

УДК 632/951

## УНИКАЛЬНАЯ РАЗРАБОТКА ВНИИЗ КОМПОЗИТНОГО ПРЕПАРАТА ДЛЯ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ЗЕРНА ПРОТИВ НАСЕКОМЫХ И КЛЕЩЕЙ

Закладной Г. А., *д-р биол. наук*

*Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН (Москва)*

**Реферат.** Приведены результаты экспериментальных исследований смертности имаго 6 вредных видов жуков на зерне пшеницы, обработанном биинсектицидом в форме концентрата эмульсии с содержанием 400 г/л пиримифос-метила + 10 г/л бифентрина. Период полной защиты зерна от заражения *Laemophloeus ferrugineus* Steph., *Rhizopertha dominica* F., *Sitophilus oryzae* L., *Oryzaephilus surinamensis* L., *Sitophilus granarius* L. и *Tribolium confusum* Duv. составлял в месяцах соответственно: при норме расхода 2 мл/т – 12, 4, 1, 1, 1 и 0; при 3 мл/т – 12, 9, 4, 2, 2 и 1; при 4 мл/т – 12, 9, 8, 7, 2 и 1; при 6 мл/т – 12, 12, 12, 12, 8 и 1; при 8 мл/т – 12, 12, 12, 12, 12 и 3.

**Ключевые слова:** вредители зерна, биинсектицид, пиримифос-метил, бифентрин, жуки, смертность, защита зерна

**Summary.** The results of the experimental investigations of the mortality of the adults of six harmful species of beetles on the wheat grain treated with a biinsecticide in the form of the concentrate of emulsion with the content 400 g/l of pirimiphos-methyl + 10 g/l bifenthrin are described. Period of the overall protection of grain from the infestation with *Laemophloeus ferrugineus* Steph., *Rhizopertha dominica* F., *Sitophilus oryzae* L., *Oryzaephilus surinamensis* L., *Sitophilus granarius* L. and *Tribolium confusum* Duv. comprised respectively (in months): with the dosage of 2 ml/t – 12, 4, 1, 1, 1 and 0; with 3 ml/t – 12, 9, 4, 2, 2 and 1; with 4 ml/t – 12, 9, 8, 7, 2 and 1; with 6 ml/t – 12, 12, 12, 12, 8 and 1; and with 8 ml/t – 12, 12, 12, 12, 12 and 3.

**Key words:** stored grain pests, insects, biinsecticide, pirimiphos-methyl, bifenthrin, beetles, mortality, grain protection

**Введение.** Одним из эффективных способов борьбы с вредителями хранящегося зерна в России является обработка его жидкими инсектицидами контактного действия [1-3]. К сожалению, ассортимент средств, разрешенных для такой обработки, ограничен в России двумя препаратами («Актеллик» и «Камикадзе»), действующим веществом которых служит пиримифос-метил. При этом регламентированная нормативными документами норма расхода пиримифос-метила (8 мг/кг) превышает максимально допустимый уровень его в зерне (7 мг/кг), установленный санитарными нормами. Это иногда препятствует проведению дезинсекции зерна на практике из-за риска задержки реализации зерна из-за сверхнормативного превышения в нем остатков пиримифос-метила.

В связи с этим нами выполнен цикл работ, нацеленных на создание биинсектицидного препарата, нормы расхода которого не превышают допустимые уровни действующих веществ в зерне и/или существенно снижают инсектицидную нагрузку на зерно. В результате исследования избирательной токсичности пиримифос-метила [4] и бифентрина [5] в отношении разных видов вредных насекомых предложен биинсектицид на их основе [6] и оптимизирован его состав [7].

Цель настоящего исследования состояла в уточнении регламентов обработки зерна созданным нами биинсектицидом путем установления реакции основных видов вредных жуков на его остатки при длительном хранении зерна.

**Объекты и методы исследований.** В качестве биотестов использовали имаго шести видов жуков – вредителей зерна (рисовый долгоносик *Sitophilus oryzae* L., амбарный долгоносик *S. granarius* L., зерновой точильщик *Rhizopertha dominica* F., малый мучной хру-

шак *Tribolium confusum* Duv., суринамский мукоед *Oryzaephilus surinamensis* L., короткоусый мукоед *Laemophloeus ferrugineus* Steph.), которые, по данным [8], представляют в России наибольшую угрозу для хранящегося зерна.

Насекомых без разделения на пол и возраст отбирали из многолетних лабораторных культур, выращенных при температуре  $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$  и прежде не имевших контакта с пестицидами.

Испытывали биинсектицид, состав которого был оптимизирован в работе [7], в форме концентрата эмульсии с содержанием 400 г/л пиримифос-метила + 10 г/л бифентрина.

