

СЕЗОННАЯ ВАРИАЦИЯ ОТЛОВА САМЦОВ КУКУРУЗНОГО МОТЫЛЬКА *OSTRINIA NUBILALIS* HBN. ФЕРОМОННЫМИ ЛОВУШКАМИ И ЕЕ СВЯЗЬ С ДИНАМИКОЙ ЧИСЛЕННОСТИ ВРЕДИТЕЛЯ

А.Н. Фролов, И.В. Грушевая

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Результаты испытаний половых феромонов кукурузного мотылька в окр. пос. Ботаника Краснодарского края в 2014–2018 гг. показали, что относительная аттрактивность феромонных композиций Z, E и ZE меняется пропорционально колебаниям численности вредителя: с ростом последней доля самцов в ловушках с феромоном Z падает, а E и ZE увеличивается, причем при снижении численности происходят обратные изменения в относительной аттрактивности феромонных композиций. Установлены статистически достоверные связи между суммарным числом самцов перезимовавшего и первого поколений, пойманных в ловушки с феромонами Z, E и ZE, и плотностью питающихся на растениях кукурузы гусениц дочерних, т.е. первого и второго поколений. Достоверная связь выявлена также между плотностью гусениц второго поколения и числом самцов первого поколения, пойманных в ловушки с феромоном Z, но не между плотностью гусениц первого поколения и числом самцов перезимовавшего поколения в ловушках с феромоном Z.

Ключевые слова: кукурузный мотылек, *Ostrinia nubilalis*, половые феромоны, ловушки, учёты численности.

Поступила в редакцию: 02.10.2018

Принята к печати: 20.11.2018

Благодаря своим уникальным свойствам — селективности действия, высокой эффективности, низкой токсичности, хорошей летучести и слабой персистентности — феромоны всё шире используются в интегрированных системах защиты растений и в первую очередь для фитосанитарного мониторинга вредных членистоногих [Пятнова и др., 2016; Рябчинская, Фролов, 2016; Долженко, 2017]. Основным условием эффективного применения феромонов для мониторинга является наличие устойчивой связи между числом отловленных феромонными ловушками имаго и плотностью преимагинальных стадий дочернего поколения, которая проявляется далеко не всегда и ее уровень сильно варьирует в зависимости от множества факторов — биологических свойств вредного вида, его популяционной изменчивости, погодно-климатических условий, хозяйственной деятельности человека, конструкции и размещения ловушек и т.д. [Miluch et al., 2013; Rhainds et al., 2015; Carrière et al., 2017; Mason, Isaacs, 2018]. В отношении многих вредных видов, включая кукурузного мотылька *Ostrinia nubilalis* Hbn., самые противоположные мнения

высказывались даже по поводу применения феромонов для наблюдения за динамикой лёта имаго. Так, хотя очень многие исследователи пишут о том, что феромонные ловушки служат удобным средством учёта численности вредителя [Reardon et al., 2006; Laurent, Frérot, 2007; Войняк, Ковалев, 2010; Фролов, Грушевая, 2017], нередко сообщается о ненадежности, либо невозможности применения синтетических аналогов половых феромонов вредителя для его мониторинга [Stockel et al., 1984; Maini, Burgio, 1994; Keszthelyi, Lengyel, 2003; Cizej, Persolja, 2013]. Кроме того, использование феромонов для учета численности кукурузного мотылька осложнено также наличием у этого насекомого феромонного полиморфизма [Lassance, 2016].

Настоящая статья является продолжением ранее начатых исследований [Фролов, Грушевая, 2017] и преследует цель оценить вариацию отлова самцов кукурузного мотылька феромонными ловушками в связи с колебаниями численности вредителя в Краснодарском крае, где ежегодно развивается два поколения насекомого в сезоне.

