

Assessment of a possible increase in the harmfulness of the cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hubner) in Croatia

Procjena mogućeg porasta štetnosti žute kukuruzne sovice (*Helicoverpa armigera* Hübner) u Hrvatskoj

Helena Virić Gašparić^{1,*}, Domagoj Vučemilović Jurić¹, Renata Bažok¹

¹Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu zoologiju, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb

Corresponding author Email adress: hviric@agr.hr (H. Virić Gašparić)

Sažetak

Žuta kukuruzna soвица (*Helicoverpa armigera* Hübner) značajan je polifagni štetnik kukuruza, duhana, pamuka, slanutka i rajčice. Štete čine gusjenice ishranom na vegetativnim i generativnim dijelovima biljaka domaćina. Štete u svijetu procjenjuju se na dvije milijarde dolara godišnje. Rasprostranjena je na području Azije, Afrike, Južne Amerike, Europe i Australije. Migratorna je vrsta i može se kretati na veće udaljenosti. Godišnje ima 2 do 3 generacije na našim prostorima, a u tropskim uvjetima može razviti do 11 generacija. Pojavi žute kukuruzne sovice pogoduju visoke temperature tijekom proljetnog i ljetnog razdoblja te veće količine oborina tijekom proljeća. Porastom temperatura skraćuje se vrijeme potrebno za čitav životni ciklus. S obzirom na to da se do kraja sljedećeg stoljeća predviđa povećanje srednje dnevne temperature za 3°C, može se očekivati povećanje broja generacija i štetnosti *H. armigera*. Zbog nedostatka raspoloživih mjera suzbijanja, praćenje biologije i migracijskog kretanja *H. armigera* važno je za procjenu rizika od prodora na neko novo područje ili usjev.

Ključne riječi: ekološki zahtjevi, *Helicoverpa armigera*, praćenje, prodor, štetnost

Abstract

The cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hübner) is a major polyphagous pest of corn, tobacco, cotton, chickpeas, and tomatoes. Damage is caused by caterpillars that feed on the vegetative and generative parts of host plants. The damage in the world is estimated at two billion dollars per year. It is widespread in Asia, Africa, South America, Europe and Australia. It is a migratory species and can travel greater distances. In our area it has 2-3 generations per year, in tropical conditions it can develop up to 11 generations per year. The occurrence of the cotton bollworm is favored by high temperatures during the spring and summer and higher rainfall in spring. As temperatures increase, the time required for the entire life cycle decreases. Considering that the average daily temperature is expected to increase by 3°C by the end of the next century, an increase in the number of generations and the harmfulness of *H. armigera* can be expected. In the absence of

control measures, monitoring the biology and migratory movements of *H. armigera* is important to assess the risk of invasion into a new area or crop.

Keywords: ecological requirements, *Helicoverpa armigera*, monitoring, soy, harmfulness

Uvod - Introduction

Žuta kukuruzna soвица ili pamukova soвица (*Helicoverpa armigera* Hübner, 1808) pripada kompleksu usko povezanih vrsta, a točna je determinacija teška i često je potrebno secirati genitalije (OEPP/EPPO, 2003). Polifagna je vrsta koja se hrani s oko 250 domaćina (Sekulić i sur. 2004). Ishranom na primarnom domaćinu, kukuruzu, oštećuje klip i svilu (Maceljski, 2002). Velike gubitke nanosi i generativnim organima pamuka, soje, suncokreta, rajčice, paprike, mahunarkama i dr. Prema Tay i sur. (2013) jedan je od najznačajnijih i najutjecajnijih poljoprivrednih štetnika u Aziji, Europi, Africi i Australiji. Štete se procjenjuju na više od dvije milijarde američkih dolara godišnje, isključujući socijalno-ekonomske i ekološke troškove povezane sa suzbijanjem. Veličina štete na usjevima ovisi o broju odraslih oblika, broju odloženih jaja te broju gusjenica koje su se uspješno razvile (Kriticos i sur. 2015). Gusjenice oštećuju vegetativne i generativne organe. Hrane se stabljikama i lišćem iako preferiraju cvatove, pupoljke, plodove i mahune. Na slanutku je zabilježen 100%-tni gubitak prinosa uz prosječnu zarazu od jedne gusjenice po biljci (Ali i sur. 2009). Dvije do tri gusjenice na biljci mogu uništiti sve plodove pamuka u roku od 15 dana (CABI, 2021).

