

КОНТРОЛЬ ЧИСЛЕННОСТИ ХЛОПКОВОЙ СОВКИ НА ПОДСОЛНЕЧНИКЕ С ПОМОЩЬЮ ФЕРОМОНОВ

Исмаилов Владимир Яковлевич, кандидат биологических наук

Команцев Александр Александрович, младший научный сотрудник

Богатырёв Олег Дмитриевич, научный сотрудник

350039, г. Краснодар, п/о 39 ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений», тел: 8(861)-228-17-76, e-mail: vniibzr@mail.ru

Ключевые слова: биологическая защита растений, подсолнечник, хлопковая совка, синтетические половые феромоны, элиминация, дезориентация, биологическая эффективность.

Одним из перспективных направлений регуляции численности насекомых является применение синтетических половых феромонов, позволяющих контролировать распространение целевого вида на защищаемой культуре, не затрагивая при этом целостность агроценоза. Целью настоящего исследования являлась оценка возможности использования методов элиминации (массового отлова) и дезориентации хлопковой совки для ограничения ее численности на подсолнечнике. Эксперименты проводились в 2020-2021 г.г. в Центральной зоне Краснодарского края в стационарном научном севообороте ФГБНУ ФНЦБЗР, г. Краснодар (площадь 2,5 га) и в КХ «Кононенко» ст.Нововеличковская, Динского района Краснодарского края (площадь 10 га). О биологической эффективности методов элиминации и дезориентации судили по степени поврежденности растений и корзинок. Эффект дезориентации рассчитывали по количеству самцов, отловленных на участках дезориентации в сравнении с контрольными участками. Снижение поисковой активности самцов хлопковой совки (эффект дезориентации) достигало 85,3 % Поврежденность корзинок вредителем в этом варианте составляла 2,0 % в сравнении с 10,8 % в контроле, в варианте элиминации – 1,5-3,0 % и 7,5 % соответственно, что свидетельствует о перспективности включения этих приемов в систему биорационального контроля *H. armigera*.

Исследования выполнены согласно Государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме № FGRN-2022-0002

Введение

Подсолнечник — важнейшая масличная культура мирового и отечественного земледелия. В Российской Федерации на его долю приходится более 75% площадей посева всех масличных культур и до 90% - производимого растительного масла [1].

Основными вредителями подсолнечника являются представители отряда *Lepidoptera* — преимущественно это виды семейств *Pyrallidae* и *Noctuidae*. Чешуекрылые повреждают растения практически на всех стадиях развития - от всходов до созревания корзинок, что без эффективных защитных мероприятий может приводить к снижению урожайности до 40 % [2, 3, 4]. При выборе средств защиты подсолнечника большинство сельхозпроизводителей продолжает применять традиционные химические пестициды, что помимо негативного воздействия на полезные виды и окружающую среду приводит к формированию резистентных популяций вредителей. Отсюда возникает необходимость использования альтернативных — биобезопасных средств защиты растений, при применении

которых таких явлений не наблюдается.

Как перспективное направление регуляции численности вредных видов чешуекрылых рассматривается применение биологически активных веществ биогенного происхождения, в первую очередь синтетических половых феромонов [5], которые, начиная с 50-х годов прошлого века, когда впервые была идентифицирована структура феромона тутового шелкопряда *Bombyx mori Linnaeus*, 1758 и получен его синтетический аналог — бомбикол, повсеместно используются для мониторинга фитофагов [5]. Помимо мониторинга феромонные материалы все большее применение находят для непосредственного регулирования численности вредителей методами элиминации, дезориентации, автостерилизации [5,6].

Метод массового отлова (элиминация) чешуекрылых вредителей осуществляется с помощью ловушек различного типа — феромонных, цветковых, световых, светодиодных и т.д. [7,8,9]. Однако, как это показывает ряд исследований, проведенных в разных странах, именно феромонные ловушки обладают избирательностью

и обеспечивают отлов только целевого вида [10,11].