Материал и методы исследований

Исследования проводили в 2014–2018 гг. на посевах кукурузы Кубанской опытной станции ВИР и НПО «КОС-МАИС» в окр. пос. Ботаника (Гулькевический р-н), расположенного в равнинной восточной степной зоне Краснодарского края между городами Армавир и Кропоткин вблизи границы со Ставропольским краем с координатами 45°12'51" с. ш. и 40°47'41" в. д. Стандартные клеевые ловушки в форме треугольной призмы с диспенсерами трех типов, предназначенных для отлова особей Z (97% Z11- : 3% E11-14:OAc), E (1% Z11- : 99% E11-14:OAc) рас и гибридов F₁ (ZE) между ними (35% Z11- : 65% E11-14:OAc) производства АО «Щелково Агрохим» устанавливали в трехкратной повторности (в качестве повторности использовалась 1 ловушка с диспенсером каждого типа) на 3–5 полях кукурузы ежегодно по стандартной схеме (расстояние между ловушками внутри

повторности 30 м, расстояние между повторениями — 100 м) [Шапиро и др., 1979] в сроки, предшествующие ожидаемому началу лёта имаго перезимовавшего и первого поколений. Осмотр ловушек и подсчет отловленных имаго проводили каждые 3–4 дня, начиная с момента попадания в ловушку первой бабочки (до этого момента ловушки осматривали ежедневно) [Шапиро и др., 1979]. Перед началом лёта имаго следующего поколения производили смену клеевых вкладышей и диспенсеров. Спустя 7–10 дней после завершения лёта имаго родительского поколения на каждом из опытных полей проводили учёты плотности особей дочернего поколения (живых и мертвых гусениц, включая зараженных и погибших от энтомофагов) на 15–20 учётных площадках из пяти растений каждая [Фролов, Малыш, 2004].

Результаты и обсуждение

Данные, характеризующие вариацию отлова самцов кукурузного мотылька перезимовавшего и первого поколений феромонными ловушками и динамику плотностей питающихся на растениях гусениц первого и второго поко-

лений за 2014–2018 гг., представлены в таблице 1. Результаты испытаний подтверждают ранее сделанный вывод о том, что на территории проведения работ подавляющее большинство особей кукурузного мотылька привлекается

синтетическим аналогом полового феромона, свойственного феромонной расе Z [Фролов, 1984]. При этом важно отметить, что относительная аттрактивность феромонных композиций на протяжении пятилетнего периода наблюдений существенно менялась в зависимости от численности кукурузного мотылька на территории проведения работ. Так, на протяжении 2014–2017 гг. наблюдался рост средних значений плотности гусениц: в 2014 г. они составляли 3.8 и 4.0 особей в расчете на 1 м² посева кукурузы в первом и втором поколениях соответственно, в 2015 г. — 5.3 и 36.8, в 2016 г. — 12.1 и 40.9, а в 2017 г. — 4.4 и 55.0 особей соответственно. В 2018 г. плотность гусениц существенно снизилась, составив в среднем в первом поколении 4.7, а

во втором — 7.4 особей на 1 м² посева кукурузы. Соответственно колебаниям численности насекомого были отмечены существенные изменения относительной аттрактивности феромонных композиций (табл. 1): при низкой численности вредителя (2014 г. и первая половина 2015 г.) практически все 100% самцов обнаруживались в ловушках с феромоном расы Z, по мере роста численности (вторая половина 2015 г. и 2016 г.) доля самцов, отловленных в ловушки с феромонами E и ZE повышалась, достигнув максимума в период пика численности насекомого (вторая половина 2017 г.), но когда численность вредителя опять снизилась (2018 г.) аттрактивность феромонов Z расы снова приблизилась к 100%.