Masovna pojava žute kukuruzne sovice zabilježena je tijekom 2003. na području Srbije, Bugarske, Mađarske i Hrvatske (Kereši i sur., 2014). Prema Ivezić (2008), u Hrvatskoj je 2003. godine najjači napad utvrđen na kukuruzu, suncokretu, soji, rajčici i drugim kulturama. U jesen 2016. godine u Hrvatskoj je, na području Lukača, zabilježena masovna pojava *H. armigera* na korovnoj vrsti ambroziji (Štivičić i Čačija, 2018). Na postrnim usjevima soje u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji zabilježena je visoka populacija gusjenica žute kukuruzne sovice tijekom kolovoza i rujna 2020. godine (Slovic i Berić, 2021). U Hercegovini su 2012. zabilježene velike štete u nasadima duhana što je uzrokovalo ograničenja u planiranju i zasnivanju nasada u narednim sezonama (Rotim, 2019). Između 2000. i 2013. u Mađarskoj je zabilježen porast populacije žute kukuruzne sovice što se može objasniti uspješnim prezimljavanjem i naknadnim razmnožavanjem vrste u Karpatskom bazenu. Masovnoj pojavi najviše pogoduje sunčano i toplo vrijeme. *H. armigera* uočena je na području centralne Europe i u Mađarskoj, ali nije mogla prezimiti zbog niskih zimskih temperatura. *H. armigera* pojavljuje se na područjima Mađarske tek početkom ljeta, a prelijeće iz južnih krajeva odnosno iz Srbije, Hrvatske i Bosne i Hercegovine (Keszthelyi i sur. 2013).

U slučaju pogoršanja okolišnih uvjeta *H. armigera* migrira u nova područja na kojima prevladavaju uvjeti koji će osigurati preživljavanje odraslih i razvoj gusjenica (Colvin i Gatehouse, 1993). Češće pojave ovog štetnika povezane su sa

zatopljenjem u navedenim područjima. S obzirom na to da uslijed klimatskih promjena dolazi do promjena u područjima uzgoja pojedinih kultura i posljedično do promjena u rasprostranjenosti njihovih štetnika, moguće je očekivati da će doći do promjene u rasprostranjenosti i učestalosti napada žute kukuruzne sovice (Vörös, 2002). Cilj ovog rada bio je analizirati dostupne podatke o ekološkim zahtjevima žute kukuruzne sovice te procijeniti mogućnost povećanja štetnosti na području Hrvatske.

Životni ciklus - *Life cycle*

Žuta kukuruzna soвица u našim uvjetima razvija dvije do tri (Sekulić i sur. 2004), dok u tropskim uvjetima razvija i do 11 generacija godišnje. Budući da se generacije međusobno isprepliću, teško je odrediti točan broj na godišnjoj razini (Tripathi i Singh 1991). Odrasli su uglavnom aktivni u sumrak kada i počinje kopulacija (Sullivan i Mollet 2007) koja može trajati i do tri dana (Queiroz-Santos i sur., 2018). Nakon dan-dva ženka polaže jaja na biljku u vrijeme ili blizu vremena cvatnje (OEPP/EPPO 1999). U početku dana ženka odlaže 10 do 20 jaja u skupinama po tri jaja, a s odmakom dana taj se broj postupno povećava (Queiroz-Santos i sur. 2018). U laboratorijskim uvjetima ženke mogu odložiti do 3000 jaja, dok u prirodnim uvjetima taj broj iznosi od 500 do 1000. Broj odloženih jaja ovisi o domaćinu i klimatskim uvjetima okoliša (Kriticos i sur. 2015). Razvoj jaja traje od tri do devet dana (Maceljski 2002). Životni ciklus od jajeta do odraslog stadija traje od 4 do 6 tjedana u ljetnom razdoblju, odnosno od 8 do 12 tjedana u proljetnom ili jesenskom razdoblju (Sullivan i Mollet 2007).

