 20% увеличить продукцию биогаза, при этом затраты энергии на питание электродов составляют около 10% от получаемой излишней энергии.

12. В ФИЦ Биотехнологий получен метаноокисляющий микробный консорциум (Methylomarinum, Thalassospira и Methylophaga), который является основой для дальнейших исследований возможности получения кормового белка на природном газе в условиях дефицита пресной воды. Подобной технологии в мире пока не разработано. Хотя отдельные представители морских метанотрофных бактерий были описаны ранее, их ростовые характеристики недостаточны для использования в качестве продуцентов в подобных технологиях.

13. Почвенный институт имени В.В.Докучаева заключил договор о сотрудничестве со Школой географических наук Восточно-китайского нормального университета (Шанхай, КНР), а также с Федеральным государственным бюджетным учреждением Государственный центр агрохимической службы «Московский».

14. **В СПбГУ** создана “База данных для оценки плодородия агрогенных и постагрогенных мерзлотных почв Ямало-Ненецкого автономного округа (AgroYamalSoil)” что крайне важно для создания информационно-аналитической базы вторичного освоения почвенного покрова залежных ЯНАО и обеспечения их вторичного освоения в сельскохозяйственное производство.

15. **В СПбГУ** создана “База данных спектральных характеристики полярных термостабильных метаболитов для анализа метаболомных данных (PlantMet)” что является важным шагом в разработке эффективных методов оценки пищевого качества семян культурных растений в целом и зернобобовых культур в частности.