



Списание за наука

„Ново знание“

ISSN 2367-4598 (Online)

ISSN 1314-5703 (Print)

Академично издателство „Талант“

*Висше училище по агробизнес и развитие на
регионите - Пловдив*

New Knowledge

Journal of Science

ISSN 2367-4598 (Online)

ISSN 1314-5703 (Print)

Academic Publishing House „Talent“

*University of Agribusiness and Rural Development
Bulgaria*

<http://science.uard.bg>

IMPLEMENTATION OF METHODS FOR MONITORING AND CONTROL OF ENEMIES IN AGRICULTURE

Teodora Ilieva

University of agribusiness and rural development, Plovdiv, Bulgaria

Anna Karova

Agricultural University, Plovdiv, Bulgaria

Abstract: One of the most important steps for the implementation of efficient plant protection activities is the accurate determination of the phytosanitary status of the crops and the identification of pests using appropriate methods. A good agricultural plant protection program is the key to making environmentally sound pest management decisions. The need for control and the impact are determined by monitoring pest populations and providing information on their density, population dynamics, and developmental stages. One of the ways is the use of sticky panels for monitoring and traps, which reduce the use of plant protection products and at the same time protect the environment. In this way, modifying agricultural practices and getting closer to nature will help sustainably develop the farm.

Key words: pest monitoring, sticky tapes, sticky boards, traps.

ВНЕДРЯВАНЕ НА МЕТОДИ ЗА МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛ НА НЕПРИЯТЕЛИТЕ В ЗЕМЕДЕЛИЕТО

Теодора Илиева

Висше училище по агробизнес и развитие на регионите, Пловдив

Анна Карова

Аграрен Университет, Пловдив

Резюме: Една от най-важните стъпки за провеждането на ефикасни растително-защитни дейности е точното определяне на фитосанитарното състояние на посевите и идентифициране на вредителите с помощта на подходящи методи и средства.

Добрата програма за растителна защита в земеделието е ключът към вземането на екологично обосновани решения за управление на вредителите. Необходимостта от контрол и въздействието се определят чрез наблюдение на популациите от вредители, което предоставя информация за тяхната поява, плътност, популационна динамика и етапи на развитие. Едни от най-широко прилаганите способности включват използване на лепливи плоскости и капани за мониторинг и за директна борба, посредством които се редуцира употребата на продукти за растителна защита и същевременно се опазва околната среда. По този начин модифицирането на селскостопанските практики и приближаването към природата спомага за устойчивото развитие на стопанството.

Ключови думи: мониторинг, лепливи ленти, лепливи плоскости, капани

Въведение

Опазването на здравето на хората и възстановяването и поддържането на екологичното равновесие в агроecosystemите и природата са приоритети в съвременното земеделие, което в значителна степен се повлиява от дозата и честотата на приложение на синтетични пестициди. Остатъчните количества от тях излагат на риск не само хората, но и животните и фуража за тяхното изхранване (Nesser et al., 2016; Jepson et al., 2020). Освен това те могат да доведат до резистентност в популациите на вредителите (Sawadogo et al., 2020) и да повлияят отрицателно върху нецелевите организми като опрашители и естествени неприязтели (Losey et al., 2006; Chaplin-Kramen et al.; 2011 Kennedy, 2013). Нарушаването на равновесието в природата и намаляването на естествените врагове води до размножаване на вредителите, въпреки третирането със синтетични пестициди (Janssen and van Rijn, 2021), което е широко докладван проблем, свързан с тяхната употреба (Guedes, 2016). Това налага търсенето на алтернативни методи и средства за решаване на проблемите с вредителите и запазване качеството на продукцията. Ефикасност в това направление може да бъде постигната посредством използването на средства за мониторинг, като различни цветове лепливи плоскости, ленти и видове капани, които оказват и частичен контрол с улавянето на индивидите.

Защо е необходим мониторинг на неприязтели в посевите и насажденията?

