

Перспективы обеспечения безопасности пищевых продуктов



IFSC_1/19/TS3.2

Первая Международная конференция ФАО, ВОЗ и АС по безопасности пищевых продуктов Аддис-Абеба, 12–13 февраля 2019 года

Новые аналитические методы и модели, используемые для повышения безопасности пищевых продуктов

Стивен М. Массер, Центр по безопасности пищевых продуктов и практическим вопросам питания Управления по санитарному надзору за пищевыми продуктами и медикаментами (FDA), Соединенные Штаты Америки

Фальсификация пищевых продуктов производится с помощью целого ряда химических и микробиологических загрязнителей, которые могут быть внесены на любом этапе сбытовой цепи. Для решения проблем загрязнения пищевых продуктов регулирующие органы, органы здравоохранения и пищевая промышленность должны постоянно инвестировать в новые технологии, на базе которых создаются инновационные методы быстрого и безошибочного выявления опасностей и определения их характеристик.

Главным инструментом поддержания стандартов качества и безопасности пищевых продуктов являются гибкие и последовательные системы мониторинга и надзора. Глобализация сетей продовольственного снабжения, в значительной степени ставшая возможной благодаря появлению быстрых и надежных систем транспортировки, привела к резкому росту импорта продовольствия из самых разных регионов мира. Потребительский спрос на расширенный ассортимент продуктов питания привел к созданию новаторских систем ведения сельского хозяйства и производства продовольствия; в результате некоторые пищевые продукты теперь нередко выпускают или выращивают там, где их раньше никогда не производили.

Эти изменения в глобальном производстве продовольствия сказываются на системах обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов. Проблема наличия и качества воды для нужд пищевой промышленности и орошения является одним из главных примеров происходящих сложных изменений. С помощью новых технологий, вероятно, можно будет выявлять новые и, возможно, неожиданные источники загрязнения пищевых продуктов. В существующих национальных и глобальных системах надзора за безопасностью пищевых продуктов такие вопросы должны решаться путем инвестирования в разработку, валидирование и внедрение инновационных аналитических решений. Эти решения, в свою очередь, требуют обеспечения доступа к необходимым данным и формируют невиданную ранее потребность в обмене данными надзора и аналитической информацией с помощью открытых глобальных баз данных.

1.0. Технологии экспресс-контроля

1.1. Компактные портативные устройства

Портативные устройства обладают потенциалом для разработки экономически эффективных экспресс-методов проверки подлинности регулируемых товаров и выявления случаев намеренной фальсификации. К достижениям в этой области можно отнести:

1) методы ИК- и КР-спектроскопии, используемые как в научных, так и в коммерческих инструментах для оценки товаров, которые могут быть неправильно маркированы (например, пищевые добавки, оливковое масло), а также для обнаружения аналитов/компонентов, которые могут присутствовать в намеренно фальсифицируемых товарах (например, в фальсифицированном сухом молоке); 2) методы рентгенолюминисцентного анализа, используемые для оценки косметических товаров, специй и посуды для выпечки на предмет присутствия в их составе тяжелых металлов; 3) иммунохроматические экспресс-анализаторы, используемые для количественного определения токсинов (например, токсинов моллюсков) и остатков лекарственных препаратов (например, антибиотиков в молоке); 4) "электронный нос" и приборы для измерения биоэлектрического сопротивления, используемые для проверки свежести морепродуктов; и 5) модифицированный портативный арсенатор, используемый для обнаружения неорганических соединений мышьяка в рисе.

1.2. Нецелевой скрининг методом масс-спектрометрии

Ученые разрабатывают новые технологические процессы анализа и обработки данных жидкостной хроматографии/масс-спектрометрии, которые можно было бы применять для исследования разных видов пищевых продуктов. Наиболее эффективным решением здесь было бы создание специализированных глобальных баз данных общего пользования по конкретным технологическим процессам (например, по обнаружению пестицидов). В этих новых базах данных для выявления тенденций, сезонных и географических различий, а также сходства между продуктами питания используются методы метаболомики. В будущем для минимизации загрязнения продуктов питания и снижения нагрузки, связанной с отбором проб, мы сможем использовать прогностические алгоритмы на основе этих данных.

