

UTILIZAREA SISTEMULUI DE CLASIFICARE *BIOCLASS* PENTRU PROGNOZA FENOLOGICĂ

Todiraș Vladimir*, <https://orcid.org/0009-0002-4965-6572>

Tretiacova Tatiana, <https://orcid.org/0009-0008-6766-5652>

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova

*e-mail: vladimir.todiras@gmail.com

Summary. This study aims to evaluate opportunities to use the online classification system *BioClass* for elaboration of phenological prognoses. Information from pest models can be used to simulate and predict the intensity and potential pest threat. Interactions among microclimate components on codling moth (*Cydia pomonella* L.) using GIS technologies was studied. The precision of beginning of the continuous flight of apple codling moth and the calendar date for the first and second treatment in the orchards with a high and medium density of the pest were calculated. *BioClass* is a GIS tool designed to solve multiple-criteria classification and optimization problems. For decisions support, an online version of the *Phenological Forecast and Solutions module* was developed and is located on <http://www.ecobionet.com/GISModele.aspx>. Opportunities to use the *BioClass* program for agricultural heritage assessment were analyzed. The results confirmed that the *BioClass* classification system can be used for the online phenological modellings at household, region, country level and to provide farmers' consultation centers and forecasting stations with precise information for phytosanitary risk assessment.

Keywords: pest, phenology, simulation models, decision making.

Introducere

Producătorii agricoli în ultimele decade au apreciat avantajele noilor tehnologii, inclusiv tehnologiilor informaționale, care ajută la precizarea luării deciziilor de management și îmbunătățirea eficacității economice a operațiilor tehnologice. Tehnologiile informaționale vor optimiza procesul de luare a deciziilor, reieșind din necesitățile producătorului de management specific conform necesităților [1, 2]. Fenologia este studiul fenomenelor biologice recurente și al relației lor cu vremea. Migrația păsărilor, înflorirea florilor sălbatice și a copacilor și aspectul sezonier al insectelor sunt exemple de evenimente fenologice care au fost înregistrate de secole. Plantele înfloresc mai devreme în primăvara caldă. De asemenea, insectele apar mai devreme când este cald decât în anotimpurile mai reci.

Deoarece dezvoltarea atât a plantelor, cât și a insectelor depinde de temperatură, plantele pot urmări cu exactitate factorii de mediu care determină momentul în care insectele sunt active. Din acest motiv, fenologia plantelor poate fi folosită pentru a prezice apariția insectelor. Plantele înfloresc și insectele apar practic în aceeași ordine în fiecare an, indiferent de vremea aceea a avut loc iarna sau primăvara. Prin urmare, secvența de înflorire a plantelor poate fi folosită ca un calendar biologic pentru a prezice activitatea insectelor și pentru a cronometra alte practici de grădinărit care depind de un anumit stadiu al dezvoltării plantelor, cum ar fi înmulțirea sau controlul buruienilor [3, 4]. Sunt prezentate metodele de calculare a gradelor-zi și modul în care acestea sunt utile pentru predicția fenologiei plantelor față de activitatea insectelor.

Dezvoltarea dăunătorilor este o funcție a interacțiunilor dintre componentele sistemului agricol. Acest studiu își propune să evalueze oportunitățile de utilizare a sistemului de clasificare on-line *BioClass* pentru prognoza fenologică. *BioClass* este un instrument GIS conceput pentru a rezolva probleme de clasificare și optimizare cu criterii multiple. Scopul *BioClass* este de a introduce progrese în procesul decizional multi-obiectiv pentru problemele din lumea reală. Factorii abiotici au o influență semnificativă asupra agenților patogeni și dăunătorilor cât și a plantelor dăunate de ele. În legătură cu acest fapt este absolut necesară estimarea condițiilor de mediu în teritorii concrete. Acest sistem combină capacitățile unui sistem de calculator, sistem automat de

cartografiere, sistem de management a informației, analiză a datelor și sistem de modelare în conformitate cu conceptul Agriculturii de Precizie.

Obiective: Acest studiu își propune evaluarea oportunităților de utilizare a sistemului de clasificare on-line *BioClass* pentru prognoza fenologică.