Земеделските култури се нападат от голям брой неприязтели и причинители на болести, които при липса на подходяща стратегия за контрол, могат да доведат до значително намаляване на качеството и количеството на добивите, както и на цялостната устойчивост на агроecosystemите. Все още растителнозащитните стратегии разчитат до голяма степен на химичния контрол, но съвременните агроecologicalни подходи изискват

активиране на биологичните процеси за доставка на екосистемни услуги и намаляване на употребата на пестициди. Така в съвременните системи на земеделие като биологично производство, биодинамично земеделие, агролесовъдни системи, интегрирано производство, стратегиите за управление на вредителите имат за цел да намалят негативното влияние върху околната среда, като осигурят максимални добиви и намалят разходите (Ehler, 2006).

Земеделието в последните години изпитва все по-силни негативни ефекти от климатичните промени, като мониторингът и контролът на вредителите не правят изключение. Особено силно се повлияват вредните насекоми, тъй като измененията в температурата пряко засягат тяхната биология и екология, включително размножаването, динамиката на популационната плътност, разпространението и взаимодействието им с техните естествени неприятели. Насекомите бързо се адаптират към новите условия и инвазивните видове завладяват нови територии.

В борбата с неприятелите по земеделските култури от съществено значение е времето на третиране на растенията с продукти за растителна защита. Сигурен и надежден метод е използването на прогноза и сигнализация у нас чрез “Бюлетин за поява, развитие, разпространение и сигнализиране на сроковете и начините за борба с вредителите по земеделските култури” за определен период – седмица или месец, издаван от специалистите по растителна защита към областните дирекции по безопасност на храните (ОДБХ). Бюлетините са полезен инструмент за информираност на производителите, но трябва да се отчита фактът, че всяко стопанство се характеризира със специфичен микроклимат, неприятели и степен на нападение. Преките наблюдения за степента на повреда по растенията не могат да дадат точна преценка за популацията и определяне момента на третиране и в стремежа си да опазят продукцията земеделските стопани извършват понякога повече от нужните третириания на растенията с продукти за растителна защита, което от своя страна оскъпява производството. Този проблем може да бъде решен чрез похватите на мониторинга – използване на лепливи плоскости и ленти, както и различни видове капани, чрез които се проследява състоянието на популациите и се определят подходящи средства за защита – интродуциране на биоагенти или употреба на продукти за растителна защита. В допълнение по този начин може да се ограничи и плътността на неприятелите.

Ползите от мониторинг на неприятелите

Оптималното планиране и провеждане на растително-защитни мероприятия е трудна задача и изисква богат опит, комплексен подход и дългосрочна концепция. Болестите и неприятелите причиняват най-сериозните проблеми по културните растения, като намаляват значително получените добиви и пазарната им стойност. Въпреки че прилагането на химични методи е характерно най-вече за интензивното конвенционално производство, а в интегрираните системи и особено в биологичните стопанства приоритет са превантивните мерки, мониторингът е в основата на ефективното и успешно опазване на растителното здраве. Целта на растителната защита при биологичното земеделие е не да унищожи вредителите (плевели, болести и неприятели), а да предотврати щетите от тях и да ги контролира под праговете на икономическа вредност. В биологичното производство вредните и полезните видове се поддържат в динамично равновесие и се възприемат като елементи на биоразнообразието. При преход към биологично производство подходите за растителна защита изискват замяна на синтетичните неразрешени пестициди не с разрешени такива, а с биологични процеси и оптимално използване на екосистемните услуги. Насърчаването на екосистемните услуги може да увеличи възможностите за устойчиво оптимизиране на селскостопанското производство и за производство на здравословни земеделски продукти и храни, които не съдържат остатъчни вещества от

пестициди. Извършването на своевременно мониторинг е от съществено значение за успешните растителнозащитни програми. За поддържане на популациите на вредителите под ПИВ е важно те да бъдат установени във възможно най-ранен етап от появата им и преди масовото намножаване. Ефективният мониторинг трябва да отговаря на четири основни критерия - надеждност, представителност, относимост и практичност, описани подробно от Binns et al. (2000). Той включва периодична оценка на неприятелите по селскостопанските култури (поне веднъж седмично, а при висока популационна плътност и по-често), факторите за природно регулиране (полезните видове насекоми), особеностите на културата (фенофази на развитие) и факторите на околната среда (температура, валежи и др.). Всичко това изисква задълбочени познания върху биологията както на вредителите и техните гостоприемници, така и на полезните видове (хищници и паразити), и потенциалните им възможности за регулиране популационната плътност на вредните видове.

