

Информационно-аналитическая справка о результатах деятельности центра «Агротехнологии будущего» за 3-й квартал 2022 года

1. Сведения о кадровом составе центра

№	Сотрудники	РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева	ФИЦ биотехнологии РАН	ФИЦ ИУ РАН	ВНИ-ИСХ М	Почвенный институт имени В.В. Докучаева	СПб ГУ	ВИР имени Н.И. Вавилова	Центр ИТО-ГО
1	Ведущие ученые, всего:	29	86	18	20	6	31	14	204
1.1	из них молодые исследователи (до 39 лет)	15	49	16	9	2	14	4	109
1.2	из них иностранные исследователи	1	0	0	0	0	0	0	1
2	Научные сотрудники (без учета ведущих ученых), всего:	61	13	7	11	4	13	9	118
2.1	из них молодые исследователи (до 39 лет)	19	12	4	8	3	9	9	64
2.2	из них иностранные исследователи	2	0	0	0	0	1	0	3
3	Профессорско-преподавательский состав	0	0	0	0	0	3	0	3
4	Аспиранты	112	5	2	3	1	16	2	141
4.1	Иностранные аспиранты	30	0	0	0	0	5	0	35
4.2	Аспиранты из других субъектов Российской Федерации	56	3	2	0	0	5	2	68
5	Вспомогательный персонал	26	20	2	7	0	5	2	62
6	Административно-управленческий персонал	3	6	3	2	0	0	2	16
	ИТОГО:	231	130	32	43	11	68	29	544

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

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

1. Проведен синтез 2-х новых органических веществ для состава защитно-стимулирующего комплекса. С применением методов ИК-, БИК-, УФ-спектрометрии, термогравиметрии, ЯМР-анализа, дана химическая и физико-химическая характеристика синтезированных веществ, их ауксиновая активность. Проведены испытания 2-х новых синтезированных веществ по параметру защитно-стимулирующих свойств на льне-долгунце 2-х сортов, в лабораторных условиях на семенах конопли технической 2-х сортов. Подготовлены проект технических условий и технологического регламента на 1 защитно-стимулирующий комплекс. Выделены макрокомпоненты органического происхождения из отходов льноводства и коноплеводства. Разработан новый сорбент на основе отходов коноплеводства. Исследован химический состав и физико-химические характеристики сорбента, оценены сорбционные свойства по отношению к водным растворам, содержащим тяжелые металлы и органическим растворителям, маслам, нефтепродуктам. Разработан проект технических условий на сорбент. Проведены работы по подготовке двух баз данных, патента на изобретение.

2. В рамках разработки новой технологии биологизированной защиты сельскохозяйственных культур, основанной на применении микробных антагонистов, бактериофагов, препаратов растительного происхождения, индукторов устойчивости с целью снижения пестицидной нагрузки на агроценозы и получения экологически безопасной продукции растениеводства проводилось исследование сложного полисахарид-деацетилирующее хвостовое волокна как инструмента распознавания «хозяина» у пектобактерий Schitoviridae. Новые, тесно связанные фаги Possum и Horatius заражают *Pectobacterium versatile*, фитопатоген, вызывающий мягкую гниль картофеля и других жизненно важных растений. Их свойства и геномный состав определяют как N4-подобные бактериофаги рода Bunyavirus, входящего в недавно образованное семейство Schitoviridae. Выявлено, что адсорбционный аппарат этих фагов состоит из хвостовых волокон, соединенных через белок-адаптер. Хвостовые волокна обладают фер-

ментативным доменом. Фаг Опоссум использует его для деацетилирования О-полисахарида на поверхности бактерии, чтобы обеспечить прикрепление вируса. Определено, что такой механизм заражения является общим для всех фагов Cbunavirus, и эту особенность следует учитывать при разработке коктейлей для фаговой борьбы с мягкой гнилью картофеля.

3. Проведены исследования условий работы в переходном режиме дюкера с прямоугольными трубами, которые при этом испытывают повышенные гидродинамические нагрузки, приводящие зачастую к тем или иным разрушениям. Выполненные исследования свидетельствуют, что пульсация давления в трубчатом сооружении при переходном режиме зависит не только от вида режима, но и от конструктивных особенностей входного оголовка. Замена у плавного оголовка граней криволинейной формы на прямолинейные приводит к существенному уменьшению пульсационной нагрузки на элементы входного участка транзитной части труб и в целом приводит к повышению надёжности работы всей природоохранной системы.

Проведены исследования направленные на повышение эффективности гашения энергии потока в нижнем бьефе. Оценивалась эффективность применения искусственной шероховатости в качестве гасителя энергии потока на сливной грани бетонного водослива. Изложен сравнительный анализ влияния различных видов элементов сопротивления на повышение эффективности гашения энергии потока в нижнем бьефе. Исследования являются новыми: большинство работ, посвящённых изучению искусственной шероховатости, основываются на экспериментах, проводимых в естественных или искусственных руслах с относительно небольшими уклонами по сравнению с водосливной гранью водосбросов практического профиля. Рекомендации в расчетах по определению коэффициента Дарси, при использовании элементов шероховатости, даны при уклоне до 0.57, что меньше уклона сливной грани рассмотренной модели ($i_{\text{модели}} = 0,76$).

4. Разработана технология производства обогащенного творожного продукта с функциональными пищевыми ингредиентами из ламинарии с селеном. Разработана рецептура нового продукта с использованием методов квалитрического прогнозирования и математического моделирования: рецептурный состав разрабатываемого продукта состав включает в себя творог, пастеризованные сливки, комплексную функцио-

нальную добавку и солью. Разработана технология производства нового творога с комплексной функциональной добавкой: подобраны режимы производства продукции, определены способ подготовки комплексной функциональной добавкой (растворение при температуре 4-8 °С в сливках жирностью 20 %) и стадия ее внесения в творожную основу (после охлаждения творожного сгустка). Характеристики исследования, которые соответствуют мировому уровню – разработка линейки отечественных продуктов питания с функциональными ингредиентами, отвечающей физиологическим потребностям человеческого организма и требованиям импортозамещения.

5. Проведены полевые исследования по изучению влияния основных лимитирующих факторов земледелия на развитие тестовой культуры твердой пшеницы в условиях представительных агроландшафтов 3-х черноземных регионов степной зоны России (Саратовская, Самарская и Оренбургская области) с повышенным количеством осадков и пониженным уровнем температуры воздуха и почвы в первой половине вегетационного периода при двух сроках посева и двух уровнях применяемых агротехнологий. Проведенные совместно с 3 ведущими региональными аграрными институтами детальные по пространственному и временному масштабу мониторинговые исследования полевых опытов с различными сортами, предшественниками, сроками посева и системами удобрения яровой твердой пшеницы позволили значительно расширить сводную матрицу регионально-типологического разнообразия агроэкологических факторов регулирования ее продукционного процесса для верификации детализированных алгоритмов ландшафтно дифференцированного анализа основных диагностических параметров лимитирующих агроэкологических факторов 1-го, 2-го и 3-го уровня с построением моделей сезонной динамики продукционного процесса и лимитирующих почвенно-агроэкологических показателей. По результатам полевых и лабораторных исследований 3-го квартала 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.

