

Приоритет:
Новые агротехнологии управления основными звеньями трофической цепи для оптимизации питания населения России

Основной целью современного сельскохозяйственного производства является обеспечение народонаселения России полноценным, доступным по цене питанием. Достижение этой цели требует решения двух взаимосвязанных задач: 1) создание новых агротехнологий производства полноценной, экологически чистой и оздоравливающей сельскохозяйственной продукции растительного и животного происхождения; 2) разработка новых биотехнологий ее хранения, переработки, получение высококачественных пищевых продуктов, а также мониторинга их экологической и генетической безопасности.

Решение первой задачи невозможно без разработки комплексных подходов к созданию современных агротехнологий, обеспечивающих минимизацию экологического риска, поддержание высокого плодородия почв, создание новых видов сельскохозяйственной продукции. Одним из наиболее опасных рисков современности является нестабильность сельскохозяйственного производства, его слабая устойчивость к стрессам, влекущая за собой волатильность цен, особенно опасную на фоне обострения дефицита инвестиций и санкционного прессинга. Противостоять этим неблагоприятным факторам можно только на основе использования современных подходов к управлению биологическими, в первую очередь – генетическими ресурсами, которыми располагает отечественное сельское хозяйство. Современная геномика ясно показала, что используемые в реальной селекционной практике ресурсы сельскохозяйственных растений и животных очень ограничены и требуются специальные меры по их более полному учету и использованию при создании новых сортов растений и пород животных с последующим регулированием экспрессии соответствующих генетических факторов, а значит и развития организма, в зависимости от внешних факторов и возрастающих потребностей населения. Принципиально иной является ситуация с генетическими ресурсами микроорганизмов. Только в последние 5-7 лет стало доступным практически все их разнообразие, оценить резервы которого и использовать для стабилизации сельскохозяйственного производства – значит обеспечить приоритет России, которая располагает самым разнообразным набором почвенных условий в мире – источником новых микроорганизмов. Вовлечение в сельскохозяйственную практику микробиомов растений и животных, метагеномов почв – это один из наиболее рациональных путей получения здорового и доступного питания. Решения, обеспечивающие достижение этой цели, в основном, получены в фундаментальном плане, требуется их развитие и освоение в условиях российского АПК.

Решение второй задачи основано на том, что питание является одним из важнейших факторов, опосредующих связь человека с окружающей средой. Оптимальное (здоровое) питание создает условия для нормального физиче-

ского и умственного развития, способствует профилактике заболеваний и оказывает значимое влияние на потенциал устойчивости организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды физической, химической и биологической природы. Именно несбалансированное питание является ключевой составляющей причин наиболее распространенных неинфекционных заболеваний, тогда как оптимальное питание, соответствующее физиологическим потребностям организма в пищевых веществах и энергии, способно обеспечить их первичную профилактику. Важной ролью продуктов здорового питания следует считать сокращение доли медикаментозного воздействия за счет увеличения ассортимента пищевых продуктов с направленным биокорректирующим действием, основанного на использовании биоразнообразия растений, животных и биоты водных ресурсов как источников основных пищевых и незаменимых биологически активных веществ, а также минорных компонентов пищи. Стремительно развивающаяся сейчас нутригеномика предполагает, что продукты питания должны отвечать особенностям уникального генотипа каждого из нас, что должно обеспечиваться разнообразием продуктов – цель, которая впервые встает перед производителями. Современные производства пищевых продуктов базируются на фундаментальных исследованиях по управлению отдельными звеньями трофической цепи, обеспечивающими в совокупности формирование заданных составов и свойств. Эффективность этого процесса управления связана с использованием инновационных технологий, обеспечивающих достижение заданных параметров при минимальных побочных эффектах техногенного характера.

В связи с увеличением в современных условиях техногенной нагрузки на окружающую среду, интенсификацией пищевых производств, созданием комбинированных, многокомпонентных пищевых продуктов, важное значение приобретает изучение факторов неблагоприятного воздействия на организм человека результатов его техногенной деятельности, риска формирования веществ, обладающих токсическими, мутагенными, тератогенными и другими аналогичными свойствами, а также поиск путей и способов элиминирования этих последствий за счет устойчивого развития сельского хозяйства, основанного на мобилизации генетических резервов микробно-растительных систем для агропромышленного комплекса, использования современных методов био- и нанотехнологий, поиска новых решений в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья, развития нетрадиционных методов в агротехнологиях.