Средства за мониторинг

За разработване и внедряване на ефикасна стратегия за растителна защита е важно да се събира информация както за популационната динамика на вредителите, така и за екологичните фактори, които ѝ оказват влияние. Правилният избор на подходящ метод за мониторинг е от решаващо значение за успешните програми за контрол, прецизното определяне на необходимостта и времето за третиране, както и на последващия ефект. Научните изследвания от последните години показват, че настоящите техники за мониторинг трябва да бъдат адаптирани чрез въвеждане на автоматизирани системи и смарт капани, които да бъдат част от устойчивото производство, като подобрят ранното и бързо откриване на вредителите и техния контрол, подпомогнат намаляването на екологичния отпечатък и подобрят мониторинга в условията на климатични промени (Ćirić et al., 2022). Въпреки това все още сред най-широко използваните средства за мониторинг остават лепливите плоскости и ленти, както и феромоновите капани. Целта е да се прогнозира плътност, при която ще бъдат нанесени щети или намаляване на добивите, така че своевременно да се предприемат действия. Чрез тяхното използване плътността се наблюдава индиректно, като се използва уловът като индикатор на плътността по растението. Затова определянето на връзката между улова и броя индивиди върху растението и съответните загуби в добива са решаващи за вземане на правилни решения за контрол.

Цветни лепливи плоскости

Лепливите плоскости и ленти са отличен вариант за мониторинг и директен контрол срещу различни видове неприятели. Те са лесно достъпни за фермерите и не изискват значителни финансови средства или специфично обучение. Произвеждат се от пластмаса с най-високо качество, годна за рециклиране, което гарантира дълъг живот. Използваното лепило е нетоксично, водоустойчиво и не изсъхва, не омеква и не се разтича при топло време. Тези плоскости са подходящи за дългосрочно наблюдение и могат да предоставят количествени данни за видовете насекоми. Навременното поставяне и осигуряване на достатъчен брой от лепливи плоскости на единица площ може да доведе до значително ограничаване на разпространението и плътността на вредителите. Основното им приложение е в условия на оранжерийно отглеждане на култури, но могат да служат за мониторинг и при производство на открито.

Цветните лепливи плоскости са широко използвани в световен мащаб. Разработката им като средство за мониторинг е продиктувана от факта, че много насекоми имат предпочитания към светлина с определена дължина на вълната. Лепливите уловки могат да бъдат в различен цвят в зависимост от видовете неприятели, които са обект на мониторинг или контрол. **Жълтият цвят** е универсален. Използва се за улавяне на белокрылки, мухи,

въшки и др. **Черният цвят** се използва успешно за доматения миниращ молец, **светло синият цвят** привлича трипси, **червеният цвят** – цикади, а **белият цвят** - дървеници.

Сред най-широко използваните са жълтите лепливи плоскости, които са въведени като средство за наблюдение през 1980^{-те} години, обект са на изследване в продължение на десетилетия и са включени в програми за контрол на различни насекоми като белокрылки, трипси, листоминиращи мухи и други неприятели по редица култури в оранжерии и на открито. В оранжерии служат за определяне на началото на летеж и ранно установяване на вредителите, както и за прогноза на относителната плътност и мониторинг на възрастните, особено *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856) и *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Gillespie & Quiring, 1987).

