

of 09.03.2010.

15. Kabata-Pendias A. Mikroelements in soils and plants / A. Kabata-Pendias, H. Pendias. – M: the World, - 1989. – 439 p.

16. Bowen H.J.M. Environmental Chemistry of the Elements. – London-New York: Academic Press, 1979. – 360 p.

17. Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace Elements in the Biological Environment. – Warsaw: Wyd. Geol., 1979. – 300 p.

18. A directory of the agrochemist / Sost. D.A. Korenkov. – M.: Rosselhozizdat, 1976. – 350 p.

19. Nesvizhskaya N.I. Geochemical principles of allocation of maximum concentration limit of chemical elements in soils / In book: Migration of polluting substances in soils and adjacent / N.I. Nesvizhskaya, J.V. Sajat. – L.: Gidrometeoizdat, 1985. – p. 10.

20. Analytical review of environmental pollution by heavy metals in the background areas of CMEA member countries (1982-1988). -

Moscow: Gidrometeoizdat, 1989. - 87 p.

21. Roeva N.N. Specific of feature of behavior of heavy metals in various environments / N.N. Roeva, F.A. Rovinsky, E.J. Kononov // Analytical chemistry. – 1996. – V. 54, № 4. – p. 384-397.

22. Pisarenko E.N. Fitoekstraktsija of ions Cu^{2+} and Ni^{2+} in conditions chloride salinity soils [Text]: SUMMARY ... cand. biol. sci.: 03.00.16 / E.N. Pisarenko; the Saratov state University of a name of N.G.Chernyshevsky. – Saratov, 2009. – 21 p.

23. Trofimov I.T. Relation of agricultural crops to soil acidity and increase of their efficiency / I.T. Trofimov, L.A. Stupina // the Bulletin of the Altay state agrarian university. – Barnaul, 2006. – № 2. p. 20 – 24.

24. Kolesnikov M.P. Form of silicon in plants / M.P. Kolesnikov // Successes of biological chemistry. - 2001. - T. 41. - P. 301 - 332.

УДК: 633.1:632.6/.7:631.563

ПРИМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕПЕЛЛЕНТОВ ПРИ ХРАНЕНИИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Федотова Зоя Александровна, доктор биологических наук, профессор¹

Журавлёв Александр Павлович, доктор технических наук, профессор¹

Бережная Галина Александровна, доктор биологических наук, профессор²

¹ФГБОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

446442, Самарская обл., Кинельский район, п. Усть-Кинельский, ул. Торговая, 5; Тел.: 8(846 46 5 31)

²ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»

603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 97; Тел.: 8(831 464 48 14)

Ключевые слова: хранение, амбарные вредители, биологический контроль, растительные репелленты, эфирные масла.

Изучена эффективность растительных репеллентов, содержащихся в эфирных маслах и частях растений - мята луговая (*Mentha arvensis*), пряность-гвоздика (*Syzygium aromaticum*), лавр благородный (*Laurus nobilis*), бархатцы прямостоячие (*Tagetes erecta*) и марь белая (*Chenopodium album*) для отпугивания вредителей (*Sitophilus granarius*, *Tribolium destructor*) при хранении зерна пшеницы.

Растительные репелленты применяют в основном для борьбы с садовыми и огородными вредителями. Обычно это эфирные масла, которые в незначительном количестве выделяются из растений и, попадая в

окружающую среду, отпугивают вредителей от культурных растений, находящихся в соседстве с этими растениями-репеллентами.

Цель работы – провести сравнительный анализ эффективности растительных

репеллентов для выявления перспективных растений, отпугивающих насекомых при хранении зерна. В лабораторных условиях были проведены исследования по выявлению эффективности воздействия растительных репеллентов на вредителей запасов в зависимости от дозы внесения в зерно и препаративной формы (фрагменты растения, измельченные части растений, эфирное масло, спиртовой или водный экстракты).