Таблица. Количество пойманных в феромонные ловушки имаго и плотность гусениц кукурузного мотылька на учетных посевах кукурузы (Кубанская опытная станция ВИР, НПО «КОС-МАИС», 2014–2018 гг.)

| Год | Текущее поколение имаго в сезоне | Гибрид кукурузы | Площадь посева, га | Кол-во самцов текущего поколения в расчете на 1 ловушку с феромоном | | | Плотность гусениц следующего поколения на 1 кв. м. посева кукурузы*) |
|--------|----------------------------------|-------------------|--------------------|---|-----|----------|--|
| | | | | Z | E | ZE | |
| 2014 | перезимовавшее | Кубанский 101 | 70 | 1.7 | 0 | 0 | 2.9±0.31 |
| | | Кубанский 280 | 50 | 1.7 | 0 | 0 | 0.9±0.25 |
| 2015 | первое | Кубанский 280 | 50 | 3.0 | 0 | 0 | 2.6±0.60 |
| | | Обский 140 | 70 | 2.7 | 0 | 0.3 | 3.4±0.54 |
| | перезимовавшее | Кубанский 330 | 40 | 1.3 | 0.3 | 0 | 1.9±0.38 |
| | | Кубанский 141 | 20 | 1.7 | 0 | 0 | 1.8±0.33 |
| | первое | Кубанский 330 | 40 | 15.3 | 3.3 | 3.7 | 37.5±2.56 |
| | | ДК 3511 | 14 | 2.3 | 0.7 | 0 | 9.7±2.14 |
| 2016 | перезимовавшее | Аполлон 350 | 20 | 7.3 | 2.0 | 0.7 | 24.3±2.37 |
| | | Леденец | 10 | 2.7 | 0.3 | 0 | 2.4±0.21 |
| | перезимовавшее | Кубанский 101 | 50 | 3.0 | 1.3 | 0.3 | 5.2±0.34 |
| | | Кубанский 250 | 75 | 9.7 | 0 | 0.3 | 3.1±0.60 |
| | первое | Командос | 10 | 14.3 | 1.0 | 0.7 | 12.9±1.16 |
| | | Кубанский 250 | 75 | 10.3 | 0.3 | 0 | 14.7±1.03 |
| 2017 | перезимовавшее | KWS Командос | 15 | 2.3 | 0 | 0.7 | 3.7±0.33 |
| | | KWS Керберос | 15 | 3.3 | 0.3 | 0.3 | 1.2±0.33 |
| | | KWS 6471 | 14 | 7.7 | 0 | 2.0 | 0.9±0.24 |
| | | Краснодарский 377 | 20 | 5.7 | 0 | 0.3 | 1.5±0.27 |
| | первое | Кубанский 101 | 100 | 5.3 | 0 | 0 | 11.6±1.75 |
| | | KWS Командос | 15 | 13.0 | 1.3 | 3.3 | 18.4±1.99 |
| 2018 | перезимовавшее | KWS Керберос | 15 | 12.3 | 1.7 | 7.0 | 16.7±2.69 |
| | | KWS 6471 | 14 | 8.0 | 1.0 | 7.7 | 14.3±1.76 |
| | | Краснодарский 377 | 20 | 7.3 | 0 | 9.3 | 21.0±2.56 |
| | | KWS Керберос | 15 | 2.7 | 0 | 0.3 | 4.8±0.69 |
| | первое | Кубанский 102 | 70 | 4.3 | 0 | 0 | 2.1±0.51 |
| | | Одиссей 230 | 30 | 4.0 | 0 | 0 | 4.0±0.72 |
| первое | KWS Керберос | 15 | 8.3 | 0.7 | 0.7 | 2.9±0.87 | |
| | Одиссей 230 | 30 | 3.7 | 0 | 0 | 1.2±0.38 | |

*) $\bar{x} \pm SE$

Анализ зависимости плотности гусениц дочернего поколения от числа пойманных в ловушки самцов родительского поколения выявил интересные закономерности. Так, хотя статистически достоверной связи между числом самцов перезимовавшего поколения, пойманных в ловушки с феромоном расы Z, и плотностью питающихся на растениях кукурузы гусениц первого поколения связь (рис. 1) выявить не удалось ($r = 0.09$, $p = 0.727$), но если в анализ включить самцов, пойманных в ловушки со всеми тремя композициями феромонов (Z, E и ZE), то связь (рис. 2) приобретает статистически достоверный характер ($r = 0.66$, $p = 0.005$). Что же касается зависимости плотности гусениц второго поколения от числа пойманных в ловуш-

ки самцов первого (рис 3, 4), то она обнаруживает высокий уровень статистической значимости вне зависимости от того, включены ли в учёт самцы, пойманные лишь в ловушки с феромоном расы Z ($r = 0.63$, $p = 0.027$), либо всеми тремя композициями — Z, E и ZE ($r = 0.73$, $p = 0.007$).

