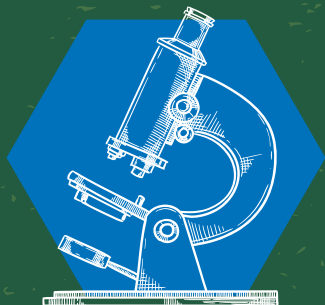


IAEA BULLETIN

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Флагманская публикация МАГАТЭ | Сентябрь 2024 года | www.iaea.org/ru/bulletin



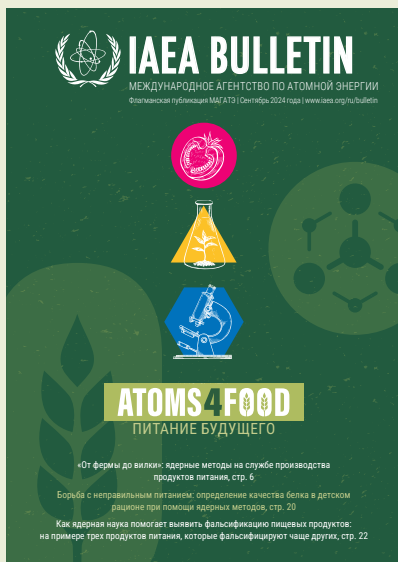
ATOMS4FOOD

ПИТАНИЕ БУДУЩЕГО

«От фермы до вилки»: ядерные методы на службе производства продуктов питания, стр. 6

Борьба с неправильным питанием: определение качества белка в детском рационе при помощи ядерных методов, стр. 20

Как ядерная наука помогает выявить фальсификацию пищевых продуктов: на примере трех продуктов питания, которые фальсифицируют чаще других, стр. 22



БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ

издается

Бюро общественной информации
и коммуникации (ОРИС)
Международное агентство по атомной
энергии
Венский международный центр
а/я 100, 1400 Вена, Австрия
Тел.: (43-1) 2600-0
iaebulletin@iaea.org

Редактор: Кирсти Грегори Хансен

Ответственный редактор: Патрисия Пум

Дизайн и верстка: Риту Кенн

БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ доступен в интернете

по адресу:

www.iaea.org/ru/bulletin

Выдержки из материалов МАГАТЭ, содержащихся в Бюллетене МАГАТЭ, могут свободно использоваться при условии указания на их источник. Если указано, что автор материалов не является сотрудником МАГАТЭ, то разрешение на повторную публикацию материала с иной целью, чем простое ознакомление, следует испрашивать у автора или предоставившей данный материал организации.

Мнения, которые выражены в любой подписанной статье, опубликованной в Бюллетене МАГАТЭ, необязательно отражают точку зрения Международного агентства по атомной энергии, и МАГАТЭ не несет за них никакой ответственности.

Обложка: МАГАТЭ

Следите новостями МАГАТЭ на сайтах:



Атом для мира
и развития

Миссия Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) состоит в том, чтобы содействовать предотвращению распространения ядерного оружия и помогать всем странам — особенно развивающимся — в налаживании мирного, безопасного и надежного использования ядерной науки и технологий.

Созданная в 1957 году как автономная организация под эгидой Организации Объединенных Наций, МАГАТЭ — единственная организация системы ООН, обладающая экспертным потенциалом в сфере ядерных технологий. Уникальные специализированные лаборатории МАГАТЭ способствуют передаче государствам — членам МАГАТЭ знаний и экспертного опыта в таких областях, как здоровье человека, продовольствие, водные ресурсы, экономика и окружающая среда.

МАГАТЭ также служит глобальной платформой для укрепления физической ядерной безопасности. МАГАТЭ выпускает Серию изданий по физической ядерной безопасности, в которой выходят одобренные на международном уровне руководящие материалы по физической ядерной безопасности. МАГАТЭ также ставит своей задачей содействие минимизации риска того, что ядерные и другие радиоактивные материалы попадут в руки террористов и преступников и что ядерные установки окажутся объектом злоумышленных действий.

В нормах безопасности МАГАТЭ изложены фундаментальные принципы, требования и рекомендации, касающиеся обеспечения ядерной безопасности, и они отражают международный консенсус в отношении того, что можно считать высоким уровнем безопасности для защиты людей и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения. Нормы безопасности МАГАТЭ разрабатывались для всех типов ядерных установок и деятельности, преследующих мирные цели, а также для защитных мер, необходимых для снижения существующих рисков облучения.

Кроме того, при помощи своей системы инспекций МАГАТЭ проверяет соблюдение государствами-членами их обязательств, касающихся использования ядерного материала и установок исключительно в мирных целях, в соответствии с Договором о нераспространении ядерного оружия и другими соглашениями о нераспространении.

Работа МАГАТЭ многогранна, и в ней участвует широкий круг партнеров на национальном, региональном и международном уровнях. Программы и бюджет МАГАТЭ формируются на основе решений его директивных органов — Совета управляющих, насчитывающего 35 членов, и Генеральной конференции всех государств-членов.

Центральные учреждения МАГАТЭ находятся в Венском международном центре в Вене, Австрия. Полевые бюро и бюро по связи расположены в Женеве, Нью-Йорке, Токио и Торонто. В Вене, Зайберсдорфе и Монако работают научные лаборатории МАГАТЭ. Кроме того, МАГАТЭ оказывает содействие и предоставляет финансирование Международному центру теоретической физики им. Абдуса Салама в Триесте, Италия.

Борьба с голодом при помощи ядерной науки

Рафаэль Мариано Гросси, Генеральный директор МАГАТЭ

Нам необходимо производить больше продовольствия и делать это более эффективно. Продукты питания должны стать более питательными, культуры — более безопасными для здоровья, а также более адаптированными к экстремальным погодным условиям и менее плодородным почвам.

Миллионы страдают от голода во всех частях мира. Количество людей, сталкивающихся с проблемой отсутствия продовольственной безопасности, увеличилось более чем в два раза с 2020 года. Экстремальные климатические условия могут привести к увеличению числа неурожаев, что еще больше затруднит удовлетворение растущего мирового спроса.

У нас есть инструменты, чтобы переломить ситуацию. Один из них — ядерная наука, с помощью которой мы можем выращивать более здоровые, полезные, безопасные и питательные культуры.

МАГАТЭ и Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО) по линии Совместного центра ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в области продовольствия и сельского хозяйства разрабатывают соответствующие методики и помогают освоить их тем, кто больше всего в них нуждается.

Наша инициатива Atoms4Food основана на знаниях, которые накапливались в ходе десятилетий нашей работы по оказанию странам помощи в области рационального использования почв, сельскохозяйственных культур, береговых зон для обеспечения продовольствием растущего населения.

Реализация инициативы была начата в 2023 году с целью оказать странам помощь в деле повышения продовольственной безопасности и борьбы с голодом. В рамках Atoms4Food государствам предлагаются индивидуальные решения, связанные с производительностью сельского хозяйства, сокращением потерь продовольствия, обеспечением продовольственной безопасности, улучшением качества питания и адаптацией к изменению климата.

В основе Atoms4Food лежит ядерная наука. Благодаря ей удастся достичь той степени точности, стабильности и предсказуемости, которую редко приходится наблюдать в мире производства продуктов питания, где ожидаемый результат зависит от большого количества непрогнозируемых факторов — в частности, качества семян и почвы, а также погодных условий.

При помощи облучения удастся вызывать у растений естественные мутации и таким образом получать новые сорта, адаптированные к неравномерному выпадению осадков, засолению почв или

более инвазивным видам насекомых. Чтобы помочь нашим ученым на Земле узнать больше о процессе мутаций, МАГАТЭ и ФАО даже отправили семена растений в космос.

Для определения наиболее эффективных способов выращивания фермерами определенных культур используется изотопная гидрология, при помощи которой можно отслеживать движение воды и удобрений через почву к растению. К ядерным методам, в частности тестам полимеразной цепной реакции, прибегают для мониторинга болезней животных, благодаря чему можно выявлять вспышки заболеваний на самых ранних этапах. Облучение применяется для уничтожения насекомых-вредителей, например плодовой мухи, без использования химикатов. Такие технологии, как разбавление дейтериевой метки, способствуют укреплению здоровья человека, позволяя оценить качество рациона, а при помощи радиоиндикаторов можно выяснить, подвергалось ли продовольствие загрязнению.

Как следует из статей настоящего Бюллетеня, многие страны по всему миру уже применяют эти инновационные подходы, а многие другие хотели бы к ним присоединиться. Государства отправляют своих ученых на подготовку в МАГАТЭ, и здесь они получают новые знания и навыки, необходимые для применения этих методик на местах, чтобы затем обучить им фермеров и других производителей продуктов питания.

Таким образом, чтобы освоить эти точные методы, фермерам не нужно получать диплом физика. МАГАТЭ и ФАО, а также наши партнеры по всему миру на национальном уровне имеют опыт в проведении этих инновационных технологий по всем этапам — из лаборатории на поля и далее на обеденный стол.

Благодаря инновационным технологиям ядерной науки, изменившим сектор производства продуктов питания в этих странах, вот уже многие годы перед школой и сном дети в Кении, Перу, Бангладеш и десятках других государств получают на завтрак и ужин более питательную пищу.

Вместе, при помощи Atoms4Food, мы можем и дальше внедрять подобные инновации, предоставляя политикам, ученым и производителям продуктов питания по всему миру лучшие инструменты, которые в состоянии предложить им наука, чтобы удовлетворить одну из самых базовых потребностей человека: ежедневное, полезное, безопасное для здоровья питание каждый день.



«Наша инициатива Atoms4Food основана на знаниях, которые накапливались в ходе десятилетий нашей работы по оказанию странам помощи в области рационального использования почв, сельскохозяйственных культур, береговых зон для обеспечения продовольствием растущего населения.»

— Рафаэль Мариано Гросси



1 Борьба с голодом при помощи ядерной науки



4 Современные решения насущных проблем: как атомы помогают уменьшить масштабы голода и нищеты



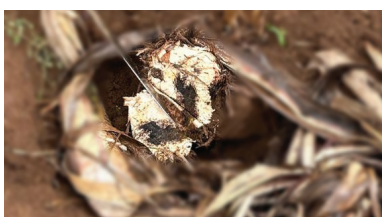
6 «От фермы до вилки»: ядерные методы на службе производства продуктов питания



10 Вопреки экстремальным климатическим условиям Бангладеш собирает обильные урожаи, чтобы прокормить растущее население



12 Как климатически оптимизированные методы ведения сельского хозяйства могут помочь в смягчении последствий изменения климата?



14 Успех полевых испытаний МАГАТЭ: многообещающий прорыв в борьбе с фузариозным увяданием бананов



16 Развитие производства фасоли золотистой и нута в Пакистане при помощи ядерных методов



18 «Семена в космосе»: объявлен победитель конкурса рисунков



20 Борьба с неправильным питанием: определение качества белка в детском рационе при помощи ядерных методов



22 Как ядерная наука помогает выявить фальсификацию пищевых продуктов: на примере трех продуктов питания, которые фальсифицируют чаще других



24 Безопасность пищевых продуктов стимулирует рост экспорта из Коста-Рики



26 Благодаря климатически оптимизированному сельскому хозяйству больше людей в Кении обеспечены пищей



28 Повышение безопасности пищевых продуктов, производительности и устойчивости сельского хозяйства во Вьетнаме при помощи ядерной науки



30 Применение ядерных методов в целях обеспечения безопасности «водных» продуктов питания



32 Борьба с личинкой американской мясной мухи в Латинской Америке с использованием метода стерильных насекомых

СЕГОДНЯ В МАГАТЭ

34 Новости

36 Публикации

Современные решения насущных проблем:

как атомы помогают уменьшить масштабы голода и нищеты

Цюй Дунъюй, Генеральный директор ФАО

Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО) и МАГАТЭ на протяжении 60 лет успешно сотрудничают по вопросам разработки и применения ядерных технологий в области продовольствия и сельского хозяйства. Atoms4Food — это новая совместная инициатива, которая расширяет границы этих передовых исследований и разработок, направленных на борьбу с голодом и бедностью...



ЦЮЙ ДУНЬЮЙ
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР, ФАО

Агропродовольственные системы должны быть способны прокормить растущее население невзирая на сохраняющиеся глобальные факторы давления, такие как деградация окружающей среды, утрата биоразнообразия, загрязнение и климатический кризис — причем все из них обусловлены этими же системами, — и учитывая также социально-экономические факторы, в том числе потребности в питании, хроническую нищету и конфликты. В 2023 году

голодали от 713 до 755 миллионов человек. Еще миллиарды не могли позволить себе здоровое питание.

Чтобы справиться с многогранными проблемами современности, МАГАТЭ и ФАО реализуют далеко идущие планы и наращивают масштабы своего партнерства, помогая странам внедрять ядерные, изотопные и смежные методы и стремясь подвести под агропродовольственные системы более эффективную, инклюзивную, устойчивую и рациональную основу. С помощью этих инновационных подходов можно повысить продуктивность сельского хозяйства и животноводства и оптимизировать использование природных ресурсов, сократить потери продовольствия и объемы отходов, обеспечить продовольственную безопасность и безопасность пищевых продуктов, улучшить питание и помочь уязвимым сообществам сельскохозяйственных товаропроизводителей адаптироваться к последствиям климатического кризиса.

Более широкое внедрение новых методов

С момента создания в 1964 году Совместного центра ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в области продовольствия и сельского хозяйства масштабы применения ядерных методов в сельском хозяйстве значительно возросли, и они по-прежнему приносят пользу во всем мире.

Производство сельскохозяйственных культур увеличивается благодаря использованию изотопных методов, которые позволяют оптимизировать потребление растениями воды и питательных веществ, а также радиационных методов для получения сортов сельскохозяйственных культур с большей урожайностью, повышенной устойчивостью к неблагоприятным условиям и улучшенным качеством. Благодаря мутационной селекции выращиваются миллионы гектаров сельскохозяйственных культур, принося фермерам миллиарды долларов в год и в то же время способствуя защите почв и окружающей среды.

