CZU: 579.64 https://doi.org/10.53040/ppap2023.76

UTILIZAREA SISTEMUL DE CLASIFICARE *BIOCLASS* PENTRU EVALUAREA RISCULUI FITOSANITAR

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

Summary. This study aims to evaluate opportunities to use the online classification system *BioClass* for phytosanitary risk assessment. *BioClass* is a GIS tool designed to solve multiple-criteria classification and optimization problems. The aim of *BioClass* is to introduce advances in Multi-objective Decision Making for real world problems. In BioClass we joined the advantages of rough sets, crisp level sets and fuzzy sets methods to improve classification processes. Information from pest models can be used to simulate and predict the intensity and potential pest threat. Interactions among microclimate components on sawfly (*Haplocampa testudinea*), codling moth (*Cydia pomonella L.*) and scab (*Venturia inaequalis*) using GIS technologies was studied. For modeling, maps of the sum of active and effective temperatures were constructed by the Kriging interpolation method. The precision of beginning of the continuous flight of apple coddling 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. The accuracy of the forecast model for different sectors was 1–3 days. The *BioClass* system was used to identify pest economic damage thresholds in space for the identification of outbreaks and application of protective measures with the help of small flying devices of the drone type. The results confirmed that the *BioClass* classification system can be used for the online agro-ecological classification of the territory at household, region, country level and to provide farmers' consultation centers and forecasting stations with precise information for phytosanitary risk assessment.

Keywords*: pest, fuzzy logic, risk assessment, simulation models, decision making.*

Introducere. Producătorii agricoli în ultimele decade au apreciat avantajele noilor tehnologii, inclusiv tehnologiilor informaţionale, care ajută la precizarea luării deciziilor de management şi îmbunătăţirea eficacităţii

economice a operaţiilor tehnologice. Tehnologiile informaţionale vor optimiza procesul de luare a deciziilor, reieşind din necesităţile producătorului de management specific conform necesităţilor [1]. Extinderea şi gradul de schimbare a dezvoltării tehnologiilor informaţionale au deschis o cale nouă pentru managementul producerii agricole şi luarea deciziilor. Această viziune este reflectată în conceptul Agriculturii de Precizie. Conceptul Agriculturii de Precizie oferă promise de creştere a productivităţii, reducere a cheltuielilor de producere şi minimizare a efectului asupra mediului. Identificarea zonelor optime de creştere a culturilor include informaţia privind pragurile de toleranta pentru fiecare cultura importanta din punct de vedere economic [4]. Analiza utilizării terenului are ca scop satisfacerea diverselor necesităţi umane fără degradarea mediului sau bazei resurselor naturale şi de a prezenta alternative clare în opţiunile de dezvoltare a utilizării terenurilor agricole la diferită scară de precizie [2,3]. Modelarea şi estimarea parametrilor a devenit o condiţie prealabilă pentru analiza acoperirii şi utilizării terenurilor agricole. De exemplu, realizarea modelului matematic al optimizării creşterii unei culturi agricole este, în fapt, realizarea unei funcţii complexe a sistemului dinamic - timp real, care să reprezinte dinamica procesului în scopul dorit, aşa ca ridicarea productivităţii, reducerea pierderilor, mărirea eficacităţii economice.

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 evaluarea riscului fitosanitar. *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 influenţă semnificativă asupra agenţilor patogeni şi dăunătorilor cît şi a plantelor dăunate de ele. În legătură cu acest fapt este absolut necesară estimarea condiţiilor de mediu în teritorii concrete. Acest sistem combină capacităţile unui sistem de calculator, sistem automat de cartografiere, sistem de management a informaţiei, analiză a datelor şi 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 evaluarea riscului fitosanitar.

Materiale și metode. Metodologia utilizată în această analiză, rezolvă o problemă dificilă a combinării timpului, spaţiului şi a variabilelor climatice

pentru a efectua evaluări complexe în dependinţă configuraţia geografică. Baza de date digitală, ce constă din diferite straturi informaţionale, poate fi utilizată pentru monitorizarea proceselor de dezvoltare a organismelor dăunătoare şi culturilor agricole. Pentru Moldova este foarte actuală abordarea acestei probleme deoarece o bună parte din teritoriul (peste 80%) are un relief de podiş deluros. În aceste condiţii relieful se manifestă ca un catalizator puternic în formarea microclimei ce repartizează resursele climaterice pe loturi mici.

