

Кудина А.В., кандидат технических наук, доцент  
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

### СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИКОТОКСИНОВ В ЗЕРНЕ И ПРОДУКТАХ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

Для производства продукции сельскохозяйственного назначения характерно постоянное возрастание требований к безопасности выпускаемых продуктов и кормов, ужесточение методов контроля, тенденция к использованию количественных критериев при оценке качества. На сегодняшний день к зерновой продукции идущей на пищевые и кормовые цели предъявляются достаточно высокие требования к качеству и безопасности. В этой связи возникает необходимость применения современных методов контроля качества и безопасности данной продукции. Поэтому выявление и анализ методов и средств контроля безопасности в процессе производства, переработки и хранения является важной и актуальной задачей.

К основным показателям безопасности зерна относятся:

- органолептические (цвет, состояние, запах);
- примеси (минеральная, вредная, металломагнитная);
- зерно испорченное, головневое, маранное, синегузочное, фузариозное;
- зараженность вредителями в явной и скрытой формах;
- загрязненность вредителями;
- наличие токсичных элементов (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть);
- микотоксины (афлотоксин В1, дезоксиниваленон, Т-2 токсин, зеараленон и т.д.);
- пестициды, ДДТ и его метаболиты, нитразамины, радионуклиды (цезий-137) и др.

Микотоксины являются биологическими контаминантами – природными загрязнителями микроскопическими плесневыми грибами зерна злаковых культур, которые вызывают отравление у животных, приводят к различным инфекционным заболеваниям, снижению продуктивности, повреждению внутренних органов и другим заболеваниям. Наиболее распространенными микотоксинами, представляющими опасность для животных, являются афлатоксины, Т-2 токсин, зеараленон, охратоксин А, дезоксинива-ленол (ДОН), фумонизины. Эти вещества достаточно устойчивы к воздействиям окружающей среды и не разрушаются даже при термической обработке [1,2].

Микотоксины синтезируются различными грибами. Механизм их токсического действия заключается в способности ингибировать синтез белка. Большинство изученных микотоксинов образуются в результате деятельности плесневых грибов трех родов: *Aspergillus*, *Penicillium* и *Fusarium*. Основные виды микотоксинов, вызывающие токсикозы у крупного рогатого скота, включают афлатоксины, Т-2 токсин, фумонизины, зеараленон, охратоксины и дезоксиниваленон. Например, афлатоксин В1 продуцируют грибы *Aspergillus flavus* и *Aspergillus parasiticus*, охратоксин вырабатывается грибами родов *Aspergillus* и *Penicillium*, зеараленон синтезируется грибами из рода *Fusarium* (*F. Graminearum*, *F. tricinctum*) [2].

В основе контроля безопасности продукции растительного происхождения лежат нормативы содержания различных компонентов, предусмотренные техническими нормативными правовыми актами.

В соответствии с системой ХАССП при оценке риска, обусловленного наличием микотоксинов, в процессе производства и потребления зерна и комбикормов было выделено 7 критических контрольных точек, на которых необходимо предпринимать меры для предотвращения контаминации: состояние и качество семян; качество обработки почвы; период прорастания; уборка урожая; период после уборки урожая; хранение и переработка.

Для определения содержания микотоксинов наиболее часто используются хроматографические методы (газожидкостная хроматография совместно с масс-спектрометрией, высокоэффективная жидкостная хроматография с УФ-спектрометрической, флуоресцентной или масс-спектрометрической детекцией) с различными вариантами пробоподготовки [2], а также более экономичные скрининговые методы.

Химические методы анализа качества готовой продукции и сельскохозяйственного сырья достаточно трудоемки, занимают много времени, требуют специальных реактивов и квалифицированных специалистов, в настоящее время все шире применяются инструментальные (физико-химические) методы анализа, в том числе – для определения микотоксинов в сельскохозяйственной продукции и сырье.