Динамика расового состава кукурузного мотылька — вопрос, хотя и важный как в теоретическом, так и практическом отношении, но слабо освещенный в литературе. Так, Клайд Соренсон с соавторами [Sorenson et al., 2005] сообщали о динамике географического распространения рас кукурузного мотылька на территории штата Северная Каролина, однако литературные сведения о вариации соотношения рас вредителя в зависимости от численности

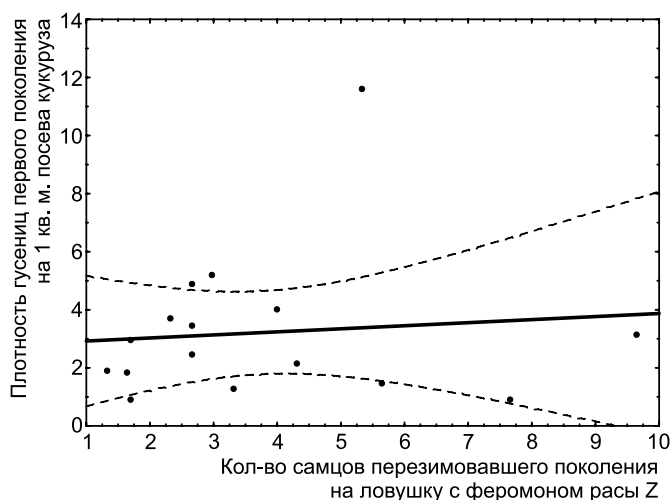


Рисунок 1. Зависимость плотности питающихся на растениях кукурузы гусениц кукурузного мотылька первого поколения от числа самцов перезимовавшего поколения, пойманных в ловушки с феромонами Z-расы (пос. Ботаника, 2014–2018 гг.)

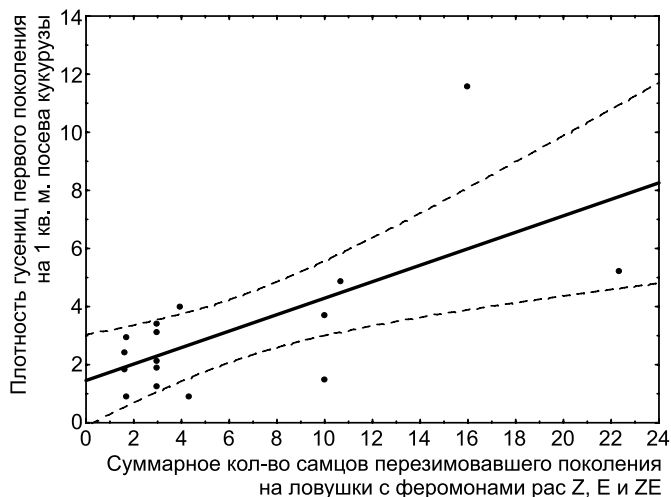


Рисунок 2. Зависимость плотности питающихся на растениях кукурузы гусениц кукурузного мотылька первого поколения от числа самцов перезимовавшего поколения, пойманных на ловушки с феромонами Z, E и ZE-рас вредителя (пос. Ботаника, 2014–2018 гг.)

насекомого нам неизвестны. Безусловно, обнаруженный феномен требует дополнительного изучения, в т.ч. анализа природы эффекта и его распространенности в популяциях вредителя. Пока лишь очевидно, что феромоны широко распространенной в России расы Z [Фролов, 1984] можно рекомендовать в качестве средства сезонного мониторин-

Работа осуществлялась в соответствии с Договором между ФГБНУ ВИЗР и ЗАО «Щелково Агрохим».