6. В рамках создания новых конкурентоспособных F1-гибридов основных овощных культур с целью импортозамещения на основе молекулярной генетики, генетиче-

ской инженерии (редактирования геномов), клеточных технологий, традиционной селекции и отработанных технологий семеноводства проведено беккроссирование межвидовых гибридов от скрещивания *V.oleracea* L. и *V.rapa* L. с близкородственными видами *V.carinata* L. и *V.napus* L. оценено проявление признаков, связанных с аллоплазматической цитоплазматической мужской стерильностью; выделены образцы растений со стабильным проявлением признака «мужская стерильность», наследуемые по материнскому растению. В результате произведены беккроссные потомства межвидовых гибридов от скрещивания растений рода *Brassica*, выделены кандидаты-источники новой стабильно проявляющейся в потомствах аллоплазматической мужской стерильности.

7. В июле и августе продолжалось исследование роста и развития растений у сортов белого люпина и перспективных его образцов в селекционных питомниках. На этом этапе определены даты и продолжительность периодов продукционного процесса «Рост плодов» и «Налив семян». Для каждого периода осуществлен учет биометрических показателей формирования урожая в расчете на единицу площади. Проведена оценка влияния погодных условий в периоды роста плодов и налива семян на формирование и сохранность компонентов продуктивности у сортов и перспективных образцов белого люпина селекции РГАУ-МСХА. В сентябре проведена предуборочная полевая оценка и уборка всех селекционных питомников и конкурсного испытания. Сноповой материал в сухом состоянии. Осуществляется работа по определению компонентов структуры урожая. 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.

8. Получены новые данные о густоте травостоя на единице площади, густоте побегов перед укосом, интенсивность линейного роста, содержание хлорофилла в листьях, изменение ботанического состава травостоя, содержание сухого вещества и урожайность зеленой массы травостоев. Приемы позволили увеличить продуктивность бобово-фестулолиумовых травостоев на 1,25 т/га. Опыт по изучению формирования

высокопродуктивных кормовых травостоев, состоящих из различных сортов люцерны был заложен в 2022 г. на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, при закладке полевого опыта был использован биологический стимулятор роста, на основе консорциума PGPR-бацилл *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus aryabhatai*, *Bacillus mucilaginosus*, *Paniebacillus peoriae*. Штаммы препарата обладают помимо фосфатмобилизации, способностью к калий-мобилизации, что улучшает обеспечение культуры калием; повышает продуктивность с/х культур и ускоряет восстановление растений после стресса. Отмечено увеличение урожайности зеленой биомассы люцерны на 0,13..0,30 т/га. Актуальность исследований обусловлена необходимостью укрепления кормовой базы животноводства на основе расширенного использования в травосеянии видов и сортов многолетних трав, обладающий высокой фитоценотической устойчивостью и урожайностью, продуктивным долголетием и обеспечивающих стабильное получение высокопитательных кормов, в том числе за счет возделывания засухо- и жаростойких кормовых культур, обеспечивающих получение высококачественных энергонасыщенных кормов. Одной из культур, превосходящих другие бобовые травы по засухоустойчивости благодаря мощной корневой системе, является люцерна. Продвижение люцерны в северные регионы РФ и расширение посевных площадей под этой культурой, особенно важно в современных условиях потепления климата, приводящих к увеличению засух и жарких летних сезонов.

9. На базе РГАУ -МСХА им. К.А. Тимирязева на территории Плодовой опытной станции летом 2022 года создана биоресурсная коллекция культурных ягодных растений. Летом 2022 года высажено 31 сорт смородины черной; 14 сортов смородины красной; 20 сортов крыжовника; 23 сорта жимолости синей, а также 50 сортов цветочно-декоративных культур. Экземпляры посажены на Плодовой станции и в Ботаническом саду РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева. На базе созданного исходного материала проведены исследования по морфологии и фенологии ягодных культур, изучена урожайность и устойчивость к неблагоприятным факторам среды.

10. Реализованы физические эксперименты с растениями томата и салата в виде элементов системы феномного анализа растений на основе техники высокопроизводительного фенотипирования, методов анализа изображений с использованием подходов компьютерного зрения и машинного обучения. Проведено биотестирование систем

спектрального сканирования и обработка протоколов их использования в платформе. Реализован эксперимент по изучению температурного режима листьев у ряда культур в условиях разных световых режимов с использованием тепловизора. Мировой уровень проводимых разработок доказывается сравнительным анализом с ведущими зарубежными платформами фенотипирования. В платформе НЦМУ используется ряд принципиальных инженерно-биологических решений и ПО, не имеющих мировых аналогов.

11. Завершены вегетационные эксперименты по оптимизации спектральных режимов при выращивании салатно-зеленных растений, томата и базилика. В ходе экспериментов усовершенствованы протоколы изучения растений и посевов на основе методов анализа изображений с использованием подходов компьютерного зрения и машинного обучения. Проведен вегетационный эксперимент с растениями базилика по физиолого-биохимическому изучению механизмов фоторегуляции морфогенеза и продукционного процесса (включая биосинтез целевых функциональных соединений) с использованием оригинальных анализирующих фонов платформы фенотипирования. Подготовлены пробы материала для биохимических исследований.

12. Разработаны методы и алгоритмы оценки альтернативных сценариев управления экологической ситуацией на основе интеллектуального анализа полученной экоинформации с определением допустимого техногенного воздействия на природную среду. Разработанные методы и алгоритмы позволяют:

- Проводить выработку возможных альтернативных сценариев управления экологическим состоянием объектов и процессов АПК в сложившейся ситуации.

- Проводить комплексную адекватную оценку прогнозного экологического состояния объектов и процессов АПК после применения возможных альтернативных сценариев управления с рекомендацией наиболее эффективных из них.

Разработанные методы и алгоритмы будут использованы при функционировании подсистемы интеллектуального мониторинга разрабатываемой киберфизической системы мониторинга и управления экологическим состоянием объектов и процессов АПК. Результаты работы методов и алгоритмов позволят осуществлять эффективную поддержку принятия решений при управлении экологическим состоянием объектов и процессов АПК.

13. Продолжена разработка технологии позволяющей 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. Основные усилия в 3-м квартале были направлены на подготовку и проведение полевого испытания датчиков на полях в условиях как исследовательских посева, 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). Завершена разработка базового ПО «Кондотьер», для мониторинга посевов в реальном времени, детектирования состояния растений и отслеживания фенофаз. Ведется работа по интеграции ПО с СППР Durum по предсказанию состояния посевов на полях.

14. За отчетный период разработан ДНК-зонд для картирования гена кодирующего центромерный гистонный белок H3 (CENH3) на физических хромосомах A. сера. Tyramide-FISH с пробой на CENH3 выявил двойные сигналы, локализованные на двух сестринских хроматидах на длинном плече хромосомы 8 A. сера. Используя программу DRAWID (Kirov et. al., 2017), было измерено положение сигналов относительно центромеры – $42,1 \pm 1.6\%$. Полученные результаты по картированию гена cenH3 будут использованы при сборке полногеномного секвенирования лука репчатого что имеет важное фундаментальное и практическое значение.