Метод дезориентации как самостоятельно разрабатываемый прием защиты растений основан на нарушении ольфакторной связи между полами [12,13]. Эффект дезориентации самцов достигается высокой концентрацией феромона в приземном слое воздуха защищаемой культуры, тысячекратно превышающей количество сигнальных веществ, продуцируемых самками насекомых. Высокая фоновая концентрация феромона приводит к тому, что самец не способен обнаружить небольшое количество вещества, выделяемого самкой. Предполагается, что постоянное возбуждающее действие феромона ускоряет отмирание самцов, а также ведет к прекращению продуцирования сигнальных веществ самками. Все это с учетом фактора преадаптации хеморецепторов и ЦНС приводит к нарушению репродуктивных функций в популяциях насекомых и делает метод дезориентации перспективным [12,13,14]. Только в последние годы метод дезориентации успешно применялся в США, Японии, Австралии, России, государствах Евросоюза против яблонной плодовой гнили на площади более 200 тыс. га, против восточной плодовой гнили – более 50 тыс. га, против гроздевой листовертки – более 60 тыс. га, двулетней листовертки – более 45 тыс. га [14]. Эксперименты по дезориентации хлопковой совки до настоящего времени проводились на ограниченных площадях и не всегда успешно [12,13], что определило необходимость исследований в этом направлении.

Цель исследования - оценка методов применения феромонных материалов для регулирования численности чешуекрылых вредителей на подсолнечнике.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в Центральной зоне Краснодарского края на посевах подсолнечника площадью 2,5 га ФГБНУ ФНЦБЗР г. Краснодар) и в КХ «Кононенко» ст.Нововеличковская, Динского района Краснодарского края на площади 10 га в 2020-2021 гг. Для Центральной зоны характерны: среднегодовая температура 10,4–10,6° С, безморозный период 194–195 дней, годовая сумма осадков 570–583 мм, коэффициент увлажнения 0,3–0,4.

Синтез феромона хлопковой совки, состоящего из смеси цис-11-гексадеценаля и цис-9-гексадеценаля в соотношении 10:1, осуществляли в лаборатории химической коммуникации и массового разведения насекомых ФГБНУ

ФНЦБЗР. Препаративные формы феромона были изготовлены на специально сконструированном в ФГБНУ ФНЦБЗР технологическом оборудовании, позволяющем наносить действующее вещество на внутреннюю сторону медицинской резиновой трубки. Клеевые ловушки для мониторинга, а также массового отлова и дезориентации хлопковой совки (тип «Аттракон») также были изготовлены на технологическом оборудовании ФГБНУ ФНЦБЗР. Наблюдения осуществляли на среднеспелом сорте подсолнечника Умник (селекция ФГБНУ ФНЦВНИИМК) в ФГБНУ ФНЦБЗР и сорте Мастер (селекция ФГБНУ ФНЦВНИИМК) в КХ «Кононенко».

Для определения динамики лета и численности вредителей феромонные ловушки располагали на опытных участках из расчета одна ловушка на 1-3 га. Учеты привлеченных самцов хлопковой совки проводили один раз в неделю. В экспериментах по массовому отлову насекомых (элиминация) ловушки размещали в количестве 5-10 ловушек на 1 га. Опыты проводили на участке в КХ «Кононенко», а контролем служил участок без феромонных ловушек. Изоляция между вариантами опыта составляла 200 м.

Эксперименты по дезориентации проводили на посевах подсолнечника в стационарном 8-польном научном севообороте ФГБНУ ФНЦБЗР. Для проведения дезориентации специальные резиновые кольца с исходной нормой расхода феромона 5 мг на 1 кольцо в количестве 400 шт. на 1 га развешивали на высоте 0,8-1 м от поверхности почвы, равномерно распределяя их на всей площади опытного участка. Для учета эффекта дезориентации на опытном и контрольном полигонах устанавливали по 5 феромонных ловушек, на которых регулярно (с интервалом 4-5 сут.) проводили учет привлеченных самцов. Изоляция между участками также составляла 200 м.

