

Основни насекомни неприятели от разред *Lepidoptera* при тютюн (Обзор)

Жеко Радев

Селскостопанска Академия, Институт по тютюна и тютюневите изделия, Марково, 4108, България
E-mail: zhekoradev@abv.bg

Резюме

Направен е кратък литературен преглед на основните ентомологични вредители от разред *Lepidoptera* при тютюн. Представени са икономически важните видове неприятели за територията на България и други страни по света, нанасящи сериозни щети на тютюневите растения в резултат на хранителната си дейност. Представени са предпочитанията към растенията и механизмите на повреда. Разгледани са вредоносните стадии от развитието на вредителите, както и чувствителните органи на тютюна, които се нападат от тях. Представени са някои методики и стратегии на контрол на неприятелите.

Ключови думи: тютюн; насекомни неприятели; *Lepidoptera*

Main insect pests of order *Lepidoptera* on tobacco (Review)

Zheko Radev

Agricultural Academy, Tobacco and tobacco products institute, Markovo, 4108, Bulgaria
E-mail: zhekoradev@abv.bg

Citation

Radev, Zh. (2022). Main insect pests of order *Lepidoptera* on tobacco (Review). *Bulgarian Journal of Crop Science*, 59(3) 40-46 (Bg).

Abstract

A brief literature review of the main entomological pests from order *Lepidoptera* on tobacco was done. The economically important types of pests in Bulgaria and other countries around the world, causing serious damage of tobacco plants as a result of their food activities, are presented. Preferences for plants and mechanisms of damage are presented. The harmful stages of pest development are considered, as well as the sensitive organs of tobacco, which are attacked by pests. Some methodologies in the strategy of pest's control are presented.

Key words: tobacco; insect pests; *Lepidoptera*

ПРОБЛЕМИ С НЕПРИЯТЕЛИТЕ ПО ТЮТЮНА

Тютюнът е техническа култура, която заема своя дял в селското стопанство. Културата се напада от голям брой насекомни неприятели и при благоприятни условия значително се размножават, и увеличават своята плътност. Неприятелите по този начин причиняват сериозни поражения и загуби. Според данни на Dimitrov

et al. (2005) загубите и щетите, причинени от насекоми са в порядъка на 15-18%.

Познаването на неприятелите по тютюна, тяхната биология, периодът им на появяване в тютюневите насаждения, характерните повреди нанесени от тях, междинните и основните им гостоприемници, извършването на правилни и качествени агротехнически, растителнозащитни и други мероприятия, води до лимитиране на вредителите под прагът им

на икономическа вредност и по-високи добиви.

НЕПРИЯТЕЛИ ОТ РАЗРЕД LEPIDOPTERA

Едни от основните неприятели по тютюна са от разред Lepidoptera. Представителите от този разред са в състояние да лимитират съществено добивите, като повредите нанасят гъсениците, изгривайки различни части на растенията. Това налага извършването на качествен растително защитен контрол за редуциране на загубите и получаването на повече продукция.

Видът *Helicoverpa armigera* Hübner се отнася към Heliiothinae (Lepidoptera: Noctuidae), който включва около 365 вида (Cho et al., 2008), а според Rogue (2013) - 381 вида. Представителите са в състояние да нанесат сериозни икономически щети, дори когато са с ниска плътност, и нападат генеративните органи (Ferry et al., 2004). Неприятеля преминава през пълна метаморфоза, а женските снасят през нощта по всички части на растенията (Mensah, 1996). Разполага с висока репродуктивност, снасяйки до 3000 яйца (Naseri et al., 2011). Именно тази изключително висока яйценосна дейност е в основата на големите щети които нанася неприятеля. Мъжките индивиди живеят средно 9.2 дни, а женските - 11.7 дни (Ali et al., 2009). Видът е разпространен в цял свят и нанася големи вреди (Sharma, 2005). Неприятелят има голям капацитет за увреждане на културите, екологична пластичност (Fitt, 1989) и висока способност на равномерно разпределение (Drake, 1991). Тези му особености го характеризират, като изключително опасен неприятел по редица култури в световен мащаб. Неприятелят е един от основните селскостопански вредители в света (Yu et al., 2008). На територията на югоизточна Африка напада различни култури и тютюн включително (Annecke & Moran, 1982). Zalucki & Furlong (2005) отчитат масово разпространение на памуковата нощенка в света. В Бразилия видът е бил карантинен неприятел до 2013, когато е установен за първи път в няколко щата (Czepak et al., 2013).