Особое значение в поиске такого растительного сырья должно отводиться поиску растений из местной флоры. Использование растительных пестицидов для защиты зерна от вредителей запасов основано преимущественно на народном опыте. Например, в фермерских хозяйствах Республики Конго крестьяне закладывают в мешки с фасолью целые листья и плоды растений мари амброзиевидной (*Chenopodium ambrosioides*), высушенные в тени под навесом [2].

В связи с усиливающейся пестицидной нагрузкой на окружающую среду в настоящее время в мире широко проводятся исследования по влиянию растительных репеллентов на жизнеспособность и активность как полевых, так и амбарных вредителей.

Репеллентный эффект бархатцев связан с накоплением ксантофиллов. Экстракт из бархатцев мелких также оказался высокоэффективным против *Lipaphis erysimi*, обеспечив сокращение ее популяции на 96,38% в максимальной концентрации 1:2,5 г/мл [3]. Компоненты эфирных масел эвкалипта (цимол, лимонен) обладают инсектицидной активностью по отношению к зерновому точильщику и булавоусому малому хрущачу [5]. В опытах на контактную токсичность экстракт из пажитника душистого (*Trigonella foenum-graecum*) (1,57 мг/см²) вызывал 100%-ную смертность зернового точильщика (*Rhizopertha dominica*) [7].

В лабораторных опытах оценивали репеллентное действие и контактную токсичность экстрактов из аира злаковидного против кукурузного долгоносика (*Sitophilus zeamais*), зернового точильщика (*Rhizopertha dominica*), малого мукоеда (*Cryptolestes pusillus*) и суринамского мукоеда (*Oryzaephilus surinamensis*). Использо-

вали этаноловые, ацетоновые, этилацетатные и бензиновые экстракты из высушенных корневищ аира. В дозе 1,97 мг/см² экстракты оказывали более сильное действие на *R. dominica*, *C. pusillus* и *O. surinamensis*, чем на *S. zeamais* [8]. Смертность кукурузного долгоносика и зернового точильщика на зерне, смешанном с порошком из гвоздичного дерева в концентрации 5%, достигала 90 и 55% соответственно, тогда как на зерне, обработанном ксилопии (*Xylopiya ethiopia*) эфиопской в той же концентрации, она не превышала 50 и 15% [6].

При использовании препаратов из мари амброзиевидной (*Chenopodium ambrosioides*) отмечалась 100%-ная смертность фасольной зерновки. При дозе 0,3-0,4 г/100 г семян фасоли отмирание имаго наблюдалось на десятые сутки. При дозах 0,2-0,5 г самки не откладывали яиц, в 5-7 раз увеличилось количество стерильных по сравнению с контролем. Дуст мари добавляют в семена фасоли, подлежащие хранению, из расчета 1-2 г/кг и перемешивают. Экстракты из порошка в растворителях (хлороформ, спирт, бутанол) более эффективны, чем простой порошок из растений [2].

Мы проводили исследования в лабораторных условиях. Растения-репелленты применялись в различных формах: эфирное масло (гвоздичное и мятное), целые цветки гвоздичного дерева (специя гвоздика), листья (благородный лавр) или верхушечные побеги вместе листьями, цветками и плодами (мята луговая, марь белая, сокирки полевые) и измельченные цветки, листья (гвоздика, мята луговая, лавровый лист, бархатцы прямостоячие). Различные формы растительных репеллентов, применяемых в опытах, помещались в чашки Петри вместе с зерном яровой мягкой пшеницы сорта Кинельская 59 (урожая 2010 г.). Сухие части растений заворачивались в тонкую пористую бумагу и в виде пакетика помещались в чашку Петри, эфирное масло и экстракты наносились равномерно на 3 маленьких кусочка пенопласта, которые помещались в чашку. На подготовленный субстрат (5 г зерна и растение-репеллент) подсаживались 100 экземпляров вредителей. Ответная реакция вредителей на воздействие эфирных масел изучалась по показателям - потеря

Таблица 1

Потери сухого вещества зерна яровой мягкой пшеницы Кинельская 59, обработанного растениями-репеллентами (1,2% концентрации), при питании малого черного хрущака и гибель жуков за 14 дней