Борьба с вредителями ведется путем выпуска стерилизованных насекомых для сдерживания и регулирования популяции вредителей — подход, который оправдал себя в борьбе с плодовой мухой, молью, мухой цеце и личинкой мясной мухи. От Южной Америки до Ближнего Востока сформированы районы, свободные от плодовой мухи или с низким уровнем распространенности этого вредителя. Это позволяет экономить сотни миллионов долларов за счет сокращения производственных потерь, а также получать более качественные продукты питания, увеличивать экспорт, создавать рабочие места и повышать доходы.

Важную роль в защите окружающей среды играют изотопные методы, применение которых позволяет минимизировать масштабы деградации земель и загрязнения воды, а также повысить плодородие почв. С помощью этих методов определяются критические факторы, такие как оптимальный порядок внесения удобрений и правильный момент времени для их использования. Экономическая выгода от экономии удобрений составляет не менее 6 миллиардов долларов США в год.

В рамках инициативы Atoms4Food была предложена комплексная стратегия, которая предусматривает страновые оценки и тщательно проработанный план действий и призвана помочь странам на пути к лучшему будущему с учетом четырех обозначенных ФАО направлений:

улучшение производства • улучшение качества питания •
улучшение состояния окружающей среды • улучшение качества жизни





Этот список можно продолжить: от улучшения показателей здоровья и продуктивности животных с помощью облученных вакцин и молекулярных методов, позволяющих быстро выявлять патогены, до повышения безопасности пищевых продуктов с помощью облучательных методов для уничтожения бактерий, насекомых и других организмов — все эти инновации оборачиваются социально-экономическими и экологическими выгодами для всех — людей, животных, растений и экосистемы в целом.

Ускорение перемен

Партнерство ФАО/МАГАТЭ сыграло важную роль в стимулировании финансирования и осуществлении различных инициатив. Это уникальное партнерство в области исследований и разработок — которые опираются на проверенные научные решения — оказывает положительное влияние на трансформацию агропродовольственных систем. Вместе с тем, чтобы реагировать на многогранные и накладывающиеся друг на друга проблемы сегодняшнего дня, необходимо ускорять динамику совместной деятельности. Именно поэтому в октябре 2023 года ФАО и МАГАТЭ дали старт инициативе Atoms4Food. Эта инициатива ставит своей целью предложить странам принципиально новые решения, отвечающие их особым потребностям, и сделать более доступными для них научные данные и потенциал для обоснования процессов принятия решений, развития исследований и разработок, расширения практики применения и стандартизации, совершенствования технических и управленческих компетенций и укрепления обмена знаниями и сотрудничества.

В основе этого партнерства лежат такие принципы, как равный доступ к инновациям для мелких фермеров и других недопредставленных групп, гендерное равенство, ответственность стран, согласованность с подходом «Единое здоровье», а также обмен информацией о рисках и преимуществах новых технологий. Инновации получают дальнейшее распространение только после того, как подтверждена привносимая ими ценность и доказана польза от применения ядерных методов, которые должны иметь значительный потенциал применения в региональных или глобальных масштабах.

В рамках этой инициативы была предложена комплексная стратегия, которая предусматривает страновые оценки и тщательно проработанный план действий и призвана помочь странам на пути к лучшему будущему с учетом четырех обозначенных ФАО направлений: улучшение производства, улучшение качества питания, улучшение состояния окружающей среды и улучшение качества жизни, исходя из принципа «никто не должен остаться без внимания».

FAO & IAEA

ATOMS4FOOD

GROWING FOOD SECURITY

Деятельность в рамках Atoms4Food опирается на совместный опыт МАГАТЭ и Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО), накопленный за почти 60 лет оказания помощи странам в использовании решений на основе ядерных и изотопных технологий. Совместный центр ФАО/МАГАТЭ развивает и поддерживает безопасное и надлежащее использование ядерных и смежных технологий в области продовольствия и сельского хозяйства и предоставляет следующие услуги.

- 1 Миссия по оценке для выявления потребностей в области продовольственной безопасности и разработки индивидуальных планов по решению проблем в области продовольственной безопасности.
- 2 Услуга по улучшению сортов сельскохозяйственных культур для создания программ улучшения сельскохозяйственных культур с использованием ядерного метода мутационной селекции растений в целях выведения более выносливых и питательных культур.
- 3 Услуга по управлению почвенными и водными ресурсами и питанию растений для использования точных инструментов ядерной и изотопной науки в целях сбора информации о плодородности почвы, основных сельскохозяйственных культурах и их средней урожайности, доступности удобрений и систем водного орошения.
- 4 Услуга по животноводству и ветеринарии для предоставления научной оценки эпидемиологической ситуации в отношении болезней животных, мер по профилактике, диагностике и контролю, а также потенциала лабораторий и других ветеринарных служб.
- 5 Услуга по борьбе с насекомыми-вредителями для решения проблемы насекомых-вредителей, которые отрицательно влияют на сельскохозяйственное производство, с использованием ядерного метода стерильных насекомых (МСН).
- 6 Услуга по безопасности и контролю пищевых продуктов для оценки потенциала лабораторий, способности осуществлять надзор за угрозами безопасности пищевых продуктов, а также применений в области проверки подлинности и облучения.
- 7 Услуга по питанию в рамках общественного здравоохранения в целях разработки эффективных программ в области питания с использованием данных о питательной ценности пищевых продуктов и качестве рациона, полученных с помощью методов стабильных изотопов.

«От фермы до вилки»:

ядерные методы на службе производства продуктов питания

Знаете ли вы, что ядерные методы играют важнейшую роль в обеспечении того, чтобы на наших столах были продукты питания? От повышения урожайности до гарантии безопасности продуктов питания — ядерная наука является неотъемлемой составляющей устойчивого сельского хозяйства.



В этом материале в наглядной форме рассказывается о ядерных методах, которые стоят на защите продовольственного снабжения и помогают обеспечить безопасность и питательность каждого кусочка пищи.

Селекция растений

Используя ядерные методы, МАГАТЭ через посредство Совместного центра ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в области продовольствия и сельского хозяйства (Совместный центр ФАО/МАГАТЭ) создает национальный потенциал в области селекции растений в целях выведения сельскохозяйственных культур, более устойчивых к болезням, вредителям и факторам экологического стресса. Индуцируя мутации с помощью излучения, ученые выводят новые

сорта растений, которые повышают качество продукции, приносят более высокие и стабильные урожаи, а также устойчивы к изменению климата и экологическим стрессам, что способствует обеспечению более надежного и устойчивого продовольственного снабжения.



Информация о сортах растений, выведенных с помощью методов мутационной селекции, хранится в Базе данных ФАО/МАГАТЭ по мутантным сортам.

Она содержит данные о 3433 сортах из 75 стран и более чем 238 различных типах сельскохозяйственных культур.



БОРЬБА С НАСЕКОМЫМИ-ВРЕДИТЕЛЯМИ



МАГАТЭ при содействии Совместного центра ФАО/МАГАТЭ играет ведущую роль в международных усилиях по внедрению и дальнейшему развитию метода стерильных насекомых (МСН), в котором для стерилизации самцов насекомых используется излучение. Стерилизованных самцов выпускают для спаривания с дикими самками, в результате чего популяция насекомых-вредителей сокращается. Этот экологически чистый метод позволяет бороться с сельскохозяйственными вредителями, снижает необходимость использования химических пестицидов, защищает урожай и окружающую среду.



Из-за вредителей и болезней растений по всему миру пропадает **до 40%** сельскохозяйственной продукции

ЗДОРОВЬЕ ЖИВОТНЫХ



МАГАТЭ в рамках Совместного центра ФАО/МАГАТЭ использует ядерные и смежные методы для мониторинга болезней животных и борьбы с ними, что в свою очередь улучшает здоровье и продуктивность домашнего скота. Такие меры позволяют странам обеспечить стабильные поставки безопасных и питательных продуктов животноводства, способствуют применению устойчивых методов ведения сельского хозяйства и обеспечивают охрану здоровья населения благодаря программам раннего выявления болезней и вакцинации.



МАГАТЭ оказывает содействие и координирует деятельность **Сети лабораторий ветеринарной диагностики (сети ВЕТЛАБ)**, в которую входят 46 ветеринарных лабораторий в Африке и 19 лабораторий в Азии.

Помощь включает закупку лабораторных реагентов и оборудования и организацию учебных курсов для повышения квалификации назначенных национальных ветеринарных лабораторий в проведении анализов для диагностики трансграничных болезней животных и зоонозных заболеваний, а также обеспечения качества вакцин.

КЛИМАТИЧЕСКИ ОПТИМИЗИРОВАННОЕ СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Климатически оптимизированное сельское хозяйство — это совокупность методов и технологий для ведения сельского хозяйства, позволяющих устойчивым образом повысить его производительность. МАГАТЭ укрепляет потенциал стран в области использования ядерных и изотопных методов в целях устойчивого

увеличения производительности сельского хозяйства, адаптации и повышения стойкости систем сельскохозяйственной и продовольственной безопасности в условиях изменения климата, а также с целью сократить выбросы парниковых газов в результате сельскохозяйственной деятельности.



146 стран сотрудничают с МАГАТЭ в рамках проектов технического сотрудничества, посвященных адаптации к изменению климата.



РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВЕННЫХ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Ядерные методы позволяют отслеживать движение почвы и воды и таким образом способствуют оптимизации использования почвенных и водных ресурсов. МАГАТЭ помогает странам разрабатывать и применять устойчивые методы ведения сельского хозяйства, повышать эффективность

водопользования и бороться с деградацией почв, способствуя тем самым увеличению производства сельскохозяйственной продукции по всему миру и обеспечивая продовольственную безопасность при сохранении природных ресурсов.

На долю сельского хозяйства приходится более 70% расхода воды в мире, которая в основном используется для орошения, причем эффективность водопользования составляет менее 40%.



ПИТАНИЕ

Полноценное питание является важнейшим условием здоровья. МАГАТЭ предоставляет странам необходимое оборудование и организует подготовку, чтобы содействовать в использовании ядерных методов для понимания проблем питания

и помочь специалистам в области питания и здравоохранения в разработке и оценке мер по борьбе со всеми формами неполноценного питания.

Ядерные методы позволяют оценить:

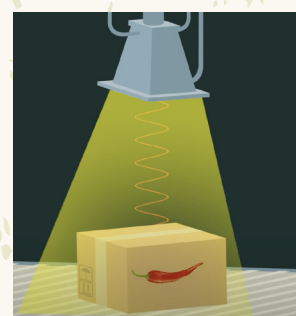
- соотношение жира, воды, мышц или костей в теле человека;
- объем грудного молока, потребляемого младенцами;
- расход энергии в повседневной деятельности человека;
- количество витамина А в организме;
- степень усваивания организмом питательных веществ из различных продуктов питания;
- подлинную белковую ценность продуктов питания;
- плотность костей и их общее состояние.



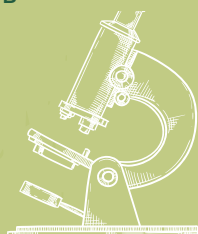
БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

МАГАТЭ при содействии Совместного центра FAO/МАГАТЭ помогает странам применять ядерные методы для обнаружения загрязнителей и остатков в пищевых продуктах, определять происхождение и проверять подлинность пищевых продуктов, а также обеспечивать их соответствие международным стандартам. Страны получают также помощь в использовании ионизирующего излучения. Такие методы, как облучение, уничтожают вредные

бактерии и вредителей, увеличивают срок хранения продуктов питания и сокращают пищевые отходы. Эти меры позволяют гарантировать безопасность и пищевую ценность продуктов питания, а также способствуют развитию международной торговли.



В 2023 году МАГАТЭ обучило использованию этих методов и технологий 417 ученых из 43 стран.





(Photo: Adobe Stock)

Вопреки экстремальным климатическим условиям Бангладеш собирает обильные урожаи, чтобы прокормить растущее население

Мелисса Эванс и Шинейд Харви

Бангладеш — страна, которая из-за климатического кризиса крайне уязвима перед лицом наводнений, циклонов, штормов и засухи, — сталкивается с серьезными проблемами в секторе сельского хозяйства. Более миллиона гектаров земли в прибрежных районах непригодны для возделывания из-за засоленности и деградации почвы.

Чтобы адаптировать производство продуктов питания к изменению климата, МАГАТЭ сотрудничает с Бангладеш в области выведения высококачественных и высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур, устойчивых к экстремальным климатическим условиям.

Выведение новых сортов риса для адаптации к изменению климата

В Бангладеш рис является особенно важной сельскохозяйственной культурой, однако из-за экстремальных погодных условий или вспышки болезни растений урожай может полностью погибнуть. Фермеры остро нуждаются в новых сортах риса, который они могли бы выращивать невзирая на экстремальные погодные условия.

С 1971 года МАГАТЭ и Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО) через посредство Совместного центра ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в области продовольствия и сельского хозяйства сотрудничают с Бангладеш в целях решения задач в области сельского хозяйства, организуя учебные курсы, стажировки и научные командировки и предоставляя оборудование для расширения возможностей лабораторий. В 2023 году МАГАТЭ и ФАО выступили с инициативой Atoms4Food с целью расширить сферу совместной деятельности в области сельского хозяйства и помочь обеспечить продовольственную безопасность.

В сотрудничестве с МАГАТЭ Бангладешскому институту ядерных методов в сельском хозяйстве (БИЯМСХ) удалось вывести 85 сортов сельскохозяйственных культур. Один из таких сортов, «Бинадхан-14», представляет собой улучшенный сорт риса, который был выведен с использованием ядерных технологий всего за 4 года, то есть вдвое быстрее, чем при обычном процессе селекции растений, занимающим, как правило, 8–12 лет.

Новый сорт риса способен выдерживать более высокие температуры, а период его роста короче и вместо обычных 140–150 дней занимает всего 110–120 дней. Это открывает больше возможностей для выращивания других сельскохозяйственных культур и овощей. Новый сорт позволяет собирать почти 7 тонн риса на гектар, что почти на 75% выше среднемирового показателя.

БИЯМСХ использует также метод мутационной селекции растений для выведения солеустойчивых сортов риса, которые дают надежду фермерам в прибрежных районах с засоленной и деградированной почвой. Благодаря двум солеустойчивым сортам, которые уже готовы к посадке, теперь становится возможным обрабатывать 40–50% ранее залежных земель, что повышает продовольственную безопасность и доходы фермеров.