Pentru construcţia modelelor spaţiale s-a utilizat programul de calculator *BioClass*, care permite integrarea tehnologiei Sisteme Informaționale geografice (GIS) în baza teoriei mulţimilor vagi (*fuzzy logic*). Cercetările s-au efectuat în paralel în două variante:

- microraionarea agroecologică s-a înfăptuit manual pe hartă topografică la scara 1:10000; - măsurările s-au efectuat cu ajutorul sistemului GPS pe rutele elaborate nemijlocit pe teren, cu prelucrarea datelor obţinute în programul *BioClass*. Tehnologia GIS a fost utilizată și la identificarea microzonelor cu risc diferit de dezvoltare a organismelor nocive şi elaborarea modelelor şi metodelor de prognozare a bolilor şi dăunătorilor. Pentru modelare, prin metoda de interpolare *Kriging* au fost construite hărţi ale sumei temperaturilor active şi efective. S-a elaborat prognoza pentru un teren de livadă concret în baza modelului de dezvoltare a organismelor nocive: viespea mărului, viermele mărului şi rapănul mărului luând în consideraţie influenţa reliefului.

În **programul** *BioClass* poate fi creată o bază de date tematică digitală. Straturile informaţionale de date spaţiale sunt suprapuse, integrate, combinate cu unele straturi de date non-spaţiale şi 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) şi pentru a prezenta spaţial rezultatele în formă de hărţii. Harta distribuirii precipitaţiilor este obţinută dintr-un anumit set de date prin folosirea interpolării *Kriging*.

Rezultate și discuții. Zonarea agro-ecologică este necesară în calitate de argumentare ştiinţifică pentru planificarea strategică, asigurarea informaţională a pronosticului şi avertizărilor în agricultură.

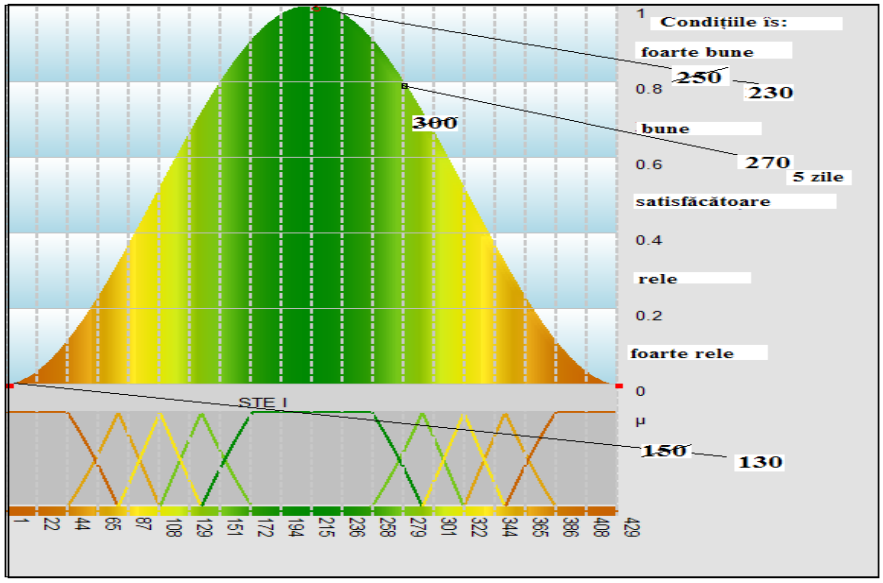


Fig.1. Modelul fenologic al moliei verde a strugurilor (*Lobesia botrana),* I generație.