Применение метода высокоэффективной жидкостной хроматографии обеспечивает высокую точность результатов, позволяет определять несколько микотоксинов одного или разных классов, используется в качестве подтверждающего метода, но требует наличия квалифицированных кадров и дорогостоящего оборудования [3,4]. Скрининг методы отличаются быстротой и удобны для проведения серийных анализов, позволяют быстро и надежно разделять загрязненные и незагрязненные образцы. К ним относятся такие широко распространенные методы, как методы тонкослойной хроматографии (ТСХ) для одновременного определения до 30 различных микотоксинов, метод трехфазного иммуноферментного анализа (ИФА) и иммунохимические методы (ИХМ), обладающие высокой селективностью благодаря применению специфических антител. Хотя скрининговые методы с использованием экспресс-тестов не столь точны, но позволяют оперативно определять наличие микотоксинов и оперировать большими выборками проб.

В последнее время для определения содержания микотоксинов активно применяются молекулярно-генетические методы. Из образца зерна делается мука, и из нее выделяется ДНК. В этом образце общей ДНК есть ДНК и растений, и вирусов, и бактерий, и грибов, которые там присутствуют. Современные методы позволяют определить, какое количество ДНК целевого объекта присутствует в этом образце общей ДНК [3].

Арбитражными методами количественного определения микотоксинов являются: газожидкостная хроматография (для Т-2 токсина); высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) с использованием УФ-фотометрического детектора (для дезоксини-валенола), с использованием флуоресцентного детектора (для афлатоксинов и зеараленона) [3]. Иммуноферментный анализ обычно используется для мониторинга наличия микотоксинов выше определенного уровня (или их отсутствия) в испытуемом образце.

Для определения содержания микотоксинов наиболее часто используются хроматографические методы с различными вариантами пробоподготовки, а также более экономичные скрининговые методы, среди которых наибольшее распространение получил метод ИФА, относящийся к группе иммуно-химических методов анализа. Преимущество этого метода: оперативность, высокая производительность, простота пробоподготовки и проведения измерений, низкая стоимость анализа и малый объем тестируемого образца [3,5]. Подавляющее большинство тест-систем для иммуноферментного определения содержания микотоксинов, представленных на рынке, выпускаются в Австрии, Германии, США, Китае и др.

Развитие современных методов определения микотоксинов идет в направлении сокращения времени анализа, повышения чувствительности и точности метода. Оценка содержания микотоксинов в зерновой продукции, идущей на пищевые и кормовые цели позволяет соблюдать установленные нормы по их содержанию, принимать оперативные меры по корректировке технологических процессов производства, транспортировки и хранения, обеспечивающие безопасность сельскохозяйственной продукции.

#### Список использованной литературы

1. Микотоксины и методы их определения/ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://helpiks.org/6-11619.html> (дата обращения 10.01.2023).
2. Показатели качества и безопасности зерна/ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fczerma.ru/About.aspx?pageid=254> (дата обращения 10.01.2023).
3. Мелешкина Е.П. Инновационные методы управления качеством сельскохозяйственной продукции // Аграрный вестник Юго-Востока. 2015. № 1-2. С. 26–28.
4. Laboratornye metody diagnostiki mikotoksikozov/ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.allvet.ru/articles /article74/>(дата обращения 12.01.2023).
5. Metodicheskie ukazaniya po ekspress opredeleniyu mikotoksinov/[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293736/4293736593.htm>(дата обращения 10.02.2023).

УДК 631.8:631.454(470.322)

**Митрохина О.А., кандидат сельскохозяйственных наук**

Курский федеральный аграрный научный центр, Российская Федерация

## **МИКРОЭЛЕМЕНТЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ РАСЧЛЕНЕННОГО РЕЛЬЕФА ЦЧР**

Плодородие почвы предопределяет урожайность и эффективность возделывания сельскохозяйственных культур. Многочисленные исследования показали, что плодородие почвы подвержено значительной изменчивости в пределах одного и того же поля, что обусловлено рельефом. Рельеф местности и плодородие почвы тесно взаимосвязаны [1].