Авторы благодарят ведущего научного сотрудника АО «Щелково Агрохим» Ю.Б.Пятнову за предоставленный материал, руководство и сотрудников Кубанской опытной станции ВИР и НПО «КОС-МАИС» за предоставленную возможность проведения учетов численности кукурузного мотылька на производственных посевах кукурузы.

Библиографический список (References)

- Войняк В.И., Ковалев Б.Г. Эффективность половых феромонов вредителей кукурузы. // Защита и карантин растений. 2010. N 7. С. 25–26.
- Долженко Т.В. Биологизация и экологическая оптимизация ассортимента средств защиты сельскохозяйственных культур от вредителей: Автореф. дисс. на соискание учёной степени доктора биол. наук. СПб-Пушкин, 2017. 43 с.
- Пятнова Ю.Б., Лебедева К.В., Каракотов С.Д. Феромоны насекомых: на службе защиты растений. // Защита и карантин растений. 2016. N 5. С. 37–40.
- Рябчинская Т.А., Фролов А.Н. Состояние исследований и перспективы использования феромонов на полевых культурах // Защита и карантин растений. 2016. N 8. С. 11–14.
- Фролов А.Н. Биотаксономический анализ вредных видов рода *Ostrinia* Hbn. В кн.: Этология насекомых (Тр. ВЭО, Т. 66). Л.: Наука, 1984. С. 4–100.
- Фролов А.Н., Грушевая И.В. Феромониторинг кукурузного мотылька *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lepidoptera: Crambidae) в Краснодарском крае: динамика численности самцов и гусениц на посевах кукурузы // Вестник защиты растений. 2017. N 1 (91). С. 55–58.

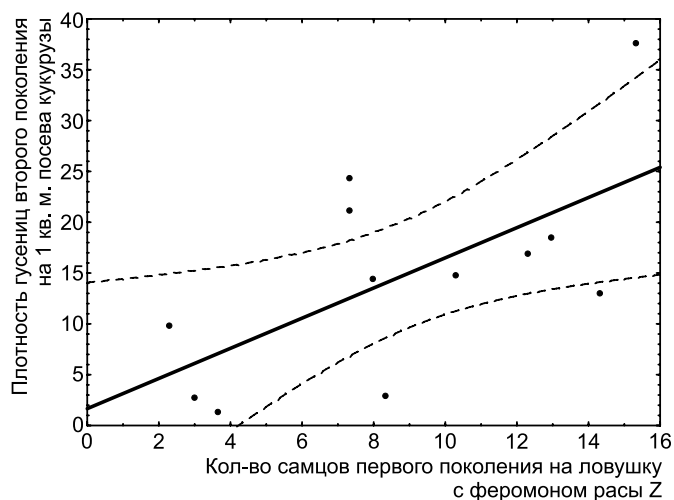


Рисунок 3. Зависимость плотности питающихся на растениях кукурузы гусениц кукурузного мотылька второго поколения от числа самцов первого поколения, пойманных в ловушки с феромонами Z-расы (пос. Ботаника, 2014–2018 гг.)

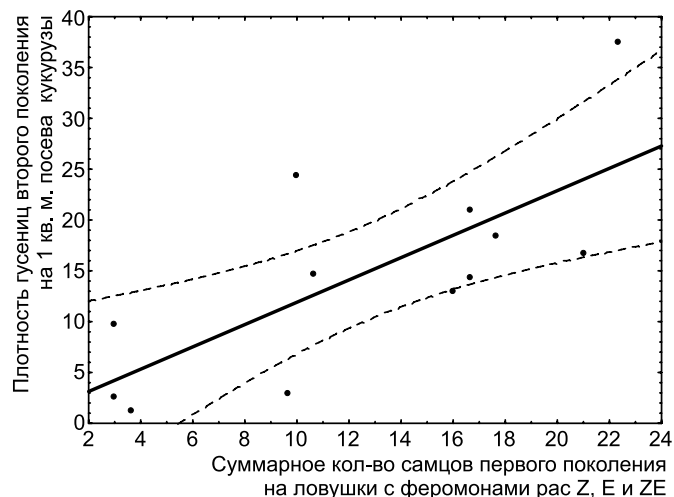


Рисунок 4. Зависимость плотности питающихся на растениях кукурузы гусениц кукурузного мотылька второго поколения от числа самцов первого поколения, пойманных в ловушки с феромонами Z, E и ZE-рас вредителя (пос. Ботаника, 2014–2018 гг.)

