

УДК 632.731:595.731

ОЦЕНКА ПЛОТНОСТИ ИМАГО ТАБАЧНОГО ТРИПСА В ТЕПЛИЦАХ С ПОМОЩЬЮ АТТРАКТИВНЫХ ЛОВУШЕК

Елена МУНТЯН, Михаил БАТКО, Игорь ЯЗЛОВЕЦКИЙ

Институт генетики, физиологии и защиты растений Академии Наук Молдовы

Abstract. A method for assessing the density of tobacco thrips populations in greenhouses using clear sticky traps equipped with dispensers and attractants is proposed. The mean height and standard deviation of *Thrips tabaci*'s flight in the absence ($0,81\pm 0,37$ m) and in the presence ($0,92\pm 0,33$ m) of the attractant – ethyl nicotinate – were determined on sweet pepper and tomatoes. It was shown that replacing ethyl nicotinate by ethylisonicotinate increases circular effective attraction radius of the sticky traps by 3,6 times, which significantly enhances the sensitivity of the method. The method allows to identify quickly and accurately the *Thrips tabaci* at low abundance and to estimate the changes in pest population density after the application of plant protection products.

Key words: *Thrips tabaci* Lindeman; Attractants; White sticky traps; Population density.

Реферат. Предложен метод оценки плотности популяций табачного трипса в теплицах с использованием белых клеевых ловушек, снабженных диспенсерами с аттрактантом. На сладком перце и томатах определена средняя высота и стандартное отклонение вертикального полёта табачного трипса в отсутствие ($0,81\pm 0,37$ м) и в присутствии ($0,92\pm 0,33$ м) аттрактанта - этилникотината. Показано, что замена этилникотината на этилизоникотинат увеличивает круговой эффективный радиус привлечения (EARc) клеевой ловушки в 3,6 раза, что значительно повышает чувствительность метода. Метод позволяет быстро и точно выявлять *Thrips tabaci* при низкой его численности, оценивать изменения плотности популяции вредителя после применения средств защиты растений.

Ключевые слова: *Thrips tabaci* Lindeman; Аттрактанты; Белые клеевые ловушки; Плотность популяции.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее актуальных направлений исследований в защите растений является разработка эффективных методов мониторинга состояния популяций вредных членистоногих в теплицах. Существующие методы мониторинга популяций мелких и скрытно живущих вредителей в теплицах часто сложны, трудоёмки, и недостаточно точны. Наиболее вредоносные растительноядные трипсы - табачный трипс – *Thrips tabaci* Lindeman и западный цветочный трипс – *Frankliniella occidentalis* Pergande характеризуются малыми размерами, высокой локомоторной активностью, являются переносчиками фитопатогенных вирусов, у них быстро развивается резистентность к инсектоакарицидам (Jenser, G. et al. 2004; Shelton, A.M. et al. 2006; Мунтян, Е.М., Батко, М.Г. 2011; Lebedev, G. et al. 2013). В теплицах для наблюдения за трипсами давно и успешно применяют цветные клеевые ловушки. В последние годы предпочтение отдается клеевым синергическим ловушкам, в которых используются особенности обонятельной и зрительной реакции имаго трипсов на запахи и на световые лучи различной длины волны. В качестве обонятельных стимулов применяют феромоны или кайромоны насекомых. Известны 12 веществ пиридинового ряда и 8 ароматических соединений, которые в разной степени аттрактивны для *T. tabaci* и *F. occidentalis* (Teulon, D.A.J. et al. 2007; Davidson, M.M. et al. 2009). Некоторые из них в сочетании с ловушками голубого цвета нашли практическое применение для контроля *F. occidentalis* (van Tol, R. et al. 2007).