Prema Kriticos i sur. (2015) gusjenica *H. armigera* prolazi kroz 5 do 7 stadija. Optimalna temperatura za razvoj kukuljica i gusjenica je 33,9 °C (Zalucki i sur. 1986). Prema Herald i Tayde (2018), vrijeme koje *H. armigera* provede u stadiju gusjenice je od 17 do 24 dana, dok Maceljski (2002) navodi da razvoj najčešće traje od 18 do 30 dana. Gusjenice prve generacije u Europi se pojavljuju već početkom svibnja i hrane se na alternativnim domaćinima od 24 do 36 dana, gusjenice druge generacije od 16 do 30 dana, a gusjenice treće generacije od 19 do 26 dana. Potpuno razvijene gusjenice premještaju se u tlo na dubinu od 5 do 15 cm (Sharma 2005).

Faza prije kukuljice naziva se stadij predkukuljice. Započinje omatanjem gusjenice u biljne ostatke te traje oko dva do tri dana. Karakteristika je da su predkukuljice izrazito krute na dodir. *H. armigera* prezimljuje u stadiju kukuljice u tlu (OEPP/EPPO, 1999) na dubini od 2,5 do 17,5 cm, ovisno o teksturi tla (Karim 2000), no može ih se pronaći i na lišću odnosno biljnim ostacima na tlu (EFSA, 2014). Razvoj kukuljice traje od 10 do 16 dana, a potom prelaze u odrasli stadij (Sullivan i Mollet 2007). Broj kukuljica koje će se uspješno preobraziti u odrasle oblike pod velikim je utjecajem hrane koje su konzumirale gusjenice. Primjerice, kukuruz i bamija mogu se svrstati u nekvalitetne domaćine (Jallow i sur. 2001). Sklonost prema manje kvalitetnom no lako dostupnom izvoru hrane može biti rezultat učenja da izbor prikladnog domaćina poboljšava sposobnost ženki da odabiru istu vrstu tijekom traženja domaćina (Cunningham i sur. 1998).

Gospodarski značaj i rasprostranjenost - *Economic significance and distribution*

H. armigera smatra se značajnim štetnikom u većini područja gdje se pojavljuje, uključujući ratarske usjeve, uljarice, krmiva i hortikulturene biljke (CABI 2021). Navodi se kao glavni štetnik kukuruza, sirka, rajčice, lucerne, duhana, pamuka i krastavaca (Jallow i sur., 2004). Gospodarska važnost temelji se na osobitostima biologije - pokretljivosti, polifagnog načina ishrane, brze i visoke reproduktivnosti te dijapauze. *H. armigera* posebno je dobro prilagođena za eksploataciju prolaznih staništa poput ekosustava koje je stvorio čovjek (CABI 2021). S obzirom na to da postoji velik broj domaćina, ženke na naizgled neprikladnim područjima lako pronalaze kulture prikladne za ishranu, ovipoziciju i razvoj gusjenica (Karim, 2000). Ekonomske štete od *H. armigera* prelaze 2 milijarde dolara u Aziji, Africi, Australiji i Europi, isključujući troškove suzbijanja (Pomari-Fernandes i sur. 2015).

H. armigera kozmopolitska je vrsta s visokom tendencijom pojave u poljoprivrednim kulturama (Karim 2000). Udomaćila se u južnom dijelu Sjeverne Amerike te brojnim zemljama južne Amerike: Argentini, Brazilu, Kolumbiji, Paragvaju, Peruu, Surinamu i Urugvaju, te otočnim državama Karipskog mora (Dominikanska Republika i Portoriko). Prisutna je na području Azije, a u posljednjih dvadesetak godina proširila se i na područje Afrike. Do sada je ova vrsta, osim u Hrvatskoj, registrirana i u zemljama Južne Europe (EPPO 2021). Široka rasprostranjenost *H. armigera* potpomognuta je uvelike njezinom mogućnošću kretanja na velike udaljenosti, čak do 2 000 km (Murúa i sur., 2016). Prema Reay – Jones (2019) kretanje je podijeljeno u tri kategorije.