Programul *BioClass* poate fi utilizat pentru clasificarea agro-ecologica a teritoriului la nivel de gospodărie, regiune, ţară și pentru estimarea vulnerabilităţii speciilor si culturilor agricole la condiţiile nefavorabile de mediu. 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. Pentru modelare, hărțile sumei temperaturilor active și efective au fost construite prin metoda de interpolare *Kriging*. Rezultatele cercetărilor au demonstrat, că în teren există diferenţe microclimaterice esenţiale. Aşa, de exemplu, în perioada de iarnă diferenţa de temperatură a aerului în unele zile atingea cota de 8 °C, când temperatura aerului pe panta de sud a livezii de măr era de -1 °C, în terenul cu expoziţie nordică ea era de -8,5 °C. În perioada de vegetaţie diferenţa de temperatură a aerului după forma de relief varia de la 2°C până la 6°C. Pe terenul cercetat s-au evidenţiat 13 sectoare ecologic omogene, caracterizate prin înălţimi diferite, expoziția pantelor, factorilor pedogenetici, eroziune ș.a.

În figura 1 este prezentat modelul fenologic al dezvoltării moliei verde a strugurilor în prima generație, iar în figura 2 este prezentat modelul spațio-temporal al moliei strugurilor, bazat pe analiza factorilor de microclimă și rezultatele aplicării capcanelor feromonale prelucrate în programul *BioClass***.** Sunt identificate focarele de dezvoltare a organizmului dăunător.

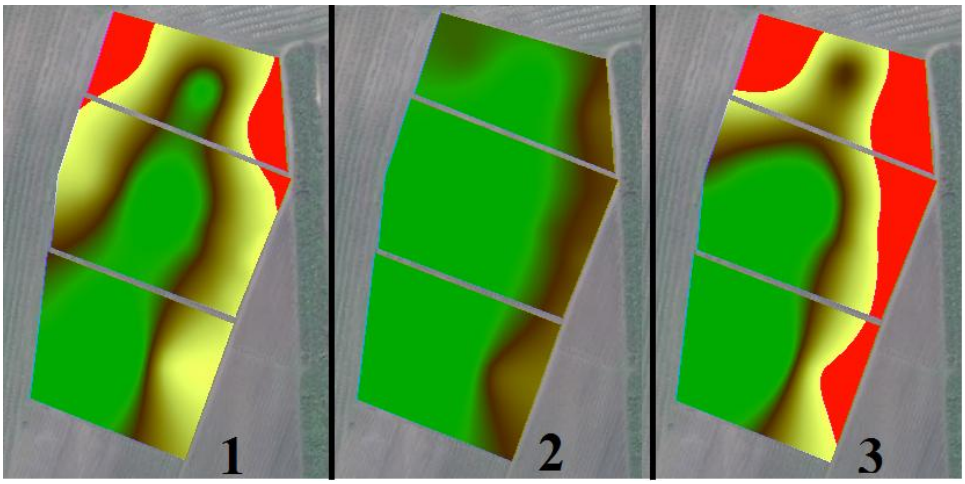


Fig. 2. Modelul spațio-temporal al moliei strugurilor **(***Lobesia botrana* Den. and Sch.**),** programul de calculator *BioClass*. Gospodăria AgroBrio, com. Bacioi. Legenda - Numărul adulților: 1 - prima generație, 2 - a doua generație, 3 - a treia generație. Zona roșie indică că numărul adulților este mai mare de 50.

Pe de altă parte, tratamentele sunt justificate doar odată ce populația unei insecte dăunătoare atinge un anumit nivel. Programul *BioClass* a fost utilizat pentru identificarea în spațiu a pragurilor economice de dăunare, identificarea focarelor și aplicarea măsurilor de protecție cu ajutorul aparatelor mici zburatoare de tipul dronă.