ФГУ ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии»

Российской академии наук

1. Изучение влияния гидролизата хитозана (низкомолекулярного) на биохимические процессы и морфологию растений *Lactuca sativa* (Asteraceae). В работе использовался гидролизат хитозана с молекулярной массой основной фракции 30 кДа, который был отобран в результате исследований на предыдущем этапе. Исследовали влияние предпосевной обработки гидролизатом хитозана (ГХ) семян салата *Lactuca sativa* на морфо-физиологические и биохимические показатели на 24 и 38 сутки (стадия технической спелости). Наблюдали значительное повышение биомассы надземной и под-

земной частей растений, однородности размеров растений, в сравнении с контролем и растворителем. Корневая активность, у растений, обработанных ГХ, находилась на уровне контроля, однако, такие растения имели значительно более развитую корневую систему, за счет чего, обеспечивался рост зеленой массы и, соответственно, повышение товарного качества продукта.

На данном этапе препарат АгроХит Плюс, ВРК (25 г/л хитозана) на основе гидролизата хитозана с молекулярной массой основной фракции 30 кДа, включен в план регистрационных испытаний пестицидов и агрохимикатов на 2020-2025 (дополнение № 39 от 15.06.2022 г.) в качестве фунгицида. Рабочая программа по проведению регистрационных испытаний препарата АгроХит Плюс на 22-23 гг. разработана в ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Проведена закладка опытов по предпосевной обработке семян озимой пшеницы.

2. В третьем квартале проводились мероприятия по получению накопительных культур микроорганизмов почв на полимерных субстратах. В результате получены накопительные культуры из торфяно-болотных почв на ксилане и целлюлозе, также выделены препараты метагеномной ДНК из накопительных культур.

3. Определены условия получения грибной биомассы (штаммы рода *Penicillium*). Продолжаются исследования противогрибной активности полученной грибной биомассы в комбинации с коммерческими фунгицидами по отношению к тест-культурам (*F. oxysporum*, *B. cinerea*, *A. solani*, *S. sclerotiorum*). Ведутся работы по определению эффективной комбинации сухая биомасса : фунгицид. Началась работа по подготовке технической документации по процессу получения сухой биомассы грибных штаммов. Указанные исследования по комбинации биологических и химических фунгицидов с целью увеличения чувствительности фитопатогенных микроорганизмов к применяемым химическим фунгицидам носят уникальный характер, поскольку данные по проведению аналогичных научно-исследовательских работ ограничены.

4. Начаты работы по проведению транскриптомного анализа образцов томата, перца и баклажана для определения основных факторов, ассоциированных с различными хозяйственно-ценными признаками (качественный и количественный состав углеводов). Начата работа по генотипированию сортов и линий томата с помощью мультилокусного анализа генома и выявление доноров хозяйственно ценных призна-

ков. Для проведения маркирования была создана коллекция ДНК сортов и селекционных линий томата (64 образца) коллекции ФНЦО. Было протестировано 12 микросателлитов и отобрано 5 наиболее полиморфных SSR, с использованием которых было проведено маркирование отобранных образцов томата. Полученные после статистической обработки данные микросателлитного маркирования сортов и селекционных линий лягут в основу создания молекулярных паспортов, а также могут быть использованы для научно-обоснованного подбора родительских форм при селекции новых отечественных сортов томата и перца.

5. В третьем квартале 2022 года исследования по проекту были направлены на разработку научных основ оценки рисков растений, полученных методами генной инженерии и по своим хозяйственно-ценным и иным признакам существенно отличающихся от своих традиционных аналогов. Появление таких растительных объектов стало возможным благодаря внедрению новых технологий генной инженерии (в частности, геномного редактирования) и выпуску указанных продуктов геномного редактирования в международный торговый оборот в результате изменения правил регулирования в США, Японии, Аргентине и Азиатско-Тихоокеанском регионе. Проведен анализ статуса нормативных актов, касающихся генно-инженерно-редактированных продуктов растениеводства в странах Азии и Австралии (Азиатско-Тихоокеанский регион), соответствующих определений и инфраструктуры регулирующих органов.

Впервые в России для модельного злакового растения *Oryza sativa* проведена *in silico* экспериментальная проверка предсказанных оригинальным методом MANDS потенциальных промоторов, расположенных не ближе, чем на 1000 п.н. upstream от известных генов. Сделан вывод, что выявленные мутации необходимо оценивать как потенциальные нецелевые сайты геномного редактирования, модификация которых может привести к изменению фенотипических признаков и хозяйственно-полезных свойств редактированных растений, и, как следствие, к изменению их уровня рисков.

В рамках проекта впервые в России представлены результаты в виде научной основы для оценки уровней рисков, связанных с нецелевыми эффектами геномного редактирования растений. Полученные результаты соответствуют мировому уровню по разрабатываемым стратегиям обеспечения снижения уровня рисков на стадии про-

ектирования новых растений, получаемых генетическими технологиями, и по использованию биоинформатических методов в анализе геномов растений.

6. В рамках работы по проекту Новые цифровые технологии в сельском хозяйстве в третьем квартале проведены следующие работы по задачам:

А) Разработка технологии интенсификации индустриального выращивания зеленных культур за счет раскрытия природного потенциала сортов посредством управляемого светодиодного освещения. Было проведено исследование для оценки потенциала различных отечественных сортов базилика в сравнении с распространёнными промышленными иностранными сортами в условиях вертикальной фермы. В ходе работы были использованы сорта Гвоздичный, Василиск, Каприз, Фиолетовый блеск. Было выявлено, что по количественному содержанию эфирного масла сорт Василиск соответствует перспективному иностранному сорту Queen of Sheba. Оба эти сорта представляют собой метилэвгенол-линалооловый хемотип (гвоздичный аромат). Сорт Каприз относится к цитральному хемотипу с преобладанием в эфирном масле цитраля (более 50%, лимонный аромат). Данный сорт показал меньший выход масла, но по весу зеленой биомассы в опытах с различными вариантами освещения прибавки относительно контроля были в 2-3 раза. Оба отечественных сорта могут быть предложены в качестве промышленных для получения конечного продукта (зеленая культура), либо в качестве источника сырья для получения эфирного масла.

На данный момент накоплена база данных по всем параметрам экспериментов на различных сортах базилика (продукционный потенциал, оптические характеристики освещения, данные микроклимата и пр.). Планируется регистрация базы данных в Федеральном институте промышленной собственности.

Б) Разработка технологии ускоренного получения саженцев ягодных культур в условиях вертикальной фермы с управляемым LED-освещением. Заключен договор №25-2021 от 29.11.2021г. на НИР для проведения научно-исследовательских работ с различными ягодными культурами (голубика, княженика), как внебюджетное финансирование проекта. Произведенные в течение года саженцы голубики и княженики требуемых сортов переданы заказчику и высажены в открытый грунт в требуемом количестве. Отработаны режимы и охарактеризованы технологические этапы получения саженцев в условиях вертикальной фермы. Заложен опыт по оценке влияния холодо-

вого стресса на саженцы голубики. Выдвинута гипотеза о возможности ускорения выхода растений в плодоношения с помощью алгоритма внешнего воздействия разными температурами. С учетом того, что исследуемые сорта начинают плодоносить на 4-5 год после посадки и чем старше растение, тем выше показатель урожайности, то возможность найти способ сократить эти сроки становится экономически обоснованной.

