

**HELICOVERPA ARMIGERA HBN. (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE) UN DĂUNĂTOR AL CULTURILOR
AGRICOLE DIN ESTUL ROMÂNIEI**

Cercetator științific gradul III, Pintilie Paula Lucelia

Cercetator științific, doctorand Amarghioalei Roxana Georgiana

Cercetator științific gradul I, Troțuș Elena

Cercetator științific gradul III, Buburuz Andreea Alexandra

Cercetator științific gradul II, Isticioaia Simona Florina

Cercetator științific gradul III, Leonte Alexandra

Cercetator științific, doctorand Pintilie Andreea Sabina

Cercetator științific gradul II, Popa Lorena Diana

Stațiunea de Cercetare – Dezvoltare Agricolă Secuieni Neamț

**HELICOVERPA ARMIGERA HBN. (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE) A PEST OF AGRICULTURAL
CROPS IN EASTERN ROMANIA**

Summary: The fruiting caterpillar (*Helicoverpa armigera* Hbn.) is a polyphagous species that attacks agricultural (maize, chickpea, rapeseed, hemp, sorghum, millet, soybean) and horticultural (tomato, pepper, onion) crops. The aim of this work was to study the dynamics of the insect's flight and to understand the role of climatic conditions in the distribution of the species in the area of Moldova (Romania). The flight of the species was monitored from 1994 to 2023 using the light trap, and the interval was divided into five-year steps for ease of interpretation of the results. Analyzing the recorded catches, we found that the flight of the species was sporadic in the first 20 years, between two moths (1999-2003) and 38 moths (2004-2008), and intensified in the last 10 years, when the catches totaled 544 moths (2014-2018) and 4520 moths (2019-2023). The warm and very warm years, which had weights of 23.3% and 10%, recorded catches of 1574 moths and 3247 moths, which represented 30.8% and 63.5% of the total catches compared to normal years which had a weight of 63.3%, and the catches totaled 296 moths. The dry years, which had a weight of 10.0%, are the most favorable for the flight of the insect, with 2665 specimens being captured, which represents 52.1% of the total compared to normal years which had a weight of 40% and in which 430 moths were registered. The species *H. armigera* Hbn. can become a dangerous pest of agricultural crops in the Eastern part of Romania.

Keywords: population, light trap, climatic conditions, flight, agricultural crops, fruiting caterpillar

Abstract: Omida fructificațiilor (*Helicoverpa armigera* Hbn.) este o specie polifagă care produce atacuri culturilor agricole (porumb, năut, rapiță, cânepă, sorg, mei, soia) și horticole (tomate, ardei, ceapă). Scopul acestei lucrări l-a constituit studierea dinamicii zborului realizat de insectă și influența condițiilor climatice asupra zborului și răspândirii speciei în zona Moldovei (România). Zborul speciei a fost monitorizat în perioada 1994-2023 cu ajutorul unei capcanei luminoase, iar perioada de observație a fost împărțit în etape a câte cinci ani pentru ușurința interpretării rezultatelor. Analizând capturile înregistrate, am constatat că zborul speciei a fost sporadic în primii 20 de ani, înregistrându-se între două exemplare (1999-2003) și 38 exemplare (2004-2008), și s-a intensificat în ultimii 10 ani, când capturile au însumat 544 exemplare (2014-2018) și 4520 exemplare (2019-2023). Anii călduroși și foarte călduroși, care au avut ponderi de 23,3% și 10%, au înregistrat capturi de 1574 exemplare și 3247 exemplare ce au reprezentat 30,8% și 63,5 % din totalul capturilor comparativ cu anii normali care au avut o pondere de 63,3%, iar capturile au însumat 296 exemplare. Anii secetoși, care au avut o pondere de 10,0%, au fost cei mai favorabili pentru zborul insectei, fiind capturate 2665 exemplare, ce reprezintă 52,1% din total comparativ cu anii normali care au avut o pondere de 40% și în care s-au înregistrat 430 exemplare. Specia *H. armigera* Hbn. poate deveni un dăunător periculos al culturilor de agricole din zona de Est a României.

Cuvinte cheie: populație, capcana luminoasă, condiții climatice, zbor, culturi agricole, omida fructificațiilor,

Introducere

Helicoverpa armigera Hbn. (omida fructificațiilor) este o specie polifagă care produce atacuri culturilor agricole (porumb, năut, rapiță, cânepă, sorg, mei, soia) și horticole (tomate, ardei, ceapă) (Vîrteiu et al, 2021; Grozea et al, 2019; Razmjou et al, 2014). Specia este răspândită în Europa, Asia, Africa, Australia, recent a pătruns și în America de Sud (Pinto et al., 2017; Bueno&Sosa - Gomez, 2014),iar dacă suprapunem arealul de cultivare a culturilor gazdă cu favorabilitatea climatică pentru specie, constatăm că arealul de dăunare se extinde, iar probabilitatea ca *H. armigera* Hbn. să se stabilească și în America de Nord este ridicată (Kriticos et al., 2015; Haile et al., 2021).