Эффект дезориентации рассчитывали по количеству самцов, отловленных на опытном участке в сравнении с контрольным.

О биологической эффективности методов элиминации и дезориентации судили по степени поврежденности растений и корзинок подсолнечника.

Полученные результаты обрабатывали по общепринятым методикам статистического анализа и с применением программы Statistica v.12.6 («StatSoft, Inc.», США). В таблицах представлены средние (M) и стандартные ошибки среднего (\pm SEM).

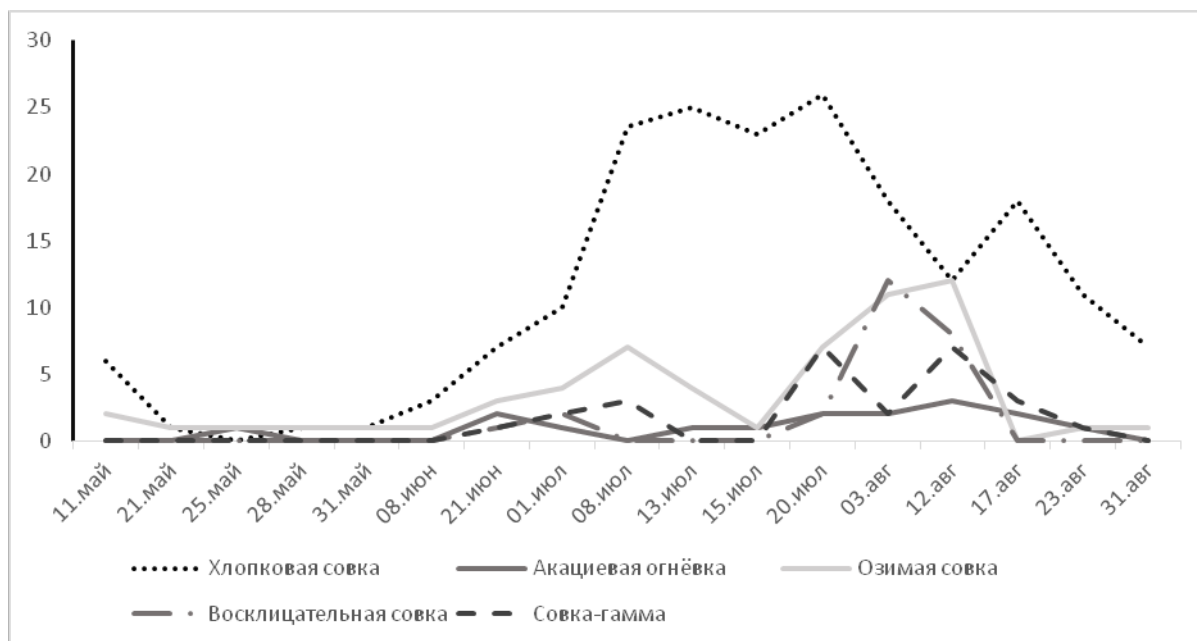


Рис. 1 – Динамика лета чешуекрылых вредителей на подсолнечнике КХ «Кононенко» ст.Нововеличковская, Динского района Краснодарского края, 2021-2022 г.г.

Таблица 1

Результаты испытаний метода массового отлова самцов *H. armigera* на посевах подсолнечника (Краснодарский край, ст.Нововеличковская, 2020-2021 гг.)