Зерно пшеницы влажностью  $(14,5 \pm 0,5)\%$  в количестве по 10 кг на каждую из 5 испытанных норм расхода биинсектицида (2, 3, 4, 6 и 8 мл/т) разравнивали слоем толщиной около 3 см на полиэтиленовой пленке на полу.

Готовили водные растворы с содержанием 0, 2, 3, 4, 6 и 8 мл биинсектицида в 1 л. Зерно обрабатывали с помощью распылителя из расчета 10 мл раствора на 10 кг зерна, тщательно перемешивали и после двухчасового подсыхания помещали внутрь бязевых мешков. Мешки с зерном укладывали в эксикаторы с пересыщенным раствором хлористого натрия, обеспечивавшего относительную влажность воздуха внутри эксикатора около 75 %, что соответствовало равновесной влажности зерна, близкой к 15 %. Температура хранения зерна колебалась в пределах 22–24 °C.

Ежемесячно в течение 12 месяцев от хранящегося обработанного и контрольного зерна отбирали пробы массой по 100 г в трех повторностях. Их помещали в пластмассовые стаканчики с герметичными крышками, подсаживали по 10 жуков шести видов и хранили в термостатах при температуре  $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Через 7 суток (по [7]) подсчитывали количество живых и мертвых жуков. Результаты выражали в процентах смертности в среднем из трех повторностей.

**Обсуждение результатов.** В табл. 1 приведены результаты оценки смертности жуков через 7 суток после посадки их на зерно пшеницы в разные сроки после обработки его биинсектицидом при различных нормах расхода.

Можно заметить, что биинсектицид в норме расхода 2 мл/т обеспечивает полное уничтожение в зерне жуков *Sitophilus oryzae*, однако последствие его распространяется на период не более 1 месяца. С увеличением нормы расхода до 3, 4, 6 и 8 мл/т длительность защиты зерна от *S. oryzae* неуклонно возрастает и достигает соответственно 4, 8, 12 и 12 месяцев.

В норме расхода 2 мл/т биинсектицид полностью уничтожает жуков *Sitophilus granarius* в зерне с последствием, как и в случае с *S. oryzae*, не более 1 месяца. Повышение нормы расхода до 3, 4, 6 и 8 мл/т удлиняет срок защиты зерна от *S. granarius* соответственно до 2, 2, 8 и 12 месяцев.

Остатки биинсектицида отличаются существенно большей биологической активностью в отношении жуков *Rhizopertha dominica*, нежели против *Sitophilus* spp. В нормах расхода 2, 3, 4, 6 и 8 мл/т биинсектицид обеспечивает защиту зерна от *Rh. dominica* в течение не менее чем 4, 9, 12 и 12 месяцев соответственно. По всей видимости, это можно объяснить большей стабильностью на зерне пиретроида бифентрина [3], который отвечает за поражение *Rh. dominica* в биинсектициде [5,6], по сравнению с фосфорорганическим компонентом пиримифос-метилом, который играет главенствующую роль в биологической активности в отношении жуков других видов [4, 6].

Биинсектицид в норме расхода 2 мл/т приводит к смерти жуков *Tribolium confusum* в зерне сразу после обработки, но не обладает последствием в отношении этого насекомого. С увеличением нормы расхода до 3, 4, 6 и 8 мл/т длительность защиты зерна от *T. confusum* возрастает соответственно до 1, 1, 1 и 3 месяцев. После трех месяцев биологическая активность остатков биинсектицида в отношении жуков *T. confusum* даже при максимальной норме расхода 8 мл/т неуклонно падает. Это также не удивительно, поскольку *T. confusum* отличается наибольшей природной устойчивостью к бифентрину и пиримифос-метилу среди исследованных видов жуков [4, 5].

Таблица 1 – Смертность жуков (%) через 7 суток после подсадки их на зерно пшеницы спустя разные сроки после обработки его биинсектицидом

Норма расхода, мл/т	Срок после обработки (мес.)											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
<i>Sitophilus oryzae</i> L.												
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	100	100	87	70	70	57	15	–	–	–	–	–
3	100	100	100	100	100	83	70	77	77	80	63	33
4	100	100	100	100	100	93	95	100	100	90	90	70
6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Sitophilus granarius</i> L.												
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	100	100	63	27	27	10	15	0	–	–	–	–
3	100	100	100	70	67	17	70	15	–	–	–	–
4	100	100	100	87	73	23	95	15	–	–	–	–
6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	93	93	90
8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Rhizopertha dominica</i> F.												
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	100	100	100	100	100	77	67	65	65	100	50	37
3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	67	57
4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	80	77
6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Tribolium confusum</i> Duv.												
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	100	67	27	3	0	0	0	–	–	–	27	100
3	100	100	50	40	10	3	5	–	–	–	50	100
4	100	100	87	27	10	7	15	–	–	–	77	100
6	100	100	83	55	37	33	23	13	13	–	63	43
8	100	100	100	100	87	56	40	33	20	13	80	73
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> L.												
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	100	100	50	27	27	25	–	100	–	–	–	–
3	100	100	93	93	67	65	63	100	–	73	57	27
4	100	100	100	100	73	55	100	100	–	97	80	67
6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Laemophloeus ferrugineus</i> Steph.												
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Остатки биинсектицида отличаются значительной биологической активностью в отношении жуков *Oryzaephilus surinamensis*. В нормах расхода 2, 3, 4, 6 и 8 мл/т они обеспечивают защиту зерна от заражения *O. surinamensis* в течение не менее чем 1, 3, 7, 12 и 12 месяцев соответственно.