Încadrarea sa în Europa ca “specie străină invazivă” este dată de mobi-

litate, polifagia, parcurgerea rapidă a stadiilor și diapauză facultativă, caracteristici adaptate pentru exploatarea habitatelor tranzitorii, cum ar fi agro-ecosistemele create de om (EFSA, 2014). *H. armigera* Hbn. se dezvoltă în condiții de temperaturi ce variază între 9°C și 41°C și se adaptează la condițiile locale (Mirondis, 2010). Insecta dezvoltă între două până la patru generații (Carter, 1984): două - trei generații în Ungaria (Keszthelyi et al., 2013) și Serbia (Vajgand, 2021), două generații complete și una parțială în Bulgaria (EFSA, 2014) și în Republica Moldova (Elisovetskaya and Nastas, 2012). În condițiile din Franța sunt posibile trei generații (Bues et al, 2005). În Spania, două sau trei generații au fost observate în funcție de cultură și zonă (EFSA, 2014), iar în nordul Greciei, se înregistrează două - trei generații anual (Mironidis et al., 2010). În România, insecta dezvoltă trei generații pe an (Pălăgeșu și Crista, 2008a). Ca limite geografice ale răspândirii sale sunt considerate 40-45° latitudine nordică, iar capturi ale adulților în lunile de vară s-au înregistrat în Regatul Unit, Olanda și Suedia, dar șanse ca o populație permanentă să se stabilească acolo sunt mici, dar sunt posibile odată cu încălzirea zonelor din Nordul Europei (Jones et al., 2019).

Cercetările efectuate la Secuieni au avut drept scop de a analiza dinamica zborului realizat de insectă în zona de est a României și de a stabili rolul condițiilor climatice în apariția, evoluția și intensitatea zborului.

Material și metoda de cercetare

Locația: Cercetările au fost efectuate în cadrul Stațiunii de Cercetare - Dezvoltare Agricolă Secuieni-Neamț (România), situată la 26°5' longitudine estică și 46°5' latitudine nordică, într-o zonă deluroasă unde altitudinile urcă până la 250 m deasupra nivelului mării (a.s.l.). Topografia regiunii include câmpii interfluviale extinse, pajiști și terase (Trotuș et al., 2020). Zona are un climat temperat continental, D.f.b. în clasificarea actualizată a climei Koppen-Geiger, cu primăveri scurte, veri răcoroase și ierni aspre (Kottek et al, 2006).

Metodica determinărilor: Zborul speciei s-a urmărit în perioada 1994-2023, cu ajutorul unei capcane luminoasă instalată în câmpul experimental. a fost folosită pentru a monitoriza zborul insectei (Ma et al, 2010). Sursa de lumină a fost aprinsă peste noapte, iar insectele atrase de lumina au fost capturate în vasul colector unde se află tifon umezit cu cloroform. Capcana a fost verificată dimineața când insectele au fost colectate în vase Petri, etichetate cu data zilei. Insectele au fost determinate pe specii în laborator, utilizând microscopul și înregistrate în Registrul Capcanei Luminoase. Perioada monitorizării speciei a fost cuprinsă între mai - octombrie.

Interpretarea rezultatelor: Coeficientul de variabilitate (CV%) al speciei *H. armigera* Hbn. a fost calculată cu formula $Cv(s\%) = (s/x) \cdot 100$ (Trotuş et al, 2018), unde s = deviația standard a setului de date și x = media valorilor luate în calcul, utilizând Excel. În funcție de valorile coeficientului de variabilitate, caracteristica de zbor a fost stabilită ca intens (când $s \geq 20\%$), mediu (când $s \geq 10\%$) sau scăzut (când $s < 10\%$).

Condiții climatice: Datele climatice au fost înregistrate cu ajutorul unei stații meteo Wireless Vantage Pro 2 Plus (SC Rom Tech SRL, Sibiu, România) situată în apropierea câmpului experimental. Pentru a caracteriza anii din punct de vedere climatic, am folosit datele referitoare la temperatura medie a aerului (°C) înregistrată la 2 m înălțime și precipitațiile înregistrate Σ (mm).

Rezultate și discuții

• Zborul speciei *H. armigera* Hbn. în zona Moldovei

Perioada 1994-2023 a fost împărțită în etape a câte cinci ani pentru ușurința interpretării rezultatelor. În perioada 1994-2023, adulții speciei *H. armigera* Hbn. capturați la capcana luminoasă au însumat 5117 exemplare. Analizând capturile înregistrate, am constatat că zborul speciei a fost sporadic în primii 20 de ani, înregistrându-se între două exemplare (1999-2003) și 38 exemplare (2004-2008), și s-a intensificat în ultimii 10 ani, când capturile au însumat 544 exemplare (2014-2018) și 4520 exemplare (2019-2023) (Tabelul 1).

Pe baza zborului continuu înregistrat în perioadele 2014-2018 și 2019-2023, am constatat că zborul speciei a început în a doua decadă și a treia decadă a lunii mai și a continuat până în prima decadă a lunii octombrie (Tabelul 1). Curba de zbor realizată de adulții speciei ne arată că vârful de zbor maxim se înregistrează în luna august, în a doua (1456 exemplare) și a treia decadă a lunii (2192 exemplare) (Figura 1, Tabelul 1).