Представляется целесообразным выделить следующие задачи и проблемы:

- 1. Изучение и разработка новых подходов к оценке и мобилизации генетических ресурсов растений, животных, водной и почвенной биоты с целью обеспечения разнообразия и безопасности пищевых продуктов**

Крайне ограниченные генетические ресурсы растений и животных, характерные для современного состояния агропромышленного комплекса России, рассматриваются во всем мире как угроза национальной и глобальной продовольственной безопасности. Расширение генетической базы растений в РФ возможно с помощью систематизации и модернизации национальных коллекций генетических ресурсов растений с использованием современных биотехнологических методов, позволяющих быстро оценить все разнообразие ценных генов, имеющихся в коллекциях и вовлечь коллекционный материал дикорастущих видов в селекцию в качестве источника новых аллелей и генов, определяющих лабильность генотипов и устойчивость к заболеваниям, а также к неблагоприятным факторам внешней среды. Поскольку эволюционно растения используют для этого возможности микробиома, то необходимо развитие коплементарной селекции растения и микробов для создания эффективных микробно-растительных систем. Основную роль в современной селекции должны сыграть регуляторные гены, позволяющие влиять на рост и развитие растений для получения новых видов продукции, в том числе принципиально новыми, например с лекарственными и иммунокорректирующими свойствами. Внедрение методов геномной и маркер-опосредованной селекции в растениеводство позволит создавать в укороченные сроки новые сорта сельскохозяйственных растений (в том числе обладающие потребительскими свойствами, которых невозможно достичь с использованием методов традиционной селекции). Это особенно важно для культур, селекция которых занимает десятилетия (в первую очередь плодовых растений), а с применением геномных технологий займет годы. Внедрение методов маркерного семеноводства позволит в кратчайшие сроки обеспечить страну генетически чистым семенным материалом, возродить систему семеноводства на новом уровне. Принципиально новый, фактически неисчерпаемый функциональный ресурс почвенного метабенома может и должен быть мобилизован в целях повышения продуктивности растениеводства. Это касается как питания растений, их защиты от патогенов, так и вопросов, связанных с воспроизведением почвенного плодородия.

В области животноводства актуальными задачами являются систематизация видов, в том числе с привлечением молекулярно-генетических методов анализа, разработка подходов по криоконсервации генетического материала вымирающих видов и подходов по их восстановлению. Внедрение методов геномной селекции в животноводство Российской Федерации - это шанс (по сути, единственный выход) оценить реальный потенциал отечественного генофонда животных и на его базе создать конкурентоспособные стада в кратчайшие сроки. Геномная селекция имеет высокий инновационный потенциал, однако внедрение данного метода в России требует разработки собственных или использования международных систем оценки племенной и генофондной ценности животных.

Резервом повышения эффективности животноводства является перенос на животных методов исследования метагенома микрофлоры, применяемых на человеке как для оценки и оптимизации его состава так и для создания и применения новых пребиотиков и пробиотиков.

Остро стоит проблема систематизации водных ресурсов России. Несмотря на большой интерес к объектам морской биоты, как в аспекте изучения фундаментальных проблем эволюции живого мира, так и в качестве уникального источника пищи, работы в последние годы в этом направлении, особенно с привлечением современных молекулярных методов, ведутся ограниченно. Важным аспектом проблематики является также изучение воспроизводства и миграции промысловых рыб. Поскольку основная часть водных биологических ресурсов происходит от диких или недавно одомашненных для целей аквакультуры стад/популяций, необходимым условием повышения эффективности рыбоводства является задача фундаментальной генетики, состоящая в разработке надежных методов идентификации водных объектов. Параллельно будет решаться задача по выявлению генов и геномных регионов, отвечающих за адаптацию к тем или иным параметрам среды, что позволит эффективно использовать все имеющееся генетическое разнообразие природных популяций для успешного разведения и акклиматизации в заданных климатических и гидрологических условиях.

Первоочередного решения требуют следующие проблемы:

- Создание новых подходов к оценке и рациональному использованию генетических ресурсов культурных растений на основе синтениис привлечением генетического потенциала дикорастущих видов растений, дальнейшее развитие техники секвенирования геномов.
- Разработка и внедрение методов геномной селекции для ускоренного создания сортов растений и обеспечения потребностей народонаселения России в высококачественном питании.
- Создание способов вовлечения в селекцию регуляторных факторов (выявление основных генов, изучение их структуры и функции) в том числе хостинга, с целью пространственной и временной локализации экспрессии генов-мишеней, определяющих развитие растений для регуляции продуктивности и качества продукции.
- Изучение и расширение генетического разнообразия пород животных, в т.ч. с технологически полезными признаками, с привлечением методов молекулярного генотипирования и технологий геномной селекции и генетического конструирования.
- Разработка на основе молекулярно-генетических инструментов идентификации, основных единиц природных запасов водных ресурсов широкомасштабного скрининга, установление со 100%-ной вероятностью происхождения особи, линии, популяции и готовой рыбной продукции.