Tablica 1. Prikaz kretanja žute kukuruzne sovice prema osnovnim kategorijama
Table 1. The cotton bollworm movement overview according to basic categories

| Kategorija kretanja | Visina | Svrha |
|---------------------|-------------------------|---------------------------------|
| I. | Kratki domet do 1m | Kretanje unutar staništa |
| II. | Duži domet od 1 do 10 m | Potruga za domaćinom |
| III. | Domet do 30 m | Migracijsko kretanje niz vjetar |

Izvor: Reay – Jones (2019)

Ekološki zahtjevi - *Ecological requirements*

Dužina dana, temperatura i klima nekog područja različito utječu na broj generacija i razvoj žute kukuruzne sovice. Porastom temperatura smanjuje se vrijeme potrebno za razvoj jedne generacije. U umjerenim predjelima, kad se dnevne temperature smanje s 24 °C na 15 °C i kada dođe do kraćeg trajanja dana u odnosu na ljetno razdoblje s 13 na 11 sati, *H. armigera* ulazi u dijapauzu (EFSA, 2014). Također, u područjima gdje su dnevne temperature 25 °C i više, manje jedinke podliježe dijapauzi. Smatra se da dugotrajnim izlaganjem temperaturama višim od 37 °C jedinke sovice mogu ući i u ljetnu dijapauzu (Mironidis i Savopoulou-Soultani 2012.; Mironidis 2014).

Pojavi žute kukuruzne sovice pogoduju visoke temperature tijekom proljetnog i ljetnog razdoblja te veće količine oborina tijekom proljeća. Prema podacima Sekulić i sur. (2004), u Vojvodini je 2002. godine zahvaljujući ekstremno visokim temperaturama utvrđena vrlo velika aktivnost odraslih oblika. U pojedinim dijelovima godine prevladavali su tropski uvjeti kad su temperature svakodnevno prelazile 30 °C što je pogodovalo masovnom razmnožavanju i širenju ove vrste (Sekulić i sur. 2004). U razdoblju od svibnja do listopada 2003. godine u Vojvodini je utvrđeno do 12 puta više odraslih jedinki žute kukuruzne sovice u odnosu na period od 2000. do 2002. godine. Pretpostavka je da je brojna populacija u 2003. godini rezultat velike brojnosti prezimjelih jedinki, visokih temperatura koje su pogodovale razmnožavanju i doleta štetnika iz toplijih područja.

Procjena mogućeg porasta štetnosti žute kukuruzne sovice u Hrvatskoj - Assessment of a possible increase in the harmfulness of the cotton bollworm in Croatia

H. armigera ima veliku sposobnost preživjeti nepovoljne uvjete. Vrsta se izrazito lako prilagođava područjima s nepovoljnim uvjetima za razvoj poput Finske, Estonije, Švedske i dr. (EFSA 2014). U slučaju velike gustoće gusjenica dolazi do razrjeđivanja i postizanja podjednake prostorne raspodjele (Kakimoto i sur. 2003). Migracija je fakultativna i uzrokuju je nepovoljni klimatski uvjeti i lokalni usjevi. Leptiri žute kukuruzne sovice mogu migrirati unutar 10 kilometara od trenutnog domaćina što im omogućava širok raspon domaćina na različitim područjima (Sullivan i Mollet, 2007). Wakil i sur. (2010) navode da su rast, razvoj i dinamika kukaca pod velikim utjecajem vremenskih čimbenika. Stanište na koje migriraju može biti privremeno i čak često geografski odvojeno zbog sposobnosti leta na veće udaljenosti (Rochester, 1999). Pedgley (1985) navodi da odrasli mogu migrirati na velike udaljenosti nošeni vjetrom, primjerice iz južne Europe u Veliku Britaniju. Colvin i Gatehouse (1993) utvrdili su značajne razlike između sojeva žute kukuruzne sovice s područja Malawia i centralne Indije te istaknuli važnost prostorne i/ili vremenske raspodjele resursa za migracijske aktivnosti *H. armigera*.

Klimatski uvjeti od presudne su važnosti za rast, razvoj i distribuciju štetnika (Mathukumalli i sur., 2016). Na području Mađarske pojavljuje se tek početkom ljeta, a preljeće s južnih krajeva odnosno iz Srbije, Hrvatske i Bosne i Hercegovine (Keszthelyi i sur. 2013). Potencijal povećanja i uspostave populacije *H. armigera* na nekom području velik je i pod utjecajem je nekoliko čimbenika (Fitt 1989). Noor-ul-Ane i sur. (2015) navode da je odnos između kukca i biljke važan za njihovu ekologiju i funkcioniranje ekosustava. Stoga, zajednički je odgovor biljaka i kukaca na klimatske promjene bitan. Huang i Hao (2020) ističu da su promjene u brojnosti generacija *H. armigera* uvjetovane klimatskim zagrijavanjem. Zabilježili su smanjenje brojnosti populacije prve i druge generacije, dok se brojnost treće značajno povećala. Prema istraživanjima Mathukumallia i sur. (2016), očekuje se povećanje srednje dnevne temperature za 1 °C do 2025. godine, odnosno za 3 °C do kraja sljedećeg stoljeća. Povećanjem temperatura smanjuje se vrijeme potrebno za dovršetak životnog ciklusa što dovodi do povećanja broja generacija godišnje.