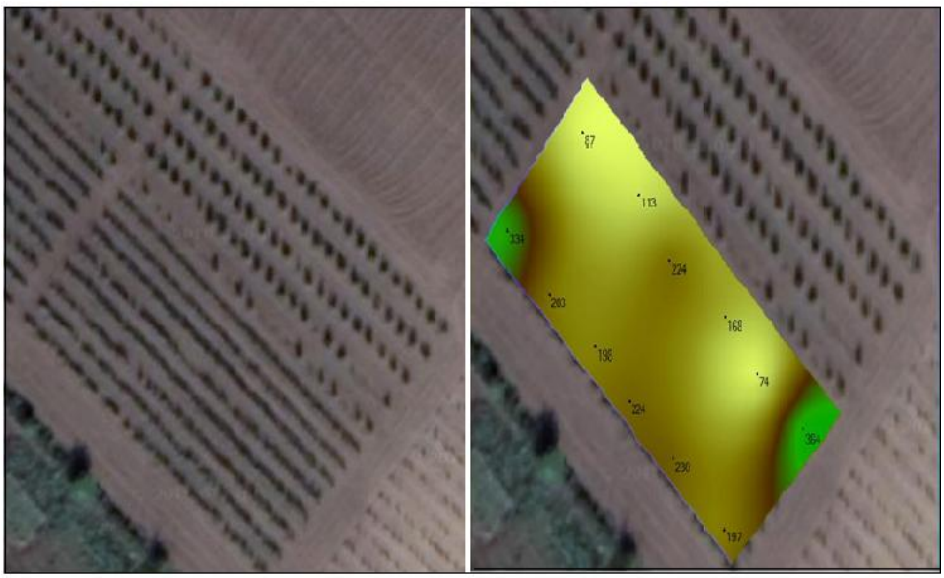


Fig. 3. Distribuția capcanelor în zona experimentală a livezii de măr și numărul gândacilor (*Epicometis hirta*) capturați. Chișinău, IGFPP, 2018.

În figura 3 este prezentată distribuția capcanelor în zona experimentală a livezii de măr și numărul de imago al gândacului păros (*Epicometis hirta*) capturat. În baza acestor date au fost identificate focarele de răspândire a dăunătorului pentru aplicarea corectă a măsurilor de protecție.

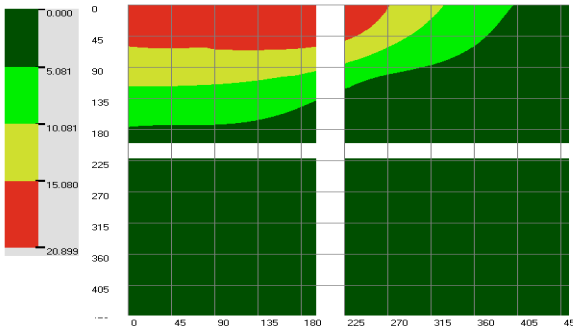


Fig. 4. Repartizarea în spațiu a viespii cu ferestrău *(Haplocampa testudinea).* Programul BioClass.

Repartizarea spațială a dăinătorului viespea cu ferestrău (*Haplocampa testudinella)* 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).

Hărţile digitale ale temperaturilor efective au fost utilizate de asemenea şi pentru prognozarea fenologiei viermelui mărului şi modelarea dinamicii maturării ascosporilor la rapănul mărului. S-a calculat precizia începutului zborului continuu a masculilor viermelui mărului şi data calendaristică pentru efectuarea primului şi al doilea tratament în livezile cu o densitate mare şi medie a dăunătorului. Precizia modelului de prognoză pentru diferite sectoare a fost de 1–3 zile.

Concluzii. Analiza efectuată mai sus demonstrează, că utilizarea tehnologiilor geospaţiale şi informaţionale asigură implementa în agricultură a managementului specific locului dat conform conceptului Agriculturii de Precizie. Rezultatele au confirmat că sistemul de clasificare *BioClass* poate fi utilizat pentru clasificarea agro-ecologică a teritoriului la nivel de gospodărie, regiune, țară și pentru a oferi centrelor de consultanță ale fermierilor și stațiilor de prognoză informații precise în evaluarea riscului fitosanitar.

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. Palmer R.G. How Expert system can improve crop production. In: Agricultural engineering. 1986. Vol. 67. P. 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. Todiraş V. Utilizarea sistemelor expert în agricultură-starea actuală şi perspective In: Protecţia mediului înconjurător în Moldova şi experienţa Statelor Unite ale Americii. Chişinău, 1998. PP. 124-130.
4. Todiraş V. Modelarea impactului schimbărilor climatice la nivel regional In: Schimbarea climei: Cercetări, studii, soluţii. Chişinău. 2000. PP. 173-177.