Materiale și metode

Metodologia utilizată în această analiză, rezolvă o problemă dificilă a combinării timpului, spațiului și a variabilelor climatice pentru a efectua evaluări complexe în dependență configurația geografică. Baza de date digitală, ce constă din diferite straturi informaționale, poate fi utilizată pentru monitorizarea proceselor de dezvoltare a organismelor dăunătoare și culturilor agricole. În programul *BioClass* poate fi creată o bază de date tematică digitală. Straturile informaționale de date spațiale sunt suprapuse, integrate, combinate cu unele straturi de date non-spațiale și analizate cu ajutorul modelului potrivit. Sistemul este utilizat la fel ca un mijloc de modelare sau reflectare a unui set de date (numărul insectelor, date climatice) și pentru a prezenta spațial rezultatele în formă de hărți. Prognozele specifice unui loc sunt create prin transformarea datelor meteo de scară medie la o scară spațială mai mare prin interpolarea măsurărilor din câmp, extrapolarea lor prin utilizarea modelelor atmosferice și ajustarea datelor extrapolate la datele digitale ale terenului [3, 4].

Pentru construcția modelelor spațiale s-a utilizat programul de calculator *BioClass*, care permite integrarea tehnologiei Sisteme Informaționale geografice (GIS) în baza teoriei mulțimilor vagi (*fuzzy logic*). Prin metoda de interpolare *Kriging* au fost construite hărți ale sumei temperaturilor active și efective (STE). S-a elaborat prognoza pentru un teren de livadă concret în baza modelului de dezvoltare a viermelui mărului luând în considerație influența reliefului. În programul *BioClass* poate fi creată o bază de date tematică digitală. Sistemul este utilizat la fel ca un mijloc de modelare sau reflectare a unui set de date (numărul insectelor, date climatice) și pentru a prezenta spațial rezultatele în formă de hărți. Pentru suportul deciziilor a fost elaborată o versiune online a modulului *Prognoza fenologică și soluții* și amplasată pe adresa <http://www.ecobionet.com/GISModele.aspx>.

Rezultate și discuții

Prognoza fenologică este necesară în calitate de argumentare științifică pentru planificarea strategică, asigurarea informațională a pronosticului și avertizărilor în agricultură. Modelul fenologic al viermelui mărului a fost elaborat în baza evaluării bazei de date pe parcursul a 14 ani consecutivi.

În figura 1 este prezentat modelul pentru anul 2019. Viermele merelor în a.2019 a avut 3 generații pline. Biofix(3) - 07.08.19. A avut loc ecloziunea ouălor și apariția larvelor de 85-90%, din care 38% larve până pe 30.09.19 au reușit să se dezvolte complet (STE=1785°-zi). Astfel, fiecare insectă are nevoie de o anumită sumă de acumulare a temperaturilor ca să atingă o etapă de dezvoltare, cum sunt depunerea ouălor, ecloziunea din ou, zborul adulților.

Rezultatele cercetărilor au demonstrat, că în teren există diferențe microclimaterice esențiale. Așa, de exemplu, în perioada de iarnă diferența de temperatură a aerului în unele zile atinge cota de 8 °C, când temperatura aerului pe panta de sud a livezii de măr era de -1°C, în terenul cu expoziție nordică ea era de -8,5°C. În perioada de vegetație diferența de temperatură a aerului după forma de relief varia de la 2°C până la 6°C.

Pentru modelare spațială, hărțile sumei temperaturilor active și efective au fost construite prin metoda de interpolare *Kriging*. Programul *BioClass* poate fi utilizat pentru clasificarea agro-ecologica a teritoriului la nivel de gospodărie, regiune, țară și pentru estimarea vulnerabilității speciilor și culturilor agricole la condițiile nefavorabile de mediu [4]. Tehnologia GIS a fost folosită pentru a identifica microzonele cu risc diferit de a dezvolta organisme dăunătoare și pentru a dezvolta modele și metode de prognoză a bolilor și dăunătorilor.