H. armigera na listi je A2 karantenskih štetnika prema EPPO (CABI 2021). Ozbiljan je štetnik na otvorenom prostoru u mediteranskim zemljama, no vjeruje se da je dosegla granice svoje prirodne rasprostranjenosti u EPPO regiji. Zadržava karantenski status zbog rizika unošenja u usjeve staklenika sjeverne Europe (CABI 2021). Prema Slovic i Berić (2021), u narednim je godinama u usjevima soje potrebno pratiti pojavu žute kukuruzne sovice. S obzirom na to da su ljeta sve toplija, treba očekivati povećanje populacije i štetnosti, a u Republici Hrvatskoj trenutno ne postoji registriran niti jedan insekticid za folijarnu primjenu u soji.

Praćenje pojave žute kukuruzne sovice - *The cotton bollworm monitoring*

Prema istraživanjima El-Mezayyen i Ragab (2014), prognozira se vrhunac leta *H. armigera* kada suma dnevnih temperatura dostigne 558,18 DD (Degree days). Nadalje, pojava se može pratiti i upotrebom seksualnih feromona ili lovnih svjetiljki (OEPP/EPPO, 1994). Feromonski mamci u obliku lijevka (VARL) mogu se učinkovito koristiti za detekciju mužjaka (Rai i sur. 2000), a lovne svjetiljke pružaju detaljnu sliku godišnje migracije *H. armigera* u sjevernoj Europi (Ma i sur. 2010.; Puskas i Nowinszky 2011). Praćenje pomoću feromonskih mamaca koristi se za prognozu početka leta leptira (migracije ili pojave iz dijapauze). Veliki broj uhvaćenih leptira nakon sezonskih kiša uz prisutnost biljaka domaćina od velike je važnosti za predviđanje vremena pojave sljedećih generacija (Sharma, 2005). Za utvrđivanje praga odluke ne mogu se koristiti podaci o ulovu leptira, nego je potrebno nakon što se utvrdi pojava leptira obavljati vizualne preglede usjeva da bi se utvrdio broj jaja i/ili gusjenica na biljkama. Prema Matthews i Tunstall (1968), pragovi odluke u pamuku koriste se od 1961. godine u Malaviji i Zimbabveu, gdje se preporučuje suzbijanje insekticidima kada se vizualnim pregledom, koji se provodi dva puta tjedno, uoči u prosjeku jedno jaje na dvjema biljkama. U Geziri, regiji Sudana, prag odluke za suzbijanje u pamuku iznosi dva jaja ili gusjenice na 18 biljaka (Haggis 1982), dok se u Australiji navodi dva jaja po metru reda (Wilson 1982). Prema procjeni rizika koju su napravili Lammers i MacLeod (2007), prirodno širenje *H. armigera* navodi se kao rizično za sjevernu Europu. Praćenje biologije i migracijskog kretanja *H. armigera* moglo bi pružiti rano upozorenje o prodoru na neko novo područje ili usjev (CABI 2021).

Zaključak - Conclusion

Žuta kukuruzna sovica značajan je štetnik u proizvodnji poljoprivrednih kultura. Polifagna je vrsta koja napada veliki broj biljaka od kojih treba istaknuti kukuruz, soju, pamuk, slanutak, rajčicu i duhan. Godišnje može razviti do 11 generacija, dok se u našim uvjetima pojavljuju 2-3. Pojavi pogoduju visoke temperature tijekom proljeća i ljeta i veće količine oborina tijekom proljeća. Žuta kukuruzna sovica migratorna je vrsta koja se udomaćila u Europi, Aziji, Africi, Australiji i Južnoj Americi. Široka rasprostranjenost uvelike je potpomognuta mogućnošću kretanja na velike udaljenosti. Vrlo se lako prilagođava područjima s nepovoljnim uvjetima

