

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МОНИТОРИНГ НАСЕКОМЫХ В ЗЕРНОВОЙ МАССЕ

Закладной Г.А., *д-р биол. наук, профессор*; Марков Ю.Ф., *канд. техн. наук*

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки», г. Москва

Вредные насекомые представляют большую угрозу для хранящегося зерна. Они вызывают потерю массы, снижение качества и жизнеспособности зерна, делают зерно ядовитым [1, 2]. Для уничтожения насекомых разрабатывают и используют различные средства: газ фосфин и жидкие инсектициды [1,2], озон [3] и др. Важнейшим условием эффективного применения средств борьбы является своевременная диагностика насекомых в зерне. Стандартный метод определения зараженности зерна вредителями по ГОСТ 13586.6-93 предполагает отбор средних проб зерна и выделение из них вредителей просеиванием на решетках. Отбор проб – трудоемкий процесс. Зачастую он предполагает хождение по насыпи зерна, особенно в горизонтальных хранилищах, что запрещено действующими федеральными нормами и правилами ФНП № 560 – п. 643. В металлических силосах вообще невозможно отобрать представительную пробу зерна.

Поэтому создание автоматизированных электронных устройств дистанционного контроля состояния зерна при его хранении представляется задачей актуальной. Ее решению посвящено настоящее исследование.

Опыты проводили на специально созданном стенде. Хранилище зерна имитировала полимерная труба диаметром 10 см, высотой 90 см, вмещающая 5 кг зерна.

В зерно введено электронное устройство, представляющее собой металлический канал длиной 1 м, сечением 3х3 см. Стенки канала перфорированы отверстиями. В нижней части канала расположен оптический датчик счетчика насекомых.

Насекомые, попавшие внутрь канала, срываясь, падают вниз, пролетая при этом через проходное отверстие оптического датчика, после чего выпадают из открытого нижнего торца канала. Каждый факт пролета насекомого фиксируется электронной схемой и счетчиком с энергонезависимой памятью.

В штатном режиме насекомые попадают внутрь канала через перфорированные стенки канала из зерна, окружающего канал снаружи.

Сам оптический датчик представляет собой открытую оптическую систему с одним инфракрасным излучателем и парой пространственно разнесенных инфракрасных приемников. Порог обнаружения для пролетающего через датчик объекта составляет около 0,5 мм. Инфракрасный датчик соединен проводами с электронной схемой и микроконтроллером цифровой обработки данных, размещенными в коробке, смонтированной в верхней части канала. Туда же подключен блок питания и интерфейсный кабель компьютера. На дисплее компьютера отображаются мгновенные значения измеряемых параметров в цифровом и графическом формате. Предусмотрена возможность записи всех собирае-

мых данных в базу данных с отметками времени и с возможностью анализа данных за длительные интервалы времени.

В составе устройства разработаны алгоритм передачи информации о величине и динамике изменения указанных показателей в реальном времени и программы обработки полученной информации и визуализации ее на дисплее персонального компьютера.

В опыте 1 использовали разных по размеру жуков основных видов насекомых – вредителей запасов (рисовый долгоносик *Sitophilus oryzae* L., амбарный долгоносик *Sitophilus granarius* L., зерновой точильщик *Rhizopertha dominica* F., малый мучной хрущак *Tribolium confusum* Duv., суринамский мукоед *Oryzaephilus surinamensis* L., короткоусый мукоед *Laemophloeus ferrugineus* Steph.). Жуков из пробирок по одному или по несколько экземпляров одновременно высыпали в верхнюю открытую часть канала. Миновав счетчик, жуки вылетали из открытого внизу канала в стеклянную банку с водой, где их фиксировал исследователь и на дисплее компьютера следил за показаниями счетчика. Количество введенных в канал жуков сравнивали с количеством вылетевших жуков из канала и с показаниями на компьютере.

В опыте 2 в полимерную трубу засыпали зерно пшеницы влажностью около 12 % с 50 жуками рисового долгоносика. Верхние и нижние отверстия трубы и верхнее отверстие канала были герметично закрыты, поэтому насекомые могли попадать внутрь канала только из зерна через перфорированные отверстия в стенках канала. Периодически регистрировали количество проходов насекомых через ИК-счетчик.

Опыты вели в комнатных условиях при температуре воздуха $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

В таблице 1 приведены результаты опыта 1. Как видно из этих данных, в 15 вариантах опыта отмечено полное совпадение количества введенных жуков в канал, вылетевших из канала и отраженных на дисплее компьютера. Эти результаты показали, что все введенные в канал насекомые не задерживаются в нем, а электронное устройство точно фиксирует количество жуков, которые минуют счетчик.

В таблице 2 приводим результаты опыта 2. Анализ этих данных дает возможность сделать следующие заключения. Находящиеся в зерне жуки рисового долгоносика непременно проникают из окружающего зерна внутрь канала через отверстия в его стенках и, проваливаясь вниз канала, регистрируются инфракрасным датчиком с отражением результатов на дисплее компьютера. При плотности заражения зерна 10 экз./кг (50 жуков на 5 кг зерна) среднее количество регистраций жуков электронным устройством составило 23 ± 5 за сутки. Доверительный интервал находится в пределах от 11 до 35 регистраций при вероятности 95 %. Указанное обстоятельство дает основание надеяться, что электронное устройство может быть использовано в качестве дистанционного автоматизированного измерителя плотности заражения насекомыми без отбора проб зерна. В этом направлении предстоят дальнейшие исследования.

Таблица 1

Фиксация введенных в канал жуков разных видов инфракрасным датчиком

Виды насекомых	Количество жуков, экз.		
	Введено в канал	Вылетело из канала	Показано на дисплее
Рисовый долгоносик	1	1	1
	5	5	5
	10	10	10
Амбарный долгоносик	1	1	1
	5	5	5
	10	10	10
Зерновой точильщик	1	1	1
	5	5	5
	10	10	10
Малый мучной хрущак	1	1	1
	5	5	5
	10	10	10
Суринамский мукоед	1	1	1
	5	5	5
	10	10	10
Короткоусый мукоед	1	1	1
	5	5	5
	10	10	10

Таблица 2

Фиксация электронным устройством жуков рисового долгоносика, находящихся в зерне с плотностью 10 экз./кг

Время после подсадки жуков в зерно, сутки	Количество зафиксированных инфракрасным датчиком проходов жуков за сутки, раз
1	40
2	38
3	15
4	13
5	18
6	12
7	23
Среднее, \bar{x}	23
Ошибка выборки, s_x	± 5
Доверительный интервал с вероятностью 95 %, $\Delta_H - \Delta_B$	11-35

Литература

1. Закладной, Г.А. Вредители хлебных запасов. Изд. второе, дополненное [Текст] // Защита и карантин растений. – 2006. – № 6. – 24 с.
2. Закладной, Г.А. Путеводитель по вредителям хлебных запасов и простор как средство борьбы с ними [Текст] / Г.А. Закладной, Е.А. Соколов, Е.Ф. Когтева, А. М. Чирков // М., МГОУ. – 2003. – 108 с.
3. Закладной, Г.А. Биологическая активность озона в отношении вредителей зерна – рисового долгоносика и амбарного долгоносика [Текст] / Г.А. Закладной, Е.Ф. М. Саеда, Е.Ф. Когтева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 4. – С. 59-61.