CZU: 632.937:634.11 https://doi.org/10.53040/ppap2023.77

OPTIMIZAREA TERMENELOR DE EFECTUARE A TRATAMENTELOR ÎN COMBATEREA VIERMELUI MERELOR

TRETIACOVA Tatiana, GUȘAN Ana, TODIRAȘ Vl.*
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al USM, Chișinău, Republica Moldova
** https://orcid.org/0000-0002-2245-9715,*
e-mail: vladimir.todiras@gmail.com

Summary. Applying the concept of degree-days to estimate the timing of pest emergence adequately describes the development cycle of the apple worm. Codling moth *Cydia pomonella*, as has been considered have two generation in Moldova, with only rare isolated cases of an incomplete third generation. In the light of recent advancements on the topic of climate change, a possible shift towards more than two generations per year has to be considered. Change of generation number would also require a shift in recommendations for codling moth management. Different generation number patterns were observed ranging from typical two generation development in 2021 to a pattern strongly suggesting three generation codling moth development in 2019.

Keywords: *Pest, traps, codling moth, temperature, generation, forecast models, warning.*

Introducere. Viermele merelor (*Cydia pomonella* L.) este dăunătorul-cheie al plantațiilor de măr. În anii favorabili pentru dezvoltare, specia dată poate să atace până la 90% din recolta de fructe şi cu 40% să reducă calitatea acestora. Astfel cultura mărului este imposibilă fără preocupări susţinute privind prevenirea şi combaterea acestui dăunător [1, 2, 5]. Sistemul de combatere practicat în preponderență pe contul aplicării neargumentate a mijloacelor chimice, provoacă probleme legate de apariția rezistenței la organismele dăunătoare față de pesticide și poluarea mediului.

Combaterea integrată este susținută și se bazează pe elemente de evidență, dinamică, prognoză și avertizare, cunoasterea biologiei și stadiilor sensibile ale dăunătorului și a pragului economic de dăunare (PED). Acestea permițând o aplicare diferențiată a măsurilor de protecție, în funcție de nivelul de atac și pagube potențiale. Evaluarea stării fitosanitare a plantațiilor de măr și prognoza

de dezvoltare fenologică a viermelui mărului - este o condiţie primordială pentru aplicarea măsurilor de protecție în timp oportun şi eficiente din punct de vedere economic.

Prognoza si avertizarea sunt indispensabile în activitatea de protecție a plantelor. Actualmente, se folosesc sisteme informaţionale de prognoză şi avertizare, sau sisteme expert, ce funcţionează pe baza unor modele şi algoritmi ai proceselor biologice. [4,5, 8]. Optimizarea tratamentelor în baza avertizării asigură importante economii de pesticide, combustibil, şi forţă de muncă.

Viermele merelor este o specie polivoltină şi poate dezvolta de la una până la 5 generaţii pe an, în diferite țări [3, 6]. În ciclul de viaţă al viermelui merelor anual are loc o diferenţiere ecologică considerabilă. Termenele calendaristice ale începutului zborului de primăvară oscilează în funcție de condițiile meteo. Stadiile active necesită temperaturi comparativ înalte, cu optimum în jurul de 25°C și pier sub efectul prelungit al temperaturilor mai joase de 10°C. Scăderea temperaturii mai jos de pragul de activitate în orele nocturne în perioada de după înflorire pe parcursul a 5 zile consecutiv, reţine activitatea de zbor a fluturilor. Acest fenomen influenţează dezvoltarea viermelui merelor astfel, are loc reducerea densităţii numerice a dăunătorului nu numai în prima, dar și în a doua generaţie [3, 7].

Ciclul de viață al dăunătorului este determinat de temperaturile efective, de conjugarea dezvoltării cu fenologia plantei gazdă și de durata orelor de lumină. Trecerea omizilor din prima generaţie în starea de diapauză este în funcţie de temperatura medie în luna iunie: cu cât temperatura este mai mare, cu atât numărul larvelor ce intră în diapauză este mai mic, deci potenţialul dăunătorului în generaţia a doua se măreşte [6]. Aşadar, condiţiile în care are loc dezvoltarea viermelui merelor în prima generaţie determină, în mare măsură, rezerva şi nocivitatea dăunătorului generaţiilor ulterioare. Reprimarea dăunătorului în prima generaţie este importantă, reducând potenţialul populaţiei şi influenţând negativ asupra dezvoltării generaţiilor ulterioare.

