Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Сибирское отделение Российской академии наук

Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН

Новосибирский государственный аграрный университет

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН

ФНЦ аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства

ПРОГНОЗ

НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ РАСТЕНИЕВОДСТВА, ВКЛЮЧАЯ СЕМЕНОВОДСТВО И ОРГАНИЧЕСКОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ РОССИИ, В ПЕРИОД ДО 2030 ГОДА



Авторы:
А.Г. Папцов, А.И. Алтухов, Н.И. Кашеваров, П.М. Першукевич, А.С. Денисов, Е.В. Рудой, М.С. Петухова, С.Ю. Капустянчик, С.Л. Добрянская, О.М. Поцелуев, Т.А. Садохина, А.Ф. Петров, С.В. Рюмкин, Р.Р. Галеев, Г.А. Полунин, В.В. Таран, Ж.Е. Соколова.

Прогноз научно-технологического развития отрасли растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие России, в период до 2030 года / А.Г. Папцов, А.И. Алтухов, Н.И. Кашеваров, П.М. Першукевич, А.С. Денисов, Е.В. Рудой [и др.]; Новосиб. гос. аграр. ун-т, Сиб. федер. центр агробиотехнологий РАН, ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН, ФНЦ ВНИИЭСХ – Новосибирск: издательство НГАУ «Золотой колос», 2019. – 100 с.

В издании представлен прогноз научно-технологического развития отрасли растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие, до 2030 г., подготовленный Отраслевым центром прогнозирования и мониторинга научно-технологического развития АПК на базе Новосибирского государственного аграрного университета по заказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации при участии представителей ведущих научных организаций и экспертного сообщества.

Цель прогноза – выявить наиболее перспективные области развития науки и технологий на период до 2030 года, которые станут адекватным ответом на глобальные вызовы и ключевые национальные проблемы в отрасли растениеводства, обеспечат реализацию конкурентных преимуществ страны и устойчивый экспортный потенциал АПК. В настоящем издании, посвященном приоритетному направлению развития науки и технологий «Растениеводство, включая семеноводство и органическое земледелие», приводится детальная информация о глобальных трендах, вызовах и окнах возможностей в рассматриваемой сфере, возникающих угрозах и степени их влияния на АПК России. Представлен анализ важнейших перспективных рыночных ниш, продуктов и услуг, способных оказать радикальное влияние на динамику мировых и внутренних рынков. Рассмотрены перспективные области научных исследований и приведена оценка их уровня в России. Разработаны сценарии научно-технологического развития растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие.

ISBN 978-5-94477-243-5

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2019
© Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, 2019
© ФИЦ Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН, 2019
© ФНЦ аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства

СОДЕРЖАНИЕ

Глоссарий ... 3
Введение ... 4
Глобальные тренды, вызовы и «окна возможностей» ... 5
Критические технологии ... 11
Перспективные рынки, продукты и услуги ... 14
Анализ исследований и разработок в области растениеводства в зарубежных странах ... 20
Перспективные направления научных исследований ... 25
Организационно-управленческие технологии и техническое обеспечение в области растениеводства ... 26
Технологии ускоренной селекции и семеноводства ... 27
Энергосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур на основе принципов биологизации и экологической безопасности ... 30
Высокоинтенсивные ресурсосберегающие технологии в кормопроизводстве ... 35
Технологии урбанизированного растениеводства ... 39
Системы органического земледелия и технологии обеспечения экологической безопасности растениеводства ... 41
Современное состояние отрасли растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие ... 43
Сценарии научно-технологического развития растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие России, до 2030 года ... 55
Сценарий «Технологическая адаптация» ... 56
Сценарий «Технологический рывок» ... 58
Индикаторы, характеризующие степень реализации сценариев ... 66
Трендлеттер 1. Гидропоника ... 74
Трендлеттер 2. Вертикальные фермы ... 75
Трендлеттер 3. Маркер-ориентированная селекция ... 76
Трендлеттер 4. Вермикультура ... 77
Трендлеттер 5. Аэропоника ... 78
Трендлеттер 6. In Vitro ... 79
Трендлеттер 7. Точное земледелие ... 80
Трендлеттер 8. Кассетные технологии ... 81
Трендлеттер 9. Биологическая мелиорация ... 82
Трендлеттер 10. Биостимуляторы роста растений ... 83
Заключение ... 84
Список литературы ... 86
Приложения ... 90

ГЛОССАРИЙ

Библиометрический анализ – анализ библиометрических данных публикаций в области растениеводства, семеноводства и органического земледелия.

Внутренние барьеры – совокупность внутренних проблем отрасли, препятствующих ее научно-технологическому развитию.

Вызовы – проблемы, возникающие перед страной вследствие проекции глобальных трендов на страновые.

Глобальные тренды – крупномасштабные долгосрочные экономические, социальные, технологические и природные сдвиги глобального характера, которые влекут за собой радикальные изменения условий жизни и деятельности человека, развития экономики и общества.

Исследовательские фронты – это группы высокоцитируемых публикаций в области растениеводства, сделанные за последние 10 лет и кластеризованные по направлениям исследований.

Критические технологии – комплекс межотраслевых (междисциплинарных) технологических решений, которые создают предпосылки для дальнейшего развития различных тематических технологических направлений, имеют широкий потенциальный круг конкурентоспособных инновационных приложений в отрасли растениеводства и вносят в совокупности наибольший вклад в реализацию приоритетных направлений развития науки, технологий и техники.

Научно-технологический форсайт – системный анализ будущего, направленный на определение наиболее вероятных направлений и темпов развития науки и технологий в их взаимосвязи с экономическим развитием отрасли.

Научно-технологическое развитие отрасли растениеводства – качественные изменения в технологическом базисе отрасли за счет укрепления и наиболее полного использования интеллектуального потенциала аграрной науки, создания и применения новейших достижений техники и технологий в целях обеспечения продовольственной безопасности России.

Области задельных исследований – области науки, в рамках которых могут быть получены результаты, создающие долговременные конкурентные преимущества и имеющие широкий спектр возможных практических применений в производстве продукции растениеводства.

Окна возможностей – разнообразные пути научно-технологического развития отрасли растениеводства, приводящие к разным результатам.

Сквозные технологии – это ключевые научно-технические направления, которые оказывают наиболее существенное влияние на развитие новых рынков в отрасли.

Сценарное прогнозирование научно-технологического развития – процесс определения альтернативных траекторий изменения основных факторов производства (труд, капитал и земля) в условиях неопределенности в отрасли, зависящих от осуществляемой государством научно-технологической политики, и количественная оценка ее последствий.

Сценарные условия – ключевые предположения, заложенные в основу каждого из сценариев, и задающие начальный вектор для них.

Технологический тренд – направление (вектор) технологических изменений, в рамках которого в последние 5 лет активно ведутся исследования и разработки, что подтверждается ростом показателей публикационной и/или патентной активности, и, как ожидается, в перспективе 5–10 лет этот рост будет продолжаться.

Трендлеттер (информационный бюллетень технологических трендов) – краткий обзор технологических трендов в отрасли растениеводства, семеноводства и органического земледелия.

Форсайт – система методов экспертной оценки стратегических направлений социально-экономического и инновационного развития, выявления технологических прорывов, способных оказать воздействие на экономику и общество в средне- и долгосрочной перспективе.

Центры превосходства – организации, которые ведут научные исследования и разработки в прорывных областях знаний в растениеводстве, семеноводстве и органическом земледелии, и располагают уникальными материально-техническими, интеллектуальными и кадровыми ресурсами.

ВВЕДЕНИЕ

Предпосылкой устойчивого развития агропромышленного комплекса (далее АПК) страны, региона, предприятия является процесс постоянного инновационного обновления, обеспечивающий улучшение «качества» человеческого потенциала, достижение максимальной производительности труда, и в конечном счете повышение конкурентоспособности производимой продукции. При этом научные и технологические знания, лежащие в основе этого процесса, становятся стратегическим ресурсом развития. Поэтому проблема адекватного информационного обеспечения принимаемых решений в научно-технологической сфере на средне- и долгосрочную перспективу сегодня рассматривается как одна из ключевых.

Прогноз научно-технологического развития отрасли растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие (далее Прогноз), – документ стратегического планирования, содержащий систему научно обоснованных представлений о направлениях и об ожидаемых результатах научно-технологического развития растениеводства на долгосрочный период. Цель – выявить наиболее перспективные области развития науки и технологий на период до 2030 года, которые станут адекватным ответом на глобальные вызовы и ключевые национальные проблемы в отрасли растениеводства, обеспечат реализацию конкурентных преимуществ страны и устойчивый экспортный потенциал АПК.

Для достижения цели были поставлены и решены следующие задачи:

– проанализированы глобальные тенденции в области мирового и российского растениеводства, семеноводства и органического земледелия;
– определены перспективные рыночные ниши, продукты и услуги для приоритетного направления «Растениеводство, включая семеноводство и органическое земледелие»;
– разработаны тематические блоки, области задельных исследований и приоритетные исследования и разработки в области растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие;
– дана оценка состояния отечественных исследований в этих областях: выявить «белые пятна», а также зоны паритета и лидерства, которые могут стать основой для интеграции в международные альянсы, позиционирования нашей страны как центра глобального технологического развития;
– проанализирован современный уровень развития растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие, а также уровень их инновационного развития в России;
– разработаны сценарии научно-технологического развития отрасли растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие.

Методологической основой для составления данного Прогноза послужили следующие методы форсайта: SWOT, Дельфи, экспертные панели, критические технологии, патентный и библиометрический анализы, корреляционно-регрессионный анализ. Комбинированное применение этих методов обеспечивает высокую эффективность и достоверность Прогноза.

Для составления Прогноза были использованы следующие информационные и аналитические материалы:

– аналитические исследования и прогнозы международных организаций (ОЭСР, Европейской комиссии, ООН, ЮНИДО, Всемирного банка, ОПЕК и др.);
– прогнозы крупных корпораций, а также ряда международных профессиональных ассоциаций;
– Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации;
– Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса РФ на период до 2030 г.;
– Стратегия развития селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Российской Федерации на период до 2020 г.;
– Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг.;
– базы данных патентных служб (Роспатента, патентного ведомства США – USPTO, Европейского патентного ведомства – EPO, Всемирной организации интеллектуальной собственности – WIPO и др.);
– базы данных международных журналов (ISI Web of Knowledge компании Thomson Reuters, Scopus компании Elsevier, Российский индекс научного цитирования и др.).

Коллектив авторов выражает благодарность экспертному сообществу в отрасли растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие, включающему более 300 экспертов из высших учебных заведений, научно-исследовательских институтов и коммерческих организаций, за оказанную помощь в разработке данного Прогноза и показавших свою заинтересованность в проведенном анкетировании. Мнение каждого эксперта было рассмотрено и учтено в исследовании.

ГЛОБАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ, ВЫЗОВЫ И «ОКНА ВОЗМОЖНОСТЕЙ»

С методологической точки зрения начальным пунктом при формировании прогноза научно-технологического развития отрасли растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие, является определение глобальных технологических и социально-экономических трендов и их особенностей для нашей страны.

Научно-технологическое развитие отрасли растениеводства России осуществляется под влиянием глобальных трендов, которые затрагивают все страны мира и приводят к существенным изменениям в структуре экономики и жизни населения. Технологическое совершенствование может служить принципиальным ответом на долгосрочные вызовы развития отечественной отрасли растениеводства, поэтому при анализе спроса на инновации важно определить характер конкретных вызовов, проецируя глобальную динамику на внутреннюю ситуацию. К наиболее актуальным и распространенным в литературе группам вызовов относят: экономические, экологические, технологические и социальные. Их сопоставление с условиями развития отрасли растениеводства позволит выделить глобальные вызовы и окна возможностей, которые порождаются глобальными трендами.

Осуществляемые на постоянной основе прогнозные и форсайтные исследования позволяют выделить глобальные тренды, оказывающие влияние на научно-технологическое развитие отрасли растениеводства до 2030 г. Также для выявления глобальных трендов были изучены научные публикации, прогнозные и аналитические материалы ведущих научных центров, международных организаций, консалтинговых компаний. Основными мировыми трендами в растениеводстве, семеноводстве и органическом земледелии на ближайшие 10–15 лет станут совершенствование технологий предпосевной защиты посадочного материала, повышения плодородия и предотвращения обеднения почв посредством снижения химической нагрузки и оздоровления почвенной микробиоты, цифровизация и автоматизация большинства процессов выращивания растений, точное земледелие. Все перспективные технологии в растениеводстве будут направлены на экологизацию производства и снижение нагрузки на биосферу. Величина спроса в развитых странах на продовольствие практически не изменится, изменения коснутся его структуры и качества в сторону свежих овощей и фруктов, а также продукции органического земледелия.

Все мировые тренды в растениеводстве, семеноводстве и органическом земледелии можно разделить на следующие группы:

По технологиям:

1. Биологизация растениеводства. В настоящее время биотехнологии в растениеводстве по урожайности и себестоимости конкурируют с химическими методами. Без ядохимикатов и даже без минеральных удобрений в странах ЕС в органическом сельском хозяйстве, как показывают статистические данные, урожайность выше, чем в России с ядохимикатами и всем спектром химических удобрений. Китай, США, ЕС достигли предела применения агроядохимикатов и синтетических удобрений. Увеличение их применения уже не ведет к росту урожая, а, наоборот, провоцирует экологические проблемы, которые негативно влияют на сельхозпроизводство. Китай – самый крупный сельхозпроизводитель в мире, последние 10 лет активно внедряет методы биотехнологий в сельском хозяйстве. Ежегодно открываются тысячи новых фабрик по производству биопрепаратов (данные BioFach China), требования к применению ядохимикатов ужесточаются. В странах Европы норма внесения минеральных удобрений снижается, под запрет попадают различные пестициды, список запрещенных ядохимикатов только растет. У США на сегодня крупнейшая в мире экономика биотехнологий (35% от глобальной биоэкономики) и почти 50% всего мирового рынка экологически чистой продукции [3].

2. Распространение биотоплива. Международные тенденции внедрения перспективных автомобильных топлив направлены на развитие таких видов биотоплива, как этанол на основе кукурузы и биодизель из сои, рапса и пальмового масла. Полезность энергии, которую через биотопливо можно получить с гектара пашни, для потребителей в развитых странах стала выше, чем полезность продовольствия. Уже сегодня США, Германия, Франция не только энергично расширяют свой «биотопливный клин», но и импортируют биотопливо – пока

что из Бразилии. Но по мере исчерпания традиционных энергоносителей спрос на биотопливо будет приводить к тому, что даже в продуктодефицитных странах зерно будут стремиться перерабатывать в дорожающую энергию на экспорт, а не в хлеб для голодающего населения. Данный факт в совокупности с нестабильностью цен на углеводороды создают интерес к этому направлению. В среднесрочной перспективе планируется рост потребления зерновых на биотопливо на 12%, сахарного тростника – на 30%, растительных масел – на 15%.

3. Генетический инжиниринг сельскохозяйственных культур, например создание многолетних зерновых культур, позволяющий снизить потребность в таких ресурсах, как земля, вода, энергия, удобрения, гербициды и одновременно повышающих урожайность, что делает его привлекательными для устойчивого и продуктивного растениеводства. Данная технология, уже получившая название «вторая зеленая революция», в перспективе способна повышать производительность кукурузы, сои и пшеницы на 50%.

4. Повсеместное распространение точного земледелия, основой которого выступает идея о неоднородности обрабатываемых площадей. Поиск путей повышения экономической эффективности производства, ограничение площади пашни и ее истощение требуют новых способов управления ресурсами, оптимизации использования техники и оборудования, удобрений, семян. Использование технологий точного земледелия ведет к минимизации себестоимости единицы продукции. Основные инструменты данной технологии: спутниковая- и аэрофотосъемка (в т.ч. посредством дронов), датчики для отслеживания фитосанитарной ситуации в посевах, состояния почвы, воздуха, посевов [2, 59].

5. Выращивание растений без использования почв – один из наиболее перспективных технологических трендов в сельском хозяйстве. По прогнозам в ближайшие 10–15 лет почти три четверти мирового населения будут проживать в городах, что станет стимулом к использованию вертикальных ферм, гидропоники, аэропоники, аквапоники. В настоящее время данные технологии получают постепенное распространение, так, например, в японской компании Pasona имеются гидропонные установки и искусственные грядки с рисом, овощами и фруктами. Овощи производит и такая компания, как Mitsubishi Heavy Industries: на одном из заводов построена ферма, работающая на солнечных батареях. Овощами обеспечиваются питание сотрудников и поставки в токийские рестораны.

Использование вертикальных ферм решает одновременно множество проблем: экономия территорий, сокращение периода вегетации, независимость урожая от внешних условий, таких как температура, солнечное освещение, вредители и непогода.

6. Синтетические продукты растениеводства, разнообразные витаминные коктейли, заменяющие обычные фрукты и овощи, появление которых вызвано дефицитом пашни, достижением предела урожайности сельскохозяйственных культур, ростом цен на продукты питания в большинстве странах мира.

По рыночной конъюнктуре:

1. Смещение спроса на продукцию растениеводства в сторону азиатских рынков. Основные потребители продовольствия в ближайшие 10–20 лет – это Восточно-Азиатский рынок: Китай, Япония, Монголия, Тайвань, КНДР; Индия, Северная Африка, Ближний Восток.

2. Прогнозируемый рост спроса на соевые бобы и продукцию их переработки. В 2016 г. был собран рекордный урожай сои (около 331 млн тонн), однако объемы ее потребления превышают показатели валового сбора. Главный импортер сои – Китай.

3. Волатильность цен на пшеницу (снижение на 40% в период с 2008 по 2018 г.), в связи с ростом ее предложения на мировом рынке со стороны США, Аргентины, России. В то же время будет происходить рост спроса зерновых со стороны животноводов на кормовые цели и его снижение на продовольственные цели.

4. Рост спроса на кукурузу, в частности на кормовые цели. В США в среднесрочном периоде планируется преобладание объемов производства кукурузы над пшеницей (новые биотехнологические проекты и технологии в США позволили генетически модифицировать такие культуры как кукуруза и соя, что привело к повышению их устойчивости к гербицидам, насекомым, вирусам, грибам и негативным природно-климатическим факторам; в результате урожайность и рентабельность этих культур заметно увеличились), что сократит объемы экспорта последней на мировой рынок на 15%. Данный факт позволит России стать главным экспортером пшеницы.

5. К 2021 г. прогнозируется смещение мирового потребительского спроса на сельскохозяйственные культуры в сторону риса, растительного масла, сахара, в частности это касается развивающихся стран.

6. Рост спроса на функциональное и персонализированное питание. Социокультурные изменения и тренды в других отраслях привели к росту персонализации продуктовых предложений. В перспективе население развитых стран будет уделять большее внимание качеству потребляемой продукции растениеводства и стремиться выстроить свой рацион с максимальной пользой для здоровья, что сделает привлекательными сегменты персонализированного питания. Следствием роста спроса на персонализированное питание станет увеличение сегмента органического растениеводства. При выборе продуктов питания все большее внимание уделяется «экологически чистой» продукции.

Все вышеперечисленные тренды подтверждаются и результатами библиометрического анализа, в рамках которого выявлены исследовательские фронты, т.е. совокупность высокоцитируемых публикаций по теме растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие, в российских и зарубежных базах научного цитирования (рис. 1, 2).

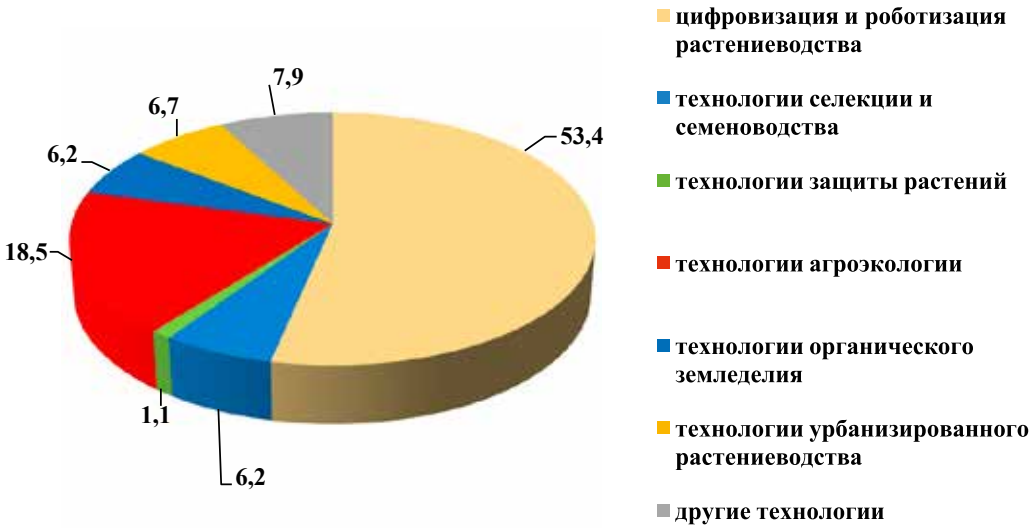


Рисунок 1 – Диаграмма распределения исследовательских фронтов в базе данных Web of Science (ResearcherID), %[1]

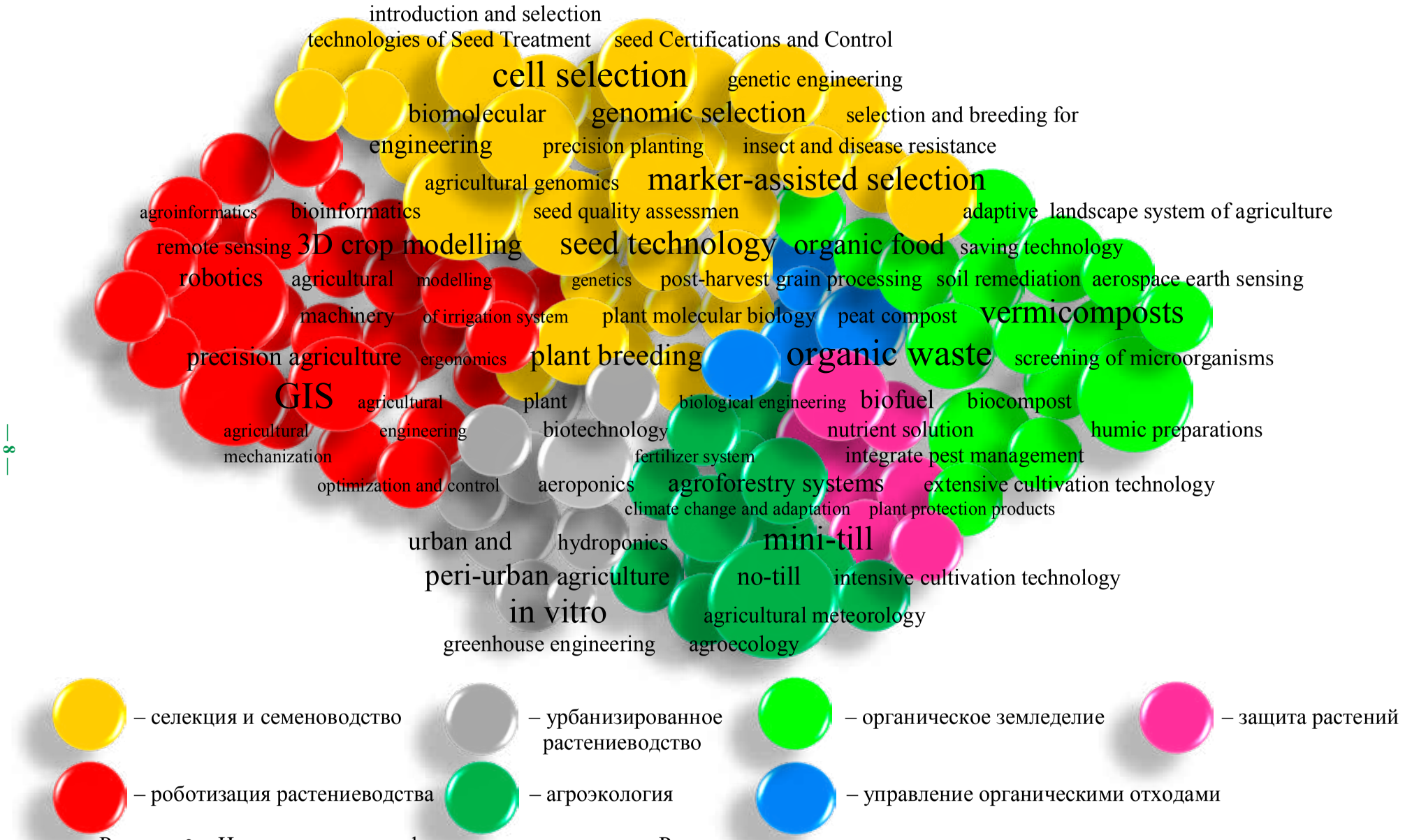
53,4% из 178 российских и зарубежных авторов научных публикаций, посвященных технологиям растениеводства, затрагивают в своих исследованиях технологии цифровизации и роботизации отрасли, в частности: точное земледелие, геоинформационные системы, дистанционное зондирование, оптимизацию и контроль, биоинформатику, агроинформатику, 3D-моделирование урожая, сельскохозяйственное машиностроение; механизацию сельского хозяйства, роботизацию, эргономику.

18,5% исследований посвящены агроэкологии, системам агролесоводства, 6,7% – технологиям урбанизированного растениеводства: гидропоника, аэропоника, вертикальные теплицы. 6,2% – технологиям селекции и семеноводства.

Таким образом, были сформулированы около 70 ключевых прорывных научно-технологических направлений в области растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие.

На основе глобальных трендов возникают вызовы, с которыми сталкиваются все страны. В перспективе до 2030 г. можно ожидать сохранения следующих глобальных социально-экономических и научно-технологических вызовов (табл. 1).

[1] Рассчитано авторами.



– селекция и семеноводство

– урбанизированное растениеводство

– органическое земледелие

– защита растений

– роботизация растениеводства

– агроэкология

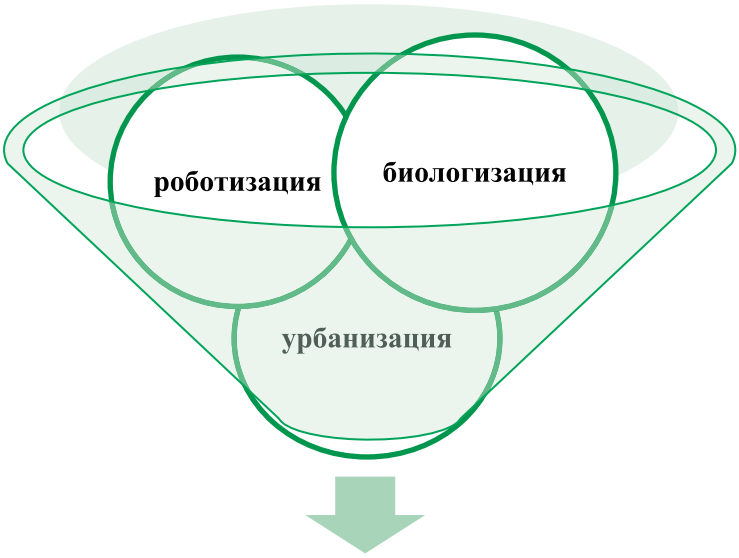
– управление органическими отходами

Рисунок 2 – Исследовательские фронты по направлению «Растениеводство, включая семеноводство и органическое земледелие»

Таблица 1 – Глобальные вызовы, влияющие на развитие отрасли растениеводства

Вызовы	Мир	Россия
Экономические	– рост мирового спроса на экологически чистую и органическую продукцию растениеводства; – опережение темпов роста численности населения темпов роста мирового валового производства продукции растениеводства; – объемы субсидирования производства продукции растениеводства в развитых странах подавляют рост АПК развивающихся стран и приводят к искажению цен на сырье на мировых рынках	– рост спроса на российскую продукцию со стороны стран ЕАЭС и развивающихся стран; – преобладание в экспорте продукции растениеводства с низкой добавленной стоимостью; – недостаточное предложение «длинных» денег для сельхозтоваропроизводителей; – увеличение роли агрохолдингов на рынке продукции растениеводства; – неспособность малого и среднего бизнеса внедрять инновации
Технологические	– переход на новый технологический уклад; – сокращение посевных площадей зерновых культур в США, Канаде, Китае; – исчерпание потенциала «зеленой революции»; – снижение естественного породного и сортового биоразнообразия в растениеводстве	– отставание от развитых стран в процессе перехода на новый технологический уклад (точное земледелие, урбанизированное сельское хозяйство, роботизация, селекция, биотехнологии); – недостаточное использование в растениеводстве конкурентоспособных технологических заделов: ИКТ, биотехнологии, энергетика и т.д.)
Ценностные	– консерватизм фермеров в принятии новых технологий; – неприятие обществом генно-модифицированной продукции; – популяризация здорового образа жизни	– консерватизм фермеров в принятии новых технологий; – неприятие обществом генно-модифицированной продукции; – популяризация здорового образа жизни; – низкая престижность аграрных профессий
Экологические	– глобальное потепление климата; – снижение естественного плодородия почв, эрозия; – увеличение частоты экстремальных погодных явлений (наводнения, засуха и т.д.); – рост угрозы биотерроризма; – массовая вырубка лесов; – ежегодное увеличение отходов животноводческого производства	– эрозия и снижение плодородия почв; – нерациональное использование удобрений и агрохимикатов; – распространение эпифитотий в новые районы из-за потепления климата; – региональная дифференциация агроклиматических условий и соответственно исторически сложившаяся специализация сельхозпроизводства
Политические	– возрастающая роль региональных интеграционных проектов; – геополитическое соперничество; – протекционизм национальных экономик вместо глобализации	– введение контрсанкций для США и иных иностранных государств; – эмбарго на импортную продукцию; – наличие действующего запрета на выращивание ГМО
Социальные	– дифференциация доходов; – рост темпов урбанизации; – демографические проблемы: перенаселение в Азии, Африке, Латинской Америке и низкая рождаемость в Европе и Северной Америке	– стагнация численности населения; – преимущественная занятость сельского населения в несельскохозяйственной деятельности; – дифференциация в уровне и качестве жизни сельского и городского населения

Основными трендами до 2030 г. в мировом растениеводстве являются биологизация, роботизация, информатизация и урбанизация (перемещение производства в города) сельскохозяйственного производства. Они открывают для России новые «окна возможностей» (рис. 3).



Развитие органического земледелия и экспорт высокомаржинальной органической продукции в страны Европы и Юго-Восточной Азии

Привлечение отечественных компаний в наукоемкие звенья цепочек стоимости, модернизации мощностей, оптимизации процессов производства

Повышение качества и уровня жизни в сельской местности посредством создания инновационных производств и развития инфраструктуры

Закрепление страны на новых рынках и рыночных нишах

Обеспечение импортозамещения овощей с помощью создания автоматизированных климатонезависимых теплиц для их круглогодичного выращивания

Создание принципиально новых прорывных производств за счет реализации накопленных научно-технологических заделов

Рисунок 3 – «Окна возможностей» для отрасли растениеводства России

«Окна возможностей», создающие новые возможности для производства и потребления в отрасли, преимущественно «открываются» при смене технологических укладов. Именно в этот период возможен выход из кризисного состояния отрасли растениеводства на новую волну экономического роста. Для обеспечения перехода необходим мощный инициирующий импульс со стороны государства, с помощью которого появляется возможность преодолеть «внутренние барьеры», то есть проблемы в отрасли (табл. 2).

Таблица 2 – Внутренние барьеры отрасли растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие

Барьеры	Описание
Экономические	●высокий уровень импортозависимости в отрасли семеноводства; низкий уровень развития материально-технической базы растениеводства, семеноводства, селекции; ●консерватизм и неготовность российских сельхозпроизводителей к внедрению инноваций; ●большие потери продукции растениеводства на стадиях хранения, переработки, логистики; ●недостаточно эффективная государственная поддержка селекции и семеноводства; диспаритет цен на продукцию растениеводства и промышленности
Технологические	●преобладает экстенсивное развитие растениеводства; ●недостаточное использование новых методов селекционно-семеноводческих исследований на основе инновационных достижений молекулярной генетики; ●недостаточное внесение минеральных и органических удобрений; ●устаревшая система мониторинга фитосанитарной ситуации; ●слабая инфраструктура для трансфера, продвижения и коммерциализации новых перспективных сортов растений отечественной селекции; ●низкий уровень массовой подготовки и переподготовки кадров, владеющих современными знаниями и технологиями в области генетики, селекции и семеноводства
Экологические	●слабое развитие мелиорации; ●угрозы незаконного распространения выращивания ГМО растений в приграничных регионах (с Китаем, Украиной); ●проблема утилизации отходов животноводческих ферм; ●недостаточное распространение агротехнологий выращивания биоэнергетических культур
Социальные	●непривлекательность сельской инфраструктуры для высококвалифицированных специалистов; ●дифференциация качества и уровня жизни сельского и городского населения

Преодоление вышеперечисленных барьеров внутри российского АПК позволит стране выйти на новые рынки технологий и конечных продуктов отрасли растениеводства и закрепиться на них в качестве поставщика конкурентоспособной и высококачественной продукции.

КРИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Важнейшее условие реализации научно-технологического развития отрасли растениеводства заключается в концентрации научного потенциала, имеющихся ресурсов на приоритетных направлениях развития науки и техники.

На практике невозможно охватить исследованиями все научные направления – требуется ограничение представленных технологий посредством определения приоритетов научно-технологического развития, то есть выявление критических технологий – конкретных прикладных направлений исследований и разработок, реализация которых должна обеспечить значительный вклад в социальное, научно-техническое и экономическое развитие страны.

При формировании перечня критических технологий отрасли растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие, необходимо учитывать следующие риски:

– чрезмерная широта направлений исследований, что не позволяет сосредоточить бюджетные средства на их реализации;
– вероятность включения в перечень технологий, не обладающих рыночным потенциалом;
– отсутствие эффективных механизмов их реализации;
– отсутствие перспектив практического применения результатов исследований.

Основными критериями в определении приоритетных направлений исследований и разрабо-



Рисунок 4 – Технологии растениеводства, которые должны стать ответом России на глобальные вызовы

ток в отрасли растениеводства должны быть: вклад в увеличение объемов сельскохозяйственного производства и повышение конкурентоспособности продукции растениеводства, а также обеспечение продовольственной безопасности России.

Перечень критических технологий должен определяться потребностями рынка и ориентироваться на будущие потребности отрасли растениеводства. Следует не забывать, что агротехнологии – это технологии, спрос на которые в России имеется даже при существенном их отставании от мирового уровня. На практике в нашей стране наблюдается следующая корреляция: чем выше актуальность технологии для отрасли, тем ниже уровень исследований и разработок по данному направлению.

Изначальная ориентация на спрос требует при формировании перечня критических технологий в отрасли растениеводства оценки их значимости с позиции реального инновационного потенциала технологии, а также оценки емкости рынка соответствующей продукции или услуг (Трендлеттеры 1–10). Инвестирование должно осуществляться в те исследования и разработки, которые в течение 10–15 лет могут стать востребованными при определении новых технологических направлений.

Технологическим ответом на глобальные вызовы для России должны стать разработка и внедрение в сельскохозяйственное производство технологий нового поколения (рис. 4).

В результате анкетирования экспертов и с учетом представленных Минсельхозом России совместно с НИУ ВШЭ приоритетных групп технологий в области растениеводства, семеноводства и органического земледелия, и выявленных глобальных трендов и вызовов был определен следующий перечень критических технологий:

1. Цифровые технологии растениеводства:

– цифровые системы для сбора, анализа и обработки больших массивов данных о состоянии почв и сельскохозяйственных растений;
– базовые программные модели с приемами автоматизированного проектирования элементов прецизионных систем земледелия на основе принципов биологизации, ресурсосбережения и экологической безопасности;
– автоматизация агротехники – роботы, GPS-навигация, телематика, точный высев и опрыскивание, дифференцированное внесение удобрений;
– энерго- и ресурсосберегающие машины с возможностями высокоточного геопозиционирования с использованием системы ГЛОНАСС;

– технологии мониторинга агрохимических и микробиологических показателей почвы сельскохозяйственных угодий.

2. Технологии сити-фермерства:

– аэропоника, гидропоника, хайпоника с усовершенствованной автоматикой и системой управления;
– вертикальные фермы;
– аквапоника, биопоника.

3. Тепличные технологии:

– роботизированные теплицы – системы контроля и управления микроклиматом, ирригация, фитотронная направленность, системы фертигации и медленных удобрений;
– конвейерное выращивание рассады овощей способом малообъемной культуры в кассетах;
– автоматизированные системы закрытого грунта;
– интродуценты, как основа функциональных продуктов питания;
– технологии интегрированной защиты от болезней и вредителей (использование биопестицидов);
– технологии грибоводства.

4. Биотехнологические методы эффективной ускоренной селекции:

– маркер-ориентированная селекция, геномная селекция;
– ускоренные технологии микроклонального размножения растений за счёт экологически приемлемых регуляторов роста;
– технологии получения андрогенных и гипогенных растений;
– технологии получения искусственных семян;
– усовершенствованные технологии использования гаплопродюсеров;
– технологии традиционной селекции с точным районированием;
– метод культуры клеток и тканей (каллусная культура; культура клеток и агрегатов клеток; культура протопластов);
– технологии генной инженерии – создание новых форм растений, получение трансгенных сортов, устойчивых к гербицидам, болезням.

5. Интенсивные технологии в семеноводстве:

– технологии получения искусственных семян;
– зональные технологии первичного и промышленного семеноводства, ускоренное размножение новых сортов и гибридов.

6. Агроэкологические технологии:

– технологии использования вермикультуры в космосе. Вермикомпостеры;
– модели восстановления разнообразия и продуктивности земель;
– технологии возделывания сельскохозяйственных культур с фитомелиаротивными звеньями в севообороте;
– технологии селекции растений на улучшение фитомелиоративных свойств;
– технологии восстановления засоленных почв;
– технология адаптивно-ландшафтной системы земледелия;
– энергосберегающие технологии земледелия: Strip-till и No-Till;
– ЭМ-технологии (использование полезных микроорганизмов и микробиологических удобрений).

7. Биотехнологии:

– алгоритмы создания биотехнологических продуктов для земледелия и растениеводства;
– системы генетического конструирования и биоинженерии микробиомов, обеспечивающих мобилизацию трофических ресурсов почвы;
– микробиологические средства защиты растений от болезней и вредителей, бактериальных удобрений и регуляторов роста растений.