Однако при реализации программ биорациональной защиты теплиц важно не только обнаружить вредителя, но и точно оценить плотность его популяции в теплице. Теоретические основы методов оценки плотности популяций летающих насекомых в различных биоценозах с применением ловушек были разработаны в работах Byers (Byers, J.A. et al. 1989; Byers, J.A. 2009, 2011, 2012). Автор вывел уравнения, описывающие плотность насекомых, летающих в двухмерном и трехмерном пространствах, на основании данных отлова ловушками с семиохемиками. В уравнения Byers входят параметры, которые зависят от видовых особенностей вредных насекомых и защищаемых от них растений. В частности, при расчёте плотности насекомых на единицу площади необходимо учитывать среднюю высоту полета трипсов на тепличной культуре,

его стандартное отклонение и на этой высоте устанавливать ловушки. Однако имеющиеся в литературе сведения о высоте полета важнейших вредителей растений в закрытом грунте отрывочны и малочисленны. Преимущественно они касаются табачной белокрылки и западного цветочного трипса (Isaacs, R., Byrne, D.N. 1998; Gillespie, D. et al. 1990; Pearsall, I.A., Myers, J.H. 2001). Характеристики основных параметров полета табачного трипса на пасленовых культурах в доступной нам литературе отсутствуют.

Для оценки плотности вредителя с помощью ловушек, содержащих семиохемики, необходимо определить круговой эффективный радиус привлечения (EARc*) используемой ловушки (*здесь и далее при упоминании параметров и написании формул сохранена английская аббревиатура Byers). Величина EARc зависит от типа ловушки, биологической активности семиохемика и скорости его освобождения из диспенсера. Необходимо также учитывать влияние на значение EARc температуры и влажности воздуха.

Целью наших исследований является разработка метода оценки плотности имаго табачного трипса на тепличных культурах сладкого перца и томатов с помощью белых клеевых ловушек, содержащих кайромон этого вредителя. Для этого возникла необходимость изучить особенности отлова табачного трипса на белые клеевые ловушки в присутствии и отсутствии семиохемика, определить влияние высоты расположения ловушек на результаты отлова вредителя; охарактеризовать уловистость ловушек с рядом известных аттрактантов табачного трипса и рассчитать значения их EARc.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Эксперименты проводили в мае - июле 2013 г. в теплице Института плодородия и пищевых технологий АН Республики Молдова (г. Кишинев) на опытных участках сладкого перца и томатов заселенных табачным трипсом – *T. tabaci* Lindeman.

Для определения высоты и стандартного отклонения полёта трипсов по вертикали использовали деревянные шесты длиной 1,6 м, на которых закрепляли по 7 белых клеевых ловушек размером 22x14 см. Клеевые ловушки были изготовлены из белого ламинированного картона, покрытого полиэтиленовой плёнкой с нанесенным слоем (менее 1 мм) энтомологического клея "Ade Riv". Для оценки высоты полёта трипсов в присутствии аттрактанта в середину каждой ловушки помещали диспенсеры, содержащие по 1 мл 99% этилникотината фирмы "Sigma-Aldrich". В качестве диспенсеров были использованы пробирки Эппендорфа с фитилем из хлопчатобумажной нити. Шесты с ловушками устанавливали между сдвоенными рядами перцев и томатов на расстоянии 8-10 м друг от друга. Время экспозиции ловушек составляло 7 дней. При определении средней высоты полёта трипсов было использовано 6 шестов с ловушками без аттрактанта и 3 шеста с ловушками с аттрактантом. Для вычисления средней высоты (\bar{h}), стандартного отклонения вертикального полета вредителя (SD), использовали формулы:

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^t p_i \cdot h_i}{t}; \quad (1); \quad SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^t p_i (h_i - \bar{h})^2}{t}} \quad (2),$$

p_i – частота отлова трипсов на уровне i - ловушки; h_i – срединная высота ловушки, м; t – число уровней ловушек; i – уровень ловушки.

Плотность табачного трипса в расчёте на m^2 на овощах в теплице вычисляли по формуле Byers (Byers, J.A. 2012) :

$$D_2 = \frac{C}{2 \cdot EARc \cdot T \cdot V \cdot K} \quad (3),$$

где C – количество отловленных насекомых при средней высоте полёта \bar{h} ; $EARc$ – круговой эффективный радиус привлечения ловушки, в метрах; T – время отлова в секундах; V – средняя скорость полета насекомых (метров в секунду); K – количество используемых ловушек.