Наконец, полученные нами данные свидетельствуют о крайне высокой природной чувствительности жуков *Laemophloeus ferrugineus* к остаткам биинсектицида. В отличие

от жуков других видов, уже при норме расхода 2 мл/т обработанное зерно остается полностью свободным от *L. ferrugineus* в течение не менее чем 12 месяцев.

Данные, представленные в табл. 1, показывают, что для промышленной обработки зерна против комплекса основных вредных видов насекомых целесообразно рекомендовать биинсектицид в нормах расхода в пределах от 2 до 8 мл/т. При этом норму расхода следует дифференцировать в зависимости от вида вредителя и необходимой продолжительности консервирования хранящегося зерна против насекомых.

**Выводы.** Рекомендуемые режимы обработки приведены в табл. 2, где виды вредителей расположены в порядке увеличения устойчивости жуков к остаткам биинсектицида на зерне в процессе его хранения в течение 12 месяцев.

Таблица 2 – Режимы дезинсекции и консервирования зерна биинсектицидом при оценке эффективности через 7 суток после попадания жуков в зерно

Виды насекомых	Период (число месяцев) полной защиты зерна от заражения насекомыми при нормах расхода биинсектицида в мл/т				
	2	3	4	6	8
<i>Laemophloeus ferrugineus</i> Steph.	12	12	12	12	12
<i>Rhizopertha dominica</i> F.	4	9	9	12	12
<i>Sitophilus oryzae</i> L.	1	4	8	12	12
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> L.	1	2	7	12	12
<i>Sitophilus granarius</i> L.	1	2	2	8	12
<i>Tribolium confusum</i> Duv.	0	1	1	1	3

Пользоваться этими режимами в практике обработки зерна просто. Например, если зерно необходимо хранить в течение 8 месяцев, и оно заселено только рисовым долгоносиком, следует применить норму расхода биинсектицида 4 мл/т, а при месячном сроке хранения достаточно будет 2 мл/т. В случае присутствия в зерне нескольких видов насекомых следует выбирать режим обработки, эффективный для наиболее устойчивого вида.

### Литература

1. Закладной, Г.А. Вредители хлебных запасов. Рекомендации научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки: Приложение к ж. «Защита и карантин растений». – 1999. – № 8. – 16 с.
2. Закладной, Г.А. Вредители хлебных запасов. Изд. второе, дополненное // Приложение к ж. «Защита и карантин растений». – 2006. – № 6. – 24 с.
3. Закладной, Г.А. Биологическая оценка пиримифос-метила как средства дезинсекции зерна / Г.А. Закладной, А.Л. Догадин, А.В. Влащенко // Научно-инновационные аспекты хранения и переработки зерна: монография к 85-летию ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии. – М., 2014. – С. 290-297.
4. Закладной, Г.А. Биологическая оценка бифентрина как средства дезинсекции зерна / Г. А. Закладной, А. Л. Догадин, А. В. Влащенко // Научно-инновационные аспекты хранения и переработки зерна: монография к 85-летию ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии. – М., 2014. – С. 298-303.
5. Закладной, Г.А. Формирование биинсектицида и исследование его как средства дезинсекции зерна / Г.А. Закладной, А. Л. Догадин, А. В. Влащенко // Научно-инновационные аспекты хранения и переработки зерна: монография к 85-летию ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии. – М., 2014. – С. 304-313.
6. Путеводитель по вредителям хлебных запасов и простор как средство борьбы с ними / Г. А. Закладной [и др.]. – М.: МГОУ. – 2003. – 108 с.
7. Закладной, Г.А. Реакция некоторых *Coleoptera* – основных вредителей зерна на совместное действие пиримифос-метила и бифентрина / Г.А. Закладной // Энтомологическое обозрение. – 2014. – Вып. 93, № 3. – С. 527-531.
8. Закладной, Г.А. Современные направления защиты хранящегося зерна от насекомых: дис... докт. биол. наук / Закладной Геннадий Алексеевич. – М, 1985. – 426 с.