

УДК 615.918:582.28

Адсорбция Т-2 микотоксинов гидроколлоидами

А. Р. ИВЛЕВА¹, канд. техн. наук З. А. КАНАРСКАЯ²¹alla1987-87@mail.ru, ²zosya_kanarskaya@mail.ruКазанский национальный исследовательский технологический университет
420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 68

В обзоре освещена актуальная проблема неблагоприятного воздействия микотоксинов на человека и животных. Микотоксикация происходит по пищевой цепи через поражение сельскохозяйственного сырья мицелиальными грибами. Одним из способов детоксикации продуктов питания и кормов может быть применение адсорбентов. В работе проведены исследования по определению адсорбционных свойств растворимых и нерастворимых гидроколлоидов. В качестве гидроколлоидов использовались (растворимые-пектин яблочный и цитрусовый марок classic CM 201, classic AF 501, WEC-1, WEJ 2, WECJ-3D, WEJ-5, WECJ-51, нерастворимые — целлюлоза из пшеничной соломы WF (200, 400, 600), производитель «J. RETTENMAIER & SOHNE GMBH» Германия). Способность к десорбции характеризует энтеросорбент с отрицательной стороны, так как адсорбированные препараты в последующем будут снова переходить в желудочно-кишечный тракт при прохождении по нему. Установлено, что наибольшая истинная адсорбция микотоксина Т-2 пектином марки classic CM 201–60,4%, клетчатка из пшеничной соломы марки WF 200 имеет наибольшее значение истинной адсорбции — 79,0%. Наилучшим энтеросорбентом можно считать пектин WECJ-51–81,4%. Полученные результаты показывают, что пищевая клетчатка и пектины могут выполнять функцию адсорбента микотоксинов в пищевых продуктах.

Ключевые слова: микотоксины, гидроколлоиды, адсорбция, десорбция.

Информация о статье

Поступила в редакцию 22.07.2016, принята к печати 24.10.2016

doi: 10.21047/1606-4313-2016-15-4-16-18

Ссылка для цитирования

Ивлева А. Р., Канарская З. А. Адсорбция Т-2 микотоксинов гидроколлоидами // Вестник Международной академии холода. 2016. № 4. С. 16–18.

Adsorption of T-2 mycotoxins hydrocolloids

A. R. IVLEVA¹, Ph. D. Z. A. KANARSKAYA²¹alla1987-87@mail.ru, ²zosya_kanarskaya@mail.ruKazan National Research Technological University
420015, Russia, Kazan, K. Marksa str., 68

The review covered the actual problem of adverse effects of mycotoxins on humans and animals. Mikotoksikatsiya occur along the food chain through the loss of agricultural raw materials filamentous fungi. One way to detoxify food and feed can be use adsorbents. The work carried out studies on the adsorption properties of soluble and insoluble hydrocolloids. As the hydrocolloids used (soluble pectin apple and citrus brands classic CM 201, classic AF 501, the WEC-1, WEJ 2, WECJ-3D, WEJ-5, WECJ-51 insoluble — cellulose from wheat straw the WF (200, 400, 600), the manufacturer «J. RETTENMAIER & SOHNE GMBH» Germany). The ability to characterize enterosorbent desorption from the negative side as adsorbed products are subsequently again move into the gastrointestinal tract while passing through it. It was found that the highest adsorption true mycotoxin T-2 pectin brand classic CM 201–60.4%, cellulose from wheat straw brand WF 200 has a maximum value of true adsorption — 79.0%. Well enterosorbent pectin can be considered WECJ-51–81.4%. The results show that dietary fiber and pectin can act as an adsorbent of mycotoxins in foods.

Keywords: mycotoxins, hydrocolloids, adsorption, desorption.

Введение

Микотоксины являются вторичными метаболитами плесневых грибов, которые имеют неблагоприятное воздействие на людей, животных и сельскохозяйственные культуры, которые приводят к болезням и экономическим потерям. Во всем мире загрязнение пищевых продуктов и кормов микотоксинами является серьезной проблемой [1, 2]. На сегодняшний день изучено несколько сотен различных микотоксинов. Наиболее опасные из них —

это афлатоксины (AF), охратоксины, зеараленон (ZEN) и Т-2 токсин. Они обладают канцерогенными, мутагенными, иммунодепрессивными свойствами и характеризуются высокой токсичностью [3, 4].