«МАГАТЭ ведет работу во многих странах Азии и Тихого океана с целью оказать странам содействие в применении

решений на основе ядерных методов, которые позволяют справиться с проблемами, возникающими вследствие меняющихся климатических условий. Благодаря ядерной науке и технологиям МАГАТЭ может помочь Бангладеш повысить урожайность и обеспечить продовольственную безопасность», — говорит Дэн Гэ, директор Отдела Азии и Тихого океана Департамента технического сотрудничества МАГАТЭ.

Мутационная селекция растений — это ядерный метод, при котором семена, черенки или листья растений подвергаются облучению, в частности гамма-лучами, что ускоряет естественный процесс мутации культур. Затем облученный материал выращивают до размеров проростков. Растения размножают и исследуют на наличие благоприятных признаков.

Новые сорта помогают Бангладеш обеспечивать пищей 165 миллионов человек, почти треть из которых живет в условиях нехватки продовольствия. Благодаря таким сортам Бангладеш сохраняет свое положение четвертого по величине производителя и потребителя риса в мире.

«Мутационная селекция дает великую надежду фермерам Бангладеш. Новые сорта бобовых обеспечивают безопасность пищевых продуктов, повышают доходы и уровень жизни фермеров», — рассказывает Абдус Салам из Лалпура (Нагор, Бангладеш).

МАГАТЭ способствует использованию решений на основе ядерных методов для охраны окружающей среды и ее восстановления в результате воздействия погодных явлений и стихийных бедствий, вызванных изменением климата. Это включает сокращение выбросов парниковых газов, адаптацию к неблагоприятным последствиям изменения климата и мониторинг таких последствий.



«С 1970-х годов производство риса в Бангладеш утроилось благодаря селекции растений»



Photos: IAEA

Как климатически оптимизированные методы ведения сельского хозяйства могут помочь в смягчении последствий изменения климата?

Эмма Миджли

УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ

Потенциальный эффект от применения усовершенствованных методов ведения сельского хозяйства очевиден при сравнении урожайности зерновых культур на гектар в разных регионах мира:

Африка (1,5 тонны на гектар)

Латинская Америка и Южная Азия (3 тонны на гектар)

Китай (5 тонн на гектар)

Северная Америка, Европа и Япония (>10 тонн на гектар)



МАГАТЭ в рамках проектов технического сотрудничества помогает 146 странам адаптироваться к изменению климата путем применения ядерных методов в таких областях, как селекция растений, животноводство, обеспечение безопасности пищевых продуктов, здравоохранение и борьба с насекомыми-вредителями.

методам в области продовольствия и сельского хозяйства содействует развитию, передаче и применению ядерной науки и методов в глобальных агропродовольственных системах с целью улучшить качество питания животных и укрепить их здоровье, повысить продуктивность сельскохозяйственных культур и качество экосистемных услуг на фермах за счет питания растений и циклирования питательных веществ; сведения к минимуму эрозии почвы и деградации земель; улучшения состояния почвы; увеличения биоразнообразия и повышения урожайности сельскохозяйственных культур; обеспечения максимальной эффективности использования водных ресурсов, а также отслеживания сельскохозяйственных и промышленных загрязнителей и оценки угрозы, которую они представляют для растениеводства и экологической устойчивости.

«Для решения проблемы голода и неполноценного питания МАГАТЭ предоставляет странам результаты исследований

Проблема глобальной продовольственной безопасности еще сильнее усугубляется вследствие изменения климата. По всему миру агропродовольственные системы испытывают значительные трудности из-за учащающихся засух и экстремальных погодных явлений, а также из-за деятельности человека — причины деградации земель и почв. В настоящее время на долю сельского хозяйства приходится около четверти всех выбросов парниковых газов в мире (ПГ), а глобальный спрос на продовольствие постоянно растет.

Благодаря ядерной науке и смежным технологиям фермеры могут вести климатически оптимизированное сельское хозяйство, которое представляет собой комплексный подход к управлению агропродовольственными системами за счет внедрения сельскохозяйственной практики и технологий, способствующих устойчивому увеличению производительности сельского хозяйства и росту доходов, адаптации и повышению устойчивости к изменению климата, а также сокращению выбросов ПГ.

МАГАТЭ через посредство Совместного центра ФАО/МАГАТЭ по ядерным

и данные, полученные в ходе полевых испытаний методов ведения климатически оптимизированного сельского хозяйства, и создает модели для выработки рекомендаций по созданию в затронутых регионах соответствующих земледельческих систем», — рассказывает Мохаммад Заман, эксперт МАГАТЭ по рациональному использованию почвенных и водных ресурсов и питанию растений.

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур позволяет фермерам обеспечивать пищей большее количество людей и способствует при этом сокращению вырубки лесов, выбросов ПГ и истощения почвенных и водных природных ресурсов. Одно из решений заключается в том, чтобы использовать метод стабильных изотопов на основе азота-15 для измерения поглощения растениями азота — одного из основных питательных веществ, необходимых для оптимального роста. Этот метод позволяет фермерам более целенаправленно и эффективно использовать меньшее количество азотных удобрений, способствуя тем самым сокращению выбросов ПГ и повышению урожайности.

В ходе недавнего проекта МАГАТЭ фермерам в Бурунди, Гане, Зимбабве, Лаосской Народно-Демократической Республике, Нигерии, Руанде и Центральноафриканской Республике удалось удвоить и даже утроить урожайность маниока благодаря применению климатически оптимизированных методов ведения сельского хозяйства.

«Кто бы ни приехал на мою ферму, все с интересом смотрят на то, как я веду сельское хозяйство и выращиваю маниок», — говорит фермер из Бурунди Теоджин Нтакарутимана. В 2016 году он начал выращивать маниок с использованием методов, улучшенных при помощи ядерной науки и смежных методов. «Раньше урожайность была низкая, около 11 тонн на гектар. Благодаря современной практике производство выросло до 30 тонн, а иногда и до 33 тонн маниока на гектар», — рассказывает Нтакарутимана.

В рамках этого проекта фермеров обучили использованию стабильного изотопа азота-15 для измерения поглощения растениями маниока добавленных азотных удобрений и отслеживания объема поглощенного азота. Фермеры прошли также подготовку по использованию изотопных методов, которые позволяют точно определять необходимое для выращивания маниока количество воды, а также методов борьбы с вредителями и повышения качества почвы.

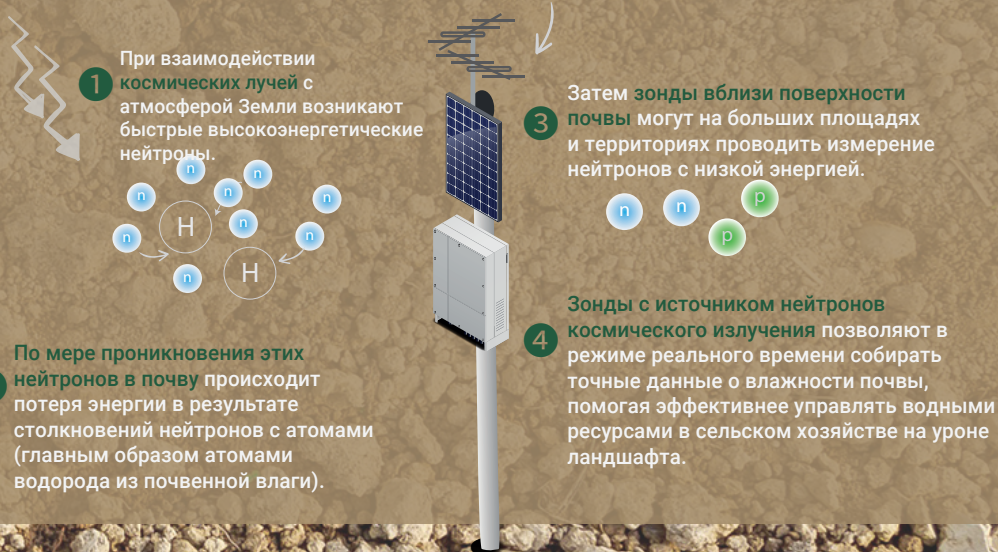
Климатически оптимизированные методы ведения сельского хозяйства позволяют отслеживать влажность почвы и предлагают варианты решения проблемы при недостатке влаги. Благодаря датчикам влажности у фермеров есть важная информация, которая помогает им более рационально использовать водные ресурсы.

Недавно в Эфиопии был реализован проект, в ходе которого для измерения влажности почвы использовались зонды с источником нейтронов космического излучения (CRNS). Зонды собирают поступающие космические лучи и предоставляют данные, которые могут использовать фермеры.

В Намибии, стране с непредсказуемыми осадками и периодами сильной засухи, МАГАТЭ удалось помочь фермерам применять точные методы капельного орошения, в результате чего эффективность использования ими воды возросла на 80% при дальнейшем увеличении урожайности.

НАУКА

Как работает зонд с источником нейтронов космического излучения?



Успех полевых испытаний МАГАТЭ

Многообещающий прорыв в борьбе с фузариозным увяданием бананов

Вольфганг Пикот

Фузариозное увядание бананов, вызванное грибом *Fusarium oxysporum*, представляет собой серьезную угрозу для банановых плантаций во всем мире, так как наносит этим растениям значительный вред. Поскольку выращивание бананов играет важнейшую роль в обеспечении продовольственной безопасности в мире, найти решение этой проблемы крайне важно. В этой связи заслуживает внимания тот факт, что, проведя полевые испытания в этой области, МАГАТЭ получило многообещающие результаты, и это важное достижение в борьбе с этим опасным заболеванием.

Бананы — одни из наиболее широко выращиваемых, продаваемых и потребляемых фруктов во всем мире. Существует более тысячи разновидностей этих плодов, которые являются источником жизненно важных питательных веществ для населения стран-производителей и стран-импортеров. На самый продаваемый сорт — «Кэвендиш» — приходится чуть менее половины мирового производства, что, по оценкам, в год составляет 50 миллионов тонн. Бананы имеют особое значение для некоторых наименее развитых стран, а также для стран с низким уровнем дохода и дефицитом продовольствия, где в качестве товарной культуры эти фрукты являются не только залогом продовольственной безопасности домохозяйств, но и источником их дохода.



Риски, связанные с фузариозным увяданием бананов

Фузариозное увядание бананов — далеко не новая проблема. В середине XX века болезнь нанесла серьезный урон сорту «Гро-Мишель», который на тот момент был основным на мировом рынке. После этих событий был выведен сорт «Кэвендиш», который обладает резистентностью к первоначальному штамму фузариозного увядания бананов. Тем не менее патоген эволюционирует, и фузариозное увядание, вызываемое тропической расой 4 грибка *Fusarium* (TR4) — самым последним штаммом грибка *Fusarium oxysporum*, — теперь опасно и для сорта «Кэвендиш».

Пуджа Матур, ведущий исследователь в Совместном центре ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в области продовольствия и сельского хозяйства (Совместный центр ФАО/МАГАТЭ), объясняет, почему сложившаяся ситуация столь серьезна: «Случаи заражения TR4 сейчас подтверждены в 21 стране — производителе бананов, что может иметь разрушительные последствия для всей отрасли и, следовательно, для продовольственной безопасности».

Если участок сельскохозяйственных угодий подвергается заражению TR4, то

во всех известных случаях борьба с этим заболеванием сопряжена с трудностями и финансовыми затратами. Это подчеркивает, насколько актуально для сохранения отрасли выведение разновидностей банана, устойчивых к этой болезни.

«Кэвендиш» широко известен как «десертный» сорт банана, который подают в качестве третьего блюда или едят как фрукт, при этом многие другие разновидности являются основным продуктом питания, особенно в развивающихся странах. Такие «овощные» бананы (плантаны) — это важная составляющая ежедневного рациона миллионов людей. В частности, сорт «Мчаре», диплоидная разновидность из стран Восточной Африки, — это популярный «овощной» банан, который распространен в Танзании и Уганде. «Овощные» сорта также подвержены риску заражения фузариозным увяданием, что представляет собой серьезную угрозу для продовольственной безопасности в регионе.

Многообещающий прорыв

МАГАТЭ в сотрудничестве с Международным институтом тропического сельского хозяйства недавно завершило длившиеся полтора года полевые испытания, по итогам которых были получены весьма многообещающие результаты. В ходе опыта, проведенного в Танзании в зоне, известной высоким риском заражения расой 1 *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc), была протестирована разновидность «овощного» сорта «Мчаре», выведенная с помощью ядерного метода мутационной селекции.

«Для нас основная цель — это создание разновидностей бананов, устойчивых к фузариозному увяданию, что имеет огромное значение для обеспечения продовольственной безопасности и дохода миллионов людей. Данное исследование крайне важно, так как это заболевание является серьезной угрозой для банановых плантаций, особенно в регионах, где бананы — это основной продукт питания и источник дохода», — объясняет Алтус Вильюн, эксперт по фузариозному увяданию бананов из Стелленбошского университета. «Мчаре» — это один из родительских сортов бананов «Кэвендиш», и улучшение его генетических характеристик потенциально может во многом способствовать выведению более устойчивых сортов бананов.

Исследования и инновации Совместного центра ФАО/МАГАТЭ

Вот уже несколько десятилетий Совместный центр ФАО/МАГАТЭ находится на переднем крае борьбы с фузариозным увяданием бананов. Им были разработаны инструменты и технологии мутационной



Фузариозное увядание бананов, вызванное грибком *Fusarium oxysporum*, представляет собой серьезную угрозу для банановых плантаций во всем мире.



Полтора года спустя результаты эксперимента однозначны: значительная часть саженцев сорта «Мчаре» оказалась полностью устойчива к фузариозному увяданию.

(Фото: Х. Мдума/МАГАТЭ)

селекции, направленной на повышение устойчивости бананов к этому заболеванию. Изначально объектом исследования была раса 1 фузариозного увядания бананов, но теперь в нем рассматривается и TR4. В рамках полевых испытаний в Танзании в очаге заражения фузариозным увяданием (Foc1) были высажены 3000 саженцев мутантных разновидностей сорта «Мчаре». Регулярно подвергая посадки воздействию грибка *Fusarium*, МАГАТЭ обеспечила стабильно высокий уровень риска заражения этим заболеванием. Чтобы точно оценить устойчивость мутантных линий, их посадили рядом с контрольными дикими и уязвимыми сортами.