Расчёт EAR и EARc ловушек с семиохемиками проводили по формулам 4 и 5:

$$EARc = \frac{p \cdot EAR^2 \cdot AC \cdot ST}{2 \cdot SD \cdot \sqrt{2p}} \quad (4), \quad EAR = \sqrt{\frac{AC \cdot S_T}{Pc \cdot p}} \quad (5)$$

где - A_c – улов активной ловушки (с аттрактантом); P_c – улов пассивной ловушки (без аттрактанта); S_T – средняя перехватывающая площадь ловушки $\times 0,637$. (0,637 - коэффициент, вычисленный Byers, позволяющий рассчитать площадь ловушки для всех возможных углов перехвата насекомых плоской ловушкой) (Byers, J.A. 2009).

Полученные данные обрабатывали статистически (Лакин, Г.Ф. 1980), использовали математические инструменты Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Согласно полученным нами данным, в теплице на сладком перце и томатах табачный трипс летает в широком диапазоне высот от 0,22 до 1,54 м (рис. 1).

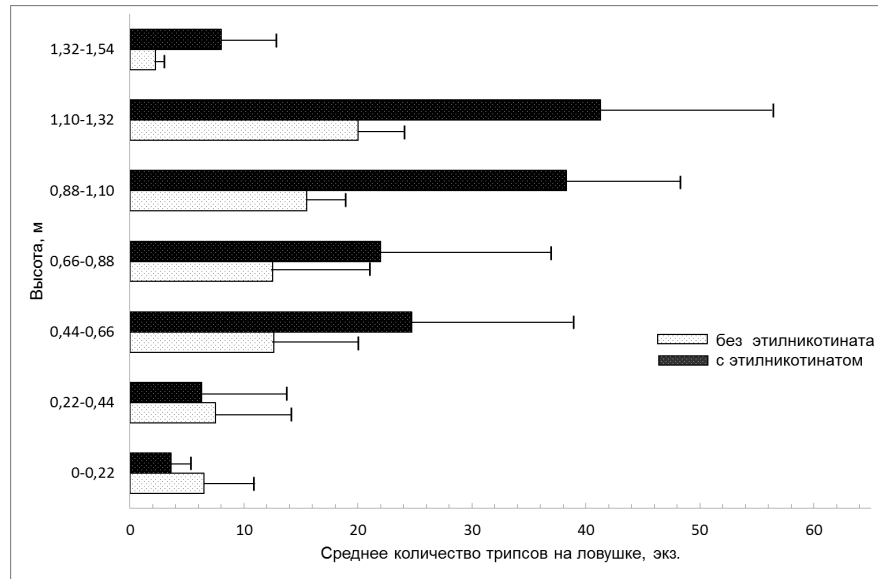


Рисунок 1. Влияние высоты ловушек на отлов табачного трипса в отсутствие и в присутствии этилникотината

Зависимость между количеством отловленных трипсов и высотой ловушки над грунтом достаточно точно описывается квадратным уравнением (рис. 2А). Высота клеевой ловушки существенно влияла на отлов вредителей ($F=5.1$; $k = 6$, 30 , $P < 0.01$) (Рис.1). На ловушках, размещенных на высоте до 0,23 м, было существенно меньше вредителя, чем на высотах выше 0,89 м. Наименьшее количество трипсов отловлено ловушками, установленными выше 1,32 м. Средняя высота и стандартное отклонение вертикального полета табачного трипса на белые клеевые ловушки составила $0,81 \pm 0,37$ м. Аналогичные результаты получены J.K. MacIntyre-Allen et al. (2005) при изучении распределения табачного трипса на белых клеевых ловушках, установленных на высотах от 0,7 до 4,95 м на участках лука и сои. На этих сельскохозяйственных культурах максимальное количество трипсов было отловлено ловушками на высоте 0,7-0,95 м от поверхности почвы. Для мониторинга табачного трипса на луке, чесноке и томатах, выращиваемых в полевых условиях, пригодны желтые клеевые ловушки, размещенные над грунтом на высоте 0,7 м. (Gharekhani, G.H. et al. 2014).

