2019\_Mycology\_AntropovaAB

2019\_Mycology\_612-625\_Antropova

Антропова А.Б., Мокеева В.Л., Биланенко Е.Н., Еремин С.А., Лебедин Ю.С. Микотоксины в зерне после длительного хранения. Сборник абстрактов Конференция по медицинской микологии "Социально-значимые микозы", Москва, 11-12 апреля 2019 (<http://www.mycology.ru/congress>). Успехи медицинской микологии. – Т. 20. – М.: Нац. акад. микол. 2019. – 766 с. ISBN 978-5-901578-27-8. Стр. 615-619.

По нашим данным, прямой корреляции между концентрацией микотоксинов, наличием и численностью грибов-продуцентов не обнаружено. По данным многих авторов, токсины Т-2, ФУМ, ЗЕН и ДОН образуются, главным образом, грибами из рода *Fusarium*, причем зерно они поражают еще в поле. Охратоксин - в основном грибами из рода *Aspergillus.* В данном исследовании *Fusarium* не был обнаружен, а среди аспергиллов отмечен только *A.niger* в низкой коцентрации и в одном образце. Можно предполагать, что после длительного хранения зерна большинство грибов потеряли свою жизнеспособность. Тем не менее, микотоксины, как правило, стойкие соединения и после отмирания грибов длительное время сохраняются в продуктах питания и кормах на основе зернового сырья. Использование такого зерна в качестве корма для животных приводит к ухудшению их продуктивности, репродуктивности и иммунного состояния. Последствиями попадания токсинов на кожу, в легкие или в желудок человека могут быть множественные симптомы поражения различных органов [11]. Таким образом, микологический и токсикологический анализы не являются взаимозаменяемыми. Токсины могут присутствовать в значительном количестве в микробиологически чистом зерне, а также в зерне после длительного хранения и даже при соблюдении правил хранения.

Работа по микологическому анализу проведена *при финансовой поддержке гранта РНФ (№14-50-00126) и гранта РФФИ (№ 18-29-25073). Работа по иммунохимическому анализу проведена при* финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, (грант RFMEFI60417X0198 и RFMEFI60717X0185).

Микотоксины в зерне после длительного хранения

Антропова А.Б.1 , Мокеева В.Л.2, Биланенко Е.Н.2, Еремин С.А.2, Лебедин Ю.С.3

*1ФГБНУ «Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова», Москва*

*2ФГБОУВО Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва*

*3ООО «ХЕМА», Москва*

Испокон веков зерно было одним из основных источников питания человека, оно входит и в состав кормов для многих домашних животных. Соответственно актуальна проблема хранения зерна, в том числе в течение длительного периода. Однако при несоблюдении условий хранения зерно становится субстратом для развития грибов. Грибы в процессе своей жизнедеятельности продуцируют микотоксины, оказывающие негативное влияние на здоровье человека и животных. Микобиоте зерна в процессе хранения посвящено немало работ [1, 2, 3, 4]. Основной проблемой является вопрос о содержании микотоксинов в зерне [5, 6, 7, 8]. Несмотря на это, ряд аспектов проблемы остается вне поля зрения. Не до конца исследованы состав и концентрация токсинов в зерне после его длительного хранения, причем при соблюдении всех необходимых условий. Представляется актуальным оценить взаимосвязь между качественным и количественным составом грибов длительно хранящегося зерна и содержанием в нем токсинов.

Цель работы – проанализировать комплекс микромицетов и содержание микотоксинов в зерне пшеницы после длительного хранения.

Материалом для достижения поставленной цели послужили 36 проб зерна пшеницы, собранные в результате межсортовых испытаний в Алтайском НИИ Сельского Хозяйства и хранившиеся в течение 12-13 лет в НИИ Химической Промышленности в помещении при комнатной температуре. Зерно перемалывали в муку, готовили водную суспензию в разведении 1:10 и сеяли на чашки Петри с сусло-агаром. Численность выросших грибов пересчитывали на 1 г веса муки. Концентрацию токсинов Т-2, афлатоксина, охратоксина, фумонизина (ФУМ), дезоксиниваленола (ДОН) и зеараленона (ЗЕН) в перемолотом зерне определяли методом твердофазного иммуноферментного анализа с помощью тест-систем производства ХЕМА (Россия).

Жизнеспособные пропагулы микромицетов выявлены всего в 6 пробах из 36 (16,7%). Из них выделено 5 видов микромицетов из 5 родов (2 отдела, 3 класса, 4 семейства, 3 порядка). Показатели встречаемости и численности этих грибов были низкими (табл. 1). Общая численность варьировала от 17 до 50 КОЕ/г (Медиана составляет 17) (табл. 2).