Памуковата нощенка е силно изразен полифаг, напада растения от голям брой семейства. Гъсениците ѝ имат голям брой гостоприемници

(Suzana et al., 2015), пластични са и лесно могат да оцеляват. Според проучвания направени от Feng et al. (2004) възрастните представители имат способността да изминават изключително дълги разстояния и да се заселват в културните насаждения. Cunningham & Zalucki (2014) считат *H. armigera* за икономически най-вредният представител от род *Helicoverpa*. Представена е от Dimitrov et al. (2005) като неприятел, който нанася огромни щети в тютюнопроизводството, най-вече в семепроизводните насаждения, на по-късен етап Radev (2021) също я споменава.

Според Ruan & Wu (2001) за развитието на ларвата на памуковата нощенка е важна консумацията на листна маса или комбинация от листа и репродуктивни части. Liu et al. (2010) установяват повече консумация на репродуктивни части, а Kakimoto et al. (2003) отричат. Yan et al. (2005) установяват, че тютюневите растения отделят летливи вещества, които се получават при нападение и повреда от памуковата нощенка и *Helicoverpa assulta* Guenée, а тези вещества привличат вида *Campoletis chlorideae* Uchida. Анализът показва, че неповредени тютюневи листа отделят четири съединения, докато повредените тринадесет. При нападение от *H. armigera* се получава β -пинен, докато (Z)-3-хексенал се получава от *H. armigera* и *H. assulta*.

Характерно за възрастните представители на редица насекоми неприятели е избирателността им при храненето с нектар и цветен прашец, като не всички растителни видове са предпочитани и посещавани. Явно при памуковата нощенка липсват такива предпочитания и затова тя напада редица флорални видове, като им нанася значителни повреди, особено по културните.

Памуковата нощенка е полифаг, а *H. assulta* олигофаг. Имат сходни особености и се срещат заедно по тютюна, като важни вредители. *H. assulta* е известен още като ориенталски тютюнев червей, видът е мигриращ и е установен в редица страни (Xia et al., 2009). Jallow & Zalucki (2003) отчитат, че генетичното влияние оказва значение върху степента на повредите. Видът все още не се среща в България и се отнася към карантинните.

Борбата срещу памуковата нощенка е трудна и зависи от редица фактори. Автори като

Joussen et al. (2012) и Qayyum et al. (2015) установяват резистентност на неприятеля към инсектициди. Като метод в растителната защита срещу нападение от *H. armigera* за уловки може да се използват растителни видове, които са по-привлекателни за вида (Murray & Titmarsh, 1990). Разработват се методики за регулиране на неприятеля с цел минимална употреба на пестициди и максимално действие на естествените врагове (Mensah, 2002). Въпреки употребата на инсектициди за регулиране плътността на неприятеля, се получава противоположен ефект (Sarode, 1999). Забелязва се резистентност и към *Bacillus thuringiensis* Berliner (Gahan et al., 2010). *C. chloridae* е ларвен ендопаразитоид по *H. armigera* (Sun et al., 2019), който може да го лимитира. По-голям ефект се постига чрез използването на феромони (Witzgall et al., 2010), устойчиви сортове и такива, които отблъскват неприятелите (McCallum et al., 2012).