1.3 Глобальный доступ к данным полногеномного секвенирования

Технологии полногеномного секвенирования (ПГС) и данные, получаемые в результате их применения, произвели революцию в таких областях, как эпиднадзор за инфекционными болезнями, отслеживание загрязненных пищевых продуктов и их ингредиентов и выявление на предприятиях по производству продуктов питания труднодоступных мест, благоприятных для заселения вредными организмами и их размножения. Принимая во внимание глобальный характер продовольственной производственно-сбытовой цепи и важность учета данных из всех источников, сеть GenomeTraker Управления по санитарному надзору за пищевыми продуктами и медикаментам (FDA) США в сотрудничестве с Национальными институтами здравоохранения (NIH) и Национальным центром биотехнологической информации (NCBI) в целях повышения точности фиксации глобального разнообразия продуктов питания и изолятов объектов окружающей среды создала базу данных по обнаружению патогенов (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pathogens/>). Сейчас эта база включает систематизированные данные ПГС, получаемые от лабораторий из 12 стран, и содержит доступную для поиска и скачивания информацию и данные анализа более чем по 300 тысячам геномов 22 различных патогенных бактерий человека. Благодаря открытому доступу к этой базе данных ученые, государственные чиновники и производители продовольствия получают необходимые инструменты для изучения масштабов, потенциальных источников происхождения и распространения патогенов в продовольственных системах.

1.4 Использование нанотехнологий

Ученые работают над созданием недорогого высокоизбирательного и надежного метода количественного анализа безопасности пищевых продуктов. Для обнаружения патогенных микроорганизмов и других токсинов в пищевых продуктах исследователи использовали полимеры с молекулярными отпечатками, аптамеры и квантовые точки. Был разработан

колориметрический тест на основе наноматериалов для обнаружения холерного токсина, в котором используются холерные антитела, а также другие методы количественного анализа для обнаружения микроцистина и глютена. Возможность создания конкретных методов анализа для решения конкретных задач может помочь странам сократить расходы на инфраструктуру для исследования качества и безопасности пищевых продуктов, однако мультиплексирование может оказаться затруднительным, а показатели могут быть пригодны не для всех пищевых матриц.

2.0. Пользовательские устройства и технологии для пищевой промышленности

2.1. Пользовательские устройства

Благодаря последним достижениям, в основном в области развития технологий на базе смартфонов (беспроводная связь, сенсорные дисплеи, виртуальные клавиатуры, возможности GPS, быстрые процессоры, сканеры отпечатков пальцев и усовершенствованные камеры), в продаже появилось несколько компактных устройств, которые выпускаются в виде портативных анализаторов, рассчитанных на использование широким кругом потребителей. Потенциально такие устройства могут использоваться глобальными партнерами, занятыми в пищевой промышленности и в сфере обеспечения безопасности пищевых продуктов, для повышения качества скрининга пищевых продуктов, пищевых добавок и лекарственных средств. При этом, однако, существует множество проблем, связанных с внедрением, включая необходимость проверки и понимания чувствительности и ограничений, присущих каждому из имеющихся устройств, а их насчитывается огромное количество. Более того, потребительские устройства нуждаются в дополнительной оценке с учетом ограниченности их аналитических возможностей, что обусловлено упрощенной архитектурой этих устройств и использованием облачных технологий сбора и анализа данных, осуществляемых не специалистами, а обычными пользователями. Ученые протестировали несколько типов таких устройств (SMART, Nima и SciO), а также тест-полоски для обнаружения глютена. Все они в той или иной мере "работают", но для некоторых устройств сложный состав пищевых продуктов представляет проблему. Другая проблема состоит в том, что для проведения теста должным образом некоторые из этих устройств в настоящее время обходятся непомерно дорого.

2.2. Устройства для предприятий пищевой промышленности

Создание устройств для пищевой промышленности предполагает усовершенствование механики оборудования для видеоконтроля, которое позволяет быстро выявлять возникающие сбои в процессе производства: например, проверять, правильно ли размещена этикетка и правильная ли это этикетка, не разбита ли/не треснула ли бутылка и соответствует ли уровень ее заполнения установленному значению. Эти технологии видеоконтроля обеспечивают гораздо более высокую точность и скорость обработки по сравнению с ручными методами и предоставляют возможности для экономии средств и раннего предупреждения о том, что в системе что-то пошло не так. Такая модель предусматривает непрерывное рефлексное тестирование, которое позволяет повысить безопасность пищевых продуктов за счет усиления надзора, что пойдет на пользу любой из вышеперечисленных технологий.