Таблица 1. Мицелиальные грибы, выявленные в пробах зерна пшеницы после длительного хранения (n=36).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Виды | Встречаемость,  % / абсолютная | Численность (min-max),  КОЕ/г |
| *Talaromyces funiculosus* (Thom) Samson, N. Yilmaz, Frisvad & Seifert | 8 / 3 | 17 |
| *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill. | 6 / 2 | 17-33 |
| *Aspergillus niger* Tiegh. | 3 / 1 | 17 |
| *Mucor ramosissimus* Samouts. | 3 / 1 | 17 |
| *Sporothrix schenckii* Hektoen & C.F. Perkins | 3 / 1 | 17 |

Во всех без исключения образцах длительно хранившегося зерна были обнаружены микотоксины, их концентрация сильно варьировала (табл. 2).

Таблица 2. Микотоксины (мкг/кг) и микромицеты (КОЕ/г) в пробах зерна пшеницы после длительного хранения.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| T-2 | Афлатоксин | Охратоксин | ФУМ | ЗЕН | ДОН | Виды и численность грибов |
| **102,5** | 0 | **5,6** | 5,2 | 0 | 197 | 0 |
| **179,2** | 0 | **5,7** | 0,0 | 13 | 160 | 0 |
| **223,7** | 0 | **8,5** | 0,0 | 41 | 455 | 0 |
| **100,3** | 0 | **6,9** | 9,1 | 119 | 403 | 0 |
| **228,2** | 0 | **5,7** | 90,5 | 59 | 303 | *Т. funiculosus* - 17 |
| **209,6** | 0 | **7,3** | 77,3 | 82 | 349 | 0 |
| **196,4** | 0 | **7,3** | 0,0 | 52 | 186 | 0 |
| **222,9** | 0 | **5,6** | 35,6 | 0 | 272 | 0 |
| **600,0** | 0 | **7,7** | 4,0 | 0 | 177 | 0 |
| **531,2** | 0 | **6,8** | 6,8 | 18 | 415 | *R. stolonifer -* 17 |
| **205,0** | 0 | **7,0** | 23,6 | 56 | 206 | 0 |
| **179,5** | 0 | **7,1** | 14,3 | 151 | 302 | 0 |
| **260,0** | 0 | **7,3** | 10,0 | 39 | 228 | 0 |
| 0,0 | 0 | **12,4** | 0,0 | 0 | 132 | 0 |
| 88,0 | 0 | **6,1** | 0,0 | 0 | 242 | 0 |
| 32,3 | 0 | **5,8** | 0,0 | 34 | 230 | 0 |
| 0,0 | 0 | **5,2** | 0,0 | 0 | 221 | 0 |
| 0,0 | 0 | **6,4** | 28,7 | 52 | 341 | 0 |
| 0,0 | 0 | 4,7 | 0,0 | 0 | 179 | 0 |
| 93,1 | 0 | **6,8** | 0,0 | 10 | 174 | 0 |
| 0,0 | 0 | **7,2** | 0,0 | 0 | 226 | 0 |
| 24,7 | 0 | **6,1** | 0,0 | 0 | 204 | 0 |
| 43,4 | 0 | **7,8** | 8,7 | 13 | 138 | 0 |
| 61,8 | 0,3 | **6,8** | 9,2 | 11 | 402 | 0 |
| 0,0 | 0 | **6,3** | 0,0 | 0 | 173 | 0 |
| 72,7 | 0 | **8,0** | 0,0 | 14 | 174 | *Т. funiculosus* - 17 |
| 32,2 | 0 | 4,3 | 27,6 | 0 | 226 | 0 |
| 88,8 | 0,6 | **5,5** | 0,0 | 175 | 264 | *Т. funiculosus* – 17  *S.schenckii* - 17 |
| 0,0 | 0 | **6,9** | 0,0 | 161 | 311 | 0 |
| 20,0 | 0 | **6,0** | 0,0 | 89 | 199 | 0 |
| 88,8 | 0 | **5,4** | 61,2 | 16 | 212 | 0 |
| 0,0 | 0 | **6,5** | 0,0 | 40 | 186 | *R.stolonifer - 33*  *M.ramosissimus - 17* |
| 56,9 | 0 | **6,0** | 0,0 | 0 | 216 | *A.niger -* 17 |
| 31,0 | 0 | **8,5** | 0,0 | 55 | 187 | 0 |
| 97,3 | 0 | **7,5** | 4,7 | 25 | 289 | 0 |
| 39,3 | 0 | **6,6** | 0,0 | 24 | 333 | 0 |

В соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01 [9] и Техническим Регламентом Таможенного Союза ТР ТС 015/2011 [10] предельно допустимые концентрации (ПДК) микотоксинов в продовольственном зерне пшеницы составляют для афлатоксина В1 – 5 мкг/кг, ДОН – 700 мкг/кг, Т-2 – 100 мкг/кг, ЗЕН – 1000 мкг/кг, охратоксина А – 5мкг/кг. Содержание ФУМ регламентировано для кукурузы и составляет 4000 мкг/кг. Таким образом, содержание афлатоксина, ФУМ, ЗЕН и ДОН удовлетворяет установленным нормам во всех исследованных образцах. Что касается охратоксина и Т-2, то их содержание превышает ПДК в 34 и 13 образцах из 36 соответственно. Следует отметить, что в продуктах, предназначенных для детского и диетического питания, содержание микотоксинов не допускается (СанПиН 2.3.2.1078-01), следовательно, исследованное зерно не может быть использовано для приготовления продуктов детского питания.

По нашим данным, прямой корреляции между концентрацией микотоксинов, наличием и численностью грибов-продуцентов не обнаружено. По данным многих авторов, токсины Т-2, ФУМ, ЗЕН и ДОН образуются, главным образом, грибами из рода *Fusarium*, причем зерно они поражают еще в поле. Охратоксин - в основном грибами из рода *Aspergillus.* В данном исследовании *Fusarium* не был обнаружен, а среди аспергиллов отмечен только *A.niger* в низкой коцентрации и в одном образце. Можно предполагать, что после длительного хранения зерна большинство грибов потеряли свою жизнеспособность. Тем не менее, микотоксины, как правило, стойкие соединения и после отмирания грибов длительное время сохраняются в продуктах питания и кормах на основе зернового сырья. Использование такого зерна в качестве корма для животных приводит к ухудшению их продуктивности, репродуктивности и иммунного состояния. Последствиями попадания токсинов на кожу, в легкие или в желудок человека могут быть множественные симптомы поражения различных органов [11].

Таким образом, микологический и токсикологический анализы не являются взаимозаменяемыми. Токсины могут присутствовать в значительном количестве в микробиологически чистом зерне, а также в зерне после длительного хранения и даже при соблюдении правил хранения.

Работа по микологическому анализу проведена *при финансовой поддержке гранта РНФ (№14-50-00126) и гранта РФФИ (№ 18-29-25073). Работа по иммунохимическому анализу проведена при* финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, (грант RFMEFI60417X0198 и RFMEFI60717X0185).

**Литература:**

1. Getachew A., Chala A., Hofgaard I.S., Brurberg M.B., Sulyok M., Tronsmo A-M. Multimycotoxin and fungal analysis of maize grains from south and southwestern Ethiopia. // Food Additives & Contaminants: Part B. 2017. 10(1). P. 1-11.

# Гагкаева Т.Ю., Гаврилова О.П., Левитин М.М., Новожилов К.В. Фузариоз зерновых культур // Серия "Библиотечка по защите растений" - приложение к журналу "Защита и карантин растений". № 5. 2011. 54 с.

1. Мокеева В.Л., Биланенко Е.Н., Антропова А.Б., Еремин С.А., Лебедин Ю.С. Микромицеты - контаминанты муки из пшеницы в процессе длительного хранения // Успехи медицинской микологии. 2018. Том 19. 22-26.
2. Miller J. D., Greenhalgh R., Wang Y. Z. and Lu M. Trichothecene chemotypes of three Fusarium species. //Mycologia. 1991. V. 83. P. 121-130.
3. Miller J. D. Fungi and Mycotoxins in Grain: Implications for Stored Product Research // J. stored Prod. Res. 1995. Vol. 31. No. 1. P. l-16.

1. [Weidenbörner M](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002099902794?via%3Dihub" \l "!)., [Wieczorek](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002099902794?via%3Dihub#!) C., [Appel](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002099902794?via%3Dihub#!) S., [Kunz](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002099902794?via%3Dihub" \l "!) B. Whole wheat and white wheat flour— the mycobiota and potential mycotoxins // [Food Microbiology](https://www.sciencedirect.com/science/journal/07400020" \o "Go to Food Microbiology on ScienceDirect). 2000. [V. 17. 1](https://www.sciencedirect.com/science/journal/07400020/17/1). P. 103-107.
2. Pitt J. I. (1991) Penicillium toxins. ACIAR Proc. 36, 99-103.
3. Juhee Park, Hansub Chang, Dongho Kim, Soohyun Chung and Chan Lee.I Long-Term Occurrence of Deoxynivalenol in Feed and Feed Raw Materials with a Special Focus on South Korea // Toxins. 2018. 10. Р. 127-141. doi:10.3390/toxins10030127.
4. СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».
5. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 015/2011. «О безопасности зерна».
6. Eriksen G.S., Alexander J Fusarium toxins in cereals – risk assessment. Tema Nord/ 1998. 502 p.