Растение и форма применения	Потери сухого вещества, г					Гибель жуков, экз.		
	г, за 14 дней	100 жуков, мг/сут	1 жук, мг/сут			О	Δ К	Δ К, %
			О	Δ К	Δ К, %			
Контроль	0,07	5,00	0,050	0	0	59,7	0	0
Мята - масло	0,04	2,28	0,020	-0,030	-60	92,0	+32,3	+54,1
- экстракт	0,02	1,43	0,014	-0,036	-72	66,7	+7,0	+11,7
- листья сухие	0,02	1,43	0,014	-0,036	-72	66,3	+6,6	+11,1
Гвоздика - масло	0,01	0,71	0,007	-0,043	-86	72,7	+13,0	+21,8
- экстракт	0,02	1,43	0,014	-0,036	-72	66,7	+7,0	+11,7
- цветки сухие целые	0,02	1,43	0,014	-0,036	-72	68,7	+9,0	+15,1
-цветки сухие измельчённые	0	0	0	0	0	70,0	+10,3	+17,3
Лавровый лист - сухие целые листья	0,04	2,28	0,020	-0,030	-60	68,3	+8,6	+14,4
- сухие измельчённые	0,01	0,71	0,007	-0,036	-60	66,3	+6,6	+11,7
Марь белая - сухие листья	0	0	0	0	0	67,3	+7,6	+12,7

Условные обозначения в этой и последующих табл.: О - опыт, К – контроль, Δ К – отклонение от контроля; Δ К, % - отклонение от контроля в %.

сухого вещества зерна, гибель вредителей, а также свободный выбор в соответствии с методиками Г.А. Закладного [1]. Опыты проводили в 3-х кратной повторности при температуре 27°C.

Эффективность воздействия эфирных масел репеллентов учитывалась спустя 14 дней от начала опыта по разнице массы навески, помещённой в чашку Петри первоначально (5 г) и учёту погибших за это время вредителей. Потерю сухого вещества зерна учитывали на 100 жуков малого чёрного хрущака (*Tribolium destructor*) за 14 дней, а затем пересчитывали на одного жука за сутки. В контроле жуки съели 0,07 г зерна за 14 дней, что составило 0,05 мг/сут. Наибольший эффект от воздействия репеллентов (концентрация 1,2%) оценивали по меньшим потерям зерна и большей гибели жуков (табл. 1). Наибольший эффект от присутствия репеллентов в зерне отмечался в образцах, в которых находились сухие измельчённые цветки гвоздики и сухие листья мари белой, так как масса навески не уменьшилась. Минимальными были потери в образцах с измельчённым лавровым ли-

стом – 0,01 г от 100 жуков за 14 дней (0,007 мг/сут на 1 жука), что на 86% меньше, чем в контроле. При внесении в образцы зерна водных экстрактов и сухих целых листьев мяты и гвоздики потери составили 0,002 г за 14 дней, соответственно 0,020 мг/сут на одного жука, что на 72 % меньше, чем в контроле. В образцах с маслом мяты и сухим целым лавровым листом потери были на 60% меньше, чем в контроле.

В этом же опыте проводился учёт гибели жуков малого черного хрущака. Наибольшее количество мёртвых жуков оказалось в чашке с мятным маслом (92 экз.) по сравнению с контролем (59,7 экз.), наименьшее количество в чашке с сухими листьями мяты и лаврового листа (66,3 экз.), экстрактом листьев мяты и гвоздики (66,7 экз.) (табл. 1).