8. Интенсивные промышленные технологии в кормовом растениеводстве:

– усовершенствованные технологии заготовки, приготовления, хранения и раздачи кормов;
– интродукция новых видов кормовых культур;
– селекция и семеноводство кормовых культур с точным районированием;
– технологии интенсивного использования кормовых угодий;
– технологии изготовления биологически активных кормовых добавок.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЫНКИ, ПРОДУКТЫ И УСЛУГИ

Выявленные вызовы и «окна возможностей» предопределяют перспективные направления развития отрасли растениеводства и открывают для российских сельхозтоваропроизводителей новые рынки, которые становятся стимулом для проведения исследований и разработок. В настоящее время многие рынки технологий растениеводства находятся в «зачаточном» состоянии, имеют небольшие размеры и неравномерно распределены по всем странам. Если, например, в Сингапуре, Японии и Швеции рынок технологий урбанизированного растениеводства развит на высоком уровне, то для России вертикальные фермы, аэропоника, биопоника являются новыми, в малой степени освоенными технологиями.

На основе проведенных исследований и с учетом экспертного мнения, определен перечень рынков технологий растениеводства, семеноводства и органического земледелия, на которые может выйти Россия к 2030 г. На рис. 5 представлено формирование данных рынков.

Перспективные рынки технологий для приоритетного направления «Растениеводство, включая семеноводство и органическое земледелие»:

1. Рынок технологий ускоренной селекции и семеноводства.
2. Рынок цифровых технологий в растениеводстве.
3. Рынок биотехнологий в растениеводстве.
4. Рынок технологий урбанизированного растениеводства.
5. Рынок технологий экологически безопасного и органического земледелия (табл. 3).

На рынке технологий ускоренной селекции и семеноводства свое развитие получат методы создания высокопродуктивных сортов с.-х. растений, недоступных традиционным методам селекции, посредством использования новейших технологий получения исходного гомозиготного и рекомбинантного материала. Будут разрабатываться новые способы управления развитием и адаптивными функциями с.-х. культур в экологически устойчивых агроценозах с использованием сигнальных молекул; проводиться исследования молекулярно-генетических механизмов, обуславливающих хозяйственно-ценные признаки растений (устойчивость к стрессовым факторам, в том числе фитопатогенам, повышение качества урожая), а также идентификация генов. Получат развитие передовые постгеномные и биотехнологические методы в растениеводстве (базы данных генов-носителей ценных сортовых свойств) [49].

Рынок цифровых технологий растениеводства включает в себя следующие рыночные ниши:

– **технологий энергоресурсосберегающего экологически безопасного производства продукции растениеводства**, основными чертами которой являются экономическая эффективность и минимальное отрицательное влияние на окружающую среду. К данной нише относятся технологии обработки почвы, посева и уборки урожая зерновых, кормов с высоким содержанием обменной энергии, обеспечивающие снижение затрат дизельного топлива в несколько раз, беспроводные модели сбора больших массивов данных о состоянии с.-х. растений в режиме реального времени;

– **высокоинтенсивных ресурсосберегающих технологий в кормовом растениеводстве**, где будут реализовываться высококачественные корма для животноводства. Данные технологии позволят снизить потери при производстве кормов, а также ввести в культуру новые растения, обладающие повышенной урожайностью и устойчивостью к экстремальным погодным условиям.

– **широкозахватных почвообрабатывающих машин, опрыскивателей, посевных и уборочных машин** – основывается на системах точного земледелия с использованием геоинформационных систем и оптических датчиков. Точное земледелие – стратегия управления, использующая информационные технологии, извлекая данные из множественных источников с тем, чтобы принимать правильные решения по управлению сель-

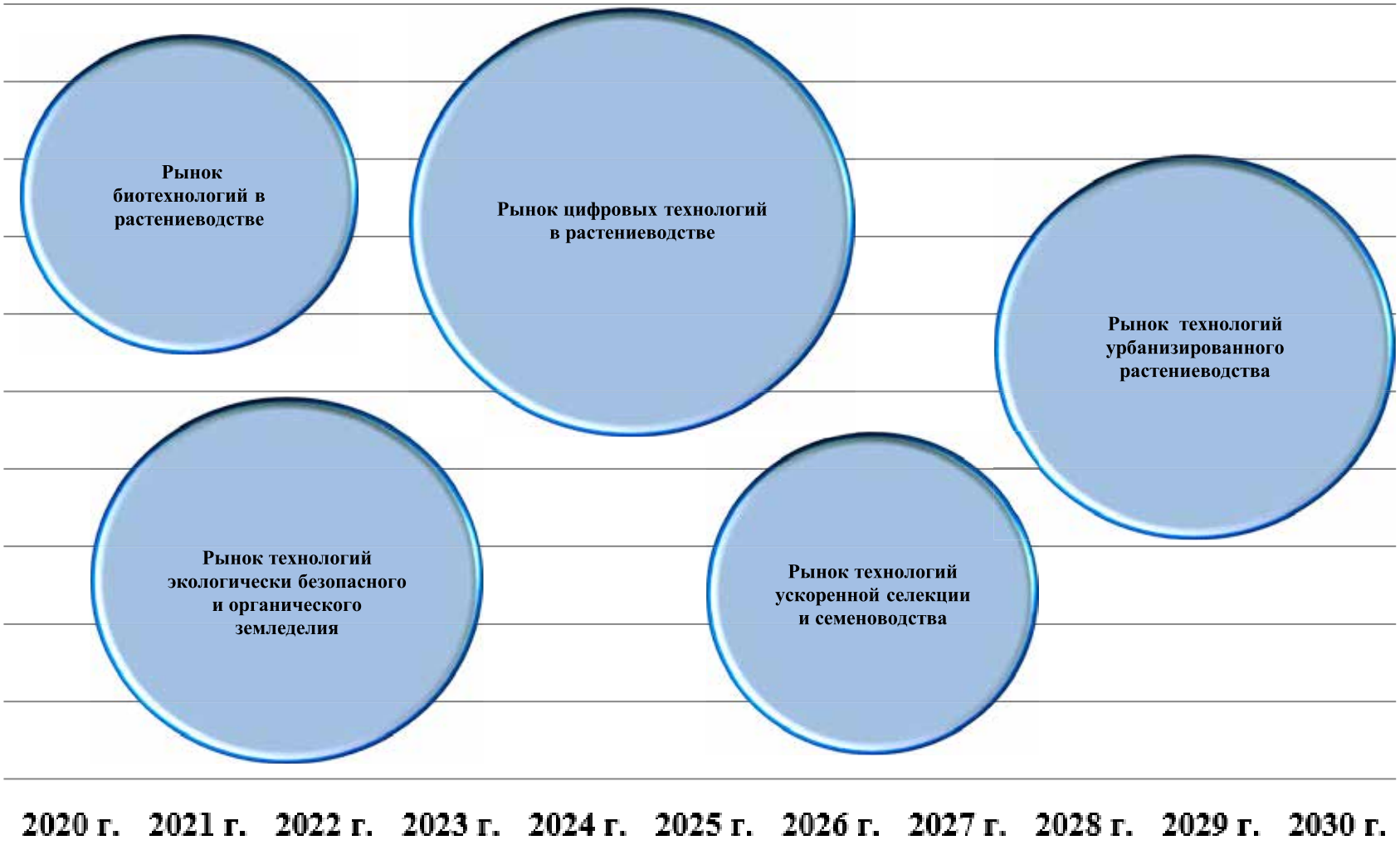


Рисунок 5 – Формирование рынков технологий растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие

скохозяйственной организацией. В основе данной концепции лежат представления о существовании неоднородностей в пределах одного поля: локальных особенностей почвы и климатических условий. Используя карты агрофизико-химических показателей почвы, полученные с использованием географических информационных систем (ГИС), можно реализовать стратегию управления развитием культур на уровне поля и оптимизации затрат. Преимущества данной технологии – это появление возможности проведения полевых работ круглосуточно, рост производительности труда за счет быстрого передвижения машины и уменьшения утомляемости механизатора.

Рынок биотехнологий, состоящий из технологий генной модификации растений и технологий, использующих естественные резервы микроорганизмов. На данном рынке появятся новые биостимуляторы роста растений, средства защиты растений и средства, повышающие урожайность сельскохозяйственных культур. Будут разрабатываться селекционные методы, основанные на клеточной и генетической инженерии. В результате появится возможность выведения растений, устойчивых к гербицидам.

Рынок технологий урбанизированного растениеводства, который в первую очередь представлен автоматизированными агропромышленными комплексами, отличающимися от традиционных тепличных хозяйств прежде всего интенсивным подходом к использованию пространства посредством вертикального многоярусного размещения насаждений. Данный рынок представлен следующими технологиями: вертикальных ферм, которые решают проблему экономии пространства в мегаполисах; гидропоники, посредством которой растения выращиваются в питательном водном растворе, и кассетами для рассады – одного из самых прогрессивных и современных способов выращивания посадочного материала. Технологии урбанизированного сельского хозяйства позволяют избавиться от сезонности производства, повысить урожайность растений, а также восстановить пострадавшие от агрессивного земледелия сельскохозяйственные угодья и возвратить их в природный кругооборот. Еще одна ниша данного рынка – это **технологии аэропоники для продовольственного обеспечения автономных объектов**. Аэропоника – технология выращивания растений на питательном растворе без использования субстратов. Аэропоника основывается на том, что главная составляющая роста и развития растений – это кислород. Все необходимые питательные вещества доставляются к корням растений в виде аэрозоля. Посредством аэропоники возможен перевод сельского хозяйства на крыши, террасы, в пустующие здания и т. д. Главные ее преимущества заключаются в получении безопасной и экологически чистой продукции, потребляющей намного меньше воды и удобрений, чем при традиционном выращивании, и сокращении затрат на ее производство.

Рынок технологий экологически безопасного и органического земледелия состоит из следующих ниш:

– **технологий биологической мелиорации.** Биологическая мелиорация представляет собой комплекс мероприятий по улучшению условий природной среды с помощью культивирования и поддержания естественных растительных сообществ. К таким мероприятиям относятся создание лесополос, кулисных посадок, посев трав. Принцип их действия заключается в обогащении почвы органическими веществами (при произрастании на поле в течение 4–5 лет). В результате чего улучшается структура почвы, повышается содержание гумуса в ней, уменьшается сток и снижаются последствия эрозионных процессов.

– **современных технологий применения органических компостов на основе биологически активных веществ.** Одна из главных проблем, стоящих перед современным миром – это увеличивающиеся объемы продуктов жизнедеятельности с.-х. животных. Ее решением могут стать технологии промышленной переработки данных продуктов с целью создания биологических удобрений и биостимуляторов роста растений.

– **технологий применения вермикультур.** Технология разведения дождевых червей или «вермикультура» – это один из наиболее перспективных методов решения проблемы утилизации органических отходов. Развитию данной технологии способствуют негативные изменения в экологии, вызванные активной деятельностью человека в промышленности и сельском хозяйстве, направленной на быструю интенсификацию производства. Применение вермикультуры с использованием производимого биогумуса для удобрения сельскохозяйственных культур в значительной мере решает проблему утилизации органических остатков, восстановления и улучшения свойств почвы.

Таблица 3 – Перспективные рынки технологий приоритетного направления «Растениеводство, включая семеноводство и органическое земледелие»

Рынки и рыночные ниши	Промышленный продукт	Продукт для конечного потребителя
1	2	3
1. Рынок технологий ускоренной селекции и семеноводства		
– маркер-ориентированная селекция, геномная селекция: технологии ускоренного микроклонального размножения и оздоровления коммерчески ценных растений	Банк молекулярных карт геномов с.-х. растений для маркер-ориентированной селекции. Маркер-ориентированная селекция Технологии создания ценного селекционного материала на основе соматической гибридизации. Высокоточные молекулярно-генетические диагностические наборы. Тест-системы по поиску и характеристике индивидуальных маркеров устойчивости растений к патогенам. Генетическая паспортизация сортов и сертификация семян растений с использованием молекулярных маркеров	Новые сорта с.-х. культур. Безвирусный посевной и посадочный материал
– технологии получения биологически активных соединений на основе методов культивирований invitro	Совершенствование старых и создание новых технологий получения экологически чистых БАВ. Технологии промышленного производства вторичных метаболитов различных растений, в т.ч. не произрастающих на территории России	Биологически активные вещества для сельского хозяйства, медицины, пищевой и др. промышленности (стероиды, алкалоиды, терпены, эфирные масла, вкусовые добавки, красители, инсектициды). Новые активные вещества
– технологии получения андрогенных и гиногенных растений	Экономически эффективные технологии ускоренного получения гетерозисных гибридов F_1 с.-х. растений	Новые гибриды с.-х. растений. Семена гетерозисных гибридов F_1
– технологии получения искусственных семян	Технологии размножения отдельных видов с.-х. культур с высокой коммерческой ценностью. Технологии размножения бессемянных сортов с.-х. культур (арбуз, виноград). Инновационные биотехнологические способы размножения и хранения ценных сортов и клонов растений.	Стерильный растительный материал для исследовательских, семеноводческих и производственных целей. Услуги по производству наноструктурированных защитных покрытий для семенного материала.
– усовершенствованные технологии использования гаплопродюсеров;	Методы гаплоидии с получением в короткие сроки гомозиготных исходных линий	Линии-гаплопродюсеры для селекционной работы. Новые сорта с.-х. культур
– технологии традиционной селекции с точным районированием	Технологии для точного районирования с использованием информационных систем	Семена с.-х. культур, зерно, овощная продукция, сырье для перерабатывающей промышленности (растительные масла, пакля и пр.), адаптированные к конкретным условиям произрастания

продолжение табл. 3

1	2	3
2. Рынок цифровых технологий растениеводства:		
– технологий энергоресурсосберегающего экологически безопасного производства продукции растениеводства	Базовые программные модели с приемами автоматизированного проектирования элементов прецизионных систем земледелия на основе принципов биологизации, ресурсосбережения и экологической безопасности. Системы локально дифференцированного внесения удобрений. Беспроводные модели сбора больших массивов данных о состоянии с.-х. растений в режиме реального времени. Системы энергосберегающих малоотходных технологий производства и переработки экологически чистой агропродукции	Сельскохозяйственная техника с возможностями высокоточного геопозиционирования с использованием системы ГЛОНАСС. Высококачественная продукция растениеводства. Консалтинговые услуги для сельхозтоваропроизводителей по повышению урожайности, улучшению качества продукции растениеводства и получению знаний по производству экологически безопасной продукции
– высокоинтенсивных ресурсосберегающих технологий в кормовом растениеводстве	Технологии эффективного использования естественных лугов и пастбищ. Применение оросительных систем в полевом кормопроизводстве, в т.ч. на многолетних травах. Усовершенствованные технологии заготовки, приготовления, хранения и раздачи кормов. Интродукция новых видов кормовых культур	Новые виды кормовых культур. Сбалансированные комбикорма и премиксы, кормовые добавки
– широкозахватных почвообрабатывающих машин, опрыскивателей, посевных и уборочных машин	Модели точного и роботизированного управления АПК. Системы фертигации и медленных удобрений. Технологии точного орошения и полива. Методы борьбы с опасным уплотнением почв	Сельскохозяйственная техника с возможностями высокоточного геопозиционирования с использованием системы ГЛОНАСС. Консалтинговые услуги для сельхозтоваропроизводителей
3. Рынок биотехнологий	1. Алгоритмы создания биотехнологических продуктов для земледелия и растениеводства. 2. Системы генетического конструирования и биоинженерии микробиомов, обеспечивающих мобилизацию трофических ресурсов почвы. 3. Микробиологические средства защиты растений от болезней и вредителей, бактериальных удобрений и регуляторов роста растений.	1. Средства защиты растений. 2. Биостимуляторы роста растений.
4. Рынок технологий урбанизированного растениеводства	Новые виды гидропонных и аэропонных установок. Новые способы кассетной технологии выращивания овощных культур. Роботизированные теплицы. Вертикальные фермы	Широкий спектр высококачественной продукции растениеводства, в том числе в условиях городских ландшафтов. Продовольственное сырье, произведенное в замкнутой контролируемой среде, полностью автоматическом режиме. Тепличные комбинаты с новыми принципами возделывания с.-х. культур
– аэропоники для продовольственного обеспечения автономных объектов	Новые системы аэропонного выращивания с.-х. культур	Свежие ягоды, фрукты и овощи закрытого грунта

окончание табл. 3

1	2	3
5. Рынок технологий экологически безопасного и органического земледелия		
– технологий биологической мелиорации	1. Технологии возделывания с.-х. культур с фитомелиаротивными звеньями в севообороте. 2. Технологии селекции растений на улучшение фитомелиоративных свойств. 3. Модели восстановления разнообразия и продуктивности земель. 4. Технологии предотвращения засоления почв	Новые сорта с.-х. культур с улучшенными фитомелиоративными свойствами
– технологий применения органических компостов на основе биологически активных веществ	1. Технологии промышленной переработки продуктов жизнедеятельности с.-х. животных крупных животноводческих комплексов (птицы, свиньи, КРС). 2. Алгоритмы создания биотехнологических продуктов для земледелия и растениеводства. 3. Системы генетического конструирования и биоинженерии микробиомов, обеспечивающих мобилизацию трофических ресурсов почвы	Биологические удобрения и биостимуляторы роста растений
– технологий применения вермикультуры	Технологии переработки и рециклинга муниципальных, агропромышленных и промышленных твердых органосодержащих отходов. Технологии использования вермикультуры в космосе. Вермикомпостеры	Белково-витаминные кормовые премиксы для птицеводства, животноводства и рыбоводства. Препараты для фармацевтики, медицины и косметики. Вермикомпост, биогумус, почвогрунт. Услуги по рекультивации техногенно-нарушенных ландшафтов и услуги по утилизации органических отходов различных производств

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК В ОБЛАСТИ РАСТЕНИЕВОДСТВА В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ

Анализ зарубежных направлений развития сельскохозяйственной науки проводился посредством изучения информации с сайтов научных учреждений, а также библиографических, реферативных и аналитических ресурсов международной базы Scopus. Всего было проанализировано 74 учреждения из 20 стран мира, в том числе США, Канаде, странах ЕС и Азии. Фиксировалось общее количество публикаций по направлению «Биология и сельское хозяйство», отмечались наиболее значимые разработки в каждом учреждении по количеству публикаций и информационному освящению выбранной темы.

В целом исследования по направлению «Растениеводство, семеноводство и органическое земледелие» на высоком уровне отмечены в основном в странах ЕС, США и Канаде. При этом следует выделить Сингапур как один из современнейших центров развития технологии вертикального фермерства. Исследования в области сельскохозяйственных наук, проводимые в таких странах, как Китай и Индия, предварительно можно охарактеризовать как сопоставимые с отечественным уровнем. Принимая во внимание более высокое оснащение данных учреждений и политику формирования кадрового потенциала, паритет в этом отношении между нашими странами может сохраняться непродолжительное время.

Оценивая направления исследований, проводимых в странах ЕС, США и Канаде, можно выделить в качестве большого кластера тему регулирования фитосанитарной ситуации на посевах и посадках разного рода сельскохозяйственных культур. Практически во всех исследуемых учреждениях занимаются разработкой и совершенствованием мер борьбы с вредителями, сорняками и болезнями. Изучаемые методы контроля вредных организмов разнятся в зависимости от страны. В целом исследования проводятся по направлениям химического, биологического, агротехнического контроля, а также с использованием генетически модифицированных растений.

В Европе существует отдельная статья грантовой поддержки исследований по изучению динамики развития и географии распространения карантинных вредных организмов (насекомые, болезни и пр.). В совокупности с решением этих задач осуществляется совершенствование техники и технологий, используемых при поддержке фитосанитарного контроля, в том числе в системе точного земледелия. Из экзотических методов борьбы с сорной растительностью следует отметить исследования по созданию робототехники, способной осуществлять фитосанитарный контроль за сорной растительностью. Ряд европейских ученых предполагают, что робототехника для сельского хозяйства может стать достаточно перспективным направлением производства в последующее десятилетие.

В области растениеводства и земледелия исследования проводятся в различных климатических условиях. Ведутся разработки новых и совершенствование существующих систем земледелия под конкретные агроклиматические условия. Исследуются влияние различных приемов обработки почвы на ее физико-химические свойства и развитие растений. Отдельное внимание следует уделить существенному объему работ, проводимых по совершенствованию возделывания как классических полевых, овощных, так и кормовых культур на орошении в условиях дефицита почвенного увлажнения. Изучаются поливные режимы, формирование микроклимата в увязке с применением новых технологий распрыскивания.

Семеноводству как разделу исследований по совершенствованию агротехники возделывания сельскохозяйственных культур уделяется особое внимание. В частности практически в каждом исследовательском учреждении, где занимаются разработкой агротехник, присутствуют подразделения исследований в области семеноводства. В качестве вектора направления полевых изысканий зачастую используются результаты разработок лабораторий и групп научных сотрудников, занимающихся семеноведением, основанном на фундаментальных исследованиях в области физиологии семян и проростков. Одним из таких узкоспециализирующихся институтов (семеноведение) считается Ohio Agricultural Research and Development Center.

Кормопроизводство, по сути, развивается по классическому направлению. А именно осуществляется научно обоснованный подбор культур для производства различных видов кормов и оценка их влияния на продуктивность сельхозживотных. Сильно развито направление «Луговодство».

В этой области также проводится компоновка культур, пригодных для формирования устойчивых пастбищных фитоценозов в условиях конкретных агроклиматических зон, оценка их влияния на физиологию и продуктивность животных. Также оптимизируется семеноводство основных кормовых (в т.ч. пастбищных) культур. Развивается направление разработки методов тестирования и оценки качества кормов.

Как и в России, в странах Запада происходит непрерывная селекция сельскохозяйственных культур на улучшение хозяйственно-ценных признаков. Создание сортов происходит лишь при тесном взаимодействии практической селекции и генетики. Научно-исследовательские усилия сосредоточены на понимании генетических основ наследования сельскохозяйственно-ценных признаков и выявления ДНК-маркеров, использующихся в дальнейшем для маркер-ассоциированной селекции (MAC, MAS). В нашей стране подобные направления имеются, однако развиты в существенно меньшей степени. Кроме того, большое внимание уделяется процессу фотосинтеза как источнику ключевых возможностей повышения продуктивности растений. В частности, University of Illinois повысили продуктивность экспериментальных (модельных) растений табака за счет повышения уровней трех белков, участвующих в фотосинтезе, что фенотипически выразилось в увеличении биомассы на 14–20%. То есть существует взаимодействие практически ценных фундаментальных разработок и прикладных научных изысканий.

Аналогичная селекционная работа проводится в различных агроклиматических зонах для выведения сортов, пригодных для конкретных условий. Существует целое направление исследований в Европе и США по селекции растений на повышение содержания конкретных веществ в продуктах питания. Ведется подбор растений и выведение сортов (в т.ч. с помощью генной модификации), направленных на создание линейки продуктов функционального питания.

Также в качестве актуальных для данных стран следует отметить поиски решения проблемы энергозависимости через сельское хозяйство посредством интродукции новых видов культур и совершенствования технологий переработки сырья, получаемого при возделывании классических растений, выращиваемых на биотопливо.

В Европе интерес к органическому растениеводству и ресурсосберегающим технологиям в сельском хозяйстве растет с начала 2000-х годов. Одними из основных направлений деятельности научных коллективов по данному вопросу являются технологии безопасного внесения органических удобрений, разработка систем сберегающей и почвозащитной обработки почвы, совершенствование концепции биологически безопасного фитосанитарного контроля болезней, вредителей и сорняков. При этом следует учитывать, что развитие науки в этом направлении двигается в рамках, определенных законодательным понятием «Органическое растениеводство», критерии которого в значительной степени отличаются в США и Европе. Данная отрасль растениеводства в развитых странах поддерживается прямыми и косвенными субсидиями, создавая экономический барьер для импорта данного рода продукции на свои территории.

В целом исследования в данной области проводятся по ряду направлений, таким как оптимизация почвенного питания (контроль эмиссии CO_2, азотное питание), почвозащитное и почвосберегательное земледелие, биопестициды и биологические методы контроля насекомых (в т.ч. энтомофаги); селекция сортов на устойчивость к фитопатогенам и вредителям, целенаправленное создание сортов фитосанитарных культур с выраженными свойствами сидеральных растений и др.

Зарубежные научные учреждения большое внимание уделяют исследованиям экосистем и мониторингу биоразнообразия отдельных территорий. Много работ проводится по изучению влияния условий изменяющегося климата на сельскохозяйственное производство (растениеводство и животноводство).

В качестве отдельного момента следует обратить внимание на большое количество исследований (при этом поддерживаемых выделением грантов) ЕС и в особенности США на тему развития, ведения и решения проблем сельского хозяйства в странах «третьего мира». Большое количество работ посвящено повышению продуктивности агроландшафтов в странах Латинской Америки и Африки для обеспечения потребности растущего населения в продуктах питания и снижения голода, связанного с высокими темпами урбанизации данных территорий. Помимо достижения отмеченных целей, развитие данных направлений, вероятно, способствует экспансии западных технологий ведения сельского хозяйства, обеспечивающих увеличение (и гарантию) рынка сбыта семенного материала, а также продукции производимой машиностроительной и химической промышленностями развитых стран.

На основе изучения и обобщения полученной информации нами определены ключевые исследования в зарубежных организациях – центрах превосходства (табл. 4).

Таблица 4 – Основные направления исследований в ведущих зарубежных центрах превосходства в области растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие

Организация	Основные направления исследований
1	**2**
США	
Mississippi State University	Агротехника семеноводство и селекция сои и риса
New York State Agricultural Experiment Station (Cornell University)	Агротехника, селекция: виноград, земляника, малина, яблоня
University of Arizona	Тепличное хозяйство, урбанизированное растениеводство. Технологии растениеводства в космосе
Virginia Polytechnic Institute and State University	Луговодство. Селекция и агротехника: соя, пшеница, ячмень, хлопок
Oregon State University	Кормопроизводство, агротехника и селекция мятлика, пшеницы, моркови, нута, лука. Системы земледелия для засушливых условий. Орошение. Органическое растениеводство
University of Illinois	Национальная научно-исследовательская лаборатория сои
University of California, Riverside University of California, Davis	Совершенствование агротехники цитрусовых, селекция. Органическое земледелие
Louisiana State University (LSU Agricultural Center)	Технологии возделывания: сорго зерн., рис и сладкий картофель (в т. ч. селекция и семеноводство), сахарный тростник
Ohio Agricultural Research and Development Center	Семеноведение
Канада	
Centre of research & development of…	Сеть научных центров при министерстве с. х
…Letbridg (Alberta)	Агротехника и селекция тритикале
…Saskatoon (Saskatchewan)	Агротехника масличных культур (рапс)
…Swift Carrent (Saskatchewan)	Селекция и семеноводство пшеницы
…Harrow (Ontario)	Органическое земледелие
…Quebec (Quebec)	Кормопроизводство
…Saint-Jean-sur-Richelieu (Quebec)	Органическое земледелие – биопестициды
…Fredericton (New Brunswick)	Селекция, семен-во и агротехника картофеля
…St John’s (Newfoundland and Labrador)	Кормопроизводство

продолжение табл. 4

1	2
Европейский союз	
ADAS (Великобритания)	Крупнейший независимый британский поставщик сельскохозяйственного консалтинга. Растениеводство, агрохимия, защита растений и обработка почвы. Садоводство
Agricultural Research Institute of Northern Ireland (Великобритания)	Кормопроизводство (луговодство), селекция и семеноводство многолетних трав (райграс)
Teagasc - Irish Agriculture and Food Development Authority (Ирландия)	Картофель (селекция, агротехника). Земляника (агротехника)
University of Foggia (Италия)	Агротехника зерновых, оливы, лекарственных растений
University of Bologna	Ароматические культуры, селекция плодовых деревьев и винограда (в т. ч. технология)
Wageningen University and Research Centre (Нидерланды)	Селекция капусты, картофеля, ячменя, роз, лилий, томатов
Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (Бельгия)	Технология возделывания, селекция и семеноводство картофеля, кукурузы, овощей, трав, льна и клевера, кукурузы (на силос, на зерно) и др
INRA Institut National de La Recherche Agronomique (Франция)	Агротехника, селекция и семеноводство зерновых и бобовых. Органическое земледелие (селекция). Кормопроизводство
Universitat Hohenheim (Германия)	Селекция основных сельскохозяйственных культур, в т.ч. кормовых
Technical University of Lisbon, Instituto Superior de Agronomia (Португалия)	Технология возделывания риса, винограда
Akademia Rolnicza im. Hugona Kollataja w Krakowie (Польша)	Исследования в генетике, селекции растений и семян овощей (морковь, лук, капуста, красная свекла)
Universitetet for miljo- og biovitenskap (Норвегия)	Растения на биотопливо
Geoponiko Panepistimion Athinon (Греция)	Виноградарство. Агротехника фруктовых плодовых деревьев, оливы
Китай	
China Agricultural University, Beijing	Селекция зерновых культур
Nanjing Agricultural University	Селекция риса
Northwest A&F University	Генетика, селекция сельскохозяйственных культур
Huazhong Agricultural University	Селекция и семеноводство, риса, рапса, кукурузы, томатов и цитрусовых
Shandong Agricultural University	Селекция и семеноводство пшеницы
Northeast Agricultural University	Генетика, агротехника риса, кукурузы, сои, пшеницы, картофеля и зерновых культур
Индия	
Punjab Agricultural University India	Селекция и семеноводство, пшеницы, риса, кукурузы, нута
CCS Haryana Agricultural University	Селекция и семеноводство, пшеницы, риса

окончание табл. 4

1	2
Tamilnadu Agricultural University	Производство семян, технологии производства бобовых, риса, масляничных культур. Органическое земледелие
Indian Council of Agricultural Research	Селекция и семеноводство риса, рапса, горчицы
University of Agricultural Sciences, Bangalore	Селекция и семеноводство зерновых, бобовых, масличных культур
Япония	
Graduate School of Agricultural and Life Sciences The University of Tokyo	Селекция и агротехника пшеницы, картофеля, сахарной свеклы
National Institute of Crop Science, National Agriculture and Food Research Organization	Овощеводство закрытого грунта, гидропоника (помидоры, огурцы, перец)
Hokkaido Agricultural Research Center, NARO	Селекция риса
NARO National Agricultural Research Center	Селекция и агротехника пшеницы, картофеля, сахарной свеклы
National Institute of Vegetable and Tea Science, National Agriculture and Food Research Organization	Овощеводство, гидропоника. Разработка технологии выращивания чая, разработка технологий органического земледелия
Сингапур	
Sky Greens (www.skygreens.com)	Урбанизированное (вертикальное) сельское хозяйство. Гидропоника

Таким образом, обозначены организации, способные проводить исследования и имеющие научные разработки, являющиеся общепризнанными центрами превосходства по соответствующим направлениям в области растениеводства, семеноводства и органического земледелия. Важнейшее значение приобретает координация между различными организациями с целью выявления и привлечения ресурсов и компетенций извне, которые дополнят собственную базу исследований и технологий.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве наиболее перспективных, с учетом программы фундаментальных научных исследований Российской академии наук [40] и мнения экспертного сообщества, выделены шесть тематических областей исследований (рис. 6):

1. Организационно-управленческие технологии и техническое обеспечение в области растениеводства.
2. Технологии ускоренной селекции и семеноводства.
3. Энергосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур на основе принципов биологизации и экологической безопасности.
4. Высокоинтенсивные ресурсосберегающие технологии в кормопроизводстве.
5. Технологии урбанизированного растениеводства.
6. Системы органического земледелия.

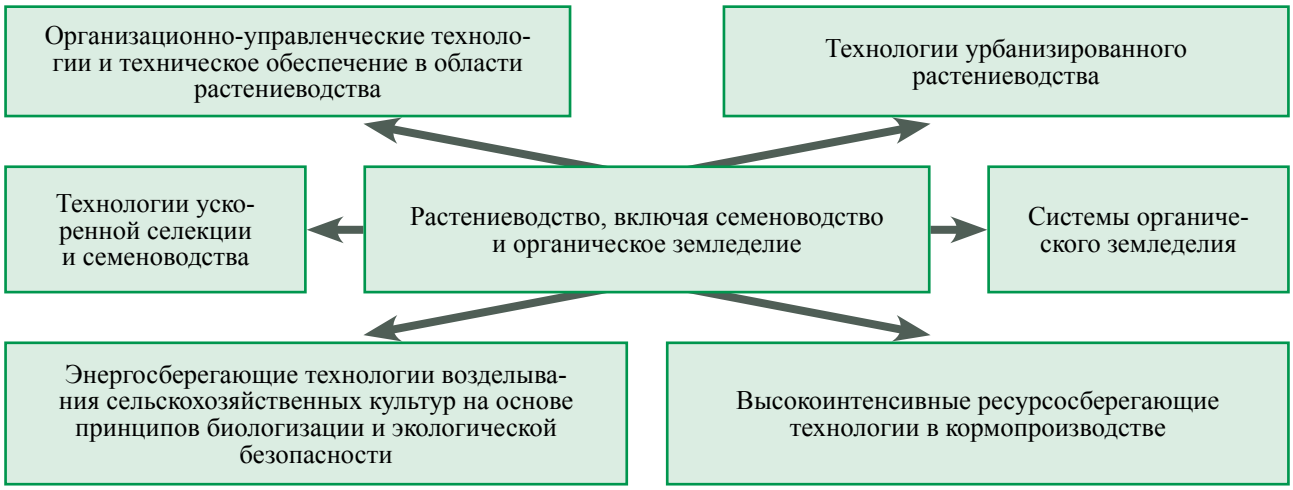


Рисунок 6 – Тематические области исследований приоритетного направления «Растениеводство, включая семеноводство и органическое земледелие»

Ниже приведены приоритетные направления научных исследований и их ожидаемые результаты на период до 2030 г. в разрезе укрупненных тематических областей.

Для каждой области задельных исследований в тематических областях была дана оценка уровня российских исследований по пятибалльной шкале (табл. 5).

Таблица 5 – Шкала оценки уровня российских исследований в областях задельных исследований*

Обозначение	Описание
	«Белые пятна» – существенное отставание от мирового уровня, отсутствие (или утрата) научных школ
	«Заделы» – наличие базовых знаний, компетенций, инфраструктуры, которые могут быть использованы для форсированного развития соответствующих направлений исследований
	«Возможность альянсов» – наличие отдельных конкурентоспособных коллективов, осуществляющих исследования на высоком уровне и способных на равных сотрудничать с мировыми лидерами
	«Паритет» – уровень российских исследований не уступает мировому
	«Лидерство» – российские исследователи являются лидерами на мировом уровне

* При составлении данной таблицы использовалась методика оценки уровня российских исследований, разработанная НИУ ВШЭ [36].

Организационно-управленческие технологии и техническое обеспечение в области растениеводства

Организационно-управленческие технологии состоят из современных компьютерных продуктов и методов, позволяющих усовершенствовать процесс управления и повысить его эффективность в отрасли растениеводства. Данные программы позволяют структурировать информацию, производить ее оперативную обработку, формировать отчеты и задания, обеспечивать информационную поддержку для принятия управленческих решений, что делает управление сельскохозяйственным производством более удобным и эффективным.

Техническое обеспечение ориентировано на внедрение новейших и модернизированных систем машин, позволяющих сокращать потери трудовых, финансовых ресурсов и продукции. Данная область включает применение многооперационных комбинированных машин и орудий, создание мобильных энергомашин с оптимальными технико-эксплуатационными параметрами, формирование оптимальных составов машинно-тракторного парка для каждого товаропроизводителя, автоматизацию и компьютерное управление сельскохозяйственными техническими системами. Управление сельскохозяйственным производством осуществляется благодаря прогрессивно-информационным системам и техническому обеспечению (табл. 6).

Таблица 6 – Перспективные направления тематической области исследований «Организационно-управленческие технологии и техническое обеспечение в области растениеводства»

Область задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Организационно-управленческое программное обеспечение, работающее с базой данных и электронными картами полей		Анализ структурированности информации о предприятии и производственном процессе. Исследования планирования и моделирования выполненных технологических операций. Формирование отчетов и заданий. Системы мониторинга и управления общероссийской базой данных о генетических коллекциях растений. Исследования направлений инженерно-технической, организационной и социально-психологической работы, ориентированной на повышение эффективности и бережливости использования техники в АПК
Программное обеспечение для мониторинга работы техники в сельском хозяйстве		Мониторинг работы комбайнов, тракторов и прицепного оборудования. Использование камер видимого спектра для определения площади используемых пахотных земель и пустующих участков, оценка всхожести и степени спелости сельскохозяйственных культур, определение качества механизированной обработки почвы
Высокоэффективные машинные технологии производства сельскохозяйственной продукции		Создание научных основ для разработки техники нового поколения с использованием робототехники. Разработка новых наукоемких электротехнологий и оборудования с использованием нетрадиционных видов и возобновляемых источников энергии. Оптимизация рабочих параметров техники. Расширение выпуска многофункциональных комбинированных машин. Новое оборудование и приборы с использованием нанотехнологий для технического сервиса сельскохозяйственных машин

Технологии ускоренной селекции и семеноводства

Исследования в данной области направлены на повышение генетического потенциала растений за счет организации систематического сортообновления и сортосмены, выведения новых районированных высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур, устойчивых к сорнякам, вредителям и болезням, использование в селекции разработок по биохимии, физиологии, генетики и генной инженерии (табл. 7).