Дата учета	Привлечено самцов, экз./ловушку		
	10 ловушек/га	5 ловушек/га	Контроль (1 ловушка/га)
12.07	13,8±2,3	10,5±2,5	13,0±4,0
19.07	12,6±1,8	12,8±3,7	14,0±2,9
26.07	14,4±3,1	13,2±1,6	14,0±4,9
04.08	10,2±2,7	11,6±3,2	12,0±2,7
12.08	8,3±1,7	8,5±2,1	7,0±2,0
20.08	5,6±1,5	5,4±1,7	5,0±1,7
27.08	3,2±1,2	2,9±1,0	3,0±1,3
Всего на одну ловушку, экз.	68,1±7,2	64,9±6,3	68,0±5,6
Всего, экз.	681,0 ± 12,4	324,5±10,4	68,0±5,6
Поврежденность корзинок, %	1,5	3,0	7,5

Результаты исследований

Как показали результаты проведенных наблюдений, энтомофауна чешуекрылых на подсолнечнике была представлена видами семейств *Noctuidae* и *Pyalidae*. Из сем. *Noctuidae* были отмечены – хлопковая совка *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805), озимая совка *Agrotis segetum* (Denis & Schiffermüller, 1775), восклицательная совка *Agrotis exclamatoris* Linnaeus, 1758, совка-гамма *Autographa gamma* (Linnaeus, 1758), из сем. *Pyalidae* была отмечена акациевая огневка *Etiella zinckenella* Treitschke, 1832. В течение двух лет исследований установлено, что доминирующим видом является хлопковая совка *H. armigera*, количество ее самцов, отловленных в одну ловушку в среднем за сезон составляло 12 экз. за одну неделю, тогда как коли-

чество самцов других видов было значительно ниже – в среднем за сезон не более 2,5 – 5,0 экз. на ловушку за одну неделю (рис.1). В этой связи испытания методов массового отлова и дезориентации самцов с помощью феромонов были проведены нами против хлопковой совки. К тому же необходимо отметить, что в последние 4 года (2018 - 2021 гг.) в Краснодарском крае наблюдается значительное повышение численности и вредоносности *H. armigera* [16].

Как следует из данных, приведенных на рисунке 1, в условиях Центральной зоны Краснодарского края хлопковая совка развивается в трех генерациях. В анализируемый период численность первой летней генерации *H. armigera* была значительно выше ЭПВ (8 экз./ловушку в неделю) и составляла в июле 24,5 экз./ловушку в

Таблица 2

Эффективность метода дезориентации самцов *H. armigera* на посевах подсолнечника (Краснодар, ФГБНУ ФНЦБЗР 2020-2021 гг.).

Дата учета	Привлечено самцов, экз./ловушку	
	Участок дезориентации	Контроль
01.07	3,8±1,3	10,0±3,2
08.07	3,6±1,0	23,6±5,3
13.07	3,5±1,9	25,0±4,8
15.07	3,2±2,6	23,0±3,9
20.07	4,3±1,8	26,0±4,5
03.08	3,6±2,1	18,0±3,1
12.08	3,0±1,9	12,0±2,6
17.08	2,0±1,5	18,0±3,7
23.08	2,0±3,1	11,0±2,5
31.08	1,0±1,3	7,0±2,8
Всего, экз.	30,0 ±4,7	203,6 ±10,3
Эффект дезориентации, %	85,3	-
Поврежденность корзинок, %	2,0	10,8

Заключение

В результате изучения возможности использования синтетических половых феромонов для регулирования численности хлопковой совки на подсолнечнике установлена возможность применения методов элиминации и дезориентации самцов в комплексе с другими биологическими и биорациональными средствами защиты растений. Эффективность дезориентации составляла при этом 85,3%. Поврежденность корзинок подсолнечника вредителем достигала при использовании метода дезориентации 2,0 % по сравнению с 10,8 % в контроле, при применении элиминации поврежденность корзинок достигала 1,5-3,0 % по сравнению с 7,5 % в контроле, что свидетельствует о перспективности включения методов применения феромонов в систему биологической защиты подсолнечника от *H. armigera*.

Необходимо отметить, что полученные результаты могут быть полезными в дальнейших исследованиях внутривидовой и межвидовой химической коммуникации насекомых для создания технологий биологического контроля.

