

УДК 633.15:631[563+576]

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОХРАННОСТИ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ

С.В. Абраскова,

*кандидат с.-х. наук, доц., РУП «Научно-практический центр
НАН Беларуси по земледелию», Жодино*

Ю.К. Шашко,

*кандидат биол. наук, доц., РУП «Научно-практический центр
НАН Беларуси по земледелию», Жодино*

М.Н. Шашко,

*научный сотрудник, РУП «Научно-
практический центр НАН Беларуси по земледелию», Жодино*

М.В. Кадырова,

*научный сотрудник, РУП «Научно-
практический центр НАН Беларуси по земледелию», Жодино*

MICROBIOLOGICAL ASPECTS OF MAIZE GRAIN PROTECTION

S.V. Abraskova,

*PhD., ass.prof., RUE “Research and Practical Center of
NAS of Belarus for Arable Farming”, Zhodino*

Y.K. Shashko,

*PhD., ass.prof., RUE “Research and Practical Center of
NAS of Belarus for Arable Farming”, Zhodino*

M.N. Shashko,

*Researcher, RUE “Research and Practical Center of NAS of
Belarus for Arable Farming”, Zhodino*

M.V. Kadyrova,

*Researcher, RUE “Research and Practical Center of NAS of
Belarus for Arable Farming”, Zhodino*

Аннотация: В данной статье рассматривается проблема послеуборочного хранения влажного зерна кукурузы. Установлено, что в микофлоре консервированного зерна происходит смена видов: «полевые» (*Fusarium*, *Alternaria*)

вытесняются сапрофитными плесневыми грибами «хранения» (*Mucor*, *Penicillium*). В разгерметизированных условиях отмечается повышение численности дрожжевых грибов ($1,0 \times 10^5$ - $3,2 \times 10^6$), активной кислотности, температуры и потерь основных питательных веществ зерна по сравнению с кормом, хранящимся в герметичных условиях.

Ключевые слова: зерно кукурузы, микофлора, органолептические и химические показатели консервированного концентрированного корма.

Annotation: The issue of postharvest storage of moist maize grain is discussed in the article. It was established that there was species change in the mycoflora of stored maize: “field” fungi were replaced by saprophytic mold “storage” fungi. Under the unpressurized conditions, the increase of yeast fungi number (1.0×10^5 - 3.2×10^6), active acidity, temperature, and losses of basic grain nutrients was registered as compared to the grain stored under the pressurized conditions.

Keywords: maize grain, mycoflora, organoleptic and chemical parameters of stored concentrated forage.

В связи с изменением климата, а именно глобальным потеплением и появлением четвертой климатической зоны, вполне закономерно увеличение посевной площади под зерновой кукурузой в Беларуси. Основная часть (более 80%) производимого зерна подвергается искусственной сушке, так как оно убирается в большинстве случаев с высокой влажностью (25-40%), не обеспечивающей безопасное хранение. Сочетание сырой погоды во время уборки, недостаточная производительность сушилок или транспорта, запаздывание со сроками уборки зерна и т.д. может привести к развитию микроорганизмов, повышению температуры и его порче. Установлено, что в период послеуборочного хранения в микофлоре зерна кукурузы происходит смена видов: «полевые» (фузарии, альтернарии и др.) частично вытесняются сапрофитными грибами «хранения» (аспергиллы, пенициллы, мукоры и др.), однако характер их взаимоотношений окончательно не выяснен. В других исследованиях показано,

что зараженное исходное зерно на 2-3% грибами рода *Fusarium* уже через три месяца хранения было инфицировано на 15-20% [1]. При интенсивном развитии грибов ухудшается химический состав зерна, и наряду с потерей энергетической питательности эти процессы могут привести к образованию в дальнейшем опасных метаболитов плесневых грибов – микотоксинов. Во избежание самосогревания зерно с повышенной влажностью должно быть обработано в течение 4 часов. При посевной площади 200-250 тыс. га намолот зерна достигает 1,5-2 млн тонн. Сухого зерна для птицеводства и свиноводства требуется 350-400 тыс. тонн. Почти все оставшееся для кормления крупного рогатого скота можно силосовать. Расход энергии в пересчете на дизельное топливо при этом сокращается на 30-45 тыс. тонн или в денежном выражении – 35-55 млн долл. США. Преимущество уборки и консервирования зерна повышенной влажности сводится не только к энергосбережению в процессе заготовки, но главным образом, к более высокой кормовой ценности силосованного зерна по сравнению с сухим зерном и, соответственно, повышению продуктивности животных. Сдерживающим фактором более широкого использования силосованного зерна является его предрасположенность к аэробной нестабильности во время использования, возбудителями которой являются дрожжевые и плесневые грибы.