za razvoj, a u slučaju velike gustoće populacije na nekom području dolazi do prirodnog razrjeđivanja i postizanja podjednake prostorne raspodjele. Klimatski uvjeti od presudne su važnosti za rast, razvoj i distribuciju ovog štetnika. Potencijal povećanja i uspostave populacije *H. armigera* na nekom području velik je i pod utjecajem je interakcije između kukca i biljke što je važno za ekologiju i funkcioniranje ekosustava. Masovnoj pojavi najviše pogoduje sunčano i toplo vrijeme. U Hrvatskoj je tijekom kolovoza i rujna 2020. zapaženo povećanje populacije u soji. S obzirom na prognoze povećanja srednjih dnevnih temperatura u narednim godinama može se očekivati i povećanje broja generacija kao i visine šteta. U Hrvatskoj nema registriranih insekticida za folijarnu primjenu u soji što dodatno ističe važnost praćenja štetnika i prognoze pojave te razvoja otpornih kultura.

Literatura - References

- Ali, A., Choudhury, R.A., Ahmad, Z., Rahman, F., Khan, F.R., Ahmad, S. K. 2009. Some biological of *Helicoverpa armigera* on chickpea. *Tunisian Journal of Plant Protection*. 4: 99-106.
- CABI 2021. *Helicoverpa armigera* (cotton bollworm). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/26757#toreferences>. 19.4.2021.
- 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 Behaviour*. 55: 227–234.
- Colvin, J., Gatehouse, A.G. 1993. Migration and genetic regulation of the pre-reproductive period in cotton - bollworm moth, *Helicoverpa armigera*. *Heredity*. 70(4): 407–412.
- EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health). 2014. Scientific Opinion on the pest categorisation of *Helicoverpa armigera* (Hübner). doi:10.2903/j.efsa.2014.3833. www.efsa.europa.eu/efsajournal.
- El-Mezayyen, G.A., Ragab, M.G. 2014. Predicting the American bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) field generations as influenced by heat unit accumulation. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 92(1): 91-99.
- EPPO. 2021. *Helicoverpa armigera* – Distribution. <https://gd.eppo.int/taxon/HELLIAR/distribution/>. 30. travnja 2021.
- Fitt, G.P. 1989. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. *Annual review of entomology*. 34(1): 17-53. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.34.010189.000313>.
- Haggis, M.J. 1982. Distribution of *Heliothis armigera* eggs on cotton in the Sudan Gezira: spatial and temporal changes and their possible relation to weather. U: Reed W, Kumble V. (ur.) *Proceedings of the International Workshop on Heliothis Management*. ICRISAT Center, Patancheru, India, 15-20 November 1981 International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics Patancheru, Andhra Pradesh India, 87-99.
- Herald, K.P., Tayde, A.R. 2018. Biology and morphology of tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera* (Hubner) under Allahabad conditions. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 6(4): 1734-1737.
- Huang, J., Hao, H. 2020. Effects of climate change and crop planting structure on the abundance of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Ecology and evolution*. 10(3): 1324-1338. <https://doi.org/10.1002/ece3.5986>.
- Ivezić, M. 2008. Štetnici ratarskih kultura. U: Ćosić, J., Ivezić, M., Štefanić, E., Šamota, D., Kalinović, I., Rozman, V., Liška, A., Ranogajec, L. (ur.) *Najznačajniji štetnici, bolesti i korovi u ratarskoj proizvodnji*. Poljoprivredni fakultet Osijek.
- Jallow, M. F., Cunningham, J.P., Zalucki, M.P. 2004. Intra-specific variation for host plant use in *Helicoverpa armigera* (Hübner)(Lepidoptera: Noctuidae): implications for management. *Crop protection*. 23(10): 955-964. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2004.02.008>.