Полтора года спустя результаты эксперимента однозначны: хотя контрольные растения серьезно пострадали, значительная часть саженцев сорта «Мчаре» оказалась полностью устойчива к фузариозному увяданию.

«Это исследование имеет огромное значение для обеспечения продовольственной безопасности и будущего культивирования бананов, — считает Пуджа Матур. — Повышение устойчивости родительских линий, таких как «Мчаре», является важным шагом к выведению бананов «Кэвендиш», резистентных к TR4».

На следующем этапе планируется проводить дальнейшую оценку резистентных линий в разных регионах, включая Мозамбик, с повышенным риском заражения Foc1, а

также тропической расой 4 грибка *Fusarium* (Foc TR4). Эти меры обеспечат выносливость и рентабельность новых линий в различных климатических условиях.

Последующие шаги

Успешное завершение полевого испытания — это важный прорыв в борьбе с фузариозным увяданием бананов. Уделяя основное внимание совершенствованию родительских линий при помощи мутационной селекции, Совместный центр ФАО/МАГАТЭ ищет безопасный для окружающей среды и рассчитанный на долгосрочную перспективу способ ликвидировать угрозу, которую представляет это заболевание для культивирования бананов во всем мире.

Развитие производства фасоли золотистой и нута в Пакистане при помощи ядерных методов

Бернадетт Хогг

Такие зернобобовые культуры, как нут, фасоль золотистая и чечевица, — это основа пакистанской кухни. Хотя многие страны их импортируют, благодаря ядерной науке Пакистан достиг уровня самообеспеченности в области производства фасоли золотистой, а многие фермеры удвоили свои урожаи.

Фасоль золотистая богата белками и незаменима в борьбе с неправильным питанием. Большинство ее сортов, выращиваемых пакистанскими фермерами, были выведены Институтом ядерных методов для сельского хозяйства и биологии Пакистана (NIAB) в сотрудничестве с Совместным центром Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО)/МАГАТЭ по ядерным методам в области продовольствия и сельского хозяйства (Совместный центр ФАО/МАГАТЭ). Они отличаются повышенными урожайностью, устойчивостью к болезням и питательной ценностью. В 2021 году 70 процентов всех посадок фасоли золотистой в Пакистане пришлось на выведенные в том же году два сорта — «NIAB Mung 2021» («NM2021») и «Abbas Mung», — что значительно укрепило продовольственную безопасность и экономику страны.

«Abbas Mung» — это сорт с плодами среднего размера, ценный за свои кулинарные качества, а «NM-2021» отличается крупными плодами с повышенной питательной ценностью. Хаким Ишфак Мохи-уд-Дин Чисти, фермер из провинции Пенджаб, высоко оценивает сорт «NM-2021»: «Мой урожай был обильным. Институту ядерных методов стоит продолжать работу над выведением таких сортов в будущем». Поскольку выведенные Институтом сорта фасоли золотистой

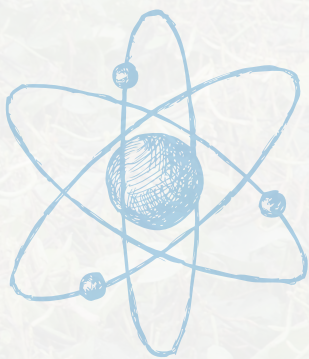
дают вдвое больший урожай в расчете на один гектар, чем другие разновидности, урожайность фасоли в Пакистане может вырасти в два раза, что позволит удовлетворить потребности населения страны в продовольствии и питательных веществах.

Методы ядерной мутационной селекции, которые применяются с 1930-х годов с целью ускорить процесс выведения и отбора ценных агрономических свойств, опираются на генетический состав самого растения, что позволяет имитировать естественный процесс случайной мутации. В процессе мутации возникают случайные генетические варианты, что приводит к появлению мутантных растений с новыми полезными свойствами.

В 2022 году от сильного и разрушительного наводнения пострадало 8 тысяч квадратных километров сельскохозяйственных угодий, что крайне негативно сказалось на плантациях золотистой фасоли в провинции Пенджаб и вызвало неурожай. Однако Мухаммад Джавад Асгар, главный научный сотрудник группы, занимающейся вопросами выведения золотистой фасоли, при отделе селекции и генетики NIAB, считает, что перспективы развития плантаций фасоли в Пакистане обнадеживают: «И это еще не всё. Это возможность сделать две вещи: оставаться на уровне самообеспеченности и даже производить больше, чем необходимо для внутреннего потребления».

Повышение урожайности нута и его устойчивости к вредителям

Помимо фасоли золотистой, другим основным ингредиентом блюд пакистанской кухни является нут. В 2021 году Пакистан



стал седьмым крупнейшим производителем нута в мире по объему, однако урожайность на единицу площади на фермах страны оставалась низкой.

Группа по вопросам выведения нута NIAB работает с сортами «Дези» и «Кабули». Сорт «Дези» обычно отличается приятным ароматом и любим фермерами, а плоды сорта «Кабули» больше, светлее по цвету, и их предпочитает молодое поколение, которое часто ест их на завтрак. Были завершены двухлетние оценочные исследования двух разновидностей нута, на использование которых на плантациях Совет Пенджаба по вопросам сертификации семян вскоре выдаст разрешение.

NIAB участвует в текущем проекте координированных исследований МАГАТЭ (ПКИ), целью которого является повышение устойчивости зернобобовых к таким биотическим стрессорам, как болезни и насекомые-вредители, при помощи мутационной селекции — ядерного метода, ускоряющего естественную эволюцию растений. Азим Асад, главный научный сотрудник группы NIAB, занимающейся вопросами выведения нута, рассказывает, что благодаря ПКИ «был сделан ценный вклад и накоплен опыт в области выведения разновидностей нута, устойчивых к вредителям, что стало возможным благодаря неоценимой помощи Совместного центра ФАО/МАГАТЭ и экспертов со всего мира». Вредитель, о котором идет речь, — хлопковая совка *Helicoverpa armigera* (Hübner) — повреждает нут и наносит серьезный ущерб растениям, выедая семена внутри формирующихся бобов.

Анупама Дж. Хинганэ, селекционер и генетик в Лаборатории селекции и генетики растений Совместного центра ФАО/МАГАТЭ, считает: «Результаты этого ПКИ дают возможность повысить устойчивость

зернобобовых культур к вредителям с использованием ядерных методов. Благодаря такому прорыву можно будет найти устойчивый способ борьбы с вредителями и сохранять урожаи зернобобовых — это перспектива, которая может перевернуть наше представление о выращивании этих культур».

Продолжение сотрудничества и работы по выведению улучшенных сортов

В марте 2023 года Совет Пенджаба по вопросам сертификации семян одобрил для коммерческого выращивания «PRI-NIAB Mung» — новый универсальный сорт нута с более коротким периодом созревания. В будущем NIAB надеется повысить устойчивость нута к гербицидам и насекомым. Группа по вопросам выведения нута NIAB теперь занимается повышением устойчивости к жаре. Такая задача становится все более актуальной на фоне температур, которые в феврале 2023 года достигали значений, характерных для летних месяцев. В 2023 году была установлена система для отслеживания семян, поэтому в ближайшие годы истинный масштаб работы NIAB станет более заметным.

Пакистан регулярно укрепляет свой потенциал и ищет новые возможности в области выращивания адаптирующихся к изменению климата сельскохозяйственных культур, повышения продуктивности животноводства и рационального использования почв, воды и питательных веществ на основе применения ядерных и смежных методов. С 2022 года МАГАТЭ запланировало и организовало более 50 мероприятий в поддержку достижения страной этих целей.

НАУКА

Облучение растительного материала

Основа применяемого с 1930-х годов метода ядерной мутационной селекции растений — это облучение семян, черенков или другого растительного материала рентгеновскими лучами или гамма-лучами с целью повысить генетическую изменчивость/разнообразие. Таким образом меняется ДНК растения, что позволяет имитировать естественный процесс случайной мутации, необходимый для адаптации к меняющимся условиям окружающей среды. Отдельные растения, которые приобрели ценные агрономические свойства, затем культивируют в промышленных масштабах для последующего применения в сельском хозяйстве.

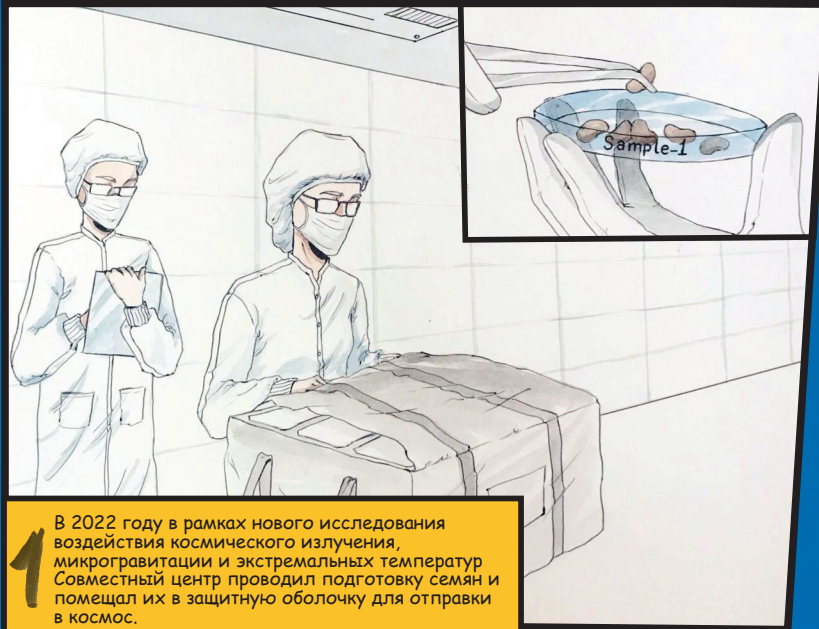
К настоящему времени методами индуцирования генетической изменчивости под воздействием излучения и мутационной селекции выведено более 3400 новых сортов более чем 230 видов растений, включая многочисленные продовольственные культуры, декоративные растения и деревья, используемые фермерами в 75 странах мира.



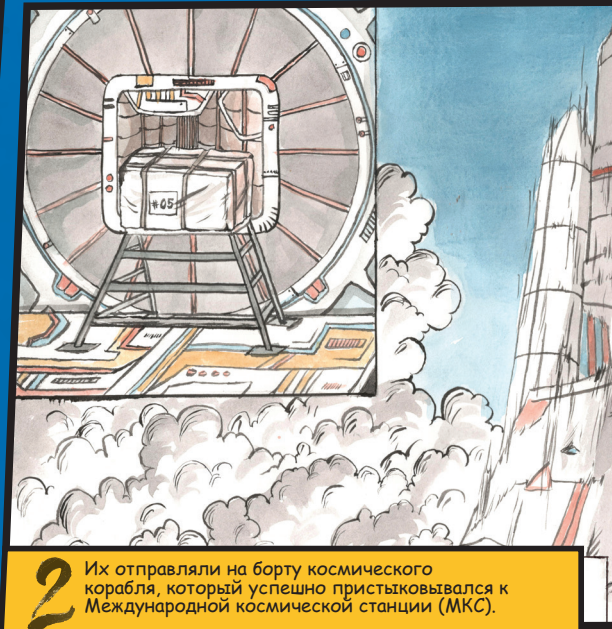


Семена в космосе

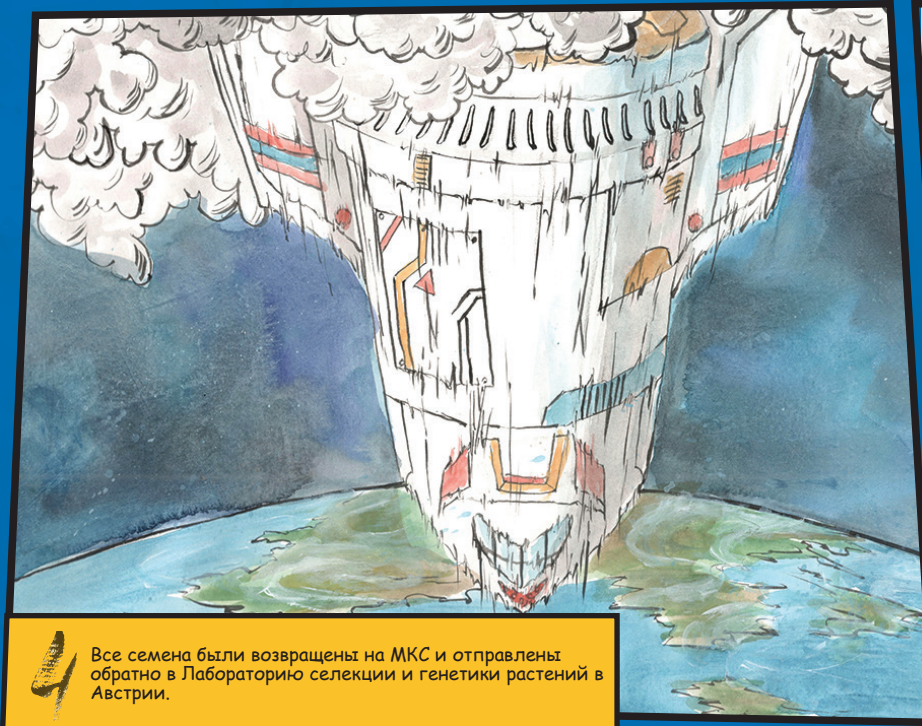
В течение 60 лет базирующийся в Австрии Совместный центр ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в области продовольствия и сельского хозяйства (Совместный центр) занимается вопросами ускорения естественной генетической адаптации растений в лабораторных условиях с применением гамма-излучения, чтобы вывести более жизнестойкие сорта культур и укрепить продовольственную безопасность во всем мире.