Задачей данной работы было изучение качественного и количественного состава микофлоры и ее влияния на биохимические показатели влажного измельченного консервированного зерна кукурузы.

Органолептические показатели и химический состав консервированного зерна, а также динамику температуры, актуальной кислотности определяли спустя 3 месяца хранения в герметичных условиях и после экспозиции на воздухе в течение 3, 7, 15 суток. Поражение зерна и консервированного корма грибами учитывали путем посева на среде Чапека. Разную степень заражения достигали путем добавления 3, 6, 9, 12 и 100% контаминированных зерен. На хранение было заложено свежееубранное измельченное зерно сразу после прошедшего

заморозка (температура воздуха – 4°C) во второй декаде октября (17 октября). Исходная его влажность составляла 28,27-29,05%.

Анализ показал, что «полевая» микофлора исходного кукурузного зерна состояла из *Fusarium*, *Alternaria*, а также грибов «хранения» *Mucor*, при этом были обнаружены в контрольном варианте единичные колонии. Однако при наличии в зерновой массе 3% зараженных грибами зерен, количество, к примеру, фузариев составило $1,27 \times 10^5$ КОЕ/г, что в 2 раза превышало их численность в контрольном варианте ($0,59 \times 10^5$ КОЕ/г). При 6%-ном уровне заражения и выше эти грибы невозможно было учесть (разведение 1:10 000 раз). Если при содержании 3% инфекции грибов рода мукор было $1,90 \times 10^4$, то при более высокой степени контаминации их учет также не представлялся возможным. Дрожжевых грибов первоначально насчитывалось в значительном количестве $1,59 \times 10^5$ КОЕ/г – в контрольном варианте и $1,27-1,60 \times 10^5$ КОЕ/г – контаминированных образцах, что возможно связано с образованием морозобойных трещин зерна.

Результаты количественного учета микофлоры консервированного влажного зерна кукурузы показали, что доминирующее положение занимали дрожжевые грибы (рис. 1), которых насчитывалось $2,0 \times 10^3-7,7 \times 10^4$ в зависимости от степени инфицирования исходного сырья.



Рисунок 1 – Рост дрожжевых грибов на среде Чапека, выделенных из консервированного зерна кукурузы (разведение 1:10 000 раз)

Отсутствие заметного роста фузариев в консервированном кукурузном зерне обусловлено тем, что они не способны были развиваться в строго анаэробных условиях, характеризующихся высоким содержанием углекислого газа, низким давлением кислорода, а также конкуренции с дрожжевыми грибами и кислотообразующими бактериями. В подтверждение этому совместное культивирование дрожжей и грибов рода фузариум приводило к торможению их роста (рис. 2-4).



Рисунок 2 – Конкурентные взаимоотношения дрожжей и грибов:слева – чистая культура *Fusarium culmorum*; справа – дрожжи + *F. culmorum*

Наши данные согласуются с результатами, свидетельствующие о слабой обсемененности консервированного силоса и зерна кукурузы по сравнению с исходным количеством грибами рода *Fusarium*, полученными

Балабановым В.А., а также Львовой Л.С. и др. [2-3]. В образцах консервированного корма из зерна с инфекцией свыше 6% регистрировались единичные колонии грибов родов мукор и пенициллов.