- Мобилизация функционального ресурса почвенного метагенома в целях повышения продуктивности растениеводства. Поиск новых генетических резервов почвенного микробиома, способных обеспечить питание растений, их защиту от патогенов, а также воспроизведение почвенного плодородия.

2. Мобилизация генетических резервов микробно-растительных систем для АПК России

Описание:

Последние годы характеризуются высоким интересом к исследованиям микробных сообществ почв, почвенного микробиома. Подобно микробиому человека, почвенный микробиом представляет собой комплексную систему, взаимодействующую с растениями и во многом определяющую стратегию их развития. Важной особенностью почвенного микробиома является его исключительно высокое таксономическое и функциональное разнообразие, по большей части относящееся к некультивируемым и мало изученным микроорганизмам. Генетическое разнообразие почвенных микробиомов может служить богатым источником функциональных решений для целого ряда практических задач в сельском хозяйстве, включая защиту растений, преодоление экологических стрессов, разработку ферментов с новыми характеристиками. К числу других малоисследованных, но весьма перспективных особенностей почвенного микробиома относятся его высокая адаптивность и экологическая пластичность, обуславливающие возможность его использования в качестве универсального агроэкологического индикатора. Объединение новых знаний по разнообразию микробиомов с традиционными технологиями генанализа симбиотических систем способно создать качественно новую ступень познания межорганизменных взаимодействий и открыть перспективы использования принципов синтетической биологии для создания новых технологий производства сельскохозяйственной продукции за счет генетических резервов агрофитоценоза. В этих условиях такая фундаментальная характеристика почвы, как плодородие, может получить ясную и универсальную меру, что открывает пути к преодолению системных кризисов сельскохозяйственного производства и придания ему устойчивого развития и определяет эффективность практически направленных решений.

Первоочередного решения требуют следующие проблемы:

- Оценка и разработка путей практического использования генетических резервов взаимодействия растений и микроорганизмов в агроценозах.
- Поиск механизмов адекватной изменчивости микроорганизмов в растительно-микробных системах.
- Изучение процесса самоорганизации растительной клетки, связанной с образованием временных клеточных органелл микробного происхождения.
- Изучение интегрирующей роли микроорганизмов в формировании агроэкологического сообщества.
- Изучение механизмов регуляции роста и развития растений за счет взаимодействия с другими организмами.

- Создание новых штаммов микроорганизмов, как основы для производства современных биопрепаратов для оптимизации питания растений, стимуляции их роста и развития, защиты от фитопатогенов путем включения выделенных штаммов в состав микробно-растительных систем.

3. Зеленая химия в агротехнологиях

В традиционном представлении термина инструмент зеленой химии направлен на *минимизацию* химических рисков, неизбежно возникающих при использовании агрессивных сред, и связан с поиском новых путей синтеза, использованием возобновляемых исходных реагентов, заменой традиционных органических растворителей. В приложении к сельскому хозяйству и агропищевым технологиям использование этого инструмента должно обеспечить на всех этапах технологического процесса, определяющего формирование и функционирование трофической цепи, ограничение применения реагентов, приемов и методов, оказывающих негативное влияние на окружающую среду. В значительной степени остаются недоступными генетические ресурсы метабенома почв, в котором гарантированно содержатся ценные для сельскохозяйственного использования ранее неизвестные микроорганизмы и характеристики которого позволяют надежно судить о тенденции развития почвенного плодородия, «здоровья» почвы и т.д. Важным аспектом представляется разработка принципов и приемов гуманного обращения с животными и птицей. Оптимизация использования традиционной химии в современных агротехнологиях становится возможной с появлением новых решений, связанных с повышением плодородия почв, защитой растений и животных, восстановлением механизмов саморегуляции в экосистеме, повышением урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства и птицеводства, разработкой принципиально новых технологий и оборудования, обеспечивающих глубокую, комплексную, энерго- и ресурсосберегающую переработку сельскохозяйственного сырья для создания экологически безопасного производства социально значимых пищевых и кормовых продуктов с различными функциональными свойствами.