La baza elaborării modelelor de prognoză fenologică stau numeroase studii care au arătat că între fazele din ciclu de dezvoltare ale dăunătorilor şi suma temperaturilor efective (peste un anumit nivel-prag) există o corelaţie directă. Aceste modele, cunoscute ca modelele de tip ”grade-zi” - sunt larg utilizate la ora actuală, presupunând estimarea datei de la care începe acumularea gradelor-zi, valoarea temperaturii prag şi suma temperaturilor pozitive solicitată [1,3,4,8]. Precizând data apariției dăunătorului, prin aplicarea capcanelor cu feromon sexual și având la disponibilitate date meteo

(curente și cele prognozate), cu ajutorul prognozei fenologice se poate stabili data invaziei în masă a dăunătorului și, deci momentul optim de aplicare a tratamentelor, obținandu-se astfel o eficiență maximă în combatere.

Scopul cercetărilor este optimizarea termenelor de aplicare a tratamentelor în combaterea viermelui merelor prin prognozarea fenologică a evenimentelor biologice.

Materiale și metode. Pentru elaborarea prognozei de dezvoltare fenologică a viermelui merelor a fost utilizat soft-ul "OptimClass", elaborat în cadrul laboratorului, care este bazat pe teoria „*Fuzzi logic”*. Modelul de prognoză fenologică s-a produs pe baza curbei logistice a ratei de dezvoltare a viermelui merelor prin construirea unei funcții de răspuns pentru fiecare criteriu. Aplicarea metodologiei „*Fuzzi logic”* a făcut posibilă rezolvarea problemelor de prelucrare a informației incomplete, a dependențelor într-o funcție liniară și a valorilor tuturor factorilor într-o singură dimensiune, determinând factorii și puterea influenței fiecărui factor, combinându-i într-un singur predictor – suma temperaturilor efective (STE). Programul "OptimClass" este un "GIS/GPS" instrument, care permite soluţionarea problemelor clasificaţiei multifactoriale dinamice şi statice, deci - rezolvarea problemelor de optimizare. Evaluarea modelului fanologic al viermelui merelor s-a efectuat în livada de măr experimentală a IGFPP.

Monitorizarea activității de zbor a dăunătorului s-a efetuat prin aplicarea capcanelor cu feromon sexual, instalate în livadă cu o săptămână înainte de apariția imago viermelui merelor din generația hibernantă, câte o capcană la fiecare din trei parcele. Datele meteo s-au obținut prin utilizarea stației automate de monitorizare și culegere a datelor “iMetos”; pentru calcularea STE s-a utilizat programul “*Gade-zi-Calculator*” din "*Excel*". In calcularea STE s-a utilizat metodă de calcul de tip neliniar, elaborată în cadrul laboratorului, bazată pe funcția sinusoidală [2,8]. Verificarea și validarea modelelor de prognoză s-a realizat prin compararea datelor calculate cu cele reale obținute prin evidențe; evaluarea preciziei modelului a fost realizată prin stabilirea datei reale a unui eveniment biologic (începutul zborului, zborul în masă, începutul ecloziunii și ecloziunea în masă) și compararea acestora cu cea prognozată. Diseminarea informațiilor produse s-a realizat prin intermediul sit-ului “Ecocon.net”.