Tabelul 1 Dinamica zborului speciei *H. armigera* Hbn. în zona Moldovei în perioada 1994-2023

Perioada	V			VI			VII			VIII			IX			X	Σ
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	
1994-1998	0	0	1	3	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	9
1999-2003	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
2004-2008	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	11	7	5	2	8	1	38
2009-2013	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
2014-2018	0	1	12	19	10	9	16	25	20	39	193	89	76	28	6	1	544
2019-2023	0	2	4	15	56	40	61	73	188	219	1252	2096	388	73	40	13	4520
Σ	0	3	20	37	68	49	78	99	213	260	1456	2192	470	103	54	15	5117

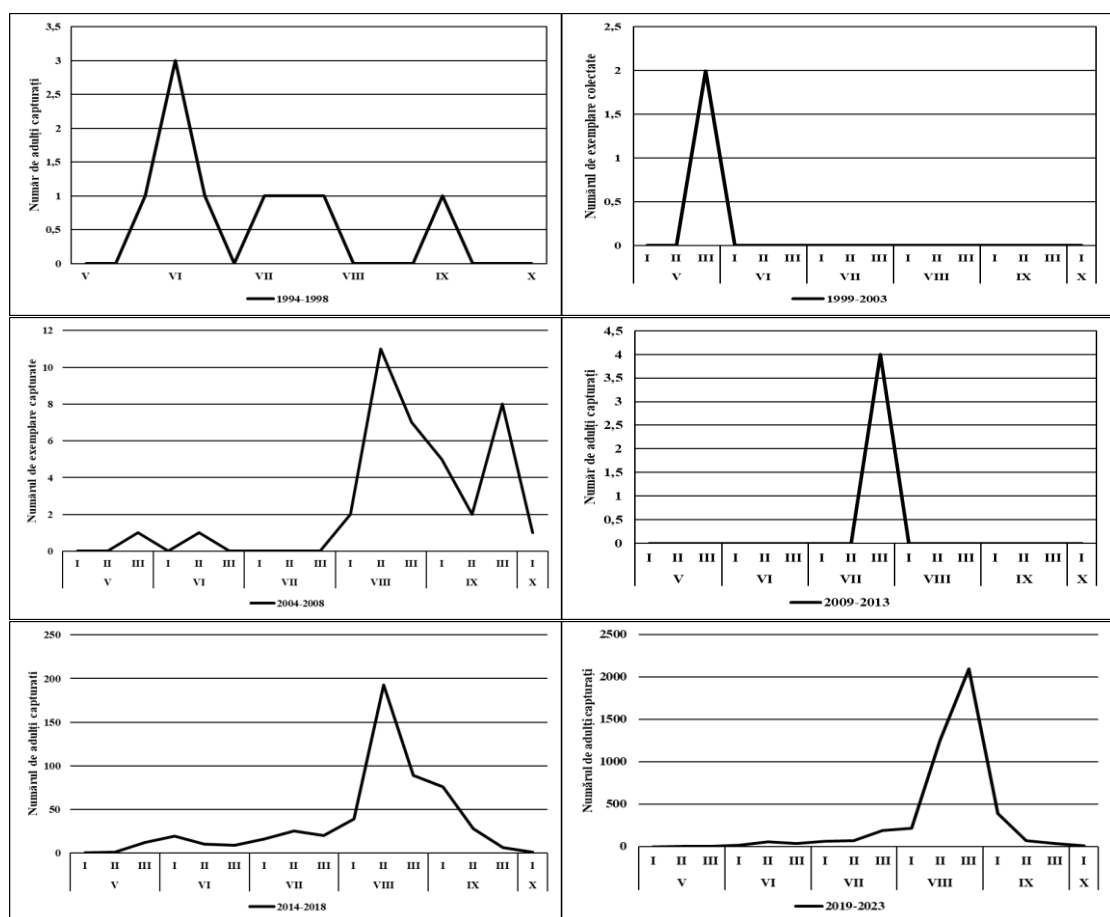


Figura 1 Zborul speciei *H. armigera* Hbn. în zona Moldovei în perioada 1994-2023

Pentru zona Moldovei, coeficientul mediu de variabilitate al insectei este 9,58%, fiind cuprins între 1,42% (2004-2008) și 46,72% (2019-2023). Se remarcă faptul că în perioadele 2014-2018 și 2019-2023, când insecta a înregistrat cele mai ridicate capturi, coeficientul de variabilitate a crescut fiind de 46,72% pentru etapa 2019-2023, zborul fiind caracterizat ca intens (Tabelul 2).

Tabelul 2 Coeficientul de variabilitate al speciei *H. armigera* Hbn. pentru zona Secuieni, 1994-2023

Nr crt	Perioada	Abundență	CV %	Caracterizarea zborului în funcție de CV%	T°C	Σ (mm)
1	1994-1998	9	1,73	Zbor scăzut(s < 10%)	8,7	551,2
2	1999-2003	2	1,80	Zbor scăzut(s < 10%)	9,6	529,8
3	2004-2008	38	1,42	Zbor scăzut(s < 10%)	9,6	571,2
4	2009-2013	4	1,78	Zbor scăzut(s < 10%)	9,1	510,3
5	2014-2018	544	4,02	Zbor scăzut(s < 10%)	10,2	535,5
6	2019-2023	4520	46,72	Zbor intens (s ≥ 20%)	10,7	378,1
Media		170	9,58	Zbor slab	9,6	512,7

După datele din literatura de specialitate studiată rezultă că insecta prezintă trei generații pe an în România, dar observăm că cea de a treia generație reprezentată prin vârful de zbor înregistrat în luna august este cea mai semnificativă, aspect susținut și de cercetările realizate de Pălăgeșu și Crista (2008). Din cercetările realizate, larvele primei generații apar în a doua decada din iunie, larvele celei de a doua generații apar în prima decada din iulie, acestea fiind cele care produc atacuri la porumb și anume se hrănesc cu aparatul foliar, mătasea și paniculul plantelor de porumb și pătrund în interiorul știuleților de porumb. Odată intrate sub pănușe, combaterea larvelor devine greoaie și costisitoare (Cotuna, 2020). Conform datelor FMC, în anii de monitorizare, generația a II – a și-a început zborul din iulie, iar vârful maxim de zbor se înregistrează în a doua parte a lunii iulie, adulții fiind înregistrați, de regulă, în momentul formării știuleților (mătăsit – boabe ceară)(FMC Agro România, 2020, 2021a, 2022a, 2023). Larvele celei de a treia generații apar la finalul lunii august (Pălăgesiu et al., 2007; Crista și Pălăgesiu, 2007; FMC Agro România, 2021b) și s-au suprapus cu atacul generației a II-a (larve în stadii avansate). Datorită climatului favorabil, generațiile II și III s-au dezvoltat într-un timp mai scurt și s-au dovedit a fi foarte numeroase (FMC Agro România, 2022b).