Полной гибели жуков в чашках Петри в присутствии репеллентов не произошло. Наибольшая гибель наблюдалась в образцах с внесением масла мяты (на 54,1% больше, чем в контроле), гвоздичного масла (на 21,8% больше) и сухих измельчённых цветков гвоздики (на 17,3%). В остальных образцах зерна с внесёнными репеллентами ги-

Таблица 2

Потери сухого вещества зерна яровой мягкой пшеницы Кинельская 59, обработанного растениями-репеллентами (концентрация 4,8%), при питании жуков амбарного долгоносика и гибель жуков за 14 дней

Растение и форма применения	Потери сухого вещества, г					Гибель жуков, экз.		
	г, за 14 дней	100 жуков, г/сут	1 жук, мг/сут			О	Δ К	Δ К, %
			О	Δ К	Δ К, %			
- Контроль	0,13	0,0093	0,09	0	0	53,0	0	0
Измельчённые - мята	0,13	0,0093	0,09	0	0	43,6	-9,4	-17,7
- гвоздика	0,07	0,0050	0,05	-0,04	-44,4	59,3	+6,3	+11,9
- лавровый лист	0,09	0,0060	0,06	-0,03	-33,3	60,3	+7,3	+13,8
- бархатцы	0,11	0,0079	0,08	-0,01	-11,1	57,0	+4,0	+7,5
-сокирки полевые	0,13	0,0093	0,09	0	0	50,6	-2,4	-4,5

Таблица 3

Гибель жуков малого чёрного хрущака при питании на зерне яровой мягкой пшеницы Кинельская 59 с включением различного количества измельченного лаврового листа

Количество лаврового листа на 5 г зерна	Потери сухого вещества, г					Гибель жуков, экз.		
	г, за 14 дней	100 жуков, мг/сут	1 жук, мг/сут			О	Δ К	Δ К, %
			О	Δ К	Δ К, %			
Контроль (без лаврового листа)	0,07	5,4	0,050	0	0	41,7	0	0
- 0,4 г	0,02	1,4	0,014	-0,036	-72,0	42,7	+1,0	+2,4
- 0,6 г	0,02	1,4	0,014	-0,036	-72,0	71,7	+30,0	+71,9
- 0,8 г	0,01	0,07	0,007	-0,043	-86,0	73,3	+31,6	+75,8

бель жуков была на 11,1-15,1% больше, чем в контроле).

В аналогичном опыте с различными формами внесения мяты и гвоздики (масло, водный экстракт, сухие целые или измельчённые листья и цветки) изучались потери сухого вещества и гибель личинок малого чёрного хрущака. Наименьшие потери сухого вещества при питании личинок отмечались в образцах с внесением сухих целых цветков гвоздики – 0,01 мг от 100 жуков за 14 дней, что на 75% меньше, чем в контроле (0,04 г). Наименьшими оказались потери в образцах с внесением гвоздичного масла (0,03 г), на 25% меньше, чем в контроле. Наибольшая гибель личинок произошла в присутствии водного экстракта сухих целых цветков гвоздики – на 73,6% больше, чем в контроле. Следовательно, на жуков и личинок малого чёрного хрущака наибольший эффект оказывают эфирные масла из сухих

листьев мари белой, а также масло, экстракт и сухие цветки гвоздики, но наибольшая гибель жуков произошла в присутствии масла мяты.

Эффективность влияния на жуков и личинки малого чёрного хрущака эфирных масел по показателям – потери массы сухого вещества и гибель жуков – нужно оценивать в комплексе, так как гибель жуков в отдельных вариантах опыта приводит также к меньшим потерям зерна в этом образце. В данном опыте гвоздичное масло и измельчённые цветки гвоздики оказались наиболее эффективными по обоим показателям.

Эффективность воздействия растительных репеллентов, представленных в измельчённом виде (в концентрации 4,8%), изучалась также на примере жуков амбарного долгоносика, который имеет скрытую форму заражённости, отличается большой прожорливостью и устойчивостью к небла-

Таблица 4

Свободный выбор пищи при питании жуков малого чёрного хрущака на зерне яровой мягкой пшеницы Кинельская 59 с включением различных растительных репеллентов (концентрация 0,2%)

Растение и форма применения	Всего в мешках (экз.)	Живые жуки (среднее по повторностям, экз.)			Мёртвые жуки (среднее по повторностям, экз.)		
		О	Δ К	Δ К, %	О	Δ К	Δ К, %
Контроль	560	170,0	0	0	16,7	0	0
Мята масло	92	6,3	-163,3	-96,2	21,0	+4,9	+29,3
Мята измельчённая	239	61,7	-108,3	-63,7	18,0	+1,3	+7,8
Гвоздика масло	89	14,3	-155,7	-91,6	15,3	-1,4	-8,4
Гвоздика измельчённая	196	52,7	-117,3	-69,0	12,7	-4,0	-24,0
Лавровый лист измельченный	383	89,3	-80,7	-47,5	38,3	+21,6	+12,9
Жуки вне мешков	312	217	+47,0	+27,6	95	+78,3	+468,9

гоприятным факторам среды (табл. 2).