Rezultate și discuții. La elaborarea modelelor de prognoză, s-au folosit datele meteorologice (STE) și cele ale captării masculilor viermelui merelor în capcane cu feromon sexual. Punctul de pornire în modelare fiind data începutului ne întrerupt al zborului masculilor – punctul biologic fixat (biofix). Este importantă stabilirea corectă a datei biofix, deoarece aceasta influențează exactitatea de prezicere a evenimentelor biologice. Data calendaristică a punctului Biofix diferă în fiecare an, în funcție de condițiile climaterice, Astfel, în a.2019 data Biofix(-ului) era stabilită pe 11 mai, în 2020 – pe 8 mai, în 2021 – pe 15 mai, în a.2022 – 8 mai, în 2023 - 11 mai. STE acumulată variind de la 105,2 până la 151,8 grade-zi; în modelul fenologic elaborat punctului Biofix i se atribuită STE egală 93 grade-zi. Tratamentele în combaterea viermelui merelor în livada experimentală s-au efectuat la apariția larvelor, în conformitate cu datele prognozate [1, 4]. Astfel, în prima generație avertizările au fost realizate la ecloziune de 3% a larvelor (începutul de atac a fructelor), data calendaristică preconizată fiind în a. 2019 - de 26 mai, a. 2020 – 5 iunie, a.2021 – 9 iunie, a.2022 și – 27 iunie, la STE egală cu 232 grade C -zi. Datele evidențelor directe au confirmat prezența primelor ouă eclozate în natură, drept confirmare că modelul este adecvat.

Schema elaborată "STE - Ecloziune - Zbor", exprimată în procente, permite să fie determinată data optimă de aplicare a măsurilorlor de protecție. Avertizările privind aplicarea tratamentelor s-au realizat atât la începutul zborului în masă a imago viermelui merelor și începutul pontei (STE egală cu 137grade-zi), cât și la începutul de ecloziune (3%) a larvelor. Aplicarea pesticidelor s-a realizat la atingerea PED.

De exemplu, în anul 2022 numărul masculilor capturați pe parcursul zborului generației de iarnă (I gen.), în medie, a constituit 11,9 exemplare/capcană/săptămână, acesta depășind cu 2,1 ori valoarea PED (*5,0 msc.*). Densitatea numerică a viermelui merelor în livada de măr a IGFPP s-a apreciat ca fiind medie cu rezerva biologică mare.

Numărul de generaţii este un indice al energiei de înmulţire a viermelui merelor şi în acelaşi timp, al nocivităţii lui. Timpul de dezvoltare a fiecărei generații a viermelui merelor, cât și numărul de generații din anul curent, este în funcție de rata de acumulare a STE (Fig. 1).

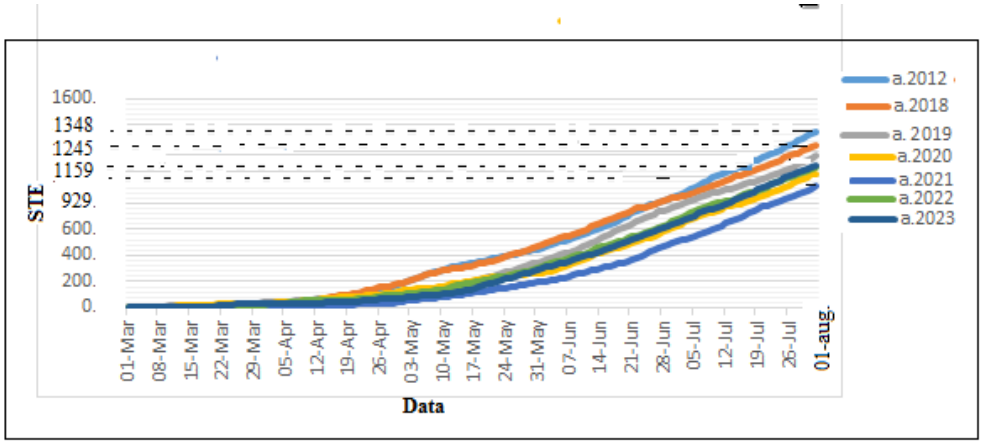


Fig.1. Mersul de acumulare a STE până în luna august, după ani.

În cazul în care până întâi august se acumulează STE egală cu 1000 grade-zi, probabilitatea ca viermele merelor să se dezvolte în trei generații crește. Generația a treia va fi completă sau parțial dezvoltată, în funcție de valoarea STE acumulată și condițiile termice curente.