Заболевания, вызываемые воздействием микотоксинов, известны как микотоксикоз. Микотоксины имеют различные острые и хронические воздействия на людей и животных и часто приводят к их гибели. Еще одна особенность микотоксинов — сложность постановки пра-

вильного диагноза при отравлении ими, так как симптомы носят не специфический характер и схожи с симптомами различных заболеваний, не связанных с отравлением. При этом очень трудно добиться разрушения микотоксинов, потому что они обладают высокой устойчивостью к высоким температурам и химическим веществам [5].

Микотоксины наносят большой экономический ущерб, ухудшая продуктивность и конверсию корма, снижая иммунитет и репродуктивную функцию, увеличивая затраты на лечение животных. Некоторые из микотоксинов являются канцерогенами и способны накапливаться в продуктах животноводства — мясе, молоке, яйцах, что несет большую опасность не только для животных, но и для человека, употребляющего эти продукты в пищу [6].

Микотоксины попадают в пищевые продукты из следующих источников:

1. *Сырье с заметной плесенью (видимо заплесневелое сырье)*. Сильно пораженные плесенью продукты растительного происхождения не представляют собой значительного интереса, так как обычно мы не употребляем их в пищу. Однако при развитии плесени в мешках с мукой, зерном, в силосе возникает возможность попадания плесени в корм животных. В России встречается кормление животных силосом с плесенью, что приводит к попаданию токсинов в мясо и молоко.

2. *Сырье без видимой плесени*. К этой группе относятся плоды, на которых между семядолями может появиться плесень. Например, арахис или чечевица, орехи в скорлупе, косточковые плоды, ядра персиковых и абрикосовых косточек, миндаль, каштаны или мускатные орехи нередко содержат незамеченную, образующую плесень.

3. *Растительные продукты, в которых присутствие плесени не установлено*. Поверхностный налет плесени легко удаляется, а при хорошей очистке сырья мицелий и жизнеспособные споры могут почти или вовсе отсутствовать. Однако в таком сырье и изготовленных из него продуктах могут содержаться токсины. Дело в том, что в процессе переработки афлатоксины не разрушаются, в лучшем случае при сортировке удаляются наиболее пораженные, измененные участки или частицы продукта. Поэтому целенаправленное исследование сырья или продуктов на наличие афлатоксинов и других токсинов позволяет обнаружить «замаскированные» микотоксины. Имеются данные о присутствии афлатоксинов в пасте из арахиса (ореховом масле), белом вине, в сухом концентрате супа из гороховой муки и в пшеничной муке и даже пироге с фруктами.

4. *Присутствие афлатоксинов в продуктах животного происхождения в зависимости от состава корма*. Находящийся в корме дойных коров афлатоксин В1 частично (до 0,1–0,8%) выделяется с молоком в виде афлатоксина М1. В 69% проб сухого обезжиренного молока и 64% сухого цельного молока обнаруживали содержание афлатоксина М1 до 4 мкг/кг. Проводили специальные исследования по кормлению свиней кормом, содержащим афлатоксин В1 в количестве 500 мкг/кг. Наибольшая концентрация афлатоксинов была обнаружена в печени (137 мкг/кг) и в почках (54 мкг/кг) животных. Мышечная и жировая ткань содержали следы афлатоксинов.

5. *Продукты, полученные в процессе брожения (ферментации)*. К этой категории относятся пищевые про-

дукты, полученные путем брожения, из молока или мяса, а также ряд восточно-азиатских изделий [7–9].