Roșca (2010) a observat prin monitorizarea zborului, că adulții apăruiți din pupele hibernante sunt într-un număr mai redus comparativ cu numărul adulților capturați în iunie, august chiar și în septembrie. În Grecia, Karakasis et al. (2021) precizează că cele mai ridicate capturi s-au înregistrat de la sfârșitul lunii August până în Septembrie, iar în Australia, Baker et al. (2011) au înregistrat rezultate similare, zbor mai intens al insectei la finalul verii.

Specia iernează ca pupă în sol și s-a constatat că o parte din populația speciei pierde peste iarnă, din cauza răcirii vremii când sunt încă larve. Toamna, populațiile sunt, de asemenea, constrânse de lipsa plantelor gazdă adecvate deoarece majoritatea sunt ajunse la maturitate. De asemenea, populația locală stabilită în diapauză este completată în fiecare an de noi evenimente de migrație (Mironidis et al., 2010; Stavrakaki et al., 2024) deoarece omida fructificațiilor este o specie ce migrează facultativ, zburând pe distanțe scurte sau lungi și se adaptează la condițiile locale de climă (Fitt, 1989).

Cercetări mai recente ne arată că în contextul încălzirii climatice din vestul țării, insecta poate dezvolta și a patra generație, hrănindu-se cu plantele din culturile înființate în toamnă (Cotuna, 2020; ARDS LOVRIN, 2022). În partea de sud a țării, Roșca (2010, 2009) a constatat că insecta poate constitui o problemă pentru culturile de porumb din cauza atacurilor

produse de larve în perioada mătăsului - formarea și umplerea boabelor, frecvența atacului fiind cuprinsă între 7% și 34%.

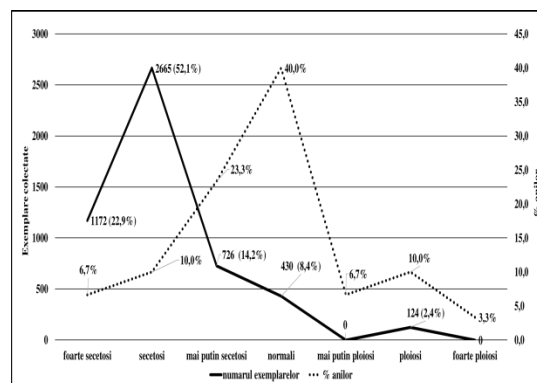
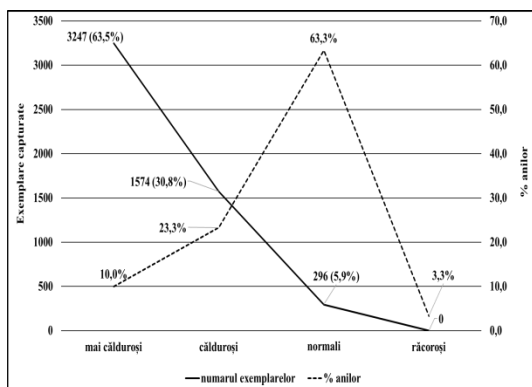
Se cunosc șase vârste larvare ale insectei, acest stadiu fiind cel care produce cele mai ridicate pagube. Larvele speciei prezintă o voracitate ridicată, hrănindu-se cu părți din plantă bogate în azot inclusiv frunze și tulpini, dar cele mai afectate sunt organele generative (Yadav et al, 2022). La porumblarvele se hrănesc cu mătasea și consumă boabele, de la vârf spre bază (Cotuna, 2020), dar în condițiile unor eventuale precipitații, apar frecvent infecții cu agenți patogeni (ex. *Fusarium*, *Aspergillus*) (Negrut et al, 2019). La ardei și tomate, larvele consumă florile, fructele proaspăt formate, distrugându-le parțial și deprecindu-le (Vîrteiu et al, 2021). La bumbac, larvele realizează un orificiu circular în capsule și consumă parțial conținutul (Mapurangaa et al, 2015). La leguminoase, larvele se hrănesc cu florile, perforează păstăile și consumă fructele în formare, o larvă consumând conținutul a peste 40 de păstai (Kumar et al, 2013).

- *Relația dintre condițiile climatice și dinamica zborului*

Analizând influența pe care temperatura medie anuală o exercită asupra dezvoltării insectei, constatăm că în anii normali, care reprezintă 63,3% din anii analizați din punct de vedere termic, s-au înregistrat 296 exemplare ceea ce reprezintă 5,9% din totalul exemplarelor capturate (Figura 4).