- Jallow, M.F., Matsumura, M., Suzuki, Y. 2001. Oviposition preference and reproductive performance of Japanese *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Applied Entomology and Zoology* 36(4): 419-426. <https://doi.org/10.1303/aez.2001.419>.
- 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): 793-798. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2003\)096\[0793:ELPLDA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2003)096[0793:ELPLDA]2.0.CO;2).
- Karim, S. 2000. Management of *Helicoverpa armigera*: A Review and Prospectus for Pakistan. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 3(8): 1213-1222. 10.3923/pjbs.2000.1213.1222.
- Kereši, T., Vajgand, D., Milovac, Ž. 2014. Važnije štetočine kukuruza iz reda Lepidoptera. *Biljni lekar*. 42, 2-3.
- Keszthelyi, S., Nowinszky, L., Psukas, J. 2013. The growing abundance of *Helicoverpa armigera* in Hungary and its areal shift estimation. *Central European Journal of Biology* 8(8): 756-764. 10.2478/s11535-013-0195-0.
- Kriticos, D.J., Ota, N., Hutchison, W.D., Beddow, J., Walsh, T., Tay, W.T., Borchert, D.M., Paula-Moreas, S.V., Czapak, C., Zalucki, M.P. 2015. The potential distribution of invading *Helicoverpa armigera* in North America: is it just a matter of time?. *PLoS One*. 10(3): e0119618. 10.1371/journal.pone.0119618.
- Lammers, J.W., Macleod, A. 2007. Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808). UK Department of Environment, Forestry and Rural Affairs: Plant Protection Service (NL) and Central Science Laboratory (UK). 2007. 18 p
- Ma, J-H., Lu, Z-Z., Jin, X-L., Pan, Y-L., Gao, G-Z. 2010. Comparison of lights and capture efficiency of popular branch bundles for capturing moths of cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*). *Xinjiang Agricultural Science*. 47(10): 2023–2026
- Maceljski, M. 2002. Poljoprivredna entomologija. Čakovec. Zrinski d.d.
- Mathukumalli, S.R., Dammu, M., Sengottaiyan, V., Ongolu, S., Biradar, A.K., Kondru, V.R., Karlapudi, S., Bellapukondaa Raju, M.K., Chitiproula, R.R.A., Cherukumalli, S.R. 2016. Prediction of *Helicoverpa armigera* Hubner on pigeonpea during future climate change periods using MarkSim multimodel data. *Agricultural and Forest Meteorology*. 228: 130-138. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.07.009>.
- Matthews, G.A., Tunstall, J.P. 1968. Scouting for pests and the timing of spray applications. *Cotton Growers' Review*, 45: 115-127.
- Mironidis, G.K. 2014. Development, survivorship and reproduction of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) under fluctuating temperatures. *B. Entomol. Res.* 104: 751-764.
- Mironidis, G.K., Savopoulou-Soultani, M. 2012. Effects of constant and changing temperature conditions on diapause induction in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *B. Entomol. Res.* 102(2): 139-147.
- Murúa, M.G., Cazado, L.E., Casmuz, A., Herrero, M.I., Villagran, M.E., Vera, A., Sosa-Gómez, D.R., Gastaminza, G. 2016. Species From the Heliiothinae Complex (Lepidoptera: Noctuidae) in Tucumán, Argentina, an Update of Geographical Distribution of *Helicoverpa armigera*. *Journal of Insect Science*. 16(1): 61. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iew052>
- Noor-Ul-Ane, M., Arif, M.J., Gogi, M.D., Khan, M.A. 2015. Evaluation of different integrated pest management modules to control *Helicoverpa* for adaptation to climate change. *Int. J. Agric. Biol.* 17(3): 14-236. doi: 10.17957/IJAB/17.3.14.236.
- OEPP/EPPO. 1994. EPPO Standard PP 2/1(1) Guideline on good plant protection practice: principles of good plant protection practice. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 24: 233-240.
- OEPP/EPPO. 1999. EPPO Standards PP 2/17(1) English. Guideline on good plant protection practice Maize. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 29: 367-378.
- OEPP/EPPO. 2003. EPPO Standards PM 7/19 Diagnostic protocols for regulated pests. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 33: 245–247.
- Pedgley, D.E. 1985. Windborne migration of *Heliothis armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) to the British Isles. *Entomologist's Gazette*. 36(1):15-20.