Таблица 7 – Перспективные направления тематической области «Технологии ускоренной селекции и семеноводства»

Область задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
1	**2**	**3**
Маркер-ориентированная и геномная селекция		Диагностика вредных организмов и конструирование новых биологических агентов для защиты растений. Технологии создания ценного селекционного материала на основе соматической гибридизации. Создание банка молекулярных карт геномов сельскохозяйственных растений для маркер-ориентированной селекции. Разработка тест-системы по поиску и характеристике индивидуальных маркеров устойчивости растений к патогенам. Создание ценного селекционного материала на основе соматической гибридизации. Разработка методов генетической паспортизации сортов и сертификации семян растений, основанных на использовании молекулярных маркеров. Усовершенствование существующих и создание новых селекционно-генетических, цитогенетических, биохимических, физиологических методов и способов комплексной оценки исходного и селекционного материала сельскохозяйственных культур. Разработка новых технологий селекционного процесса посредством индуцирования адаптивно значимой генотипической изменчивости и идентификации исходных генотипов для создания сортов и гибридов растений с высокой продуктивностью, качеством и с толерантностью и устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам среды. Разработка методов выделения и синтезирования принципиально новых доноров и ген-источников с повышенной устойчивостью к био- и абиофакторам, высокой продуктивностью, качеством продукции и другими хозяйственно-ценными признаками. Методы соматической гибридизации, опыления и оплодотворения invitro. Разработка методов рекомбинации ДНК и гибридизации клетки, иммобилизация ферментов и клеток. Расшифровка геномов важнейших растений. Методы редактирования геномов растений с помощью CRISPR/Cas9

продолжение табл. 7

1	2	3
Создание новых высокопродуктивных, устойчивых к патогенам и неблагоприятным условиям окружающей среды сортов и гибридов сельскохозяйственных растений		Идентификация генов и исследование молекулярно-генетических механизмов, обуславливающих хозяйственно-ценные признаки растений, а также поиск маркеров разных патогенов. Разработка методов получения высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных растений с использованием новейших технологий производства исходного гомозиготного и рекомбинантного материала, генетических маркеров в селекции. Разработка методов трансформации и эффективных способов доставки, а также конструкций, обеспечивающих экспрессию гетерологичного генетического материала. Разработка методов гаплоидии и получения в короткие сроки гомозиготных исходных линий. Селекция растений на создание новых сортов и гибридов с ценными для использования в условиях гидропоники признаками. Разработка технологий, ориентированных на получение генетически модифицированных «самоудобряющихся» растений. Теория эколого-генетической организации количественного признака
Технологии получения биологически активных соединений на основе методов культивирований invitro		Совершенствование старых и создание новых технологий получения экологически чистых БАВ. Технологии промышленного производства вторичных метаболитов различных растений, в т. ч. не произрастающих на территории России. Технологии производства вторичных метаболитов на основе культуры клеток и органов растений
Технологии получения андрогенных и гиногенных растений		Ускоренное получение гетерозисных гибридов F1. Разработка метода андрогиногенеза invitro. Разработка экономически эффективной технологии ускоренного получения гетерозисных гибридов F1 с.-х. растений
Методы генетической паспортизации сортов и сертификации семян		Разработка методов генетической паспортизации сортов сельскохозяйственных растений, основанных на использовании молекулярных маркеров сортов. Разработка методов сертификации семян, включающих молекулярную идентификацию сорта и детекцию потенциальных загрязнений (патогенов и др.)

окончание табл. 7

1	2	3
Технологии получения искусственных семян		Технологии размножения отдельных видов сельскохозяйственных культур с высокой коммерческой ценностью. Разработка новых технологий размножения бессемянных сортов сельскохозяйственных культур. Биотехнологические способы размножения и хранения ценных сортов и клонов растений
Технологии использования гаплопродюсеров		Разработка методов ускоренного создания чистых линий растений с использованием гаплоидов (введение в культуру гаплоидных тканей нативного растения, гаплопродукции). Получение гомозиготных константных линий из гетерозисных гибридных популяций в короткие сроки с применением выращивания гаплоидов invitro. Использование гаплопродюсеров для получения гаплоидных тканей. Решение теоретических задач для генно-инженерных манипуляций (получение данных о природе генных мутаций и цитоплазматической наследственности)
Технологии традиционной селекции с точным районированием		Разработка теоретических основ селекции сельскохозяйственных культур. Селекция сортов с.-х. культур, адаптированных к конкретным условиям произрастания
База генетических ресурсов культурных растений и их диких сородичей		Методы поиска и мобилизации генетических ресурсов растений. Методы сохранения мировых растительных ресурсов в составе коллекций и природных популяций. Поиск и создание методами селекции новых разновидностей и сортов растений, используемых в качестве сырья для биотехнологических процессов. Разработка методов культивирования, сбора, предобработки возобновляемой биомассы (быстрорастущие растения)
Клеточные технологии		Разработка методов селекции, размножения и повышения продуктивности полезных растений, а также получения биологически активных веществ. Использование изолированных тканей для клонального размножения растений и оздоровления посадочного материала. Методы продуцирования в культуре ценных биологических активных соединений. Создание трансгенных растений с генетическими системами азотфиксации, уничтожения возбудителей заболеваний и вредителей, засухо- и солеустойчивости. Создание клеточных линий-сверхпродуцентов. Методы сохранения редких и исчезающих растений-продуцентов

В противовес широко распространяемой маркер-ориентированной селекции существует «Теория эколого-генетической организации количественного признака» (далее ТЭГОКП) российского академика В. А. Драгавцева, предложенная еще в 1984 г. Теория базируется на том, что для признака, подверженного феномену взаимодействия «генотип – среда», невозможно дать стабильную «паспортную» генетическую характеристику для всех сред.

Благодаря эколого-генетическому улучшению количественных признаков растений, порожденных ТЭГОКП, возможно создание следующих инновационных технологий:

1. Типизация динамики лим-факторов среды для каждой зоны селекции и вида растений на основе приоритетных алгоритмов.
2. Прогнозы возникновения трансгрессий и методы подбора лучших родительских пар на основе ТЭГО количественных признаков.
3. Методы экспрессной оценки аддитивности действия полигенов для создания предсортов и сортов.
4. Методы прогноза экологически зависимого гетерозиса и подбор родительских пар для гетерозисной селекции.
5. Методы прогноза эффектов взаимодействия «генотип – среда» с помощью алгоритмов анализа онтогенетической динамики лим-факторов.
6. Методы прогноза генотипических, генетических и экологических корреляций и методы отбора на основе этих прогнозов.
7. Теория и методы построения индексов количественных признаков и методы отбора по индексам.
8. Методы быстрой (без смены поколений) идентификации генотипов по их фенотипам с помощью принципа фоновых признаков и алгоритмов «ортогональной» идентификации по конечным (результирующим) признакам и по компонентным признакам продуктивности на разных фазах онтогенеза.
9. Методы создания стартовых рабочих коллекций в селекцентрах для каждой зоны селекции.
10. Методы создания стержневых коллекций в банках генетических ресурсов растений.

С помощью вышеперечисленных технологий «узнавание» ценных генотипов при отборах будет точнее в сотни раз, сокращение объемов скрещиваний в 100–200 раз, сроки селекции на толерантность к загущению – в 3 раза, сроки создания новых сортов – в 2–3 раза.

Энергосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур на основе принципов биологизации и экологической безопасности

Проблему ресурсосбережения следует рассматривать с позиций агроэкологических проблем земледелия, систем производства растениеводческой продукции, машинных технологий и машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства, учитывая, что они являются ключевыми ресурсами при производстве сельскохозяйственной продукции.

Ресурсосберегающие технологии направлены на использование минимальной и нулевой системы обработки почвы No-Till, Mini-Till. Нулевая обработка почвы на 90–95% снижает действие эрозии, уменьшает потери углерода, улучшает качество фильтрационной воды, биологическую активность почвы, а также обеспечивает ресурсосбережение, позволяя за счет сокращения обработок уменьшить расход топлива на 60–70%.

Система точного земледелия включает в себя комплекс прогрессивных ресурсосберегающих технологий, позволяющих значительно снизить себестоимость производимой продукции. Это электронные карты полей, высокоточное агрохимическое обследование, навигационная система для сельскохозяйственных машин разного уровня точности, мониторинг техники, система картирования урожайности, система дифференцированного внесения удобрений и интеграционный подход к борьбе с сорняками, вредителями и болезнями растений, использование районированных семян высших репродукций, высокоотзывчивых к новым технологиям, внедрение адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Новая технология возделывания сельскохозяйственных культур при дифференцированном использовании минеральных удобрений требует создания новых машин и орудий, способных выполнять требуемые операции с качеством точного, координатного земледелия, с возможностью обеспечения каждого растения на элементарном участке поля оптимальным количеством недостающих питательных элементов. Важным является не только знать потребность сельскохозяйственных культур в недостающих питательных элементах, но и то, чтобы максимально точно эти питательные элементы доставить непосредственно к растениям.

Беспроводные модели сбора и быстрой передачи больших массивов данных о состоянии сельскохозяйственных растений в режиме реального времени позволят провести мониторинг сельскохозяйственных земель в целях предотвращения их выбытия, сохранения и вовлечения в сельскохозяйственное производство, разработки программ сохранения и восстановления плодородия почв, обеспечения государственных органов, включая органы исполнительной власти, осуществляющих государственный земельный контроль, юридических и физических лиц, а также сельскохозяйственных товаропроизводителей всех форм собственности достоверной информацией о состоянии и плодородии сельскохозяйственных земель и их фактическом использовании.

Разнообразие сельскохозяйственных культур, возделываемых в различных природно-климатических условиях, предопределяет применение различных способов и техники орошения. Повышение требований, предъявляемых к способам и технике поливов, в особенности к качеству полива, экономии водных и земельных ресурсов, производительности труда, обусловило необходимость не только совершенствовать существующие, но и разрабатывать нетрадиционные способы и технологии орошения. Все большую значимость приобретают разработка и внедрение экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий. При этом нельзя ограничиваться оценкой только технических показателей поливной техники, а необходим более широкий подход к этой проблеме, учитывающий условия, способы и технологии полива.

В системах фертигации удобрения доставляются через оросительную воду. Использование фертигации позволяет достичь высокоточной подачи питательных веществ растениям. Малые и частые применения удобрений в точных количествах, отвечающих требованиям культур, повышают эффективность поглощения питательных веществ и минимизируют потерю удобрений. Однако использование фертигации требует достаточного знания и тщательного управления. Поскольку применение удобрений является неотъемлемой частью оросительной системы, следовательно, система должна быть правильно спроектирована.

Многократное использование тяжелых сельскохозяйственных шин за сезон и за многие годы приводит к уплотнению почв. Разрушается структура почвы, снижается ее пористость, ограничивается развитие корней растений и, таким образом, неуклонно снижается плодородие почвы. Если эти процессы развиваются в верхнем слое почвы, то ситуация может быть скорректирована ежегодной вспашкой. Но все более интенсивное использование тяжелых машин приводят к уплотнению глубоких горизонтов почвы, что не может быть исправлено снятием нагрузки или вспашкой (табл. 8).

Таблица 8 – Перспективные направления тематической области исследований «Энергосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур на основе принципов биологизации и экологической безопасности»

Область задельных исследований		Приоритеты ИиР
1	**2**	**3**
Технологии энергосберегающего экологически безопасного производства продукции растениеводства		●Разработка высокоточных методов возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивающих дифференцированное и безопасное использование природных, биологических и техногенных ресурсов, с устойчивой продуктивностью, высоким потребительским качеством сырья и готовой продукции. ●Разработка эффективных и безопасных для окружающей среды зональных систем первичного и промышленного семеноводства, обеспечивающих выход высококачественных семян, ускоренное освоение новых сортов и гибридов в производстве. ●Создание новых ресурсо- и энергосберегающих агротехнологий использования пестицидов и биопрепаратов в прогрессивных региональных системах интегрированной защиты растений, отвечающих требованиям экономической эффективности, биологической, химической и экологической безопасности. ●Исследования, направленные на создание более эффективных и менее опасных для внешних экосистем, видов удобрений, биоразлагаемых и нетоксичных для человека агрохимикатов. ●Интегрирование системы, базирующейся на минимизации использования химических пестицидов, а также управлении динамикой численности популяций полезных и вредных видов фауны и флоры за счет экологобиоценотической регуляции

продолжение табл. 8

1	2	3
Борьба с опасным уплотнением почвы		●Разработка диверсифицированных методов почвообработки, сочетающих классическую, среднюю и нулевую обработку почв. ●Исследование направлений и проблем, организационно-экономических механизмов внедрения систем пермакультуры в АПК. ●Разработка методов борьбы с опасным уплотнением почв с применением минимальной и нулевой обработки почв. ●Разработка мер по снижению уплотнения почв, включающих в себя организационно-технологические мероприятия, агротехнические приемы по повышению устойчивости почв к уплотнению и их разуплотнению, совершенствование сельскохозяйственной техники, ее ходовых систем с доведением давления на почву до допустимых значений. ●Применение организационно-технологических мероприятий, предусматривающих разработку и внедрение технологий возделывания сельскохозяйственных культур с минимальным проходом по полям тяжелой колесной техники (совмещение операций). Использование постоянной технологической колеи с настройкой ширины колеи у всех машин на один размер, позволяющей сократить площадь следов на поле до 14 %. ●Принятие мер, способствующих улучшению структуры почвы, включающих в себя дренаж, известкование, укрытие почвы растительным покровом и поддержание поступления органического вещества извне. ●Внедрение технологии BioMethod, предполагающей использование посевного комплекса нового поколения
Технологии точного земледелия и программные модели с приемами автоматизированного проектирования элементов прецизионных систем		●Интегрированные подходы к борьбе с сорняками, вредителями и болезнями растений. ●Использование районированных семян высших репродукций, высокоотзывчивых к новым технологиям. ●Применение GPS-навигации в системах параллельного вождения, позволяющей снизить расход средств защиты растений до 10% во время перекрытий при смежных проходах агрегата. ●Использование узкоспециальной технологии точечного применения гербицидов (использование специальных сенсорных систем типа Weed Seeker). ●Разработка способов минимизации расхода средств защиты на полях посредством дифференцированного смешивания препаратов с использованием комплекса инструментов, позволяющих производить смешивание препарата и воды непосредственно перед подачей в штанги. ●Формирование единого информационного пространства в комплексе с программными, техническими и коммуникационными средствами, обеспечивающими целостность, оперативность и экономическую эффективность принимаемых решений. ●Разботка технологии, позволяющей осуществлять сельскохозяйственное производство без нарушения экологического баланса в агроэкосистемах и агроценозах. ●Применение программных разработок для составления и расчета электронных технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур (расчет норм удобрений в севообороте балансовым методом). ●Применение программных разработок для оценки состояния почвенного комплекса и его влияния на уровень интенсификации производства (расчет экологического потенциала и уровня почвоутомления в севооборотах, сравнительная оценка биологической активности почвы, определение влияния степени эродированности почвы на урожайность полевых культур, определение влияния факторов биологизации земледелия на баланс гумуса и питательных веществ в почве). ●Применение программных разработок для оценки экологических рисков при планировании в размещении основных производственных мощностей. ●Снижение энергоемкости сельскохозяйственного производства, использование энергосберегающих технологий за счет активного проведения селекционных работ, использования биологических средств и методов активации жизненно важных процессов в почве и в растении. ●Исследования в области информационных технологий для целей развития точного (прецизионного) и интеллектуального сельского хозяйства и интегрированного управления агропромышленным комплексом. ●Разработка зональных требований к прецизионному земледелию, районирование технологий под специфику агроклиматических условий и климатических изменений.

продолжение табл. 8

1	2	3
Системы локально дифференцированного внесения удобрений		●Использование специальных сканеров и сенсоров для оценки состояния посевов, последующего дифференцированного внесения удобрений и средств химической защиты растений (пестицидов) в зависимости от состояния культурных растений, наличия сорняков на отдельных участках поля. ●Составление подробных агрохимических карт (на основании почвенных анализов) с точными отклонениями по содержанию азота, фосфора и калия. ●Разработка режима off-line, предусматривающего предварительную подготовку на стационарном компьютере карты-задания, в которой содержатся пространственно-привязанные с помощью GPS дозы удобрения для каждого элементарного участка поля. ●Разработка и использование техники, оснащённой GPS-приёмником и управляющим контроллером сельскохозяйственной техники. ●Внедрение технологий внесения удобрений в режиме реального времени (on-line), предполагающих предварительное проведение калибровки непосредственно на посевах перед выполнением операции. ●Изучение направлений использования побочных продуктов сельскохозяйственной деятельности для замещения агрохимикатов органическими удобрениями. ●Разработка научных подходов к широкому применению новых видов высококонцентрированных органических удобрений, вносимых микродозами и обладающих длительным воздействием на процессы восстановления и генерирования гумусного слоя почвы. ●Исследования в сфере системных экотехнологий, направленные на создание эффективных методов предотвращения деградации агроэкосистем и их восстановления после негативных воздействий, на повышение естественной устойчивости агроэкосистем к опасным и экстремальным природным явлениям, болезням, вредителям, интенсивной хозяйственной нагрузке
Модели сбора и быстрой передачи данных о состоянии сельскохозяйственных растений в режиме реального времени		●Исследования в области робототехники и комплексных информационных решений управления технологическими процессами и производством. ●Разработка моделей и методов сбора данных о состоянии земельных ресурсов и долгосрочного прогнозирования изменения их характеристик, в том числе методы анализа и оценки энергопотенциала органического вещества почвы. ●Разработка системы умного управления технологическими процессами и автоматизированного регулирования экономических процессов в агропромышленном комплексе. ●Использование механизмов геоинформационного моделирования для задач принятия решений. ●Моделирование программ для дешифрирования сельскохозяйственных угодий, которые имеют свои особенности. ●Использование данных SIR-C и AIRSAR для оценки возможности радиолокационного зондирования для выделения различных видов растительности и оценки биомассы. ●Создание ПО для сбора и обработки собранных данных в интересах точного земледелия. ●Использования беспилотников в сельском хозяйстве для детального картографирования. ●Разработка модуля для доступа к отраслевым архивам спутниковых данных с использованием формата WMS
Роботизированное управление агропромышленным комплексом		●Управление, контроль технического состояния, эксплуатация и согласование между собой автотехнических, машинно-тракторных средств и агророботов с использованием системы ГЛОНАСС/GPS. ●Внедрение «безлюдных систем» в агропромышленном комплексе, включающих в себя системы комплексного космического – наземного геопозиционирования сверхвысокой точности. ●Роботы и системы роботов с роевым искусственным интеллектом для безлюдного АПК; роботизированные системы сбора, первичной обработки, промежуточного хранения и транспортировки сельскохозяйственного сырья. ●Разработка интерактивных инструкций с дополненной реальностью, 3D-диспетчеризация ИС здания, контроль состояния инженерных конструкций. ●Исследования в области робототехники и комплексных информационных решений управления технологическими процессами и производством для сельского хозяйства.

окончание табл. 8

1	2	3
Система ресурсосберегающих агротехнологий		●Ресурсный мониторинг, совершенствование методов расчета и конструирования, использование современных технологий (высокоэнергетические воздействия). Использование новых материалов, технологический рециклинг. ●Мониторинг энергопотерь, усиление теплозащиты. Расчет и конструирование энергосберегающей техники. Замена энергоемких технологий. Использование нетрадиционных источников получения энергии. Рециклинг тепла. ●Разработка технологии, позволяющей сократить затраты антропогенных ресурсов на воспроизводство плодородия почвы на 30–35% на основе использования автоматизированных программных комплексов для проектирования элементов прецизионных и адаптивно-ландшафтных систем земледелия. ●Использование программных комплексов по проектированию элементов системы земледелия, базирующихся на математических моделях, апробированных на широкой выборке землепользователей. ●Ориентация на максимальное использование воспроизводимых ресурсов и неисчерпаемой энергии в агробиоценозах; уменьшение зависимости продуктивности и экологической устойчивости агроландшафтов от ископаемой энергии. ●Переадаптивность и надежность функционирования агроэкосистем за счет доминирования генотипа (вида, сорта, агрофитоценоза) над нерегулируемыми факторами внешней среды; увеличение доли биоценотической компоненты в показателях продуктивности и устойчивости агроландшафтов. ●Минимизация затрат ископаемой энергии (минимальная и нулевая обработка почвы, устойчивые сорта и т.д.) на основе биологизации, экологизации и интенсификации. Подбор культур и сортов взаимостраховательей; адаптивная «встроенность» в естественные ландшафты и биосферу. ●Сочетание высокой потенциальной продуктивности с устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам
Системы фертигации		●Разработка технологий производства высокопроизводительного оборудования с централизованным управлением как для тепличных, так и для открытых хозяйств. ●Повышение эффективности оборудования за счет усовершенствования программного обеспечения, позволяющего еще проще управлять оборудованием для фертигации и расширить ее функционал. ●Моделирование равномерной и сбалансированной подачи воды и питательных элементов для каждого растения, позволяющее сократить энергопотребление, расход воды и элементов питания в 2–5 раз в сравнении с иными способами полива. ●Создание методологии обоснования необходимости и целесообразности развития комплексных мелиораций, теоретических основ экономически эффективного и экологически устойчивого функционирования мелиоративных систем в разных природных условиях, разработка моделей управления мелиоративными режимами орошаемых и осушаемых земель и инженерными сооружениями мелиоративных систем. ●Улучшение технологии использования минеральных удобрений, внесение их в оптимальных дозах и соотношениях, правильное хранение. ●Улучшение технологических процессов производства удобрений для фертигации. ●Использование технологии фертигации для защищенного грунта. ●Разработка технических и организационных мероприятий по уменьшению негативного влияния на окружающую среду в процессе ведения хозяйственной деятельности на орошаемых землях
Технологии точного орошения		●Разработка систем фильтрации и предварительной подготовки воды в ирригационных системах, позволяющих эффективно предотвращать засоление почв. ●Использование взаимосвязанных нанотехнологических и микробиологических решений для тонкой фильтрации, обеспечивающей полную очистку стоков от органических соединений. ●Изучение закономерностей распространения влаги в почве и теоретическое обоснование режимов орошения в зависимости от применяемых технических средств полива. ●Выявление влияния различных способов малообъемного орошения на величину суммарного испарения с орошаемого поля. ●Разработка технологии создания модульных систем малообъемного орошения при возделывании различных сельскохозяйственных культур. ●Разработка и экспериментальная апробация режимов орошения сельскохозяйственных культур с учетом особенностей различных технологий малообъемного орошения. ●Разработка типовых схем систем малообъемного орошения, обеспечивающих достижение расчетной продуктивности сельскохозяйственных культур при соблюдении требований экологической безопасности. ●Разработка рекомендаций по модернизации существующих оросительных систем на основе типовых схем оросительной сети малообъемного орошения. ●Разработка методов точного орошения, полива растений с учетом фактического уровня увлажнения и соответствия его уровня нормативным требованиям, с выбором режима полива с минимизацией расхода воды

Высокоинтенсивные ресурсосберегающие технологии в кормопроизводстве

Полевое кормопроизводство является важнейшей составной частью отрасли кормопроизводства. На его долю приходится около 80% всех получаемых в стране кормов. Поэтому реализация намеченных задач по увеличению производства кормов должна осуществляться в условиях дальнейшей интенсификации полевого кормопроизводства, выявления неиспользованных резервов повышения урожайности кормовых культур, рационального использования пашни, существенного улучшения качества кормов, совершенствования системы организации и оплаты труда [10].

Мелиорация земель, в том числе и орошение, является мощным фактором повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Орошение дождеванием остается и будет оставаться в ближайшее время приоритетным способом полива. В то же время наблюдается сокращение общего объема орошаемых земель. Из оставшихся площадей с сохранившейся оросительной сетью ежегодно не поливается практически половина. Причина заключается в применении малоэффективных технологий орошения, отсутствии направлений обновления парка дождевальных машин, высокой стоимости потребляемой энергии и неприспособленности зарубежных дождевальных устройств к отечественным природно-климатическим и организационно-хозяйственным условиям. Также возникает потребность в научном обосновании и разработке технических решений при модернизации существующих и создании дождевальных машин нового поколения.

Совершенствование технологии заготовки, приготовления и хранения кормов, применение более совершенных машин и оборудования позволяют переработать в качественный корм практически весь биологический урожай большинства сельскохозяйственных культур. Техническое обеспечение данной области должно быть ориентировано на внедрение новейших систем машин, позволяющих свести к минимуму потери в качестве кормов. Данная область включает в себя оптимизацию машинно-тракторного парка, компьютерное управление всеми элементами и техническими системами в процессе заготовки, приготовления, хранения и раздачи кормов.

Интродукция предполагает введение в культуру растений, обладающих ценными биологохозяйственными признаками и особенностями: высокой (без внесения удобрений) продуктивностью, экологической пластичностью, засухоустойчивостью, способностью произрастать в условиях низкой обеспеченности тепловыми ресурсами на почвах с низким естественным плодородием, обладающих надежным семеноводством. Их можно использовать для производства высококачественного силоса, сенажа, сена, витаминной травяной муки, в создании силосных и зеленых конвейеров, позднеосеннем и раннезимнем выпасе (табл. 9).

Таблица 9 – Перспективные направления тематической области «Высокоинтенсивные ресурсосберегающие технологии в кормопроизводстве»

Область задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
1	**2**	**3**
Технологии эффективного использования естественных лугов и пастбищ		●Мониторинг состояния и оценка генетического разнообразия естественных лугов и пастбищ. ●Использование мирового генетического разнообразия кормовых культур для восстановления георазнообразия естественных лугов и пастбищ. ●Совершенствование состава сеяных травостоев различных типов пастбищ и сенокосов путем подбора адаптированных видов луговых трав. ●Моделирование биологических и физико-химических процессов, происходящих в естественных агроценозах. ●Разработка методов для создания высокопродуктивных сортов кормовых растений с использованием новейших технологий производства исходного материала. ●Разработка новых ресурсо- и энергосберегающих агротехнологий, отвечающих требованиям экономической эффективности, химической и биологической безопасности. ●Применение эффективных низкозатратных способов обработки почвы при подсеве многолетних трав в дернину и перезалужение старосеяных пастбищ, создании сеяных бобово-злаковых сенокосов.

Продолжение табл. 9

1	2	3
		●Установление роли биологических факторов, используемых в технологиях для снижения совокупных затрат и себестоимости производимых кормов. ●Произведение научного обоснования путей ресурсо- и энергосбережения при поверхностном улучшении и перезалужении старосеяных пастбищ, создании и использовании сеяных сенокосов. ●Улучшение старосеяных выродившихся пастбищ на основе низкозатратных приемов поверхностного улучшения. ●Усовершенствование приемов повышения урожайности старосеяных пастбищ на основе полосного подсева бобовых трав в дернину. ●Оптимизирование норм и сроков подсева и посева многолетних злаковых и бобовых трав. ●Использование ускоренного залужения – без возделывания предварительных культур, сразу же после обработки почвы проводить посев многолетних трав. ●Использование биологических факторов бобовых трав для формирования урожаев. ●Использование при подсеве луговых трав в дернину старосеяных пастбищ бобовых трав, обеспечивающих ежегодную экономию минерального азота до 80–110 кг/га. ●Разработка наиболее эффективных технологий перезалужения старосеяных пастбищ и создание высокопродуктивных злаковых и бобово-злаковых травостоев. ●Проведение перезалужения старосеяных пастбищ с использованием гербицидов сплошного действия нового поколения, безопасных для человека и окружающей среды. ●Оптимизация питательного режима почвы старосеяных травостоев на основе использования эффективных видов и доз минеральных удобрений. ●Использование в кормопроизводстве микроудобрения нового поколения, создаваемого на основе нанотехнологий с размерами частиц менее 100 нм
Интенсивные технологии в полевом кормопроизводстве		●Внедрение ресурсосберегающих биолого- и экологоориентированных зональных агроэкосистем и технологий полевого кормопроизводства. ●Оптимизация и совершенствование структуры посевных площадей и кормовых севооборотов. ●Разработка новых методов и технологий в селекции кормовых культур нового поколения. ●Совершенствование методов ведения первичного, элитного и репродуктивного семеноводства. ●Разработка высокоточных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивающих безопасное использование получаемого сырья. ●Создание научных основ для разработки техники нового поколения с использованием новых технологий. ●Оптимизация рабочих параметров машинно-тракторного парка. ●Создание научных основ для повышения урожайности кормовых культур, в том числе за счет селекции новых сортов и сортовых технологий их возделывания. ●Обоснование возможности и целесообразности возделывания в севооборотах различных групп основных и промежуточных культур и смесей, определение их продуктивности, питательной ценности, реакции на условия возделывания. ●Определение приоритетных направлений энерго- и ресурсосбережения в полевом кормопроизводстве и их технико-экономическое обоснование. ●Установление зависимости агрофизических свойств почвы, а также водного и питательного режимов от способов основной обработки в кормовых севооборотах. ●Агроэкологическая, экономическая и биоэнергетическая оценка набора однолетних и многолетних кормовых культур и их смесей и энергосберегающих технологий производства кормов. ●Разработка комплекса мероприятий, направленных на увеличение сбора кормов с единицы площади с высокой их протеиновой полноценностью и экономической эффективностью. ●Разработка специализированных систем защиты растений в кормовых севооборотах с минимальным использованием пестицидов. ●Внедрение технологий приготовления кормов, обеспечивающих высокий уровень биоконверсии, сохранности энергии, кормопротеиновых единиц

Продолжение табл. 9

1	2	3
Применение оросительных систем в полевом кормопроизводстве		●Оценка состояния, проблем дальнейшего развития дождевальной техники и интенсификации технологий ее применения. ●Обоснование и разработка программы обновления парка дождевальной техники с учетом совершенствования технологий орошения. ●Разработка теоретических основ направлений технического усовершенствования дождевальной техники. ●Совершенствование методики анализа удельных показателей существующей и разрабатываемой дождевальной техники. ●Оценка полученных агротехнических и технологических параметров дождевальных машин различных конструкций. ●Разработка методики прогнозирования развития рынка дождевальной техники. ●Оценка экономической эффективности разработанных технических и технологических решений по совершенствованию дождевальных машин. ●Математическое моделирование развития технических и технологических параметров орошения дождеванием. ●Теоретическое обоснование конструктивных и технических параметров дождевальных машин серии ДКФ и ДМ. ●Моделирование процессов дождеобразования с применением струйных аппаратов
Усовершенствованные технологии заготовки кормов		●Совершенствование заготовки, приготовления, хранения и раздачи кормов в единой поточно-технологической линии. Увязать эти технологии следует не только по конечному выходу (готовых кормов), но и по производительности, технико-экономическим показателям на базе агрозоотехнических и технических требований. ●Обеспечение максимального выхода высококачественных кормов с единицы кормовой площади при минимальных затратах труда и средств на единицу питательных веществ. ●Улучшение качества кормов и обеспечение сбалансированности кормовых рационов по переваримому протеину и другим питательным компонентам. ●Увеличение энергетической ценности основного корма при оптимизации содержания в нем клетчатки. ●Внедрение травосмесей в структуры посевных площадей. Оптимальная смесь содержит 50% люцерны или клевера, а другие 50% – злаковые травы, при этом смесь может состоять из многих компонентов. ●Создание нового поколения самоходных и навесных кормоуборочных комбайнов, отвечающих высшим достижениям и обеспечивающих комфортные условия механизаторам и высокую производительность труда
Усовершенствованные технологии приготовления кормов		●Проектирование и разработка технологии приготовления кормов нового поколения, способствующие повышению качества продукции животноводства. ●Разработка технологий консервирования кормов, сенажирования, силосования в полиэтиленовых «рулонах», приготовление сена с использованием активного вентилирования, прессование, химическое и биологическое консервирование силоса. ●Разработка технологии заготовки объемистых кормов в виде силоса, сенажа и сена, которые имеют энергетическую питательность не менее 10 МДж ОЭ (0,8 корм. ед.) в расчете на 1 кг сухого вещества (вместо 8,4–8,6 МДж ОЭ) при содержании 14–16% сырого протеина. ●Разработка биокаталетических и генно-инженерных способов получения витаминов, биологически активных добавок и методов оценки их безопасности и эффективности. ●Разработка и совершенствование различных технологий консервирования многолетних трав с использованием целой системы консервирующих препаратов, включающих биологические (ферментные, полиферментные, бактериальные), химические (органические и минеральные кислоты) и комплексные (биологические и химические). ●Приближение производства комбикормов и кормовых добавок к источникам сырья и местам потребления для более полного и рационального использования сырья самих хозяйств (зернобобовые и масличные культуры, травяная и сенная мука, сапропелевые залежи и другие добавки), а также отходов перерабатывающих производств. ●Разработка методов оценки безопасности, биологической эффективности и способов тестирования функциональных свойств готовых кормов

Окончание табл. 9

1	2	3
Усовершенствованные технологии хранения и раздачи кормов		●Создание ресурсосберегающих систем, технологических процессов и специализированных машин для получения экологической безопасности сырья и готового корма. ●Разработка технологий закладки травяного силоса в одинарные или сдвоенные тюки и рулоны, штранги с использованием эластичной (стрейч) пленки. ●Разработка способа заготовки и консервирования зеленой массы порционным хранением кормов в пластмассовых контейнерах или гибких контейнерах. ●Скрининг и исследование организмов с биотехнологически значимыми свойствами для заготовки кормов. ●Развитие генетики промышленных микроорганизмов продуцентов аминокислот, витаминов и других биологически активных соединений для улучшения качества кормов. ●Создание высокоактивных штаммов микроорганизмов, продуцирующих наиболее востребованные кормовые ферменты. ●Создание готовых групп ферментных препаратов для заготовки различных видов сочных кормов. ●Разработка методов для мультипараметрического контроля содержания в кормах и сырье химических загрязнителей (грибных и бактериальных токсинов, пестицидов). ●Разработка многопараметрических методов анализа кормов. ●Разработка экспрессного метода бактериального и грибкового заражения всех видов кормов. ●Исследование физико-химических и биологических свойств различных групп кормов, полученных из сырья растительного происхождения. ●Применение различных видов автоматизированных систем раздачи кормов для экономии дорогих концентратов, повышения эффективности их использования и снижения риска заболеваний, вызванных нарушением обмена веществ
Усовершенствованные технологии приготовления плющеного зерна		●Разработка технологий консервирования плющеного зерна ранних стадий спелости. ●Создание системы ресурсосберегающих технологических процессов и машин, обеспечивающих высокое качество плющеного зерна. Разработка новых методов экспресс-анализа готового корма из плющеного зерна
Интродукция новых видов кормовых культур		●Проведение исследований процессов органогенеза новых видов кормовых культур. ●Проведение генетического анализа новых видов кормовых культур для создания банка данных. ●Изучение новых видов кормовых культур для разработки новых эффективных технологий в кормопроизводстве. ●Разработка новых эффективных зональных технологий первичного и промышленного семеноводства новых видов кормовых культур. ●Определение биохимического состава и питательной ценности интродуцируемых растений. ●Проведение агроэкологической и энергетической оценки эффективности интродуцируемых растений. ●Внедрение усовершенствованных технологий интродуцируемых растений и разработанные технические средства для производства овощных, лекарственных и кормовых культур и определения их экономической эффективности. ●Выявление биогеоценотического влияния новых видов растений на плодородие почвы и продуктивность агрофитоценозов

Технологии урбанизированного растениеводства

Гидропоника позволяет выращивать растения на меньшей площади с большим результатом. Именно по этой технологии работает большая часть современных крупных тепличных комбинатов. Вместо привычной земли, корни растений погружены непосредственно в питательный раствор (вода с растворенными в ней питательными веществами).

Продукция для конечного потребителя – широкий спектр высококачественной продукции растениеводства (свежие и экзотические овощи и фрукты), в том числе в условиях городских ландшафтов; продовольственное сырье в замкнутой контролируемой среде в полностью автоматическом режиме с агроклиматическими параметрами; тепличные комбинаты с новыми принципами возделывания с.-х. культур.

Растительные клетки и культура растительных тканей позволяют регенерировать целое растение из протопластов и клеток. Особенностью клеточных структур растений является их способность к тотипотенции, т.е. в определенной среде и определенных условиях можно регенерировать целое растение из одной клетки. Эта техника обеспечивает за сравнительно короткий срок получение в контролируемых условиях многочисленных популяций клеток и дает возможность идентифицировать линии растений с повышенной биологической продуктивностью.

В настоящее время достижения научно-технического прогресса получили широкое развитие в различных отраслях производства, в том числе в пищевой промышленности. Использование достижений фундаментальных исследований привело к разработке новых машин и аппаратов, технологий, методов и способов создания продукции, повсеместному использованию когда-то революционных идей в обычной жизни. Одним из современных прикладных направлений в развитии общества является 3D-печать (3D-printing, 3DP), которая представляет собой процесс производства посредством сбора слоев исходного материала для создания трехмерного физического объекта из его цифровой модели. Основным методом производства пищевой продукции посредством 3DP является моделирование методом послойного нанесения / наплавления (FDM), что связано со спецификой сырья для выработки готовых пищевых изделий.

Вертикальные фермы обладают несколькими сильными преимуществами. Это производство свежей продукции круглый год, минимизация расходов по транспортировке, защита растений от неблагоприятных погодных условий, снижение использования средств защиты растений, использование возобновляемой энергии. Строительство вертикальной фермы в густонаселенном мегаполисе и регионе снижает эрозию почвы и нагрузку на интенсивное использование земель (табл. 10).