Однако характер распределения трипсов на цветных ловушках сильно зависит от культуры, на которых они обитают. Например, для западного цветочного трипса в зависимости от кормового растения приводятся разные значения высоты отлова вредителя на клеевые ловушки. На огурцах в теплице средняя высота отлова вредителя на голубые ловушки равна $2,32 \pm 0,41$ м (Gillespie, D. et al. 1990), на хлопчатнике установлено единообразное распределение *F. occidentalis* на желтых клеевых ловушках на высотах 60-120 м (Atakan, E. et al. 2004). На сорняках в персиковом саду средняя высота полёта вредителя при отлове на желтые ловушки составила $1,14 \pm 0,7$ м (Pearsall, I.A. et al. 2001).

Как известно, искусственные обонятельные стимулы-семиохемики способны существенно изменить параметры полета насекомых (Byers, J.A. et al. 1989; Byers, J.A. 2009). Оптимальная

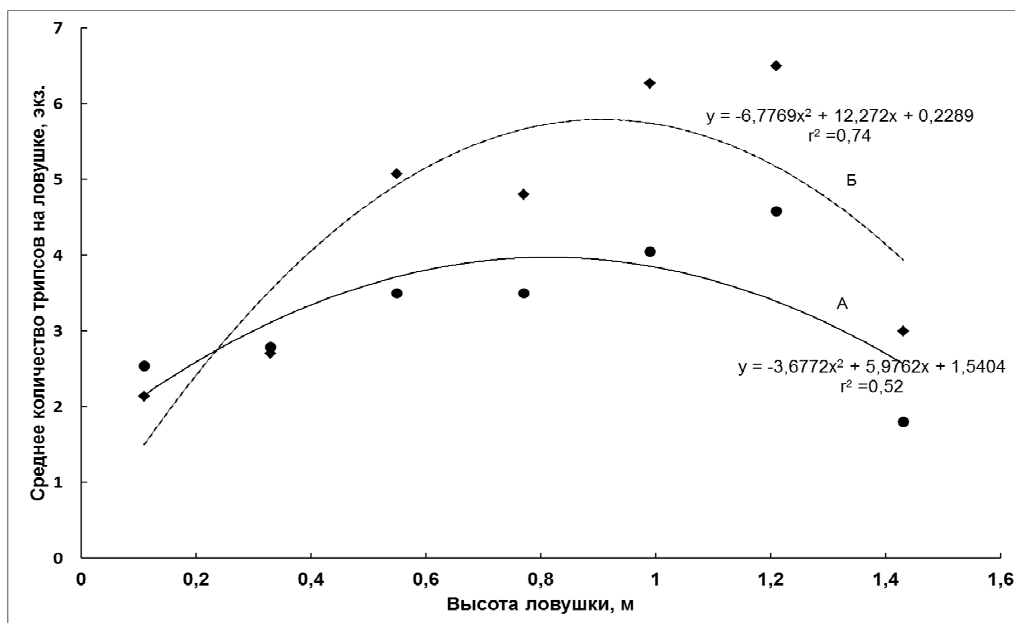


Рисунок 2. Зависимость между средним количеством трипсов на ловушке * и высотой ловушки при отсутствии (А) и в присутствии (Б) этилникотината.

*Представлены преобразованные данные по уловам $1 + y_i$ на ловушки

высота отлова трипсов на ловушки определялась нами в присутствии аттрактанта – этилникотината. Установлено, что аттрактант существенно не изменил характер распределения трипсов на ловушках. Зависимость между количеством отловленных трипсов и высотой ловушки над грунтом, как в случае, когда аттрактант не использовался, является графиком квадратичной функции (рис. 2Б). Количество отлавливаемых имаго трипсов существенно изменялось в зависимости от высоты клеевой ловушки с семиохемиком ($F=31.1$; $k=6, 14$, $P < 0.01$) (рис.1). На ловушках, расположенных на высотах до 0,45 м и 0,89-1,32 м зафиксированы статистически значимые отличия средней численности отловленных трипсов. Средняя высота полета табачного трипса при использовании белых клеевых ловушек с этилникотинатом составила $0,92 \pm 0,33$ м. В наших экспериментах количество табачного трипса на белых клеевых ловушках отражает поведенческие реакции вредителя и связанные с ними особенности распределения особей фитофага на растении. Известно, что в процессе вегетации растения имаго вредителя для питания и откладки яиц перелетают на верхние молодые листья.