Авторите Kessler & Baldwin (2001) споменават, че тютюна произвеждайки никотин и отделяйки летливи вещества може да се защитава от вредители. Според Self et al. (1964) никотина е едно от най-ефективните вещества за защита на растенията, но неприятелите по тютюна са способни да се адаптират към него. Преодоляването на токсичните вещества отделяни от растителния гостоприемник, може би е в тясна връзка с резистентност към инсектициди (Heckel et al., 1998). Неприятелите *H. armigera* и *H. assulta* са приспособени към никотина, като не са открити растежни ефекти върху тях, когато са били хранени с храна съдържаща 0.5 % никотин (Dong et al., 2002). Според Zong & Wang (2004) при храненето си с тютюневи растения двата вида отделят секрети, които потискат натрупването на никотин.

Памуковата нощенка има изявени предпочитания към културните растения, но атакува и плевелни, особено тези в непосредствена близост до културните площи. Именно този аспект играе важна роля за нейната адаптивност, пластичност и големите икономически щети които нанася по културните растения. Gu & Walter (1999) определят градинския кострец *Sonchus oleraceus* L. за неин гостоприемник. Насекомото се характеризира с предпочитания към растения във фенофаза цъфтеж (Parsons, 1940). Тютюна

е силно притегателен за памуковата ноценка (Zalucki et al., 2012). Firempong & Zalucki (1989) са установили, че в Австралия цъфтящия тютюн е предпочитано растение за снасяна на яйца и отглеждане на поколения. Според Cotter & Edwards (2006) неприятеля няма изразено предпочитание към видовете растителни гостоприемници. Яйценосната дейност на видът зависи от растителния гостоприемник (Sheck & Gould, 1995) и от размера на площта му (Pyke et al., 1987).

Растежа и развитието на гъсениците е в тясна връзка с качеството на храната. При консумация на качествени храни памуковата ноценка развива по-големи какавиди (Daryaei et al., 2007), което води до увеличаване на плодовитостта ѝ (Paşa et al., 2012). В следствие на това памуковата ноценка снася повече яйца по тези флорални видове (Cunningham et al., 1998). Тютюна се отглежда на големи и компактни площи и може би това е една от причината, предпочитаността му от неприятеля.

Друг неприятел по тютюна от Lepidoptera е тютюневия пъпков червей *Heliothis virescens* Fabricius, който напада повече от 19 растителни вида (Blanco et al., 2007). Тютюневият пъпков червей предпочита да снася яйца върху растителни видове от Solanaceae в това число и тютюн (Bergvinson, 2005). Според De Moraes et al. (2001) ароматите от повредени тютюневи растения потискат яйценосната дейност на тютюневия пъпков червей. Видът все още не се среща в България и се отнася към карантинните.

Agrotis segetum Denis and Schiffermuller е друг икономически важен насекомен неприятел в Европа, Азия и Африка (Jakubowska et al., 2005), хранещ се с корените на редица култури (Erasmus et al., 2010), в това число и на тютюна (Dimitrov et al., 2005). Ларвите се отнасят към червеите и основно обитават почвата (Bourner & Coq, 2004). Валежите и влажността на почвата са ключов фактор за смъртността в първа и втора ларвна възраст на *A. segetum* (Esbjerg et al., 1986).

На територията на България през средата на XX за първи път е регистриран видът *Phthorimaea operculella* (Zeller) нанесъл сериозни загуби по тютюна и картофите (Tsalev, 1952). Според Debano et al. (2010) произхожда от Южна Америка.

Картофения молец се характеризира с летен на къси разстояния до 30 m (Cameron et al., 2002), голям процент от индивидите са нелетящи особено през период на яйцеснасяне (Foley, 1985). В следствие на това се лимитира естественото и разпространение на голямо разстояние (Crespo-Perez et al., 2011). Проявява висока адаптивност към климатичните фактори и условия (Keller, 2002) и голяма репродуктивна способност (Foot, 1979). При подходящи климатични условия се срещат възрастни в периода март-декември, а през юли популацията се увеличава. Индивидите летят при средно-седмична температура над 6.3 °C (Vaneva-Gancheva et al., 2017). Редица автори също установяват голям брой неприятели през по-късната част на годината (Rondon et al., 2008).