Микотоксикозы не лечатся традиционными лекарственными средствами. Однако необходимо восстанавливать нарушения обмена веществ, вызванные токсинами. Микотоксины обладают одним общим свойством — они являются биоцидами, разрушающими живые клетки. По другим свойствам, в том числе физико-химическим, эти вещества различаются очень значительно. Именно по этой причине разработка единой эффективной методики борьбы с микотоксинами не представляется возможной [10, 11]. Ведущие токсикологи считают, что результативная профилактика микотоксикозов реальна только при использовании нескольких взаимодополняющих способов удаления микотоксинов из корма, имеющих разные механизмы действия и направленных против различных групп токсических веществ. Профилактику и лечение микотоксикозов нужно проводить комплексно по следующим направлениям: использование только качественных кормов и их составляющих; регулярный лабораторный контроль содержания микотоксинов в кормовом сырье и корме; соблюдение условий хранения зерна и правильной технологии кормления; применение эффективных адсорбентов микотоксинов. Лучшее всего изучен метод введения в рацион адсорбентов; он же на данный момент признан и наиболее эффективным. Адсорбенты — это вещества, связывающие микотоксины в ЖКТ в комплекс, который проходит по пищеварительной системе транзитом (т. е. не усваиваясь), что предупреждает или минимизирует пагубное воздействие микотоксинов на организм [12–14].

Целью исследования явилось определение адсорбционных свойств гидроколлоидов по отношению к Т-2 микотоксинам.

К решаемым задачам можно отнести:

- определение адсорбционных свойств растворимых гидроколлоидов;
- определение адсорбционных свойств нерастворимых гидроколлоидов.

Материалы и методы исследования

В настоящей работе в качестве адсорбирующего материала были взяты гидроколлоиды (пектин яблочный и цитрусовый марок classic CM 201, classic AF 501, WEC-1, WEJ-2, WECJ-3D, WEJ-5, WECJ-51, целлюлоза из пшеничной соломы WF (200, 400, 600), производитель «J. Rettenmaier & Söhne GmbH», Германия).

Адсорбцию микотоксина Т-2 проводили при его концентрации в растворе 50 мкг, соотношении токсин: адсорбент 1: 1000, при рН среды 2,0, температуре 37 °С. Затем раствор центрифугировали, из фугата токсин переэкстрагировали в хлороформ трижды по 20 мл, хлороформенные экстракты объединяли и упаривали досуха на ротационном испарителе. Количественное определение остаточных количеств микотоксина Т-2 в сухом остатке проводили методом тонкослойной хроматографии с биоавтографическим завершением с использованием культуры *Candida pseudotropicalis* штамм 44 ПК. Определяли показатель адсорбции микотоксина при рН 2 и показатель его десорбции при рН 8. Истинная адсорбция микотоксина вычислялась исходя из разности показателей адсорбции и десорбции [15].

Адсорбция и десорбция микотоксина Т-2 гидроколлоидами

№	Наименование проб	Адсорбция, %	Десорбция, %	Истинная адсорбция, %
1	Пектин цитрусовый Classic CM 201	64,0	5,6	60,4
2	Пектин яблочный Classic AF 501	59,6	3,2	57,3
3	Пектин цитрусовый WEC-1	74,8	0,94	74,1
4	Пектин яблочный WEJ-2	82,0	2,3	80,0
5	Пектин яблочно-цитрусовый WECJ-3D	78,4	0,64	77,9
6	Пектин яблочный WEJ-5	78,4	0,5	78,0
7	Пектин яблочно-цитрусовый WECJ-51	82,0	0,73	81,4
9	Клетчатка из пшеничной соломы WF 200	80,2	1,5	79,0
10	Клетчатка из пшеничной соломы WF 400	74,8	4,4	71,5
11	Клетчатка из пшеничной соломы WF 600	71,2	1,4	70,2

Результаты и обсуждения

В таблице представлены экспериментальные данные, характеризующие способность гидроколлоидов адсорбировать и десорбировать микотоксин Т-2.

Анализ представленных результатов показывает, что яблочные и яблочно-цитрусовые пектины обладают достаточно высокой адсорбционной способностью по отношению к микотоксину Т-2. Следует отметить, что способность к десорбции микотоксинов характеризует энтеросорбент с отрицательной стороны, так как адсорбированные препараты в последующем будут вновь переходить в желудочно-кишечный тракт. В этой связи яблочно-цитрусовый пектин марки WECJ-51 является наиболее привлекательным как энтеросорбент микотоксинов, так как обладает самой высокой истинной адсорбцией микотоксина Т-2—81,4% и достаточно низкой десорбцией этого микотоксина — 0,73% при pH 8.