Среди известных кайромонов табачного трипса наиболее сильные аттрактивные свойства выявлены для производного пиридинового ряда этилизоникотината. Изменение плотности табачного трипса во времени, определенное по уловам на ловушки с этим аттрактантом, представлены на рисунке 3. При расчёте плотности вредителя были использованы следующие данные: количество трипсов на ловушке с аттрактантом (С); время экспозиции ловушек (Т) составляло 252000 сек. (7 дней по 10 часов); средняя скорость полёта (V) трипсов семейства Thripidae равна 0,5 м/сек (Byers, J.A. 2012); К равно 4; значение EAR_c для этилизоникотината составляет $0,087 \pm 0,011$ м (в случае использования ловушки с этилникотинатом величина EAR_c равна $0,0236 \pm 0,002$ м). Эта величина была определена нами заранее путем сравнения уловов на ловушки с аттрактантом и без него (формулы 4 и 5) при скорости высвобождения этилизоникотината из стандартного диспенсера $0,078 \pm 0,007$ г/сутки и среднесуточной температуре 27 °С.

ВЫВОДЫ

Таким образом, использование ловушек с аттрактантом с известным EAR_c , которое обеспечивается применением стандартизированного диспенсера, позволяет быстро оценивать плотность популяций табачного трипса на сладком перце и томатах в теплице в любой точке и в любое время. Визуальные учеты эффективны при высокой заселенности растений трипсами. При низкой численности вредителя значительно возрастают затраты

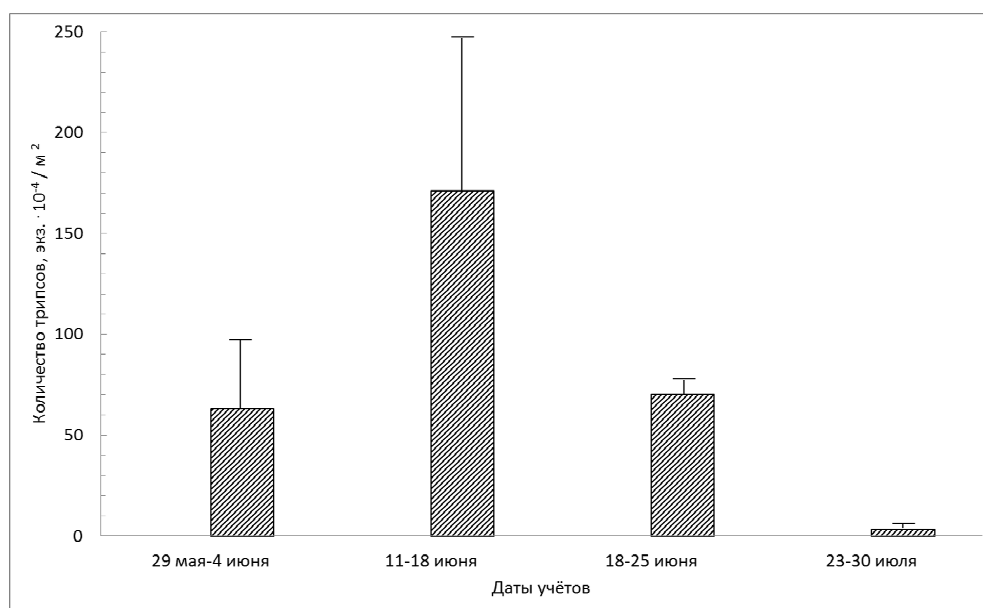


Рисунок 3. Динамика плотности* табачного трипса в теплице

* – для расчета плотности вредителя использовали формулу 3; ** – площадь белых клеевых ловушек – 0,02 м²

времени и труда и точность учетов во многом определяется квалификацией исследователя. На практике предлагаемый нами метод позволяет выявлять вредителя при низкой его численности, когда другие методы учета малоэффективны, а также сравнивать изменения численности вредителя на культуре до и после применения биологических и химических средств защиты растений.