Рисунок 3 – Конкурентные взаимоотношения дрожжей и грибов
слева – чистая культура *Fusarium graminearum*; справа – дрожжи
+ *F. graminearum*



Рисунок 4 – Конкурентные взаимоотношения дрожжей и грибов: слева – чистая культура *Fusarium sporotrichioides*; справа – дрожжи + *F. sporotrichioides*

Органолептические и биохимические показатели, а также температура готового консервированного зерна кукурузы были в пределах нормы (21-25° С). Актуальная кислотность (рН) находилась на уровне 5,38 в контрольном варианте и 4,89 – в контаминированном. Однако в разгерметизированных условиях (после 7-15 суточной экспозиции образцов на воздухе) в консервированном зерне количество дрожжевых грибов значительно возрастало по сравнению с содержанием при вскрытии корма: до $1,0 \times 10^5$ – в контрольном варианте и $1,41 \times 10^5$ - $3,2 \times 10^6$ – в контаминированных образцах. Температура корма имела максимальный пик на 7 сутки – до 29°С, после чего стабилизировалась до нормативного уровня 24-26° С (табл.1). Уровень рН повышался до значения 5,75-6,22 как в контрольных, так и контаминированных образцах при доступе воздуха свыше 7 суток, что является отрицательным моментом для дальнейшего послеуборочного хранения и сохранности корма.

Таблица 1 – Качественные показатели консервированного зерна кукурузы

Показатели	Аэробная экспозиция консервированного зерна, сутки			
	0	3	7	15
Активная кислотность (рН) контроль	5,38	5,48	6,06	6,22
Активная кислотность (рН) контаминированное зерно	5,03	5,04	5,37	5,75
Температура, °С контроль	23,0	23,5	29,0	24,0
Температура, °С контаминированное зерно	23,0	24,0	29,0	26,0
Сырой жир, % контроль	5,33	5,22	5,19	5,00
Сырой жир, %	5,25	5,10	4,88	4,72

контаминированное зерно				
-------------------------	--	--	--	--

В таблице 1 представлены результаты воздействия грибов на химический состав консервированного зерна при хранении его в разных условиях.

Среди изучаемых питательных веществ консервированного зерна значительному изменению подверглась фракция жира. В контрольном и контаминированных вариантах консервированного зерна этот показатель снижался с 5,33% и 5,25% до 5,00% и 4,72% соответственно или на 7-10% после выдержки на воздухе.

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Микофлора зерна, убранного сразу после заморозков, представлена «полевыми» грибами рода *Fusarium*, *Alternaria* и грибами «хранения» *Mucor*. Среди изучаемой микофлоры доминируют дрожжевые грибы (свыше 10^5 КОЕ/г).

2. При правильном хранении (оптимальная герметизация, уплотнение) происходит изменение комплекса микофлоры: ограничивается развитие грибов рода *Fusarium*, регистрируется рост единичных колоний грибов «хранения» – *Mucor* и *Penicillium* при изначальном загрязнении грибами силосуемого сырья свыше 6%.

3. В аэробных условиях (доступ воздуха 7-15 суток) отмечается повышение численности дрожжевых грибов, активной кислотности, температуры и потерь основных питательных веществ зерна по сравнению с консервированным зерном, хранящимся в герметичных условиях. Это указывает на необходимость правильной выемки и строгого ограничения доступа воздуха при длительном скармливании консервированного зерна кукурузы в производственных условиях.

Список литературы:

[1]. Монастырский, О.А. Разработка биопрепаратов для защиты посевов и зерна злаковых культур от поражения токсиногенными грибами и накопления опасных микотоксинов / О.А. Монастырский // Экоинформ, 2004 а. – №2. – С.5-18.

[2]. Балабанов, В.А. Токсическая микрофлора кукурузного зерна в условиях молдавских ССР. – В кн.: проблемы ветеринарной санитарии. Труды ВНИИВС. – 1966. – т. XXVII. – С. 18-20.

[3]. Львова, Л.С. Влияние микробиологических процессов при хранении зерна кукурузы на *Fusarium moniliforme* и фумонизины – Научно-инновационные аспекты хранения и переработки зерна – Монография к 85-летию ГНУ ВНИЗ Россельхоз – М.: 2014. – С. 330-338.

© С.В. Абраскова, Ю.К. Шашко, М.Н. Шашко.,
М.В. Кадырова, 2017