

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД У МІКОТОКСИКОЛОГІЇ

В. І. Цвіліховський*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Описано структурний системний підхід у мікотоксикології, який у першу чергу враховує взаємодію товарної системи із спорідненими з нею системами (псування, мікотоксини, соціально-економічна, контрольна) та поєднання їх з принципами системи керування безпекою харчової продукції (НАССР).

Ключові слова: СИСТЕМНИЙ ПІДХІД, ПЛІСЕНЕВІ ГРИБИ, МІКОТОКСИНИ, ХАРЧОВА ПРОДУКЦІЯ, КОРМИ

У групі природних сполук, яким притаманна токсична дія на організм ссавців, особливе місце належить метаболітам певних мікроскопічних грибів — мікотоксинам. Здатність токсигенних мікроскопічних грибів вражати посіви всіх видів сільськогосподарських культур і залишатися активними в аграрній продукції після збирання і в період її транспортування та зберігання, можливість мікотоксинів мігрувати в органи і тканини продуктивних тварин, а також високі рівні їх токсичності, небезпечні та різноманітні форми її прояву, надають цій проблемі надзвичайну значимість [1].

Метою даної роботи є створення системного підходу в мікотоксикології, який би легко поєднувався з принципами системи керування безпекою харчової продукції, що базується на систематичній ідентифікації та оцінці безпеки харчових продуктів, а також на визначенні засобів щодо їх контролю (НАССР) [2].

Систему можна розглядати як сукупність взаємодіючих компонентів, де взаємодія є такою ж важливою, як і самі компоненти. «Системний» підхід з контролю вмісту мікотоксинів використовує концептуальні моделі взаємодії між сировиною, псуванням, мікотоксинами, контрольною підсистемою тощо. В рамках системи, підсистеми можуть вільно взаємодіяти. Іншими словами, активність всередині однієї підсистеми може вплинути на інші підсистеми.

Краще розуміння взаємодій та компонентів, пов'язаних з цими системами, допоможе зрозуміти етіологію продукування мікотоксинів, а також розробити відповідні заходи для контролю мікотоксинів та мікотоксикозів.

Кожна товарна система складається з великої кількості взаємодіючих технічних та соціально-економічних «процесів», які включають, наприклад, контроль за шкідниками та хворобами, врожаєм, сушінням, переробкою, продажем, кредитною і ціновою політикою та культурними питаннями, і це лише деякі з них. Узагальнена товарна система представлена на рисунку 1, де обрані процеси показані в якості взаємодіючих підсистем.

У будь-який момент у рамках товарної системи стан товару визначається комплексним процесом за участю багатьох взаємодій культур, макро- та мікросередовища і різних біологічних, хімічних, фізичних та соціально-економічних факторів. Зміни одного процесу обов'язково призведуть до змін інших процесів. Заходи, проведені до збору врожаю зернових для контролю ураження шкідниками, чи зменшення врожайності (наприклад, вибір сорту, строків збору, тощо) можуть впливати на якість зібраного врожаю. Для прикладу, гібридна біла кукурудза дає набагато більший врожай, ніж традиційні сорти, проте погано зберігається.

*Науковий консультант — член-кореспондент НААН, д. б. н., проф. С. Д. Мельничук



Рис. 1. Товарна система

Крім того, слід вважати, що ізолюване існування в одному агрокліматичному регіоні певної системи є дуже рідкісним явищем, тому процеси окремої системи можуть значно вплинути на процеси в інших системах. З огляду на обмежені ресурси фермерів зниження важливості одного товару призведе до виділення менших ресурсів на обслуговування інших товарів.

Біопшкодження є істотним результатом великої кількості взаємодій пошкоджуючих агентів, які можуть бути біологічними, хімічними та фізичними (рис. 2). Проте відносний вплив цих агентів часто визначається природою та ступенем людського втручання.



Рис. 2. Система псування

Факторами, що призводять до біопшкодження (включаючи ріст плісневих грибів) всередині екосистеми є вологість, температура та шкідники. Інтенсивність росту плісневих грибів зменшується за зниження температури та вологості. В зерні злаків плісневі гриби вбирають в себе водяну пару, що знаходиться між зернами, концентрація якої визначається станом рівноваги вільної води в зерні (абсолютна вологість зерна) до води у вигляді пари, що охоплює безпосередньо гранульовані часточки (відносна вологість зерна) [3]. Залежно від відносної вологості навколишнього середовища різні види зерна мають відмінність щодо активності води, а, отже, підтримується розвиток різних видів та типів плісневих грибів. Активність води, яка необхідна для розвитку грибів, складає від 0,70 до 0,99, а розмірність росту плісені збільшується з підвищенням температури [4]. Наприклад, кукурудза може з успіхом зберігатись протягом року за рівня вологості 15 % та температури 15 °С. Проте, та ж

кукурудза, яку зберігають при температурі 30 °С, може бути пошкоджена плісінню за три місяці.