7. Существует много свидетельств активации прямого межвидового переноса электронов (DIET) во время анаэробного метаногенного сбраживания (МС) при высокой нагрузке, но в настоящий момент не совсем понятно, какой тип DIET вносит наибольший вклад. Для изучения электрической активности и электропроводимости биопленок в процессе МС высококонцентрированных летучих жирных кислот (12,5 г/л) использовали различные инокуляты (сброженные осадок сточных вод (ОСВ) и навоз крупного рогатого скота (КН)) и материалы-носители (проводящие и диэлектрические). При использовании ОСВ в качестве инокулята, углеродный войлок и сетка из нержавеющей стали улучшали выход метана на 162% и 166% по сравнению с контролем и на 73% и 26% по сравнению с диэлектрическими аналогами, соответственно, что объяснялось активацией DIET С-типа. Однако в экспериментах с использованием КН, где диэлектрические материалы работали лучше, вероятно, был более преобладающим DIET типа А и/или В. Более высокое образование метана коррелировало с более высокой электроактивностью биопленки и дополнительным окислительным пиком. Кроме того, наши наблюдения можно объяснить разницей в доминирующих предположительно электроактивных микробных групп, например, родов *Coprothermobacter*, *Ureibacillus* и класса *Limnochordia* в ОСВ и родов *Hydrogenispora*, *Ureibacillus* и класса *Limnochordia* MBA03 в КН. Таким образом, в работе впервые было показано, что преобладающий тип DIET в биопленочных системах может в значительной степени определяться доминирующим микробным сообществом и природой материала-носителя.

8. Проведена оценка сохранности титра микроорганизмов-антагонистов *Bacillus subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *Pseudomonas aeruginosa* при инокуляции в компостную вытяжку (10 г компоста и 90 мл водопроводной воды), с целью выяснения выживаемости при различии условий интродуцирования. Проводится аналогичная проверка выживаемости видов при интродуцировании на твердый носитель - биокомпост.

9. На основании анализа морфологических, физиолого-биохимических, хемотаксономических и геномных характеристик полученного в ходе выполнения проекта изолята рода *Methylobionas*, штамма MP1, подготовлено таксономическое описание нового вида '*Methylobionas rapida*'. Последний представлен высоко подвижными палочковидными клетками, синтезирующими каротиноиды, обладающими мембранной метанмонооксигеназой и растущими на метане и метаноле в диапазоне температур 8-45°C (оптимум при 35°C) и pH 5.5-7.8. Последовательность гена 16S рРНК штамма MP1 (номер депонирования в ГенБанке ON819564) обнаруживает 94-97% сходства с таковыми у ранее описанных видов рода *Methylobionas*. Полученная последовательность генома штамма MP1 депонирована в ГенБанке под номером JANEHW000000000. Типовой штамм нового вида депонирован в коллекциях микроорганизмов под следующими номерами: VKM В-3663Т = UQM 41487

10. Изучено влияние ограниченного протеолиза изолятов белка гороха сортов «Амиор» и «Родник» коммерческими ферментами при слабокислом pH, что важно для получения определенных целевых продуктов. Обработка папаином увеличивала растворимость обоих изолятов при pH 5 ~ в 3 раза, химотрипсином ~ в 2,5 раза, протозимом С и трипсином ~ в 2 раза. Обработка химозином слабо влияла на растворимость при pH 5. Изучено антиоксидантное и антигликирующее действие метаболитов оксида азота на леглобин при воздействии активных карбонильных соединений. Показано, что NO, нитрозоглютатион и нитроксил замедляют образование конечных продуктов гликирования на Lb. Показана важная роль остатков лизина в этом процессе. Проведена оценка *in vivo* гипохолестеринемических свойств молока ферментированного штаммами молочнокислых бактерий на модели индуцированного четыреххлористым углеродом окислительного стресса у крыс линии Wistar и на крысах линии SHR. Показано, что наиболее выраженным гипохолестеринемическим эффектом обладает штамм *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* strain Lb100..

11. Термостабильность целлюлаз можно повысить за счет аминокислотных замен и предсказать с помощью белковых предикторов термостабильности. В 3-ем квартале 2022 г. был проведен систематический анализ эффективности 18-ти предикторов для инженерии целлюлаз. Предикторами были PoPMuSiC, HoTMuSiC, I-Mutant 2.0, I-Mutant Suit, PremPS, Hotspot, Maestroweb, DynaMut, ENCoM ($\Delta\Delta G$ и $\Delta\Delta S_{vib}$), mCSM,

SDM, DUET, RosettaDesign, CupSat (термический и денатурирующий подходы), ConSurf, и Voronoia. Самые высокие значения точности, F-измерение и корреляционный коэффициент Мэтью (MCC) были получены для DynaMut, SDM, RosettaDesign и PremPS. Комбинация предикторов обеспечила улучшение производительности обчета аминокислотных замен. F-измерение и MCC улучшились на 14% и 28% соответственно. Точность и чувствительность также улучшились на 9% и 20%, соответственно, по сравнению с максимальными значениями одиночных предикторов.

Сообщенные значения производительности предикторов и их комбинации могут помочь в исследованиях по разработке термостабильных целлюлаз, а также могут помочь в дальнейшем построении предикторов термостабильности.

12. По результатам проведения в третьем квартале экспериментов по очистки рекомбинантных белков из растений в денатурирующих условиях и по инфильтрации растений *Nicotiana benthamiana* агробактериями, несущими экспрессионные векторы, кодирующие вирусные антигены, получены очищенные препараты рекомбинантных белков, содержащих антигены вируса гриппа А, в количестве 3 мг. Препараты выделены из нерастворимой фракции в денатурирующих условиях с помощью металл-аффинной хроматографии. Препараты пригодны для тестирования иммуногенности и протективного действия на лабораторных животных.

13. В течение третьего квартала проведена работа по оптимизации условий редактирования геномов лактококков с помощью разработанной системы на основе гайд-РНК направляемой транспозиции, в результате чего удалось повысить выход позитивных клонов (эффективность редактирования) приблизительно в 1000 раз, что обеспечивает уверенное использование разработанной системы. По результатам разработки системы редактирования подготовлена публикация. Получены три новых изолята фагов ихтиопатогенных бактерий, проведены работы по оптимизации методики измерения эффективности полученных ранее бактериофагов против биопленок *in vitro*. Результаты этой работы позволят провести исследования взаимодействия полученных изолятов с биопленками, запланированные в следующем квартале.

14. Проведены работы по созданию тест-системы для выявления возбудителя бактериального вилта кукурузы. Получены и охарактеризованы конъюгаты антител, специфичных к *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*, с наноразмерными маркерами разной

природы. Исследованы взаимодействия в равновесном и проточном режимах между бактериальными клетками (*P. stewartii* subsp. *stewartii*) и антителами на поверхности наноразмерных маркеров. Определены оптимальные условия формирования детектируемых комплексов.

Для *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* проведен отбор ДНК-фрагментов-мишеней для рекомбиназной полимеразной амплификации (РПА). Предложены РПА-праймеры с метками, позволяющие провести РПА с детекцией ампликонов иммунохроматографическими тест-полосками. Для иммунохроматографических тест-полосок, детектирующих ампликоны, разработана РПА-ИХ тест-система на основе наночастиц Au@Pt. Тест-система обеспечивает выявление клеток в концентрации 10(5) КОЕ/мл при общем времени анализа 35 минут.

15. В третьем квартале были подготовлены библиотеки метагеномной ДНК для проведения метагеномного анализа микробных консорциумов выделенных из виноматериалов и проведены эксперименты по сбраживанию виноматериалов новыми штаммами в условиях микровиноделия. В результате были сконструированы библиотеки метагеномной ДНК пригодной для сиквенса на платформе Illumina для двух образцов консорциумов выделенных из виноматериалов сброженных на винограде сорта кокур и рислинг. Проведена характеристика новых штаммов в условиях микровиноделия.