Первоочередного решения требуют следующие проблемы:

- Новые подходы к борьбе с заболеваниями сельскохозяйственных растений и животных на основе природных факторов регуляции численности патогенов и использование методов формирования микробиома, обеспечивающего гомеостаз организма в широких пределах.
- Поиск новых приемов повышения эффективности использования удобрений, оптимизации круговорота питательных веществ, сохранения и накопления гумуса, способствующих обеспечению урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства.
- Поиск новых эффективных способов прижизненного формирования заданных качественных и функциональных характеристик сельскохозяйственного сырья растительного и животного происхождения, гуманного обращения с

сельскохозяйственными животными и птицей, производства органической продукции.

- Разработка способов оценки природного разнообразия метагенома почв России, его описания и использование для выделения полезных форм микроорганизмов, комплексной оценки состояния плодородия и предсказания будущих стрессов для их предотвращения.
- Электрофизические методы как инструмент зеленой химии в агропищевых технологиях для создания экологически безопасных производств.
- Биопрепараты для повышения эффективности сельскохозяйственного производства (кормовые добавки, биоудобрения, стимуляторы роста, биопестициды и т.п.), технологичные в производстве и применении, конкурентоспособные на мировом рынке.

4. Новые решения в технологиях хранения и переработки сельскохозяйственного сырья

Низкая внесезонная обеспеченность внутреннего рынка отечественной сельскохозяйственной продукцией обусловлена недостаточным уровнем традиционных технологий ее хранения и переработки. Повышение эффективности таких технологий связано с использованием новых подходов и методов воздействия на объекты растительного и животного происхождения, направленного изменения условий их хранения. Создание перспективных способов продления сроков годности и снижения потерь продукции, представляющей собой живые биологические объекты, связано с прецизионными технологиями, обеспечивающими заданные технологические параметры с учетом специфики исследуемого объекта.

С этой целью весьма плодотворным представляется использование современных метагеномных технологий как для мониторинга динамики микробных сообществ, ответственных за повреждение продукции, так и для поиска и испытаний их естественных антагонистов, а также новых микробных препаратов, созданных на их основе. Важным аспектом обеспечения повышения сохранности продукции является создание на поверхности плодов и овощей популяций бактерий, способных эффективно подавлять развитие фитопатогенов, что требует проведения комплексных исследований о области микробиотики и метагеномики сельскохозяйственного сырья.

Первоочередного решения требуют следующие проблемы:

- Изучение механизмов метаболических превращений в растительном и животном сырье, обеспечивающих их устойчивость к окислению; поиск новых эффективных способов длительного сохранения свежести сельскохозяйственного сырья и пищевой продукции.
- Электрофизические методы как инструмент повышения эффективности технологий хранения и переработки продовольственного сырья.
- Технологии дистанционного мониторинга и контроля физиологического состояния и управления метаболизмом живой биологической продукции.

- Разработка методов мониторинга и регулирования микробиома поверхности плодов и овощей, их запасающих и зародышевых тканей в процессе хранения с целью подавления путем биоконтроля фитопатогенов и повышения выхода товарной продукции.
- Поиск и идентификация биомаркеров для оценки и направленного воздействия на растительную или животную клетку для сохранности пищевого продукта на всех этапах его жизненного цикла; биоинформатика.

5. Биотехнологии производства пищевых продуктов на основе улучшенного сельскохозяйственного сырья нового поколения

Обеспечение продовольственной безопасности страны невозможно без интенсификации сельскохозяйственного производства (повышения урожайности, увеличения продуктивности птицеводства и животноводства и т.п.), что может быть достигнуто, в т.ч. путем использования биотехнологических методов, подходов и продуктов. Фундаментальные и поисковые исследования в этой области связаны с разработкой и оптимизацией биотехнологических методов глубокой переработки пищевого сырья для извлечения из него биологически активных соединений, направленной модификации состава и структуры сырья для оптимизации его функциональных свойств и биологической ценности, повышения биодоступности биологически активных соединений в составе пищевых продуктов нового поколения. Вторым направлением исследований является поиск новых способов иммобилизации, микрокапсулирования, разработка систем адресной доставки биологически активных веществ, исследования и разработки в области пищевой комбинаторики, предусматривающей включение факторов повышения метаболической адекватности продуктов и специфической и неспецифической резистентности организма человека к неблагоприятным факторам окружающей среды на основе его генетического паспорта (нутриогеномика). Наконец, изучения и освоения требует совершенно новый ресурс, исследования которого только начинаются – почвенный метагеном, содержащий фактически неисчерпаемый функциональный резерв для решения большого количества задач. Весьма важно то, что именно функциональные детерминанты почвенного метагенома отвечают за традиционные аспекты продуктивности, такие как питание растений, их защита от патогенов, устойчивость к стрессам. очевидно, что ответы на многие современные экологические вызовы также могут быть найдены в почвенном метагеноме.