Analizând figura 1, se observă că valoarea STE acumulată până la 1 august, în anii 2020, 2022-2023 a fost aproximativ egală, oscilând între 1027,7-1088,3 grade C-zi, anii respectivi fiind secetoși cu temperaturi în lunile iulie-august depășind norma. Astfel, rata mersului de acumulare a STE ne permite să presupunem probabilitatea de dezvoltare a generației a 3-a în anii respectivi. În anul 2021 însă rata de acumulare a STE până la începutul lunii august fiind mult mai redusă, alcătuindu-se 913,3 grade-zi, anul a fost cu condiții nevaforabile pentru dăunătorul dat.

Condițiile meteorologice pot afecta numărul de generații al dăunătorului în natură. Mai mult, temperaturile ridicate la începutul primăverii (martie) pot accelera încetarea diapauzei și apariția molilor și, prin urmare, pot provoca creșterea numărului de generații, majorând voltinismul speciei [5, 6].

În anul 2019 temperatura medie primăvara, în luna martie, a fost egală cu 7,7°C, STE acumulată până la 01.04.19 a constituit 42,4 grade-zi. Vara temperatura medie în luna iunie și iulie a constituit 24,1°C și 22,4, corespunzător, depășind cu 5,1-1,5°C norma lunară. Trecerea omizilor din prima generaţie în starea de diapauză este în funcţie de temperatura medie în luna iunie: cu cât temperatura este mai mare, cu atât mai mic este numărul larvelor ce intră în diapauză, deci potenţialul generaţiei a doua se măreşte. Numărul de masculi capturați într-o capcană cu feromon sexual la sfârșitul

generației de iarnă, în medie, a constituit 59,3ex., densitatea numerică depășind valoarea PED. STE acumulată până la întâi august a fost egală cu 1145 grade-zi, pe 1 august STE egală cu 1159°-zi, ceea ce a contribuit la dezvoltarea viermelui merelor mai rapid (fig. 1). În a.2019 s-au identificat trei generații pline, 35% de larve din gen. a 3-a până pe 15.09.18 au reuşit să se dezvolte complet. (Fig. 2).

În a. 2020 până la întâi august s-a acumulat STE egală cu 1018,1 grade-zi, a avut două generații pline și a treia parțială. Din ouăle depuse de către femelele din generația a treia 25% de larve au eclozat până la 4.09.20, însă numai 2,1% de larve eclozate au reușit să se dezvolte complet până la 15.09.20 și 12% până la 30.09.20 înainte de a se duce la iernare.

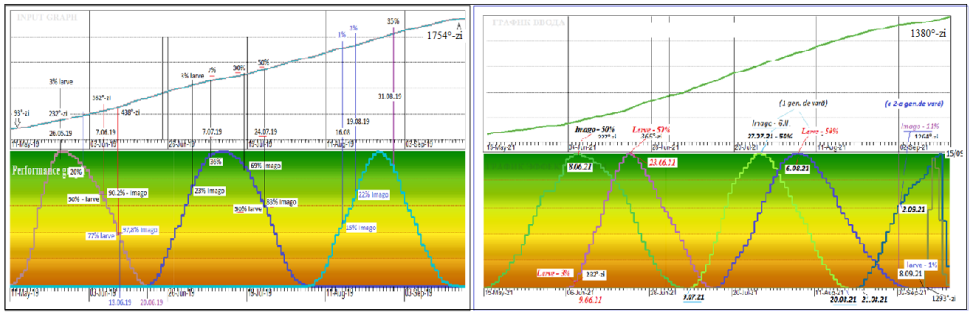


Fig. 2. Modelul de dezvoltare a viermelui merelor (*Cydia pomonella* L.), anii 2019 și 2021.