Библиографический список

1. Shulgin, A. S. New approaches to the technology of cultivation and mineral nutrition AGROXI – 2014. - URL: <https://www.agroxxi.ru/stati/podsolnechnik.ht.ml>
2. Delovaja gazeta. Jug#Agriculture#Southern

неделю. Лет хлопковой совки начинался в 2020-2021 гг. во второй декаде мая и продолжался практически до сентября (рис.1). При изучении циркадного ритма половой активности вредителя установлено, что максимальный лет самцов в феромонные ловушки отмечен в период с 19 -20 до 4-5 часов утра, что вполне согласовывалось с имеющимися литературными данными [7].

Массовый отлов самцов *H. armigera* проводили в период лета наиболее многочисленной первой летней генерации вредителя. Установлено, что наибольшая эффективность метода элиминации была достигнута при установке 10 ловушек на один га, поврежденность корзинок в данном варианте достигала 1,5 %, тогда как при использовании 5 ловушек на га поврежденность корзинок составляла 3,0 %, а в контроле – 7,5 %.

Как отмечалось выше, одним из методов нарушения феромонной коммуникации, используемой против многих видов насекомых, является дезориентация. Механизм дезориентации приводит к адаптации хеморецепторов самцов, в результате чего нарушаются поиск самок и спаривание особей внутри популяции.

Результаты полевых опытов по разрыву феромонной связи для *H. armigera* показывают, что насыщение приземного слоя воздуха парами синтетического феромона эффективно подавляло этологические реакции самцов при поиске источника полового феромона. Считается, что эффект дезориентации зависит от скорости эмиссии синтетического феромона, при этом большую роль играют материалы, взятые в качестве диспенсеров [17], поэтому для них ранее была подобрана специальная резина, обеспечивающая пролонгированную эмиссию феромона в течение 2-х месяцев после размещения диспенсеров (таблица 2).

Как следует из данных, приведенных в таблице 2, в экспериментах был достигнут достаточно высокий эффект дезориентации хлопковой совки, который при норме расхода 2 г/га (400 феромонных диспенсеров/га) составил 85,3 %. Поврежденность корзинок составила при этом в опыте 2,0 %, в контроле 7,8 %.

Таким образом, полученные результаты демонстрируют достаточную эффективность методов защиты подсолнечника от хлопковой совки, основанных на нарушении половой химической коммуникации насекомых, и могут быть испытаны в системах биологического контроля вредителя в технологиях органического земледелия

Federal District.21.04. 2021. -URL: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/249479010> (date of treatment 01/14/2022). (in Russian).

3. Farm testing of non-insecticidal control of sunflower, soybean and stevia pests in Krasnodar Territory / V. V. Kostjukov, I. V. Nakonechnaya, O. V. Kosheleva, T. M. Apolonina, V. M. Ivchenko, N. A. Shcherbakov, A. A. Komantsev // Entomological Review. - 2015. - Vol. 95, iss. 4. - P. 441-446.

4. The Pathogens and *Lepidopteran* Pests on Sunflower and Soybeans in the Transylvanian Plain / A. Loredana, L. Suci, F. Soptorean, A. Mureşanu, A. M. Păcurar // Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Agriculture. - 2014. - Vol. 71, № 2. - P. 210-215. - DOI: 10.15835/buasvmcn-agr:10889.

5. Witzgall, P. Sex pheromones and their impact on pest management / P. Witzgall, Ph. Kirsch, A. Cork // Journal of Chemical Ecology. - 2010. - Vol. 36, iss. 1. - P. 80-100. - DOI:10.1007/s10886-009-9737-y.

6. Complex Blends of Synthetic Pheromones are Effective Multi-Species Attractants for Longhorned Beetles (Coleoptera: Cerambycidae) / M. E. Rice, Y. Zou, J. G. Millar, L. M. Hanks // Journal of Economic Entomology. - 2020. - № 113 (5). - P. 2269–2275. - DOI: 10.1093/jee/toaa157.