През последните две десетилетия се забелязва намажаване при тютюна, в това число и в България (Vaneva-Gancheva & Grigorova, 2010), нанася сериозни вреди минирайки листата (Rondon, 2010). Едрolistните тютюни са изложени на най-голям риск. Тютюнът е отличен гостоприемник за неприятеля през целият му период на вегетация. Видът е установен като неприятел по тютюна от края на XIX век (Chittenden, 1913) и нанася сериозни щети в световен мащаб (Rondon & Gao, 2018). В Китай, картофения молец е регистриран за първи път по тютюна през 1937, а в момента е масово разпространен в страната (Gao, 2018). При улавянето на повече от осем молци седмично чрез феромонови уловки през юни и повече от двадесет на седмица през юли, тютюневите растения са под висок риск (Vaneva-Gancheva et al., 2016). Неприятеля предпочита долните поясни листа (Kroschel et al., 2013). Борбата срещу него е трудна заради биологичната му особеност, препоръчва интегрирана методика, защото развива резистентност към редица инсектициди (Gao & Zhou, 2020). Най-добри резултати за контрол на неприятеля по тютюна показват хлорантранилипрол (Lawrens, 2009) и индоксакарб срещу млади гъсеници (Dobie, 2010; Vaneva-Gancheva & Dimitrov, 2013). Ефективната борба с инсекта е през периодите на пиковата му поява и фенологията (Mbata et al., 2014).

Анализирайки данните по отношение на адаптивността на неприятелите към химическите средства, лимитиране на използването

на синтетичните препарати, с цел опазване на околната среда трябва да се обърне по-голямо внимание на интегрираната растителна защита. По този начин ще се засили и биологичният контрол от страна на хищниците. Правилните подходи и приложение на щадящи методики и механизми ще доведат също до устойчиви екосистеми. Независимо от това, че досега са открити и разработени такива методики и механизми, приложението им е все още ограничено. У нас изследванията и приложенията на интегрираните подходи за растителна защита са също лимитирани.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проучванията върху разпространението, поведението и щетите нанесени по тютюна от основните неприятели през следващите години ще бъдат необходими поради глобалното затопляне и климатичните изменения в световен мащаб. Тези изменения могат да причинят затруднение при борбата срещу неприятелите и да доведат до разработване на нови адекватни стратегии и подходи за контрол, и лимитиране на вредителите. Борбата срещу неприятелите същевременно трябва да е в тясна връзка и със състоянието, и поведението на полезната ентомофауна, за да не се допусне природен дисбаланс в тази насока. Комплексни проучвания по отношение на структурата и състава на ентомофауната при тютюна ще са необходими, за да се осъществят интегрирани стратегии за контрол.

ЛИТЕРАТУРА

- Ali, A., Choudhury, R. A., Ahmad, Z., Rahman, F., Khan, F. R., & Ahmad, S. K. (2009). Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 4(1), pp. 99-106.
- Annecke, D. P. & Moran, V. C. (1982). *Insects and Mites of Cultivated Plants in South Africa*. Butterworths, Pretoria, South Africa.
- Bergvinson, D. J. (2005). *Heliothis/Helicoverpa* problem in the Americas: Biology and Management. In: *Heliothis/Helicoverpa management: emerging trends and strategies for future research*. Oxford and IBH Publishing, New Delhi, India, 7-37.
- Blanco, C. A., Tera'n-Vargas, A. P., Lo'pez Jr., J. D., Kauffman, J. V. & Wei, X. K. (2007). Densities of