2.3. Портативные лаборатории

Экологический след от оборудования для молекулярных исследований на удивление незначителен, а вот след от самой этой *работы* не так уж и мал. Вспомогательное оборудование, включая источники электропитания, холодильные установки, вычислительные мощности, стабильное рабочее пространство, стратегии утилизации биологических отходов, другие логистические решения – все это необходимо для эффективного использования современных мобильных установок. Эта проблема решается с помощью новейших технологий создания аналитического оборудования, которые позволяют уместить полностью оснащенную лабораторию в емкости размером с небольшой чемоданчик. Вся необходимая техника компактно размещается в конструкции лаборатории, что дает возможность быстрого развертывания и применения передовых геномных технологий непосредственно на местах.

3.0 Последние крупные инновации

3.1 Метагеномика

Метагеномика может стать революционным инструментом для быстрого обнаружения патогенов в пробах пищевых продуктов и объектов окружающей среды. Эти методы могут применяться для обнаружения любых патогенов и одновременного выявления сразу нескольких фальсифицирующих примесей. В обогащенных образцах могут быть также определены такие важные характеристики штамма, как факторы вирулентности, устойчивость к противомикробным препаратам и серотипы, что позволяет идентифицировать патогенный организм одновременно с выявлением патогена культуральным методом. Такая технология секвенирования позволяет идентифицировать несколько подтипов патогена в рамках одного процесса, что было наглядно продемонстрировано во время недавней вспышки сальмонеллеза, вызванной несколькими серотипами *Salmonella*, которые были обнаружены в папайе. Благодаря своевременному выявлению пищевых патогенов и тест-микроорганизмов, которые могут создавать проблемы с качеством (порчу) и безопасностью пищевых продуктов (загрязнение) такие методы позволяют информировать отрасль об опасности еще до того, как продукты, зараженные патогенами, попадут в систему продовольственного снабжения. Кроме того, эти методы могут использоваться для отслеживания источника загрязнения, а также в мероприятиях по эпиднадзору после вспышек. Проводятся исследования микробиомов пищи, которые, вероятно, влияют на качество и питательность нашего рациона и могут взаимодействовать с микробиомом кишечника и изменять его состав.

3.2. Биоинформатика и анализ данных

При условии глобального обмена информацией (техническими и метаданными) в достаточном объеме накопление и непосредственное сравнение данных, полученных в результате применения любых из вышеперечисленных технологий, могут внести вклад в "большие данные". Необходимыми предпосылками успешного глобального обмена данными являются долгосрочные процессы гармонизации, стандартизации и валидации, которые требуют тщательного планирования и координации. Создать и внедрить механизмы координации совместной работы могут соответствующие глобальные организации. Базы данных могут быть самыми простыми: например, они могут содержать сведения о валидации новой технологии в одной лаборатории и обеспечивать непосредственный обмен результатами, в том числе ложноположительными и ложноотрицательными, а также данные о мерах чувствительности и специфичности, которые позволят принимать решения о пригодности [соответствующих методов] для определенных целей. Однако сейчас в анализе "больших данных" наблюдается тенденция к интеграции и анализу сводных данных из нескольких баз. Этот подход требует обмена полученной цифровой информацией, а также гармонизации методов сбора данных; только в этом случае такие виды анализа будут действенны и эффективны. Если лаборатории решат обмениваться не только данными, но и методами, то "большие данные" могут использоваться для глобального анализа более общих паттернов, которые на местном уровне могут и не просматриваться. Обмен "большими данными" может помочь выявить общие закономерности, обусловленные глобальными перемещениями товаров и международной торговлей, а также определить новые проблемы в области безопасности пищевых продуктов. "Большие данные" могут стать подспорьем для моделей оценки рисков и управления рисками. Эти модели помогут профильным государственным организациям определить наиболее высокие риски и расставить соответствующие приоритеты.