га динамики численности лишь второго, но не первого поколения вредителя в Краснодарском крае, тогда как сезонный мониторинг численности гусениц первого поколения по данным феромониторинга перезимовавшего поколения, вероятно, требует использования ловушек, снабженных всеми тремя композициями феромона (Z, E и ZE).

- Фролов А. Н., Малыш Ю. М. Плотность размещения и смертность яиц и гусениц младших возрастов кукурузного мотылька на растениях кукурузы // Вестник защиты растений. 2004. N 1. С. 42–55.
- Шапиро И.Д., Вилкова Н.А., Фролов А.Н. Методические указания по использованию синтетических половых феромонов стеблевого мотылька. ВНИИ защиты растений. Ленинград: ВИЗР, 1979. 14 с.
- Carrière Y., Antilla L., Liesner L., Tabashnik B.E. Large-scale evaluation of association between pheromone trap captures and cotton boll infestation for pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae). // J. Econ. Entomol. 2017. V. 110, N 3. P. 1345–1350.
- Cizej R.M., Persolja J. The methods of monitoring and management the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) in Slovenian hop garden. // International Hop Growers' Convention. Proc. Sci. Commission, Kiev, Ukraine, 04–09 June 2013. P. 69–72.
- Keszthelyi S., Lengyel Z. Flight of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) as followed by light and pheromone traps in Várda and Balatonmagyaród 2002 // J. Central European Agric. 2003. V. 4, N 1. P. 55–64.
- Lassance J.-M. The European corn borer *Ostrinia nubilalis*: exotic pest and model system to study pheromone evolution and speciation // In: Pheromone Communication in Moths: Evolution, Behavior, and Application. J.D. Allison, R.T. Cardé (eds.) Univ. Calif. Press, Oakland, CA. 2016. P. 233–244.
- Laurent P., Frérot B. Monitoring of European corn borer with pheromone-baited traps: review of trapping system basics and remaining problems. // J. Econ. Entomol. 2007. V. 100, N 6. P. 1797–1807.
- Maini S., Burgio G. *Ostrinia nubilalis* (Hb.) (Lep., Pyralidae) on sweet corn: relationship between adults caught in multibaited traps and ear damages // J. Applied Entomol. 1999. V. 123, N 3. P. 179–185.
- Mason K.S., Isaacs R. Juice grape canopy structure and cluster availability do not reduce middle- and late-season captures of male *Paralobesia viteana* (Lepidoptera: Tortricidae) in sex pheromone traps. // Environ. Entomol. 2018. V. 47, N 3. P. 707–714.
- Miluch C.E., Dossall L.M., Evenden M.L. The potential for pheromone-based monitoring to predict larval populations of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), in canola (*Brassica napus* L.). // Crop Prot. 2013. V. 45. P. 89–97.
- Reardon B.J., Sumerford D.V., Sappington T.W. Impact of trap design, windbreaks, and weather on captures of European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) in pheromone-baited traps. // J. Econ. Entomol. 2006. V. 99, N 6. P. 2002–2009.
- Rhainds M., Therrien P., Morneau L. Pheromone-based monitoring of spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae) larvae in relation to trap position. // J. Econ. Entomol. 2015. V. 109, N 2. P. 717–723.
- Sorenson C.E., Kennedy G.G., Schal C., Walgenbach J.F. Geographical variation in pheromone response of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae), in North Carolina: a 20-y perspective. // Environ. Entomol. 2005. V. 34, N 5. P. 1057–1062.
- Stockel J., Sureau F., Carles J.-P. Signification et limites du piégeage sexuel de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lépid. Pyralidae): recherche d'une relation entre captures de mâles et niveau de population. // Agronomie, EDP Sciences, 1984. V. 4, N 7. P. 597–602.