Выводы

Клетчатка из пшеничной соломы марки WF 200 имеет более высокую истинную адсорбцию микотоксина Т-2 по сравнению с другими марками клетчатки. При этом десорбция этого микотоксина с поверхности клетчатки марки WF 200 наименьшая по сравнению с более крупной по размеру клетчаткой. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что дисперсность клетчатки влияет на эффективность адсорбции микотоксинов. Полученные результаты показывают, что пищевая клетчатка и пектины могут выполнять функцию адсорбента микотоксинов в пищевых продуктах.

Литература (References)

1. Zain M. E. Impact of mycotoxins on humans and animals. *Journal of Saudi Chemical Society*. 2011. No 15 (2). p. 129–144.
2. Bennett, J. W.; Klich, M. Mycotoxins. *Clin. Microbiol. Rev.* 2003, No 16, p. 497–516.
3. Алеев Д. В. Изыскание методов обезвреживания кормов, загрязненных микотоксинами-афлатоксином В1, охратоксином А и Т-2 токсином: Дис.... канд. биол. наук. — Казань, 2003. 136 с. [Aleev D. V. Finding methods of neutralization of feed contaminated with mycotoxins, aflatoxin combines В1, ochratoxin A and Т-2 toxin: Dis.... Cand. biol. Science, Kazan, 2003. 136 p. (in Russian)]
4. Mohamed E. Z. Impact of mycotoxins on humans and animals. *Journal of Saudi Chemical Society*. 2011. No 15 (2). p. 129–144.
5. Peraica M., B. Radić B., A. Lucić A., M. Pavlović M. Toxic effects of mycotoxins in humans. *Bulletin of the World Health Organization*. 1999. No 77 (9). p. 754–766.
6. Channaiah L. Mycotoxins and food safety concerns. *Microbiology*. 2014. No 5. p. 5–7.
7. Антипов В. А., Васильев В. Ф., Кутищева Т. Г. Микотоксикозы — важная проблема животноводства. // Ветеринария. 2007. № 11. С. 7–9. [Antipov V. A., Vasil'ev V. F., Kutishcheva T. G. Mikotoksikoza — an important problem of livestock production. *Veterinariya*. 2007. No 11. p. 7–9. (in Russian)]
8. Reiss J. Effects of mycotoxins on higher plants, algae, fungi and bacteria. *Mycotoxic fungi, mycotoxins, mycotoxicoses*. 1978. No 3. p. 118–144.
9. Dutton M. F. Fumonisin, mycotoxins of increasing importance: their nature and their effects. *Pharmacology and therapy*. 1996. No 70. p. 137–161.
10. Becroft D. M. O., Webster D. R. Aflatoxins and Reye's disease. *Lancet*. 1972; (832):117.
11. CAST (Council for Agricultural Science and Technology). Mycotoxins: Risks in Plant, Animal, and Human Systems. *Task Force Report*. 2003. No 139. 199 p.
12. Ахмадышин Р. А., Канарский А. В., Канарская З. А. Применение адсорбентов микотоксинов в животноводстве и птицеводстве. // Ветеринарный врач. 2006. № 1. С. 64–66. [Akhmadyshin R. A., Kanarskii A. V., Kanarskaya Z. A. The use of adsorbents mycotoxins in animal husbandry and poultry farming. *Veterinarnyi vrach*. 2006. No 1. p. 64–66. (in Russian)]
13. Avantaggiato G., Havenaar R., Visconti A. Evaluation of the intestinal absorption of deoxynivalenol and nivalenol by an in vitro gastrointestinal model, and the binding efficacy of activated carbon and other adsorbent materials. *Food and Chem. Toxicol.* 2004. No 42. 817–824 p.
14. Avantaggiato G., Solfrizzo M., Visconti A. Recent advances on the use of adsorbent materials for detoxification of Fusarium mycotoxins. *Food Additives and Contaminants*. 2005. No 22. 379–388 p.
15. Крюков, В. С., Крупинин В. В., Котик А. Н. Применение клиноптилолита для профилактики микотоксикозов. // Ветеринария. 1992. № 9–12. с. 28–29. [Kryukov, V. S., Krupinin V. V., Kotik A. N. The use of clinoptilolite for the prevention of mycotoxin. *Veterinariya*. 1992. No 9–12. p. 28–29. (in Russian)]