În anii călduroși, care reprezintă 23,3% din totalul anilor analizați, zborul speciei a fost foarte intens, adulții capturați însumând 1574 exemplare ceea ce reprezintă 30,8% din ponderea capturilor (Figura 4). Anii foarte călduroși din punct de vedere termic, care au avut pondere de 10% din anii analizați, și au înregistrat dublarea capturilor comparativ cu anii călduroși, fiind identificate 3247 exemplare ale insectei ceea ce a reprezentat 63,5% din totalul capturilor (Figura 4).

Sub aspect pluviometric se constată că 3,3% din ani au fost foarte ploioși, respectiv 6,7% au fost mai puțin ploioși și nu s-au înregistrat capturi. Anii ploioși, care au avut o pondere de 10% au înregistrat 126 de exemplare, ceea ce reprezintă 2,4% din totalul capturilor. Numărul capturilor începe să crească pe măsură ce regimul pluviometric se apropie de suma multi-anuală de precipitații și constatăm că anii normali, care au avut o pondere 40,0%, au înregistrat 430 de exemplare ce reprezintă 8,4%, urmat de anii mai puțin secetoși, care au avut o pondere 23,3%, cu 726 de exemplare. Cele mai ridicate capturi s-au înregistrat în anii foarte secetoși, care au avut o pondere 6,7%, în care capturile au totalizat 1172 exemplare urmat de anii secetoși, care au reprezentat 10% din anii analizați, când s-au înregistrat 2665 exemplare (Figura 4).



a) în funcție de temperatura medie anuală b) în funcție de regimul de precipitații
Figura 4 Dinamica zborului speciei *H. armigera* Hbn.

Condițiile climatice din zona Central a Moldovei se caracterizează printr-o temperatura multianuală a aerului de 9,0°C (1960-2023) și de 531,2 mm suma precipitațiilor (1960-2023). Studiul realizat de Isticioaia și colab. (2020) asupra datelor climatice înregistrate în intervalul 2000-2019, grupate pe cele patru anotimpuri, arată o creștere a temperaturii medii a aerului cu 1,0°C față de media multianuală primăvara și vara, cu 0,6°C toamna și cu 0,4°C. C iarna. Precipitațiile au fost mai mici cu -2,2 mm primăvara, -2,2 mm vara, 0,4 mm toamna și 2,2 mm iarna, ceea ce demonstrează tendința de încălzire a climei și scăderea nivelului precipitațiilor și în zona Centrală a Moldovei.

Condițiile climatice influențează bioecologia insectei, dar și a plantelor gazdă, atât cultivate cât și din flora spontană, care reprezintă surse de hrană pentru prima generație și influențează indirect creșterea populației (Crista și Pălăgesiu, 2008).

Relația dintre disponibilitatea și valoarea nutritivă a plantei gazdă, respectiv, evoluția insectei, a fost analizată în China de Huang și Hao (2019) care arată ca schimbările climatice au contribuit la apariția și dezvoltarea generațiilor, prin creșterea populației de adulți a celei de a treia generații, dar au condus la decalarea înfloritului culturilor agricole. Li și colab. (2015) menționează că 50% din populația de adulți înregistrați în august și septembrie s-au dezvoltat în culturile de porumb, iar populațiile din iulie și iunie au avut ca plante gazdă, grâul și bumbacul. Într-un studiu realizat de Razmjou et al (2013) s-a constatat că plantele gazdă prezintă diferite valori nutriționale ceea ce influențează dezvoltarea insectei, dar și dinamica populației. Dezvoltarea insectei pe tomate a durat 45,4 zile, iar pe năut, 31,7 zile, aceasta fiind și planta preferată de femele pentru a depune ouăle. Palagacheva și Sevor (2021) precizează că larvele generației a II-a produc atacuri ridicate la știuleții de porumb zaharat cuprinse între

20% și 60%, deprecind calitatea boabelor și creând condiții pentru instalarea patogenilor.

Balogh et al. (2005) susțin ca anii secetoși sunt favorabili insectei comparativ cu anii ploioși și reci care reduc populația speciei. Dintre factorii care favorizează insecta fac parte iernile blânde, creșterea temperaturilor medii din luna iulie, iar precipitațiile mai reduse cantitativ, creând condițiile ideale pentru dezvoltarea insectei.

În Ungaria, Keszthelyi et al. (2013) au constatat că anii calduroși și secetoși favorizează răspândirea rapidă a insectei, înregistrând capturi ridicate de adulți de *Helicoverpa* de la capcanele luminoase din anii în perioada 1999-2003. Capturile ridicate s-au înregistrat în mod special în anii moderat de calduroși și secetoși care au fost favorabili pentru dezvoltarea speciei spre deosebire de anii foarte secetoși sau ploioși care conduc la diminuarea populației. Comparând rezultatele acestui studiu cu cele prezentate în aceasta lucrare, constatăm că datele sunt similare, tendința de încălzire și reducerea cantității anuale de precipitații favorizează dezvoltarea populației de *Helicoverpa*.

Colvin și Gatehouse (1993a,b) arată că perioadele calduroase pot influența creșterea numărului de generații, dar și înregistrarea de noi specii cărora încălzirea vremii de la nivel mondial le oferă posibilități de migrare și stabilire în areale noi. Într-un studiu realizat în China, de Huang (2021) ce a cuprins dezvoltarea insectei în condiții climatice diferite (zona de câmpie și de podiș), s-a demonstrat legatura dintre creșterea populației și încălzirea climatică. Astfel, modificări ale bioecologiei insectei s-au înregistrat după atingerea unor temperaturi extrem de ridicate, atipice pentru zona respectivă.