- Pomari_fernandes, A., De Freitas Bueno, A., Sosa-Gomez, D.R. 2015. *Helicoverpa armigera*: current status and future perspectives in Brazil. *Current Agricultural Science and Technology*. 21(1):1 – 7. doi: [HTTPS://DOI.ORG/10.18539/CAST.V21I1.4234](https://doi.org/10.18539/CAST.V21I1.4234).
- Puskas, J., Nowinszky, L. 2011. Light trapping of the scarce bordered straw (*Helicoverpa armigera* Hbn.) in connection with the ozone content of air. *Novenyvdelem*. 47(2): 37–40.
- Queiroz-Santos, L., Casagrande, M.M., Specht, A. 2018. Morphological Characterization of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliiothinae). *Neotropical Entomology*. 47(4): 517-542. doi: <https://doi.org/10.1007/s13744-017-0581-4>.
- Rai, H.S., Gupta, M.P., Verma, M. L. 2000. Comparative effectiveness of traps for trapping male moths of *Helicoverpa armigera*. *Annals of Plant Protection Sciences*. 8(2): 235–236.
- Reay-Jones, F.P.F. 2019. Pest Status and Management of Corn Earworm (Lepidoptera: Noctuidae) in Field Corn in the United States. *Journal of Integrated Pest Management*. 10(1): 19; 1–9. doi: [10.1093/jipm/pmz017](https://doi.org/10.1093/jipm/pmz017)
- Rochester, W.A. 1999. The migration systems of *Helicoverpa punctigera* (Wallengren) and *Helicoverpa armigera* (Hübner)(Lepidoptera: Noctuidae) in Australia. Doktorski rad, The University of Queensland, The University of Western Australia, Department of Zoology and Entomology.
- Rotim, N. 2019. Žuta kukuruzna sovica (*Helicoverpa armigera*) važan štetnika duhana u Hercegovini, *Glasnik Zaštite Bilja*. 42(3): 44-50. doi: <https://doi.org/10.31727/gzb.42.3.7>.
- Sekulić, R. G., Kereši, T., Maširević, S. M., Vajgan, D., Forgić, G., Radojčić, S. 2004. Pojava i štetnost pamukove sovice (*Helicoverpa armigera* Hbn) u Vojvodini tokom 2003. godine. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*. 40: 189-202.
- Sharma, H.C. 2005. *Heliothis/Helicoverpa Management: Emerging Trends and Strategies for Future Research*. Science Publishers, Inc., New Hampshire, United States of America.
- Slovic, S., Berić, J. 2021. Utjecaj klimatskih promjena na pojavu štetnika u usjevima soje. Ministarstvo poljoprivrede. Uprava za stručnu podršku razvoju poljoprivrede. <https://www.savjetodavna.hr/2021/08/27/utjecaj-klimatskih-promjena-na-pojavu-stetnika-u-usjevima-soje/> . 19. listopad 2021.
- Štivičić, A., Čačija, M. 2018. Kultivirane i korovske biljke kao domaćini žute kukuruzne sovice–ima li razlike u preferenciji?. *Hrvatsko društvo biljne zaštite, Glasilo biljne zaštite*. 81-82.
- Sullivan, M., Molet, T. 2007. CPHST Pest Datasheet for *Helicoverpa armigera*. Animal and Plant Health Inspection Service, U. S. Department of agriculture. 1-29.
- Tay, W.T., Soria, M.F., Walsh, T., Thomazoi, D., Silvie, P., Behere, G.T., Anderson, C., Downes, S. 2013. A Brave New World for an Old World Pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *PLoS ONE*. 8(11): e80134. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080134>.
- Tripathi, S., Singh, R. 1991. Population dynamics of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Int. J. Trop. Insect. Sc.* 12(4): 367-374.
- VÖRÖS, G. 2002. Six years' history of western corn rootworm in county Tolna.. *Növényvédelem*. 38 (10): 547–550.
- Wakil, W., Ghazanfar, M.U., Kwon, Y.J., Qayyum, M.A., Nasir, F. 2010. Distribution of *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) in tomato fields and its relationship to weather factors. *Entomol. Res*. 40(6): 290-297. doi: [10.1111/j.1748-5967.2010.00301.x](https://doi.org/10.1111/j.1748-5967.2010.00301.x).
- Wilson, A.G.L. 1982. Past and future *Heliothis* management in Australia. U: Reed W., Kumble V. (ur) *Proceedings of the International Workshop on Heliothis Management*. ICRISAT Center, Patancheru, India, 15-20 November 1981 International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics Patancheru, Andhra Pradesh India, 343-354.
- Zalucki, M.P., Daglish, G., Firempong, S., Twine, P. 1986. The Biology and Ecology of *Heliothis armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: What do we know? *Aust. J. Zool*. 34(6): 779 – 814.