Комахи та кліщі (артропода) можуть значно пошкодити зерно та зменшити його поживність, особливо за комплексного пошкодження комахами та грибами і їх токсинами. Метаболічна активність даних комах та кліщів призводить до збільшення вмісту вологи і підвищення температури ураженого зерна. Артроподи є переносниками спор грибків, а їх екскременти можуть бути джерелом живлення для грибів. Крім того, гриби є їжею для комах та кліщів, а інколи можуть мати патогенні властивості.

Розвиток плісневих грибів регулюється вмістом Оксигену, Нітрогену та вуглекислого газу міжзернового простору. Багато видів плісень можуть рости за досить низької концентрації Оксигену. Наприклад, зниження росту плісневих грибів вдвічі буде спостерігатись за низького вмісту Оксигену до 0,14 %. Взаємодія між газами та активністю води також може впливати на розвиток грибів.

Описані вище можливі взаємодії підтримують розвиток мікроорганізмів та токсикогенні гриби, так як наявність поживних речовин і мікросередовища змінюється з часом. У полі зерно уражається переважно тими грибами, що розвиваються за високої активності води ($a_w \leq 0,88$), в той час, як при зберіганні зерно уражують ті гриби, які ростуть за низьких рівнів вологи. Загальновідомо, що головними факторами, які впливають на розвиток мікотоксинів, є активність води та температура [4]. Проте, з врахуванням складності екосистеми, що підтримує розвиток мікотоксинів, умови, за яких токсикогенні гриби продукують токсини, ще не достатньо вивчені.

Систему впливу мікотоксинів (рис. 3) можна розглядати з точки зору трьох підсистем: метаболізм та токсикологія; здоров'я та продуктивність; багатство (матеріальні блага). Після впливу мікотоксинів (при поїданні, вдиханні чи проникненні через шкірний покрив) токсичність їх визначається метаболізмом, що пов'язаний з потраплянням, абсорбцією, перетворенням, фармакокінетикою, молекулярною взаємодією, розповсюдженням та виведенням токсину і його метаболітів. У свою чергу, токсичність мікотоксинів буде проявлятися їх впливом на здоров'я та врожайність сільськогосподарських культур, здоров'я людей, тварин і, як результат, буде впливати на виробництво матеріальних благ, пов'язаних з людською діяльністю та сільськогосподарською і тваринницькою продукцією.