Таблица 10 – Перспективные направления тематической области «Технологии урбанизированного растениеводства»

Область задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
1	2	3
Технологии аэропоники и гидропоники		●Разработка и внедрение роботизированных методов управления агротехническими процессами выращивания растений в условиях защищенного грунта. ●Разработка технологии уменьшения расхода воды по сравнению с традиционными методами посредством замкнутого цикла производства. ●Разработка методики быстрого созревания урожая – создание идеальных условий для каждого вида и сорта растений. ●Разработка технологии увеличения «продуктивного сезона». ●Моделирование рациона питания растений в зависимости от фазы роста и развития в целях получения прогнозируемого состава конечных продуктов. ●Разработка технологии для экономии площадей под гидропонными установками. ●Моделирование физико-химических и биологических процессов, происходящих в растениях, для целей и задач гидропоники. ●Анализ геномов возбудителей особо опасных болезней растений закрытого грунта. ●Создание принципиально новых профилактических и лечебных препаратов на основе исследования молекулярных механизмов патогенности вирусов и бактерий. ●Поиск новых токсинов полипептидной природы с селективным действием на насекомых – вредителей закрытого грунта. ●Разработка технологий получения и применения экологически безопасных биологических средств защиты растений от вредителей и возбудителей болезней. ●Создание новых форм ферментов, полезных для растительных систем, обеспечивающих адаптивный потенциал растений, используемых в гидропонике. ●Создание систем селективной очистки и концентрирования возбудителей инфекционных болезней в объектах с гидропонными установками. ●Поиск и исследование маркеров устойчивости растений к патогенам. ●Создание биосенсоров, позволяющих быстро и селективно определять качество продукции и количество загрязнений. ●Разработка технологий и методов отчистки вод и воздуха с использованием метаболического потенциала биологических объектов. ●Создание технологии клонального микроразмножения растений (включая гаметический и соматический эмбриогенез) для селекции и производства высококачественного посадочного материала. ●Разработка и тестирование новых растворов для гидропонных установок. ●Создание технологии, позволяющей экономить энергию и воду, а также увеличивать эффективность контроля за здоровьем растений. ●Разработка эффективного метода выращивания картофеля, позволяющего увеличить число клубней, получаемых с одного растения, до десяти раз на аэропонных установках. ●Создание принципиально новых видов растворов для аэропонных установок, содержащих все необходимые для роста и развития растений вещества, изменяющиеся в зависимости от вида растения и стадии роста. ●Разработка аппаратуры, способной осуществлять подачу питательного раствора в автоматическом режиме. ●Разработка методов бессемянного размножения сельскохозяйственных культур

Окончание табл. 10

1	2	3
Кассетные технологии выращивания овощных культур		●Поиск путей для снижения себестоимости сооружений для защищенного грунта, затрат труда и материально-технических средств на производство продукции. ●Разработка технологий для создания принципиально новых субстратов (органического, минерального и синтетического происхождения), отвечающих требованиям кассетных технологий выращивания овощей. ●Разработка интенсивных технологий, которые наиболее полно соответствуют биологическим особенностям и специфике выращивания определенных групп культур. ●Разработка технологий по удлинению периода плодоношения или роста продуктивных частей. ●Создание механизированных и роботизированных линий по приготовлению смесей и компостов для производства кассет со строгими агрохимическими показателями. ●Создание технологий автоматизированных поточных линий и средств механизации, обеспечивающих подготовку субстрата, набивку кассет, посев, укладку кассет в штабеля, расстановку и транспортирование. ●Разработка индустриальных технологий производства мини-рассады, позволяющей увеличить нормы выхода продукции с единицы площади
Вертикальные фермы		●Разработка системы для осуществления интеллектуального контроля и управления всеми системами и ресурсами, в которых нуждается урожай. ●Разработка технологических решений для уменьшения стоимости строительства зданий для вертикальных ферм и потребления ими большого количества энергии. ●Использование вертикальных ферм для выработки электроэнергии: непригодные в пищу органические элементы превращают в биотопливо при помощи ферментализаторов метана (метантенков)

Системы органического земледелия и технологии обеспечения экологической безопасности растениеводства

Использование технологий переработки биоорганических отходов в растениеводстве направлено на применение дождевых червей и насекомых с получением биоудобрений, биогаза и кормового белка, а также на обогащение почвы азотом и получение биогумуса с помощью препаратов азотфиксирующих организмов.

Технологии в системе удобрений и средств защиты растений направлены на создание видов удобрений, которые при незначительном количестве дают максимальный эффект по питанию почвы всеми необходимыми для повышения плодородия элементами. Инновация средств защиты растений предполагает их многофункциональное и эффективное воздействие на болезни и вредителей, а также снижение неблагоприятного воздействия на экологию (табл. 11).

Таблица 11 – Перспективные направления тематической области «Системы органического земледелия и технологии обеспечения экологической безопасности растениеводства»

Область задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Определение понятия «Органическое сельское хозяйство» для РФ		●Разработка теоретических основ органического сельского хозяйства, методов ведения органического сельского хозяйства, включая его индустриальные формы. ●Разработка законодательной базы Российской Федерации в области органического земледелия, системы сертификации и стандартизации с учетом мирового опыта
Повышение плодородия деградированных почв		●Разработка адаптивных систем агромелиоративных приемов и способов для повышения плодородия деградированных почв и продуктивности земель до экологически обоснованного продукционного потенциала, способствующих устойчивому развитию земледелия на мелиорированных землях. ●Разработка комплексов фитомелиоративных, противоэрозионных и других мероприятий для рекультивации деградированных ландшафтов, борьбы с опустыниванием территорий, восстановления пастбищ и экологического каркаса агроландшафтов
Технология вермикультуры		●Приемы переработки и рециклинга муниципальных, агропромышленных и промышленных твердых органосодержащих отходов. ●Разработка методов использования вермикультуры в космосе. ●Разработка методов создания вермикомпостеров
Технологии применения органических компостов и микробиологических удобрений		●Разработка промышленной переработки продуктов жизнедеятельности сельскохозяйственных животных крупных животноводческих комплексов. ●Разработка методов микробиологической рекультивации деградированных и загрязненных почв. ●Алгоритмы создания биотехнологических продуктов для земледелия и растениеводства. ●Системы генетического конструирования и биоинженерии микробиомов, обеспечивающих мобилизацию трофических ресурсов почвы (биоудобрения). ●Разработка новых методов увеличения биодоступности (предобработки) лигноцеллюлозного сырья, утилизации и трансформации лигнина. ●Технологии сочетания использования органических и минеральных удобрений; формирование ризоферентной среды и симбиотических ассоциаций, в том числе с целью биологической азотфиксации, мобилизации труднодоступных соединений и др.; минимизация потерь питательных веществ. ●Разработка технологий использования сельскохозяйственных и бытовых (муниципальных) отходов в качестве сырья для получения биотехнологических продуктов с высокой добавленной стоимостью. Разработка методов использования синантропных мух для переработки навоза и помета. ●Использование азотфиксирующих бактерий (разработка препаратов азотфикисирующих организмов)
Технологии производства и применения новых регуляторов роста растений и биоинсектицидов		●Изучение механизмов действия и разработка регламентов практического применения новых высокоэффективных регуляторов роста и устойчивости растений. ●Новые способы и методы регулирования роста и развития культур. Создание новых биологических средств защиты растений узкоспециализированного действия, биологически активных соединений и химических средств небиоцидной природы, индукторов устойчивости. ●Разработка ассортимента высокоактивных пестицидов биоцидной природы нового поколения, безопасных для человека и окружающей среды. ●Создание биопрепаратов на основе энтомопатогенных микроорганизмов. Получение химических средств защиты растений путем микробного синтеза

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛИ РАСТЕНИЕВОДСТВА, ВКЛЮЧАЯ СЕМЕНОВОДСТВО И ОРГАНИЧЕСКОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Растениеводство

Отрасль растениеводства является основой для сельского хозяйства нашей страны, так как обеспечивает ее стабильный рост и значительную часть продовольственной безопасности России.

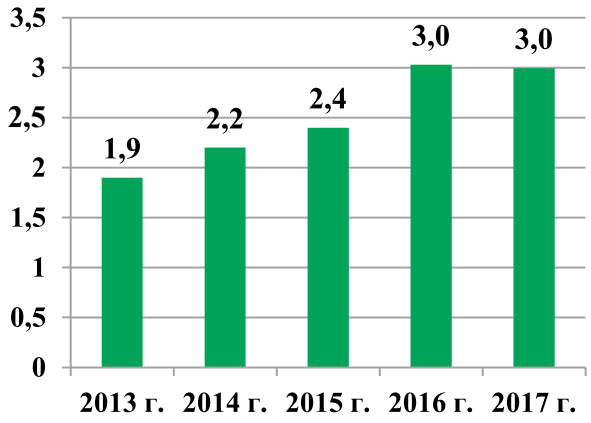


Рисунок 7 – Динамика производства продукции растениеводства в России, трлн руб.

В 2017 г. в России произведено продукции растениеводства на 3 трлн руб., что в 1,6 раза выше уровня 2013 г. (рис. 7).

Валовой сбор зерна составил 134,1 млн т – 150% по отношению к 2013 г. (рис. 8).

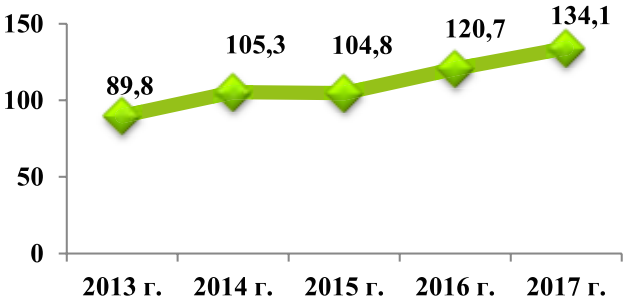


Рисунок 8 – Динамика производства зерна в России, млн т

Структура произведенных зерновых культур выглядит следующим образом: наибольшая доля принадлежит пшенице – 64% или 85,8 млн т, далее ячмень – 15,4% (20,6 млн т), кукуруза – 9% (12,1 млн т), рожь – 1,9% (2,5 млн т), гречиха – 1,1% (1,5 млн т), рис – 0,8% (1 млн т) и прочие культуры – 7,9% (10,6 млн т).

Средняя урожайность при этом составила 29,1 ц/га. В общем объеме производства зерна за 5 лет произошло увеличение доли пшеницы за счет уменьшения доли ячменя, кукурузы и ржи (рис. 9).

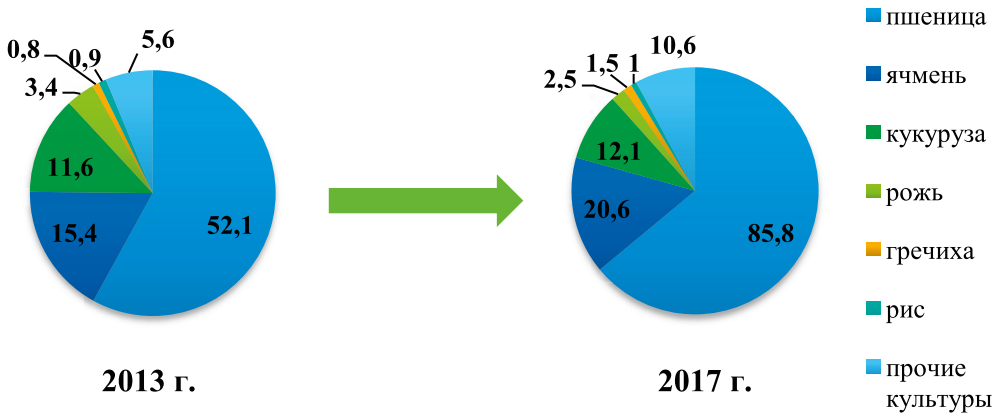


Рисунок 9 – Изменение валового сбора зерна в период с 2013 по 2017 г. в РФ, млн т

Также было произведено 15,4 млн т масличных культур при средней урожайности 13,9 ц/га. В 2017 г. были собраны рекордные урожаи сои и рапса – 3576 и 1503 тыс. т соответственно (рис. 10).

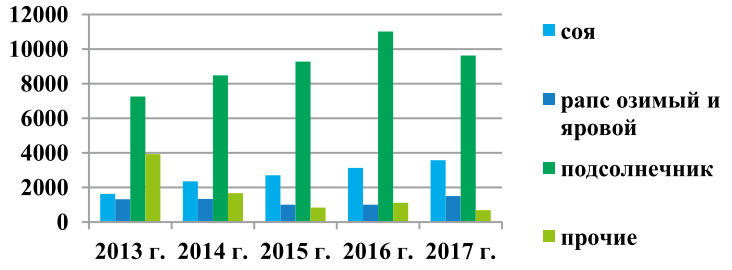


Рисунок 10 – Динамика валового сбора масличных культур в РФ

Россия занимает первое место по производству сахарной свеклы – 48,2 млн т в 2017 г.

Производство картофеля уменьшилось к 2013 г. на 3%. При этом 77% всего картофеля производится в хозяйствах населения (рис. 11).

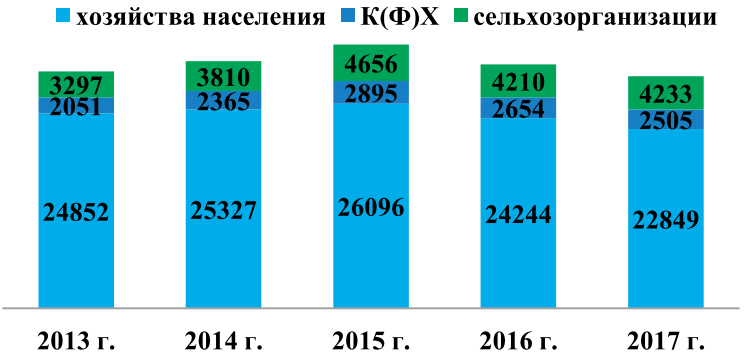


Рисунок 11 – Производство картофеля по категориям хозяйств, тыс. т

Рынок свежих овощей, а вместе с ним и рынок продукции защищенного грунта, растет на протяжении последних трех лет, пусть и невысокими темпами. Расширяются как площади теплиц, так и производство. Причем если тепличные площади увеличиваются на 1–4% в год, то объемы урожая – на 13–14%. Однако сельхозпроизводители пока что не в состоянии покрыть потребность страны в овощах, как открытого, так и защищенного грунта. Их дефицит составляет 474,2 и 816,1 тыс. т соответственно, а производство – 15 380 и 946 тыс. т. Рост производства овощей защищенного грунта в период с 2011 по 2017 г. составил 77% за счет ввода новых тепличный площадей.

Валовой сбор плодов и ягод в 2017 г. – около 3 тыс. т. Однако обеспеченность плодово-ягодной продукцией в РФ составляет лишь 20,1%.

Согласно данным Департамента растениеводства, механизации, химизации и защиты растений Минсельхоза РФ, в ближайшее время требуется увеличение посевной площади следующих культур: рапса – до 5 млн га, льна – до 100 тыс. га, сои – до 5 млн га, конопли – до 10 тыс. га, плодовых – до 242,4 тыс. га, овощей защищенного грунта – до 4211 га, лекарственных – до 50 тыс. га, эфиромасличных – до 200 тыс. га [15].

Одна из проблем развития отрасли растениеводства – это низкий уровень инновационной активности сельскохозяйственных товаропроизводителей (табл. 12).

Таблица 12 – Показатели инновационной активности отрасли растениеводства России в 2016 г. [14]

Показатели	Значение
Совокупный уровень инновационной активности, %	4,2
Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, %	3,7
Затраты на технологические инновации, млн руб.	6354,0
Объем инновационных товаров, работ, услуг, млн руб.	6542,0

Лишь 3,7 % организаций отрасли в 2016 г. осуществляли технологические инновации, затратив на это 6,35 млрд руб. и выпустив инновационные товары, работы и услуги на сумму 6,5 млрд руб.

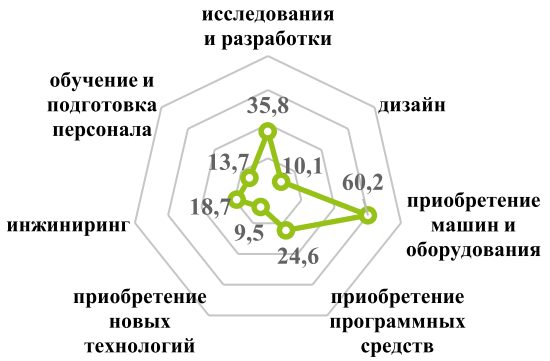


Рисунок 12 – Структура организаций, осуществляющих технологические инновации, %

Если рассматривать структуру организаций сельского хозяйства, осуществляющих технологические инновации, по видам инновационной деятельности, то наибольший удельный вес будет принадлежать приобретению машин и оборудования – 60,2%, далее идут исследования и разработки – 35,8%. На последнем месте – приобретение новых технологий – 9,5% (рис. 12) [14].

Преимущественно сельхозтоваропроизводители России используют в производстве следующие инновационные технологии: капельная система орошения – в 3,9% всех хозяйств, биологические методы защиты растений от вредителей и болезней – 9,2%, возобновляемые источники энергоснабжения – 1,8% и система точного вождения и дистанционного контроля качества выполнения технологических процессов – 1,9% (табл. 13) [16].

Таблица 13 – Количество хозяйств всех категорий, применяющих инновационные технологии, и удельный вес в их общем числе в РФ в 2016 г.

Регион	Капельная система орошения		Биологические методы защиты растений от вредителей и болезней		Возобновляемые источники энергоснабжения		Система точного вождения и дистанционного контроля качества выполнения технологических процессов	
	ед.	%	ед.	%	ед.	%	ед.	%
Центральный федеральный округ	644	3,5	2346	13,0	52	0,3	817	4,0
Северо-Западный федеральный округ	67	1,6	161	4,0	13	0,4	65	5,0
Южный федеральный округ	2307	7,3	1876	5,9	308	1,0	633	12,0
Северо-Кавказский федеральный округ	1411	5,1	5892	20,9	824	3,0	218	0,8
Приволжский федеральный округ	511	1,9	1411	5,3	37	0,1	385	1,5
Уральский федеральный округ	109	2,0	256	4,8	14	0,3	113	2,1
Сибирский федеральный округ	259	1,4	694	3,7	1027	5,5	331	1,6
Дальневосточный федеральный округ	129	2,0	220	3,4	265	4,1	54	0,9
РФ, всего	5437	3,9	12856	9,2	2540	1,8	2616	1,9

Лидерами России по внедрению инновационных технологий в сельскохозяйственное производство являются Южный и Северо-Кавказский федеральные округа благодаря высокому уровню развития отрасли растениеводства, обеспеченному сочетанием следующих факторов: благоприятные природно-климатические условия, мощный научный (6 научно-исследовательских институтов и научных центров по основным культурам) и образовательный потенциал (Кубанский ГАУ и Ставропольский ГАУ – одни из лидеров аграрного образования в стране) и значительная сумма поступающей в отрасль господдержки.

В овощеводстве защищенного грунта все большее распространение получает технология гидропонного выращивания. Общая площадь гидропонных теплиц в 2016 г. в РФ составляла 8809 га – 30,4% от суммарной площади теплиц. При этом их удельный вес в общем количестве теплиц РФ остается на довольно низком уровне – 4%. На первом месте по внедрению гидропонной технологии находится Северо-Кавказский федеральный округ. В тройке лидеров Центральный и Северо-Западный федеральные округа (рис. 13) [16]. Здесь расположены крупнейшие тепличные комплексы России.

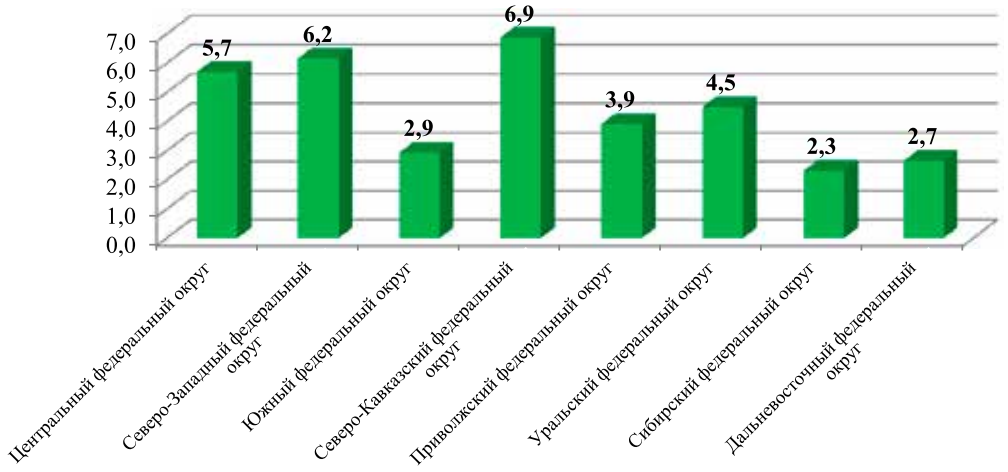


Рисунок 13 – Удельный вес гидропонных теплиц в их общем количестве по РФ в 2016 г., %

Овощеводство защищенного грунта – одна из наиболее автоматизированных подотраслей растениеводства. Наибольшее сосредоточение теплиц, оборудованных системами автоматизации технологических процессов – в Северо-Кавказском федеральном округе (рис. 14) [16].

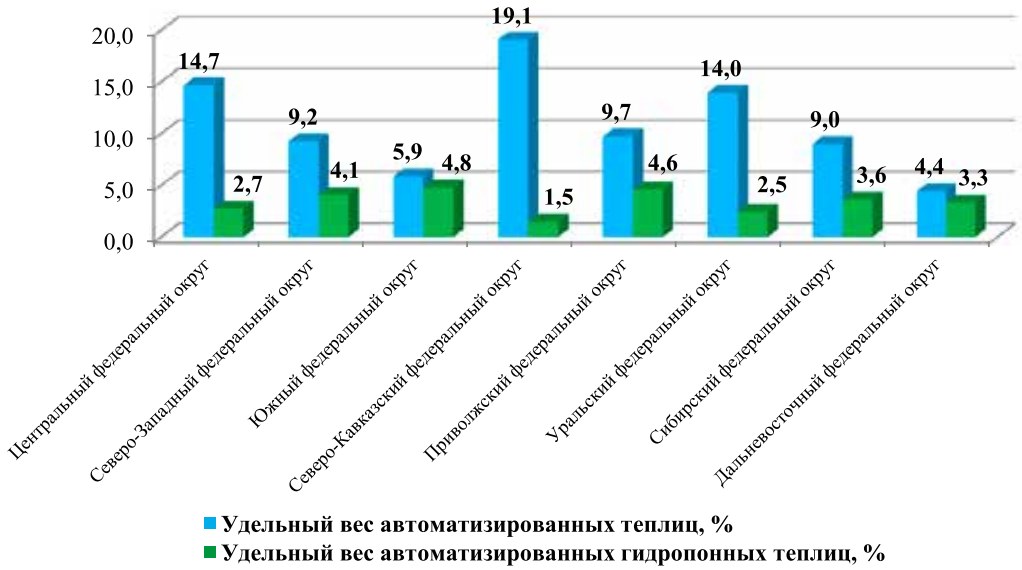


Рисунок 14 – Удельный вес автоматизированных теплиц в РФ в 2016 г.

Отечественное растениеводство имеет немало резервов повышения конкурентоспособности продукции не только посредством традиционной интенсификации производства (мелиорация, механизация производственных процессов, использование минеральных удобрений и пестицидов, элитных семян и т.д.), но и за счет внедрения новейших технологий (биотехнология, автоматизация и цифровизация производства и др.). В то же время направления научно-технологического развития, открытые ещё «зеленой революцией» (механизация, химизация, использование лучших селекционных достижений и т.п.), не должны замещаться или противопоставляться другим направлениям – технологиям постиндустриального сельского хозяйства (цифровизация) [32].

Проведенный анализ отрасли растениеводства показал несомненное ее развитие, однако, восновном за счет экстенсивных факторов и точечной модернизации производства в большинстве регионов страны. Для того чтобы повысить конкурентоспособность российской продукции, требуется комплексное перевооружение отрасли и переход на новый технологический уклад за счет внедрения в производство последних достижений сельскохозяйственной науки и техники. Научное обеспечение растениеводства должно быть основано на принципах адаптивности, адресности ресурсо- и энергоэкономичности посредством дифференцированного использования природных, биологических, технологических и других ресурсов [19]. Российские центры превосходства в области растениеводства представленны в прил. 1.

Селекция и семеноводство

> ***Президент РФ Владимир Путин:*** *«По-прежнему высока наша зависимость от зарубежного семенного и племенного материалов. Необходимо реализовать четкий план действий, сконцентрировать усилия и ресурсы на развитии отечественной селекции и генетики. Это основа продовольственной безопасности страны».*

За последние годы селекция и семеноводство в РФ претерпевает структурные изменения. Медленные темпы обновления материально-технической базы селекционно-семеноводческих центров не позволяют осуществлять селекционный процесс и обеспечивать производство высококачественных семян. Направления и темпы развития прикладных научно-исследовательских работ не в полной мере соответствуют фундаментальным исследованиям в области биологии и передовым селекционным технологиям, а предлагаемые российской селекционной наукой результаты (сорта, гибриды) мирового уровня не находят применения в отрасли растениеводства ввиду неразвитости рынка семян.

Увеличение посевных площадей, занятых зерновыми культурами, приводит к созданию упрощенных систем земледелия (севообороты с короткой ротацией и повторные посевы), что снижает фитосанитарную и агрохимическую устойчивость. Нарушение сроков сортосмены и сортообновления приводит к тому, что сорт не может раскрыть свой биологический потенциал, тем самым снижая качество урожая. Недостаточное ресурсное и финансовое обеспечение приводит к сдерживанию освоения отечественной селекции в производстве. Разрушена система кадрового обеспечения селекции и семеноводства, из-за чего наблюдается «старение» кадров научных работников и селекционеров.

Необходимым условием для разработки новых механизмов селекции и семеноводства в РФ является использование совокупного положительного опыта развитых стран и отечественного опыта, который позволил бы расширить генотипическое разнообразие исходного селекционного материала и повысить устойчивость сортов к болезням и вредителям, а также действию абиотических стрессов.

Согласно поручению Президента РФ В.В. Путина от 12.06.2017 г. № Пр-1127 необходимо обеспечить «использование сельскохозяйственными товаропроизводителями в приоритетном порядке конкурентоспособного отечественного семенного и посадочного материала, технологического оборудования и материалов при принятии решений о предоставлении им мер государственной поддержки». Для перехода селекции РФ на инновационный уровень развития необходимо выделение финансовых средств на переоснащение и модернизацию материально-технической базы селекционных центров, на осуществление селекционного процесса на современном технологическом уровне и подготовку научных кадров.

Доля отечественных семян, высеянных на территории РФ, в разрезе культур составляет 95% зерновых, 64,5 – льна-долгунца, 52,8 – сои, 51,5 – гороха, 46,1 – кукурузы, 35 – овощей, 38,1 – рапса озимого, 29,6 – подсолнечника, 12,2 – картофеля и 1,2 – сахарной свеклы (рис. 15).

Наибольшую долю отечественных сортов и гибридов имеют зерновые, зернобобовые и крупяные культуры.

Развитие зернового хозяйства в России связано с обеспечением продовольственной безопасности и эффективным использованием почвенно-климатических ресурсов различных регионов страны. Во всех регионах России основной зерновой культурой является пшеница, при этом ведущими по ее возделыванию регионами являются Алтайский край, Оренбургская область, Ростовская область, Саратовская область, Краснодарский край и Ставропольский край. По производству пшеницы Россия уверенно занимает 3-е место в мире после Китая и Индии. Посевные площади, занятые этой культурой в нашей стране, ежегодно составляют порядка 25–28 млн га (вся посевная площадь сельскохозяйственных культур порядка 80 млн га) и постепенно увеличиваются [53]. В России успешно продолжают заниматься селекцией пшеницы научно-исследовательские учреждения, расположенные во всех федеральных округах (прил. 2) Однако высокие селекционные достижения (создание сортов пшеницы с высокой урожайностью и устойчивостью к неблагоприятным факторам) не обеспечивают лидерство РФ среди ведущих стран мира по урожайности зерновых культур.



Рисунок 15 – Доля отечественных семян, высеянных на территории РФ, %

Несмотря на рекордно высокий урожай пшеницы в последние годы, качество ее очень низкое: преимущественно выращивается пшеница четвертого класса. В стране имеется дефицит ценной пшеницы третьего класса, а производство пшеницы первого и второго классов – нерентабельное по причине низкой урожайности и значительно больших затрат, чем для пшеницы четвертого класса. Если в 2013 г. пшеница третьего класса занимала 50% урожая, то сейчас – около 25%, доля пшеницы четвертого и пятого классов, напротив, возросла [53].

На долю мягкой пшеницы в России приходится более 95% всех посевов этой культуры. Потребность в пшенице твердых сортов для внутреннего потребления составляет в России около 1,2 млн т в год, однако такого зерна производится значительно меньше, и мягкая пшеница используется повсеместно для всех пищевых производств – именно поэтому в Россию поставляется значительное количество макаронных изделий из Европы. Небольшие объемы твердой пшеницы импортируются Россией из Казахстана.

В настоящий момент России принадлежит около 20% от всех мировых посевных площадей овса, что ставит ее на первое место в ряду производителей данной зерновой культуры. Россия является одним из крупнейших производителей и потребителей овса с годовым объемом производства порядка 5–6 млн т. Использование овса для производства продуктов питания за последние годы увеличилось на 10%, достигнув уровня 350 тыс. т. Овес выращивают практически во всех зерновых регионах, однако основные посевы сосредоточены в Сибирском, Приволжском и Центральном федеральных округах.

Рожь также является важной зерновой культурой для России, которая, наряду с Польшей и Германией, является одним из трех мировых лидеров по производству данной зерновой культуры. Возделывают преимущественно озимые сорта ржи, а основные посевы располагаются в Поволжье, в Центральном и в Уральском регионах.

К основным возделываемым масличным культурам относятся подсолнечник, соя, рапс, в небольшом количестве выращивают горчицу, лен масличный.

Производство рапса в России началось сравнительно недавно. В настоящий момент урожайность рапса в России достаточно низкая, в среднем порядка 100–110 кг с гектара. Причины этого – отсутствие у аграриев знаний и навыков выращивания этой культуры, а также большие, до 50%, потери при уборке и первичной обработке. В России в основном возделывается яровой рапс. Основными регионами являются Татарстан и Ставропольский край. Расширяются посевы рапса в Сибири, особенно в Омской, Тюменской и Иркутской областях, а также в Алтайском крае. В Новосибирской области, по сведениям Министерства сельского хозяйства региона, в 2018 г. засеяно рапсом 97,37 тыс. га земли.

По мнению специалистов, почвенно-климатические условия в России позволяют расширить площади, занимаемые рапсом, до 5 млн га. Первоначально в России рапс выращивали преимущественно на кормовые цели, однако в настоящий момент значительная доля сырья

идет на экспорт. Основными импортерами российского рапса являются страны ЕС. Несмотря на это доля России в мировой торговле рапсом пока еще незначительна. Развитие производства рапса тормозит тот факт, что в России в настоящий момент не существует собственного производства биодизельного топлива, и в нынешних условиях его развитие маловероятно. Отечественными селекционерами созданы сорта озимого и ярового рапса с потенциальной урожайностью более 4,0 т/га и масличностью семян более 45%.

Урожайность подсолнечника и других масличных культур в Российской Федерации в настоящее время составляет 1–1,1 т/га. Это связано с перенасыщением севооборотов культурами, ухудшающими фитосанитарную обстановку. В РФ имеются возможности для повышения урожайности подсолнечника (за счет развития селекции и семеноводства) и увеличения производства сои. Традиционной зоной возделывания сои, производящей до 80% соевого зерна, является Дальний Восток. Расширение посевов возможно за счет территории Северного Кавказа, Поволжья, Центрально-Черноземной зоне, Центральных районов Нечерноземной зоны, юга Алтая и Западной Сибири. Основными нерешенными проблемами селекции сои являются недостаточная устойчивость современных сортов к засухе и переувлажнению, к болезням и вредителям, к растрескиванию бобов, для позднеспелой группы – устойчивость к пониженным температурам в период прорастания.

Отечественная селекция овощных и бахчевых культур в последнее время уступила свои позиции иностранной. Импорт семян овощных культур составляет порядка 65% от общего объема предложений на рынке. Сортообновление отечественных сортов овощных и бахчевых культур практически не ведется из-за отсутствия семян элиты. Семеноводческие фирмы не приобретают их из-за высокой цены, ограничиваясь элементарным пересевом, что приводит к потере сортовых качеств через 3–4 поколения, а авторы и оригинаторы сортов не в состоянии их производить из-за отсутствия средств. В последнее время в овощеводстве наблюдается вытеснение сортов гибридами F_1. Предпочтение гетерозисной селекции обусловлено преимуществом гибридов над сортами. Гибриды превосходят сорта по урожайности на 20–30%, обеспечивают защиту авторских прав селекционера от нелегального семеноводства, так как во втором и последующем поколениях гибридов F_1 происходит потеря указанных преимуществ [27].

Российская Федерация занимает 3 место в мире по производству картофеля. Отличительной чертой картофелеводства в Российской Федерации остается его ориентированность на внутренний рынок.

Несмотря на значительные объемы внутреннего производства товарного картофеля, доля семенного картофеля сортов отечественной селекции среди 10 лидирующих на российском рынке сортов в общем объеме производства картофеля не превышает 20%. Это объясняется следующими факторами:

– использование несертифицированного семенного картофеля, а также сортов картофеля, не включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию;

– низкая конкурентоспособность сортов картофеля отечественной селекции по сравнению с сортами картофеля иностранной селекции, на которые в 2016 г. пришлось около половины посадочного материала (50,1%) [28].

Основным индикатором технологического развития отрасли растениеводства, интегрирующим влияние используемых сортов растений, минеральных и органических удобрений, средств борьбы с болезнями и вредителями, является урожайность сельскохозяйственных культур. Удельный вес влияния семян и техники с технологиями, используемых в производстве продукции растениеводства, на ее урожайность составляет 20 и 25% соответственно. В решении задач современного растениеводства в устойчивом росте его продуктивности, ресурсоэкономичности, природоохранности, рентабельности центральное место принадлежит селекции, созданию и использованию новых сортов и гибридов зерновых культур.

Селекция и семеноводство в РФ претерпели значительные изменения за последние десятилетия. На период до 2010 г. селекция была представлена в основном селекционными центрами Россельхозакадемии, которые имели большой селекционный потенциал основных сельскохозяйственных культур (табл. 14).

Таблица 14 – Научное обеспечение селекции и семеноводства Российской Федерации (данные 2010 г.)

Наименование федерального округа	Количество селекционных центров, ед.	Преобладающие культуры
Центральный	13	Зерновые, зернобобовые, крупяные, овощные, масличные, лен, рапс, сахарная свекла, плодовые, ягодные, кормовые
Северо-Западный	1	Зерновые, картофель, рапс, кормовые
Южный и Северо-Кавказский	11	Зерновые, зернобобовые, кукуруза, рис, масличные, плодовые, виноград, кормовые
Приволжский	6	Зерновые, кукуруза, крупяные, масличные, лен, картофель, плодовые, кормовые
Уральский	3	Зерновые, горох, картофель, плодовые, ягодные, кормовые
Сибирский	6	Зерновые, крупяные, зернобобовые, картофель, плодовые, овощные, ягодные, кормовые
Дальневосточный	2	Соя, зерновые, овощные, картофель, ягодные, плодовые, кормовые

Основные задачи семеноводческих организаций заключаются в:

– размножении высококачественных сортовых семян, новых, вводимых в производство сортов до объемов, определяемых потребностью сельхозтоваропроизводителей, входящих в зону районирования данного сорта;

– сохранении сортовых и урожайных качеств семян всех возделываемых районированных сортов [51].

Негосударственные селекционные центры в стране были представлены слабо, в основном это были подразделения крупных семеноводческих компаний. В системе Россельхозакадемии работало 42 селекционных центра, в которых ежегодно создавалось от 300 до 400 новых сортов и гибридов сельскохозяйственных растений.

В этот период селекцией в растениеводстве начали заниматься и частные компании, но большая часть разработок (свыше 70%) все равно приходилась на научно-исследовательские учреждения и селекционные центры Россельхозакадемии.

В 2014 г. селекционно-семеноводческих центров государственных научных учреждений, подведомственных ФАНО России, насчитывалось уже 47 единиц. Причем в стране функционировало 95 семеноводческих хозяйств – федеральные государственные унитарные предприятия, подведомственные ФАНО России с ежегодным объемом производства 400 тыс. т семян. В этот период активно привлекались ведущие селекционно-семеноводческие компании мира, которые активно продвигали свои сорта и гибриды на российский рынок.

На протяжении последних лет государство возмещает затраты на строительство селекционных центров. Первые десять селекционно-семеноводческих центров и четыре селекционно-генетических центра уже получили поддержку в 2016–2017 гг.

Благодаря государственной поддержке создаются новые селекционно-семеноводческие центры. Пятнадцать инвестиционных проектов прошли отбор по возмещению прямых понесенных затрат на строительство селекционно-семеноводческих центров. Новым центрам в Курской, Омской, Свердловской, Амурской областях, Чеченской, Кабардино-Балкарской, Карачаево-Черкесской республиках было возмещено 20% затрат. Продолжается работа по охране селекционных достижений. Количество сортов и гибридов, занесенных в Государственный реестр селекционных достижений, увеличилось практически в два раза – с 10 до 20 тыс. При этом растет доля сортов российского происхождения. Так, российских сортов зерновых культур в 2017 г. было зарегистрировано в реестре 42 против 7 иностранного происхождения.

Так, в Липецкой области в скором времени заработают два семеноводческих завода. Первое предприятие было построено компанией «Джермен Сид Альянс Русс» (Германский семенной альянс). Инвестиции в строительство селекционно-семеноводческого центра, оснащенного новейшим технологичным оборудованием, составляют около 700 млн руб. На базе центра бу-

дут осуществляться селекционные работы, сортовое районирование, а также производиться элитные сорта зерновых агрокультур, адаптированных для возделывания на территории России. Второе предприятие, открытие которого запланировано на осень этого года, было построено компанией «Семенные глобальные технологии». Инвестиционные вложения составили порядка 300 млн руб. Планируется осуществлять производство и обработку до 20 тыс. т семян ежегодно. При этом реализация большей части семян будет происходить в России, оставшейся – в странах зарубежья.

Поддержка селекции и семеноводства с прошлого года включена в госпрограмму развития АПК на 2013–2020 г. До 2020-го в стране предполагается построить 148 селекционно-семеноводческих центров. Это должно способствовать повышению урожайности основных агрокультур на 30–40% и уменьшить долю импорта. В этом году одобрены к субсидированию инвестпроекты создания 10 селекционно-генетических и селекционно-семеноводческих центров. По мнению российских инвесторов, высокая стоимость проектов селекционно-семеноводческих центров и долгая окупаемость являются основными стоп-факторами развития направления.

В России в настоящее время действуют 17 ведущих государственных селекционных учреждений и другие организации, в том числе высшие учебные заведения, которые осуществляют научные исследования по селекции картофеля. Материально-техническая база большинства картофелеводческих селекционно-семеноводческих учреждений формировалась в 70–80 гг. прошлого века и с тех пор обновилась незначительно. Информационные базы по селекции и семеноводству картофеля таких учреждений не соответствуют современным требованиям либо вовсе отсутствуют [48].

Современное развитие отрасли растениеводства требует от селекционеров решения новых задач, в том числе по качеству произведенной продукции, адаптивности и технологичности сортов. Приоритетным направлением исследований выступает выведение сортов, обладающих высокой продуктивностью и качеством урожая, устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам [53].

