



## Действие фосфина на насекомых в муке.

Газ фосфин является единственным средством, допущенным в России для уничтожения вредных насекомых в хранящейся муке.

В нормативных документах указаны следующие регламенты при фумигации муки в складах или под пленкой: норма расхода 6 г/м<sup>3</sup>, время экспозиции 5 суток, период дегазации не менее 2 суток. Режимы фумигации зерноперерабатывающих предприятий, где внутри мельниц хранится мука в бункерах, значительно отличаются временем экспозиции, которая должна составлять 2 суток. В зернопродуктах установлены максимально допустимые уровни (МДУ) фосфина 0,01 мг/кг.

Вроде бы все нормативы и регламенты определены. Однако на практике зачастую при фумигации затаренной в мешки муки в штабелях и, особенно, насыпной муки в бункерах не удается добиться полной гибели насекомых в глубинных ее слоях.

Поэтому предприятия вынуждены перед дезинсекцией мельниц освобождать бункера от муки, чтобы избежать риска неудачной фумигации. Такая операция значительно осложняет работу предприятия.

Причин недостаточной эффективности дезинсекции муки фосфином может быть несколько. Наиболее значимы: утечки газа из-за плохой герметизации; недостаточные норма расхода препарата или время экспозиции; неравномерное распределение фосфина по глубине муки.

При анализе этой гипотезы неудачной фумигации можно констатировать, что первая причина понятна и должна устраняться при подготовке и проведении фумигации. Две другие причины требуют экспериментальной проверки. Необходимо точно знать, какой из указанных трех факторов (экспозиция, норма расхода, глубина толщи муки) и в какой мере при рекомендованных режимах ответственен за неудачные фумигации. Получение ответов на поставленные вопросы с целью уточнения условий гарантированного эффекта при дезинсекции муки фосфином явилось целью настоящего исследования.

Жуков малого мучного хрущака *Tribolium confusum* Duv. размещали в пшеничную муку высшего сорта влажностью 14,7 % на разной глубине в слое до 2 м и спустя 5-7 суток определяли распределение их по толще муки.

Фумигацию проводили в слое муки высотой до 12 м. Таблетки препарата на основе фосфида алюминия размещали в надмучном пространстве. После завершения экспозиции фумигации определяли смертность жуков, концентрацию фосфина в межмучном воздухе и остатки фосфина в муке.

В табл. 1 приводим результаты распределения жуков в слое муки толщиной 10 см. Все жуки, первоначально равномерно распределенные по толще муки, в течение 5 суток мигрировали в верхний слой и сосредоточились в нем на глубине до 3 см, скорее всего, из-за близости воздуха над поверхностью этого слоя. Поэтому, если мука перед засыпкой в бункер не была заражена насекомыми, заражение ее во время хранения следует ожидать лишь в поверхностном слое. В таком случае требуется обеззараживание от насекомых только этого верхнего слоя муки.

По-другому ведут себя жуки, размещенные в более глубокие слои муки (см. табл. 2).



Когда в опыте 1 всех жуков поместили на глубину 2 м, через 7 суток все они остались в этом же слое. Когда в опыте 2 насекомых разместили в двухметровой толще муки равномерно по глубине с интервалом 25 см, они частично мигрировали в соседние слои муки, но окончательное распределение их статистически не отличалось от исходного. Такое поведение и распределение жуков в слоях муки большой толщины (более 0,25 м) можно объяснить тем, что на этой глубине насекомые не «чувствуют» наличие воздуха над поверхностью муки и поэтому не мигрируют к поверхности. Таким образом, если мука перед ее загрузкой в бункер была заражена насекомыми, и последние распределились в ней при загрузке по всей толщине слоя, то они в своем большинстве остаются в муке примерно в тех же слоях. В таких случаях требуется обеззараживание от насекомых муки по всей ее толщине.

В табл. 3 даем показатели фумигации муки фосфином. Можно отметить, что в смертности насекомых, в величине концентрации фосфина в воздухе и остатков его в муке время экспозиции имеет существенное значение. С сокращением времени экспозиции от 6 ч до 2 ч уменьшается глубина муки, на которую проникает фосфин в летальных для насекомых концентрациях. В то же время, с сокращением времени экспозиции в муке уменьшаются остатки фосфина, и она быстрее дегазируется.

Табл. 4 иллюстрирует глубину толщину муки, до которой достигается дезинсекционный эффект при фумигации фосфином. В эту таблицу включены также данные, полученные в [1] для нормы расхода фосфинного препарата 0,45 г/м<sup>3</sup>.

Сначала рассмотрим вариант с фумигацией мельниц, где время экспозиции ограничено двумя сутками.

Если бы удалось надежно загерметизировать мельницу, исключив потери фумиганта в ходе экспозиции, тогда при норме расхода 6 г/м<sup>3</sup> и экспозиции 2 суток можно было бы одновременно с помещениями эффективно обеззараживать муку в бункерах внутри мельницы на глубину толщину муки до 2 м.

Однако фактически создающаяся внутри помещений мельницы низкая концентрация фосфина около 0,15 г/м<sup>3</sup> (наблюдения автора при практических фумигациях, не опубликованы) из-за больших утечек газа через неплотности в оконных рамах, дверях и в других местах позволяет надеяться лишь на то, что фосфин проникнет в муку в эффективных против насекомых концентрациях на глубину всего до 0,5 м.