- Heliothis virescens* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in three plant hosts. *Florida Entomologist*, 90(4), pp. 742-750.
- Bourner, T. C. & Cory, J. S.** (2004). Host range of an NPV and a GV isolated from the common cutworm, *Agrotis segetum*: pathogenicity within the cutworm complex. *Biological Control*, 31(3), pp. 372-379.
- Cameron, P. G., Walker, G. P., Penny, G. M. & Wigley, P. J.** (2002). Movement of potato tuberworm (Lepidoptera: Gelechiidae) within and between crops, and some comparisons with Diamondback Moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Environmental Entomology*, 31(1), pp. 65-75.
- Chittenden, F. H.** (1913). The potato tuber moth. *USDA Bulletin*, 557, pp. 1-7.
- Cho, S., Mitchell, A., Mitter, C., Regier, J., Matthews, M. & Robertson, R.** (2008). Molecular phylogenetics of heliothine moths (Lepidoptera: Noctuidae: Heliothinae), with comments on the evolution of host range and pest status. *Systematic Entomology*, 33(4), pp. 581-594.
- Crespo-Perez, V., Rebaudo, F., Silvain, J. F. & Dangles, O.** (2011). Modeling invasive species spread in complex landscapes: the case of potato moth in Ecuador. *Landscape Ecology*, 26(10), pp. 1447-1461.
- Cotter, S. C. & Edwards, O. R.** (2006). Quantitative genetics of preference and performance on chickpeas in the noctuid moth, *Helicoverpa armigera*. *Heredity*, 96(5), pp. 396-402.
- Cunningham, J. P., Jallow, M. F. A., Wright, D. J. & Zalucki, M. P.** (1998). Learning in host selection in *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Animal Behavior*, 55(1), pp. 227-234.
- Cunningham, J. P. & Zalucki, M. P.** (2014). Understanding Heliothine (Lepidoptera: Heliothinae) Pests: What is a Host Plant? *Journal of Economic Entomology*, 107(3), pp. 881-896.
- Czepak, C., Albernaz, K. C., Vivan, L. M., Guimaraes, H. O. & Carvalhais, T.** (2013). Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia*, 43(1), pp. 110-113 (Pt).
- Daryaei, G. M., Darvishi, S., Etebari, K. & Salehi, M.** (2008). Host preference and nutrition efficiency of the gypsy moth, *Lymantria dispar* L. (Lymantriidae: Lepidoptera), on different poplar clones. *Turkish Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 32(6), pp. 469-476.
- Debano, S. J., Hamm, P. B., Jensen, A., Rondon, S. I. & Landolt, P. J.** (2010). Spatial and temporal dynamics of the potato tuberworm (Lepidoptera: Gelechiidae) in the Columbia Basin of the Pacific Northwest. *Environmental Entomology*, 39(1), pp. 1-14.
- De Moraes, C. M., Mescher, M. C. & Tumlinson, J. H.** (2001). Caterpillar-induced nocturnal plant volatiles repel nonspecific females. *Nature*, 410(6828), pp. 577-580.
- Dimitrov, A., Bozukov, H., Nikolov, P. & Drachev, D.** (2005). *Tobacco Production for Farmers*. Videnov i sin & Pantaneo, Sofia, (Bg).