По мнению российских селекционеров, в России имеется достаточное количество сортов сельскохозяйственных растений, однако многие из них не отвечают современным требованиям агротехники и перерабатывающей промышленности. Законодательство в области селекции, семеноводства и семенного контроля несовершенно, и селекционеры испытывают серьезные трудности. К тому же последние годы при посеве основных зернобобовых и крупяных культур мало используются элитные семена в связи с недостаточным их производством в большинстве регионов Российской Федерации. Высокая доля семян массовых репродукций устаревших сортов приводит к снижению урожайности и качества продукции. В то же время современные районированные отечественные сорта фасоли, чечевицы, вики посевной, кормовых бобов, гречихи и проса существенно превосходят зарубежные аналоги по хозяйственно-ценным признакам.

В целях снижения уровня импортозависимости в отрасли в 2017 г. была разработана Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг. (далее Программа), одной из задач которой является создание и внедрение технологий производства семян высших категорий (оригинальных и элитных) сельскохозяйственных растений по направлениям отечественного растениеводства, имеющим в настоящее время высокую степень зависимости от семян иностранного производства. В ходе реализации Программы планируется к 2025 г. снизить уровень импортозависимости оригинальных и элитных семян не менее чем на 30% [52].

В рамках Программы также разработана подпрограмма «Развитие селекции и семеноводства картофеля в РФ», которая предусматривает увеличение объема производства и реализации семенного картофеля отечественной селекции категории элита не менее чем на 18 тыс. т, создание 12 новых отечественных сортов, разработку 11 технологий селекции и семеноводства картофеля и т. д.

Для развития семеноводства в РФ требуется эффективная государственная политика, направлен-

Министр сельского хозяйства РФ Д. Н. Патрушев: *«Реализовать имеющийся научный потенциал (в селекции и семеноводстве) планируется в рамках механизма государственно-частного партнерства, который будет впервые применен в рамках Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы».*

ная на стимулирование производителей семян основных сельскохозяйственных культур, обеспечение государственных гарантий качества семян, регулирование объемов их производства с учетом потребности внутри страны и экспорта. Система семеноводства должна обеспечивать научно обоснованные сортосмену и сортообновление. Учитывая большое разнообразие природно-климатических зон на территории Российской Федерации, необходим дифференцированный подход к форме организации системы семеноводства. Федеративное устройство предполагает создание региональных систем семеноводства, учитывающих местные особенности систем управления отраслью.

Органическое земледелие

Органическое сельское хозяйство – это единая система производства сельскохозяйственной и пищевой продукции, обеспечивающая оптимальное, здоровое и продуктивное существование взаимосвязанных между собой элементов экосистемы – почвы, растений, животных и людей. Россия располагает огромным потенциалом для ведения органического сельскохозяйственного производства. Богатые земельные ресурсы, сложившийся низкий уровень применения средств химизации, разнообразие флоры и фауны позволяют активно развивать данное направление. При наличии необходимой нормативной правовой базы и при соответствующей государственной поддержке российские товаропроизводители способны занять соответствующее их возможностям место на мировом рынке органической продукции.

Россия – это страна, где еще нет органического сертификата, а спрос на свежую продукцию покрывается за счет растениеводства открытого грунта и импорта. Однако движение в сторону совершенствования управления производством органики происходит в правильном направлении. Президентом России поставлена задача стать крупнейшим мировым поставщиком экологически чистых продуктов питания, в связи с чем принят закон «О производстве органической продукции».

В настоящее время России принадлежит лишь 1% мирового рынка органической продукции ($160 млн), который обеспечивают 70 компаний (2016 г.). Потребление органических продуктов в России составляет всего: 0,9€ на человека (среднемировой показатель – 10€, в США – 111€).

По данным Союза органического земледелия, 0,12% сельхозземель (246 тыс. га) сертифицированы как органические по международным стандартам. Всего в России 70 сертифицированных органических сельхозпроизводителей. По международным стандартам – 53 хозяйства, по российским – 17 хозяйств. Из них в сфере растениеводства – 20 хозяйств, животноводства – 5 хозяйств, дикоросы – 14 хозяйств, производства алкогольной продукции – 1 предприятие, переработки – 2. В России 40 млн га земли, которая не получала удобрений больше 20 лет, и она в любой момент может быть введена в оборот под органическое сельское хозяйство [20].

В органическом сельском хозяйстве России имеется сформированный рынок экспорта органического сельскохозяйственного сырья, на этом рынке есть устойчивый рост спроса, и он намного превышает предложение. В настоящий момент в страны ЕС продукцию экспортируют 16 сертифицированных производителей. В основном это зерновые и масличные культуры. Одно хозяйство экспортирует эфирные масла. В 2016 г. страны Европы признали, что рынок потребления органических продуктов в ЕС растет быстрее, чем их производство. На сегодняшний момент Европа и США стали делать ставку на развивающиеся рынки как наиболее перспективные с точки зрения обеспечения потребления. Россия, учитывая свои уникальные природные условия, низкий уровень загрязнения окружающей среды, развитие транспортной инфраструктуры, наличие пастбищных угодий имеет значительные возможности по внедрению органической системы хозяйствования [9].

Для того чтобы обеспечить спрос на органическую продукцию, необходимо каждый год переводить в органическое сельское хозяйство не менее 200–300 сельхозпроизводителей. Для этого необходимы агротехнологии, обучение, сертификация, сбыт. Потенциал роста рынка будет складываться из количества сельхозпроизводителей, которые перешли на органическое сельское хозяйство.

Для развития органического сельского хозяйства сельхозпроизводителям больше всего необходимы знания, инфраструктура (органы сертификации и экспорта продукции), инвестиции и стабильный спрос, формирующийся за счет тренда здорового образа жизни у большинства населения как России, так и мира. Отрасль сегодня является закрытой и мало понятной как потенциальным участникам, так и инвесторам. При невозможности получить маржинальную премию, отсутствии государственной поддержки на переходном периоде, низком технологическом уровне, высокой стоимостью международной сертификации на этот рынок выходят только энтузиасты или компании, изначально ориентированные на экспорт органического

сельскохозяйственного сырья. Например, компания «Сибирские органические продукты», расположенная в Томской области. Валовой сбор органического зерна в 2017 г. здесь составил более 20 тыс. т с 14 тыс. га сертифицированных земель. Урожай реализуется как на внутреннем рынке, так и на экспорт.

Одно из направлений органического сельского хозяйства – это биологизация земледелия. Биологизация земледелия направлена на широкое использование биологических факторов повышения плодородия пахотных почв, уменьшение антропогенной нагрузки, производство экологически безопасной продукции сельскохозяйственных культур. По данным Союза органического земледелия, в России практикуют биологизацию 71% сельхозпроизводителей, элементы органического земледелия – 80% (но не имеют сертификат). Сельхозпроизводители не знают более 80% ассортимента биопрепаратов, удобрений, агроприемов. При этом биологизация земледелия позволяет вести рентабельное производство сельскохозяйственной продукции без снижения продуктивности сельскохозяйственных культур и, самое главное, при сохранении почвенного плодородия [29].

Программа биологизации земледелия решает следующие задачи: поддержка плодородия почвы, снижение негативного влияния экономических и природных рисков за счет внедрения биологической системы земледелия и перехода сельхозтоваропроизводителей всех форм собственности на дифференцированные севообороты, а также увеличение площадей многолетних трав, внедрение сидеральных и промежуточных культур и перехода на технологию прямого сева всех сельскохозяйственных культур.

Успешным примером биологизации земледелия является Белгородская область, где требовалось решение следующих проблем: большая площадь эродированных земель, сокращение гумусового горизонта на 14%, отрицательный баланс питательных веществ, рост доли кислых почв до 45%, сокращение запасов почвенной влаги на 10–48%. Деградация земель и их нерациональное использование характерны для многих регионов России, в связи с чем требуется решение данной проблемы с помощью технологий биологизации земледелия, т.е. внедрения различных агроприемов: посевов многолетних трав, сидератов, внесения органических удобрений, применение No-till, адаптивно-ландшафтных систем земледелия и т.д. Результатом последовательного внедрения биологизации земледелия в Белгородской области стал рост накопления органического вещества в почве, рост урожайности и улучшение качества зерновых культур.

Органическое сельское хозяйство приведет к независимости от внешних экономических факторов – от закупок средств производства: химических удобрений, средств защиты растений, стимуляторов роста, антибиотиков, что также позволяет сохранять естественное состояние почвы и поддерживать ее биобаланс [9].

Таким образом, главной целью научно-технологического развития растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие, России является обеспечение конкурентоспособности отечественной продукции на внешнем и внутреннем рынках прежде всего за счёт полного цикла создания, распространения и применения новейших достижений науки и технологий, включающего в себя фундаментальные исследования, завершенные разработки, апробацию и внедрение.

Импортозамещение

Процесс импортозамещения оказывает существенное влияние на определение приоритетных направлений исследований и разработок при долгосрочном прогнозировании. 2017 г. стал успешным в обеспечении импортозамещения конечной продукции растениеводства – здесь уровень зависимости от импортной продукции существенно снизился. Благодаря полученному урожаю обеспечены импортозамещение и продовольственная независимость страны, большая часть внутренних потребностей страны в продовольственных товарах, а также по некоторым видам продукции увеличен экспортный потенциал. Единственным видом продукции растениеводства, где импортозависимость сохраняется – это плодоовощная продукция.



Рисунок 16 – Структура поставок импортных тракторов в 2016 г.

К сожалению, нельзя то же самое сказать про зависимость от зарубежных машин и оборудования для сельского хозяйства.

В 2016 г. Россией приобретено 4200 тракторов на сумму $16,1 млн. При этом 40,5% – бывшие в эксплуатации, 20,2% – маломощные тракторы (рис. 16) [19].

По экспертным оценкам удельный вес импортных средств производства для АПК составляет 40–60%. Среди них большую часть занимают продукция сельскохозяйственного машиностроения, овощесушильные и тепличные комплексы.

Доля импортных тракторов в период с 2014 по 2018 г. увеличилась с 65,1 до 68,8%, зерноуборочных комбайнов – с 19 до 23%, а кормоуборочных комбайнов незначительно уменьшилось с 22,9 до 21,6% (рис. 17).

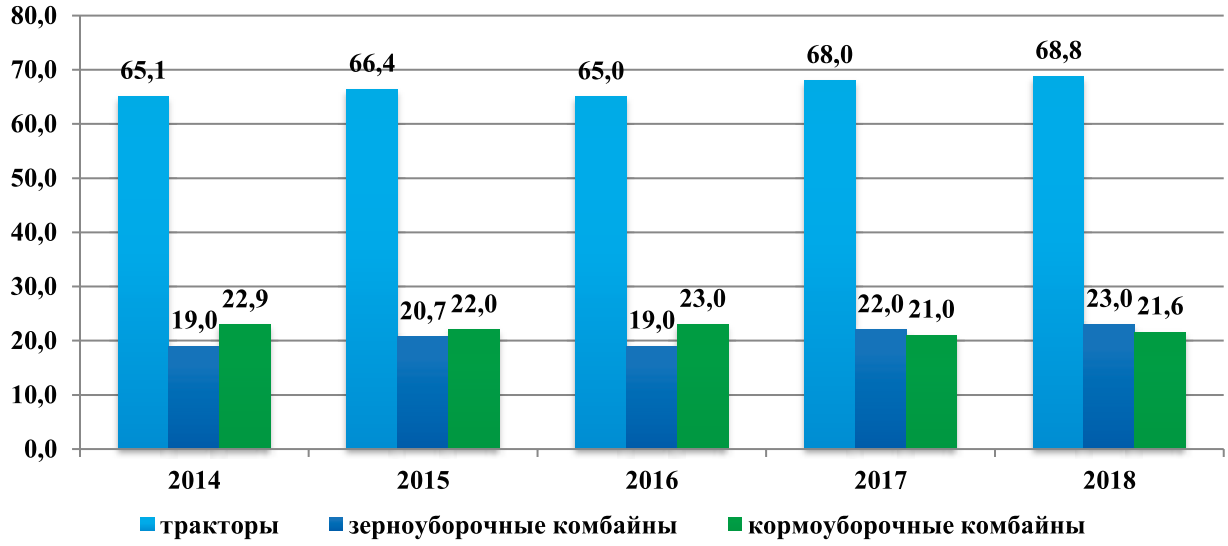


Рисунок 17 – Динамика доли импортной техники в общем количестве сельскохозяйственной техники, %

Помимо этого, большинство российских сельхозмашиностроительных компаний используют зарубежные запчасти и комплектующие.

Одна из наиважнейших задач в решении проблемы импортозамещения средств производства в отрасли заключается в обеспечении взаимосвязи науки и бизнеса, так как первая обладает значительным количеством технико-технологических разработок, уже готовых к внедрению в сельскохозяйственное производство.

Таким образом, несмотря на большую внутреннюю емкость рынка, наличие уникального генетического разнообразия ресурсов, широкой сети крупных селекционных центров, Россия на мировом рынке семян присутствует в качестве их импортера [19]. Базисная отрасль растениеводства – семеноводство обладает наибольшей зависимостью от импорта.

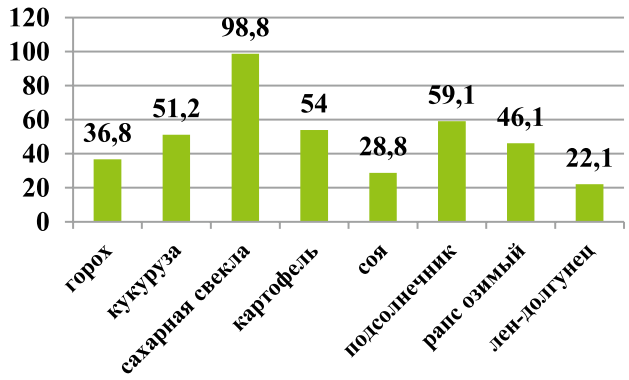


Рисунок 18 – Доля импорта в семенном материале России

Самый высокий удельный вес импортных семян – среди семенного материала сахарной свеклы (98,8%). Помимо этого, существенно зависимыми от семян из-за рубежа являются кукуруза, картофель и подсолнечник (рис. 18).

Зависимость российского рынка от иностранных поставщиков семян создает риски для устойчивого увеличения объемов производства продовольствия.

СЦЕНАРИИ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА, ВКЛЮЧАЯ СЕМЕНОВОДСТВО И ОРГАНИЧЕСКОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ РОССИИ, ДО 2030 ГОДА

Особенность российского растениеводства заключается в острой необходимости ускорения его научно-технологического развития на базе инновационных процессов. Отрасль растениеводства имеет существенную зависимость от внешних факторов и современные направления ее научно-технологического развития призваны снизить зависимость от них, а также повысить управляемость путем снижения неопределенности реакций на внешние воздействия. Как будут меняться детерминанты развития отрасли растениеводства, какие в будущем могут возникнуть точки бифуркации, а также какие стратегические решения могут быть приняты и какие последствия они за собой принесут, дает ответ методика сценарного прогнозирования, адаптированная к отрасли растениеводства [21].

Разработка сценариев широко применяется для снижения уровня неопределенности при принятии решений в условиях быстро меняющейся ситуации в отрасли растениеводства. В результате сценарного прогнозирования появляется возможность выявления приоритетных направлений научно-технологического развития отрасли, «сквозных» технологий, новых рынков средств производства и конечной продукции и т.д.

Процесс формирования сценариев научно-технологического развития отрасли растениеводства должен основываться на трех факторах производства: труд (человеческие ресурсы), капитал (инвестиции и средства производства) и земля, так как все они участвуют в производстве продукции растениеводства.

В связи с этим разработаны два сценария развития отрасли растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие: «Технологическая адаптация» и «Технологический рывок».

Следует отметить, что в «чистом виде» данные сценарии не будут реализованы и сценарий «Технологическая адаптация» станет основой и первоначальным этапом сценария «Технологический рывок». Последний будет осуществляться постепенно, только после того как первый сценарий реализуется полностью в период до 2025 г. (рис. 19).

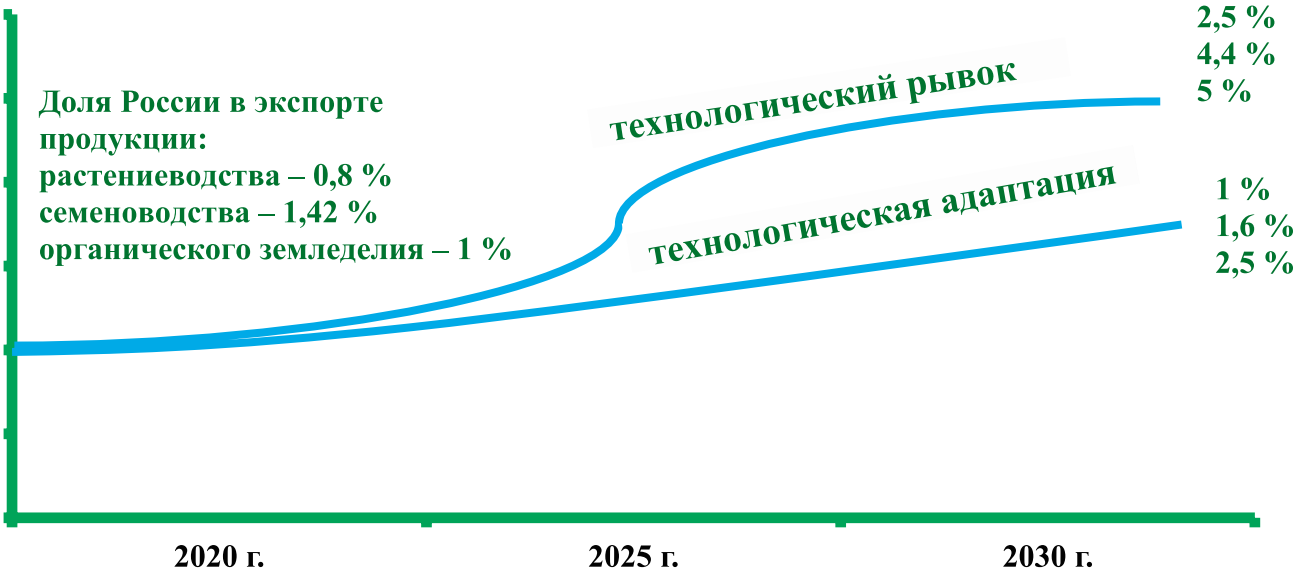


Рисунок 19 – Процесс реализации сценариев «Технологическая адаптация» и «Технологический рывок»

Сценарий «Технологическая адаптация»

Ключевые условия и предпосылки:
- *«догонять, не обгоняя»;*
- *сохранение существующих тенденций научно-технологического развития;*
- *импортозамещение конечной продукции растениеводства;*
- *стабилизация роли России как нишевого поставщика продовольственного сырья на мировой рынок и доли экспорта в объеме сельскохозяйственного производства;*
- *импорт основных технологий растениеводства, семеноводства и органического земледелия;*
- *расширенное воспроизводство продукции растениеводства посредством преимущественно экстенсивных факторов*

Сценарные условия

Основная задача сценария «Технологическая адаптация» – это ускоренное решение задачи обеспечения импортозамещения, продовольственной и биологической безопасности страны посредством мобилизации возможностей научно-технического потенциала аграрной науки. Сценарий предполагает менее благоприятные внешние и внутренние условия развития отрасли, при которых все же удастся сохранять положительную количественную и структурную динамику. Структура экспорта продукции растениеводства останется без существенных изменений – преобладать будут зерновые культуры. Россия сохранит завоеванные позиции на мировом рынке зерна. Многие прорывные направления научно-технологического развития могут получить определенное развитие в данном сценарии при дополнительной поддержке. Доля России в структуре мирового экспорта продукции растениеводства составит около 1% (в настоящее время – 0,8%).

Средства производства

Условия для реализации сценария «Технологическая адаптация» будут заключаться в устойчивой положительной динамике производства большинства сельскохозяйственных культур, насыщении российского рынка семенами отечественного производства и т.д. Экономический рост будет осуществляться за счет расширения производства сельскохозяйственных товаропроизводителей преимущественно экстенсивными факторами в сочетании с точечной модернизацией и заимствования зарубежных технологий и техники. Это позволит насытить внутренний рынок отечественной продукцией и обеспечить импортозамещение, а также увеличить экспорт продукции растениеводства по некоторым направлениям. В основном осваиваться будут традиционные рынки технологий и продукции растениеводства.

Сельхозтоваропроизводители не изменят свои предпочтения и в производстве будут использовать преимущественно импортные машины и оборудование.

В рамках данного сценария в сельскохозяйственном производстве будут использоваться энергоресурсосберегающие и высокоинтенсивные машины и оборудование, а также преимущественно уже устаревшие тепличные технологии гидропонного способа выращивания растений.

Импортозамещение в селекции и семеноводстве будет происходить за счет традиционных методов (маркер-ориентированная селекция, метод культивирования invitro и т.д.).

Инвестиции

В части государственной поддержки отрасли будут совершенствоваться ее формы и методы при сохранении относительно низких параметров бюджетных расходов на науку, инновации и инвестиции в человеческий капитал [4]. Государство останется основным источником финансирования исследований и разработок в сельском хозяйстве, а уровень расходов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в процентном соотношении от ВВП останется на прежнем уровне – около 1%. В основном будут задействованы механизмы государственной поддержки из «желтой» корзины ВТО, направленные на поддержку доходов сельхозтоваропроизводителей. Произойдет формирование законодательной базы сертификации органической сельскохозяйственной продукции, зарождающейся в настоящее время.

Одним из ключевых направлений государственной политики останется стимулирование импортозамещения. В результате потенциальных ограничений экспорта наша страна может

утратить недавно завоеванную позицию значимого игрока на международном рынке зерновых и масличных культур. Для снижения рисков необходимо расширить географию поставок и модернизировать инфраструктуру (элеваторы, портовые хранилища и т.д.). В ограниченных объемах из страны могут экспортироваться продукты переработки зерна, картофель. В среднесрочной перспективе ожидаются решение проблем нехватки зерновых терминалов. Без активной кооперации с зарубежными партнерами сохранится серьезное отставание в научном обеспечении элитным генетическим материалом.

Человеческий капитал

Однако существенным препятствием в процессе освоения современных техники и технологий станет недостаточный уровень развития человеческого капитала, и в частности несоответствие качества и структуры кадрового потенциала инновационным потребностям отрасли.

В рамках данного сценария наиболее остро будет стоять проблема нехватки инновационных личностей в сельском хозяйстве, тех, кто способен генерировать и реализовывать нововведения, обладает высоким уровнем профессионализма. Экономия на кадровом потенциале приводит к регрессу технологий, деградации техники, природной среды и структуры производства.

Недостаточное качество образовательной системы, неэффективная структура занятости, которые не соответствуют современной технологической структуре экономики отрасли растениеводства, окажут существенное влияние на замедление процесса научно-технологического развития в ней. Необходимо создание прочной институциональной основы, обеспечивающей связь между хозяйствами, образовательными и научными учреждениями, развитие новых моделей интеграции науки, образования и производства с учетом научно-технического прогресса [4].

Земля

Как уже говорилось выше, расширение производства продукции растениеводства будет осуществляться за счет экстенсивных факторов, в т.ч. за счет увеличения посевных площадей (ввода в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных угодий) и роста урожайности культур на 1–2% ежегодно благодаря точечной модернизации техники и оборудования. Площадь неиспользуемых сельхозугодий в России составляет 31,5 млн га, из которых на пашню приходится 16,2% – 18,8 млн га. Потенциал увеличения площади угодий оценивается в размере 10–15%, т.е. до 5 млн га.

Для сохранения и увеличения сельскохозяйственных угодий будут использоваться технологии предотвращения засоления почв, борьбы с опасным уплотнением почв и инвентаризации земли сельхозназначения.

Модель развития

В России будет доминировать модель догоняющего развития – «догонять, не обгоняя», предполагающая импорт технологий, локализацию зарубежных производств в сфере селекции и семеноводства, внедрение в производство заимствованных у развитых стран готовых к использованию инновационных технологий, а также использование заимствованных современных подходов к биологизации сельского хозяйства у стран-лидеров (США, Австралия). Такая экономическая ситуация будет требовать импортозамещение на рынке сельскохозяйственной техники, так как техническая зависимость может перерасти в зависимость технологическую, а неспособность заменить зарубежную технику российскими аналогами в конечном итоге не позволит использовать ресурсосберегающие и высокоинтенсивные технологии в растениеводстве [12].

В отрасли будет нарастать степень удовлетворения внутреннего спроса продукции растениеводства отечественными производителями (импортозамещение) [19]. Продолжение реализации политики импортозамещения создаст условия для насыщения внутреннего рынка отечественным семенным материалом. Согласно «Стратегии развития селекции и семеноводства РФ до 2020 г.» предполагается обеспечение сельхозтоваропроизводителей качественными сортовыми семенами основных сельскохозяйственных культур не менее 75% от потребности к концу реализации стратегии. К 2030 г. – 90%. В результате доля России в структуре мирового экспорта семян вырастет с 1,42% в 2017 г. до 1,6% в 2030 г.

Органическое земледелие будет развиваться в ограниченных масштабах, как и спрос на нее внутри страны, поэтому реализация продукции осуществляется в основном на зарубежные рынки. В рамках данного сценария доля России в структуре мирового экспорта органической продукции изменится с 1% в 2017 г. до 2,5% в 2030 г.

В настоящее время существует проблема недостаточности информации у сельхозтоваропроизводителей, касающейся принципов органического земледелия, которая в рамках данного сценария будет постепенно решаться посредством повышения их информированности и заинтересованности в производстве органической продукции растениеводства. Также произойдет увеличение хозяйств, производящих органическую продукцию, соответствующую международным стандартам. Как уже говорилось выше, объем производства органической продукции напрямую коррелирует со спросом на нее со стороны потребителей и их платежеспособностью. Существующий уровень жизни в России сделает рынок органической продукции недоступным для большей части населения из-за высоких цен.

Ландшафтно-органическое земледелие получит распространение преимущественно в черноземной части России (Белгородская, Воронежская области и др.). В других регионах без соответствующей государственной поддержки биологизация земледелия окажется нерентабельной. Будет осуществляться постепенный переход растениеводства на энерго- и ресурсосберегающие технологии ведения зонального земледелия и семеноводства, биоэнергетику и биотехнологии защиты растений от воздействия неблагоприятных факторов.

В результате реализации данного сценария будет достигнута конкурентоспособность отечественной продукции на национальном уровне, вследствие чего решится проблема импортозамещения в отрасли селекции и семеноводства, а также по отдельным видам продукции растениеводства. Россия выступит в качестве догоняющего игрока и импортера на международном рынке технологий растениеводства.

Базисом для научно-технологического развития отрасли растениеводства России в сценарии «Технологическая адаптация» будут постепенное оживление экономики, импортозамещение и дальнейшее развитие традиционных экспортных ниш. Улучшение инвестиционного климата будет связано с эффектами стимулирующей денежно-кредитной и бюджетной политики. Рост объемов производства растениеводческой продукции будет обусловлен как увеличением посевных площадей, так и точечной модернизацией производства посредством импортных технологий и техники.

Сценарий «Технологический рывок»

Ключевые условия и предпосылки:

- *«догнавши, обогнать»;*
- *расширение существующих рынков сбыта конечной продукции и появление новых;*
- *достижение лидерских позиций по отдельным направлениям научно-технологического развития растениеводства, семеноводства и органического земледелия;*
- *экспортоориентация при производстве продукции растениеводства;*
- *изменение структуры выращиваемых и экспортируемых культур;*
- *снижение импортозависимости не только по продукции конечного потребления, но и по средствам производства*

Сценарные условия

Цель сценария «Технологический рывок» заключается в попытке опереться отрасли растениеводства на новейшую технологическую базу, соответствующую решениям «завтрашнего» дня, заместить зарубежное продовольствие своей высококачественной продукцией и выйти на зарубежные рынки. Условия данного сценария заключаются в изменении структуры выращиваемых культур и их экспорта, импортозамещении семенного материала и т.д. Одновременно с осуществлением импортозамещения будет наращиваться и экспортный потенциал по тем видам продукции растениеводства, для производства которых в нашей стране имеются благоприятные природные и экономические условия. Произойдет существенная диверсификация товарной продукции в направлении снижения доли зерновых культур.

Основные задачи сценария «Технологический рывок» заключаются в диверсификации производства продукции растениеводства, повышении ресурсоэффективности и обеспечении климатонезависимости отрасли. Сценарий предполагает максимальную реализацию научно-

технологического и инновационного потенциала отрасли за счет оптимального сочетания благоприятных внешних и внутренних факторов развития. Для реализации этого сценария необходимо наращивание инвестиций в передовые технологии в сочетании с локализацией отсутствующих в стране новейших технологий и производств.

Доля России в структуре мирового экспорта продукции растениеводства увеличится до 2,5%.

Основными трендами в рамках сценария станут:

– рост уровня производительности труда и ресурсоэффективности за счет автоматизации производственных процессов, использования альтернативных источников энергии;

– создание роботизированных комплексов урбанизированного и индустриального растениеводства;

– появление услуг по конструированию агроэкосистем и агрофитоценозов;

– генетически модифицированные и принципиально новые (синтетические) сорта и виды растений с широким спектром полезных свойств;

– создание новых питательных сред для растений;

– роботизация как процесса ухода за состоянием полей, так и процесса сбора урожая;

– рост спроса на экологически чистую и органическую продукцию растениеводства.

В основе реализации данного сценария станет эффективное использование всех факторов производства: человеческого капитала, инвестиций как государственных, так и частных, средств производства и земли.

Средства производства

Конкурентоспособная продукция растениеводства должна быть произведена не только благодаря сравнительным национальным преимуществам (наличие уникальных ресурсов, дешевой рабочей силы, широкого природно-климатического разнообразия территории, выгодного географического положения с разветвленной сетью железных дорог, морских портов и международных транспортных коридоров), но и с использованием конкурентных преимуществ, базирующихся на передовых технологиях и достижениях аграрной науки [51].

Ускорится процесс технологического обновления сектора внедрения высокопродуктивных сортов растений. Будет создана высокоэффективная система селекции и семеноводства, обеспечивающая хозяйства необходимым количеством семенного материала с требуемыми хозяйственно-биологическими показателями качества. Это увеличит спрос на отечественные семена как внутри страны, так и в странах, пока не являющихся ключевыми импортерами российской продукции.

Расширение производства в рамках данного сценария будет происходить на инновационной основе посредством массового внедрения в производство новейших технологий растениеводства. Благодаря опережающим темпам экономического роста уменьшится научно-технологическое отставание отрасли растениеводства от уровня передовых зарубежных стран, а также снизится зависимость от импортных технологий.

В сельскохозяйственном производстве получат распространение цифровые технологии: точное земледелие, платформенные и роботизированные технологии в управлении процессом выращивания растений, а также экологически безопасные машины и оборудование. Органическое земледелие будет осуществляться посредством современных технологий, таких как биостимуляторы роста растений, переработки отходов животноводства в органические удобрения и т.д.

В селекции и семеноводстве будут созданы высокопродуктивные, устойчивые к неблагоприятным условиям сорта и гибриды растений.

Инвестиции

Повышение конкурентоспособности отечественной продукции произойдет за счет форсированной технологической модернизации. Потребуется взвешенная государственная политика, направленная на развитие собственного научного потенциала. Приоритетное развитие получат фундаментальные и прикладные исследования. Для этого доля расходов по данной статье в процентном соотношении от ВВП должна составлять не менее 3%.

Соотношение государственных и частных расходов на исследования и разработки выровняется благодаря механизмам льготного налогообложения и кредитования. Частные инвестиции будут преимущественно направляться на платформенные и наукоемкие проекты, а государственные – на создание инфраструктуры их реализации.

Для реализации данного сценария требуется интеграция проблематики АПК в приоритеты Российского научного фонда (новые агротехнологии, развитие промышленной биотехнологии и т.д.).

В целях стимулирования разработки и внедрения передовых инновационных технологий отечественного производства необходимо введение механизма, закрепленного нормативными актами в установленном порядке и позволяющего на основании сформированных объективных критериев в приоритетном порядке выделять субсидии для сельскохозяйственных товаропроизводителей, хранителей и переработчиков зерна и зернобобовых культур, закупивших в предыдущем году или планирующих к закупке инновационные оборудование и технологии, произведенные российскими компаниями [7].

Основные цели государственной поддержки – это софинансирование стратегически важных научно-технологических проектов в отрасли, улучшение рыночных институтов, подготовка высококвалифицированных специалистов в области информационных технологий для сельского хозяйства, комплексное развитие сельских территорий. Помимо механизмов господдержки из «желтой» корзины ВТО сельскохозяйственным производителям будут предоставляться поддержка из «зеленой» корзины, направленная на улучшение сельской инфраструктуры, научно-исследовательскую работу, повышение квалификации кадров и т.д.

Человеческий капитал

Качество человеческого капитала в рамках сценария играет важнейшую роль в процессе перехода отрасли растениеводства на новый технологически уклад. Решающим фактором в освоении новых знаний и технологий, компетенций является человек. Человеческие ресурсы выступают в роли источника инноваций, фактора всестороннего воздействия на науку, технику, технологии, производство и образование. В свою очередь, процесс научно-технологического развития приводит к улучшению количественных и качественных характеристик человеческих ресурсов [44].

Использование современных технологий повышает требования к квалификации труда в сельском хозяйстве и сокращает занятость в нем, так как для обработки 1000 га зерновых в условиях использования современной техники и технологий достаточно двух высококвалифицированных специалистов. Помимо повышения профессионализма работников требуется наличие таких качеств, как мотивированность, креативность, инициативность. В рамках данного сценария необходимо масштабное распространение необходимых знаний и умений среди специалистов и работников предприятий АПК и фермеров.

Земля

Изменится отношение к земле как основному фактору сельскохозяйственного производства в части восстановления, окультуривания и эффективного использования залежных земель. Для этого необходимо совершенствование технологий фитомелиорации, агромелиорации и биологизации земледелия. Будут разработаны модели восстановления разнообразности и продуктивности земель, системы генетического конструирования и биоинженерии микробиомов, обеспечивающих мобилизацию трофических ресурсов почвы. Увеличится спрос на услуги по рекультивации техногенно-нарушенных ландшафтов.

Данные мероприятия совместно с созданием новых высокопродуктивных сортов и гибридов сельскохозяйственных растений и использованием высокоинтенсивной техники и технологий точного земледелия позволят увеличить среднюю по стране урожайность зерновых культур к 2030 г. на 25%.

Модель развития

Данная модель развития может быть реализована посредством опережения развитых стран на основании использования уже имеющегося у них опыта в научно-технологическом развитии и минования долгосрочного процесса перехода.

Увеличение экспорта зерновых культур будет происходить не за счет экстенсивных факторов (увеличения объема экспортируемого сырья), а за счет реализации продукции переработки зерна, отличающейся более высокой добавленной стоимостью (мука, крупы, макаронные и кондитерские изделия и т.п.) [53].

Помимо присутствия на традиционных экспортных рынках, Россия сможет завоевать и новые зарождающиеся рыночные ниши урбанизированного, роботизированного и органического

сельского хозяйства. Основными признаками отечественного растениеводства станет экспортная ориентированность, конкурентоспособность и инновационность.

Кроме насыщения внутреннего рынка отечественным семенным материалом, будет осуществляться его экспорт, преимущественно в развивающиеся страны. Доля России в мировом экспорте семян составит 4,4%.

Россия – экспортер органической продукции, сертифицированной по международным стандартам. Реализация сценария «Технологический рывок» станет основой для ускоренного развития органического земледелия в стране. Будет осуществляться «зеленая» стандартизация и сертификация продукции. Приоритет в госзакупках будет отдаваться органической продукции. Для этого необходима информационно-маркетинговая поддержка и продвижение органической продукции и производителей, в первую очередь, кооперативов органических производителей. Доля России в мировом экспорте органической продукции составит 5%.

По словам Министра сельского хозяйства РФ Д. Н. Патрушева, перед сельскохозяйственной отраслью стоят задачи: «Создание на российском рынке агропромышленной продукции высокоэффективного экспортоориентированного сектора, развитие которого зависит от внедрения цифровых технологий и платформенных решений, обеспеченного высококвалифицированными кадрами, а также кратное наращивание экспорта сельхозпродукции до $ 45 млрд с нынешних $ 20 млрд»

Оба сценария предусматривают изменение подходов к фундаментальной и прикладной науке, аграрному образованию, созданию внедренческой инфраструктуры, государственной политике в сфере селекции и семеноводства, направленной на переход от практики неактивной (пассивной) регистрации селекционных достижений (сортов и гибридов сельскохозяйственных растений) к активному их использованию для развития российского семеноводства; разнообразие моделей и направлений научно-технологического развития и форм государственной поддержки.

Выбор того или иного сценария приведет к различным вариантам динамики в растениеводстве, селекции и семеноводстве, органическом земледелии. При этом указанные сценарии не являются в полной мере альтернативными, так как без достижения параметров, характерных для первого сценария, невозможно развитие в рамках второго сценария.

Таким образом, для реализации сценариев предстоит сформировать необходимые институциональные условия и экономические механизмы, которые в дальнейшем определят как место отрасли растениеводства в АПК России, так и место российской агропродовольственной продукции на глобальных рынках. Чем позже возникнут такие условия для выхода на траекторию глобальной конкурентоспособности, тем сложнее и дороже станет переход от одной сценарной траектории к другой [36].

Оба сценария требуют определения первоочередным приоритетом в научно-технологическом развитии – государственную поддержку фундаментальной науки, а также четкое определение направлений исследований и разработок, которые необходимо поддержать в настоящее время с ориентацией на обязательную реализацию их результатов в конечной товарной продукции отрасли растениеводства [36].

В табл. 15 представлены рынки (средств производства и конечной продукции), тематические области и области задельных исследований для каждого из сценариев.

Таблица 15 – Сценарии научно-технологического развития растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие, до 2030 г.