În a. 2021 temperatura medie primăvara, în luna martie, a fost egală cu 3,8°C, STE acumulată până la 01.04.21 a constituit 9,0 grade-zi. În luna mai și iunie în total au căzut 190,9 mm de precipitații, depășind norma în luna mai cu 55 mm și in iunie – cu 18,9 mm. Temperatura medie în luna iunie a constituit 19,8°C, cu 4.2 C mai puțin decât în a. 2019. Numărul de masculi capturați într-o capcană cu feromon sexual la sfârșitul generației de iarnă în medie a constituit 19,7 exemplare, densitatea numerică fiind scăzută; STE acumulată în a.2021 până la 1 august a constituit 913,7 grade-zi, condițiile fiind nefavorabile pntru dezvoltarea viermelui merelor. Prin urmare, viermele merelor în a.2021 a avut două generaţii pline. Biofix-3 s-a stabilit pe data de 22.08.21. Ca urmare, nici 1% de larve nu a reușit să se dezvolte complet până pe data de 30. 09.21 – generația a treia fiind considerată “sinucidă” (Fig.2).

Astfel, în cercetările noastre au fost construite modele de prognoză cu numărul de generații diferite, acestea variind de la dezvoltarea tipică a două generații (a. 2021) la dezvoltarea trei generații (anii 2012, 2018, 2019). Ceea ce

sugerează suficientă plasticitate de dezvoltare la viermele merelor pentru a-și ajusta voltinismul la schimbarea factorilor meteorologici. În anii 2020,2022 a treia generație era incompletă cu capacitatea de iernat parțială. În așa situații importanța monitorizării, și avertizărilor în combaterea viermelui merelor în protecția plantelor crește esențial

Concluzii. Viermele merelor în Moldova se dezvoltă în 2-3 generații, în funcție de condițiile meteo. Prognoza fenologică permite determinarea perioadei optime de aplicare a măsurilor de protecție, Aplicarea conceptului de grade-zi pentru a estima momentul apariției dăunătorilor descrie în mod adecvat ciclul de dezvoltare al viermelui merelor. Modelul de prognoză fenologică elaborat poate fi utilizat în sistemele de protecție integrată pentru a anticipa termenul optim de aplicare a măsurilor de control. Luarea deciziilor privind necesitatea efectuării acestor măsuri este necesar de efectuat în conformitate cu analiza stării fitosanitare curente, luând în vedere PED.

Cercetările au fost realizate în cadrul proiectului Programului de Stat 20.80009.5107.19 ” Consolidarea capacităților de prognoză și combatere a organismelor dăunătoare și analiză a riscurilor fitosanitar în protecția integrată a plantelor”, finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare.

Bibliografie

1. Baker C. The validation and use of a life-cycle simulation model for risk assessment of insect pests. In: EPPO Bull. 1991, vol. 21, nr. 3, p. 615-622.
2. Brunner J., Hoyt S., Wright M. Codling moth control - a new tool for timing sprays pests of apples and pears, Washington. In: Washington State Univ. Extension Bull. 1072. Washington, 1987. 4 p.
3. Damos P., Kouloussis N., Koveos D. A degree-day phenological model for *Cydia pomonella* and its validation in a Mediterranean climate. Bulletin of Insectology Nr. 71, vol.,pp. 131-142, 2018.
4. Mols, P. Forecasting an indispensable part of IPM in appleorchards. In: Acta phytopath.etentomol. Hung. 1992, vol. 27, nr. 4, pars. 2.pp. 449-460.

5. El IraquI S., Hmimina M. Assessment of control strategies against *Cydia pomonella* (L.) in Morocco. In Journal of Plant Protection Research, 2016, nr.56, pp. 82-88.
6. Pau len O., Kobolka, R. Monitoring of moth pests in apple tree orchard. 2018.E disponibil on-lime: https://www. _Monitoring_of_Moth_Pestsin_Apple_Tree_Orchard
7. Stoeckli S, Hirschi M, Spirig C, et.al. Impact of climate change on voltinism and prospective diapause induction of a global pest insect--Cydia pomonella (L.). IOBC-WPRS Working Group. 2016, vol. 112, pp.63-64.
8. *Todiraș V*. *Metodă de integrare* a funcţiei de dezirabilitate cu funcţiile de apartenenţă în sistemele bazate pe logica Fuzzy. In: Progrese în teoria deciziilor economice în condiții de risc și incertitudine. Iași, 2009, vol. 9, pp.87-93.