Precipitațiile mari în perioada iunie-august pot servi drept avertizare preliminară de presiune potențială ridicată, în timp ce ploile peste medie în septembrie ar indica scăderea presiunii dăunătorilor (Maelzer et al., 1999).

Studiul realizat de Skendzic et al., (2021) concluzionează că schimbările climatice asupra evoluției insectelor vor conduce la creșterea numărului de generații, atacuri mai dese și mai intense, răspândirea spre nordul continentului a unor specii care nu beneficiază de condiții favorabile în prezent și reducerea populației de entomofagi. În studiul nostru, observăm că insecta a avut un zbor slab până în anul 2013, și populația sa a crescut anual, favorizată de tendința de aridizare din zona noastră.

Concluzii

În perioada 1994-2023 la SCDA Secuieni, s-au capturat 5117 adulți ai speciei *H. armigera* Hbn., numărul adulților fiind cuprins între 2 exem-

plare, cât s-au înregistrat în perioada 1999-2003, și 4520 exemplare identificate în perioada 2019-2023.

În anii călduroși și foarte călduroși, care au avut ponderi de 23,3% și 10%, s-au înregistrat capturi de 1574 exemplare și 3247 exemplare ce au reprezentat 30,8% și 63,5 % din totalul capturilor comparativ cu anii normali care au avut o pondere de 63,3% când capturile au însumat 296 exemplare.

Anii secetoși, care au avut o pondere de 10,0%, sunt cei mai favorabili pentru zborul insectei fiind capturate 2665 exemplare, ce reprezintă 52,1% din total comparativ cu anii normali care au avut o pondere de 40% și în care s-au înregistrat 430 exemplare.

Specia *H. armigera* Hbn poate deveni un dăunător periculos al culturilor de agricole din zona de Est a României.

Acknowledgement: Aceasta lucrarea a fost publicată prin intermediul Proiectului Plan Sectorial ADER (2023-2026), nr. 2.1.5/04.04.2024, finanțat de Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale (România).

Lista bibliografică

1. ARDS LOVRIN, 2023 (<https://scdalovrin.com/fermieri/articole-de-informare/> accesat la 07.12.2023)
2. Baker GH, Tann CR, Fitt GP. *A tale of two trapping methods: Helicoverpa spp. (Lepidoptera, Noctuidae) in pheromone and light traps in Australian cotton production systems.* Bulletin of Entomological Research. 2011;101(1):9-23. doi:10.1017/S0007485310000106
3. Balogh, P., Takács, J., Nádas, M., & Márton, L. *The effect of the weather on the light-trap's data of the cotton bollworm in Hungary.* Cereal Research Communications, 2005, 33(1), 427-430. <https://doi.org/10.1556/crc.33.2005.1.103>
4. Bueno, A. F., Sosa-Gomez. D.R., *The Old World bollworm in the Neotropical region: the experience of Brazilian growers with Helicoverpa armigera.* Outlooks on Pest Management, 2014, 25: 1-4.
5. Buès R., J.C. Bouvier, L. Boudinhon, *Insecticide resistance and mechanisms of resistance to selected strains of Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae) in the south of France,* Crop Protection, 2005, 24(9), 814-820, ISSN 0261-2194, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.01.006>
6. Carter DJ, *Pest Lepidoptera of Europe with special reference to the British Isles.* 1984 Dr W. Junk Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
7. Colvin, J., Gavin Gatehouse, A. *Migration and genetic regulation of the pre-reproductive period in the Cotton-bollworm moth, Helicoverpa armigera.* Heredity, 1993a 70, 407-412. <https://doi.org/10.1038/hdy.1993.57>
8. Colvin, J.; Gatehouse, G. *Migration and the effect of three environmental factors on the pre-reproductive period of the cotton-bollworm moth, Helicoverpa armigera.*