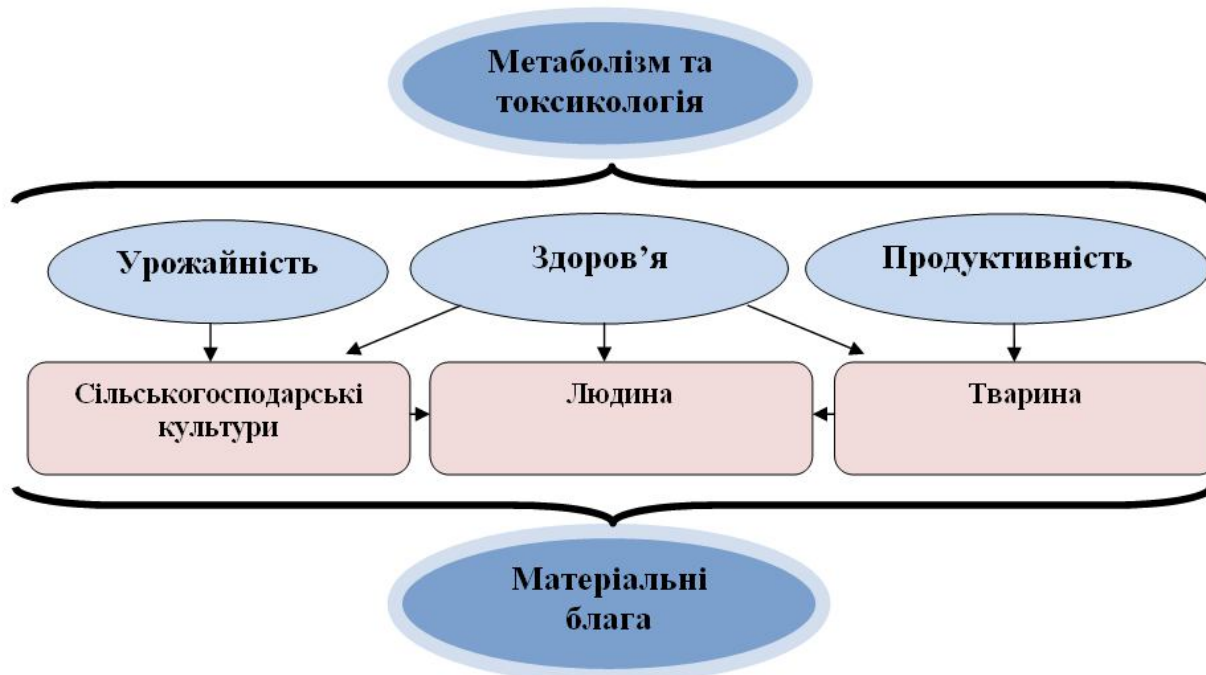


Рис. 3. Система впливу мікотоксинів

Плісєневі гриби в процесі розвитку можуть продукувати декілька мікотоксинів у харчових продуктах та кормах, особливо в зернових. Наявність кількох мікотоксинів може вплинути на їх рівень та токсичність контамінованого матеріалу. Продукування афлатоксинів у зерні за його зберігання підвищується за рахунок наявності трихотеценів, у той час як токсикологія природних комбінацій трихотецєнових мікотоксинів визначається синергічною взаємодією в піддослідних тварин. Наприклад, у дослідях на свинях дія дезоксинівалінолу (ДОН) на добовий приріст маси тіла тварин та засвоєння ними корму була синергізована наявністю Т-2 токсину. Також відомо про взаємодію нетоксичних метаболітів грибів, включаючи потужний синергізм нетоксичних метаболітів *F. graminearum* (кульморин, дигідроксикалонектрин та самбуцинол) з ДОН. На сьогодні дуже мало відомо про ці особливо важливі аспекти мікотоксикології.

Соціально-економічна система описує ті соціальні (культурні, політичні) та економічні (макро- та мікро-) фактори, які можуть істотно впливати на систему мікотоксикології. Вони повинні бути враховані за організації контролю мікозних грибів і мікотоксинів. У деяких випадках, з врахуванням складності та непередбачуваності людської поведінки, може бути дуже важко успішно втрутитись у соціально-економічну систему. Тим не менш, технічні заходи, які використовуються для зменшення псування харчової продукції, будуть успішно застосовані лише в певній соціально-економічній системі. Кожен раз за спроби покращити якість продуктів та кормів потрібно чітко враховувати, чи існує нагальна потреба отримання продукту більш високої якості і чи суспільство готове нести будь-яке пов'язане з цим збільшення витрат? Контрольна система ілюструє вибір профілактичних та лікувальних заходів, що можуть бути використані для контролю мікотоксинів тоді, коли характер забруднення харчового чи кормового продукту був достатньо вивчений (рис. 4).



Рис. 4. Контрольна система

Ті фактори, що є компромісними для якості продукції товарної системи і призводять до росту плісєневих грибів та продукування мікотоксинів, можуть бути оцінені в результаті здійснення ретельно спланованих навчань, розробки методів моніторингу для визначення впливу мікотоксинів на організм тварин [5]; соціально-економічних досліджень, що розглядають різні соціальні, маркетингові та фінансові питання. Проблема появи плісєневих грибів і мікотоксинів у харчовій продукції та кормах може бути вирішена шляхом застосування профілактичних заходів до та після збору врожаю, включаючи, наприклад,

відповідні заходи боротьби зі шкідниками та хворобами, гарні умови збирання, сушіння та зберігання сировини.

Висновки

Вибудовуючи структурний системний підхід у мікотоксикології у першу чергу потрібно враховувати взаємодію товарної системами із спорідненими з нею системами (псування, мікотоксини, соціально-економічна та контрольна), а далі поєднання їх з принципами системи НАССР. За контамінації урожаю мікотоксинами ситуацію можна покращити шляхом різних операцій, включаючи переробку, детоксикацію та сегрегацію.

Перспективи подальших досліджень. Здійснювати навчання та розробку методів моніторингу для визначення впливу мікотоксинів на організм тварин, проводити соціально-економічні дослідження, що розглядають різні соціальні, маркетингові та фінансові питання.

V. I. Tsvilikhovskyi

SYSTEMATIC APPROACH TO MYCOTOXICOLOGY

S u m m a r y

The structural system is approached in mycotoxicology, which primarily takes into account of the interaction of commercial systems with similar systems with related ist systems (damage, mycotoxins, socio-economic, control) and combining them with the principles of managing food safety (НАССР).

В. И. Цвилюховский

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В МИКОТОКСИКОЛОГИИ

А н н о т а ц и я

Описан структурный системный подход в микотоксикологии, который в первую очередь учитывает взаимодействие товарной системы с родственными им системами (порчи, микотоксины, социально-экономическая, контрольная) и сочетания их с принципами системы управления безопасностью пищевой продукции (НАССР).

1. Головня Е. Я. Ветеринарная микология — основные направления исследований : (обзор литературы) / Е. Я. Головня // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. — 2009. — № 2 (2). — С. 3–11.

2. ДСТУ ISO 22000:2007 Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга (ISO 22000:2005, IDT). — Київ, Держспоживстандарт України, 2008.

3. Coulombe R. A. Symposium: biological action of mycotoxins / R. A. Coulombe // J. Dairy Sci. — 1993. — V. 76. — P. 880–891.

4. Magan N. Conditions of formation of ochratoxin A in drying, transport and in different commodities / N. Magan, D. Aldred // Food Additives and Contaminants. — 2005. — № 1. — P. 10–16.

5. Наказ МОЗ 02.07.2004 N 329 Про затвердження Методичних рекомендацій: «Періодичність контролю продовольчої сировини та харчових продуктів за показниками безпеки».

Рецензент: завідувач кафедри фармакології і токсикології Національного університету біоресурсів і природокористування України, доктор ветеринарних наук, професор Духницький В. Б.

Рецензент: завідувач лабораторії біотехнології мікроорганізмів речовин Інституту біології тварин НААН, кандидат біологічних наук, Стефанишин О. М.