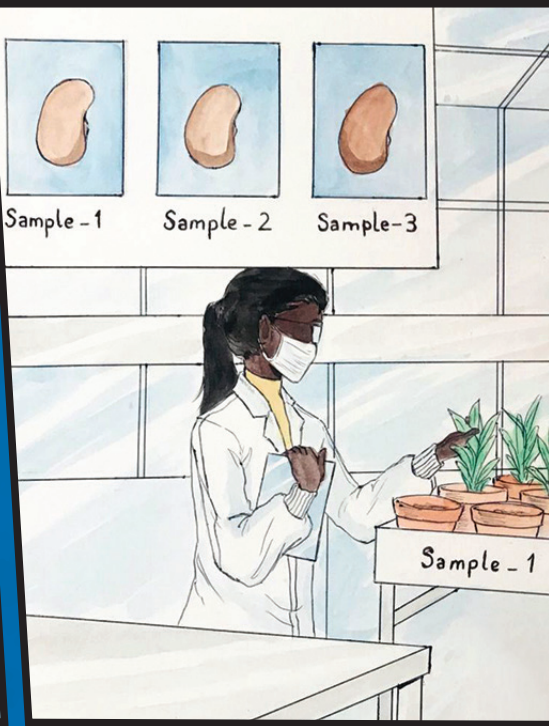
1 В 2022 году в рамках нового исследования воздействия космического излучения, микрогравитации и экстремальных температур Совместный центр проводил подготовку семян и помещал их в защитную оболочку для отправки в космос.



2 Их отправляли на борту космического корабля, который успешно пристыковывался к Международной космической станции (МКС).



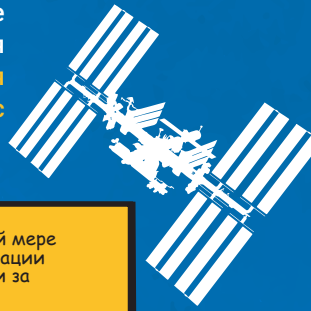
4 Все семена были возвращены на МКС и отправлены обратно в Лабораторию селекции и генетики растений в Австрии.



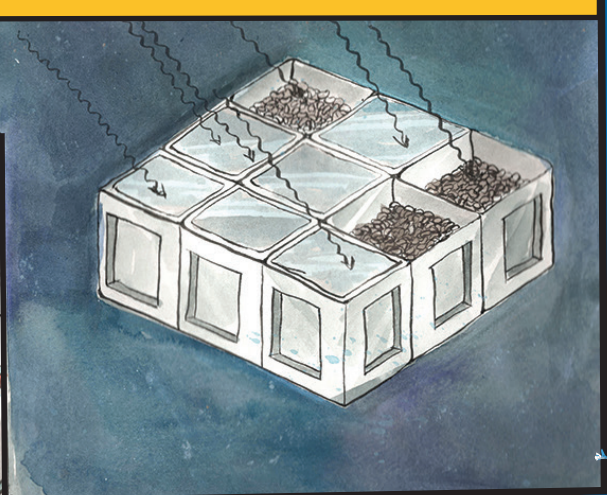
Автор иллюстрации
Seemab Fatima

2023 году более 70 молодых художников со всего мира участвовали в конкурсе «Семена в космосе», который МАГАТЭ и Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) организовали с целью вдохновить следующее поколение специалистов. Иллюстрация Фатима Симаб из Пакистана, чьи работы, выполненные в жанре комикса, рассказывающего о том, как космическая радиация ускоряет процесс селекции сортов сельскохозяйственных культур и укреплении пр...

На фоне разрушительных последствий изменения климата фермерам становится все сложнее производить продукты питания в достаточных объемах, и потребность в таких сортах становится все более острой. В 2022 году ученые Совместного центра выбрали новые направления исследований, в рамках которых потенциально можно будет дополнительно ускорить процесс выведения новых сортов.



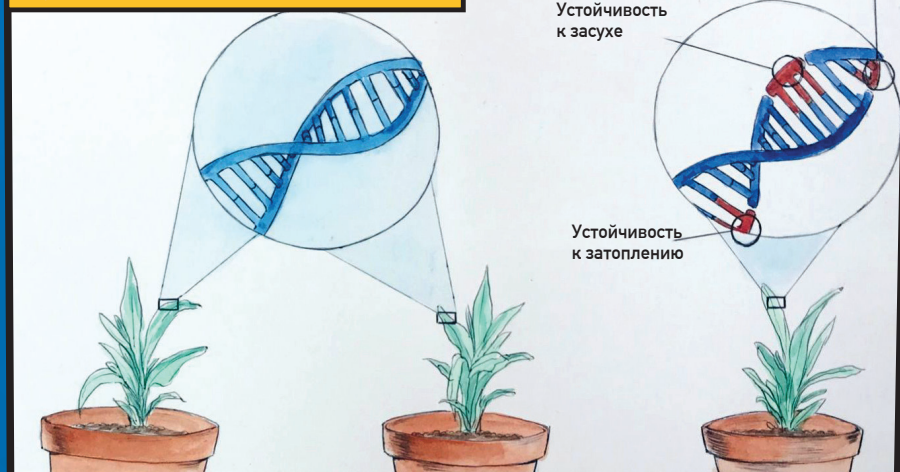
3 Семена находились на МКС в течение пяти месяцев. Чтобы в полной мере подвергнуть их воздействию космического излучения, микрогравитации и экстремальных температур, половину из них пять недель держали за пределами станции.



5 Затем три группы семян — облученных гамма-лучами, оставшихся внутри МКС и находившихся за ее пределами — высадили в теплицах в Зайберсдорфе.



6 ДНК молодых растений анализируют и сравнивают с точки зрения особенностей их структурных вариантов.



Чтобы отобрать нужные свойства, включая устойчивость к засухе и высоким температурам, из семян необходимо вырастить несколько поколений новых растений. Благодаря такому сравнительному анализу мы сможем понять, какие уникальные преимущества при выведении новых сортов более устойчивых культур можно извлечь из воздействия космического излучения и других условий окружающей среды в космосе.

представили свои работы на конкурс рисунков для комикса «Семена в сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО) провели в области ядерной науки и техники. Победу в конкурсе одержала и акварелью, послужат творческим ориентиром для авторов и суровые условия космоса могут помочь в создании улучшенных продовольственной безопасности на Земле.



Больше информации о **семегах в космосе**

Борьба с неправильным питанием: определение качества белка в детском рационе при помощи ядерных методов

Виктор Овино

Мировые агропродовольственные системы претерпевают быстрые изменения, вызванные такими факторами, как изменение климата. Такие перемены могут негативно сказаться на доступности продуктов с высокой питательной ценностью. Низкие концентрации основных питательных веществ, в частности белков, в главных продовольственных культурах — это одно из негативных последствий изменения климата для безопасности пищевой продукции, особенно они затрагивают такие наиболее уязвимые группы населения, как младенцы и дети младшего возраста.

Индия по-прежнему несет двойное бремя неправильного питания. Согласно Докладу о питании в мире за 2022 год у 35 процентов детей в возрасте до 5 лет наблюдаются задержки в росте, то есть он не соответствует их возрасту, при этом 17 процентов детей истощены, то есть их вес не соответствует их росту.

Согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения и Детского фонда Организации Объединенных Наций младенцам следует находиться строго на грудном вскармливании до достижения ими возраста шести месяцев без добавления каких-либо твердых или жидких пищевых продуктов, за исключением назначенных врачом лекарств.

Дети в возрасте от полугода до двух более других страдают от нехватки основных питательных веществ в продуктах питания, так как именно в этот период в их рацион начинают вводить другие продукты в дополнение к грудному молоку. В Индии примерно в 80 процентах случаев они представляют собой зерновые культуры (злаки и бобовые), при этом менее 20 процентов приходится на продукты животного происхождения, такие как мясо, рыба, домашняя птица и яйца. Такие продукты растительного происхождения редко могут обеспечить соответствующий баланс питательных веществ, особенно незаменимых аминокислот, необходимых для быстрого роста и развития.

Укрепление потенциала в области точного измерения качества белка в рационе младенцев и детей младшего возраста позволяет бороться с неправильным питанием на основе доказательных данных и обновленных рекомендаций

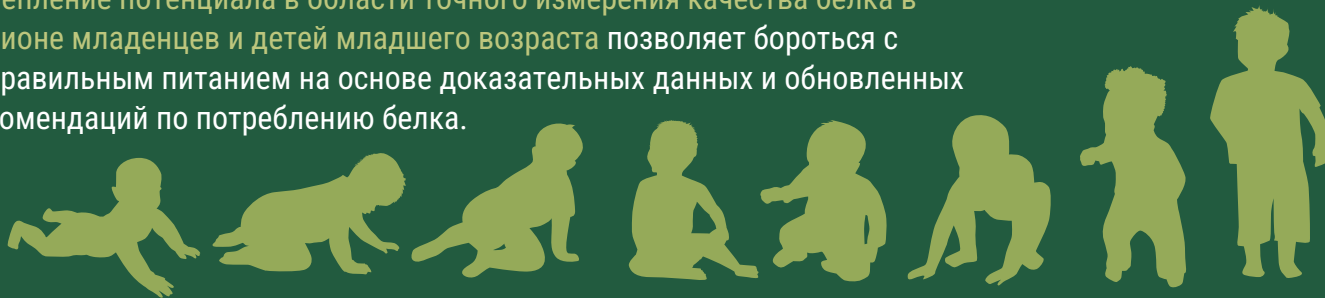
по потреблению белка. Определение качества белка в продуктах растительного происхождения особенно актуально, учитывая последствия потребления животной пищи для окружающей среды.

Качество белков определяется как процент белков или аминокислот, которые усваиваются после попадания в организм. Измерить качество белка у человека непросто, так как стандартная методика подразумевает проведение инвазивной процедуры интубации кишечника, чтобы взять образец проглоченной пищи, переваривающейся в нем. Ее изучают с целью определить концентрацию свободных аминокислот по прошествии некоторого времени после приема пищи. В 2014 году по результатам организованных Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) консультаций с экспертами были рекомендованы новые методы, в том числе с применением стабильных изотопов, для измерения качества белка на основе нового критерия оценки — показателя усвояемости незаменимых аминокислот (DIAAS). В том числе был предложен метод двойного изотопного индикатора (DSIT), разработанный, проверенный и оптимизированный в рамках осуществляемого в семи странах проекта координированных исследований при поддержке МАГАТЭ.

Исследовательская группа из Национальной академии медицинских наук св. Иоанна в Бангалоре, Индия, применила DSIT для измерения уровня усвоения белков и незаменимых аминокислот в широко употребляемых продуктах детского питания, таких как рис, пальчатое просо и фасоль золотистая. Их сравнили с куриным яйцом, в котором содержится особенно легко усваиваемый белок, часто используемый в качестве эталона.

Выращиваемые культуры «поливали» дейтерированной водой, которая по своим физическим и химическим свойствам схожа с обычной, однако ее плотность несколько выше. После сбора урожай использовали для приготовления контрольных блюд с учетом культурных особенностей, в которые была добавлена стандартная аминокислота, меченная углеродом-13. Такие блюда, содержащие два изотопа (дейтерий и углерод-13), вошли в рацион детей в возрасте от полугода до двух.

Укрепление потенциала в области точного измерения качества белка в рационе младенцев и детей младшего возраста позволяет бороться с неправильным питанием на основе доказательных данных и обновленных рекомендаций по потреблению белка.



«Для роста и развития ребенка большое значение имеет качество белка, — объясняет Нирупама Шивакумар, автор публикаций и ведущий исследователь в Национальной академии медицинских наук св. Иоанна. — Метод двойного изотопного индикатора лучше всего подходит для работы с детьми, так как он наименее инвазивен. По нашим данным, белок, содержащийся в яйцах, усваивается лучше прочих, что неудивительно и только подчеркивает высокое качество белков животного происхождения. Учитывая низкие темпы улучшения показателей питания у детей, включение таких белков в их ежедневный рацион, в частности в группах населения, страдающих от отсутствия продовольственной безопасности, может благоприятно сказаться на их росте и развитии».

Содержание изотопов в образцах крови и дыхания измерялось при помощи изотопного масс-спектрометра. Усвояемость каждой из незаменимых аминокислот рассчитывалась как отношение изотопного обогащения в крови/дыхании и контрольном блюде. Результаты показали, что усвояемость незаменимых аминокислот (метионина, фенилаланина, треонина, лизина, лейцина, изолейцина и валина), содержащихся в рисе, пальчатом просо и фасоли золотистой, значительно ниже, чем у таких же аминокислот, содержащихся в яйцах. Кроме того, было доказано, что чем ниже DIAAS, тем выше вероятность задержки роста.

«Эти выводы крайне важно учитывать при разработке рекомендаций по потреблению белка для Индии и других стран», — считает Корнелия Лёхль, руководитель Секции исследования проблем питания и окружающей среды, связанных со здравоохранением, в МАГАТЭ.

В Индии на основе результатов этого исследования, проведенного при поддержке МАГАТЭ, идет разработка рецептуры дополнительного питания, обеспечивающего необходимый баланс незаменимых аминокислот.

Во многих штатах Индии предусмотрены государственные программы по развитию ребенка, в рамках которых в дошкольных учреждениях и государственных школах детям младшего и дошкольного возраста выдают молоко и яйца.

Кроме того, эти данные будут включены в базу данных по вопросам усвояемости белков в рационе человека, которая будет создана по совместной инициативе ФАО и МАГАТЭ в качестве основы для дальнейшей разработки требований к потреблению белка у разных групп населения в зависимости от возраста и физиологических особенностей. Сейчас база данных находится в стадии разработки.

Как ядерная наука помогает выявить фальсификацию пищевых продуктов: на примере трех продуктов питания, которые фальсифицируют чаще других

Моника Шифотока

Знаете ли вы о том, что продукты питания на вашей кухне могут быть совсем не тем, чем кажутся, а их состав не соответствовать информации на этикетке?

1

Оливковое масло может быть фальсифицировано посредством его замены более дешевыми продуктами.



Злоумышленники незаметно проникли на прибыльный мировой рынок продовольствия и придумали способы обмана потребителей ради своей выгоды. В частности, к таким способам относятся производство контрафактных продуктов питания, которые имитируют определенные рецепты или торговые марки; добавление в пищу незаявленных веществ; разбавление или замена ценных ингредиентов более дешевыми; сокрытие некачественных ингредиентов, а также недостоверная маркировка. Фальсификация пищевых продуктов не только бьет по кошелькам потребителей и наносит ущерб международной торговле, но и может поставить под угрозу здоровье и безопасность населения.