16. Проанализировано распространение Grapevine leafroll-associated virus-3 – вируса, вызывающего одно из наиболее экономически значимых заболеваний винограда – скручивание листьев. GLRaV-3 входит в программы сертификации посадочного материала в странах Европы, мониторится при обследовании производственных насаждений и является одним из наиболее распространенных неповирусов в мире. Вирус был обнаружен нами на виноградниках Крыма в 10% образцов, Краснодарского края – в 5% образцов, Ставропольского края – в 6% образцов.

ФГУ ФИЦ «Информатика и управление» Российской академии наук

1. В рамках направления «Исследование и разработка Цифровой платформы для управления АПК России (ЦПУ АПК)» разработаны информационные модели формирования стратегического плана севооборотов, формирования технологических карт

культур, единой базы данных первичного учета для занесения технологических операций (ТО), а также классификаторы ТО, исполнителей ТО, видов энергомашин. Осуществлен анализ и выбор программного обеспечения для реализации модели формирования стратегического плана севооборотов.

2. В рамках направления «Исследование и разработка Цифровой Платформы совместного использования данных дистанционного зондирования Земли в интересах АПК России (ЦПДЗЗ)» исследованы возможные структуры хранения данных полученных в результате мульти- и гиперспектрального сканирования сельскохозяйственных земель и экспертной разметки к ним.

3. В рамках направления «Исследование и разработка Цифровой платформы информационно-аналитической поддержки научно-исследовательской деятельности в области АПК» (ЦПИАП) разработаны функциональные макеты основных модулей центрального программного ядра, реализующих модели и методы анализа больших коллекций научно-исследовательских документов, выполнена обработка тестового массива научно-технических документов с применением функциональных макетов основных модулей центрального программного ядра.

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

1. На экспериментальном поле с севооборотом в Вологодской ГМХА осенью 2022 года отобрано 48 образцов почвы под ячменем, озимой пшеницей и вико-овсяной смесью. Из всех образцов с использованием набора Mashery-Nagel NucleoSpin Soil выделены образцы ДНК. С использованием выделенной ДНК проведена пробная амплификация участка гена 16S рРНК. Во всех случаях был получен амплификат требуемого качества и количества. В настоящий момент проводится подготовка библиотек гена по данному участку гена 16S рРНК для высокопроизводительного секвенирования.

2. В вегетационных опытах с 5 штаммами эндофитных бактерий на салате (сорт «Грейт Лайкс 659») показано, что инокуляция штаммами эндофитных бактерий (за исключением штамма W004) увеличила биомассу салата на 12,4-45,2%. Как и прошлым году наибольший эффект на урожай салата оказал штамм W006.

3. В вегетационных опытах с салатом (сорт «Грейт Лайкс 659») 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. Проведены пробные культивирования штаммов реликтовых симбионтов бактерий на основе сред с ранее подобранными компонентами питательных сред. Модифицированы составы питательных сред с целью получения максимально возможной концентрации изучаемых штаммов в питательной среде. Поставлены вегетационные опыты с отселектированными реликтовыми ризобияльными штаммами, обладающими уникальными комбинациями генов, участвующих в бобово-ризобияльных взаимодействиях.

5. Проведен поиск генов, ответственных за продукцию фитогормонов и влияющих на эффективность растительно-микробных взаимодействий, в полногеномных последовательностях 5 штаммов *Microbacterium*, *Phyllobacterium*, *Afipia* и *Devosia*, выделенных из клубеньков реликтовых бобовых растений *Vicia costata* и *Oxytropis tragacanthoides*.

6. Оценено культивирование 8 штаммов реликтовых симбионтов бобовых растений (люцерны и клевера, штаммы: Оро242, А8/3-2, О626, 1365, Ach-343, А18/4-2, А18/3-2, А18/3М) на нескольких питательных средах, отличающихся питательной ценностью для бактерий. Показано, что изучаемые штаммы имеют индивидуальные культурально-морфологические характеристики, которые отражаются в скорости размножения. Построены кривые роста для каждого штамма (с интервалами 24 часа).

7. С применением массового анализа концов кДНК (MACE) и ПЦР в реальном времени проведен анализ ряда выявленных генетических маркеров, характеризующих развитие эффективного арбускулярно-микоризного (АМ) симбиоза у эффективной и неэффективной линий *Medicago lupulina* при инокуляции и без инокуляции *Rhizophagus irregularis*. Проводится анализ генов с повышенной и пониженной экспрессией при микоризации по данным MACE секвенирования (более 500 генов в каждой группе). Показано, что некоторые гены семейства аквапоринов имели повышенную экспрессию в листьях при микоризации и могут быть использованы в качестве ге-

нетических маркеров эффективной АМ. Проведена наработка накопительных культур грибов АМ, обладающих различной симбиотической эффективностью АМ и активностью в корне растения-хозяина для создания экспериментальных образцов биопрепаратов для полевой апробации в 2023 году.

8. Для гена гороха PsMAPKK4, кодирующего регулятор каскада сигнальной трансдукции митоген-активируемую протеинкиназу 4, проведен анализ влияния его конститутивной экспрессии на эффективность развития симбиоза с ризобиями, а также было оценено влияние на биомассу корней и надземной части растений.

9. Поставлен вегетационный эксперимент, в ходе которого субстрат, в котором выращивались растения гороха сорта Frisson обрабатывался гербицидом Спрут экстра в двух различных концентрациях. Обработка производилась за один день до посадки гороха, а также сразу после посадки и на следующий день. В настоящее время проводится анализ влияние обработок гербицидом на ультраструктурную организацию клубеньков и транскриптомный анализ.

10. В результате сравнительного анализа полногеномных данных штаммов *Sinorhizobium meliloti*, контрастно-различающихся по симбиотической эффективности с растениями люцерны хмелевидной, выявлены и изучены на pSymA потенциально мобильные регионы фланкированные IS-элементами различных семейств и содержащие структурные гены, вовлеченные в формирование стрессоустойчивости, которые, как установлено, были привнесены в результате горизонтального переноса генов. Полученные данные необходимы для разработки подходов направленного конструирования штаммов *S. meliloti* с заданными свойствами.

11. С применением технологии Oxford Nanopore проведено 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.

12. Подобраны условия проведения вестерн-блот гибридизации (концентрация белка, оптимальные фракции, концентрация антител) и проведен анализ протеазоустойчивых белковых фракций в семенах 3 различных линий посевного гороха *Pisum*

sativum L., отличающихся по происхождению, содержанию белка и направлению использования. Эксперименты выполнены на двух различных стадиях созревания. В результате изучена динамика формирования протеазоустойчивых агрегатов в семенах, включая изменение соотношений агрегированной фракции к растворимому белку.

13. Продолжена оценка динамики разложения целлюлозосодержащих субстратов в рамках эксперимента по формированию целлюлозолитического сообщества микроорганизмов 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. На предыдущем этапе исследования были отобраны пробы соломы, разложение которой показало хорошую динамику во всех случаях. К настоящему моменту дополнительно отобраны пробы с соломой ячменя, разложение которых было инициировано компостами различного происхождения. В ближайшее время будет отобрана третья группа образцов разлагающейся костры конопли, скорость данного процесса самая медленная в ряду солома овса – солома ячменя – костра конопли. Проведены пробные выделения ДНК из образцов соломы овса и соломы ячменя. Выделена ДНК высокого качества, проведены пробные амплификации участков гена 16S рРНК и ITS для последующего анализа с использованием высокопроизводительного секвенирования.