О высокой чувствительности предлагаемого подхода для сравнительной оценки плотности популяции табачного трипса на перце и томатах свидетельствует тот факт, что в нашем примере плотность вредителя, равная 0,00032 экз./м² соответствует очень низкой численности вредителя при отлове на простую белую клеевую ловушку (в среднем 1 экз/на ловушку). Визуальный учет вредителя при такой его численности практически невозможен. В тоже время синергическая ловушка в среднем отлавливает 7 имаго трипсов. Как известно, низкая численность вредителя наблюдается в начале вегетации растений, при заселении рассады трипсами. В этот период особенно трудно выявлять фитофага и контролировать его численность. Поэтому при высадке рассады в тепличный грунт оправдано использование предлагаемого метода с целью наиболее раннего выявления трипсов. Ранее на тепличной культуре лука нами была установлена корреляция между численностью имаго табачного трипса, определенной при визуальном обследовании растений, и результатами отлова имаго белыми клеевыми ловушками. Показано, что на луке белые клеевые ловушки без аттрактанта в сравнении с визуальным учетом на две недели раньше выявляют вредителя (Мунтян, Е.М. и др. 2013).

Применение ловушек с этилникотинатом повышает уловистость белых клеевых ловушек примерно в 2 раза. Замена этилникотината на этилизоникотинат, обладающий в 3,6 раз более большим значением EARс, увеличивает отлов трипсов в 7-8 раз, что значительно повышает чувствительность предлагаемого метода. Еще одним преимуществом метода контроля численности популяций табачного трипса с применением синергических ловушек является его простота. Если предварительно определить значение EARс, то для эффективного мониторинга численности трипсов в посадках перцев и томатов в дальнейшем достаточно периодически размещать ловушки на высоте 0,8-0,9 м и учитывать количество отлавливаемых ими имаго вредителя. Обоснование оптимального количества ловушек для достоверного контроля численности популяции табачного трипса на сладком перце и томатах в теплицах будет предметом нашей следующей публикации.