	Сценарии	
	«Технологическая адаптация»	«Технологический рывок»
1	**2**	**3**
Рынки, в т. ч. для: – растениеводства	1. Технологии энергоресурсосберегающего экологически безопасного производства продукции растениеводства. 2. Высокоинтенсивные ресурсосберегающие технологии в кормовом растениеводстве. 3. Широкозахватные почвообрабатывающие машины, опрыскиватели, посевные и уборочные машины. 4. Технологии урбанизированного сельского хозяйства. 5. Аэропоника для продовольственного обеспечения автономных объектов. 6. Биостимуляторы роста растений. 7. Технологии биологической мелиорации.	
– селекции и семеноводства	Технологии ускоренной селекции, семеноводства, получения новых сортов и гибридов.	
– органического земледелия	Технологии применения органических компостов на основе биологически активных веществ. Технологии применения вермикультуры.	
Рынки промышленных продуктов, в т. ч. для: – растениеводства	1. Базовые программные модели с приемами автоматизированного проектирования элементов прецизионных систем земледелия на основе принципов биологизации, ресурсосбережения и экологической безопасности. 2. Системы локально дифференцированного внесения удобрений. 3. Технологии эффективного использования естественных лугов и пастбищ. 4. Применение оросительных систем в полевом кормопроизводстве, в т. ч. на многолетних травах. 5. Технологии точного орошения и полива. 6. Методы борьбы с опасным уплотнением почв. 7. Новые виды гидропонных и аэропонных установок. 8. Новые способы кассетной технологии выращивания овощных культур. 9. Новые способы и методы стимулирования роста и развития плодово-ягодных и декоративных субтропических культур. 10. Технологии возделывания с.-х. культур с фитомелиоративными звеньями в севообороте. 11. Технологии селекции растений на улучшение фитомелиоративных свойств. 12. Технологии предотвращения засоления почв	1. Беспроводные модели сбора больших массивов данных о состоянии с.-х. растений в режиме реального времени. 2. Системы энергосберегающих малоотходных технологий производства и переработки экологически чистой агропродукции. 3. Усовершенствованные технологии заготовки, приготовления, хранения и раздачи кормов. 4. Интродукция новых видов кормовых культур. 5. Модели точного и роботизированного управления АПК. 6. Системы фертигации и медленных удобрений. 7. Роботизированные теплицы. 8. Вертикальные фермы. 9. Новые системы аэропонного выращивания с.-х. культур. 10. Технологии получения новых стимуляторов роста, средств защиты растений. 11. Модели восстановления разнообразия и продуктивности земель

1	2	3
– селекции и семеноводства	1. Банк молекулярных карт геномов с.-х. растений для маркер-ориентированной селекции. 2. Маркер-ориентированная селекция. 3. Технологии создания ценного селекционного материала на основе соматической гибридизации. 4. Тест-системы по поиску и характеристике индивидуальных маркеров устойчивости растений к патогенам. 5. Генетическая паспортизация сортов и сертификация семян растений с использованием молекулярных маркеров. 6. Совершенствование старых и создание новых технологий получения экологически чистых БАВ.	1. Высокоточные молекулярно-генетические диагностические наборы. 2. Технологии промышленного производства вторичных метаболитов различных растений, в т. ч. не произрастающих на территории России. 3. Экономически эффективные технологии ускоренного получения гетерозисных гибридов F1 с.-х. растений. 4. Технологии размножения отдельных видов с.-х. культур с высокой коммерческой ценностью. 5. Технологии размножения бессемянных сортов с.-х. культур (арбуз, виноград). 6. Инновационные биотехнологические способы размножения и хранения ценных сортов и клонов растений. 7. Методы гаплоидии с получением в короткие сроки гомозиготных исходных линий. 8. Технологии для точного районирования с использованием информационных систем.
– органического земледелия	1. Технологии промышленной переработки продуктов жизнедеятельности с.-х. животных крупных животноводческих комплексов (птицы, свиньи, КРС). 2. Технологии переработки и рециклинга муниципальных, агропромышленных и промышленных твердых органосодержащих отходов.	1. Алгоритмы создания биотехнологических продуктов для земледелия и растениеводства. 2. Системы генетического конструирования и биоинженерии микробиомов, обеспечивающих мобилизацию трофических ресурсов почвы. 3. Технологии использования вермикультуры в космосе. Вермикомпостеры.
Рынки конечной продукции, в т. ч. для: – растениеводства	1. Сельскохозяйственная техника с возможностями высокоточного геопозиционирования с использованием системы ГЛОНАСС. 2. Сбалансированные комбикорма и премиксы, кормовые добавки. 3. Продовольственное сырье, произведенное в замкнутой контролируемой среде, полностью автоматическом режиме. 4. Препараты стимулирующего характера действия. 5. Новые сорта с.-х. культур с улучшенными фитомелиоративными свойствами.	1. Высококачественная продукция растениеводства. 2. Консалтинговые услуги для сельхозтоваропроизводителей по повышению урожайности, улучшению качества продукции растениеводства и получению знаний по производству экологически безопасной продукции. 3. Новые виды кормовых культур. 4. Широкий спектр высококачественной продукции растениеводства, в том числе в условиях городских ландшафтов. 5. Тепличные комбинаты с новыми принципами возделывания с.-х. культур. 6. Свежие ягоды, фрукты и овощи закрытого грунта. 7. Плодово-ягодные и декоративные субтропические культуры.

Продолжение табл. 15

1	2	3
– селекции и семеноводства	1. Новые сорта и гибриды с.-х. культур. 2. Безвирусный посевной и посадочный материал. 3. Биологически активные новые вещества для сельского хозяйства, медицины, пищевой и др. промышленности (стероиды, алкалоиды, терпены, эфирные масла, вкусовые добавки, красители, инсектициды)	1. Новые сорта и гибриды с.-х. культур. 2. Безвирусный посевной и посадочный материал. 3. Семена с.-х. культур, зерно, овощная продукция, сырье для перерабатывающей промышленности (растительные масла, пакля и пр.), адаптированные к конкретным условиям произрастания. 4. Семена гетерозисных гибридов F_1. 5. Биологически активные новые вещества для сельского хозяйства, медицины, пищевой и др. промышленности (стероиды, алкалоиды, терпены, эфирные масла, вкусовые добавки, красители, инсектициды). 6. Стерильный растительный материал для исследовательских, семеноводческих и производственных целей. 7. Услуги по производству наноструктурированных защитных покрытий для семенного материала. 8. Линии-гаплопродюсеры для селекционной работы
– органического земледелия	1. Белково-витаминные кормовые премиксы для птицеводства, животноводства и рыбоводства. 2. Препараты для фармацевтики, медицины и косметики	1. Биологические удобрения и биостимуляторы роста растений. 2. Вермикомпост, биогумус, почвогрунт. 3. Услуги по рекультивации техногенно-нарушенных ландшафтов и услуги по утилизации органических отходов различных производств
Тематические области, в т. ч. для – растениеводства	1. Организационно-управленческие технологии и техническое обеспечение в области растениеводства. 2. Промышленные технологии урбанизированного сельского хозяйства. 3. Энергосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур на основе принципов биологизации и экологической безопасности	
– селекции и семеноводства	1. Интенсивные промышленные технологии в производстве семян для кормопроизводства. 2. Технологии ускоренной селекции и семеноводства.	
– органического земледелия	Системы органического земледелия	

Продолжение табл. 15

1	2	3
Области задельных исследований, в т. ч. для – растениеводства	1. Технологии энергосберегающего экологически безопасного производства продукции растениеводства. 2. Системы локально дифференцированного внесения удобрений. 3. Система ресурсосберегающих агротехнологий. 4. Борьба с опасным уплотнением почвы. 5. Технологии эффективного использования естественных лугов и пастбищ. 6. Интенсивные технологии в полевом кормопроизводстве. 7. Применение оросительных систем в полевом кормопроизводстве. 8. Усовершенствованные технологии приготовления плющеного зерна. 9. Технологии аэропоники, гидропоники и аквапоники. 10. Кассетные технологии выращивания овощных культур	1. Организационно-управленческое программное обеспечение, работающее с базой данных и электронными картами полей. 2. Программное обеспечение для мониторинга техники в сельском хозяйстве. 3. Высокоэффективные машинные технологии производства сельскохозяйственной продукции. 4. Технологии энергосберегающего экологически безопасного производства продукции растениеводства. 5. Технологии точного земледелия и программные модели с приемами автоматизированного проектирования элементов прецизионных систем. 6. Модели сбора и быстрой передачи данных о состоянии сельскохозяйственных растений в режиме реального времени. 7. Роботизированное управление агропромышленным комплексом. 8. Вертикальные фермы. 9. Системы фертигации. 10. Технологии точного орошения. 11. Усовершенствованные технологии заготовки, приготовления, хранения и раздачи кормов
– селекции и семеноводства	1. Маркер-ориентированная и геномная селекция. 2. Технологии получения биологически активных соединений на основе методов культивирований invitro. 3. Технологии получения андрогенных и гиногенных растений. 4. Методы генетической паспортизации сортов и сертификации семян. 5. Технологии получения искусственных семян. 6. Технологии использования гаплопродюсеров	1. Создание новых высокопродуктивных, устойчивых к патогенам и неблагоприятным условиям окружающей среды сортов и гибридов сельскохозяйственных растений. 2. Технологии традиционной селекции с точным районированием. 3. База генетических ресурсов культурных растений и их диких сородичей. 4. Клеточные технологии
– органического земледелия	1. Определение понятия «Органическое сельское хозяйство» для РФ. 2. Повышение плодородия деградированных почв	1. Технология вермикультуры. 2. Технологии применения органических компостов и микробиологических удобрений. 3. Технологии производства и применения новых регуляторов роста растений и биоинсектицидов

Окончание табл. 15

Индикаторы, характеризующие степень реализации сценариев

Реализация какого-либо сценария научно-технологического развития отрасли растениеводства осуществляется посредством достижения разнообразных индикаторов (показателей), связанных с отраслью и описывающих сценарий. Каждый из сценариев характеризуется разным уровнем достижения целевых показателей, которые могут быть абсолютными и относительными. Разрыв между индикаторами позволяет определить степень недостижения одним сценарием другого.

В данном случае основными показателями научно-технологического развития отрасли растениеводства в долгосрочном периоде стали валовой сбор, урожайность, посевные площади и среднегодовые цены на продукцию растениеводства.

Для расчета прогнозных данных использовался корреляционно-регрессионный анализ в целях получения статистических взаимосвязей между исследуемыми показателями. В качестве результативного признака был взят валовой сбор, а факторов – урожайность, посевная площадь и среднегодовые цены. В основе прогноза валового сбора сельхозкультур лежит линейный тренд.

Основной фактор при прогнозировании научно-технологического развития отрасли – это урожайность, зависящая от уровня развития агротехнологий. При расчетах предполагалось допущение, что масштабы технико-технологической модернизации производства оцениваются посредством прогнозного роста урожайности [49]. В базовых регрессионных моделях, которые стали основой для сценария «Технологическая адаптация», прогнозирование урожайности осуществлялось продолжением ее существующего тренда, а для сценария «Технологический рывок» учитывалась возможность ее роста посредством использования в производстве современных высокопроизводительных техники и технологий.

Важным фактором при прогнозировании является ограниченность посевной площади, прогноз которой также базировался на продолжении существующего тренда.

Уравнения выполнены в виде линейной регрессии. Для каждой культуры – свое уравнение и коэффициенты, отражающие значения соответствующей эластичности, которые получены в результате эконометрического исследования динамических рядов.

С помощью полученных уравнений регрессии появляется возможность прогнозирования валового сбора культуры до 2030 г. в зависимости от показателей урожайности, посевной площади и цен на продукцию. Если для сценария «Технологическая адаптация» прогноз преимущественно строился на основании существующих тенденций в отрасли, то для сценария «Технологический рывок» – с поправкой на использование в производстве продукции растениеводства современных техники и технологий.

Расчет прогнозных показателей базировался на построенных уравнениях регрессии (табл. 16).

Таблица 16 – Результаты регрессионного анализа

Культура	Полученные уравнения регрессии
Зерновые	$y = 5{,}54x_1 + 0{,}002x_2 – 0{,}001x_3 – 96{,}8$
Пшеница	$y = 3{,}42x_1 + 0{,}001x_2 – 0{,}0006x_3 – 46{,}5$
Кукуруза	$y = 0{,}15x_1 + 0{,}003x_2 + 0{,}0003x_3 – 5{,}7$
Рожь	$y = 0{,}22x_1 + 0{,}002x_2 – 0{,}00005x_3 – 3{,}8$
Гречиха	$y = 0{,}13x_1 + 0{,}0007x_2 + 0{,}000002x_3 – 1{,}1$
Рис	$y = 0{,}01x_1 + 0{,}003x_2 + 0{,}000008x_3 + 0{,}3$
Ячмень	$y = 0{,}9x_1 + 0{,}002x_2 + 0{,}00006x_3 – 22{,}4$
Соя	$y = 0{,}1x_1 + 0{,}001x_2 – 0{,}000001x_3 – 1{,}4$
Подсолнечник	$y = 0{,}8x_1 + 0{,}0006x_2 + 0{,}000005x_3 – 6{,}7$
Рапс	$y = 0{,}03x_1 + 0{,}003x_2 + 0{,}00009x_3 – 3{,}5$
Сахарная свекла	$y = 0{,}1x_1 + 0{,}003x_2 + 0{,}0002x_3 – 29{,}8$
Картофель	$y = 0{,}23x_1 + 0{,}01x_2 – 0{,}0001x_3 – 26{,}2$
Овощи открытого грунта	$y = 0{,}06x_1 + 0{,}01x_2 – 0{,}000005x_3 – 7{,}9$

Исследуемые факторы обладают высоким уровнем влияния на величину валового сбора.

На рисунке 20 представлены значения коэффициентов корреляции между валовым сбором зерна и каждым из факторов. Наибольшее влияние на результат оказывает урожайность.

Аналогичная зависимость (с небольшим отклонением) справедлива для каждой из представленных культур.

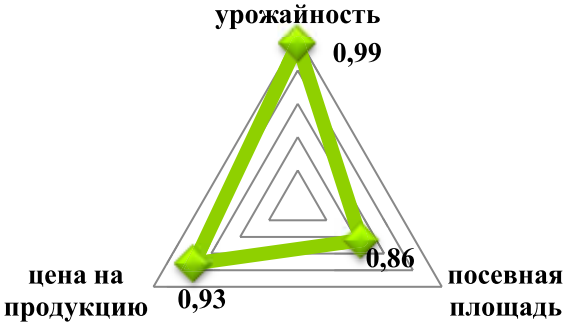


Рисунок 20 – Распределение значений коэффициентов корреляции

Производство продукции растениеводства

Один из основных показателей отрасли растениеводства – это объем производства продукции (табл. 17). В приложениях 3–6 представлен более подробный расчет показателя по годам.

В сценарии «Технологическая адаптация» к 2030 г. планируется увеличение валового сбора зерновых и зернобобовых на 9% по отношению к 2017 г. до 146,7 млн т, преимущественно за счет незначительного роста урожайности и стагнации посевной площади, увеличение которой невозможно из-за неспособности большинства сельхозтоваропроизводителей обрабатывать большие площади (нехватка техники). Структура производства практически не изменится: наибольшая доля будет принадлежать пшенице – 60,4%.

Рост производства зерна будет обусловлен как увеличением внутреннего потребления с 80,8 до 95,6 млн т (в том числе – 60 млн т на фуражные цели), так и за счет повышения внешнего спроса на российское зерно с 42,5 млн т в 2017 г. до 50 млн т в 2030 г.

Увеличенное производство зерновых будет потребляться преимущественно на внутреннем рынке, покрывая потребности растущего животноводческого комплекса страны. Рост производства животноводческой продукции является основным направлением использования зерна. Несмотря на увеличение в составе комбикорма высокобелковых компонентов, увеличение физического объема комбикорма потребует к 2030 г. дополнительно около 5 млн т зерна.

Высокая рентабельность производства кукурузы и рост спроса на нее со стороны зарубежных стран приведут к значительному увеличению ее удельного веса в структуре производства зерна с 9% в 2017 г. до 16,7 и 16,1% соответственно в каждом из сценариев.

Рекордный урожай гречихи в 2017 г. в 1,5 млн т в два раза превышает потребность внутреннего рынка, который в настоящее время перенасыщен. В связи с этим в двух сценариях планируется снижение валового сбора культуры вплоть до 2025 г. (в целях стабилизации рыночной ситуации), а далее его рост до 1,5 и 1,8 млн т соответственно в 2030 г.

В структуре масличных произойдут небольшие изменения: удельный вес сои снизится на 6,2 п.п., а рапса – увеличится на 10,1 п.п. за счет роста производства биотоплива в зарубежных странах. При этом валовой сбор масличных культур увеличится на 55% – до 23,8 млн т.

Рынок сахарной свеклы будет расти небольшими темпами и в 2030 г. валовой сбор составит 66,6 млн т. Для внутреннего потребления сахара требуется переработать 40 млн т, оставшийся объем будет направляться на экспорт.

Производство овощей к 2030 г. составит 17,6 млн т, что позволит покрыть большую часть потребности населения страны в продукции, которая уже в 2017 г. составляла 17,6 млн т. Лишь 8,5% овощей будет выращиваться в защищенном грунте, увеличение которых составит около 5% ежегодно за счет модернизации старых и ввода новых тепличных мощностей.

Сценарий «Технологический рывок» предусматривает рост валового сбора зерна до 161,2 млн т. По расчетам ВНИИ агрохимии для получения данного валового сбора необходимо внесение под зерновые культуры не менее 7,4 млн т минеральных удобрений, в т.ч. 3,2 – азотных, 2,1 – фосфорных и 2,1 млн – калийных. На практике в большинстве регионов вносят в разы меньше минеральных и органических удобрений [11].

Внутреннее потребление зерна будет на том же уровне, что и в сценарии **«Технологическая адаптация»**, а оставшиеся 65,6 млн т будут экспортироваться не только в качестве продовольствия, но и сырьем для производства биотоплива, на которое спрос в Европе и США будет постепенно возрастать.

Таблица 17 – Прогнозное изменение объема и структуры производства продукции растениеводства в 2030 г.

Культура	2017 г.		Технологическая адаптация		Технологический рывок	
	млн т	%	млн т	%	млн т	%
Зерновые и зернобобовые всего, в т.ч.	**134,1**	**100,0**	**146,7**	**100**	**161,2**	**100**
пшеница	85,5	63,8	88,6	60,4	97,2	60,3
кукуруза	12,1	9,0	24,5	16,7	26,0	16,1
ячмень	20,6	15,4	15,8	10,8	25,1	15,6
рожь	2,5	1,9	1,8	1,2	2,9	1,8
гречиха	1,5	1,1	1,5	1,0	1,8	1,1
рис	1,0	0,7	1,4	1,0	2,1	1,3
прочее	10,9	8,1	13,1	8,9	6,1	3,8
Масличные, всего	**15,4**	**100,0**	**23,8**	**100**	**26,7**	**100**
подсолнечник	9,6	62,3	14,1	59,2	15,2	56,9
соя	3,6	23,4	4,1	17,2	5,8	21,7
рапс	1,5	9,7	4,7	19,8	6,0	22,5
прочее	0,7	4,5	0,9	3,8	1,5	5,6
Сахарная свекла	**48,2**	—	**66,6**	—	**77,8**	—
Картофель	**29,6**	—	**30,0**	—	**40,3**	—
Овощи, всего	**16,35**	**100,0**	**17,6**	**100**	**21**	**100**
открытого грунта	15,4	94,2	16,1	91,5	17,7	84,3
защищенного грунта	0,95	5,8	1,5	8,5	3,3	15,7

Масличный рынок будет развиваться под влиянием таких факторов, как стабильный спрос со стороны мирового рынка, высокая рентабельность масличных культур и их экспортный потенциал. Валовой сбор масличный культур составляет 26,7 млн т. Удельный вес рапса увеличится на 12,8 п.п. до 6 млн т в 2030 г. за счет увеличения посевной площади и урожайности культур. В рамках данного сценария произойдет понимание того, что соя и рапс – это стратегически важные культуры для России, спрос на которые за рубежом только растет. Они помогут диверсифицировать структуру экспорта страны.

Производство сахарной свеклы в 2030 г. составит 77,8 млн т, что на 61% выше уровня 2017 г. за счет стабилизации размера посевных площадей и роста урожайности. Результаты возделывания сахарной свеклы в будущем будут во многом зависеть от природного фактора, повышения сельхозтоваропроизводителями уровня агрокультуры, объемов государственной поддержки, стабильного спроса со стороны перерабатывающих отраслей, расширения мощностей по хранению и переработке свекловичного сырья.

Дополнительные стимулы развития отечественного свеклосахарного подкомплекса заложены в использовании доброкачественных отходов сахарного производства, таких как свекловичный жом и меласса, для развития инновационных проектов в рамках межотраслевой кооперации. Свекловичный жом, подвергаемый в процессе производства сахара сушке и грануляции, приобретает дополнительные потребительские качества и трансформируется в новый продукт, становясь неоценимой кормовой добавкой в сбалансированных рационах для кормления скота. Неиспользуемая на кормовые цели часть свекловичного жома может направляться на биогазовые станции в качестве сырья для производства биогаза.

Свекловичная меласса является исходным сырьем для промышленного биотехнологического производства лимонной, молочной, глутаминовой, масляной кислот, хлебопекарных дрожжей, бетаина, спирта, глицерина, ацетона и т.п. [35].

Развитие производства плодовоовощной продукции до 2030 г. в основном связано с ростом доходов населения и смещением потребительского спроса в сторону свежих овощей и зелени. Ежегодное увеличение новых тепличных площадей составит в среднем 15% (в последние пять лет – 13–14%). В структуре производства овощей возрастет доля защищенного грунта – с 5,8 до 15,7%. Часть продукции – 3,2 млн т – пойдут на экспорт (в Египет, Китай, Индию и т.д.). С начала 2017 г. произошел резкий рост экспорта российских томатов и огурцов за границу – в 3,7 раза и на 29% соответственно, который сохранится в средне- и долгосрочной перспективе, но в меньших размерах.

Экспорт продукции растениеводства

В рамках обоих сценариев зерновые культуры останутся основной экспортируемой продукцией. При этом в сценарии **«Технологический рывок»** структура экспорта изменится в сторону снижения доли зерновых и увеличения масличных: сои и рапса, на которые наблюдается рост спроса в последние годы (рис. 21).

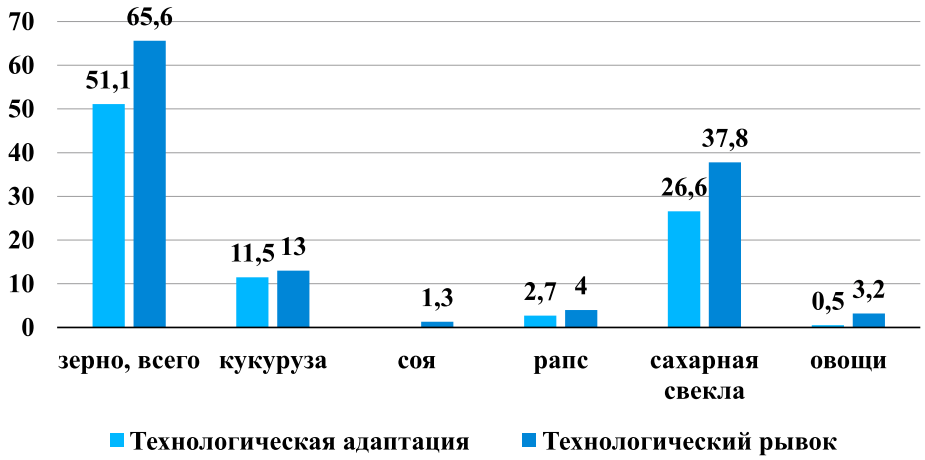


Рисунок 21 – Экспорт основных растениеводческих культур в рамках предложенных сценариев, млн т[3]

Росту экспорта рапса способствует увеличение мировых цен на этот товар. В мире растет спрос на жидкие виды биотоплива – биодизель, который делается, в частности, из семян рапса. По прогнозу Международной энергетической ассоциации к 2030 г. мировое производство биотоплива составит 150 млн т (это около 450 млн т переработанного зерна). Именно поэтому сейчас увеличивается как спрос, так и цены на данную сельскохозяйственную культуру.

При оценках объема экспорта, помимо наращивания доли российских зерновых и зернобобовых культур на текущих крупнейших рынках, планируется активное продвижение в страны, где российская продукция представлена в малых объемах либо не представлена вовсе: рынки Африки и страны Южной Азии, в том числе Индии и Пакистана [7].

В связи с тем, что в среднесрочной перспективе планируется рост потребления зерновых на биотопливо на 12% и основной спрос на него будет обеспечиваться за рубежом, экспорт российского зерна будет увеличиваться.

Экспорт зерна в рамках сценария «Технологическая адаптация» составит 51,5 млн т, а сценария «Технологический рывок» – 65,6 млн т. При этом спрос на зерновые культуры в качестве продовольствия будет снижаться, а на кормовые цели в связи с прогнозируемым ростом производства продукции животноводства – увеличиваться. Среди таких культур будет кукуруза. Например, в США в среднесрочном периоде планируется преобладание объемов производства кукурузы над пшеницей (экономический эффект от выращивания кукурузы выше, чем у других культур, с учетом того что цена на кукурузу в последние годы растет). Фермеры все чаще отдают предпочтение более рентабельной кукурузе. Помимо США, это касается и Китая, где компания Yuan Longping High-Tech Agriculture Co., Ltd в августе 2018 г. объявила о намерении приобрести Beijing Lantron Seed Corporation в целях расширения своей доли на рынке кукурузы. При внутреннем потреблении кукурузы около 13 млн т, на экспорт будет отправляться 11,5 млн т в рамках первого сценария и 13 млн т в рамках второго.

[3] Объем экспорта определялся как разность между прогнозируемым производством культуры и ее внутренним потреблением.

Рост экспорта сои также будет обеспечиваться за счет распространения биотоплива и повышения спроса на сою со стороны увеличивающегося населения Китая – основного экспортера сои. Так как внутреннее потребление сои к 2030 г. будет составлять около 4,5 млн т (в 2017 г. – 3,4 млн т) (основным драйвером развития соевого сегмента является увеличение поголовья крупного рогатого скота и птицы), то экспорт по второму сценарию составит 1,3 млн т.

В 2018 г. ожидается резкий рост на внутреннее потребление семян рапса на 41,7% – до 1,8 млн т. К 2030 г. данный показатель будет составлять около 2 млн т ежегодно, экспорт по сценарию «Технологическая адаптация» – 2,7 млн т, а по сценарию «Технологический рывок» – 4. Помимо экспорта семян рапса в качестве сырья, высокий спрос на мировом рынке рапсового масла будет способствовать дальнейшему увеличению объемов экспорта российского масла. По оценкам ИА «АПК-Информ», данный показатель может составить 530 тыс. т. Основными покупателями рапсового масла из РФ в сезоне 2017/18 являлись Норвегия, Нидерланды, Литва, Латвия и Китай. При этом Нидерланды и Китай существенно увеличили объемы закупки продукции – в 6,4 и 4,8 раза соответственно [41].

Селекция и семеноводство

В последние пять лет наблюдается стабильное увеличение площадей под озимой и яровой пшеницей – спрос на продукцию и услуги зернового комплекса в период до 2030 г. будет увеличиваться преимущественно благодаря экспортным поставкам, производству комбикормов и развитию глубокой переработки зерна. Прирост по сценарию **«Технологическая адаптация»** – 4%, по сценарию **«Технологический рывок»** – до 10% (табл. 18).

Таблица 18 – Прогноз потребности РФ в семенах по каждому из сценариев в 2030 г.

Культура	Фактически высеяно в 2017 г.		Технологическая адаптация		Технологический рывок	
	тыс. т	тыс. т	темпы роста, %	тыс. т	темпы роста, %	%
Зерновые и зернобобовые всего, в т.ч. (без кукурузы)	**9149,1**	**9515,0**	**104,0**	**10064,0**	**110,0**	**100,0**
пшеница	5738,7	5968,2	104,0	6771,7	118,0	62,5
ячмень	1680,1	1764,1	105,0	1932,1	115,0	13,6
овес	682,4	699,5	102,5	682,4	100,0	10,8
гречиха	110,4	113,7	103,0	119,2	108,0	1,6
рис	48,4	50,8	105,0	53,2	110,0	1,7
прочее	889,1	918,7	103,3	505,4	56,8	1,0
Кукуруза	**87,2**	**91,6**	**105,0**	**95,9**	**110,0**	**8,7**
Лен-долгунец	**3,8**	**4,0**	**105,3**	**4,2**	**110,5**	**100,0**
Подсолнечник	**36,3**	**38,1**	**105,0**	**39,9**	**109,9**	**57,7**
Соя	**294,2**	**308,9**	**105,0**	**323,6**	**110,0**	**27,7**
Рапс	**7,7**	**8,1**	**105,2**	**8,5**	**110,4**	**12,3**
Сахарная свекла	**4,1**	**4,3**	**104,9**	**4,5**	**109,8**	**2,3**
Картофель	**743,1**	**780,0**	**105,0**	**817,4**	**110,0**	**-**
Итого	**10325,5**	**10750,0**	**104,1**	**11358,0**	**110,0**	**-**

При расчете потребности в семенах используют нормы высева на 1 га посева с учетом применяемой технологии, зоны возделывания, сорта, качества, сроков и способов высева, предшественников, увлажненности почвы и других условий. Также особое внимание требуется уделить планируемому изменению объемов промышленного потребления зерна.

В связи с тем, что в рамках сценария **«Технологическая адаптация»** предполагается увеличение производства основных зерновых культур (пшеница, ячмень, рис) и масличных культур (кукуруза, лен-долгунец, подсолнечник, соя, рапс), то и потребность в семенах возрастет в среднем на 4–5% ежегодно.

В сценарии «Технологический рывок» прогнозируется увеличение потребности в семенах в среднем на 10%. Наибольший рост произойдет по семенам ячменя, риса, кукурузы, льна-долгунца, сои, рапса, картофеля.

При этом потребность в семенах будет обеспечиваться как отечественными, так и иностранными производителями, только в зависимости от сценариев их соотношение будет изменяться (рис. 22).

В рамках сценария **«Технологическая адаптация»** селекция и семеноводство России будет развиваться достаточно медленно. Реализация федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг. позволит создать новые селекционно-семеноводческие центры, благодаря которым импортозависимость в отрасли больше всего снизится: по картофелю (на 36,7 п.п.), сахарной свекле (на 24,4 п.п.), рапсу озимому (на 22,5 п.п.), подсолнечнику (на 21,7 п.п.).

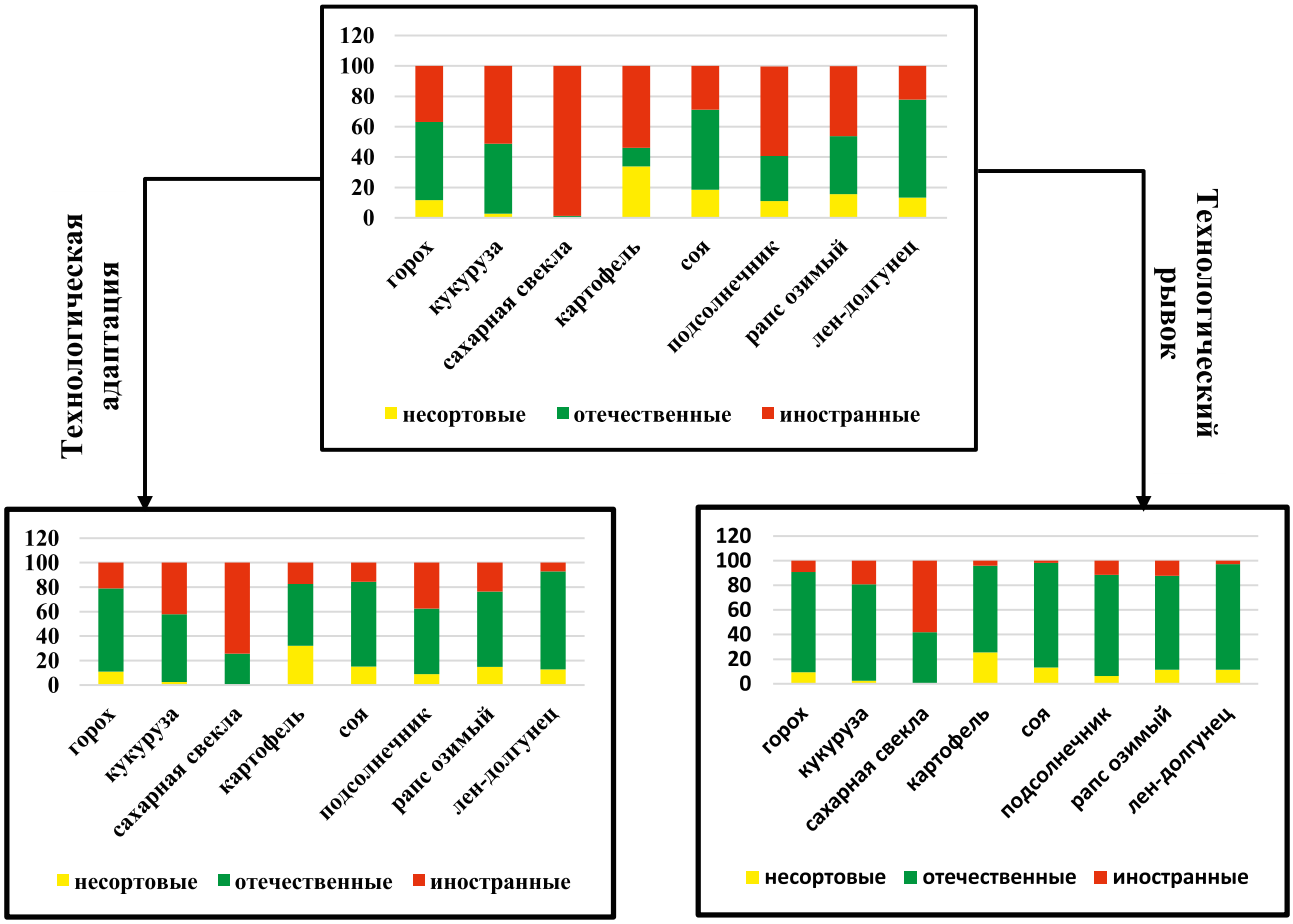


Рисунок 22 – Изменение структуры отечественных и иностранных семян, используемых в сельхозпроизводстве, в рамках предложенных сценариев к 2030 г. [7]

Сценарий **«Технологический рывок»** предполагает развитие отрасли селекции и семеноводства не только посредством государственных вливаний в отрасль, но благодаря частным инвестициям, привлекательность для которых будет обеспечиваться государственно-частным партнерством, механизмами льготного кредитования и т.д. Государство совместно с бизнесом будут вкладываться в селекционную науку и снижать зависимость отрасли от иностранных семян.

Импортозависимость в рамках данного сценария снизится в 2 раза по картофелю благодаря реализации и продления до 2030 г. подпрограммы: «Развитие селекции и семеноводства картофеля в РФ», на 41 п.п. по сахарной свекле, на 48 п.п. по подсолнечнику и т.д.

Органическое земледелие

Прогнозирование показателей развития органического земледелия является довольно затруднительным, так как в России это направление находится в зарождающемся состоянии,

внутренний рынок имеет небольшую емкость. Сельхозтоваропроизводители, имеющие европейские органические сертификаты, в основном экспортируют свою продукцию в качестве сырья в страны Европы. Одним из стимулов для перехода российских фермеров к органическому земледелию может стать снижение мировых цен на зерновые, вследствие роста объемов производства. Цена на органическое зерно на 40–50% выше.

Один из основных факторов, тормозящих распространение органического земледелия в России – это низкий спрос на органическую продукцию, и соответственно недоверие сельхозтоваропроизводителей к данному рынку. В связи с этим ключевым фактором роста рынка органической продукции должно стать увеличение объема потребления органической продукции на душу населения до среднемирового уровня (табл. 19).

Таблица 19 – Прогноз показателей развития органического земледелия в РФ к 2030 г. в рамках предложенных сценариев[4]

Показатели	2016 г.	Технологическая адаптация	Технологический рывок
Количество сертифицированных органических товаропроизводителей, ед.	80	450	1500
Объем рынка органической продукции, $ млн	160	918	1888
Площадь сертифицированных земель, млн га	0,25	1,44	4,5
Потребление органической продукции на душу населения, $	1,1	45	70

По мнению председателя правления Союза органического земледелия Сергея Коршунова, в ближайшие пять лет количество сертифицированных сельхозтоваропроизводителей России увеличится в 5 раз. Прогноз Национального органического союза России предполагает увеличение количества сертифицированных компаний в процентном соотношении от мирового показателя с 0,005% до 1–2% [29]. Это позволяет сделать вывод, что к 2030 г. по сценарию **«Технологическая адаптация»** данный показатель будет составлять 450 ед., а по сценарию **«Технологический рывок»** – 1500 ед.

По данным агентства Organic Monitor, рынок органических продуктов РФ к 2020 г. вырастет до $250 млн. В период с 2020 по 2025 г. будет происходить значительный рост рынка, спровоцированный принятием закона об органической продукции, до 30% ежегодно. К 2030 г. емкость российского рынка по сценарию «Технологическая адаптация» составит $918 млн, «Технологический рывок» – $1888 млн (рис. 23).

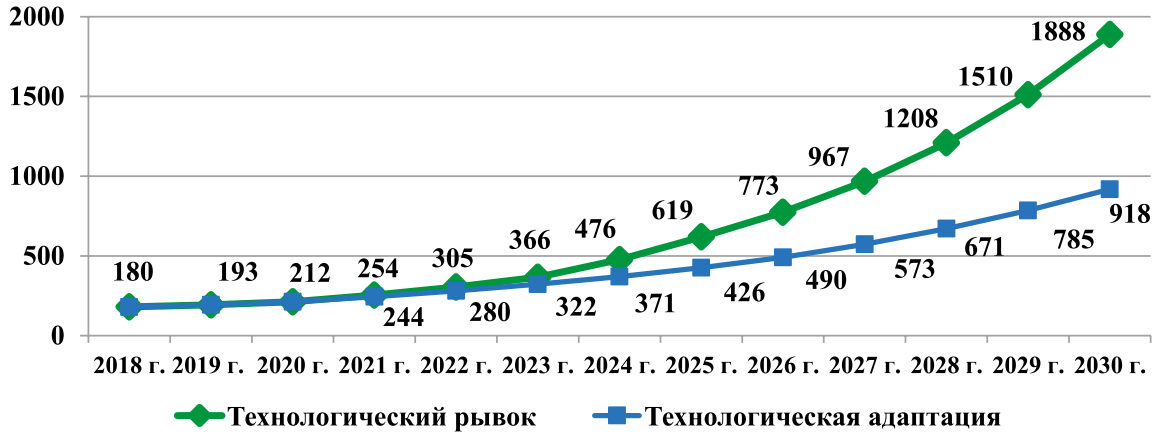


Рисунок 23 – Прогнозируемый рост рынка органической продукции в РФ в рамках предложенных сценариев до 2030 г., млн долл.