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*: получены данные секвенирования транскриптома стеблей картофеля со сверхэкспрессией гена *StCLE8*. Оценено влияние сверхэкспрессии генов *MtCLE08*, *16* и *18* на уровень экспрессии гена-регулятора соматического эмбриогенеза *MtWOX9-1*. С помощью анализа баз данных определены паттерны экспрессии данных генов *MtCLE* в различных органах и тканях люцерны усеченной. Проведен сравнительный анализ транскриптомов линий редиса со сверхэкспрессией гена *RsCLE41-1* и контрольных растений, выявлено изменение уровней экспрессии генов, вовлеченных в развитие проводящих тканей, защиту от высыхания и ответ на абцизовую кислоту. Кроме того, был подготов-

лен материал для транскриптомного и метаболомного анализа двух линий люцерны с отредактированным геном *MtCLE35*, кодирующего нитрат-зависимый ингибитор развития симбиотических клубеньков.

2. По теме изучения горизонтального переноса генов от агробактерий к растениям подготовлены 2 публикации, отражающие основные результаты работ за предыдущие этапы. В них обсуждается роль клТ-ДНК растений рода *Vaccinium* в филогенетических исследованиях, а также сделан обзор природных ГМО, как источников противокоронавирусных препаратов, собран новый природный материал представителей изучаемого рода для исследования биоразнообразия природных трансгенов и генно-инженерных экспериментов

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 проведён подбор методик по выделению белков из растений.

4. В рамках работы с индустриальными партнёрами (ООО “Евробιοхим”) по анализу влияния биоудобрений проведён сбор урожая картофеля с 75 делянок (1 вариант минерального удобрения, 2 варианта биоудобрений и отрицательный контроль без добавления удобрений) и оценено влияние добавления штаммов к минеральным удобрениям. Было выявлено положительное влияние добавления штаммов на количество клубней, что, однако, коррелировало с меньшей урожайностью. Был произведён сбор пшеницы с 72 делянок, различающихся по вариантам минеральных и биоудобрений (4 варианта минеральных удобрений, 17 вариантов биоудобрений, отрицательный контроль, все варианты в 3-х повторностях).

5. В ходе сравнительного геномно-транскриптомный анализа выявлено три потенциальных прокариотических кандидата галлообразования – симбиотические бактерии родов *Wolbachia*, *Agrobacterium* и *Pseudomonas*. Помимо бактерий, в пангеноме земляничного клеща обнаружен генетический материал бакуловирусов (*Baculoviridae*), паразитирующих в членистоногих. Предположительно, выявленный бакуловирус поражает земляничных клещей.

6. Начаты эксперименты по изучению микробиома кишечника червей *Dendrobaena veneta* и *Eisenia fetida* на различных вариантах субстратов – навозах КРС,

лошадей и органических отходах, формирующихся около донных грунтов форелевых хозяйств. Проанализирована скорость размножения и набор биомассы *Dendrodrilus rubidus*, выращиваемого на различных органических субстратах сельскохозяйственного производства с целью исследования динамики кишечной микробиоты с последующей оптимизацией исходных субстратов для вермикомпостирования. Завершился эксперимент по изучению влияния различных концентраций вермикопоста, полученного из торфяного субстрата на ростовые показатели ели и сосны. Наиболее эффективно воздействие на ростовые показатели вермикопоста при его 5% содержании в основном почвенном субстрате,

7. Методом ОТ-ПЦР-РВ обнаружено значительное варьирование уровня экспрессии гена куриного гамма-интерферона в растениях трансгенной люцерны поколения T1, которое можно объяснить встраиванием вставки в неактивные районы генома. Получены трансгенные растения поколения T2.

8. Получены векторы экспрессии немодифицированного гена бычьего гамма-интерферона под контролем 35S промотора (стандарт) и двух форм корнеспецифического промотора батата pSRD1. При помощи агробактериальной трансформации этими векторами получены "бородатые корни" моркови.

9. Получены плазмиды с различными сигнальными последовательностями, обеспечивающими эффективную секрецию рекомбинантных белков дрожжами-продуцентами. Получены штаммы *P. pastoris* со сверхпродукцией транскрипционных факторов для повышения активности промоторов, используемых для экспрессии генов интереса. Анализ транскриптома дрожжей показал влияние аминокислот валина, глутамата и аргинина на активность промоторов генов метаболизма метанола, которые широко используются в биотехнологии. Полученные результаты позволят оптимизировать условия культивирования дрожжей *P. pastoris* - продуцентов гетерологичных белков.

10. Исследован таксономический состав микробиома залежных почв криолитозоны в центральной части Ямальского региона и в окрестностях г. Якутск. Установлены основные тренды трансформации параметров альфа- и бетаразнообразия микробиоты почв при переводе их в залежное состояние и выводе из него. Изучены контрастные ряды хроносерий залежных почв криолитозоны и определены параметры орга-

низации их органопротилей, а также динамика их агрохимического состояния. Изучены процессы засоления и рассоления почв Центральной Ферганы в условиях орошения. Исследованы параметры ценопопуляции *Capparis sativa* в различных эдафических условиях в полупустынном субтропическом климате.

11. Получены семена растений гороха (30 различных овощных и зерновых сортов), характеризующихся различной устойчивостью к засухе. Проведено сопоставление объективных физиологических и биохимических данных, полученных в ходе выполнения данного проекта, с информацией, поступившей в описании образцов коллекции ВИРа. По целому ряду сортов были выявлены различия. Предполагается, что они связаны с жизненной стадией на которой проводилась оценка засухоустойчивости. Оценены морфологические параметры семян (вес семени, количество бобов, вес бобов, количество семян в бобе), а также начато проведение оценки качества семян.

***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 деланки 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 про-

дуктивности 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 Екатеринбургской опытной станции – филиала ВИР, п. Екатеринино, 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 посеы 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 посеы 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 Taura и Borrus x URS Taura. 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, высеянные в первые три срока полностью изучены по признакам, перечисленным выше, как и для первого опыта. Сорты 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 A- 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 пино-резинол-ларицирезинол редуктаз (PLR) - ключевых ферментов биосинтеза лигнанов (Y. LI et al. 2018; Z. LI et al. 2020). Выделено два гомеологичных гена *Gh4CL4* в A- и D-геноме, вовлеченных в фенилпропаниодный путь биосинтеза пигментов у образцов хлопчатника с зеленым волокном.

ФИЦ Почвенный институт им. В.В. Докучаева

В третьем квартале 2022 года были продолжены исследования в рамках двух научных направлений:

1. Разработка интеллектуальных систем автоматизированного распознавания почв и посевов по данным дистанционного зондирования в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне спектра электромагнитных волн (под руководством молодого ученого). В рамках данного направления исследования проведен специально организованный лабораторный эксперимент по выявлению коркообразования в образцах пахотных почв. Для этого в полевых условиях на тестовых участках были отобраны образцы почв, а также сделаны фотографии поверхности пахотных почв для верификации результатов спутниковой оценки (карта начальных стадий деградации почв на территорию тестового участка (Московская и Тульская области)). По результатам исследований предложен новый спектральный индекс коркообразования почв, который позволяет оперативно выявлять почвы с коркой по данным спутниковой съемки.