- Dobie, Ch. H.** (2010). Pesticide susceptibility of potato tuberworm in the Pacific Northwest. MSc thesis. Washington, USA.
- Dong, J. F., Zhang, J. H. & Wang, C. Z.** (2002). Effects of plant allelochemicals on nutritional utilization and detoxification enzyme activities in two *Helicoverpa* species. *Acta Entomologica Sinica*, 45(3), pp. 296-300 (Cn).
- Drake, V. A.** (1991). Methods for studying adult movement in *Heliothis*. In: *Heliothis: Research Methods and Prospects*. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 109-121.
- Erasmus, A., Van Rensburg, J. B. & Van den Berg, J.** (2010). Effects of Bt maize on *Agrotis segetum* (Lepidoptera: Noctuidae): a pest of maize seedlings. *Environmental Entomology*, 39(2), pp. 702-706.
- Esbjerg, P., Nielsen, J. K., Philipsen, H., Zethner, O. & Øgaard, L.** (1986). Soil moisture as a mortality factor for cutworms, *Agrotis segetum* Schiff. (Lep., Noctuidae). *Journal of Applied Entomology*, 102(1-5), 277-287.
- Feng, H. Q., Wu, K. M., Cheng, D. F. & Guo, Y. Y.** (2004). Northward Migration of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and Other Moths in Early Summer Observed with Radar in Northern China. *Journal of Economic Entomology*, 97(6), pp. 1874-1883.
- Ferry, N., M., Edwards, G., Gatehouse, J. A. & Gatehouse, A. M. R.** (2004). Plant-Insect Interactions: Molecular Approaches to Insect Resistance. *Current Opinion in Biotechnology*, 15(2), pp. 155-161.
- Firempong, S. & Zalucki, M. P.** (1989). Host plant preferences of populations of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) from different geographic locations. *Australian Journal of Zoology*, 37(6), pp. 665-673.
- Fitt, G. P.** (1989). The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. *Annual Review of Entomology*, 34(1), pp. 17-52.
- Foley, D. H.** (1985). Tethered flight of the potato moth, *Phthorimaea operculella*. *Physiological Entomology*, 10(1), pp. 45-51.
- Foot, M.** (1979). Bionomics of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) at Pukekohe. *New Zealand Journal of Zoology*, 6(4), pp. 623-636.
- Gahan, L. J., Pauchet, Y., Vogel, H. & Heckel, D. G.** (2010). An ABC transporter mutation is correlated with insect resistance to *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac Toxin. *PLoS Genetics*, 6(12), pp. e1001248.
- Gao, Y.** (2018). Potato tuberworm: a threat for China potatoes. *Entomology, Ornithology & Herpetology*, 7(2), pp. 1000e132.
- Gao, Y., & Zhou, W.** (2020). Potato insect pest management. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(2), pp. 1-5.
- Gu, H., & Walter, G. H.** (1999). Is the common sowthistle (*Sonchus oleraceus*) a primary host plant of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lep., Noctuidae)? Oviposition and larval performance. *Journal of applied entomology*, 123(2), pp 99-105.