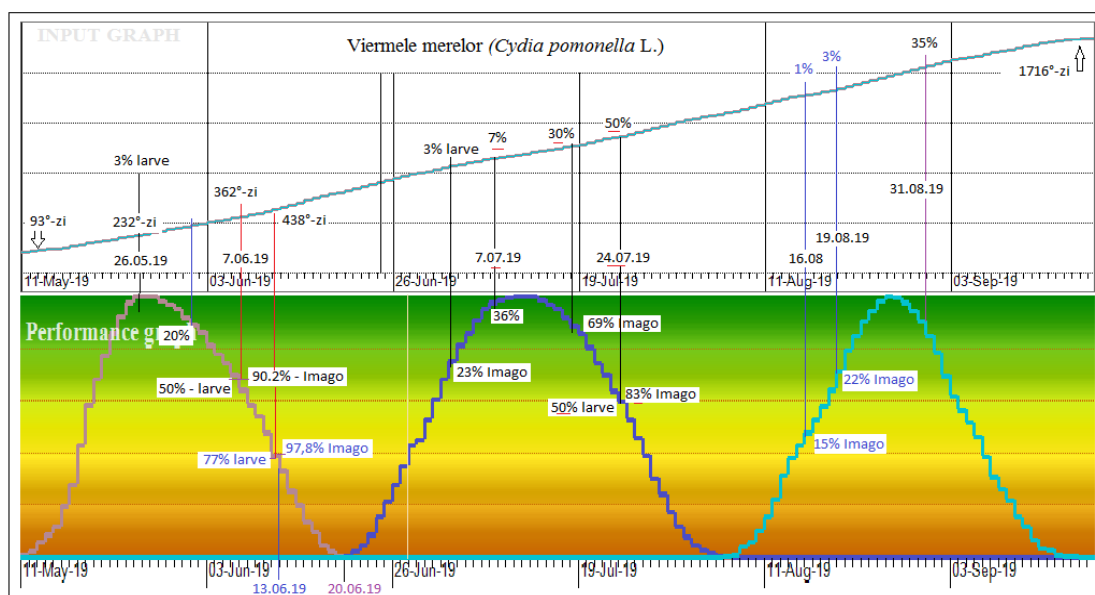


Figura 1. Modelul de dezvoltare a viermelui merelor (*Cydia pomonella* L.) în anul 2019

În figura 2 este prezentat modelul fenologic al dezvoltării viermelui mărului (*C. pomonella*). În model sunt incluse trei generații ale dăunătorului și dezvoltarea lui în dependență de suma temperaturilor efective (STE) acumulate.

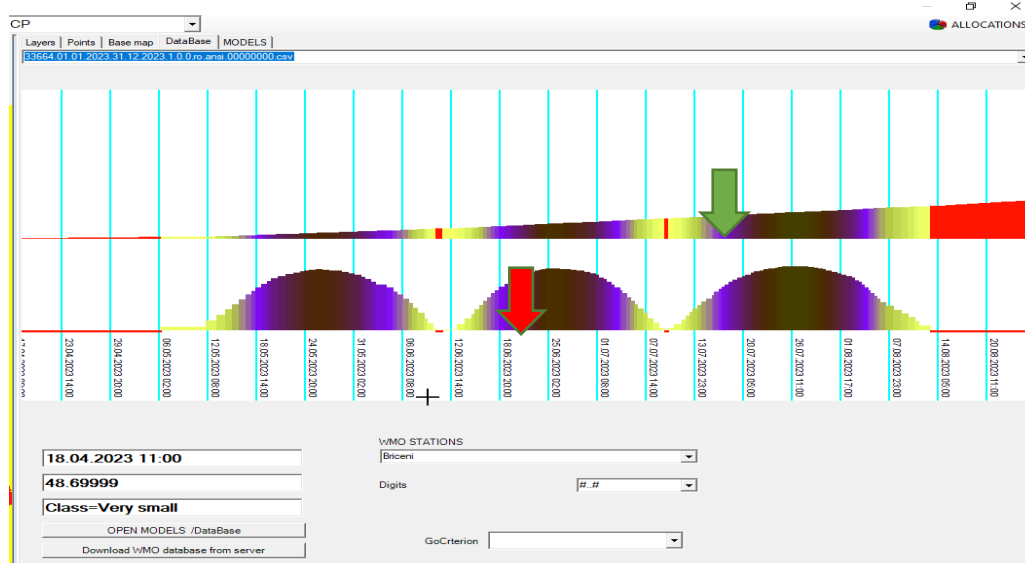


Figura 2. Modelul fenologic al viermelui mărului (*Cydia pomonella*). Săgeata verde - acumularea sumei temperaturilor efective (STE), Săgeata roșie - generațiile dăunătorului, anul 2023, Programul BioClass

În figura 3 este prezentat modelul spațio-temporal al viermelui mărului implementat în Sistemul informațional online de protecție integrată a plantelor <http://www.ecobionet.com/GISModele.aspx>.