7. Baker, G. H. A tale of two trapping methods: *Helicoverpa* spp. (*Lepidoptera*, *Noctuidae*) in pheromone and light traps in Australian cotton production systems / G. H. Baker, C. R. Tann, G. P. Fitt // Bulletin of Entomological Research. - 2011. - Vol. 101, № 1. - P. 9-23. - DOI: 10.1017/S0007485310000106.

8. Khalique, A. Forecasting adult populations of *Helicoverpa armigera* on chickpea using pheromone trap / A. Khalique, F. Khalique // Pakistan Journal of Biological Sciences. - 2002. - Vol. 5, № 6. - P. 830-834. - DOI: 10.3923/pjbs.2002.830.834

9. Efficient Mass-Trapping Method As an Alternative Tactic for Suppressing Populations of Leopard Moth (*Lepidoptera*: *Cossidae*) / E. Hegazi, W. E. Khafagi, M. Konstantopoulou, D. Raptopoulos, H. Tawfik, S. Showeil, G. M. Abd El-Aziz, S. M. Abd El-Rahman, A. Atwa, E. Agamy // Annals of the Entomological Society of America. - 2009. - Vol. 102, № 5. - P. 809-818. - DOI: 10.1603/008.102.0507.

10. Influence of abiotic factors on mass capturing of lepidopterous moths by sex pheromone traps / S. Ahmad, A. Raza, M. Akram, M. Aslam, W.

Nazir, A. L. K. Tipu, M. Shahid, A. Karim, M. Rafiq, M. Shakeel, M. R. Shahid // Pure and Applied Biology. - 2020. - Vol. 9, № 4. - P. 2609-2616. - DOI: 10.19045/bspab.2020.90277.

11. Captures and Host Strains of Fall Armyworm (*Lepidoptera*: *Noctuidae*) Males in Traps Baited with Different Commercial Pheromone Blends / R. L. Meagher, R. N. Nagoshi, J. S. Armstrong, J. Niogret, N. D. Epsky, K. L. Flanders // Florida Entomologist. - 2013. - Vol. 96, № 3. - P. 729-740. -DOI:10.1653/024.096.0305

12. A novel bio-engineering approach to generate an eminent surface-functionalized template for selective detection of female sex pheromone of *Helicoverpa armigera* / P. Moitra, D. Bhagat, R. Pratap, S. Bhattacharya // Scientific Reports. - 2016. - № 6. - P. 37355. - DOI: 10.1038/srep37355/.

13. Suprakash, P. Monitoring of *Helicoverpa armigera* using pheromone traps and relationship of moth activity with larval infestation on Carnation (*Dianthus caryophyllus*) in Darjeeling Hills / P. Suprakash, Ch. HIRAK, S. K. Senapati // Journal of Entomological Research. - 2014. - Vol. 8, № 1. - P. 23-26.

14. Dolzhenko, T. V. Methods for assessing the biological effectiveness of the use of synthetic sex pheromones of phytophages / T. V. Dolzhenko, L. A. Burkova, O. V. Dolzhenko // Horticulture and viticulture. - 2018. - № 4. - P. 52-56. - DOI: 10.31676/0235-2591-2018-4-52-56. (in Russian).

15. Insect pheromone test methods in agriculture / A. P. Sazonov, M. O. Petrova, I. V. Shamshev, O. G. Selitskaya, E. A. Stepanycheva ; editor I. Ya. Grichanov. - St. Petersburg : VIZR, 2017. - 73 p. («Plant Protection News, Supplements», N22). (in Russian).

16. Development of the methods of biological control of *Helicoverpa armigera* Hubner on corn for eco-safe farming / I. S. Agasyeva, V. Ya. Ismailov, M. V. Nefedova, E. V. Fedorenko, A. S. Nastasiy // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. - 2021. - Vol. 26, № 2. - P. 8-17. - DOI: 10.33952/2542-0720-2020-3-23-8-17.