[4] Прогноз составлен на основе экспертных оценок.

С 2022 г. прогнозируется постепенный отрыв сценария **«Технологический рывок»** от сценария **«Технологическая адаптация»** за счет роста внутреннего спроса на органическую продукцию, спровоцированного глобальным трендом здорового образа жизни, который набирает все большее и большее влияние. В связи с этим возрастут и расходы жителей России на органические продукты и составят в 2030 г. 45 $ на душу населения в первом сценарии и 70 $ – во втором. В сравнении в 2016 г. в Канаде данный показатель составил 91 $, в США – 101 $.

В свою очередь, рост объема производства органики неизбежно создаст условия для развития рынка биологических удобрений и средств защиты, появления компаний, занимающихся сертификацией продукции и агроконсалтингом, а также учебных программ по органическому земледелию в специализированных вузах. Также к 2030 г. будет изменяться и структура видов деятельности организаций, работающих в отрасли органического земледелия (рис. 24).

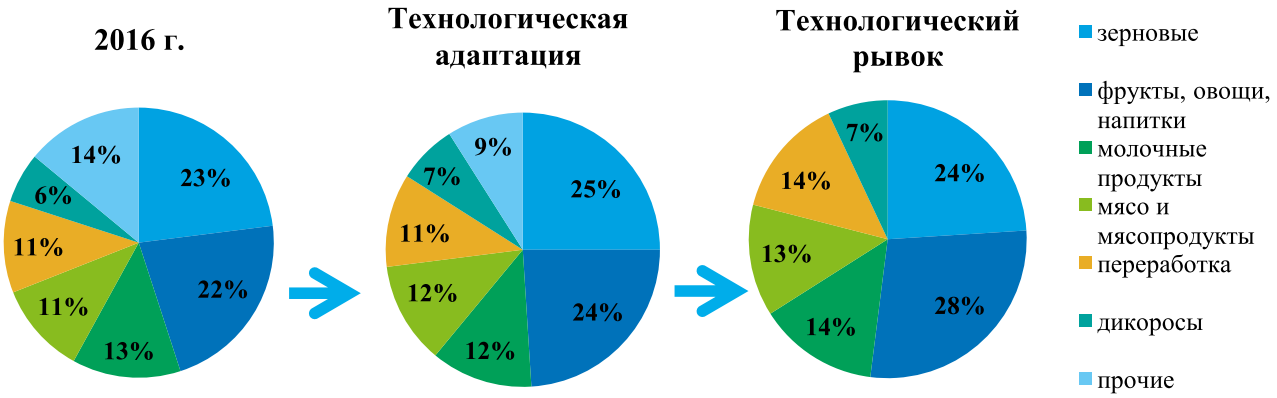


Рисунок 24 – Изменение структуры организаций в области органического земледелия по видам деятельности к 2030 г. по предложенным сценариям

В рамках сценария **«Технологическая адаптация»** существенных структурных изменений не произойдет: незначительно возрастет доля производителей зерна до 25% и овощей и фруктов до 24%.

Среди наиболее заметных изменений в сценарии **«Технологический рывок»** выделяется рост удельного веса производителей овощей и фруктов – на 4 п.п. – до 28% и перерабатывающих предприятий на 3 п.п. – до 14%. Возрастание роли переработчиков обуславливается заинтересованностью зарубежных покупателей органической продукции в России не только как в поставщике сырья (зерновые культуры), но и как в поставщике готовой органической продукции.

ТРЕНДЛЕТТЕР 1 ГИДРОПОНИКА

В последние десятилетия получает свое распространение технология внегрунтового растениеводства – гидропоника. Гидропоника – это одна из технологий растениеводства будущего. Посредством гидропоники растения выращиваются в питательном водном растворе, при этом корни закрепляются в неорганическом водонепроницаемом субстрате. Использование гидропоники в несколько раз повышает урожайность растений при меньшем объеме воды и удобрений. Продолжительность производственного цикла сокращается на 30%. Гидропоника дает основу для получения более высокой урожайности от культивируемых растений по сравнению с обычными способами выращивания. Это практичный и доступный метод коммерческого и домашнего выращивания растительных продуктов питания. Основное препятствие для развития гидропоники – дорогое оборудование и непризнание превосходства новой технологии многими фермерскими хозяйствами. Это лучшая альтернатива для выращивания растений в засушливых районах земли и в Антарктиде.

Технологическая эволюция: этапы развития технологии гидропоники

1856 г. – из семян было выращено растение на искусственном растворе.	1929 г. – разработка теории гидропоники.	1939 г. – в России были выращены первые овощи без почвы.	1970 г. – разработана технология NFT – первый метод промышленной гидропоники.	1995 г. – начало развития гидропоники в промышленных масштабах.

Эффекты

1. Ликвидация сезонного характера производства.
2. Обеспечение постоянной занятости работников в течение года.
3. Повышение производительности труда.

Оценки рынка

$ 199 млрд (средняя стоимость гидропонной установки – 175 $, основные рынки сбыта расположены в США, Канаде, Австралии, Юго-Восточной и Восточной Азии).
Вероятный срок максимального проявления тренда: 2020–2025 гг.

Драйверы и барьеры

- ⬆ Дефицит земельных ресурсов, а также высокий риск засухи (в особенности в странах Азии и Австралии).
- ⬆ Снижение естественного плодородия почв.
- ⬇ Низкий уровень развития в России материально-технической базы растениеводства.
- ⬇ Консерватизм и неготовность российских сельхозпроизводителей к внедрению инноваций.

Центры превосходства

Япония, Сингапур, Израиль, Голландия, США.

Уровень развития технологии в России

«Заделы» – наличие базовых знаний, компетенций, инфраструктуры, которые могут быть использованы для форсированного развития соответствующих направлений и исследований. Развитие гидропоники в России связано с интересом коммерческих организаций и популярностью систем капельного полива для гидропонных установок.

ТРЕНДЛЕТТЕР 2 ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ФЕРМЫ

Вертикальная ферма (городская ферма, urban farming) – высокоавтоматизированный агропромышленный комплекс, размещаемый в специально спроектированных высотных зданиях, отличающийся от традиционных тепличных хозяйств прежде всего интенсивным подходом к использованию пространства посредством вертикального многоярусного размещения насаждений. К 2050 г., по оценкам ООН, 86% граждан развитых стран будут проживать в городах, в результате чего возникнет проблема дефицита продовольствия. Основное преимущество использования вертикальных ферм заключается в возможности выращивания органической продукции (нет необходимости использовать гербициды и пестициды), спрос на которую ежегодно повышается в развитых странах мира. Выращивание растениеводческой продукции в вертикальных фермах позволит восстановить пострадавшие от агрессивного земледелия сельскохозяйственные угодья и возвратить их в природный кругооборот. Использование в данной технологии замкнутой оросительной системы позволит значительно сократить затраты на воду – ресурс, который в будущем будет в дефиците.

Технологическая эволюция: этапы развития технологии вертикальных ферм

1999 г. – первые разработки в США.	2000–2010 гг. – создание первых вертикальных ферм в Японии, Южной Корее, Сингапуре.	2010–2017 гг. – создаются вертикальные фермы в США, Европе.

Эффекты

1. Ликвидация сезонного характера производства и влияния неблагоприятных факторов условий выращивания в открытом грунте.
2. Снижение затрат воды на 90–95%, затрат удобрений – на 50%.
3. Экономия пространства.
4. Получение свежей экологически чистой продукции.

Оценки рынка

$53,5 млрд (согласно исследованиям Research and Markets к 2020 г. объем рынка будет составлять $3,88 млрд с темпом роста 30,7% в год). Основные рынки сбыта продукции: Япония, Южная Корея, Сингапур, страны Европы, а также города-миллионеры России.
Вероятный срок максимального проявления тренда: 2020–2025 г.

Драйверы и барьеры

- ⬆ Дефицит мировых земельных ресурсов и их истощение.
- ⬆ Рост численности городского населения.
- ⬆ Увеличение зависимости продуктивности овощных культур от неблагоприятных погодных условий вследствие глобальных изменений климата.
- ⬇ Низкий уровень развития в России материально-технической базы растениеводства
- ⬇ Консерватизм и неготовность российских сельхозпроизводителей к внедрению инноваций.
- ⬇ Высокие издержки при создании вертикальной фермы.

Центры превосходства

США (Аризона, Нью-Джерси, Чикаго), Швеция, Япония, Сингапур.

Уровень развития технологии в России

«Возможность альянсов» – наличие отдельных конкурентоспособных коллективов, осуществляющих исследования на высоком уровне и способных «на равных» сотрудничать с мировыми лидерами.

ТРЕНДЛЕТТЕР 3 МАРКЕР-ОРИЕНТИРОВАННАЯ СЕЛЕКЦИЯ

Современные технологии, использующие молекулярные и генетические маркеры, позволят осуществлять селекцию намного быстрее и с более выраженным результатом. Маркер-вспомогательная селекция (marker-assisted selection, MAS) – селекция с использованием ДНК-маркеров, заключающаяся в идентификации тесного сцепления между маркером и геном, контролирующим признак, и использовании ассоциаций маркер – признак в практических целях для создания новых сортов и селекционных линий. С помощью молекулярных маркеров можно ускорить процесс селекции, сокращать площади, занятые селекционным материалом, достигать более высокой точности отбора, добиваться экономии трудовых и материальных ресурсов. Применение ДНК-маркеров выводит селекцию сельскохозяйственных растений на качественно новый уровень, позволяя оценивать генотипы напрямую, а не через фенотипические проявления, что в конечном счете реализуется в создании сортов и гибридов, обладающих комплексом ценных признаков, ускоренными темпами.

Технологическая эволюция: этапы развития технологии маркер-ориентированной селекции

1920 г. – А. С. Серебровским впервые выдвинута идея применения маркеров в селекции.	1980 г. – первое поколение ДНК-маркеров	1990 г. – появление ПЦР-маркеров	2000 г. – молекулярные маркеры, основанные на ДНК-чипах.

Эффекты

1. Целевая селекция с ускоренным созданием новых сортов с требуемыми хозяйственно-ценными признаками.
2. Оценка чистоты/идентичности сортового материала и оценка генетического разнообразия современных сортов.
3. Экономия посевных площадей и ресурсов.

Оценки рынка

Вероятностная оценка рынка технологий маркер-ориентированной селекции невозможна, но в то же время следует отметить, что данная технология и продукция, произведенная с ее помощью, будет востребована в России.
Вероятный срок максимального проявления тренда: 2020 г.

Драйверы и барьеры

- ⬆ Процесс выведения одного растения методами классической селекции занимает в среднем 12–15 лет.
- ⬆ Отсутствие возможности эффективно планировать и контролировать включение в создаваемый генотип целевых генов, обеспечивающих урожайность, технологические характеристики, а также устойчивость к фитопатогенам.
- ⬇ Низкий уровень развития в России материально-технической базы растениеводства.
- ⬇ Слабая защита интеллектуальной собственности в виде сортов большинства с.-х. культур, вследствие отсутствия генетических паспортов.
- ⬇ Малое количество специалистов в данной области. Низкое взаимодействие генетиков и практикующих классические методы селекционеров.

Центры превосходства

США, Канада, Франция, Швеция.

Уровень развития технологии в России

«Паритет» – уровень российских исследований не уступает мировому.

ТРЕНДЛЕТТЕР 4 ВЕРМИКУЛЬТУРА

Технология разведения дождевых червей (вермикультура) – это один из наиболее перспективных методов решения проблемы утилизации органических отходов. Развитию данной технологии способствуют негативные изменения в экологии, вызванные активной деятельностью человека в промышленности и сельском хозяйстве, направленной на быструю интенсификацию производства. Применение вермикультуры с использованием производимого биогумуса для удобрения сельскохозяйственных культур в значительной мере решает проблему утилизации органических остатков, восстановление и улучшение свойств почвы.

Технологическая эволюция: этапы развития технологии вермикультуры

1883 г. – Ч. Дарвин: дождевые черви – это искусные земледельцы и в естественных условиях играют роль «архитектора»-плодородного слоя почв.	30-е г. XX в. – первые научные попытки выращивания червей промышленным способом в США (Калифорния).	1970 г. – начало исследований вермикультуры в искусственных условиях в Японии, Франции, Германии.	1992 г. – широкое распространение вермикультуры в Китае.	1997 г. – Worm World (США) запатентовала способ ускоренного верикомпостирования органических отходов.

Эффекты
1. Возможность переработки органических отходов в гумусированное удобрение.
2. Биомасса дождевых червей может использоваться в качестве белковой добавки к кормам животных, а также как биологическое сырье.
3. Улучшение экологической ситуации в мире.

Оценки рынка
$ 150 млрд (средняя стоимость вермикомпостера – $ 40 тыс., основные рынки сбыта расположены в США, Канаде, Европе, Австралии, Юго-Восточной и Восточной Азии).
Вероятный срок максимального проявления тренда: 2020 г.

Драйверы и барьеры
- ⬆ Наличие большого количества отходов животноводческих ферм в развитых странах; рост числа городов, населения и, соответственно, отходов жизнедеятельности.
- ⬆ Рост спроса на качественные органические удобрения.
- ⬇ Вермикультивирование – достаточно трудоемкий процесс.
- ⬇ Высокая стоимость получаемого вермикомпоста.

Центры превосходства
США, Япония, Китай, Польша, Венгрия.

Уровень развития технологии в России
«Возможность альянсов» – наличие отдельных конкурентоспособных коллективов, осуществляющих исследования на высоком уровне и способных «на равных» сотрудничать с мировыми лидерами.

ТРЕНДЛЕТТЕР 5 АЭРОПОНИКА

Аэропоника – технология выращивания растений на питательном растворе без использования субстратов. Аэропоника основывается на том, что главная составляющая роста и развития растений – это кислород. Все необходимые питательные вещества доставляются к корням растений в виде аэрозоля. Посредством аэропоники возможен перевод сельского хозяйства на крыши, террасы, в пустующие здания и т. д.

Технологическая эволюция: этапы развития технологии аэропоники

1911 г. – статья «О воздушных культурах растений» В. М. Арциховского. Сконструированы первые аэропонные установки.	1957 г. – Ф. В. Вент придумал аэропонику – процесс выращивания растений с помощью воздуха.	1990 г. – начало разработок по использованию аэропоники для размножения семенного картофеля.	2000 г. – Ю. Ц. Мартиросян разработал универсальную аэропонную установку «Урожай-9000».	2006 г. – аэропоника используется в мире.

Эффекты
1. Ликвидация сезонного характера производства.
2. Безопасная и экологически чистая технология.
3. Раннее созревание овощей и увеличение урожая в несколько раз.
4. Снижение объема потребления воды и удобрений.
5. Решение проблемы ограниченности земельных ресурсов.
6. Низкая энерго- и материалоемкость аэропонной технологии.

Оценки рынка
$ 13,3 млрд (основные рынки сбыта расположены в США, Европе, Юго-Восточной и Восточной Азии).
Вероятный срок максимального проявления тренда: 2020–2025 гг.

Драйверы и барьеры
- ⬆ Увеличение спроса на экологически чистую продукцию растениеводства.
- ⬆ Снижение естественного плодородия почв.
- ⬇ Высокая стоимость аэропонной установки.
- ⬇ Низкая информированность населения и предпринимателей о пользе и выгодах внегрунтового выращивания.

Центры превосходства
США, Япония, Китай, Канада, Голландия.

Уровень развития технологии в России
«Заделы» – наличие базовых знаний, компетенций, инфраструктуры, которые могут быть использованы для форсированного развития соответствующих направлений и исследований.

In Vitro (с лат. в стекле) – высококачественная технология клонального микроразмножения растений. В результате применения технологии производится посадочный материал нового поколения, обладающий рядом преимуществ: свобода от фитопатогенов, увеличение темпов роста и развития, возможность размножения в неограниченных количествах гибридных форм растений, с сохранением всех ценных признаков. В короткие сроки можно получить оздоровленный посадочный материал любых сортов растений.

Технологическая эволюция: этапы развития технологии In Vitro

1839 г. – начало истории биотехнологии растений.	Нач. XX в. – G. Robbins и S. Kotte – начало культивирования in vitro кончиков корней орхидных и почек различных растений.	1941 г. – R. Van Overbeek получил Положительные результаты при культивировании зародышей дурмана.	1954 г. – W. Muir получил целое растение из одной клетки.	1960 г. – Р.Г. Бутенко начал работы по клональному микро – размножению.	1980-е г. – пик исследований in vitro и создание промышленных лабораторий.

Эффекты

1. Ликвидация сезонного характера выращивания.
2. Облегчение и ускорение процесса селекции растений с новыми полезными признаками.
3. Получение генетически однородного посадочного материала.
4. Освобождение растений от вирусов за счет использования меристемной культуры.
5. Возможность автоматизации процесса выращивания.
6. Возможность размножения растений, трудно размножаемых в естественных условиях.

Оценки рынка

$16,5 млрд (по данным исследований Казанского государственного аграрного университета и компании «Инвитро-Поволжье»), темп роста рынка – 15% в год. Стоимость растений in vitro составляет около 1 $.
Вероятный срок максимального проявления тренда: 2020 гг.

Драйверы и барьеры

- ⬆ Увеличение спроса на экологически чистую продукцию растениеводства, рост требований к качеству продукции.
- ⬆ Замедление темпов роста урожайности сельскохозяйственных культур.
- ⬇ Трудоемкость процесса.
- ⬇ Устаревшая материально-техническая база селекционных институтов.

Центры превосходства

США, Голландия, Польша, Япония, Израиль, Франция, Таиланд.

Уровень развития технологии в России

«Возможность альянсов» – наличие отдельных конкурентоспособных коллективов, осуществляющих исследования на высоком уровне и способных «на равных» сотрудничать с мировыми лидерами. В России получило широкое распространение применение меристемной технологии в получении здоровых семян картофеля.

ТРЕНДЛЕТТЕР 7 ТОЧНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Точное земледелие – стратегия управления, использующая информационные технологии, извлекая данные из множественных источников с тем, чтобы принимать правильные решения по управлению сельскохозяйственной организацией. В основе данной концепции лежат представления о существовании неоднородностей в пределах одного поля: локальные особенности почвы и климатических условий. Используя карты агрофизико-химических показателей почвы, полученные с помощью географических информационных систем (ГИС), можно реализовать стратегию управления развитием культур на уровне поля и оптимизации затрат.

Технологическая эволюция: этапы развития технологии точного земледелия

1960-е гг. – появление GPS и первых элементов точного земледелия в США и Канаде.	1970–80 гг. – программирование урожая в СССР с учетом свойств почв и их пространственной вариабельностью.	н. 1980 г. – создание и освоение зональных систем земледелия.	к.1980-х г. – спутниковые снимки стали доступны для западных фермеров.	1990 г. – появление термина «точное земледелие»

Эффекты

1. Возможность проведения полевых работ 24 часа в сутки.
2. Рост производительности за счет быстрого передвижения машины, уменьшения утомляемости механизатора.
3. Снижение себестоимости производства.

Оценки рынка

$ 10,23 млрд к 2025 г. согласно отчету Global Precision Farming Market. Каждый год рынок будет расти на 16%.
Вероятный срок максимального проявления тренда: 2022–2027 гг.

Драйверы и барьеры

- ⬆ Рост цен на минеральные удобрения, средства защиты растений и сельскохозяйственную технику обуславливает необходимость оптимального использования этих ресурсов.
- ⬆ Повышение урожайности сельскохозяйственных культур, сглаживание разницы между низкоурожайными и высокоурожайными участками поля.
- ⬇ Высокая стоимость технологий точного земледелия.
- ⬇ Морально и физически устаревший машинно-тракторный парк сельскохозяйственных производителей.

Центры превосходства

США, Бразилия, Германия, Голландия, Дания, Китай, Австралия.

Уровень развития технологии в России

«Заделы» – наличие базовых знаний, компетенций, инфраструктуры, которые могут быть использованы для форсированного развития соответствующих направлений и исследований.

ТРЕНДЛЕТТЕР 8 КАССЕТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В настоящее время кассеты для рассады – это один из самых прогрессивных и современных способов выращивания посадочного материала. Основная цель данной технологии заключается в рационализации процесса выращивания рассады. Кассетным способом можно выращивать рассаду практически всех овощных и бахчевых культур. Кассеты являются основным фактором экологизации производства продукции растениеводства, так как исключают гербицидную нагрузку на растения и почву.

Технологическая эволюция: этапы развития кассетных технологий

1960-е г. – первые кассеты созданы в Японии фирмой «Сумимото».	1966 г. – финская фирма «Ляннен» усовершенствовала кассетную технологию путем автоматизации всех этапов производства.	В настоящее время в мировой практике преобладает возделывание рассадных культур именно посредством кассетной рассады.

Эффекты
1. Обеспечение 100%-й выживаемости всходов.
2. Сокращение расхода семян.
3. Получение равномерной рассады, свободной от болезней и сорняков.
4. Снижение себестоимости продукции, увеличение ее конкурентоспособности.

Оценки рынка
Оценить объем рынка продукции кассетной технологии выращивания не представляется возможным, однако стоит отметить, что в настоящее время на технологию имеется большой спрос в связи с ее повсеместным распространением.
Вероятный срок максимального проявления тренда: 2020 г.

Драйверы и барьеры
- ⬆ Рост спроса на экологически чистую и безопасную продукцию растениеводства.
- ⬆ Ухудшение природно-климатических условий требует снижения зависимости от них продукции растениеводства.
- ⬇ Высокие затраты на полив растений, поэтому данная технология не востребована в засушливых районах.

Центры превосходства
Финляндия, Нидерланды, Германия, Япония.

Уровень развития технологии в России
«Возможность альянсов» – наличие отдельных конкурентоспособных коллективов, осуществляющих исследования на высоком уровне и способных «на равных» сотрудничать с мировыми лидерами. В России получило широкое распространение применение меристемной технологии в получении здоровых семян картофеля.

ТРЕНДЛЕТТЕР 7 БИОЛОГИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ

Современная традиционная система земледелия приводит к устойчивой деградации почвы и снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Необходима биологизация и адаптация систем земледелия к природным ландшафтам посредством фиторесурсов. Биологическая мелиорация представляет собой комплекс мероприятий по улучшению условий природной среды с помощью культивирования и поддержания естественных растительных сообществ. К таким мероприятиям относятся создание лесополос, кулисных посадок, посев трав. Принцип их действия заключается в обогащении почвы органическими веществами (при произрастании на поле в течение 4–5 лет). В результате чего улучшается структура почвы, повышается содержание гумуса в ней, уменьшается сток и снижаются последствия эрозионных процессов.

Технологическая эволюция: этапы развития технологии биологической мелиорации

Кон. XVII в. При Петре I были проведены первые попытки фитомелиорации.	Сер. XIX в. – первые опыты рекультивации нарушенных промышленностью земель в Германии.	Кон. XIX в. – В.В. Докучаев проводил опыты по изучению влияния лесополос на свойства почвы и урожай с.-х. культур.	1930-е г. – развитие полезащитного земледелия.

Эффекты

1. Улучшение почвенных, климатических и гидрологических условий.
2. Повышение урожайности с.-х. культур и их устойчивости к климатическим условиям.
3. Увеличение площади территорий, пригодных для земледелия, вовлечение их в с.-х. оборот.

Оценки рынка

Оценить рынок не представляется возможным. Рынки сбыта технологий биологической мелиорации – это Австралия, Китай, Индия, США.
Вероятный срок максимального проявления тренда: 2025 г.

Драйверы и барьеры

⬆ Увеличение площади заболоченных земель и засоление орошаемых земель.
⬆ Массовая вырубка лесов.
⬇ Сокращение и малый размер площади мелиоративных земель (7,9% пашни).
⬇ Недостаток профессиональных кадров.

Центры превосходства

США, Китай, Индия.

Уровень развития технологии в России

«Паритет» – уровень российских исследований не уступает мировому.

ТРЕНДЛЕТТЕР 8 БИОСТИМУЛЯТОРЫ РОСТА РАСТЕНИЙ

Ухудшение природно-климатических условий во многих странах мира, снижение плодородия почв привели к необходимости использования биостимуляторов роста. Биостимуляторы роста – это обширная группа природных и синтетических органических соединений, которые в малых дозах оказывают влияние на обмен веществ растений. Они применяются для изменения жизненных процессов или структуры растений, улучшения качества, облегчения уборки и повышения урожая, защиты растений от экстремальных условий среды. Посредством таких веществ раскрывается весь потенциал, заложенный в геноме растения.

Технологическая эволюция: этапы развития технологии биостимуляторов роста

XIX в. – Ч. Дарвин доказал, что в растениях есть вещества, которые усиливают рост клеток – ауксин.

Нач. XX в. – голландцы Кегль и Хааген-Смит выделили линейку веществ, стимулирующих рост. Самый сильный – гетероауксин.

1928 г. – создание фитогормональной теории тропизмов, объясняющей ростовые движения растений. 1937 г. – гормональная теория развития растений (М.Х. Чайлахян).

Сер. XX в. – промышленное производство стимуляторов роста растений. В Японии изучены гиббереллины – гормоны, стимулирующие интеркалярный рост.

Эффекты

1. Повышение урожайности с.-х. культур, их сопротивляемости заболеваниям и неблагоприятным погодным условиям.
2. Увеличение темпа роста растения.
3. Ускорение прорастания и укоренения растений.
4. Устранение сезонности растениеводства.

Оценки рынка

$2,91 млрд в 2021 г. Ежегодный рост – 10,4%. Крупнейший рынок биостимуляторов – Европа. 20% мирового рынка принадлежит Северной Америке. Латинская Америка – самый быстрорастущий рынок[5].

Драйверы и барьеры

- ⬆ Изменение климата, ухудшение качества почв.
- ⬇ Недостаточная информированность сельхозтоваропроизводителей о препаратах, стимулирующих рост растений.
- ⬇ Отсутствие профессиональных агрохимических знаний у большинства работников хозяйств.

Центры превосходства

Япония, США, Китай, Германия, Швеция.

Уровень развития технологии в России

«Паритет» – уровень российских исследований не уступает мировому.

[5] Согласно исследованиям Markets and markets [21].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прогноз научно-технологического развития растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие, является основой для формирования системы стратегического планирования в отрасли, направленной на повышение технологической безопасности АПК и импортозамещение средств производства и конечной продукции.

Результаты Прогноза дают возможность сосредоточить выделенные ресурсы на нескольких, наиболее важных для экономики страны, направлениях исследований и разработок и выявить «сквозные технологии», то есть ключевые научно-технические направления, которые оказывают наиболее существенное влияние на развитие новых рынков. Как показал проведенный анализ, основными такими направлениями до 2030 г. станут: ускоренная селекция и семеноводство, биологизация земледелия, урбанизация и роботизация растениеводства.

Научно-технологическое развитие отрасли растениеводства России осуществляется под влиянием глобальных трендов, которые затрагивают все страны мира и приводят к существенным изменениям в структуре экономики и жизни населения. Глобальные тренды были разделены на два направления: по технологиям: биологизация растениеводства (отказ от ядохимикатов и минеральных удобрений и переход к органическому земледелию), переработка зерновых на биотопливо, генетический инжиниринг сельскохозяйственных культур, точное земледелие и роботизация производства, повсеместное развитие круглогодичного овощеводства в защищенном грунте и по рыночной конъюнктуре: рост спроса на продукцию растениеводства со стороны азиатских стран, в том числе на соевые бобы, кукурузу, рис, вследствие чего произошло снижение цен на пшеницу; рост спроса на персонализированное питание и органическую продукцию.

Глобальные тренды формируют вызовы для стран, затрагивающие все сферы жизни: экономическую: опережение темпов роста населения мира над темпами увеличения валовой продукции растениеводства, искажение цен на сельскохозяйственное сырье на мировых рынках за счет неравного субсидирования сельхозпроизводства в развитых и развивающихся странах; технологическую: сокращение посевной площади в мире и ее плодородия; экологическую: эрозия почв, увеличение частоты экстремальных природных явления, увеличение отходов животноводства; социальную: урбанизация и сильная дифференциация доходов городского и сельского населения.

Соответственно, можно выделить следующие барьеры для научно-технологического развития отрасли растениеводства России: высокая зависимость от импортного семенного материала, низкий уровень материально-технической базы большинства сельхозтоваропроизводителей, преимущественно экстенсивное развитие отрасли, недостаточное внесение удобрений, слабое развитие мелиорации, угроза распространения ГМО продукции в приграничных зонах и неразвитость сельской инфраструктуры.

Глобальные тренды, вызовы и угрозы открывают «окна возможностей» для нашей страны, к которым можно отнести: развитие органического земледелия и экспорт высокомаржинальной органической продукции в страны Европы и Юго-Восточной Азии; привлечение отечественных компаний в наукоемкие звенья цепочек стоимости, модернизации мощностей, оптимизации процессов производства; повышение качества и уровня жизни в сельской местности посредством создания инновационных производств и развития инфраструктуры; закрепление страны на новых рынках и рыночных нишах; обеспечение импортозамещения овощей с помощью создания автоматизированных климатонезависимых теплиц для их круглогодичного выращивания; создание принципиально новых прорывных производств за счет реализации накопленных научно-технологических заделов.

В Прогнозе представлен перечень технологий растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие, которые позволят России к 2030 г. выйти на новые рынки: технологий ускоренной селекции и семеноводства, цифровых технологий в растениеводстве, урбанизированного сельского хозяйства (гидропоника, аэропоника, аквапоника, хайпоника), биотехнологий и технологий экологически безопасного и органического земледелия. Вышеперечисленные рынки будут появляться последовательно и окончательно сформируются до 2030 г. Многие из них в настоящее время находятся в «зачаточном» состоянии, имеют локальное распространение.

Развитие рынков «сквозных» технологий станет стимулом для исследований и разработок в следующих тематических областях: организационно-управленческие технологии и техническое обеспечение в области растениеводства; технологии ускоренной селекции и семеноводства; энергосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур на основе принципов био-

логизации и экологической безопасности; высокоинтенсивные ресурсосберегающие технологии в кормопроизводстве; технологии урбанизированного сельского хозяйства; системы органического земледелия. В настоящее время большинство этих областей находятся на уровне «возможности альянсов», то есть в стране имеются отдельные научные коллективы, которые способны сотрудничать с ведущими мировыми лабораториями. На уровне «заделов» находятся исследования, посвященные энергоресурсосбережению в отрасли и технологиям урбанизированного сельского хозяйства.

Посредством сценарного прогнозирования научно-технологического развития растениеводства появляется возможность создать общее видение будущего всех ключевых игроков отрасли растениеводства и определения места, которое в этом будущем отрасль хочет занимать, понять и визуализировать последствия решений, принимаемых сегодня, для научно-технологического развития растениеводства и всевозможные его варианты.

В результате исследования выделены два наиболее вероятных сценария научно-технологического развития отрасли растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие: «Технологическая адаптация» – сценарий, определяющийся сохранением существующих тенденций научно-технологического развития, устойчивой положительной динамикой производства большинства сельскохозяйственных культур, импортом основных технологий растениеводства и т.д., и «Технологический рывок» – сценарий, направленный на достижение лидерских позиций по отдельным направлениям научно-технологического развития растениеводства и изменение структуры выращиваемых и экспортируемых культур.

Оба сценария предполагают увеличение валового сбора зерна к 2030 г. до 146,7 и 161,2 млн тонн соответственно, который будет удовлетворять растущий спрос со стороны животноводческого комплекса страны, а также экспортироваться в качестве продовольственного сырья и сырья для производства биотоплива. Разница в производстве зерновых в размере 14,5 млн тонн обусловливается ростом среднегодовой урожайности зерна во втором сценарии до 34,7 ц/га. В рамках второго сценария увеличится на 73% по отношению к 2017 г. валовой сбор масличных культур и их экспорт за счет роста спроса на рапс со стороны зарубежных потребителей.

Сценарий «Технологический рывок» создаст условия для увеличения доли овощей защищенного грунта в их общем производстве с 5,8% в 2017 г. до 15,7% в 2030 г. Органическое земледелие будет ускоренно развиваться в обоих сценариях за счет увеличения количества производителей органической продукции и роста ее потребления на душу населения до 45 $ и 70 $ соответственно: емкость рынка органической продукции в сценарии «Технологическая адаптация» составит $ 918 млн, «Технологический рывок» – $ 1888 млн.

Следует отметить, что перечень критических технологий, представленных в Прогнозе, будет подвергаться изменениям, связанным с постоянно меняющейся рыночной ситуацией в России и в мире. Необходим регулярный мониторинг тенденций научно-технологического развития отрасли в целях выявления новых или зарождающихся рынков и технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас новых профессий / Агентство стратегических инициатив [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://atlas100.ru/catalog/selskoe-khozyaystvo/ (дата обращения: 28.10.2018).
2. Беленков А. И. Точное (координатное) земледелие в РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева: реальность и перспективы / А. И. Беленков, А. Ю. Тюмаков, У. М. Сабо // Вестник. Алтайского гос. аграр. ун-та. – 2015. – №4 (126). – С. 5–10.
3. Биозащита захватывает умы и территории [Электронный ресурс] // Агропромышленный портал «АгроXXI». – Режим доступа: https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/biozaschita-zahvatyvaet-umy-i-territorii.html (дата обращения: 27.11.2017).
4. Боргардт И. Ф. Человеческий капитал как фактор развития аграрного сектора экономики / И. Ф. Боргардт // Вестник ОрелГАУ. – 2015. – №3 (54). – С. 23–33.
5. Высоцкий В. А. Современные методы селекции садовых растений в ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии /В. А. Высоцкий, В. С. Гиричев // Садоводство и виноградарство. – 2011. – №6. – С. 42–46.
6. Добрякова М. Социальная укорененность технологий: перспективные направления исследований / М. Добрякова, З. Котельникова // Форсайт. – 2015 – №1. – С. 6–17.
7. Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации на 2016–2025 годы и на перспективу до 2030 года [Электронный ресурс] / Министерство сельского хозяйства РФ. – Режим доступа: http://mcx.ru/upload/iblock/959/959 648abb188a76c110 95d869e8bde94.pdf (дата обращения: 22.09.2018).
8. Глобальные тренды и перспективы научно-технологического развития Российской Федерации: краткие тезисы: докл. к XVIII Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества./ Л. М. Гохберг, А. В. Соколов, А. А. Чулок и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: изд-во ВШЭ, 2017. – 39 с.
9. Горчаков Я. В. Тенденции развития и рыночные аспекты мирового органического земледелия / Я. В. Горчаков – Барнаул: Аз Бука, 2004. – 256 с.
10. Заготовка кормов с высоким содержанием энергии [Электронный ресурс] // СКК «Виктория-Агро». – Режим доступа: http://viktoriy.ru/taratorkin-5 (дата обращения: 03.12.2017).
11. Заседание Бюро Отделения сельскохозяйственных наук (23 ноября 2017 года) // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – №1. – С. 4–5.
12. Импортозамещение в АПК России: проблемы и перспективы: монография. – М.: ФГБНУ «Всероссийский НИИ экономики сельского хозяйства» (ФГБНУ ВНИИЭСХ), 2015. – 447 с.
13. Инвитро-Поволжье [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tatventure.ru/ru/site/-Invitro-Povolzhe/ (дата обращения: 08.09.2017).
14. Индикаторы инновационной деятельности: 2018: статистический сборник / Н. В. Городникова, Л. М. Гохберг, К. А. Дитковский [и др.]; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: изд-во НИУ ВШЭ, 2018. – 344 с.
15. Итоги работы отрасли растениеводства в 2017 году и задачи на 2018 год [Электронный ресурс] / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – 2018. – Режим доступа: http://barley-malt.ru/wp-content/uploads/2018/02/agronomycheskoe-soveschanye-ytogy-2017.pdf (дата обращения: 13.09.2018).
16. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года: в 8 т. / Федеральная служба гос. статистики. – М.: ИИЦ «Статистика России», 2018.
17. Иосифов П. А. Об отраслевых центрах прогнозирования научно-технологического развития / П. А. Иосифов, А. С. Перванюк, М. В. Силуянова // Высшее образование в России. – 2012. – № 11. – С. 161–163.
18. Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р (ред. от 08.08.2009). – Режим доступа: http://www.consultant.ru (дата обращения: 15.10.2017).
19. Косолапов В. М. Проблемы импортозамещения (экономические аспекты) в растениеводстве / Экономический портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://institutiones.com/agroindustrial/2844-problemy-importozamezheniya-v-rastenievodstve.html (дата обращения: 19.12.2018).