Первоочередного решения требуют следующие проблемы:

- Новые способы получения функциональных пищевых ингредиентов и продуктов. Биоинженерия пищевого сырья, характеризующегося повышенной пищевой и биологической ценностью, отсутствием антиалиментарных факторов и аллергенов.

- Исследования по моделированию пищевых продуктов, включающих факторы повышения их метаболической адекватности, специфические и неспецифические биокорректоры (пищевая комбинаторика).
- Новые способы ускоренного создания пищевых продуктов на основе сортов растений и пород животных, полученных с использованием методов биотехнологии и классической селекции.
- Биотехнологии переработки отходов пищевой промышленности, безотходные биотехнологии переработки возобновляемого сырья.
- Биотехнологические процессы переработки сельскохозяйственного сырья и получения новых видов продуктов повышенной пищевой и биологической ценности с использованием высокоактивных рекомбинантных и мутантных штаммов и консорциумов микроорганизмов - продуцентов ферментов, незаменимых аминокислот, витаминов и других биологически активных веществ.

6. Разработка и совершенствование системы оценки рисков, методов получения и обнаружения трансгенных организмов, их идентификации и количественного определения компонентов ГМО и контаминантов пищи

Внедрение современных способов повышения эффективности сельского хозяйства, продуктивности сельскохозяйственных культур и животных, а также интенсификации пищевых производств сопровождается появлением новых видов рисков, связанных с безопасностью и качеством продовольственного сырья и пищевой продукции, в том числе полученной с использованием био- и нанотехнологий, а также современных геномных, протеомных и метаболомных методов. В связи с этим возникает необходимость в проведении фундаментальных исследований в области разработки и совершенствования системы оценки рисков, методов обнаружения, идентификации и количественного определения как потенциально опасных, так и биологически активных веществ в пищевой продукции с целью обеспечения безопасности и повышения ее качества. Отсутствие в РФ законодательного требования проведения анализа рисков на всех этапах жизненного цикла продукции, как это имеет место в мире (например, Основной пищевой закон – General Food Law, Reg (EC) 178/2002), в первую очередь, объясняется отсутствием научных проработок в этой области. Анализ и управление рисками – биологическими (например, ГМО, прионы), микробиологическими (пищевые патогены), химическими, экологическими, предусматривает исследования на опережающее выявление потенциальных опасностей для жизни и здоровья человека через животное, растение или продукт питания. Важной составляющей риска являются пищевые аллергены. Актуальной является оценка рисков и рациональное использование современных методов генетической инженерии, без использования которой невозможно решение целого ряда актуальных задач. В россий-

ской науке, в связи с негативным отношением общества к ГМО, явно не достаточно развита база подобных исследований. Следует учесть, что появились новые методы, снимающие основное возражение противников ГМО – неопределенность встраивания добавляемого генетического материала, а также его вовлечения в природные эволюционные процессы. Новый подход, позволяет исследователям манипулировать практически любым геном у разных организмов: технология редактирования генома на основе изменения геномной ДНК с помощью фрагментов некодирующей РНК. Целесообразным представляется оценка возможного негативного влияния на здоровье человека пищевого компонента в дозе и/или в сочетании с другими пищевыми компонентами.

Первоочередного решения требуют следующие проблемы:

- Изучение молекулярных механизмов действия новых загрязнителей пищевой продукции для обоснования уровней воздействия и регламентов их содержания; влияния уровня внесения и сочетанности известных компонентов, совершенствование системы мониторинга.
- Создание высокочувствительных, селективных и прецизионных методов обнаружения, идентификации и количественного определения широкого круга загрязнителей пищевой продукции.
- Разработка системы оценки безопасности пищевой продукции, в том числе полученной с использованием био- и нанотехнологий, а также современных геномных, протеомных и метаболомных методов, с использованием ГМО растительного (второго и третьего поколения), животного и микробиологического происхождения, наноматериалов и нанотехнологий: развитие методической базы (регламентирование подходов к оценке безопасности, разработка новых методов исследования и новых экспериментальных моделей, поиск информативных биомаркеров) и системы мониторинга (разработка алгоритмов и методов идентификации и количественного определения новых видов ГМО, в том числе генетически модифицированных микроорганизмов, и наноматериалов в пищевой продукции).
- Разработать подходы к созданию новых трансгенных сортов растений и пород животных на основе метода редактирования ДНК для получения продукции с требуемыми свойствами.
- Изучить основные группы пищевых аллергенов, определить их предельно-допустимые содержания в пищевом продукте, разработать методологию их выявления, контроля и элиминирования.