2. Пространственно-временное моделирование взаимосвязей свойств почв и посевов как основа для оперативного мониторинга их состояния на основе пространственно-распределенных датчиков и интернета вещей. В рамках данного направления исследователи были сосредоточены на накоплении полевых данных с целью создания методов определения точек оптимального размещения на поле датчиков интернета вещей. Осуществлена дополнительная съемка тестовых участков с БПЛА, проведено 3 полевых выезда на тестовый участок (Михнево, Ступинский район, Московская область), во время которых осуществлялось георадарное профилирование участка.

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

1. 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.

2. 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 «Агробиофотоника: 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-vystavki/>).

3. **26 августа 2022 г.** в рамках IX Международного форума технологического развития «Технопром-2022» (трек «Научно-технологическая и производственная кооперация: эффективные решения») с докладом выступила с.н.с. НЦМУ «Агротехнологии будущего» РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева Вера Леонидовна Снежко. Профессор рассказала о разработке новых цифровых технологий точной мелиорации и восстановлении деградированных земель. Исследование в данном направлении является крайне актуальным, так как напрямую связано с продовольственной безопасностью России. Кроме того, важность кратного увеличения объемов мелиорации была подчеркнута на регулярном совещании в апреле 2022 года президентом Российской

Федерации В.В. Путиным. При проектировании, строительстве и эксплуатации мелиоративных систем необходимо использовать мощный инструментарий цифровизации, искусственного интеллекта, автоматизации и роботизации. Это основа функционирования умных мелиорируемых полей и интеллектуальных мелиоративных систем. «Продуктивность сельскохозяйственных угодий может быть увеличена техническим совершенствованием мелиоративных систем и предотвращением деградации их земель», – отметила в своем докладе В.Л. Снежко.

4. 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.

5. 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.

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

1. В РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева приказом определены следующие сроки реализации дополнительных профессиональных программ повышения квалификации, разработанных в рамках деятельности Научного центра мирового уровня «Агротехнологии будущего» по следующим темам:

- «Роботизированные системы в сельском хозяйстве» с 19 сентября 2022 г. по 28 октября 2022 г.

- «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» с 21 октября 2022 по 23 ноября 2022.

- «Биологическая защита растений» с 26 сентября 2022 г. по 02 ноября 2022 г. Зачислены для обучения 31 молодых ученых, магистров и аспирантов.

- «Технология производства функциональных продуктов питания на основе растительного сырья» с 11 июля 2022 г. по 02 ноября 2022 г.

- «Вертикальные теплицы, теплицы-небоскребы» с 06 октября 2022 г. по 07 ноября 2022 г.

2. Старшим научным сотрудником НЦМУ РГАУ -МСХА им. К.А. Тимирязева О.Е. Ханбабаевой проведен 20.06.2022 – 24.06.2022 образовательный курс «Профессиональный уход за садом» в объеме 36 часов в очном формате на базе РГАУ -МСХА им. К.А. Тимирязева. Обучено 9 человек. Приказ № 107 ДО от 20.06.2022. Вручены удостоверения.

3. В НЦМУ РГАУ -МСХА им. К.А. Тимирязева реализована программа ДПО «Современные системы фенотипирования растений» 20-22 сентября (Приказ № 155-ДО). Обучение прошли 40 молодых исследователей.

4. В НЦМУ РГАУ -МСХА им. К.А. Тимирязева завершена реализация исследовательской программы «Организация фотобиологических исследований на базе полифункциональной платформы по высокопроизводительному фенотипированию растений» на базе исследовательского комплекса НЦМУ в лаборатории искусственного климата РГАУ-МСХА. Программу освоили 15 молодых исследователей.

5. В СПбГУ разработана и начала функционировать магистерская программа "Молекулярно-генетические основы агробιοтехнологии".

6. В СПбГУ разработана и начала функционировать магистерская программа "Клеточные и генетические технологии".

7. С 01 по 24 сентября прошла разработанная сотрудниками СПбГУ с участием других членов консорциума программа для школьников "Агробιοлогия и генетика растений" в ОЦ "Сириус". Ребята изучали различные аспекты агробιοтехнологий и работали над проектами под руководством ведущих ученых центра.

8. В ФИЦ Биотехнологии РАН по реализуемой исследовательской программе «Рациональная и экологически безопасная переработка сельскохозяйственных органи-

ческих отходов» прошли обучение и получили сертификаты 7 участников. Руководитель программы к.б.н. Литти Ю.В.

9. В период с 1 сентября по 30 сентября на базе ФИЦ Биотехнологии РАН 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.

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

1. В РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева **впервые в мире** показано, что фаг *Pectobacterium versatile* Possum имеет адсорбционный аппарат, состоящий из хвостовых волокон, соединенных через белок-адаптер и используемый для деацетилирования О-полисахарида на поверхности бактерии. Выявлено, что такой механизм заражения является общим для всех фагов *Cbunavirus*.

2. В РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева **впервые разработаны методики** выделения макро- и микрокомпонентов из отходов коноплеводства, биомассы мяты перечной. Проведен анализ строения, определены физико-химические характеристики выделенных веществ.

3. **Гран-при и золотой медалью** в номинации «За достижения в области инноваций в АПК» Международной агропромышленной выставки «АГРОРУСЬ-2022» за работу «Инновационные защитно-стимулирующие комплексы для современных агротехнологий» награжден коллектив авторов под руководством в.н.с. НЦМУ РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева Сергея Леонидовича Белопухова.

4. В РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева в рамках работы НЦМУ «Агротехнологии будущего» 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

каналов, расчеты **уникальных сооружений** – автоматических регуляторов расхода воды. Инжекционные регуляторы **не имеют аналогов в мире**, легко совместимы с дюкером или трубчатым переездом. 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.

5. В третьем квартале 2022 года в РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева 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.

6. В РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева **впервые для условий Нечерноземной зоны** проведены исследования по изучению продуктивности бобово-фестулолиумовых травостоев при интенсивном скашивании по изучению продуктивности различных сортов люцерны при применении рострегулирующих соединений (комплекс натриевых солей высокоактивных гиббереллинов GA3 + -i-GA3 + GA4 + GA7 + -i-GA7) и инокуляции.

7. **Серебряную медаль** на Международной агропромышленной выставке «АГРОРУСЬ-2022» в номинации «За производство высокоэффективной сельскохозяйственной техники и внедрение прогрессивных ресурсосберегающих технологий» с проектом «Инжекционный регулятор расхода для оросительных каналов» получил коллектив НЦМУ РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева под руководством в.н.с. НЦМУ В.Л. Снежко.

8. **Серебряную медаль** на Международной агропромышленной выставке «АГРОРУСЬ-2022» в номинации «За достижения в области инноваций в АПК» за работу «Эколого–экспериментальная интродукция киноа (*Chenopodium quinoa* Willd)» полу-

чил коллектив НЦМУ РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева под руководством в.н.с. НЦМУ А.В.Шитиковой.

9. Отличительной особенностью разработанных в НЦМУ РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева методов и алгоритмов оценки альтернативных сценариев управления экологической ситуацией на основе интеллектуального анализа, **определяющей их соответствие мировому уровню**, является синтезированное применение одновременно нескольких сквозных цифровых технологий (а именно, аппаратов нечеткой логики и искусственных нейронных сетей), что обеспечивает возможность эффективной оперативной трансформации данных экологического мониторинга в результативные сценарии управления.