Translation of Russian References

- Dolzhenko T.V. Biologization and ecological optimization of assortment of agricultural crop protection means from pests means. Autoref. dissertation na soiskanie uchenoi stepeni doktora biol. nauk. SPb – Pushkin. 2017. 43 p. (In Russian).
- Frolov A.N. Biotaxonomical analysis of harmful species of the genus *Ostrinia* Hbn. In: Ethologiya Nasekomykh (Trudy VEO, TV. 66). Leningrad. Nauka. 1984. P. 4–100. (In Russian).
- Frolov A.N., Grushevaya I.V. Pheromone traps for monitoring the European corn borer *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) in the Krasnodar Territory: dynamics of male number and larva density on maize fields. Vestnik Zashchity rasteniy. 2017. N 1 (91). P. 55–58. (In Russian).
- Frolov A.N., Malyshev Y.M. Distributional densities and mortality of eggs and immature larvae of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, on maize. Vestnik Zashchity rasteniy. 2004. N 1. P. 42–55. (In Russian).
- Pyatnova Y.B., Lebedeva K.V., Karakotov S.D. Insect pheromones serve plant protection. Zashchita i Karantin Rastenii. 2016. N 5. P. 37–40. (In Russian).
- Ryabchinskaya T.A., Frolov A.N. State of research and the future of pheromone usage to protect field crops. Zashchita i Karantin Rastenii. 2016. N 8. P. 11–14. (In Russian).
- Shapiro I.D., Vilkova N.A., Frolov A.N. Methodical instructions on use of synthetic sex pheromones of European corn borer. All-Russian Research Institute of Plant Protection. Leningrad. VIZR. 1979. 14 p. (In Russian).
- Voynyak V. I., Kovalyov B. G. Efficacy of sex pheromones of maize pests. Zashchita i Karantin Rastenii. 2010. N 7. P. 25–26. (In Russian).

Plant Protection News, 2018, 4(98), p. 18–21

SEASONAL VARIATION IN THE EUROPEAN CORN BORER, *OSTRINIA NUBILALIS* HBN. MALE NUMBER CAPTURED WITH PHEROMONE TRAPS AND ITS CONNECTION WITH PEST POPULATION

A.N. Frolov, I.V. Grushevaya

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

Results of the assays on the European corn borer sex pheromone in the vicinity of the village Botanika (Krasnodar Territory) during 2014–2018 demonstrate that the relative attractiveness of Z, E and ZE compositions changes proportionally with the fluctuations in population density: the more the density of the pest, the less the portion of males trapped with Z-pheromone and the more males trapped with E and ZE pheromones. As the population density decreases, the changes in relative attractiveness of pheromone compositions returns to the initial state. Total number of males of the overwintered or first generations trapped with Z, E and ZE pheromones significantly correlates with the larva densities of affiliated generations, i.e. first or second generations, feeding on maize plants. Reliable correlation was also revealed between the second generation larva density and number of the first generation males trapped with Z pheromone, rather than between the first generation larva density and number of overwintered generation males in traps with Z pheromone.

Keywords: European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, sex pheromone, trap, pest number record.

Received: 02.10.2018

Accepted: 20.11.2018

Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация

*Фролов Андрей Николаевич. Зав. лабораторией, доктор биологических наук, профессор, e-mail: vizrspb@email.ru
Грушевая Инна Валентиновна. Младший научный сотрудник

Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo Shosse, 3, 196608, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation

*Frolov Andrei Nikolaevich. Head of Laboratory, DSc in Biology, Professor, e-mail: vizrspb@email.ru
Grushevaya Inna Valentinovna. Junior Researcher,