Repartizarea spațială a dăunătorului viermele mărului (*C. pomonella*) a fost studiată în baza monitorizării capcanelor și a construirii modelului spațio-temporal. Hărțile de răspândire pentru acest dăunător au fost construite prin metoda *Kriging* de interpolare în programul de calculator *BioClass* (Fig. 4). Pe de altă parte, tratamentele sunt justificate doar odată ce populația unei insecte dăunătoare atinge un anumit nivel. Soluțiile de combatere a organismelor dăunătoare se iau în baza pragurilor economice de daunare (<http://www.ecobionet.com/Ped.aspx>).

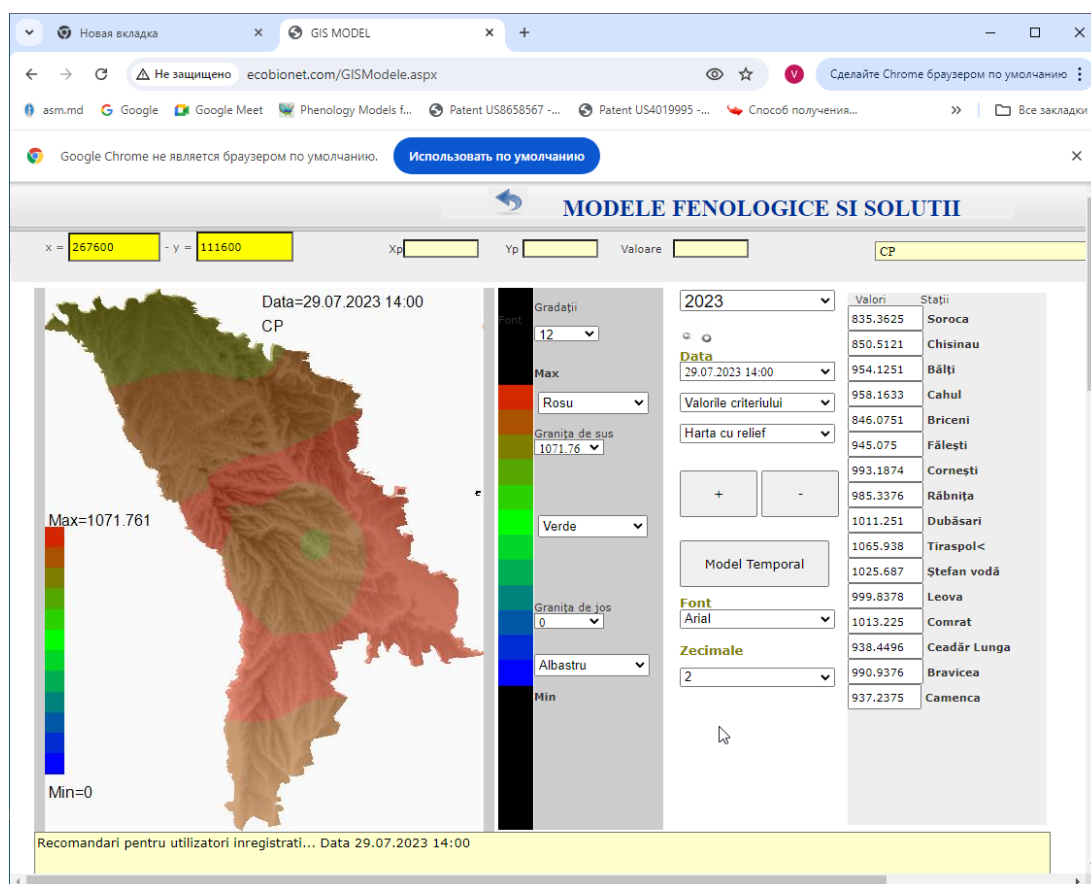


Figura 3. Modelul fenologic al viermelui mărului (*C. pomonella*) bazat pe acumularea sumei temperaturilor efective pentru întreg teritoriul Republicii Moldova

Hărțile digitale ale temperaturilor efective au fost utilizate de asemenea pentru prognoza fenologică și elaborarea recomandărilor de efectuare a tratamentelor pentru combaterea viermelui mărului. S-a calculat precizia începutului zborului continuu a masculilor viermelui mărului și data calendaristică pentru efectuarea primului și al doilea tratament în livezile cu o densitate mare și medie a dăunătorului.

