

DOI 10.25741/2413-287X-2019-06-4-076

УДК 632.4

САМОСОГРЕВШЕЕСЯ ЗЕРНО — ОПАСНОСТЬ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ

Г. ЗАКЛАДНОЙ, д-р биол. наук, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, ВНИИ зерна и продуктов его переработки — филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
E-mail: vlaza@list.ru

В статье приведены обзор роли микрофлоры в сохранении зерна, динамика видового состава микрофлоры в зерновой массе в период сбора урожая и хранения, в том числе в процессе самосогревания. Отмечена опасность микотоксинов, продуцируемых микроскопическими грибами.

Ключевые слова: зерно, самосогревание, микрофлора, микроскопические грибы, микотоксины.

Важную роль в сохранении качества зерна играет один из компонентов зерновой массы — микрофлора. В свежубранном здоровом зерне преобладают полевые грибы, в основном рода *Alternaria*, развивающиеся при влажности зерна выше 25%. Грибы хранения (плесневые) составляют менее 1% микрофлоры. При хранении полевые грибы вытесняются грибами хранения родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*. Плесневые грибы способны развиваться при относительной влажности воздуха выше 70% и влажности зерна выше 13%. Температурные границы выживания для *Penicillium* составляют от –5 до 40°C, для *Aspergillus* — от 0 до 55°C, для *Mucor* — от 8 до 60°C.

Дыхание микрофлоры в сочетании с низкой теплопроводностью зерна является основной причиной его самосогревания. Каждый килограмм сухого вещества зерна (в расчете на сахара), израсходованный на дыхание, выделяет в зерно 2870 кДж тепла, 0,58 кг воды и 1,54 кг CO₂. В процессе самосогревания в зерновой насыпи наблюдается неравномерное распределение температуры и влаги. В центре очага самосогревания температура может достигать 60–65°C, на периферии она понижается до 20–25°C. Градиент температуры инициирует процесс термовлагопереноса. Влажный теплый воздух из горячего центра очага перемещается к прохладной периферии, охлаждается, где из него конденсируется влага. В результате влажность зерна в центре очага уменьшается, а на его периферии повышается до 25%, что иногда приводит к прорастанию зерна.

В поверхностных, наиболее увлажненных слоях очага самосогревания при умеренной температуре преобладают гидрофильные грибы *Penicillium*, образующие голубоватый налет на поверхности зерен. Ниже располагается слой зерна, переплетенный белым мицелием *Aspergillus*

The role of the microflora in the conservation of grain, the dynamics of composition of microbial population within in the bulk of the grain during the harvesting and subsequent storage and self-heating are reviewed. The hazards of mycotoxins producing by the fungi are highlighted.

Keywords: grain, grain heating, microflora, fungi, mycotoxins.

candidus вместе со спорообразующими бактериями — возбудителями «картофельной болезни» хлеба.

В слоях с температурой 35–40°C преобладает *A. flavus*, окрашивающий зерно в оливково-желтый цвет. Ближе к центру очага зерно поражается *A. fumigatus* и *Mucor*, покрываясь сплетением серо-бурого мицелия грибов. В самом центре очага зерно бурое, коричневое и даже черное, обуглившееся. В нем при температуре выше 50°C микробами формируются меланоидины — темные пигменты.

С гигиенических позиций наиболее опасны поверхностные слои самосогревшегося зерна. Здесь могут накапливаться токсины пенициллов и аспергиллов.

Различают самосогревание гнездовое, пластовое и сплошное. К гнездовому приводят протекание крыш и стыков конструкций стен, скопление органической примеси в результате самосортирования, совместное хранение зерна разной влажности, скопление насекомых. Причина пластового самосогревания — перемещение теплого влажного воздуха в более холодные слои зерна, например в поверхностный. Сплошное самосогревание может возникнуть в свежубранном зерне высокой влажности.

Повышение температуры в насыпи зерна на 0,5°C за сутки и продолжение этой тенденции — первый объективный признак самосогревания. Внезапный доступ кислорода воздуха к очагу самосогревания может привести к спонтанному самовоспламенению пылевидных частиц.

Зерно, подвергнутое самосогреванию, обесцвечивается, теряет естественный блеск и жизнеспособность, приобретает амбарный или затхлый запах, становится токсичным. Зерновая масса слеживается, теряет сыпучесть. Ухудшаются биохимические, хлебопекарные и технологические показатели, пищевая и кормовая ценность зерна, его санитарное состояние.