Наибольшие потери зерна произошли в варианте опыта с включением в зерно измельчённой гвоздики, которые составили 0,07 г на 100 жуков, т. е. на 44,4% меньше по сравнению с контролем (0,13 г). В образце с измельчённым лавровым листом амбарными долгоносиками было съедено 0,09 г зерна, что на 33,3% меньше по сравнению с контролем. Было установлено также влияние эфирных масел бархатцев, так как поедаемость зерна жуками снизилась на 11,1% по сравнению с контролем. Комплексный эффект воздействия репеллентов на амбарного долгоносика по обоим показателям проявился в вариантах с измельчёнными цветками гвоздики и листьями лаврового листа.

Для установления оптимальной дозы внесения репеллента в образец с зерном в чашки Петри был помещён измельчённый лавровый лист в количестве 0,4, 0,6 и 0,8 г (т.е. 8, 12 и 16% к навеске) (табл. 3).

Наименьшие потери зерна (0,01 г) отмечались в образце с включением 0,8 г измельчённого лаврового листа на 5 г зерна пшеницы, т. е. на 86% меньше, чем в контроле. При этом гибель жуков составила 75,8% по сравнению с контролем. Также смертность жуков была велика и при дозе репеллента 0,6 г (на 71,9% больше, чем в контроле, что значительно меньше, чем мы могли бы ожидать, учитывая значительное увеличение дозы. Доза была увеличена с

0,6 до 0,8 г, т.е. на 33% , а гибель жуков увеличилась лишь на 3,9%). Вероятно, полной гибели жуков в чашках Петри не произошло бы и при более высоких дозах репеллента, что свидетельствует об относительной безопасности их применения.

Во всех предыдущих опытах жуки не могли покинуть чашки. Поэтому для определения эффекта отпугивания жуков от зерна, в котором находятся растительные репелленты, был поставлен опыт по свободному выбору пищи, когда растения и носители с репеллентами (концентрация 0,2%) были помещены в дырчатые мешочки вместе со 100 г зерна. Всего было испытано влияние 5 видов репеллентов, содержащихся в масле и измельчённых листьях мяты; масле и измельчённых цветках гвоздики и измельчённом лавровом листе. Опыт проводился в 3-х кратной повторности, общее количество жуков дано в целом по опыту (табл. 4).

Все 18 мешков, в том числе 3 без репеллентов (контроль), были помещены в таз. Затем в таз, свободно на мешки были выпущены 1800 жуков малого чёрного хрущака, из расчёта по 100 экз. жуков на один мешок. Спустя 7 дней был проведён учёт жуков в каждом мешке. Жуки могли свободно ползать в тазу, плотно затянутом сверху тканью. Они могли свободно искать пищу в предложенных мешках. Очевидно, в связи с тем, что таз наполнился различными ароматами, 217 экз. (12,1%) жуков не смогли сделать свой выбор, находясь вне мешков,

и 95 (5,3%) жуков погибли вне мешков. Наибольший отпугивающий эффект наблюдался в образцах зерна с внесением масла мяты, которое было нанесено на кусочки пенопласта. В них было найдено в среднем 6,7 жуков, что на 96,2% меньше, чем в контроле. В мешках с внесением гвоздичного масла – 14,3 экз. (на 91,6% меньше, чем в контроле). Наибольшая гибель жуков была отмечена также в мешках с внесением масла мяты. В мешках, где находился измельчённый лавровый лист, было найдено больше всего живых жуков – 89,3 экз. (на 47% меньше, чем в контроле). В мешках с измельчёнными сухими листьями мяты – 61,7 экз. живых жуков, т.е. на 63,7% меньше чем в контроле).