- ra. *Physiological Entomology*, 1993b, 18 (2), 109-113. [DOI: 10.1111/j.1365-3032.1993.tb00456.x]
9. Cotună, O. *Practical Guide for Farmers*; Publishing house EuroBit: Timisoara, Romania, 2020; Volume 126, pp. 141. ISBN 978-973-132-671-9.
 10. Crista, N. & Pălăgesiu, I., *Pest control of Helicoverpa armigera Hübner in maize in the Western Plain – Romania*. Scientific Papers. Faculty of Agriculture, 2007, XXXIX. USAMVB, Timișoara, Editura Agroprint. (ISSN 1221-5279)
 11. EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health), Scientific Opinion on the pest categorisation of *Helicoverpa armigera* (Hübner). *EFSA Journal* 2014;12(10): 3833, 28 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3833
 12. Elisovetskaya D., Nastas T. *Phenology of Helicoverpa (=Heliothis) Armigera (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliothinae) in the conditions of Moldova*, Studii și comunicări. Stiințele Naturii. 2012, Tom. 28, No. 1, 105-110, ISSN 1454-6914
 13. Fitt GP, *The ecology of Heliothis species in relation to agroecosystems*. Annual Review of Entomology, 1989, 34:17-52. (Volume publication date January 1989) <https://doi.org/10.1146/annurev.en.34.010189.000313>
 14. FMC Agro Romania 2020 (<https://fmcagro.ro/blog/in-atentia-cultivatorilor-de-porumb-buletin-de-avertizare-pentru-helicoverpa-armigera> accesat la 07.12.2023)
 15. FMC Agro Romania, 2021a (<https://fmcagro.ro/blog/in-atentia-cultivatorilor-de-porumb-se-inregistreaza-zbor-masiv-de-helicoverpa-armigera-generatia-2> accesat la 07.12.2023).
 16. FMC Agro România 2023 (<https://fmcagro.ro/blog/avertizare-se-inregistreaza-zbor-intens-de-helicoverpa-armigera-generatia-ii> accesat la 07.12.2023).
 17. FMC Agro România, 2021b (<https://fmcagro.ro/blog/alerta-se-inregistreaza-zbor-masiv-de-helicoverpa-armigera-generatia-a-iii-a> accesat la 07.12.2023)
 18. FMC Agro România, 2022a (<https://fmcagro.ro/blog/avertizare-2> accesat la 07.12.2023).
 19. FMC Agro România, 2022b (<https://fmcagro.ro/blog/avertizare-ostriina-nubilalis-generatia-a-ii-a-si-helicoverpa-armigera-generatia-a-ii-a-si-a-iii-a-la-porumb> accesat la 07.12.2023)
 20. Gatehouse, G. *Migration and the effect of three environmental factors on the pre-reproductive period of the cotton-bollworm moth, Helicoverpa armigera*. *Physiological Entomology*, 1993, 18 (2) 109-113. [DOI: 10.1111/j.1365-3032.1993.tb00456.x]
 21. Grozea I., Horgos H., Stef R, Carabet A, Virteiu A.M., Butnariu M, Molnar L., *Assessment of population density of insect species called "species problem", in lots with different maize hybrids*, *Research Journal of Agricultural Science*, 2019, 51 (1),132-137
 22. Haile, F. & Nowatzki T. & Storer, N., *Overview of Pest Status, Potential Risk, and Management Considerations of Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae) for U.S. Soybean Production*. *Journal of Integrated Pest Management*, 2021, 12. 10.1093/jipm/pmaa030.
 23. Huang, J., *Effects of climate change on different geographical populations of the cotton bollworm Helicoverpa armigera (Lepidoptera, Noctuidae)*. *Ecology and Evolution*, 2021, 11, 18357–18368. <https://doi.org/10.1002/ece3.8426>

24. Isticioaia S.F., Trotuş E., Amarghioalei R.G., Pintilie P.L., Leonte A., *Studiul privind evoluţia regimului termic şi pluviometric înregistrat la staţia meteo a S.C.D.A. Secuieni, în perioada 2000 – 2019*, Analele INCDA Fundulea, 2020, vol. LXXXVIII, 129 - 145 <https://www.incda-fundulea.ro/anale/88/88.14.pdf>
25. Jones CM, Parry H, Tay WT, Reynolds DR, Chapman JW. *Movement Ecology of Pest Helicoverpa: Implications for Ongoing Spread*. Annu Rev Entomol. 2019 Jan 7;64:277-295. doi: 10.1146/annurev-ento-011118-111959. Epub 2018 Oct 8. PMID: 30296859.
26. Karakasis, A.; Lampiri, E.; Rumbos, C.I.; Athanassiou, C.G., *Factors Affecting Adult Captures of the Cotton Bollworm, Helicoverpa armigera (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Pheromone-Baited Traps*. Agronomy 2021, 11, 2539. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122539>
27. Keszthelyi S, Pál-Famandi F, Kerepesi, *Effect of cotton bollworm (Helicoverpa armigera Hübner) caused injury on maize grain content, especially regarding to the protein alteration*. Acta Biologica Hungarica, 2011, 62(1):57–64 (1), DOI: 10.1556/ABiol.61.2011.1.5 (HU).
28. Keszthelyi S. & Nowinszky L., Puskas, J. *The growing abundance of Helicoverpa armigera in Hungary and its areal shift estimation*. Central European Journal of Biology, 2013, 8. 10.2478/s11535-013-0195-0.
29. Keszthelyi, S., Pál-Fám, F., & Pozsgai, J., *Reactions of the different breeding season corns as a function of injury of cotton bollworm (Helicoverpa armigera Hbn.)*. Cereal Research Communications, 2009, 37(2), 321-326. <https://doi.org/10.1556/crc.37.2009.suppl.8>
30. Kottek, M.; Grieser, J.; Beck, C.; Rudolf, B.; Rubel, F. *World map of the Köppen-Geiger climate classification updated*. Meteorol. Z. 2006, 15, 259–263. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>.
31. Kriticos DJ, Ota N, Hutchison WD, Beddow J, Walsh T, Tay WT, et al., *The Potential Distribution of Invading Helicoverpa armigera in North America: Is It Just a Matter of Time?* PLoS ONE, 2015, 10(3): e0119618 doi: 10.1371/journal.pone.0119618
32. Kumar, A.; Mishra, M.; Sadguru, P. *Biology of Helicoverpa armigera (Hubner) on tomato in Tarai region of Uttar Pradesh*. J. Exp. Zool. India 2013, 16, 101–104
33. Li, N., Zhang, J., Liu, Y. J., Zhang, B., Xiong, J. X., Wang, P. L., & Lu, Z. Z., *Analysis of Larval host types of Cotton Bollworm (Helicoverpa armigera) Populations for Evaluation of Bt Refuges in Northern Xinjiang*. Acta Ecologica Sinica, 201535(19), 6280–6287.
34. Ma J-h, Lu Z-z, Jin X-l, Pan Y-l., Gao G-z, *Comparison of lights and capture efficiency of popular branch bundles for capturing moths of cotton bollworm (Helicoverpa armigera)*. Xinjiang Nongye Kexue, 2010, 47, 2023–2026.
35. Maelzer, D.A.; Zalucki, M.P. *Analysis of long-term light-trap data for Helicoverpa spp. (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: the effect of climate and crop host plants*. Bulletin of Entomological Research, 1999, 89(5), –. doi:10.1017/S0007485399000590
36. Mapuranga R, Chapepa B, Mudada N. *Strategies for integrated management of cotton bollworm complex in Zimbabwe : A review*. International Journal of Agronomy and Agricultural Research, 2015, 7(1): 23–35.