Воздействие микотоксинов на человека и животных

Вид микотоксина	Продукты	Объекты воздействия	Характер действия
Афлатоксины	Арахис, комбикорм, копра, кукуруза, молоко, орехи, подсолнечник, пшеница, рис, яйца	Человек, обезьяны, цыплята, индейки, утки, поросята, супоросные свиньи, крупный рогатый скот, телята, собаки, кошки, рыба	Гепатологическое и гепато-канцерогенное, мутагенное, тератогенное, иммунодепрессивное
ДОН, Т-2 токсин	Кукуруза, пшеница, ячмень, рожь, сорго, комбикорм	Человек, свиньи, крупный рогатый скот, цыплята, индейки, лошади, собаки, кошки	Канцерогенное, геморрагическое, лейкопеническое, иммунодепрессивное, дерматотоксическое, тератогенное. Нарушение функции желудочно-кишечного тракта (рвота, отказ от пищи и корма, диарея)
Зеараленон	Кукуруза, пшеница, сорго, ячмень, комбикорм, сено	Свиньи, крупный рогатый скот, цыплята, индейки, ягнята, поросята	Эстрогенный эффект, атрофия половых органов, абортизм
Фумонизины	Кукуруза, сорго, рис (редко)	Человек, свиньи, лошади, крупный рогатый скот, кролики, цыплята	Канцерогенное (рак пищевода, печени), разжижающий некроз мозга (лошади), отек легких (свиньи), нефрит и почечная недостаточность, нарушения опорно-двигательного аппарата (домашняя птица), снижение иммунитета

В результате жизнедеятельности микрофлоры в зерне появляются микотоксины — самые опасные загрязнители. Наиболее распространены афлатоксины В1, В2, G1, G2, М1, дезоксиниваленол (ДОН), зеараленон, патулин, Т-2 токсин, охратоксин А, фумонизины.

Известны многие случаи микотоксикозов у человека, вызванные потреблением пищи, пораженной микроскопическими грибами: смерть десятков тысяч человек во Франции, вызванная употреблением ржи с рожками спорыньи; вспышки алиментарно-токсической алейкии с гибелью тысяч людей в 1944, 1952, 1953 и 1956 годах в СССР; летальные исходы на Балканах от рака мочевой системы, вызванного потреблением зернопродуктов, загрязненных охратоксином А; фумонизины приводили к раку пищевода с гибелью людей в Китае, Иране, Южной Африке; токсикоз «пьяного хлеба» на Дальнем Востоке.

Среди сельскохозяйственных животных, например, к афлатоксинам наиболее чувствительны молодняк свиней и птицы, телята. Микотоксикозы приводят к потере живой массы, остановке роста, снижению репродуктивности и надоев молока, уменьшению резистентности к инфекционным заболеваниям, а также к гибели животных. Результат — большие экономические потери.

В таблице приведены данные о характере токсического действия наиболее распространенных микотоксинов в отношении различных теплокровных.

В настоящем обзоре использованы материалы, опубликованные в различных литературных источниках [1–9].

Литература

1. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов : СанПиН 2.3.2.1078-01 :

утв. Главный государственный санитарный врач РФ 06.11.2001 : введ. в действие с 01.09.2002. — М. : Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002.

2. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) : утв. Комиссия таможенного союза 28.05.2010 : введ. в действие с 01.07.2010. — М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010.
3. Научные основы продовольственной безопасности зерна (хранение и переработка) / Л. И. Мачихина [и др.]. — М. : Дели принт, 2007. — 382 с.
4. Микотоксины и микотоксикозы / под ред. Д. Диаз. — М. : Печатный Город, 2006.
5. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности зерна» : ТР ТС 015/2011 : утв. Комиссия Таможенного союза 9.12.2011 : введ. в действие с 01.07.2013. — Сайт Комиссии Таможенного союза, 2011.
6. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» : ТР ТС 021/2011 : утв. Комиссия Таможенного союза 9.12.2011 : введ. в действие с 01.07.2013. — Сайт Комиссии Таможенного союза, 2011.
7. *Трисвятский, Л. А.* Хранение зерна / Л. А. Трисвятский. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Агропромиздат, 1985. — 351 с.
8. Меры борьбы с потерями зерна при заготовках, послеуборочной обработке и хранении на элеваторах и хлебоприемных предприятиях / В. Б. Фейденгольд [и др.]. — М. : Дели принт, 2007. — 302 с.
9. *Yazar, S.* Fumonisin, Trichothecenes and Zearalenone in Cereals / S. Yazar, G. Z. Omurtag // Int. Journ. Mol. Sci. — 2008. — Vol. 9. — P. 2062–2090. ■