10. В СПбГУ описаны аллельные состояния природного трансгена у растений брусники и голубики различного географического происхождения. На основании полученных результатов можно разработать процедуру контроля несанкционированного сбора лесных ягод.

11. В ВИРе **впервые** на основании известной последовательности гена GhMYB1R1, выделены высокоомологичные копии MYB-подобных генов 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. Данные гены ассоциированы с проявлением зеленой окраски волокна хлопчатника.

12. 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.

13. **Впервые дано экспериментальное подтверждение** протекания различных типов прямого межвидового переноса электронов в высоконагруженных биопленочных системах анаэробного метаногенного сбраживания отходов в зависимости от доминирующего микробного сообщества и электропроводности материала-носителя. Публикация <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.05.235> с указанием номера НЦМУ была освещена в ряде отечественных и зарубежных информационных источников:

Газета.ru: <https://www.gazeta.ru/science/news/2022/09/15/18571765.shtml>

https://www.gazeta.ru/business/news/2022/09/21/18617995.shtml?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop

Лента.ru: <https://lenta.ru/news/2022/09/16/bacter/>

Минобрнауки России: <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/nauka/58534/>

<https://csn-tv.ru/posts/id115085-v-stochnykh-vodakh-obnaruzhena-bakteriya-pererabatyvayushaya-sahar-v-toplivo>

<https://involta.media/post/bakteriya-iz-stochnyh-vod-sposobna-pererabatyvat-sahar-v-toplivo>

<https://fbm.ru/novosti/science/v-stochnyh-vodah-obnaruzhena-bakteriya-sp-h2-prevrashhajushhaja-sahar-v-vodorodnoe-toplivo.html>

https://newsae.ru/nauka_i_tehnika/16-09-2022/naydena_prevraschayuschaya_sahar_v_toplivo_bakteriya/

<https://runews24.ru/science/16/09/2022/235267sebff9e5fd12a7c090f9d72e4d>

14. **Впервые** в описание нового вида метанотрофов рода *Methylomonas* включены данные идентификации состава синтезируемых каротиноидов и характеристики продуктивности при выращивании в непрерывной культуре.

15. Биотехнологические подходы, используемые в разрабатываемых тест-системах выявления фитопатогенов, **соответствуют мировому уровню** и, согласно полученным данным, обладают конкурентным потенциалом по сравнению с известными альтернативными аналитическими разработками.

16. **Впервые в России** для модельного злакового растения *Oryza sativa* проведена *in silico* экспериментальная проверка предсказанных оригинальным методом МАНДС потенциальных промоторов, расположенных не ближе, чем на 1000 п.н. upstream от известных генов. Сделан вывод, что выявленные мутации необходимо оценивать как потенциальные нецелевые сайты геномного редактирования, модификация которых может привести к изменению фенотипических признаков и хозяйственно-полезных свойств отредактированных растений, и, как следствие, к изменению их уровня рисков.

Полученные результаты **соответствуют мировому уровню** по разрабатываемым стратегиям обеспечения снижения уровня рисков на стадии проектирования новых растений, получаемых генетическими технологиями, и по использованию биоинформатических методов в анализе геномов растений.

17. Во ВНИИСХМ **впервые в мире** проведена сборка транскриптома листьев модельных линий *Medicago lupulina* при инокуляции и без инокуляции АМ-грибом *Rhizophagus irregularis* в различные этапы развития эффективного АМ-симбиоза. По-

лученные последовательности загружены в базу данных Генбанка NCBI с номером биопроекта PRJNA873716.

18. Во ВНИИСХМ **впервые в мире** показано и подтверждено в результате двух-летних исследований, что применение эндофитных бактерий пшеницы для нанесения на гранулы минеральных удобрений способно более чем 1,2-1,3 раза увеличить урожай салата по сравнению с небиологизированными минеральными удобрениями.

19. Во ВНИИСХМ **впервые в мире** выявлены и изучены на симбиотической мегаплазмиде потенциально мобильные регионы фланкированные IS-элементами, содержащие структурные гены, вовлеченные в формирование стрессоустойчивости, перспективные для разработки подходов направленного конструирования штаммов *S. meliloti* с заданными свойствами. Результаты представлены в журнале Q1: Muntyan, V.S.; Roumiantseva, M.L. Molecular Phylogenetic Analysis of Salt-Tolerance-Related Genes in Root-Nodule Bacteria Species *Sinorhizobium meliloti*. *Agronomy* 2022, 12, 1968. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081968>.

20. 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).

21. В ФИЦ ИУ РАН 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 и апробированных решений могут быть разработаны инструменты, позволяющие, **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.

Информация о достижении результатов предоставления гранта

№	Наименование целевых показателей	РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева		ФИЦ биотехнологии РАН		ФИЦ ИУ РАН		ВНИИСХМ		Почвенный институт имени В.В. Докучаева		СПбГУ		ВИР имени Н.И. Вавилова		Центр ИТОГО	
		План	Факт	План	Факт	План	Факт	План	Факт	План	Факт	План	Факт	План	Факт	План	Факт
1	Количество российских и зарубежных ведущих ученых, работающих в центре	28	29	60	86	19	18	20	20	7	6	23	31	16	14	173	204
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	1	1	0	1	0	3	3	2	1	17	12
2.	Доля иностранных исследователей центра в общей численности исследователей центра (процент)	2,2	3,33	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2,27	0	0	1,48	1,24
3.	Доля исследователей центра в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей центра (процент)	33,0	37,78	54,00	61,63	50,00	75,00	53,00	54,83	55	50	54	52	60	56,52	48,29	53,73
4.	Численность российских и иностранных ученых, являющихся работниками центра и опубликовавших статьи в научных изданиях первого и второго кварталей, индекси-	63	37	47	24	21	10	16	17	5	2	43	32	19	5	214	127

10	центре (человек) Размер внебюджетных средств на исследования и разработки центра, (млн. руб.)	4,32	51,35	5,82	3,26	0,70	0	2,25	1,13	0,9	0,68	10,13	4,4	2,1	0,71	26,22	61,53
11	Количество статей в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития Российской Федерации, в научных изданиях первого и второго кварталей, индексируемых в международных базах данных "Scopus" и (или) Web of Science Core Collection, соавторами которых являются работники центр (единиц, нарастающим итогом)	23	6	15	7	3	0	8	6	1	0	11	17	4	2	65	38
12	Количество заявок на правовую охрану результатов интеллектуальной деятельности, поданных от центра, единиц	10	12	2	3	3	0	1	0	1	1	3	1	2	1	22	18
13	Количество статей по результатам реализации программы создания и развития центра в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития Российской Федерации, в научных изданиях, индексируемых в международных	24	20	17	7	5	1	9	6	3	2	11	17	5	2	74	55

16	Доход от реализации прав на результаты интеллектуальной деятельности, созданные в результате реализации программы создания и развития центра	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	Доля израсходованных средств гранта за текущий год в общем объеме средств гранта за текущий год	100	41,02	100	56,16	100	33,36	100	59,56	100	50,1	100	37,03	100	60,99	100	47,75						

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

В.И. Трухачев



В.И. Трухачев

Директор НИЦМУ «Агротехнологии будущего»
 РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, д.т.н.
 « 1 » октября 2022 года

А.К.Скурагов

А.К.Скурагов

М.В. Бердусов