37. Mirondis, G. K., Stamopoulos, D. C., & Savopoulou-Soultani, M., *Overwintering survival and spring emergence of Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae) in Northern Greece*, Environmental Entomology, 2010 39(4), 1068–1084.
38. Negruț G. N., Cotuna O., Sărățeanu V., Durău C. C., Suba T., *Research regarding the relationship among the pests Ostrinia nubilalis, Helicoverpa armigera and the fungi Fusarium verticillioides, Aspergillus flavus in corn in the climatic conditions from Lovrin (Timiș County)*, Research Journal of Agricultural Science, 2019, 51 (4), , 282-291
39. Pălăgeșiu, I. & Crista, N., *Researches concerning the biology of the pest Helicoverpa armigera Hbn in maize crops in the Western Plain conditions*. Scientifical Papers Faculty of Agriculture, 2008a, 40 (3). Scientific Papers. Faculty of Agriculture 40 (3). USAMVB, Timișoara, Editura Agroprint: 83-88. (ISSN 1221- 5279)
40. Pălăgeșiu, I., Crista, N. & Coștiug, E. (2008b). *Researches concerning the spreading and attack produced by the American bollworm (Helicoverpa armigera Hbn.) in the Timiș County*. Scientific Papers. Faculty of Agriculture 40 (3). USAMVB, Timișoara, Editura Agroprint: 2008b, 77-82. (ISSN 1221-5279)
41. Pălăgeșiu, I., Stan, N., Prunar, F. & Coștiug, E., *Investigations concerning the spreading, biology, ecology and control of the American bollworm (Helicoverpa armigera Hb.)*. Scientific Papers. Faculty of Agriculture XXXIX. USAMVB, Timișoara, Editura Agroprint:2007,451-457. (ISSN 1221-5279)
42. Pinto, F.A.; Mattos, M.V.V.; Silva, F.W.S.; Rocha, S.L.; Elliot, S.L. *The Spread of Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae) and Coexistence with Helicoverpa zea in Southeastern Brazil*. Insects 2017, 8, 87. <https://doi.org/10.3390/insects8030087>
43. Razmjou, J., Naseri, B. & Hemati, S.A. *Comparative performance of the cotton bollworm, Helicoverpa armigera (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on various host plants*. J Pest Sci 2014, 87, 29–37, <https://doi.org/10.1007/s10340-013-0515-9>
44. Roșca I, *Preliminary study regarding importance of species Helicoverpa armigera Hb. For maize culture in Romania*. Scientific Papers, USAMV Bucharest, Series A, 2009, LII, 424–426.
45. Roșca I, *Research regarding interaction of mon810 biotech corn on the Helicoverpa armigera in Romania*. Scientific Papers, UASVM Bucharest, Series A, 2010, Vol. LIII, ISSN 1222–5339, 403– 411.
46. Skendžić, S.; Zovko, M.; Živković, I.P.; Lešić, V.; Lemić, D. *The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests*. Insects 2021, 12, 440. <https://doi.org/10.3390/insects12050440>
47. Stavrakaki M., A. Ilias, K.B. Simoglou, G.K. Mironidis, C.T. Zimmer, D. Souza, E. Roditakis, *Revision of Helicoverpa armigera insecticide resistance status in Greece*, Crop Protection, 2024, 175, 106446, ISSN 0261-2194, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106446>
48. Trotuș, E.; Isticioaia, S.F.; Mîrzan, O.; Popa, L.D.; Naie, M.; Lupu, C.; Leonte, A.; Pintilie, P.L.; Buburuz, A.A.; Plescan, D. Corn. In Cultivation Technologies of Some Field Plants for the Central Area of Moldova; Publishing House “Ion Ionescu de la Brad”, Iași, Romania:2020; pp. 63–76. ISBN 978-973-147-367-3.
49. Vajgand D. *Appearance analysis of two noctuid moths Helicoverpa armigera Hbn. & Autographa gamma L. during 2019, 2020 and 2021 in Bačka district*, Biljni Lekar / Plant Doctor, 2022, 50, 1 29-39, DOI: 10.5937/BiljLek2201029V

50. Vîrteiu A.M., Seibert A.M, Ștef R, Cărbăreț A., Chiș C., Grozea I., *Is Helicoverpa Armigera (lepidoptera: noctuidae) a key pest in western romanian paprika pepper crops?* Romanian Journal for PlantProtection, 2021, XIV, 2021 75-84, ISSN 2248 – 129X; ISSN-L 2248 – 129X
51. Vuković S, Indić D, Grahovac M, Franeta F. *Protection of sweet corn from Ostrinia nubilalis Hbn. and Helicoverpa armigera Hbn.*, Commun Agric Appl Biol Sci., 2015, 80(2):161-7. PMID: 27145581.
52. Yadav, S. P. S., Lahutiya, V., & Paudel, P., *A Review on the Biology, Ecology, and Management Tactics of Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae).* Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 2022, 10(12), 2467–2476. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i12.2467-2476.5211>