

## Лекция 10

### Загрязнение продуктов питания пестицидами

Пестициды (от лат. *pestis* — зараза и *caedo* — убиваю) — это химические препараты, к которым относятся гербициды (для борьбы с сорняками), инсектициды (для борьбы с вредителями), фунгициды и бактерициды (для борьбы с болезнями сельскохозяйственных растений) и др.

Мировой рынок пестицидов оценивается в сумму около 30 млрд долл. ежегодно. Используется более миллиона тонн пестицидов, причем 60 % из них — в сельском хозяйстве.

Пестициды используются для удобрения почвы, борьбы с сорняками, насекомыми и грызунами, для защиты урожая от плесени и грибков. С их помощью повышают урожайность, увеличивают срок хранения растений, улучшают внешний вид фруктов, овощей и зерна. Сегодня предлагается до 5000 видов пестицидов и 700 химических ингредиентов. По сравнению с началом 40-х гг. XX в., когда были впервые использованы пестициды, их потребление в сельском хозяйстве возросло в десятки раз.

Большинство пестицидов — синтетические органические вещества, имеющие высокую термическую стабильность и плохую растворимость в воде, но хорошую растворимость в органических растворителях и жирах.

По своим химическим свойствам хлорсодержащие пестициды (ХП) в обычных условиях довольно инертны и практически не разлагаются в воде под действием кислот и щелочей. Попадая в различные объекты окружающей среды, пестициды накапливаются в них либо включаются в различные миграционные цепи.

Наиболее распространенные механизмы разрушения ХП в окружающей среде — фотохимические реакции и процессы метаболизма с участием микроорганизмов. Метаболизм ХП под действием микроорганизмов осуществляется путем использования ими органического углерода в качестве пищи и катализируется ферментами. Многие пестициды способны длительно сохраняться в среде обитания людей, попадая из одного объекта среды в другой и превращаясь в более токсичные соединения, чем их предшественники. Период распада в почве для большинства из них превышает 1,5 года, а для ДДТ и дильдрина — 15–20 лет.

Пестициды — это «мина замедленного действия». За десятки лет использования эти химикаты накопились в почве. Они попадают в растения, а также в источники воды и, соответственно, в рыбу.

Страдает и животноводство: скот питается обработанными химикатами растениями и к тому же получает инъекции гормонов роста и антибиотиков. В итоге вся «химия» встраивается в ткани животных. Вызывает тревогу, что многие из этих химикатов являются биологическими ядами, рассчитанными на уничтожение, и в организме человека они медленно, прогрессирующе разрушают клетки и органы.

Приоритетными химическими загрязнителями группы пестицидов являются альдрин, хлордан, ДДТ, дильдрин, эндрин, гептахлор, мирекс, хлордекон, эндосульфат, токсафен, гексахлорциклогексан, линдан, гептахлорэпоксид, атразин. Черным шрифтом выделены вещества, входящие в число стойких органических соединений (СОЗ).

Важностью контроля за содержанием остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье, биосредах и объектах природной среды обитания обусловлена разработка новых современных унифицированных методик на основе газовой хроматографии и ВЭЖХ. Использовать ВЭЖХ рекомендуется в случае веществ, характеризующихся малой летучестью или не обладающих стойкостью к нагреву. В последние годы, особенно в связи с ростом закупок больших партий зарубежных пестицидов для применения их на полях России, разработан целый ряд методик их определения в различных матрицах.

Методы определения хлорорганических пестицидов в пищевых продуктах и продовольственном сырье устанавливаются: МУ № 2142 «Методические указания по определению хлорорганических пестицидов в воде, продуктах питания, кормах и табачных изделиях методом хроматографии в тонком слое»; ГОСТ 23452 «Молоко и молочные продукты. Методы определения остаточных количеств хлорорганических пестицидов»; ГОСТ 30349 «Плоды, овощи и продукты их переработки. Методы определения остаточных количеств хлорорганических пестицидов».

Отбор проб и подготовка их к анализу осуществляются в соответствии с нормативной документацией на конкретный вид пищевого продукта или продовольственного сырья и с «Унифицированными правилами отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов».

Основным способом пробоподготовки при определении пестицидов в сельскохозяйственном сырье, пищевых продуктах и растительном сырье является сочетание жидкостной экстракции с последующей очисткой экстракта методом твердофазной экстракции на силикагеле или флорисиле, что позволяет получить целевые компоненты в относительно «чистом» виде.

Экстракцию пестицидов из проб пищевых продуктов проводят н-гексаном, петролейным эфиром, диэтиловым эфиром или этилацетатом.

Очистку экстрактов, содержащих жир, проводят на хроматографической колонке, заполненной активированным силикагелем АСК. Элюирование пестицидов осуществляют смесью бензола и н-гексана. В остальных случаях экстракт очищают серной кислотой, насыщенным безводным сульфатом натрия, в делительной воронке.

Концентрирование экстрактов проводят или на вакуумноротационном испарителе, или в приборе для отгонки растворителей, или на водяной бане.

Для хроматографирования очищенного экстракта (элюата) используют различные методы: ВЭЖХ/УФ-детектор, ГХ/селективные детекторы (детектор электронного захвата — ДЭЗ, термоионный детектор — ТИД, пламенно-фотометрический детектор — ПФД) или ТСХ. В первом случае

надежность идентификации пестицидов на фоне примесей других органических соединений определяется степенью очистки экстракта пестицидов, поскольку УФ-детектор не является селективным. Во втором — вероятность правильной идентификации существенно возрастает, так как после очистки экстракта и хроматографического разделения его компонентов целевые соединения (пестициды) фиксируются с помощью селективных (ТИД и ПФД) и специфических (ДЭЗ) детекторов.

Пестициды часто идентифицируют и количественно определяют с помощью методов масс-спектрометрии, в частности, при использовании комплексов ГХ/масс-спектрометрический детектор (МСД) и ЖХ/МСД.