Фальсификация пищевых продуктов — это любые действия, направленные на обман покупателей в отношении происхождения, качества и состава продуктов питания в целях извлечения финансовой выгоды. Трудно подсчитать точную сумму ущерба для мировой пищевой промышленности от фальсификации пищевых продуктов, учитывая ее скрытый характер, однако, по оценкам, производители ежегодно теряют до 40 млрд долл.

МАГАТЭ в рамках своих исследовательских программ и программ технического сотрудничества, а также совместной работы с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) оказывает странам содействие в использовании ядерных и смежных методов для борьбы с фальсификацией пищевых продуктов путем отслеживания происхождения продуктов питания, проверки их подлинности и анализа на наличие фальсифицирующих примесей. Методы для определения подлинности и обеспечения прослеживаемости продуктов питания, такие как анализ стабильных изотопов, помогают выявлять и предотвращать фальсификацию пищевых продуктов и защищают здоровье населения.

Как ядерная наука может помочь выявить фальсификацию пищевых продуктов?

У каждого химического элемента есть свои характеристики, которые определяются его атомным составом, включающим нейтроны, протоны и электроны. Атомы с одинаковым числом протонов и разным числом нейтронов называются изотопами. Стабильные изотопы представляют собой нерадиоактивные атомы, и их уникальные свойства позволяют использовать их в самых разных областях, включая криминалистическую экспертизу продуктов питания и выявление фальсификации.

Сравнивая соотношения стабильных изотопов, ученые могут отличить подлинные продукты питания от фальсифицированных, выявить недостоверное указание географического происхождения и ложные сведения о процессе производства. Стабильные изотопы измеряют с использованием масс-спектрометрии изотопных соотношений, в ходе которой можно выявить даже очень небольшие различия в соотношении тяжелых и легких изотопов. Эти соотношения выполняют роль «отпечатков пальцев» или «подписей» самой природы на продуктах питания. По таким скрытым признакам можно определить, действительно ли в продуктах питания, которые мы приобретаем, содержатся указанные на упаковке ингредиенты, и не были ли они подделаны.

Селварани Элахи, заместитель эксперта по химическим вопросам при правительстве Соединенного Королевства и исполнительный директор Сети по проверке подлинности пищевых продуктов (FAN), рассказывает о важности совместной работы Сети в целях предотвращения фальсификации продуктов питания: «Воспользовавшись бесплатной информацией, возможностями для обучения и инструментами, доступными в рамках этой глобальной сети, страны могут расширить свои возможности по выявлению случаев»

фальсификации пищевых продуктов и стать менее уязвимыми перед лицом этой проблемы». FAN облегчает взаимодействие между учеными, представителями пищевой промышленности, государственных органов и академических кругов.

Для злоумышленников наибольший интерес представляют оливковое масло, мед и морепродукты

К числу продуктов питания, которые чаще других становятся объектами фальсификации, относятся оливковое масло (ценится из-за благотворного влияния на работу сердца), морепродукты (содержат незаменимые жирные кислоты омега-3) и мед (пользуется спросом в качестве источника природных сахаров и благодаря своим полезным свойствам).

Оливковое масло может быть фальсифицировано посредством его замены более дешевыми продуктами, такими как подсолнечное масло, рапсовое масло или даже масло фундука, что ставит под угрозу здоровье людей с аллергией на эти масла-заменители. Такая практика сказывается на безопасности пищевых продуктов, поскольку фальсифицированное масло может содержать иные потенциально токсичные или вредные соединения.

При помощи анализа стабильных изотопов ученые могут эффективно отслеживать географическое происхождение продуктов питания, отличать органические продукты от обычных, а также выявлять фальсификацию путем обнаружения несоответствия в ожидаемых изотопных свойствах.

Еще одним методом выявления фальсификации и проверки подлинности и происхождения продуктов питания является быстрый скрининг пищевых продуктов.

При помощи спектроскопии в ближней области инфракрасного спектра ученые Совместного центра ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в области продовольствия и сельского хозяйства (Совместный центр ФАО/МАГАТЭ) смогли провести различие между оливковым маслом первого холодного отжима из Словении и маслом из других стран при чувствительности 94% и специфичности 86%.

«Инфракрасная спектроскопия и другие методы, такие как парофазная газовая хроматография — спектроскопия ионной

подвижности, могут использоваться для анализа образцов в лабораторных или непосредственно полевых условиях. Они обеспечивают высокую производительность при низких эксплуатационных расходах, поскольку практически не требуют подготовки проб и не предполагают использования химических веществ или специализированного лабораторного оборудования», — говорит Христина Влаху, руководитель Лаборатории безопасности и контроля пищевых продуктов Совместного центра ФАО/МАГАТЭ.

Не менее распространена также фальсификация меда, когда в натуральный мед добавляют более дешевые подсластители, такие как кукурузный сироп с высоким содержанием фруктозы. Анализ стабильных изотопов и использование инструментов быстрого скрининга могут помочь выявить фальсифицирующие примеси в меде, проверить сведения о цветочной разновидности или географическом происхождении и отличить дорогостоящий подлинный мед манука от подделок.

В случае с морепродуктами фальсификация часто проявляется в виде недостоверной маркировки, когда более дешевые виды рыбы или морепродуктов продаются в качестве более дорогих. Такая практика не только вводит потребителей в заблуждение, но и сводит на нет меры по сохранению природы, направленные на предотвращение перелова исчезающих популяций. Благодаря анализу стабильных изотопов ученые могут проверить правильность маркировки продуктов и даже отличить выращенную на ферме рыбу от рыбы, пойманной в дикой природе.

В рамках начатой в прошлом году новой флагманской инициативы Atoms4Food МАГАТЭ участвует в обеспечении безопасности и качества пищевых продуктов на глобальном уровне и развивает партнерские отношения для борьбы с фальсификацией продуктов питания.



Весьма распространена фальсификация меда, когда в натуральный мед добавляют более дешевые подсластители, такие как кукурузный сироп с высоким содержанием фруктозы.

2

3

В случае с морепродуктами фальсификация часто проявляется в виде недостоверной маркировки, когда более дешевые виды рыбы или морепродуктов продаются в качестве более дорогих.



Безопасность пищевых продуктов стимулирует рост экспорта из Коста-Рики

Шинейд Харви

Фермер Альберто Хосе Салас Хименес выращивает скот на своих обширных угодьях в Оротине (регион Алахуэла к западу от столицы Сан-Хосе) на фоне пышного природного ландшафта Коста-Рики. Пользуясь преимуществами плодородной вулканической почвы и тропического климата Коста-Рики, Салас Хименес выращивает крупный рогатый скот, который предназначен для продажи на международных рынках.

В последние годы расширился ассортимент местных продуктов, которые экспортируются на зарубежные рынки, однако на протяжении всего пути пищевых продуктов от производства до потребления должна быть обеспечена их безопасность. Такие меры предполагают тщательный анализ на наличие загрязнителей в мясных продуктах с целью гарантировать их безопасность для местного потребления или экспорта за рубеж.

Фермерам, таким как Салас Хименес, разрешается использовать вакцины и ветеринарные препараты для лечения болезней животных, а также пестициды для борьбы с сорняками на пастбищах. Остатки этих химикатов могут сохраняться в мясе и потенциально попадать в пищевую цепь человека. Поэтому надежный надзор за безопасностью пищевых продуктов имеет крайне важное значение для здоровья населения.

В интересах защиты здоровья населения и содействия развитию экспорта ответственность за обеспечение соответствия продукции животноводства национальным и международным стандартам несет Национальная ветеринарная служба Коста-Рики (СЕНАСА), которая входит в структуру Министерства сельского хозяйства и животноводства. Прежде СЕНАСА была вынуждена отправлять образцы пищевых продуктов на анализ за границу, чтобы подтвердить их соответствие международным нормам безопасности, причем сопутствующие расходы несли производители. Этот процесс был связан с ростом затрат и задержкам при получении разрешений на экспорт.

С 2014 года МАГАТЭ в рамках программы технического сотрудничества и по линии Совместного центра ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в области продовольствия и сельского хозяйства оказывает СЕНАСА содействие в модернизации Национальной ветеринарной лаборатории (ЛАНАСЕВЕ), оснащая ее специализированным оборудованием для проверки безопасности пищевых продуктов с помощью ядерных методов и обучая сотрудников. Теперь ЛАНАСЕВЕ использует изотопные методы для обнаружения и количественной оценки следов вредных загрязнителей, таких как пестициды, остатки ветеринарных препаратов, химикаты и тяжелые металлы, и гарантирует, что мясо безопасно для потребления.



«Производителям больше не нужно отправлять образцы за границу, что экономит время и деньги, — объясняет генеральный директор СЕНАСА Луис Магаморос. — Это сотрудничество укрепляет оперативный потенциал СЕНАСА и позволяет обеспечивать безопасность пищевых продуктов в интересах потребителей и повышать конкурентоспособность наших производителей, открывая новые возможности для сбыта без дополнительных затрат на анализы».

Руководитель отдела безопасности пищевых продуктов ЛАНАСЕВЕ Яхайра Саласар Чакон рассказывает, что в 2014 году лаборатория могла проводить анализ лишь 54 соединений, в то время как в 2024 году их число составляет 410. «Сейчас наша лаборатория выполняет самостоятельно почти 98% необходимых анализов, и только около 2% приходится на внешние лаборатории. Благодаря тому, что СЕНАСА больше не взимает с производителей плату за анализ пищевых продуктов, удалось снять с производителей значительную финансовую нагрузку и одновременно облегчить для них выполнение экспортных требований», — говорит Чакон.

В настоящее время ЛАНАСЕВЕ признана на международном уровне в качестве ведущей региональной лаборатории в области безопасности пищевых продуктов и проводит

обучение других лабораторий в регионе. «Благодаря такому развитию мы можем помогать другим региональным лабораториям в области анализа безопасности пищевых продуктов, повышая при этом общие стандарты качества и безопасности», — добавляет Саласар Чакон.

Расширение спектра услуг ЛАНАСЕВЕ по проведению лабораторных исследований значительно укрепило позиции Коста-Рики в качестве экспортера. Эти усилия способствовали тому, что для продукции животноводства из Коста-Рики открыт доступ на международные рынки, а также облегчен выход на новые рынки сбыта.

«Всего за пять лет Китай стал важнейшим рынком для экспорта продукции животноводства из Коста-Рики», — отмечает Магаморос.

Рост экспорта мяса позволил таким производителям, как Салас Хименес, сохранить и повысить уровень жизни.

«Уверен, что наши продукты питания из Коста-Рики не только безопасны для потребления, но и соответствуют самым высоким нормам безопасности как в стране, так и за рубежом», — говорит Салас Хименес.



При содействии МАГАТЭ ЛАНАСЕВЕ теперь использует изотопные методы для обнаружения и количественной оценки следов вредных загрязнителей, таких как пестициды, остатки ветеринарных препаратов, химикаты и тяжелые металлы, и гарантирует, что мясо безопасно для потребления.

(Фото: Ш. Харви/МАГАТЭ)



Благодаря климатически оптимизированному сельскому хозяйству больше людей в Кении обеспечены пищей

Кэти Лаффан

Ученые из Кении используют ядерную науку, чтобы помочь фермерам модернизировать методы земледелия в условиях изменения климата.

«Как и многие другие африканские страны, Кения испытывает трудности в выращивании необходимых ей сельскохозяйственных культур в условиях изменения климата. У этой проблемы нет единственно верного решения, — рассказывает директор Отдела Африки Департамента технического сотрудничества МАГАТЭ Шаукат Абдулразак. — Однако благодаря ядерным методам кенийские ученые и фермеры имеют в распоряжении точную информацию и инструменты для того, чтобы извлекать каждую каплю воды и каждый росток из этой прекрасной земли».

Работы начинаются в лаборатории, где ученые (многие из которых прошли подготовку или получили помощь по линии МАГАТЭ и Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО)) занимаются определением наиболее оптимальных методов посадки и полива, которые затем фермеры смогут использовать в условиях нехватки воды.

При помощи ядерных и изотопных методов ученые могут отслеживать движение углерода, воды и питательных веществ сквозь почву и посевы в целях проверки эффективности различных подходов к рациональному использованию водных и почвенных ресурсов.

«Ядерная наука помогает фермерам адаптироваться к изменению климата. МАГАТЭ и ФАО сотрудничают с учеными в Кении и во всем мире с целью повысить урожайность, защитить водные источники и накормить больше людей», — говорит руководитель Департамента ядерных наук и применений МАГАТЭ Наджат Мохтар.

Более глубокое понимание свойств растений

Например, в Кенийской организации по исследованиям в области сельского хозяйства и животноводства (KALRO) в Найроби ученые, занимающиеся изучением почвы и воды, руководят работой лаборатории, у которой есть своя ферма для проведения опытов. МАГАТЭ предоставляет этой лаборатории оборудование и организует подготовку персонала.

Докторант KALRO Джейн Акот принадлежит к новому поколению ученых, которые изучают ядерные методы с целью использовать их в сельском хозяйстве. «Мы используем ядерные методы для оценки различных технологий выращивания растений, которые фермеры смогли бы применять на практике», — объясняет Акот.

Для изучения реакции отдельных видов растений на различные условия полива и удобрения ученые проверяют эффективность таких методов, как капельное орошение, где используется значительно меньше воды, чем при традиционных методах полива.

Из лаборатории на ферму

После того как ученые определяют оптимальные подходы к выращиванию тех или иных сельскохозяйственных культур, они передают эти сведения непосредственно фермерским общинам. Это приводит к переменам в управлении сельскохозяйственными ресурсами, в результате которых возрастает продуктивность и устойчивость сельского хозяйства.

Сотрудник KALRO д-р Кизито Квена тесно сотрудничает с сотнями полевых школ фермеров по всему региону. В рамках таких школ кооперативы мелких фермеров объединяются, чтобы обрабатывать общие земельные наделы и изучать эти климатически оптимизированные методы ведения сельского хозяйства, которые затем они смогут использовать на своих собственных землях.