Според Ekbohm и Rumei (1990) жълтите лепливи плоскости са едни от най-ефикасните техники за мониторинг при условие, че е определено оптималното им разположение за конкретния вид и култура. Те намират по-голямо приложение в оранжерии, отколкото на открито. Въпреки че лепливите плоскости се използват основно за мониторинг, те са приложими и като метод за контрол в зависимост от условията на отглеждане (Lu et al, 2012). Редица автори проучват потенциала им за потискане на популациите на вредните видове самостоятелно или в комбинация с други стратегии или капанни култури. Moreau и Isman (2011) сравняват ефикасността на жълти лепливи плоскости и капанни култури (патладжан и тиква) за мониторинг и контрол на *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856) при отглеждане на пипер. Жълтите плоскости са най-ефикасни за улавяне на възрастни белокрылки, както и за намаляване на яйцеснасянето по пипера. По отношение на капанните култури много повече индивиди са установени по патладжана в сравнение с тиквата. Нито една от двете капанни култури обаче не намалява значително популациите на възрастните белокрылки. Комбинацията от жълти лепливи плоскости и паразитоиди е ефективен метод за контрол на *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (*Hemiptera: Aleyrodidae*) в оранжерии, но не и на открито. В оранжерийни условия жълтите лепливи плоскости значително намаляват популациите на белокрыката, но на открито почти не се установява разлика в числеността между полетата с лепливи плоскости и тези без лепливи плоскости. Pinto-Zevallos и Vänninen (2013) определят жълтите лепливи плоскости като ключов компонент на интегрираната растителна защита за някои неприятели в оранжерийното производство. Допълнителни проучвания са необходими обаче за визуални средства, които да подобрят улавянето, както и върху комбинирането на жълти плоскости с други стратегии.

Едновременният мониторинг на вредителите и техните хищници представлява особен интерес при внедряването и използването на биоагенти. Vöckmann и Meyhöfer (2017) например проучват възможностите наличните на пазара цветни лепливи плоскости да бъдат използвани като средство за мониторинг на популационната плътност в системата вредител-хищник при оранжерийното производство на домати. Те установяват, че *Macrolophus pigmaeus* (Rambur, 1839) (*Hemiptera: Miridae*) може да бъде наблюдаван еднакво добре със сини и жълти плоскости, като в производствени условия по-голям брой хищни дървеници са уловени върху сините в сравнение с жълтите плоскости. Но поради известното предпочитание на *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856) жълтите могат да бъдат използвани за комбиниран мониторинг, като броят уловени индивиди кореспондира с популационната плътност в културата. Основни фактори, които оказват влияние върху ефикасността на лепливите плоскости за мониторинг и масово улавяне, са броят, времето и мястото на разполагане в различните фенофази от развитието на растението-гостоприемник.

За да се проследи в най- ранна фаза от развитието на растенията появата и числеността на вредителите, плоскостите се поставят непосредствено след засаждането на културата, първоначално около входовете и прозорците на оранжерии, на разстояние

20-30 см от растежния връх на растенията. За мониторинг обикновено са достатъчни 10-15 броя/дка, като трябва да бъдат разпределени по ъглите и в центъра на оранжерията/полето. Навременото обследване на плоскостите дава ясна представа за плътността, фазата на развитие и вида неприятели в конкретното съоръжение или поле. Плоскостите са разграфени на по-малки фигури за по-лесно обследване и броене на неприятелите попаднали върху тях. Налице са редица подходи и технологични иновации, които подобряват практичността чрез намаляване на усилията и времето, необходими за отчитане на насекомите, методи за улесняване идентификацията на видовете в смесени популации на уловката. Алтернатива на лепливите плоскости са лепливите ленти, които се опъват на два или три реда по конструкцията на оранжерията в крайщата ѝ и по редовете.

Използването им за наблюдение на вредителите в оранжерии е стандартен начин да се помогне за намаляване на общите разходи за управление на вредителите, когато са съчетани с инспекции на растенията. Някои оранжерийни неприятели обаче не се улавят на лепливите плоскости и ленти, а крилатите форми обикновено не се появяват, докато нивата на популациите не са високи. Поради това тези средства трябва да се използват в комбинация с визуални растителни инспекции, за да се потвърди наличието на икономически вредни популации вредители.