- Heckel, D. G., Gahan, L. J., Daly, J. C., & Trowell, S. (1998). A genomic approach to understanding *Heliothis* and *Helicoverpa* resistance to chemical and biological insecticides. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences*, 353(1376), pp. 1713-1722.
- Jakubowska, A., van Oers, M., Ziemnicki, K., Lipa, J. J., & Vlak, J. M. (2005). Molecular characterization of *Agrotis segetum* nucleopolyhedrovirus from Poland. *Journal of Invertebrate Pathology*, 90(1), pp. 64–68.
- Jallow, M. F. A., & Zalucki, M. P. (2003). Relationship between oviposition preference and offspring performance in Australian *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Australian Journal of Entomology*, 42(4), pp. 343-348.
- Joussen, N., Agnolet, S., Lorenz, S., Schoene, S. E., Ellinger, R., Schneider, B., & Heckel, D. G. (2012). Resistance of Australian *Helicoverpa armigera* to fenvalerate is due to the chimeric P450 enzyme CYP337B3. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(38), pp. 15206-15211.
- Kakimoto, T., Fujisaki, K. & Miyatake, T. (2003). Egg laying preference, larval dispersion, and cannibalism in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 96(6), pp. 793-798.
- Keller, S. (2002). Integrated pest management of potato tuber moth in cropping systems of different agro-ecological zones. In: *Advances in Crop Research I*. Margraf Publishers GmbH, Weikersheim, Germany.
- Kessler, A., & Baldwin, I. T. (2001). Defensive function of herbivore-induced plant volatile emissions in nature. *Science*, 291(5511), pp. 2141-2144.
- Kroschel, J., Sporleder, M., Tonnang, H. E. Z., Juarez, H., Carhuapoma, P., Gonzales, J. C. & Simon, R. (2013). Predicting climate-change-caused changes in global temperature on potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) distribution and abundance using phenology modeling and GIS mapping. *Agricultural and Forest Meteorology*, 170, pp. 228–241.
- Lawrence, J. (2009). Damage Relationships and Control of the Tobacco Splitworm (Gelechiidae: *Phthorimaea operculella*) in Flue-cured tobacco. MSc thesis. North Carolina, USA.
- Liu, Z., Scheirs, J., & Heckel, D. G. (2010). Host Plant Flowering Increases Both Adult Oviposition Preference and Larval Performance of a Generalist Herbivore. *Environmental Entomology*, 39(2), pp. 552-560.
- Mbata, G. N., Badji, K., & Brewster, C. C. (2014). Monitoring populations of *Phthorimaea operculella* in potato fields and storage in Senegal. *International Journal of Pest Management*, 60(4), pp. 300-306.
- McCallum, E. J., Cunningham, J. P., Lucker, J., Zalucki, M. P., De Voss, J. J., & Botella, J. R. (2012). Increased plant volatile production affects oviposition, but not larval development in the moth *Helicoverpa armigera*. *Journal of Experimental Biology*, 214(21), pp. 3672-3677.
- Mensah, R. K. (2002). Development of an integrated pest management programme for cotton. Part 2: Integration of a lucerne/cotton interplant system, food supplement sprays with biological and synthetic insecticides. *International Journal of Pest Management*, 48(2), pp. 95–105.
- Mensah, R. K. (1996). Suppression of *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) oviposition by use of the natural enemy food supplement Envirofeast. *Australian Journal of Entomology*, 35(4), pp. 323-329.
- Murray, D. A. H., & Titmarsh, I. J. (1990). *Helicoverpa* dynamics on the Darling Downs. In: D. Swallow (ed.), *Proceedings of the 5th Australian Cotton Conference*, Australia, 345-349.
- Naseri, B., Fathipour, Y., Moharrampour, S. & Hosseinaveh, V. (2011). Comparative reproductive performance of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on thirteen soybean varieties. *Journal of Agricultural Science and Technology, Tehran*, 13(1), pp. 17-26.
- Parra, J. R. P., Panizzi, A. & Haddad, M. (2012). Nutrition indexes for measuring consumption and use of food by insects. In: *Bioecology and insect nutrition: basis for integrated management*. 1. ed., Embrapa Informações Tecnológicas, Brasília, 37-90.
- Parsons, F. S. (1940). Investigations on the cotton bollworm, *Heliothis armigera*, Hubn. III. Relationships between oviposition and the flowering curves of food-plants. *Bulletin of Entomological Research*, 31(2), pp. 147-177.
- Pogue, M. G. (2013). Revised Status of Chloridea Duncan and (Westwood), 1841, for the *Heliothis virescens* Species Group (Lepidoptera: Noctuidae: Heliothinae) Based on Morphology and Three Genes. *Systematic Entomology*, 38(3), pp. 523–542.
- Pyke, B., Rice, M., Sabine, B. & Zalucki, M. P. (1987). The push-pull strategy: behavioral control of *Heliothis*. *Australian Cotton Grower*, 9, 7-9.
- Qayyum, M. A., Wakil, W., Arif, M. J., Sahi, S. T., Saeed, N. A. & Russell, D. A. (2015). Multiple resistances against formulated organophosphates, pyrethroids, and newer-chemistry insecticides in populations of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) from Pakistan. *Journal of Economic Entomology*, 108(1), 286–293.
- Radev, Zh. (2021). Prospects for limiting tobacco pests. *New knowledge Journal of science*, 10(1), pp. 144-148.
- Rondon, S. I. (2010). The potato tuberworm: a literature review of its biology, ecology, and control. *American Journal of Potato Research*, 87(2), pp. 149–166.
- Rondon, S. & Gao, Y. (2018). *The journey of the potato tuberworm around the world, in Moths - Pests of Potato, Maize and Sugar Beet*. Intech Open, London.
- Rondon, S., DeBano, S., Clough, G., Hamm, P., & Jensen, A. (2008). Occurrence of the potato tuber moth, in the Columbia Basin of Oregon and Washington. In: *Integrated Pest Management of the Potato Tuber Moth, Phthorimaea operculella (Zeller) - Potato Pest of Global*