Astfel, la densitatea numerică medie a dăunătorului (5-10 masculi/capcană/săptămână) au fost elaborate următoarele recomandări de efectuare a măsurilor de protecție:

În combaterea *C. pomonella* din I generație:

I-ul tratament - în combaterea imago (vârful zborului) și începutul de ecloziune a larvelor (3%), STE egală cu 232°C-zi după *Biofix*, cu preparate de contact și sistemice;
al 2-lea tratament – la ecloziune de 45-49% și zborul de 88-90%, STE 349-360°C-zi după *Biofix*, cu preparate biologice.

În combaterea *C. pomonella* din a 2-a generație:

I-ul tratament - în combaterea imago (20-36%) și larvelor (ecloziune de 3-7%), STE egală cu 760-793°C-zi după *Biofix*;
al 2-lea tratament – la ecloziune de 50-60% și zborul imago de 83-88%, STE 971-1004°C-zi după *Biofix*

În combaterea *C. pomonella* din a 3-a generație - La soiuri tardive

Un tratament în combaterea imago (zborul 20-22%) și începutul de ecloziune a larvelor (2,5-3%), STE egală cu 1318-1327°C-zi după *Biofix*.

Precizia modelului de prognoză pentru diferite sectoare a fost de 1–3 zile.

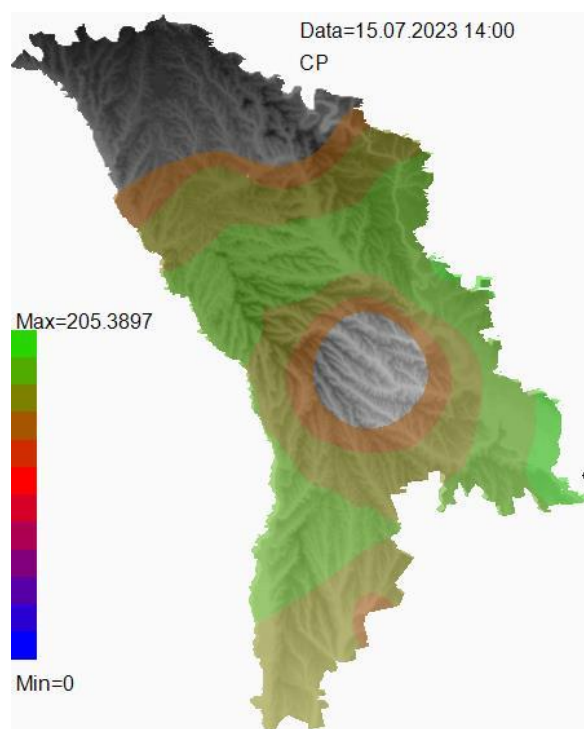


**Figura 4. Repartizarea în spațiu a viermelui mărului (*C. pomonella*).
Modelul fenologic, Programul *BioClass***

Concluzii

Analiza efectuată mai sus demonstrează, că utilizarea tehnologiilor geospațiale și informaționale asigură implementa în agricultură a managementului specific locului dat conform conceptului Agriculturii de Precizie. Un sistem ajustat de calculator de tipul *BioClass* poate asigura centrele de consultație a fermierilor și stațiile de prognoză cu informație precisă pentru evaluarea stării fitosanitare. Programul *BioClass* poate fi utilizat pentru prognoze fenologice la nivel de gospodărie, regiune, țară și pentru estimarea vulnerabilității speciilor și culturilor agricole la condițiile nefavorabile de mediu.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului 011103 „Elaborarea mijloacelor ecologic inofensive de reducere a impactului organismelor dăunătoare ale culturilor agricole pe fundalul schimbărilor climatice”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Palmer R.G. How Expert system can improve crop production. Agricultural engineering. 1986. Vol. 67. pp.29-39.
2. Precision Agriculture in the 21st Century. Committee on Assessing Crop Yield: Site-Specific Farming, Information Systems, and Research Opportunities. National Academy Press. Washington. D.C. 1997.
3. Todiraș V. Utilizarea sistemelor expert în agricultură-starea actuală și perspective. Protecția mediului înconjurător în Moldova și experiența Statelor Unite ale Americii. Chișinău, 1998. pp.124-130.
4. Todiraș V. Modelarea impactului schimbărilor climatice la nivel regional. Schimbarea climei: Cercetări, studii, soluții. Chișinău. 2000. pp.173-177.