Феромонови капани

Феромоновите капани са друго широко използвано средство за мониторинг на насекомите, но са най-ефикасни при ниска популационна плътност. Основно тяхно предимство е, че не застрашават полезните видове и могат да доведат до дълготрайно намаляване на популациите на вредителите, което не може да се постигне с употребата на химични пестициди (Witzgall et al, 2010). Освен това изискват по-малко работна ръка, което намалява и разходите (Mullen and Dowdy, 2001). Употребата им е в три основни направления: мониторинг на неприятелите (ефективно средство за ранно откриване на насекомите), контрол чрез масово улавяне (с използване на голям брой капани за намаляване на популациите на вредителите) и контрол чрез нарушаване на размножаването с използване на синтетични феромони, чрез които възрастните се дезориентират, не могат да се открият и да копулират (Campion, 1983).

Броят на уловените насекоми е в зависимост от три основни фактора – дизайн на капана, разположение и плътност (Subchev et al, 1994, Jacquelyn et al., 2008). Ahmad and Kanarudin (2011) считат, че такъв фактор може да бъде и размерът на лепнещата повърхност. Разработването на ефикасен и практичен дизайн на капаните е от решаващо значение за осигуряване на по-голям дял на феромоните като част от растително-защитните стратегии. (Cross et al, 2006).

Дизайнът на капаните и дозата на феромоните са тясно свързани. Когато те се определят, необходимо е да се прецени къде ще се разположат капаните. Редица изследвания показват, че височината на капана не оказва влияние върху броя уловени пеперуди (Boo and Jung, 1998). Позиционирането на капана обаче трябва да осигурява представителен брой уловени възрастни, да има икономична поддръжка и лесен достъп. Цветът на капаните също може да бъде фактор за тяхната ефикасност.

Освен по отношение на мониторинга много проучвания в световен мащаб са посветени и на възможностите за контрол на вредителите чрез масов улов с феромонови капани (Smit et al., 2001; Alpizar et al., 2002; Norman and Othman, 2006; Norman et al., 2010). Witzgall et al (2010) заключават, че масовият улов е икономически по-изгоден в сравнение с нарушаването на копулацията поради по-малките количества феромони. Масовият улов намалява популациите на възрастните и води до намаляване на числеността на следващите поколения, напълно е съвместим с биологичния контрол и с минимален ефект върху околната среда и човешкото здраве. Ahmed and Kanarudin (2011) предлагат разработване

на такива методи за контрол на няколко вредни вида едновременно, за да се намали необходимостта фермерите да използват продукти за растителна защита за други насекоми.

Капаните **Delta trap** са сред най-широко използваните (Cardé and Elkinton, 1984). Те са с лепнеща вътрешна част и триъгълна форма, устойчива на вятър и дъжд. Прилагат се за борба и мониторинг на пеперуди и молци в оранжерии и открити площи. Действието на капана е съвместно с феромонов диспенсер, който се поставя в центъра на капана. Мъжките индивиди се привличат от феромона и попадат в капана, където залепват и не могат да излетят. При много висока популационна плътност обаче лепнещите капани могат да станат неефективни поради залепването на твърде много насекоми върху повърхностите (Ahmad and Kanarudin, 2011). Като алтернатива могат да се използват водни капани.

Други широко използвани капани са **Funnel Trap** - капан за мониторинг и борба на неприятелите от род *Lepidoptera*. Тези капани са от две части: прозрачна пвц секция и капак, в центъра на който е монтирана кошничка за поставяне на феромон. Капанът се използва в комбинация с феромонов диспенсър. Насекомите привлечени от феромона летят около капана, докато не попаднат вътре в него, след което не могат да излязат. В пвц килията може да се постави течност, в която попадналите насекоми да се удавят.

Заклучение

Мониторингът на появата, разпространението и популационната динамика на вредителите са от изключителна важност за разработването, прилагането и ефективността на съвременните растително-защитни стратегии. Установяването на периодите на поява и мигриране на вредните видове позволява на фермерите да вземат подходящи и навременни решения за опазване на растителното здраве. Цветните лепливите плоскости и ленти, и феромоновите капани са широко разпространен лесен и удобен начин за мониторинг, приложим без ограничения и в биологичното производство. Освен за целите на мониторинга те могат да се използват успешно и за директна борба и ограничаване на плътността на неприятелите без използването на химични средства.