- Importance*. Margraf Publishers GmbH, Weikersheim, Germany, 9-13.
- Ruan, Y. M., & Wu, K. J.** (2001). Performances of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* on different food plants. *Acta Entomologica Sinica*, 44(2), pp. 205–212 (Cn).
- Sarode, S. V.** (1999). Sustainable management of *Helicoverpa armigera* (Hubner). *Pestology*, 23(2), pp. 279-283.
- Self, L. S., Guthrie, F. E. & Hodgson, E.** (1964). Metabolism of nicotine by tobacco-feeding insects. *Nature*, 204(495), pp. 300-301.
- Sharma, H. C., Stevenson, P. C. & Gowda, C. L.** (2005). *Heliothis/Helicoverpa* management: Emerging trends and strategies for future research. Oxford and IBH Publishing, New Delhi, India.
- Sheck, A. L. & Gould, F.** (1995). Genetic analysis of differences in oviposition preferences of *Heliothis virescens* and *H. subflexa* (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Entomology*, 24(2), pp. 341-347.
- Sun, Y. L., Dong, J. F., Ning, C., Ding, P. P., Huang, L. Q., Sun, J. G. & Wang, C. Z.** (2019). An odorant receptor mediates the attractiveness of cis-jasmone to *Campoletis chloridae*, the endoparasitoid of *Helicoverpa armigera*. *Insect Molecular Biology*, 28(1), pp. 23-34.
- Suzana, C. S. Damiani, R., Fortuna, L. & Salvadori, J. R.** (2015). Performance of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in different food sources. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 45(4), pp. 480-485.
- Tsalev, M.** (1952). Potato tuber moth and its control. Zemizdat, Sofia, Bulgaria (Bg).
- Vaneva-Gancheva, T., & Grigorova, P.** (2010). Monitoring on the distribution and dynamics of flight of the potato tuber moth (*Phthorimaea operculella* Zell.) in Bulgaria. *Plant Science*, 44(3), pp. 310-316 (Bg).
- Vaneva-Gancheva, T., & Dimitrov, Y.** (2013). Chemical control of the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) on tobacco. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19(5), pp. 1003-1008.
- Vaneva-Gancheva, T., Atanasova, D., & Dimitrov, Y.** (2016). Monitoring and risk assessment of tobacco crops from attack of potato moth *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *MAYFEB Journal of Agricultural Science*, 3, pp. 39-46.
- Vaneva-Gancheva, T., Dimitrov, Y., & Atanasova, D.** (2017). Seasonal flight dynamics of the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) on flue cured tobacco. *Agricultural sciences*, 9(21), pp. 41-46.
- Witzgall, P., Kirsch, P., & Cork, A.** (2010). Sex pheromones and their impact on pest management. *Journal of Chemical Ecology*, 36(1), pp. 80-100.
- Xia, X. M., Wang, K. Y., & Wang, H. Y.** (2009). Resistance of *Helicoverpa assulta* (Guene'e) (Lepidoptera: Noctuidae) to fenvalerate, phoxim and methomyl in China. *Crop Protection*, 28(2), pp 162-167.
- Yan, Z., Yan, Y., & Wang, C.** (2005). Attractiveness of tobacco volatiles induced by *Helicoverpa armigera* and *Helicoverpa assulta* to *Campoletis chloridae*. *Chinese Science Bulletin*, 50(13), pp. 1334-1341.
- Yu, F. L., Wu, G., Liu, T. J., Zhai, B. P. & Chen, F. J.** (2008). Effects of irrigation on the performance of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) during different pupal stages. *International Journal of Pest Management*, 54(2), pp. 137–142.
- Zalucki, M. P. & Furlong, M. J.** (2005). Forecasting *Helicoverpa* populations in Australia: a comparison of regression based models and a bio-climatic based modelling approach. *Insect Science*, 12(1), pp. 45-56.
- Zalucki, M. P., Cunningham, J. P., Downes, S., Ward, P., Lange, C., Meissle, M., Schellhorn, N. A. & Zalucki, J. M.** (2012). No evidence for change in oviposition behaviour of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) after widespread adoption of transgenic insecticidal cotton. *Bulletin of Entomological Research*, 102(4), pp. 468-476.
- Zong, N. & Wang, C. Z.** (2004). Induction of nicotine in tobacco by herbivory and its relation to glucose oxidase activity in the labial gland of three noctuid caterpillars. *Chinese Science Bulletin*, 49(15), pp. 1596-1601.