

DOI 10.25741/2413-287X-2018-12-2-036

УДК 632.934

# ЭКСПРЕСС-КОНТРОЛЬ СКРЫТОЙ ЗАРАЖЕННОСТИ ЗЕРНА ТЕПЛОВИЗИОННЫМ МЕТОДОМ

**В. ЛООЗЕ, А. ГАВРИЛОВ, С. БЕЛЕЦКИЙ**, канд. тех. наук, ФГБУ НИИПХ Росрезерва

E-mail: grain-miller@yandex.ru

*Показана возможность применения тепловизионной технологии для оперативного контроля скрытой зараженности зерна вредителями хлебных запасов. Рассмотрена зависимость температуры тела насекомых от окружающей среды и их жизненного цикла. Предложены временные диапазоны для проведения измерений и способы повышения достоверности оценки.*

**Ключевые слова:** зараженность, насекомые-вредители, зерно, температура, термограмма, тепловизор.

*The possibility of using thermal imaging technology for operational control of hidden grain contamination by pests of grain stocks is shown. The dependence of the body temperature of insects on the environment and their life cycle is considered. The time ranges for measurements and ways to increase the reliability of the assessment are proposed.*

**Keywords:** infestation, insect pests, grain, temperature, thermogram, thermal imager.

Насекомые-вредители уничтожают зерновые запасы не только во время созревания зерна, но и в процессе его транспортирования и хранения. Экспериментально установлено, что прирост суммарной плотности зараженности (СПЗ) зерна пшеницы на величину 10 экз/кг влечет за собой потерю его массы в количестве 3,4 т и недополучения муки в размере 4,0 т при помоле 1000 т зерна. При плотности зараженности вредителями более 15 экз/кг зерно становится ядовитым [1], поэтому так важно вовремя предотвратить размножение насекомых в зерне.

Комплекс мер по защите зерна от насекомых и клещей включает также методы их обнаружения. Практически все они проводятся в условиях лабораторий и условно делятся на три категории:

обнаружение зараженности, при которой в межзерновом пространстве присутствуют насекомые: просеивание пробы зерна и продуктов его переработки через несколько сит с ячейками в последнем, как правило, диаметром 1 мм. Сход с него разбирают вручную и подсчитывают количество живых и мертвых насекомых, а проход проверяют на наличие клещей;

обнаружение скрытой зараженности, при которой в межзерновом пространстве нет живых насекомых, но внутри самих зерновок могут быть живые яйца, личинки и куколки: методы определения зараженности личинками подразумевают окрашивание крышечек в зерновке, которыми насекомые закрывают выеденные в ней ходы. Внутри нее возможно нахождение живых насекомых

в различных стадиях развития (ГОСТ 13586.6-93 «Зерно. Методы определения зараженности вредителями» и др.) [2]. Более точный метод обнаружения личинок — выращивание насекомых в определенных условиях инкубации в течение 22 дней с последующим подсчетом живых особей (ГОСТ 10853-88 «Семена масличных. Метод определения зараженности вредителями») [2];

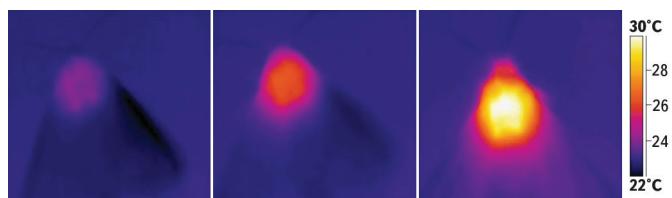
обнаружение скрытой зараженности, позволяющее «заглянуть» внутрь самого зерна и увидеть там вредителей. Один из таких методов разработан в ФГБУ НИИПХ Росрезерва — это экспресс-метод рентгенодиагностического определения в автоматическом режиме скрытой зараженности зерна, когда компьютерная программа по снимкам выдает протокол о наличии зараженного зерна.

Учитывая значительный вред, наносимый зерну насекомыми, и необходимость оперативного контроля зараженности непосредственно на элеваторе, целесообразно применять метод инфракрасной термометрии, поскольку одним из важных критериев, обуславливающих активность насекомых, является температура.

Тепловой обмен организма насекомого и окружающей среды считают энергетическим процессом их жизненного цикла. Насекомые не имеют постоянной температуры тела (относятся к пойкилотермным организмам), все происходящие в нем химические реакции зависят от температуры окружающей среды, от поглощения и отражения лучистой энергии солнца покровами тела [3]. Тепловая энергия, непрерывно образующаяся под влиянием жизнедеятельности и окислительных процессов в теле насекомого, также

непрерывно теряется, отдается внешней среде излучением, конвекцией или теплопроводностью.