Благодарность

Авторы выражают большую благодарность доктору сельскохозяйственных наук П.Б. Ильеву за предоставленную возможность проведения опытов в теплице.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ЛАКИН, Г.Ф. (1980). Биометрия. Москва: Высшая школа. 292 с.
2. МУНТЯН, Е.М., БАТКО, М.Г. (2011) Чувствительность тепличных популяций трипсов к инсектицидам. В: Интегрированная защита растений: стратегия и тактика: междунар. науч.-практич. конф. (IOBC/EPS), 5-8 июля 2011, п. Прилуки, Республика Беларусь, с. 888-891.
3. МУНТЯН, Е.М., ИЛЬЕВ, П.Б., БАТКО, М.Г., ЯЗЛОВЕЦКИЙ, И.Г. (2013). Использование аттрактантов для контроля численности табачного трипса *Thrips tabaci* Lindeman (*Thysanoptera: Thripidae*) на тепличной культуре лука. В: Агрохимия, №. 4, с. 69-75. ISSN 0002-1881.
4. АТАКАН, Е., САНХИЛАЛ, Р. (2004). Evaluation of yellow sticky traps at various heights for monitoring cotton insect pests. In: Journal of Agricultural Urban Entomology, vol. 21, nr 1, pp. 15-24. ISSN 1523-5475.
5. BYERS, J.A. (2011). Analysis of vertical distributions and effective flight layers of insects: three-dimensional simulation of flying insects and catch at trap heights. In: Environmental Entomology, vol. 40, nr 5, pp. 1210-1222. ISSN 0046-225X.
6. BYERS, J.A. (2012). Estimating insect flight densities from attractive trap catches and flight height distributions. In: Journal of Chemical Ecology, vol. 38, nr 5, pp. 592-601. ISSN 0098-0331.
7. BYERS, J.A. (2009). Modeling distributions of flying insects: Effective attraction radius of pheromone in two and three dimensions. In: Journal of Theoretical Biology, vol. 256. pp. 81-89. ISSN 0022-5193.
8. BYERS, J.A., ANDERBRANT, O., LÖFQVIST, J. (1989). Effective attraction radius: a method for comparing species attractants and determining densities of flying insects. In: Journal of Chemical Ecology, vol. 15, nr 2, pp. 749-765. ISSN 0098-0331.
9. DAVIDSON, M.M., BUTLER, R.C., TEULON, D.A.J. (2009). Pyridine compounds increase thrips (*Thysanoptera: Thripidae*) trap capture in an onion crop. In: Journal of Economic Entomology, vol. 102, nr 4, pp. 1468-1471. ISSN 0022-0493.
10. GILLESPIE, D., VERNONZ, R.S. (1990). Trap catch of western flower thrips (*Thysanoptera: Thripidae*) as affected by color and height of sticky traps in mature greenhouse cucumber crops. In: Journal of Economic Entomology, vol. 83, nr 3, pp. 971-975. ISSN 0022-0493.
11. GHAREKHANI, G.H., GHORBANSYAH, S., SABER, M., BAGHERI, M. (2014). Influence of the colour and height of sticky traps in attraction of *Thrips tabaci* (Lindeman) (*Thysanoptera, Thripidae*) and predatory thrips of family *Aeolothripidae* on garlic, onion and tomato crops. In: Archives of Phytopathology and Plant Protection, vol. 47, nr 4, pp. 2270-2275. ISSN 0323-5408.
12. ISAACS, R., BYRNE, D.N. (1998). Aerial distribution, flight behavior and eggload: inter-relationship during dispersal by the sweet potato whitefly. In: Journal of Animal Ecology, vol. 67, nr 5, pp. 741-750. ISSN
13. JENSER, G., SZÉNÁSI, Á. (2004). Review of the biology and vector capability of *Thrips tabaci* Lindeman (*Thysanoptera: Thripidae*) In: Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, vol. 39, nr 1-3, pp. 137-155. ISSN 0238-1249.
14. LEBEDEV, G., ABO-MOCH, F., GAFNI, G., BEN-YAKIR, D., GHANIM, M. (2013). High-level of resistance to spinosad, emamectin benzoate and carbosulfan in populations of *Thrips tabaci* collected in Israel. In: Pest Management Science, vol. 69, nr 2, pp. 274-277. Online ISSN 1526-4998.
15. MACINTYRE-ALLEN, J. K., SCOTT-DUPREE, C. D., TOLMAN, J. H., HARRIS, C. R. (2005). Evaluation of sampling methodology for determining the population dynamics of onion thrips (*Thysanoptera: Thripidae*) in Ontario onion fields. In: Journal of Economic Entomology, vol. 98, nr 6, pp. 2272-2281. ISSN 0022-0493.
16. PEARSALL, I.A., MYERS J. H. (2001). Spatial and temporal patterns of dispersal of western flower thrips (*Thysanoptera: Thripidae*) in nectarine orchards in British Columbia. In: Journal of Economic Entomology, vol. 94, nr 4, pp. 831-843. ISSN 0022-0493.
17. SHELTON, A.M., ZHAO, J.Z., NAULT, B.A., PLATE, J., MUSSER, F.R., LARENTZAKI, E. (2006). Patterns of insecticide resistance in onion thrips (*Thysanoptera: Thripidae*) in onion fields in New York. In: Journal of Economic Entomology, vol. 99, nr 5, pp. 1798-1804. ISSN 0022-0493.
18. TEULON, D.A.J., DAVIDSON, M.M., HEDDERLEY, D.I., JAMES, D.E., FLETCHER, C.D., LARSEN, L., GREEN, V.C., PERRY, N.B. (2007). 4-Pyridyl carbonyl and related compounds as thrips lures: Effectiveness for onion thrips and New Zealand flower thrips in field experiments. In: Journal of Agriculture and Food Chemistry, vol. 55, nr 15, pp. 6198-6205. eISSN 1520-5118.
19. van TOL, R.W.H.M., JAMES, D.E., de KOGEL, W.J., TEULON, D.A.J. (2007). Plant odours with potential for a push-pull strategy to control the onion thrips, *Thrips tabaci*. In: Entomologia Experimentalis et Applicata, vol. 122, nr 1, pp. 69-76. ISSN 0013-8703.

Data prezentării articolului: 16.06.2016

Data acceptării articolului: 18.08.2016