Чтобы избежать больших потерь газа и добиться глубинного обеззараживания муки от насекомых, следует проводить раскладку препаратов внутри мельницы непосредственно в надмучное пространство бункеров и герметизировать крышки бункеров. Тогда удастся приблизить концентрацию фосфина в надмучном пространстве к 3-5 г/м<sup>3</sup> при норме расхода препаратов 6 г/м<sup>3</sup>, как это происходило в наших опытах.

Теперь обратимся к результатам фумигации затаренной муки в складах, где экспозиция составляет 5 суток.

В идеальном случае герметизации емкостей с мукой (например, в бункерах, в складах бестарного хранения, в муковозах и т.п.) при норме расхода препарата 6 г/м<sup>3</sup> и экспозиции 5 суток можно при обеззараживании оставлять слой муки толщиной до 6 м.

Однако если фумигация муки происходит в объектах, которые не поддаются надежной герметизации (например, затаренная в мешки мука в складах, под пленкой в



складах и на площадках и т.п.), тогда высота слоя муки не может быть более 4 м. С учетом результатов исследований разработаны нормативы высоты слоя муки при дезинсекции ее фосфином (см. табл. 5). Они дифференцированы в зависимости от условий хранения и способа раскладки препаратов. Рекомендую пользоваться ими.

Закладной Г. А., доктор биологических наук, профессор,  
Догадин А. Л., ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии  
e-mail: vlaza@list.ru

## Литература

1. Закладной, Г. А. Биологические основы применения фосфина для борьбы с насекомыми-вредителями хлебных запасов [Текст] / С. А. Желтова // Сб. науч. тр. Всесоюзного науч. -иссл. ин-та зерна и продуктов его переработки. Совершенствование методов оценки и качество зерна и зернопродуктов. – М., 1987. – Вып. 109. — С. 87-93. – Библиогр.: с. 92-93.

Таблица 1

Миграция и распределение жуков малого мучного хрущака  
в слое муки толщиной 0,1 м

Глубина, м	Количество жуков, экз.	
	Исходное	Через 5 суток
0,00 - 0,03	10	30
0,03 - 0,06	10	0
0,06 - 0,10	10	0

Таблица 2

Миграция и распределение жуков малого мучного хрущака  
в слое муки толщиной 2,0 м

Глубина, м	Опыт 1		Опыт 2		Разности	Ранги	
	Количество жуков, экз.		Количество жуков, экз.				
	Исходное	Через 7 суток	Исходное	Через 7 суток			
0,00-0,25	0	0	10	9	+1	+1	
0,25-0,50	0	0	10	4	+6	+4	
0,50-0,75	0	0	10	8	+2	+2	
0,75-1,00	0	0	10	9	+1	+1	
1,00-1,25	0	0	10	3	+7	+5	
1,25-1,50	0	0	10	13	-3	-3	
1,50-1,75	0	0	10	8	+2	+2	
1,75-2,00	100	100	10	26	-13	-6	
Сумма рангов:						+15	- 9
Критерий Вилкоксона: $W_{\text{факт.}} = 9 > W_{0,05} = 5$							
Нулевую гипотезу отвергнуть нельзя							



Таблица 3

Показатели фумигации фосфином пшеничной муки  
в норме расхода 6 г/м<sup>3</sup> по препарату

Глубина слоя муки, м	Концентрация фосфина в конце экспозиции, мг/м <sup>3</sup>	Смертность жуков малого мучного хрущака, %	Содержание фосфина в муке, мг/кг, через			
			0 ч	24 ч	48 ч	72 ч
Экспозиция 2 суток (для муки в бункерах мельницы)						
0	4940	100	1,07	0,57	0	0
2	1100	100	0,29	0,12	0	0
4	13	35	0,01	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
Экспозиция 5 суток (для затаренной муки в складах)						
0	3700	100	0,77	0,58	0,08	0
2	800	100	0,56	0,42	0	0
4	280	100	0,37	0,23	0	0
6	70	100	0,23	0	0	0
8	7	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0

Таблица 4

Глубина толщии муки (м), до которой достигается дезинсекционный эффект при фумигации фосфином в норме расхода препарата 6 г/м<sup>3</sup>

Фактическая средняя концентрация фосфина в надмучном пространстве, г/м <sup>3</sup>	Глубина толщии муки (м), до которой достигается дезинсекционный эффект, м	
	Время экспозиции 2 суток (мука в бункерах мельницы)	Время экспозиции 5 суток (затаренная мука в складах)
0,15-0,30 [1]	0,5	4
3,0-5,0	2	6



Таблица 5

Нормативы высоты слоя муки при дезинсекции ее фосфином при норме расхода препарата 6,0 г/м<sup>3</sup>

Условия хранения муки. Способ раскладки препаратов	Время экспозиции, сутки	Максимальная высота слоя муки, м	Срок дегазации муки, сутки
1. Бестарное хранение в бункерах, расположенных внутри мельницы			
1.1. Препарат раскладывают в надбункерном и подбункерном помещениях с учетом емкости бункеров, крышки и днища бункеров открыты	2	0,5	2
1.2. Препарат дозируют отдельно на объем бункеров, помещают в надмучное пространство, крышки и днища бункеров герметизируют	2	2,0	2
2. Отдельно стоящие склады бестарного хранения муки			
2.1. Препарат раскладывают в надбункерном и подбункерном помещениях с учетом емкости бункеров, крышки и днища бункеров открыты	5	4,0	2
2.2. Препарат дозируют отдельно на объем бункеров, помещают в надмучное пространство, крышки и днища бункеров герметизируют	5	6,0	3
3. Мука, затаренная в мешки, в складах или под пленкой	5	4,0	2