«Несмотря на низкую плодородность почвы и нехватку воды, эти методы уже помогли тысячам фермеров в Кении повысить урожайность на 20% и сэкономить 20% стоимости удобрений», — рассказывает д-р Квена.

«Крайне важно использовать влагомеры, поскольку они подсказывают фермерам, когда орошение необходимо, а когда необходимости в нем нет. Тем самым влагомеры помогают фермерам весьма эффективно использовать имеющееся небольшое количество воды», — заключает д-р Квена.

Фермер Юнис Фрэнсис посещает полевую школу в Мачакосе. Она говорит, что новые подходы уже помогают ей производить больше продовольствия, чтобы кормить свою семью. «С тех пор как я начала использовать эти технологии в сельском хозяйстве, я смогла повысить урожайность растений и оптимизировать расход воды», — рассказывает Фрэнсис.

МАГАТЭ и ФАО ведут совместную работу по укреплению потенциала стран в области использования ядерных и изотопных методов с целью помочь повысить устойчивость сельского хозяйства и адаптироваться к изменению климата.





Ядерные и изотопные методы приносят пользу фермерам по всей Кении (таким, как этот земледelec масаи из поселения Ромбо, выращивающий бананы) и помогают им совершенствовать практику управления водными и другими ресурсами.



«Несмотря на низкую плодородность почвы и нехватку воды, эти методы уже помогли тысячам фермеров в Кении **повысить урожайность на 20% и сэкономить 20% стоимости удобрений**»

(Фото: К. Лаффан/МАГАТЭ)

Повышение безопасности пищевых продуктов, производительности и устойчивости сельского хозяйства во Вьетнаме при помощи ядерной науки

Мелисса Эванс и Шинейд Харви

НАУКА

Облучение продуктов питания — это воздействие на них пучков или лучей, обладающих энергией, достаточной для разрушения химических связей.



Этот ядерный метод можно использовать применительно к предварительно упакованным продуктам, чтобы предотвращать размножение насекомых, уничтожать микроорганизмы, вызывающие порчу продуктов и пищевое отравление, а также замедлять процесс созревания.

Облучение не влияет на качество продуктов, так как не ведет к повышению температуры, не делает их радиоактивными и не оставляет химических остатков.



Разнообразие насекомых-вредителей растет по мере изменения климата и того, как ранее непригодные для обитания территории снова могут поддерживать достаточные для дальнейшего размножения популяции. Инвазивные виды вредителей могут нанести вред окружающей среде и подорвать сельскохозяйственное производство. Для профилактики их распространения вводятся строгие меры контроля, в том числе ограничения на торговлю свежими фруктами и овощами.

Содействовать торговле с другими странами, не допуская распространения вредителей, важно для таких стран, как Вьетнам, где четверть валового внутреннего продукта приходится на сельское хозяйство, являющееся источником дохода для 60 процентов населения.

Повышение температуры способствует распространению инфекций и токсинов, передающихся с пищей, а также росту патогенных грибов и порче продуктов. Для повышения безопасности пищевых продуктов, а также производительности и устойчивости сельского хозяйства Вьетнам применяет ядерные технологии при поддержке МАГАТЭ и в рамках его программы технического сотрудничества.

Во Вьетнаме облучение продуктов питания электронными пучками (ЭП), рентгеновскими лучами или гамма-лучами позволяет обеспечить отсутствие насекомых-вредителей в импортируемых и экспортируемых свежих фруктах и овощах, повысить безопасность пищевых продуктов благодаря профилактике передающихся с пищей болезней и продлить срок хранения продуктов, которые в противном случае подверглись бы порче в результате размножения бактерий и грибов.

Что такое облучение пищевых продуктов?

Облучение продуктов питания — это воздействие на них пучков или лучей, обладающих энергией, достаточной для разрушения химических связей (также известное как «ионизирующее излучение»). Благодаря применению пучков для эффективной передачи энергии без значительного повышения температуры можно облучать предварительно упакованные продукты питания, чтобы предотвращать размножение насекомых, уничтожать микроорганизмы, вызывающие

порчу продуктов и пищевое отравление, а также замедлять процесс созревания.

Облучение пищевых продуктов, в зависимости от дозы, позволяет не допустить преждевременного созревания и прорастания фруктов и корнеплодов, уничтожить паразитов и обеззаразить специи, а также ликвидировать вызывающую пищевое отравление сальмонеллу и грибки, которые могут привести к порче мяса, птицы и морепродуктов, а также обеспечить соответствие продовольственных грузов международным правилам торговли, установленным для профилактики распространения вредителей и болезней, наносящих вред растениям и окружающей среде.

МАГАТЭ помогает Вьетнаму повышать безопасность пищевых продуктов и развивать торговлю

МАГАТЭ оказывает помощь Вьетнаму в области облучения продуктов питания с 1999 года, предоставляя гамма-облучатели и ЭП облучатели, а также организуя обучение их применению. Некоторое время назад МАГАТЭ оказало поддержку в организации подготовки персонала Центра исследований и разработок в области радиационных технологий, занимающегося вопросами радиационной обработки, при Вьетнамском институте атомной энергии.

«Облучать можно различные виды продуктов, используя либо гамма-излучение, источником которого является радиоактивный кобальт-60 или цезий-137, либо — все чаще — электронные пучки и рентгеновские лучи на базе ускорителей. Практика радиационной обработки имеет много преимуществ, связанных с охраной здоровья, качеством продуктов питания и экономической выгодой, и опыт таких стран, как Вьетнам, может быть полезен многим другим государствам-членам», — считает Джеймс Сасанья, временно исполняющий обязанности руководителя Секции безопасности и контроля пищевых продуктов Совместного центра ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в области продовольствия и сельского хозяйства.

Во Вьетнаме метод облучения пищевых продуктов применяется уже более 50 лет. Изначально облучению подвергались только дорогостоящие товары, в частности специи, однако сейчас этот рынок значительно расширился. Сегодня во Вьетнаме такую



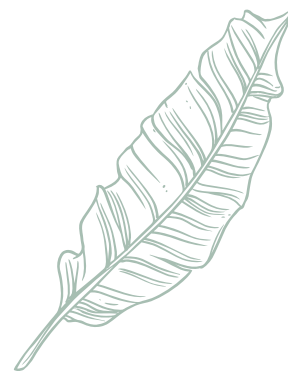
Рынок в Хошимине, Вьетнам. (Pond5)

обработку ежегодно проходят 120 000 тонн продуктов питания, что обеспечивает безопасность их потребления.

Особенно популярным экспортным товаром являются такие тропические фрукты из Вьетнама, как питаия и манго. По данным Азиатского банка развития, в 2012–2019 годах объем вьетнамского экспорта фруктов и овощей вырос на 350 процентов, при этом основной рост спроса пришелся на Соединенные Штаты Америки, Европейский союз и Китай.

«Я горжусь тем, что в повышении безопасности пищевых продуктов и производительности сельского хозяйства ключевую роль играет ядерная наука. МАГАТЭ помогает нам успешно применять эти передовые технологии посредством проектов технического сотрудничества на национальном, региональном и межрегиональном уровнях. Такое сотрудничество способствует внедрению устойчивых методов ведения сельского хозяйства, а также вносит вклад в общее

здоровье и благополучие нашей страны», — рассказывает Чан Бить Нгок, генеральный директор Департамента атомной энергии Министерства науки и технологии.



Применение ядерных методов в целях обеспечения безопасности «водных» продуктов питания

Элли Макдоналд, Марк Метьян и Яна Фридрих

На всем протяжении своего существования люди полагались на океан как на источник пропитания. Сегодня морепродукты, или «водные» продукты, входят в рацион более трех миллиардов человек. Чтобы обеспечить их продовольственную безопасность, морские продукты должны быть чистыми и невредными. Однако безопасность и устойчивость пищевых продуктов морского происхождения зависят от состояния океанических экосистем и того, насколько ответственно используются их ресурсы.

Изменение климата, загрязнение окружающей среды и утрата биологического разнообразия оказывают сильное отрицательное воздействие на океан. Морские экосистемы испытывают на себе огромное давление из-за загрязняющих веществ промышленного и сельскохозяйственного происхождения, подкисления океана, вызванного ростом углеродных выбросов, и его потепления, а также загрязнения микропластиком. Каждый из этих факторов негативно сказывается на безопасности морепродуктов и продовольственной безопасности, и совокупно они могут нанести серьезный ущерб. Особенно риск велик для малых островных развивающихся государств (МОРАГ), поскольку их экономика в значительной степени зависит от ресурсов океана в плане обеспечения продовольственной безопасности и рабочих мест. Кроме того, океан — это основа их культуры и образа жизни. Ситуация усугубляется из-за нехватки ресурсов и отсутствия институтов, необходимых для устранения обусловленных совокупностью этих факторов угроз.

Чтобы оказать государствам, особенно МОРАГ, помощь в борьбе с загрязнением морской среды и прибрежных зон, Лаборатории морской среды МАГАТЭ в Монако применяют передовые ядерные и изотопные методы, благодаря которым страны могут точно отслеживать уровень загрязнения, смягчать воздействие приводящих к загрязнению окружающей среды происшествий и изменения климата на местное население. С помощью таких методов МАГАТЭ получает данные о потенциальных последствиях для океана и здоровья человека и распространяет знания, необходимые

для разработки средств их смягчения. В частности, задача инициативы МАГАТЭ «НУТЕК пластикс» — борьба с глобальным загрязнением пластиком на двух фронтах: в местах его образования (путем внедрения новых технологий для улучшения переработки пластика) и в океане, где в конечном счете оказывается большая часть пластиковых отходов (путем их выявления, отслеживания и мониторинга).

Ядерные технологии хорошо дополняют традиционные научные подходы, так как с их помощью можно оценивать несколько неблагоприятных факторов одновременно — это ключевое преимущество для стран, где наука не достигла достаточно высокого уровня развития.

Изучение воздействующих на океан негативных факторов

Что касается воздействия совокупности неблагоприятных для океана факторов на морскую флору и фауну, функционирование экосистем и состояние океана в целом, то многие из них все еще неизвестны. Изучать их взаимодействие необходимо, чтобы эффективно бороться с их отрицательными последствиями. Только в таком случае будет возможно эффективно осуществлять стратегии по профилактике, снижению рисков и адаптации.

В рамках своего Международного координационного центра по проблеме подкисления океана (МКЦ-ПО) МАГАТЭ координирует совместные исследования подкисления океана и дополнительных неблагоприятных факторов. МКЦ-ПО организует курс обучения, раскрывающий основные понятия для начинающих ученых в этой области, и различными средствами способствует развитию науки в МОРАГ. «МКЦ-ПО и МАГАТЭ играют ключевую роль в снабжении ученых в МОРАГ ресурсами и знаниями, необходимыми для изучения совокупности неблагоприятных для океана факторов и их потенциального влияния на прибрежную и морскую среды», — отмечает

Сэм Дюпон, научный сотрудник Гётеборгского университета в Швеции.

Кроме того, МАГАТЭ делится экспертными знаниями о путях распространения потенциально токсичных химических веществ. Это позволяет ученым исследовать пути попадания тяжелых металлов или радиоизотопов, содержащихся в промышленных, сельскохозяйственных и городских стоках, в реки и подземные воды и затем — в океан. В некоторых случаях они оседают на морское дно, где их поглощают донные организмы, такие как моллюски и камбалообразные. Специалисты МАГАТЭ изучают, как такие токсины циркулируют по морской пищевой цепи.

МАГАТЭ изучает с точки зрения биологии влияние химических веществ на некоторые виды, а также их накопление в организмах на вершине пищевой цепи — этот процесс называется биомагнификацией.

«МОРАГ особенно уязвимы перед изменениями океанической среды, и для успешной борьбы с последствиями деятельности человека им необходимо больше внимания и поддержки, — считает Флоренс Декруа-Командуччи, директор Лабораторий морской среды МАГАТЭ. — Применяя ядерные и изотопные средства и методы, Лаборатории морской среды МАГАТЭ оказывают неоценимую помощь в изучении изменений в океане в прошлом и предоставляют инструменты для борьбы с последствиями, которые могут наступить в будущем».

Некоторое время назад МАГАТЭ разработало лабораторные методы для изучения воздействия совокупности

негативных факторов на «водные» продукты питания и оказывает соответствующую поддержку ученым из стран, не имеющих доступа к ядерным и изотопным методам. Таким образом при поддержке экспертов МАГАТЭ они могут оценить воздействие этих факторов на морскую среду их страны с применением ядерных технологий. В частности, Лаборатории морской среды МАГАТЭ организуют для ученых обучение аналитическим методам, в том числе радиолигандному анализу связывания — особой аналитической процедуре для выявления очагов вредоносного цветения водорослей.

МАГАТЭ организует стажировки для специалистов из организаций со всего мира с целью укрепить их индивидуальный потенциал и содействовать передаче знаний их профильным национальным учреждениям.



«МКЦ-ПО и МАГАТЭ играют ключевую роль в снабжении ученых в МОРАГ ресурсами и знаниями, необходимыми для изучения совокупности неблагоприятных для океана факторов и их потенциального влияния на прибрежную и морскую среды».

Фото: МАГАТЭ

(Фото: AdobeStock)

Борьба с личинкой американской мясной мухи в Латинской Америке с использованием метода стерильных насекомых

Росалия Фрага Пасос

В Центральной Америке возникла угроза реинвазии личинки американской мухи, а в Южной Америке этот паразит уже является эндемиком. Личинка американской мясной мухи (*Cochliomyia hominivorax*) — это паразитические личинки мухи, которые питаются плотью теплокровных животных, в том числе человека. Миазы — это болезнь, возбудителями которой являются личинки мух, поражающие мягкие ткани животных, и которая является эндемическим заболеванием, характерным для некоторых островов Карибского бассейна и большинства стран Южной Америки. Ее распространение приводит к разрушительным последствиям для животноводства, вызывая рост уровня смертности, сокращение надоев молока и выхода мясной продукции. Во всем регионе Центральной Америки, включая Коста-Рику, не было зарегистрировано ни одного случая этого заболевания до июля 2023 года, когда первые сообщения о заражении крупного рогатого скота поступили из Коста-Рики.