Литература

1. Ahmad, S. N., N. Kamarudin. (2011). Pheromone trapping in controlling key insect pests: progress and prospects. *Oil Palm Bulletin* 62: 12-24.
2. Alpizar, D., M. Fallas, A. C. Oehlschager, L. M. Gonzalez, C. M. Chinchilla, J. Culgarelli. (2002). Pheromone mass trapping of the West Indian sugarcane weevil and the American palm oil (*Coleoptera: Curculionidae*) in palmito palm. *Florida Entomologist*, 85: 426-430.
3. Binns, M. R., J. P. Nyrop, W. van der Werf. (2000). *Sampling and Monitoring in Crop Protection* (first ed.), CABI Publishing, New York. 284 pp.
4. Boo, K. S. C. H. Jung. (1998). Field tests of synthetic sex pheromone of the apple leafminer moth, *Phyllonorycter ringoniella*. *J. Chemical Ecology*, 24 (12): 1939-1947.
5. Böckmann, E., R. Meyhöfer. (2017). Sticky trap monitoring of a pest–predator system in glasshouse tomato crops: are available trap colours sufficient? *Journal of Applied Entomology*, Vol. 141, issue 5, June 2017, p. 339-351.
6. Champion, D. G. (1983). Pheromones for control of insect pests in Mediterranean countries. *Crop protection*. Vol. 2, issue 1, p. 3-16.
7. Cardé, R. T. J. S. Elkinton. (1984). Field trapping with attractants: Methods and interpretation. *Techniques in Pheromone Research* (Hummel, H E and Miller, T A eds.). Springer, New York. p. 111-129.
8. Chaplin-Kramen, R. O., M. Rourke, E. J. Blitzer, C. Kremen. (2011). A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. *Ecol. Lett.* 14, 922–932. (doi:10.1111/j.1461-0248.2011.01642.x).