20. Кудряков В. Г. Государственное регулирование органического земледелия: основы и особенности европейского и американского законодательства / В. Г. Кудряков, В. А. Мирончук, С. А. Есаян // Политематический сетевой электрон. научный журнал Кубанского ГАУ. – 2015. – № 105. – С. 505–522.
21. Методические подходы к прогнозированию научно-технологического развития отрасли растениеводства / Е. В. Рудой, С. В. Рюмкин, М. С. Петухова и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 10. – С. 8–17.
22. Николайченко Н. В. Современные подходы и новые методы селекции при интродукции малораспространенных видов кормовых культур в засушливых условиях Нижневолжского региона / Н. В. Николайченко, В. И. Жужукин // Аграрный научный журнал. – 2016. – №9. – С. 39–42.
23. Новейшие достижения в области биотехнологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://medbe.ru/materials/problemy-i-metody-biotekhnologii/noveyshie-dostizheniya-v-oblasti-biotekhnologii-primenenie-kletochnykh-kultur-i-kletochnykh-tekhnolo/ (дата обращения: 05.12.2017).
24. Об утверждении Правил разработки и корректировки прогноза научно-технологического развития РФ [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 13.07.2015 № 699. – Режим доступа: http://www.consultant.ru.
25. Об утверждении методических рекомендаций по подготовке исходных данных для разработки и корректировки прогноза научно-технологического развития Российской Федерации, а также по формированию его сценарных условий [Электронный ресурс]: Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 ноября 2015 г. № 1335 // Режим доступа: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71 158 716/ (дата обращения: 17.05.2018).
26. О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 14.07.2012 № 717. – Режим доступа: http://www.consultant.ru (дата обращения: 23.09.2017).
27. О мерах по реализации государственной научно-технической политики в области сельского хозяйства [Электронный ресурс]: указ Президента РФ от 21.07.2016 г. №350. – Режим доступа: http://www.consultant.ru (дата обращения: 17.08.2017).
28. О внесении изменений в Федеральную научно-техническую программу развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 5 мая 2018 г. № 559. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/557 308 815 (дата обращения: 13.09.2018).
29. Органическое сельское хозяйство и биологизация земледелия в России [Электронный ресурс] // Союз органического земледелия. – Режим доступа: https://soz.bio/issledovanie-rynok-organicheskogo-selskogo-hozjajstva-i-biologizacii-zemledelija-v-rf/ (дата обращения: 13.09.2018).
30. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]: указ Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/420 384 257 (дата обращения: 13.09.2018).
31. О стратегическом планировании в Российской Федерации [Электронный ресурс]: федер. закон от 28.06.2014 №172-ФЗ. – Режим доступа: http://www.consultant.ru (дата обращения: 17.08.2017).
32. Петриков А. Использование инновационных технологий различными категориями хозяйств и совершенствование научно-технологической политики в сельском хозяйстве / А. Петриков // АПК: экономика, управление. – 2018. – № 9. – С. 4–11.
33. Пивоваров В. Ф. Организация семеноводства овощных культур во Всероссийском НИИ селекции и семеноводства овощных культур / В. Ф. Пивоваров, С. М. Сирота // Овощи России. – 2012. – №2. – С. 4–5.
34. Пивоваров В. Ф. Краткие итоги научных исследований по селекции и семеноводству овощных культур во ВНИИССОК / В. Ф. Пивоваров, О. Н. Пышная, Л. К. Гуркина // Овощи России. – 2013. – №4 (21). – С. 10–15.
35. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]: разработан Минэкономразвития России. – Режим доступа: http://www.consultant.ru (дата обращения: 15.10.2017).
36. Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса РФ на пе-

риод до 2030 года / под ред. Л. М. Гохберга; Минсельхоз России, Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: Изд-во НИУ ВШЭ, 2016. – 56 с.
37. Прогноз научно-технологического развития России: 2030. Рациональное природопользование / под ред. Л. М. Гохберга, Н. С. Касимова. – Минобрнауки РФ, НИУ ВШЭ. – М., 2014. – 48 с.
38. Прогноз научно-технологического развития России: 2030. Биотехнологии / под ред. Л. М. Гохберга, М. П. Кирпичникова. – М.: изд-во Минобрнауки РФ, НИУ ВШЭ, 2014. – 48 с.
39. Прогнозирование развития рынков критических технологий в отрасли растениеводства до 2030 г. / Е. В. Рудой, М. С. Петухова, Р. Р. Галеев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, №4. – С. 5–9.
40. Программа фундаментальных научный исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы [Электронный ресурс]: распоряжение Правительства РФ от 3 дек. 2012 г. № 2237-р. – Режим доступа: http://www.ras.ru/scientificactivity/2013-2020plan.aspx (дата обращения: 06.10.2017).
41. Российский рынок семян рапса: в ожидании новых рекордов [Электронный ресурс] / Масложировой союз России. – Режим доступа: https://mzhsr.ru/news/novosti-otrasli/rossijskij-ryinok-semyan-rapsa-v-ozhidanii-novyix-rekordov (дата обращения: 22.09.2018).
42. Сальникова Е. В. Направления реализации инновационного потенциала системы семеноводства в зерновом производстве / Е. В. Сальникова // Развитие агропромышленного производства и сельских территорий: сборник Междунар. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 247–250.
43. Семеноведение зернобобовых культур: учеб. пособие / Зотиков В. И. и др. – Орел: изд-во ВНИИЗБК, 2016. – 184 с.
44. Семыкин В. А. Человеческий капитал как решающий фактор модернизации агропромышленной экономики / В. А. Семыкин, Т. Н. Соловьева, В. В. Сафронов // Вестник Курской гос. сельхоз. академии. – 2013. – №1. – С. 2–5.
45. Симаков Е. А. Селекция картофеля в России: общие тенденции и достижения / Е. А. Симаков, И. М. Яшина, Н. П. Склярова; ВНИИ КХ им. А. Г. Лорха // Достижение науки и техники АПК. – 2007. – №7.
46. Сквозные технологии НТИ [Электронный ресурс] // Национальная технологическая инициатива. – Режим доступа: http://www.nti2035.ru/technology/ (дата обращения: 13.09.2018).
47. Соколов А. В. Форсайт: Взгляд в будущее [Электронный ресурс] / А. В. Соколов. – Режим доступа: https://foresight.hse.ru/data/380/621/1234/Whatforesight.pdf (дата обращения: 06.10.2017).
48. Стратегия развития селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://r-seed-a.ru/index.php/novosti/novosti-selektsii/item/320-strategiya-razvitiya-selektsii-i-semenovodstva-selskokhozyajstvennykh-kultur-v-rossijskoj-federatsii-na-period-do-2020-goda (дата обращения: 13.09.2018).
49. Сценарный прогноз развития зернового рынка России / Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. – 2015. – 50 с.
50. Технологическое будущее российской экономики: докл. к XIX Апр. междунар. научн. конф. по проблемам развития экономики и общества / гл. ред. Л. М. Гохберг; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: Изд-во ВШЭ, 2018. – 193 с.
51. Ушачев И., Совершенствование организационно-экономического механизма рынка научно-технической продукции в растениеводстве / И. Ушачев, Е. Колязина, С. Аржанцев // АПК: экономика, управление. – 2018. – №8. – С. 68–79.
52. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 25 августа 2017 г. № 996. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/436 761 964 (дата обращения: 13.09.2018).
53. Фурсов С. Роль пшеницы в реализации экспортного потенциала зернового рынка на основе достижений селекции / С. Фурсов // АПК: экономика, управление. – 2018. – №5. – С. 40–51.
54. Bogue R. Robots poised to revolutionise agriculture / R. Bogue // Industrial Robot. – 2016. – P. 450–456.
55. Emerging technologies for sustainable irrigation: Selected papers from the 2015 ASABE and IA irrigation symposium / F. R. Lamm, K. C. Stone, M. D. Dukes [et all] // Transactions of the ASABE. – Issue 1. – 2016. – P. 155–161.

56. New trends in robotics for agriculture: Integration and assessment of a real fleet of robots / L. Emmi, M. Gonzalez-De-Soto, G. Pajares, P. Gonzalez-De-Santos // The Scientific World Journal. – 2014.
57. General hydroponics. [Электронный ресурс] // Bringing nature and technology together. – Режим доступа: http://floragrow.ru/uploads/ghe_catalog.pdf (дата обращения: 25.09.2017).
58. Improving photosynthesis and crop productivity by accelerating recovery from photoprotection / J. Kromdijk, K. Głowacka, L. Leonelli [et all.] // Science. – 2016. – P. 857–861.
59. Precision Farming Market Worth $ 10.23 Billion By 2025 | CAGR: 14.2% [Электронный ресурс] // Grand View Research. – Режим доступа: https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-precision-farming-market (дата обращения: 06.08.2017).
60. Research and Markets [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchandmarkets.com/info/about.asp (дата обращения: 21.08.2017).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Российские центры превосходства в отрасли растениеводства

Название организации	Направление
Полевые культуры	
НЦЗ им. П. П. Лукьяненко	Зерновые и зернофуражные культуры, кукуруза
АНЦ «Донской	Зернокормовые культуры
СФНЦА РАН	Зернобобовые культуры, многолетние и однолетние травы
ФИЦ ИЦиГ СО РАН	Яровые зерновые
ВНИИ риса	Рис
ФАНЦ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого	Зернофуражные, горох
ФНЦ зернобобовых и крупяных культур	Крупянные (гречиха, просо) и горох
ВНИИ кукурузы	Кукуруза
ВНИИ сои	Соя
ВНИИ рапса	Рапс
ВНИИ масличных культур им. В. С. Пустовойта	Подсолнечник
ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»	Многолетние бобовые и злаковые травы
ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова	Многолетние злаковые травы
ВНИИСС им. А. Л. Мазлумова	Сахарная свекла
Овощные культуры	
Федеральный научный центр овощеводства	Горох, виды капусты, лук репчатый
ФИЦ ИЦиГ СО РАН	Огурец, фасоль овощная, лук-шалот
Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства	Виды капусты
Центральный сибирский ботанический сад СО РАН	Перец сладкий, томат
Федеральный научный центр овощеводства (Быковская бахчёвая БСОС)	Арбуз, дыня
Плодово-ягодные культуры	
ВНИИ селекции плодовых культур	Яблоня, вишня
Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства	Груша, земляника, малина, смородина
Отдел «НИИСС им. М. А. Лисавенко» ФГБНУ ФАНЦА	Облепиха
Федеральный научный центр им. И. В. Мичурина	Груша
ФГУП «Бакчарское»	Жимолость
Южно-Уральский НИИ садоводства и картофелеводства	Жимолость
Камчатский НИИСХ	Жимолость
Филиал Крымская ОСС ВИР	Вишня
Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН	Персик, цитрусовые и пр. субтропические культуры, орехоплодные

Приложение 2

Российские центры превосходства в селекции пшеницы

Федеральный округ	Научно-исследовательское учреждение
Центральный	ФГБНУ «Московский научно-исследовательский институт сельского хозяйства "Немчиновка"»
Северо-Западный	ФГБНУ «Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства "Белогорка"»
Южный	ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко» ФГБНУ «Аграрный научный центр "Донской"» ФГБНУ «Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства»
Северо-Кавказский	ФГБНУ «Федеральный научный центр "Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук"»
Приволжский	Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение ФГБУН «Федеральный исследовательский центр "Казанский научный центр Российской академии наук"» ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока» ФГБУН «Оренбургский научный центр Уральского отделения Российской академии наук» ФГБНУ «Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.М. Тулайкова»
Уральский	ФГБНУ «Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»
Сибирский	ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий» ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук»
Дальневосточный	ФГБНУ «Приморский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»

Приложение 3

Исходные и прогнозные показатели развития зернового производства до 2030 года в сценарии «Технологическая адаптация» (валовой сбор, урожайность, посевная площадь)

Год	Всего зерновые				Пшеница				Кукуруза				Рожь				Гречиха				Рис				Ячмень			
	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
2000	65,4	15,6	45585	2113	34,5	16,1	23205	2179	1,5	21,2	798	2616	5,4	15,8	3539	1992	0,99	6,9	1576	4509	0,58	34,9	175	н/д	14,0	16,7	9150	1822
2001	85,1	19,4	47176	2138	47,0	20,6	23764	2242	0,8	18,0	664	3269	6,6	18,8	3634	1877	0,57	5,4	1593	3063	0,5	34,9	153	н/д	19,5	20,1	10095	1822
2002	86,5	19,6	47396	1690	50,6	20,7	25657	1751	1,5	28,5	600	2986	7,1	19,0	3811	1264	0,3	5,4	836	3002	0,49	37,7	148	н/д	18,7	19,7	10247	1500
2003	67,0	17,8	42072	2233	34,1	17,1	22158	2423	2,0	32,0	699	2781	4,2	18,6	2346	1349	0,53	8,2	733	5062	0,45	31,5	156	н/д	17,9	19,6	10125	1941
2004	77,8	18,8	43597	3060	45,4	19,8	24003	3242	3,4	40,3	877	3632	2,9	15,4	1890	2509	0,65	7,5	938	5192	0,47	37,7	132	н/д	17,1	18,0	9932	2514
2005	77,8	18,5	43593	2519	47,6	19,3	25343	2508	3,21	38,5	820	2388	3,6	15,7	2338	2346	0,6	7,3	917	4581	0,57	42,0	144	н/д	15,7	18,1	9083	2560
2006	78,2	18,9	43174	3008	44,9	19,5	23591	3060	3,5	36,2	1031	3412	3,0	17,1	1787	2474	0,9	8,1	1164	5352	0,68	43,9	163	н/д	18,0	18,9	9928	2805
2007	81,5	19,8	44265	4549	49,4	21	24382	4653	3,8	29,3	1509	5165	3,9	19,2	2103	3586	1,0	8,4	1301	5927	0,7	45,1	162	н/д	15,6	18,7	9618	4398
2008	108,2	23,8	46742	5036	63,8	24,5	26633	5103	6,7	38,6	1812	5758	4,5	21,1	2166	4382	0,9	9,2	1113	6197	0,74	46,0	164	н/д	21,1	24,6	9621	4835
2009	97,1	22,7	47553	4412	61,7	23,2	28698	4260	4,0	35,3	1365	4361	4,3	20,7	2147	3810	0,56	9,0	932	5771	0,9	51,4	183	11658	17,9	23,1	9035	3812
2010	61,0	18,3	43194	4017	41,5	19,1	26613	3867	3,1	30,0	1416	4681	1,6	11,9	1762	3411	0,34	5,9	1080	8153	1,06	52,8	203	11071	8,4	16,8	7214	3395
2011	94,2	22,4	43572	5348	56,2	22,6	25552	5108	7,0	43,4	1716	5917	2,97	19,5	1551	3924	0,8	9,5	907	15676	1,05	50,9	211	9757	16,9	22,0	7881	4986
2012	70,9	18,3	44439	6424	37,7	17,7	24684	6409	8,2	42,4	2058	6751	2,1	15,0	1558	4519	0,8	7,7	1270	10537	0,9	54,9	201	8883	13,95	18,2	8820	5903
2013	92,4	22	45826	6824	52,1	22,3	25064	6715	10,7	50,1	2450	6581	3,4	18,9	1832	4912	0,8	9,2	1096	7205	1,04	49,5	190	11944	15,4	19,2	9019	6376

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
2014	103,8	24,1	46220	6616	59,7	25,0	25277	6849	10,0	43,6	2687	5799	3,2	17,7	1875	4691	0,7	9,3	1008	8370	1,1	53,6	197	12770	20,4	22,7	9391	5516
2015	104,8	23,9	46642	8684	61,8	25,1	26833	8768	11,2	49,3	2771	7853	2,0	16,7	1291	5247	0,86	9,5	957	20137	1,08	55,8	202	19651	17,6	21,3	8885	7344
2016	120,7	26,5	47110	8923	73,3	26,8	27704	8837	15,4	54,6	2895	8348	2,54	20,3	1260	6149	1,18	10,6	1204	25870	0,94	53	208	16141	18,0	22,1	8338	7741
2017	134,1	29,1	47673	8461	85,8	31,2	27891	8396	12,1	48,7	3027	7899	2,54	21,7	1184	5866	1,5	10,2	1691	17185	0,99	53,1	187	17362	20,6	26,2	8004	7465
2018	113,0	26,0	46264	8894	67,3	26,8	27469	8819	14,3	53,1	3171	8238	1,6	18,9	1138	6136	1,1	10,3	1153	18149	1,6	54,3	211	18390	15,0	22,9	8155	7842
2019	115,6	26,5	46363	9327	69,1	27,3	27688	9242	15,1	54,7	3340	8578	1,6	19,0	1085	6406	1,2	10,5	1155	19114	1,6	54,6	214	19418	15,1	23,2	8052	8219
2020	118,2	27,0	46462	9760	70,9	27,9	27906	9665	16,0	56,3	3509	8918	1,5	19,1	1031	6676	1,2	10,8	1158	20078	1,6	54,9	218	20446	15,2	23,5	7949	8595
2021	120,8	27,5	46561	10192	72,6	28,4	28125	10089	16,8	58,0	3679	9257	1,5	19,2	1020	6946	1,2	11,0	1160	21042	1,7	55,2	222	21475	15,2	23,8	7847	8972
2022	123,4	28,1	46660	10625	74,4	28,9	28344	10512	17,7	59,6	3848	9597	1,7	19,3	1158	7216	1,3	11,2	1163	22007	1,7	55,6	225	22503	15,3	24,0	7744	9349
2023	126,0	28,6	46759	11058	76,2	29,4	28562	10935	18,5	61,2	4017	9937	1,9	19,4	1257	7486	1,3	11,4	1166	22971	1,7	55,9	229	23531	15,4	24,3	7641	9726
2024	128,7	29,1	46858	11491	78,0	30,0	28781	11358	19,4	62,8	4186	10277	1,8	19,5	1184	7756	1,3	11,7	1168	23935	1,7	56,2	232	24560	15,4	24,6	7538	10102
2025	131,3	29,6	46957	11924	79,7	30,5	29000	11781	20,2	64,4	4355	10616	1,8	19,6	1230	8025	1,4	11,9	1171	24900	1,7	56,5	236	25588	15,5	24,9	7435	10479
2026	133,9	30,1	47056	12357	81,5	31,0	29218	12205	21,1	66,0	4524	10956	1,8	19,7	1190	8295	1,4	12,1	1173	25864	1,8	56,9	240	26616	15,5	25,1	7332	10856
2027	136,5	30,6	47155	12790	83,3	31,6	29437	12628	21,9	67,7	4694	11296	1,9	19,8	1249	8565	1,4	12,3	1176	26828	1,8	57,2	243	27644	15,6	25,4	7229	11233
2028	139,1	30,4	47254	13223	85,1	32,1	29656	13051	22,8	69,3	4863	11636	2,0	19,9	1302	8835	1,5	12,5	1178	27793	1,8	57,5	247	28673	15,7	25,7	7126	11609
2029	141,7	30,0	47353	13656	86,9	32,6	29874	13474	23,6	70,9	5032	11975	2,0	20,1	1285	9105	1,5	12,8	1181	28757	1,8	57,8	250	29701	15,7	26,0	7023	11986
2030	146,7	29,9	47452	14089	88,6	33,2	30093	13898	24,5	72,5	5201	12315	1,8	20,2	1195	9375	1,5	13,0	1183	29721	1,9	58,2	254	30729	15,8	26,2	6921	12363

Приложение 4

Исходные и прогнозные показатели производства масличных культур, сахарной свеклы, картофеля и овощей открытого грунта до 2030 г. в сценарии «Технологическая адаптация» (валовой сбор, урожайность, посевная площадь, среднегодовые цены)

Год	Соя				Подсолнечник				Рапс				Сахарная свекла				Картофель				Овощи открытого грунта			
	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2000	0,34	10,1	421	н/д	3,9	9,0	4643	2882	0,15	10,2	232	н/д	14,1	188	805	509	29,5	105	2834	3710	10,3	143	744	6331
2001	0,35	9,4	417	н/д	2,7	7,8	3827	3850	0,11	11,4	135	н/д	14,6	199	773	655	29,5	108	2740	3676	10,6	151	720	6764
2002	0,42	11,7	476	н/д	3,7	9,7	4126	4796	0,12	12,0	146	н/д	15,7	219	808	747	26,9	103	2646	4648	10,1	148	703	8913
2003	0,39	9,8	584	н/д	4,9	10,0	5359	4861	0,19	9,9	229	н/д	19,4	227	923	854	29,4	117	2531	5377	11,2	163	713	10441
2004	0,55	10,0	570	6379	4,8	10,2	4862	6028	0,277	13,1	252	н/д	21,8	277	849	847	27,9	116	2415	4708	10,7	162	673	13593
2005	0,69	10,5	718	6473	6,5	11,9	5568	5672	0,3	14,4	244	н/д	21,3	282	799	965	28,1	124	2277	5234	10,8	170	641	14156
2006	0,81	9,9	845	6084	6,7	11,4	6155	4957	0,5	13,4	512	н/д	30,7	325	996	1165	28,3	133	2129	5568	10,8	173	635	15788
2007	0,65	9,2	777	7328	5,7	11,3	5326	9342	0,6	13,0	658	н/д	28,8	292	1060	1071	27,2	132	2069	6346	10,9	179	624	16888
2008	0,75	10,5	747	11608	7,4	12,3	6199	9699	0,75	14,0	680	н/д	28,9	362	819	1163	28,8	138	2104	8203	12,4	196	641	21162
2009	0,94	11,9	875	11151	6,5	11,5	6196	8321	0,7	13,8	688	н/д	24,9	323	819	1242	31,1	143	2193	8310	12,8	199	653	26635
2010	1,2	11,8	1206	11390	5,3	9,6	7153	10605	0,7	12,9	856	н/д	22,2	241	1160	1636	21,1	100	2212	9501	11,56	180	662	22516
2011	1,76	13,8	1229	11561	9,1	12,5	7614	11364	0,96	13,4	893	н/д	47,6	392	1292	1602	32,7	148	2225	10308	14,1	208	698	26546
2012	1,8	12,2	1481	13067	7,5	12,2	6529	12458	1,26	12,4	1190	14111	45,0	409	1143	1419	29,5	134	2237	7642	13,5	211	681	24508
2013	1,6	12,6	1532	14987	9,8	14,5	7271	12024	1,3	13,3	1326	11862	39,3	442	904	1533	30,2	145	2138	9447	13,5	214	671	31460

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2014	2,3	12,3	2006	16972	8,5	13,1	6907	11534	1,0	14,0	1191	10843	33,5	370,0	919	1877	31,5	150	2112	12898	14,2	218,0	684	36306
2015	2,7	13,0	2123	19030	9,3	14,2	7005	20284	0,99	14,6	1021	19212	39,0	388,0	1022	3072	33,6	159	2128	13197	14,7	225,0	694	45490
2016	3,16	14,8	2228	23463	11,0	15,1	7598	21886	1,5	14,2	978	22583	51,4	470,0	1108	2919	31,1	153	2053	10248	14,7	227,0	692	45234
2017	3,6	14,1	2635	21312	10,5	14,5	7988	18188	1,5	18,6	1005	21000	51,9	442,0	1199	2509	29,6	156	1905	12566	14,7	236,0	662	43009
2018	2,3	14,1	2328	22604	10,0	14,8	7839	19160	2,2	15,7	1228	22719	50,0	446,9	1154	2636	27,9	158,6	1891	13119	12,8	238,5	662	40821
2019	2,5	14,3	2451	23896	10,3	15,2	7984	20131	2,4	16,0	1274	23613	51,4	454,5	1174	2763	28,0	161,4	1850	13672	13,1	243,5	660	42837
2020	2,6	14,6	2574	25188	10,7	15,5	8128	21103	2,6	16,2	1319	24507	52,8	462,1	1194	2889	28,2	164,1	1810	14225	13,4	248,4	659	44852
2021	2,8	14,9	2697	26480	11,0	15,8	8272	22074	2,8	16,5	1365	25401	54,2	469,8	1213	3016	28,4	166,9	1769	14778	13,6	253,3	657	46867
2022	2,9	15,1	2820	27772	11,4	16,1	8416	23046	3,0	16,8	1411	26295	55,6	477,4	1233	3143	28,6	169,6	1729	15330	13,9	258,3	655	48883
2023	3,1	15,4	2943	29064	11,7	16,4	8561	24017	3,2	17,0	1457	27189	56,9	485,0	1253	3269	28,7	172,4	1688	15883	14,2	263,2	654	50898
2024	3,2	15,7	3066	30356	12,0	16,7	8705	24989	3,5	17,3	1503	28082	58,3	492,6	1273	3396	28,9	175,2	1648	16436	14,4	268,1	652	52913
2025	3,3	15,9	3189	31648	12,4	17,1	8849	25960	3,7	17,5	1548	28976	59,7	500,3	1292	3523	29,1	177,9	1607	16989	14,7	273,1	651	54929
2026	3,5	16,2	3312	32940	12,7	17,4	8993	26932	3,9	17,8	1594	29870	61,1	507,9	1312	3649	29,3	180,7	1567	17542	15,0	278,0	649	56944
2027	3,6	16,4	3436	34232	13,1	17,7	9138	27903	4,1	18,0	1640	30764	62,5	515,5	1332	3776	29,4	183,4	1526	18095	15,3	282,9	647	58959
2028	3,8	16,7	3559	35524	13,4	18,0	9282	28875	4,3	18,3	1686	31658	63,8	523,2	1352	3903	29,6	186,2	1486	18648	15,5	287,9	646	60975
2029	3,9	17,0	3682	36816	13,8	18,3	9426	29846	4,5	18,6	1731	32552	65,2	530,8	1371	4029	29,8	189,0	1445	19201	15,8	292,8	644	62990
2030	4,1	17,2	3805	38108	14,1	18,7	9570	30818	4,7	18,8	1777	33445	66,6	538,4	1391	4156	30,0	191,7	1405	19754	16,1	297,7	643	65005

Приложение 5

Исходные и прогнозные показатели развития зернового производства до 2030 г. в сценарии «Технологический рывок» (валовой сбор, урожайность, посевная площадь, среднегодовые цены)

Год	Всего зерновые				Пшеница				Кукуруза				Рожь				Гречиха				Рис				Ячмень			
	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
2000	65,4	15,6	45585	2113	34,5	16,1	23205	2179	1,5	21,2	798	2616	5,4	15,8	3539	1992	0,99	6,9	1576	4509	0,58	34,9	175	н/д	14,0	16,7	9150	1822
2001	85,1	19,4	47176	2138	47,0	20,6	23764	2242	0,8	18,0	664	3269	6,6	18,8	3634	1877	0,57	5,4	1593	3063	0,5	34,9	153	н/д	19,5	20,1	10095	1822
2002	86,5	19,6	47396	1690	50,6	20,7	25657	1751	1,5	28,5	600	2986	7,1	19,0	3811	1264	0,3	5,4	836	3002	0,49	37,7	148	н/д	18,7	19,7	10247	1500
2003	67,0	17,8	42072	2233	34,1	17,1	22158	2423	2,0	32,0	699	2781	4,2	18,6	2346	1349	0,53	8,2	733	5062	0,45	31,5	156	н/д	17,9	19,6	10125	1941
2004	77,8	18,8	43597	3060	45,4	19,8	24003	3242	3,4	40,3	877	3632	2,9	15,4	1890	2509	0,65	7,5	938	5192	0,47	37,7	132	н/д	17,1	18,0	9932	2514
2005	77,8	18,5	43593	2519	47,6	19,3	25343	2508	3,21	38,5	820	2388	3,6	15,7	2338	2346	0,6	7,3	917	4581	0,57	42,0	144	н/д	15,7	18,1	9083	2560
2006	78,2	18,9	43174	3008	44,9	19,5	23591	3060	3,5	36,2	1031	3412	3,0	17,1	1787	2474	0,9	8,1	1164	5352	0,68	43,9	163	н/д	18,0	18,9	9928	2805
2007	81,5	19,8	44265	4549	49,4	21,0	24382	4653	3,8	29,3	1509	5165	3,9	19,2	2103	3586	1,0	8,4	1301	5927	0,7	45,1	162	н/д	15,6	18,7	9618	4398
2008	108,2	23,8	46742	5036	63,8	24,5	26633	5103	6,7	38,6	1812	5758	4,5	21,1	2166	4382	0,9	9,2	1113	6197	0,74	46,0	164	н/д	21,1	24,6	9621	4835
2009	97,1	22,7	47553	4412	61,7	23,2	28698	4260	4,0	35,3	1365	4361	4,3	20,7	2147	3810	0,56	9,0	932	5771	0,9	51,4	183	11658	17,9	23,1	9035	3812
2010	61,0	18,3	43194	4017	41,5	19,1	26613	3867	3,1	30,0	1416	4681	1,6	11,9	1762	3411	0,34	5,9	1080	8153	1,06	52,8	203	11071	8,4	16,8	7214	3395
2011	94,2	22,4	43572	5348	56,2	22,6	25552	5108	7,0	43,4	1716	5917	2,97	19,5	1551	3924	0,8	9,5	907	15676	1,05	50,9	211	9757	16,9	22,0	7881	4986
2012	70,9	18,3	44439	6424	37,7	17,7	24684	6409	8,2	42,4	2058	6751	2,1	15,0	1558	4519	0,8	7,7	1270	10537	0,9	54,9	201	8883	13,95	18,2	8820	5903
2013	92,4	22,0	45826	6824	52,1	22,3	25064	6715	10,7	50,1	2450	6581	3,4	18,9	1832	4912	0,8	9,2	1096	7205	1,04	49,5	190	11944	15,4	19,2	9019	6376

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
2014	103,8	24,1	46220	6616	59,7	25,0	25277	6849	10,0	43,6	2687	5799	3,2	17,7	1875	4691	0,7	9,3	1008	8370	1,1	53,6	197	12770	20,4	22,7	9391	5516
2015	104,8	23,9	46642	8684	61,8	25,1	26833	8768	11,2	49,3	2771	7853	2,0	16,7	1291	5247	0,86	9,5	957	20137	1,08	55,8	202	19651	17,6	21,3	8885	7344
2016	120,7	26,5	47110	8923	73,3	26,8	27704	8837	15,4	54,6	2895	8348	2,54	20,3	1260	6149	1,18	10,6	1204	25870	0,94	53,0	208	16141	18,0	22,1	8338	7741
2017	134,1	29,1	47673	8461	85,8	31,2	27891	8396	12,1	48,7	3027	7899	2,54	21,7	1184	5866	1,5	10,2	1691	17185	0,99	53,1	187	17362	20,6	26,2	8004	7465
2018	133,5	29,5	46959	8894	70,0	27,6	27469	8819	14,7	54,6	3237	8238	1,9	20,2	1138	6136	1,2	10,3	1275	18149	1,7	59,0	215	18390	17,2	25,3	8155	7842
2019	135,6	29,9	47152	9327	72,3	28,3	27688	9242	15,6	56,6	3419	8578	1,9	20,7	1085	6406	1,3	10,5	1297	19114	1,7	60,3	219	19418	17,8	26,2	8052	8219
2020	138,3	30,4	47345	9760	74,6	28,9	27906	9665	16,6	58,6	3600	8918	1,9	21,1	1031	6676	1,3	10,8	1319	20078	1,7	61,7	223	20446	18,5	27,2	7949	8595
2021	137,1	30,2	47538	10192	76,8	29,6	28125	10089	17,5	60,6	3782	9257	1,9	21,6	1020	6946	1,4	11,0	1341	21042	1,8	63,1	227	21475	19,1	28,1	7847	8972
2022	143,1	31,3	47731	10625	79,1	30,3	28344	10512	18,5	62,6	3963	9597	2,2	22,0	1158	7216	1,4	11,2	1363	22007	1,8	64,4	231	22503	19,8	29,1	7744	9349
2023	131,4	29,2	47924	11058	81,4	31,0	28562	10935	19,4	64,7	4145	9937	2,5	22,4	1257	7486	1,5	11,4	1385	22971	1,8	65,8	235	23531	20,5	30,0	7641	9726
2024	130,7	29,1	48117	11491	83,6	31,6	28781	11358	20,4	66,7	4326	10277	2,4	22,9	1184	7756	1,5	11,7	1407	23935	1,9	67,1	239	24560	21,1	31,0	7538	10102
2025	149,5	32,5	48310	11924	85,9	32,3	29000	11781	21,3	68,7	4508	10616	2,6	23,3	1230	8025	1,5	11,9	1430	24900	1,9	68,5	243	25588	21,8	31,9	7435	10479
2026	156,0	33,7	48503	12357	88,2	33,0	29218	12205	22,3	70,7	4690	10956	2,6	23,7	1190	8295	1,6	12,1	1452	25864	1,9	69,9	248	26616	22,5	32,8	7332	10856
2027	151,0	32,8	48696	12790	90,4	33,6	29437	12628	23,2	72,7	4871	11296	2,8	24,2	1249	8565	1,6	12,3	1474	26828	2,0	71,2	252	27644	23,1	33,8	7229	11233
2028	157,0	33,9	48889	13223	92,7	34,3	29656	13051	24,2	74,7	5053	11636	2,9	24,6	1302	8835	1,7	12,5	1496	27793	2,0	72,6	256	28673	23,8	34,7	7126	11609
2029	158,5	34,2	49082	13656	95,0	35,0	29874	13474	25,1	76,7	5234	11975	3,0	25,1	1285	9105	1,7	12,8	1518	28757	2,0	73,9	260	29701	24,5	35,7	7023	11986
2030	161,2	34,7	49275	14089	97,2	35,7	30093	13898	26,0	78,7	5416	12315	2,9	25,5	1195	9375	1,8	13,0	1540	29721	2,1	75,3	264	30729	25,1	36,6	6921	12363

Приложение 6

Исходные и прогнозные показатели производства масличных культур, сахарной свеклы, картофеля и овощей открытого грунта до 2030 г. в сценарии «Технологический рывок» (валовой сбор, урожайность, посевная площадь, среднегодовые цены)

Год	Соя				Подсолнечник				Рапс				Сахарная свекла				Картофель				Овощи открытого грунта			
	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т	млн т	ц/га	тыс. га	цена, руб/т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2000	0,34	10,1	421	н/д	3,9	9	4643	2882	0,15	10,2	232	н/д	14,1	188	805	509	29,5	105	2834	3710	10,3	143	744	6331
2001	0,35	9,4	417	н/д	2,7	7,8	3827	3850	0,11	11,4	135	н/д	14,6	199	773	655	29,5	108	2740	3676	10,6	151	720	6764
2002	0,42	11,7	476	н/д	3,7	9,7	4126	4796	0,12	12	146	н/д	15,7	219	808	747	26,9	103	2646	4648	10,1	148	703	8913
2003	0,39	9,8	584	н/д	4,9	10	5359	4861	0,19	9,9	229	н/д	19,4	227	923	854	29,4	117	2531	5377	11,2	163	713	10441
2004	0,55	10	570	6379	4,8	10,2	4862	6028	0,277	13,1	252	н/д	21,8	277	849	847	27,9	116	2415	4708	10,7	162	673	13593
2005	0,69	10,5	718	6473	6,5	11,9	5568	5672	0,3	14,4	244	н/д	21,3	282	799	965	28,1	124	2277	5234	10,8	170	641	14156
2006	0,81	9,9	845	6084	6,7	11,4	6155	4957	0,5	13,4	512	н/д	30,7	325	996	1165	28,3	133	2129	5568	10,8	173	635	15788
2007	0,65	9,2	777	7328	5,7	11,3	5326	9342	0,6	13	658	н/д	28,8	292	1060	1071	27,2	132	2069	6346	10,9	179	624	16888
2008	0,75	10,5	747	11608	7,4	12,3	6199	9699	0,75	14	680	н/д	28,9	362	819	1163	28,8	138	2104	8203	12,4	196	641	21162
2009	0,94	11,9	875	11151	6,5	11,5	6196	8321	0,7	13,8	688	н/д	24,9	323	819	1242	31,1	143	2193	8310	12,8	199	653	26635
2010	1,2	11,8	1206	11390	5,3	9,6	7153	10605	0,7	12,9	856	н/д	22,2	241	1160	1636	21,1	100	2212	9501	11,56	180	662	22516
2011	1,76	13,8	1229	11561	9,1	12,5	7614	11364	0,96	13,4	893	н/д	47,6	392	1292	1602	32,7	148	2225	10308	14,1	208	698	26546
2012	1,8	12,2	1481	13067	7,5	12,2	6529	12458	1,26	12,4	1190	14111	45	409	1143	1419	29,5	134	2237	7642	13,5	211	681	24508
2013	1,6	12,6	1532	14987	9,8	14,5	7271	12024	1,3	13,3	1326	11862	39,3	442	904	1533	30,2	145	2138	9447	13,5	214	671	31460

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2014	2,3	12,3	2006	16972	8,5	13,1	6907	11534	1,0	14,0	1191	10843	33,5	370,0	919	1877	31,5	150,0	2112	12898	14,2	218,0	684	36306
2015	2,7	13,0	2123	19030	9,3	14,2	7005	20284	0,99	14,6	1021	19212	39,0	388,0	1022	3072	33,6	159,0	2128	13197	14,7	225,0	694	45490
2016	3,16	14,8	2228	23463	11,0	15,1	7598	21886	1,5	14,2	978	22583	51,4	470,0	1108	2919	31,1	153,0	2053	10248	14,7	227,0	692	45234
2017	3,6	14,1	2635	21312	10,5	14,5	7988	18188	1,5	18,6	1005	21000	51,9	442,0	1199	2509	29,6	156,0	1905	12566	14,7	236,0	662	43009
2018	2,8	14,8	2747	22604	10,3	15,0	8179	19160	2,5	17,9	1332	22719	52,2	468,7	1154	2636	31,5	160,2	2219	13119	13,3	240,7	699	40821
2019	3,1	15,3	2946	23896	10,7	15,4	8395	20131	2,8	18,9	1401	23613	54,4	483,9	1174	2763	32,3	163,3	2228	13672	13,7	246,1	704	42837
2020	3,3	15,8	3145	25188	11,1	15,7	8610	21103	3,1	19,9	1470	24507	56,5	499,0	1194	2889	33,0	166,3	2237	14225	14,1	251,5	709	44852
2021	3,5	16,3	3344	26480	11,5	16,0	8826	22074	3,4	20,9	1538	25401	58,6	514,1	1213	3016	33,7	169,4	2245	14778	14,4	256,9	714	46867
2022	3,8	16,8	3544	27772	12,0	16,4	9042	23046	3,7	21,9	1607	26295	60,8	529,3	1233	3143	34,5	172,4	2254	15330	14,8	262,4	719	48883
2023	4,0	17,2	3743	29064	12,4	16,7	9258	24017	4,0	22,8	1676	27189	62,9	544,4	1253	3269	35,2	175,4	2262	15883	15,2	267,8	724	50898
2024	4,3	17,7	3942	30356	12,8	17,1	9473	24989	4,3	23,8	1744	28082	65,0	559,5	1273	3396	35,9	178,5	2271	16436	15,5	273,2	729	52913
2025	4,5	18,2	4142	31648	13,2	17,4	9689	25960	4,6	24,8	1813	28976	67,1	574,7	1292	3523	36,6	181,5	2280	16989	15,9	278,7	734	54929
2026	4,8	18,7	4341	32940	13,6	17,8	9905	26932	4,9	25,8	1882	29870	69,3	589,8	1312	3649	37,4	184,6	2288	17542	16,3	284,1	739	56944
2027	5,0	19,2	4540	34232	14,0	18,1	10121	27903	5,1	26,8	1950	30764	71,4	605,0	1332	3776	38,1	187,6	2297	18095	16,6	289,5	744	58959
2028	5,3	19,6	4740	35524	14,4	18,5	10336	28875	5,4	27,7	2019	31658	73,5	620,1	1352	3903	38,8	190,7	2305	18648	17,0	295,0	749	60975
2029	5,5	20,1	4939	36816	14,8	18,8	10552	29846	5,7	28,7	2088	32552	75,7	635,2	1371	4029	39,6	193,7	2314	19201	17,3	300,4	754	62990
2030	5,8	20,6	5138	38108	15,2	19,2	10768	30818	6,0	29,7	2156	33445	77,8	650,4	1391	4156	40,3	196,7	2323	19754	17,7	305,8	759	65005