Для защиты скота и фермерских хозяйств в Латинской Америке в общей сложности 14 стран получают помощь со стороны Совместного центра ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам (Совместный центр ФАО/МАГАТЭ) в применении метода стерильных насекомых (МСН), экологически безопасного способа борьбы с вредителями, наносящими ущерб сельскохозяйственным животным, который успешно применяется уже более 60 лет.

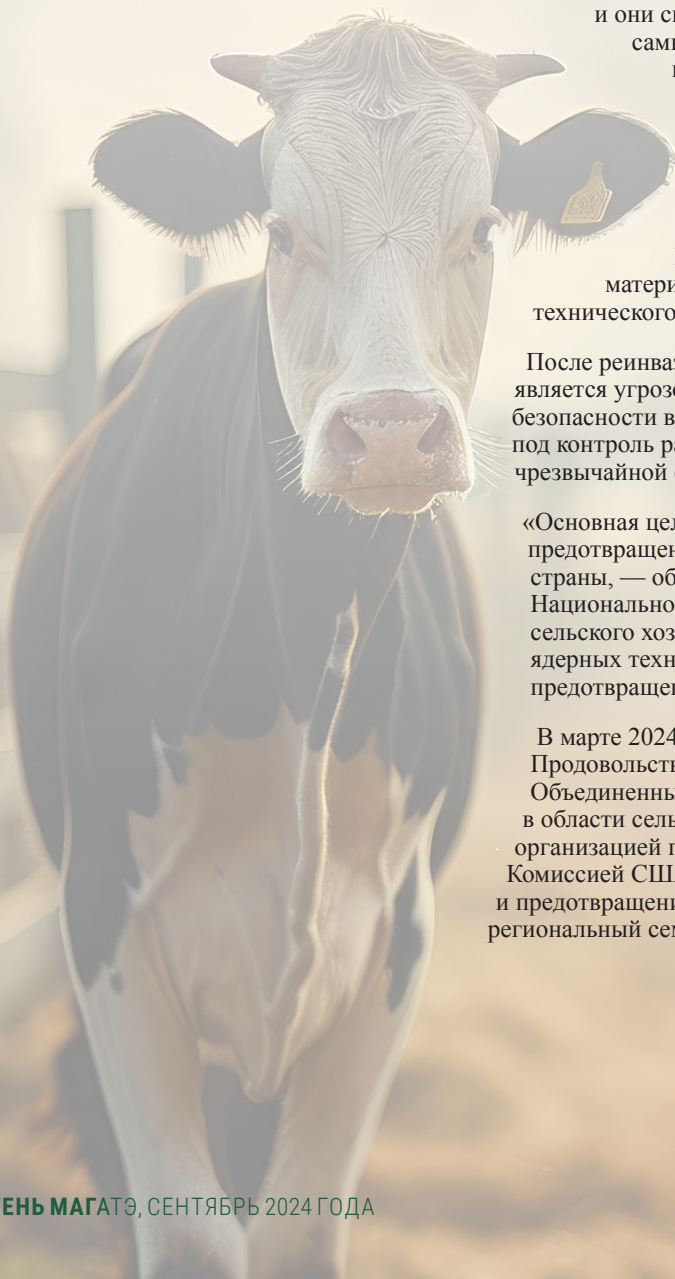
Суть МСН заключается в стерилизации миллионов самцов насекомых ионизирующим излучением, после чего их выпускают и они спариваются с обитающими в естественных условиях самками. Поскольку они не оставляют потомства, то применение МСН ведет к резкому снижению популяции переносчиков этого заболевания в дикой природе при минимизации применения пестицидов.

В рамках такого подхода в дополнение к мероприятиям в области передачи знаний и обучения МАГАТЭ организует специализированное обучение МСН, а закупки технического оборудования и расходных материалов осуществляются по линии регионального проекта технического сотрудничества МАГАТЭ.

После реинвазии личинки американской мясной мухи, которая является угрозой для животноводства и продовольственной безопасности в регионе, 7 февраля 2024 года Коста-Рика, пытаясь взять под контроль распространение паразита, объявила о введении режима чрезвычайной ситуации санитарно-эпидемиологического характера.

«Основная цель этого режима — получить данные, необходимые для предотвращения распространения этого заболевания по территории страны, — объясняет Луис Матаморос, генеральный директор Национальной ветеринарной службы (СЕНАСА) при Министерстве сельского хозяйства Коста-Рики. — Помощь МАГАТЭ в передаче ядерных технологий для применения МСН играет основную роль в предотвращении, мониторинге и искоренении этого заболевания».

В марте 2024 года МАГАТЭ в сотрудничестве с СЕНАСА, Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций, Межамериканским институтом сотрудничества в области сельского хозяйства, Международной региональной организацией по охране здоровья растений и животных, а также Комиссией США и Панамы по ликвидации личинки мясной мухи и предотвращению ее распространения организовало в Коста-Рике региональный семинар-практикум по экстренным мерам реагирования.





(Photos: L. Gil/IAEA)



(Фото: Ф. Чаверри/СЕНАСА)

Для защиты скота и фермерских хозяйств в Латинской Америке в общей сложности 14 стран получают помощь в применении метода стерильных насекомых со стороны Совместного центра ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в области продовольствия и сельского хозяйства.



Участники регионального семинара-практикума по экстренным мерам реагирования в целях борьбы с реинвазией личинки американской мясной мухи, март 2024 года, Коста-Рика.

«Этот семинар-практикум был абсолютно необходим, — считает Вальтер Энкерлин, энтомолог из Совместного центра ФАО/МАГАТЭ. — Участники из национальных ветеринарных служб со всего региона поделились своими знаниями, информацией о стратегиях и ресурсах. Их целью было разработать надежную систему раннего обнаружения, методы лечения и экстренного реагирования для борьбы с реинвазией личинки американской мясной мухи, а также содействовать ее искоренению при помощи МСН».

«Благодаря учебным мероприятиям по линии программы технического сотрудничества МАГАТЭ я теперь могу уверенно диагностировать заражение как на стадии личинки, так и взрослой особи американской мясной мухи и применять

эффективные методы ее уничтожения», — рассказывает Мариа Габриэла Мехиа, участница из Гондураса.

МАГАТЭ продолжает тесно сотрудничать с национальными ветеринарными службами стран Латинской Америки, чтобы наладить применение МСН. Агентство способствует обмену экспертными знаниями для системной борьбы с этим вредителем, а также предоставляет лабораторное оборудование и расходные материалы. Кроме того, МАГАТЭ оказывает помощь в разработке технических документов, на основе которых национальные органы могут принимать решения по применению МСН в рамках метода комплексной борьбы с сельскохозяйственными вредителями в масштабах района.

Метод стерильных насекомых используется во Флориде для борьбы с комарами — переносчиками болезней



Стерильные самцы комаров *Aedes aegypti* в специальном ведре готовы к выпуску на острове Каптивa, округ Ли, Флорида. (Фото: LCMCD, США)

В городе Форт-Майерс, Флорида, Соединенные Штаты Америки (США), стерильные комары выпускаются для подавления популяций комаров, ставших устойчивыми к инсектицидам. Этот пилотный проект осуществляется при поддержке экспертов из МАГАТЭ и Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) и ставит своей целью подавление популяций комаров *Aedes aegypti* — распространенных во Флориде переносчиков болезней.

Бороться с комарами вида *Aedes aegypti* традиционными методами особенно тяжело, поскольку они ведут дневной образ жизни, а места их размножения в природе неочевидны, что затрудняет поиск и уничтожение личинок. Более того, эти комары становятся все более устойчивыми к инсектицидам. В районном центре по борьбе с комарами-вредителями округа Ли (LCMCD) на юго-западе Флориды с момента его основания в 1958 году ведется работа по снижению связанной с этими комарами угрозы для здоровья населения. Сочетание

таких факторов, как рост урбанизации и повышение устойчивости к инсектицидам привели к тому, что на территории округа комары *Aedes aegypti* стали практически вездесущими, в связи с чем LCMCD вынужден искать альтернативные способы борьбы с этим плохо поддающимся регулированию численности видом.

Для подавления популяций комаров — переносчиков болезней в Форт-Майерсе реализуется новый пилотный проект на основе метода стерильных насекомых (МСН). МСН — это экологически чистый метод борьбы с вредителями, который предусматривает стерилизацию самцов насекомых с использованием радиации, прежде чем выпускать их в природную среду для спаривания с самками, которые затем производят меньше потомства или не размножаются вообще. Пилотный проект с использованием МСН опирается на внебюджетное финансирование, предоставляемое по линии Инициативы МАГАТЭ в отношении мирного использования ядерной энергии (ИМИ).

Как сказал Руй Кардозу Перейра, начальник Секции борьбы с насекомыми-вредителями в Совместном центре ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в области продовольствия и сельского хозяйства, «предоставленные США внебюджетные средства по линии ИМИ сыграли немаловажную роль в совершенствовании пакета МСН для борьбы с комарами *Aedes* на основе исследований и разработок и его последующей передачи для применения в ходе пилотных проектов в наших государствах-членах». Комары *Aedes aegypti* могут распространять такие заболевания, как лихорадка чикунгунья, денге, желтая лихорадка и лихорадка



Зика, поэтому с точки зрения общественного здравоохранения они представляют значительную угрозу; проект по борьбе с этими насекомыми способствует также достижению цели 3 в области устойчивого развития (хорошее здоровье и благополучие).

Технологии пилотного проекта по применению МСН, начатого в прибрежном городе Форт-Майерс, уже были опробованы в рамках другого успешного пилотного проекта, проводившегося в период с 2020 по 2022 год примерно в 30 милях западнее на острове Каптива, штат Флорида. В ходе этого проекта осуществлялось массовое разведение самцов комаров, которых затем стерилизовали перед выпуском в природную среду, где они спаривались с самками. На пике разведения на острове Каптива каждую неделю выпускалось приблизительно 400 000 стерильных самцов. Выпуск в таких количествах привел к значительному сокращению популяции *Aedes aegypti* уже в первый год проекта (2020 год), а полное прекращение ее воспроизводства было зафиксировано в 2021 и 2022 годах. Ученые смогли сравнить экологические данные, собранные на острове Санибел (контрольная зона) и острове Каптива. «Было удивительно наблюдать, как наши выпуски стерильных самцов повлияли на популяцию *Aedes aegypti*

на Каптиве», — говорит Рейчел Морреале, руководитель сектора прикладной науки и технологий LCMCD.

В сентябре 2022 года ураган Ян вызвал разрушения на островах Каптива и Санибел, из-за чего стало невозможно добраться туда на автомобиле и пилотный проект пришлось свернуть. Причиненный ущерб был настолько серьезным, что сотрудники LCMCD решили, что лучшим вариантом действий будет перенести программу по выпуску комаров в новый район на материке. Опираясь на уроки, извлеченные по итогам пилотного проекта на острове Каптива, LCMCD собрал исходные данные для более тщательных расчетов по выпуску стерильных самцов *Aedes aegypti* в Форт-Майерсе, где работы по проекту начались в феврале 2024 года. Хотя переезд в новый район произошел раньше, чем изначально планировалось, пилотный проект на острове Каптива позволил LCMCD обосновать МСН в качестве компонента

комплексного плана борьбы с комарами на территории округа. Используя накопленные в процессе массового разведения, выпуска и полевых работ знания, LCMCD надеется получить результаты, чтобы облегчить жизнь местных жителей и защитить их здоровье.

По словам исполнительного директора LCMCD Дэвида Хоэла, «уникальные особенности этой программы и технические знания, предоставленные нам МАГАТЭ, позволяют LCMCD закрепить свои успехи в борьбе с этим комаром, популяция которого плохо поддается регулированию с помощью обычных методов борьбы с насекомыми, и открывают большие перспективы для будущей профилактики переносимых комарами болезней в округе Ли, Флорида».

Эмма Миджли



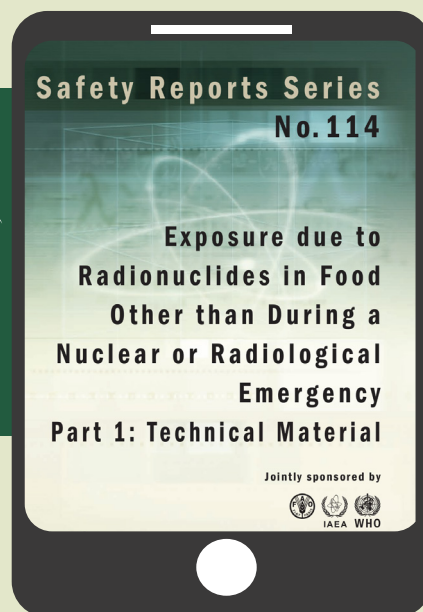
Выпуск стерильных комаров на острове Каптива. (Фото: LCMCD)

Знаете ли вы о том,

что в растения и организмы животных, составляющие рацион человека, могут попадать радионуклиды?

В результате человек может подвергаться воздействию ионизирующего излучения и получить дозу внутреннего облучения.

Отсканируйте код,
чтобы узнать больше



Ознакомьтесь с
публикациями МАГАТЭ

Читайте
бесплатно
онлайн



www.iaea.org/publications

Для заказа книг просьба
обращаться по адресу:

sales.publications@iaea.org

Публикации МАГАТЭ

Конференция на уровне министров по

ядерной науке, технологиям и применениям и осуществлению программы технического сотрудничества

26–28 ноября 2024 года
Вена, Австрия



IAEA

Международное агентство по атомной энергии



CN-328

Сотрудничайте с нами

ради лучшего будущего

МАГАТЭ приглашает

к сотрудничеству в рамках своих флагманских инициатив государства-члены, предприятия отрасли, финансовые учреждения и другие заинтересованные стороны, готовые поделиться экспертным опытом, инструментами моделирования, отраслевыми знаниями, оказать информационную поддержку и предоставить финансовые ресурсы.

ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА



ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА



ЖЕНЩИНЫ В ЯДЕРНОЙ СФЕРЕ



ПРОДОВОЛЬСТВИЕ И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО



ЭНЕРГИЯ



Узнайте больше о
флагманских инициативах
МАГАТЭ



IAEA

Атом для мира
и развития