9. Čirjak, D., Iv. Miklečić, D. Lemić, Kos. Tomislav, Iv. Pajač Živković. (2022). "Automatic Pest Monitoring Systems in Apple Production under Changing Climatic Conditions" *Horticulturae* 8, no. 6: 520. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8060520>.
10. Cross, J. V., D. R. Hall, P. J. Innocenzi, H. Hesketh, C. N. Jay, C. M. Burgess, (2006b). Exploiting the aggregation pheromone of strawberry blossom weevil *Anthonomus rubi* (Coleoptera: Curculionidae): Part 2. Pest monitoring and control. *Crop Protection*, 25 (2): 155-166.
11. Ehler, L. E. (2006). Integrated pest management (IPM): Definition, historical development and implementation, and the other IPM. *Pest Manag. Sci.* 62, 787–789.
12. Ekbohm, B. S., Xu Rumei. (1990). Sampling and spatial patterns of whiteflies. pp. 107-121. In D. Gerling (ed.) *Whiteflies: their bionomics, pest status and management*. Intercept, Andover.
13. Gillespie, D. R., (1987). Don Quiring. Yellow Sticky Traps for Detecting and Monitoring Greenhouse Whitefly (*Homoptera: Aleyrodidae*) Adults on Greenhouse Tomato Crops, *Journal of Economic Entomology*, Volume 80, Issue 3, 1 June, Pages 675–679, <https://doi.org/10.1093/jee/80.3.675>.
14. Guedes, R. N. C., G. Smagghe, J. D. Stark, N. Desneux. (2016). Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs. *Annu. Rev. Entomol.* 61, 43–62. (doi:10.1146/annurev-ento-010715-023646).
15. Jacquelyn, L. B., A. B. John, R. S. Cesar. (2008). Evaluation of color traps for monitoring *Lygus* spp.: design, placement, height, time of day, and non-target effects. *Crop Protection*, 27 (2): 171- 181.
16. Janssen, A, van Rijn PCJ. (2021). Pesticides do not significantly reduce arthropod pest densities in the presence of natural enemies. *Ecol. Lett.* 24, 2010–2024. (doi:10.1111/ele.13819).
17. Jepson, P.C., K. Murray, O. Bach, M. A. Bonilla, L. Neumeister. (2020). Selection of pesticides to reduce human and environmental health risks: a global guideline and minimum pesticides list. *Lancet Planet Health* 4, e56–e63. (doi:10.1016/S2542- 5196(19)30266-9).
18. Kennedy, C. M. et al. (2013). A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. *Ecol. Lett.* 16, 584–599. (doi:10.1111/ele.12082).
19. Losey, E. J., M. Vaughan, J. E. Losey, M. Vaughan. (2006). The economic value of ecological services provided by insects. *Bioscience* 56, 311–323. (doi:10.1641/ 0006-3568(2006)56[311:tevoes]2.0.co;2).
20. Lu, Y., Bei Yawei, Zh. Jinming. (2012). Are yellow sticky traps an effective method for control of sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, in the greenhouse or field?, *Journal of Insect Science*, Volume 12, Issue 1, 113, <https://doi.org/10.1673/031.012.11301>.
21. Moreau, T. L., M.B. Isman. (2011). Trapping whiteflies, A comparison of greenhouse whitefly (*Trialetrodes vaporariorum*) responses to trap crops and yellow sticky traps. *Pest Manag. Sci.*, 67, 408–413.
22. Mullen, M. A., A. K. Dowdy. (2001). A pheromone-baited trap for monitoring the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Hübner). *Journal of Stored Products Research*. Volume 37, Issue 3, July 2001, Pages 231-235.
23. Nesser, G. A. A., A. O. Abdelbagi, A. M. A. Hammad, M. Tagelseed, M. D. Laing. (2016). Levels of pesticides residues in the White Nile water in the Sudan. *Environ. Monit. Assess.* 188, 374. (doi:10.1007/ s10661-016-5367-3).
24. Norman, K., A. Othman. (2006). Potentials of using the pheromone trap for monitoring and controlling the bagworm, *Metisa plana* Wlk (*Lepidoptera: Psychidae*) on young oil palm in a smallholder plantation. *J. Asia-Pacific Entomology*, 9 (3): 281-285.
25. Norman, K. S., A. Nurulhidayah, A. Othman, W. Mohd Basri, (2010). Pheromone mass trapping of bagworm moths, *Metisa plana* Walker (*Lepidoptera: Psychidae*), for its control in mature oil palms in Perak, Malaysia. *J. Asia-Pacific Entomology*, 13 (2): 101-106.

26. Pinto-Zevallos Delia, M., Ir. Vänninen. (2013). Yellow sticky traps for decision-making in whitefly management: What has been achieved? *Crop protection*. Vol. 47, p. 74-84.

27. Sawadogo, M. W., I. Somda, S. Nacro, A. Legrève, F. J. Verheggen. (2020). Insecticide susceptibility level and control failure likelihood estimation of Sub-Saharan African populations of tomato leafminer: evidence from Burkina Faso. *Physiol. Entomol.* 45, 147–153. (doi:10.1111/phen.12332).

28. Smit, N., M. Downham, P. Laboke, D. R. Hall, B. Odongo. (2001). Mass trapping male *Cylas spp.* with sex pheromones: a potential IPM component in sweet potato production in Uganda. *Crop Prot.*, 20: 643-651.

29. Subchev, M. A., R. Moskova, G. Tzankov. (1994). Attraction of *Thaumetopoea pityocampa* Denis & Schiff. by synthetic sex pheromone in the field. *Pheromones*, 4: 3-10.

30. Witzgall, P., P. Kirsch, A. Cork. (2010). Sex Pheromones and Their Impact on Pest Management. *J Chem Ecol* 36, 80–100, <https://doi.org/10.1007/s10886-009-9737-y>.