Температура тела насекомого, находящегося в покое и не подвергающегося облучению солнцем, примерно равна температуре окружающей воздушной среды и при изменении последней быстро следует за ней. Однако может наблюдаться эффект, когда у насекомого, находящегося в состоянии покоя, в результате испарения влаги с поверхности тела температура становится на 2–3°C ниже окружающей. Как показано на рисунке, при облучении такого насекомого солнцем, температура тела быстро возрастает на 10°C и более (в течение нескольких минут). При помещении этого насекомого в тень его температура столь же быстро падает до температуры окружающей среды.



Тепловизионное изображение бабочки, постепенно нагреваемой солнцем

Эти тепловые свойства насекомого обусловлены рядом причин и прежде всего малым весом тела, благодаря чему отношение площади поверхности тела к его массе сильно увеличено, что значительно ускоряет поглощение энергии, с одной стороны, и лучеиспускание — с другой.

Температурные границы активности насекомых находятся примерно в пределах 10–45°C, тогда как физиологический оптимум, при котором скорость развития средняя, плодовитость максимальная, а смертность минимальная, ограничен более узкими пределами — 25–38°C. Достижение этого оптимума обеспечивается разными способами. Основной из них — изменение мышечной активности, местоположения, а иногда и позы самого насекомого. Так, ночные насекомые благодаря интенсивному лёту имеют более высокую температуру тела, чем температура воздуха. Вследствие этого активная жизнедеятельностьочных насекомых возможна и при таких температурах окружающей среды, когда неактивные особи находятся в состоянии холодового оцепенения. То же самое наблюдается и при активном полете дневных насекомых в условиях прохладной погоды. В целом интенсивный лёт насекомых обеспечивает повышение их температуры тела до 30–40°C и более и делает их в это время похожими на теплокровные организмы [3].

В настоящее время для измерения температуры насекомых используют термометры разных типов: пиromетры, термогигрометры, термопары. Данные устройства измеряют температуру среды обитания насекомых, по которой делается вывод о температуре насекомого.

Проводимые в лабораторных условиях опыты показали: в банках с пшеничной мукой, где обитают мучные хрущики — малый (*Tribolium confusum*) и каштановый (*Tribolium castaneum*), температура выше, чем в таких же банках с точно такой же мукой, но без насекомых. Триста личинок способствуют увеличению температуры в банке на 0,6°C по сравнению с контрольной банкой. Когда в чистую муку вводят популяцию малого хрущика, температура резко возрастает и за 24 ч доходит до максимума, затем немножко снижается и держится на этом более высоком, чем в контрольной банке, уровне в течение нескольких дней. Однако не стоит забывать о том, что микроклимат создается в зависимости от места локализации насекомых и весьма отличается для разных видов, сред и температур. Кроме того, на размещение насекомых влияет и суточная их миграция в хранилище, направленная сверху вниз [1, 4, 5].

В других исследованиях было определено, что температура тела рисового и амбарного долгоносиков при активном размножении превышает температуру зерна (среды обитания) в среднем на 2°C, а температура самого зерна, в котором находится живая и активно растущая личинка или куколка, выше здорового приблизительно на 0,5°C.

Тепловизионное оборудование может помочь решить проблему по оперативному контролю зараженности зерна насекомыми-вредителями измерением их температуры.

Таким образом, применение метода инфракрасной термометрии для обнаружения зараженности поверхностного слоя зерна насекомыми на различных стадиях развития непосредственно в сilosах элеваторов считается обоснованным. Для повышения эффективности инфракрасной термометрии используют описанную выше способность насекомых: при облучении источником тепловой энергии быстро увеличивать температуру тела. Следовательно, кратковременным нагреванием поверхностного слоя зерна можно значительно повысить достоверность проводимых исследований.

#### Литература

1. Закладной, Г. А. Вредители хлебных запасов / Г. А. Закладной // Защита и карантин растений. — 2006. — № 6. — С. 24.
2. Методы определения загрязненности вредителями зерна, семян зернобобовых культур, крупы, муки и отрубей : утв. Росгосхлебинспекцией 18.10.96.
3. Шовен, Р. Физиология насекомых / Р. Шовен ; пер. с фр. В. В. Хвостовой ; под ред. и с предисл. Е. Н. Павловского. — М. : Издательство иностранной литературы, 1953.
4. Хранение зерна и продуктов его переработки : методические рекомендации. — М. : ФГНУ Росинформагротех, 2006. — 100 с.
5. Меры борьбы с потерями зерна при заготовках, послеуборочной обработке и хранении на элеваторах и хлебоприемных предприятиях / В. Б. Фейденгольд [и др.]. — М. : Изд-во Делипринт, 2007. — 302 с. ■