17. Su, J. W. Female moths of cotton bollworm (*Lepidoptera*: *Noctuidae*) captured by waterbasin traps baited with synthetic female sex pheromone / J. W. Su, H. T. Wang, F. Ge // Insect Science. - 2006. - Vol. 13, iss. 4. - P. 293-299. - DOI: 10.1111/j.1744-7917.2006.00097.x.

CONTROL OF COTTON MOTH NUMBER ON SUNFLOWER WITH APPLICATION OF PHEROMONES

Ismailov V. Ya., Komantsev A. A., Bogatyrev O. D.
350039, Krasnodar, p/o 39 FSBSI Federal Scientific Center of Biological Plant
Protection, tel: 8(861)-228-17-76, e-mail: vniibr@mail.ru

Keywords: biological protection of plants, sunflower, cotton moth, synthetic sex pheromones, elimination, disorientation, biological efficiency.

One of the promising directions for regulation of the number of insects is the usage of synthetic sex pheromones, which allow to control the spread of the target species on the crop without affecting the integrity of the agrocenosis. The purpose of this study was to assess the possibility of using the methods of elimination (mass trapping) and disorientation of the cotton moth in order to limit its numbers on sunflower. The experiments were carried out in 2020-2021 in the Central zone of the Krasnodar Territory in the stationary scientific crop rotation of FSBSI Federal Scientific Center of Biological Plant Protection, Krasnodar (area 2.5 ha) and on Kononenko farm, Novovelichkovskaya v., Dinskoy district of the Krasnodar Territory (area 10 ha). The biological effectiveness of the methods of elimination and disorientation was judged by the degree of damage to plants and calathidium. The effect of disorientation was calculated by the number of males caught in disorientation areas in comparison with the control areas. The decrease of the search activity of male cotton moths (the disorientation effect) reached 85.3%. Damage to calathidium by the pest was 2.0% in this variant compared to 10.8% in the control, as far as elimination variant is concerned, it was 1.5-3.0% and 7.5%, respectively, which shows the prospects of including these methods in the system of biorational control of *H. armigera*.

Bibliography:

1. Shulgin, A. S. New approaches to the technology of cultivation and mineral nutrition AGROXI – 2014. - URL: <https://www.agroxxi.ru/stati/podsolnechnik.ht.ml>
2. Delovaja gazeta. Jug#Agriculture#Southern Federal District.21.04. 2021. -URL: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/249479010> (date of treatment 01/14/2022). (in Russian).
3. Farm testing of non-insecticidal control of sunflower, soybean and stevia pests in Krasnodar Territory / V. V. Kostjukov, I. V. Nakonechnaya, O. V. Kosheleva, T. M. Apolonina, V. M. Ivchenko, N. A. Shcherbakov, A. A. Komantsev // Entomological Review. - 2015. - Vol. 95, iss. 4. - P. 441-446.
4. The Pathogens and Lepidopteran Pests on Sunflower and Soybeans in the Transylvanian Plain / A. Loredana, L. Suci, F. Sopterean, A. Muresanu, A. M. Pacurar // Vestnik of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Agriculture. - 2014. - Vol. 71, №2. - P. 210-215. - DOI: 10.15835/buasvmcn-agr:10889.
5. Witzgall, P. Sex pheromones and their impact on pest management / P. Witzgall, Ph. Kirsch, A. Cork // Journal of Chemical Ecology. - 2010. - Vol. 36, iss. 1. - P. 80-100. - DOI:10.1007/s10886-009-9737-y.
6. Complex Blends of Synthetic Pheromones are Effective Multi-Species Attractants for Longhorned Beetles (Coleoptera: Cerambycidae) / M. E. Rice, Y. Zou, J. G. Millar, L. M. Hanks // Journal of Economic Entomology. - 2020. - №113 (5). - P. 2269–2275. - DOI: 10.1093/jee/toaa157.
7. Baker, G. H. A tale of two trapping methods: *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera, Noctuidae) in pheromone and light traps in Australian cotton production systems / G. H. Baker, C. R. Tann, G. P. Fitt // Vestnik of Entomological Research. - 2011. - Vol. 101, №1. - P. 9-23. - DOI: 10.1017/S0007485310000106.
8. Khalique, A. Forecasting adult populations of *Helicoverpa armigera* on chickpea using pheromone trap / A. Khalique, F. Khalique // Pakistan Journal of Biological Sciences. - 2002. - Vol. 5, №6. - P. 830-834. - DOI: 10.3923/pjbs.2002.830.834
9. Efficient Mass-Trapping Method As an Alternative Tactic for Suppressing Populations of Leopard Moth (Lepidoptera: Cossidae) / E. Hegazi, W. E. Khafagi, M. Konstantopoulou, D. Raptopoulos, H. Tawfik, S. Showeil, G. M. Abd El- Aziz, S. M. Abd El-Rahman, A. Atwa, E. Agamy // Annals of the Entomological Society of America. - 2009. - Vol. 102, №5. - P. 809-818. - DOI: 10.1603/008.102.0507.
10. Influence of abiotic factors on mass capturing of lepidopterous moths by sex pheromone traps / S. Ahmad, A. Raza, M. Akram, M. Aslam, W. Nazir, A. L. K. Tipu, M. Shahid, A. Karim, M. Rafiq, M. Shakeel, M. R. Shahid // Pure and Applied Biology. - 2020. - Vol. 9, №4. - P. 2609-2616. - DOI: 10.19045/bspab.2020.90277.
11. Captures and Host Strains of Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) Males in Traps Baited with Different Commercial Pheromone Blends / R. L. Meagher, R. N. Nagoshi, J. S. Armstrong, J. Niogret, N. D. Epsy, K. L. Flanders // Florida Entomologist. - 2013. - Vol. 96, №3. - P. 729-740. -DOI:10.1653/024.096.0305
12. A novel bio-engineering approach to generate an eminent surface-functionalized template for selective detection of female sex pheromone of *Helicoverpa armigera* / P. Moitra, D. Bhagat, R. Pratap, S. Bhattacharya // Scientific Reports. - 2016. - №6. - P. 37355. - DOI: 10.1038/srep37355/.
13. Suprakash, P. Monitoring of *Helicoverpa armigera* using pheromone traps and relationship of moth activity with larval infestation on Carnation (*Dianthus caryophyllus*) in Darjeeling Hills / P. Suprakash, Ch. Hira, S. K. Senapati // Journal of Entomological Research. - 2014. - Vol. 8, №1. - P. 23-26.
14. Dolzhenko, T. V. Methods for assessing the biological effectiveness of the use of synthetic sex pheromones of phytophages / T. V. Dolzhenko, L. A. Burkova, O. V. Dolzhenko // Horticulture and viticulture. - 2018. - №4. - P. 52-56. - DOI: 10.31676/0235-2591-2018-4-52-56. (in Russian).
15. Insect pheromone test methods in agriculture / A. P. Sazonov, M. O. Petrova, I. V. Shamshev, O. G. Selitskaya, E. A. Stepanycheva; editor I. Ya. Grichanov. -St. Petersburg : VIZR, 2017. - 73 p. ("Plant Protection News, Supplements", N22). (in Russian).
16. Development of the methods of biological control of *Helicoverpa armigera* Hubner on corn for eco-safe farming / I. S. Agasyeva, V. Ya. Ismailov, M. V. Nefedova, E. V. Fedorenko, A. S. Nastasiy // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. - 2021. - Vol. 26, №2. - P. 8-17. - DOI: 10.33952/2542-0720-2020-3-23-8-17.
17. Su, J. W. Female moths of cotton bollworm (Lepidoptera: Noctuidae) captured by waterbasin traps baited with synthetic female sex pheromone / J. W. Su, H. T. Wang, F. Ge // Insect Science. - 2006. - Vol. 13, iss. 4. - P. 293-299. - DOI: 10.1111/j.1744-7917.2006.00097.x.