В целом, при свободном выборе пищи, жуки малого чёрного хруща больше всего избегали мешков, в которые были внесены кусочки пенопласта с маслом мяты или гвоздики. Гибель жуков в данном опыте была значительно меньше, чем в закрытых чашках Петри, как в предыдущих опытах, но отпугивающий эффект репеллентов был очевиден, несмотря на более низкую дозу репеллентов (0,2%), чем в чашках Петри (1,2%). Для достижения отпугивающего эффекта можно вносить в зерно минимальное количество растительных репеллентов – 2,0-3.3 г/кг зерна.

Для отпугивания вредителей хлебных запасов в складских условиях рекомендуем использовать виды растений, произрастающих в местных условиях (марь белая, мята полевая, сокирки полевые, бархатцы прямостоячие). Траву мари белой и мяты полевой можно раскладывать между мешками и вокруг насыпи, водными или спиртовыми экстрактами пропитывать мешки. Для отпугивания вредителей запасов в домашних условиях рекомендуем использовать целые листья лаврового листа, измельчённые и целые цветки гвоздики, листья мяты.

Библиографический список

1. Закладной, Г. А. Современные направления защиты хранящегося зерна от насекомых: Автореф. дисс. д-ра биол. наук. – М., 1985. – 426 с.
2. Сай Мпу Фрегат. Биологическое обоснование для усовершенствования мероприятий по защите семян фасоли при хранении от фасолевой зерновки / Автореф. канд. дисс. / Мпу Фрегат Сай. – М.: МСХА, 1992. 24 с.
3. Ali, A. Bio-efficacy of some plant leaf extracts against mustard aphid, *Lipaphis erysimi* Kalt. on Indian mustard, *Brassica juncea* / A.Ali, P.Q.Rizvi; F.R. Khan // J. of plant protection research. - Inst. of plant protection, Polish acad. of science. - Poznan-Warsaw. – 2010. - Vol. 50. - N 2. - P. 130-132.
4. Huang, Yan-Zhang. Contact and repellency activities of ethanol extracts from twenty medicinal plants against *Rhizopertha dominica* (Fab.) (Coleoptera: Bostrichidae) / Huang Yan-Zhang, Yang Chang-Ju, Xue Dong, Akinkurolere R. O., Yao Ying-Juan // Acta entomol. sinica. 2007. - Vol. 50. - N 2. - P. 118-124.
5. Ibrahim, M.A. Insecticidal, repellent, antimicrobial activity and phytotoxicity of essential oils: with special reference to limonene and its suitability for control of insect pests / M.A. Ibrahim, P. Kainulainen; A. Aflatuni; K. Tiliikkala; J.K. Holopainen // Agr. Food Sc. in Finland 2001. - Vol. 10. - N 3. - P. 243-259.
6. Kehinde, K. Comparative Biological Activity of *Syzygium aromaticum* (L.) and *Xylopiia ethiopica* on *Rhizopetha dominica* F. (Coleoptera: Bostrychidae) and *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera: Cuculionidae) in Maize Grains / K. Kehinde, O. Angela // Journal of Asia-Pacific Entomology. – 2004. - Vol. 7. - N 3. - P. 339-342.
7. Tang, Guo-Wen. Extract from *Trigonella foenum-graecum* L. by the optimized SFE-CO₂ extraction method and its contact toxicity to *Rhyzopertha dominica* Fabricius [текст] / Guo-Wen Tang, Chang-Ju Yang.; Dong Xue, Ling-De Xie, Hui-Ling Chen // Acta entomol. sinica.- 2007. - Vol. 50. - N 4. - P. 355-360.
8. Yao, Ying-Juan. Bioactivities of extracts from *Acorus gramineus* on four stored grain pests // Ying-Juan Yao, Chang-Ju; Xue Dong Yang, Yan-Zhang Huang // Acta entomol. sinica.- 2007. - Vol. 50. -N 3. - P. 309-312.