

SĂNĂTATEA PLANTELOR – PLATFORMĂ DE FORTIFICARE A ACIVITĂȚILOR ÎN DOMENIUL FITOSANIAR

VOLOȘCIUC L.

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al USM,

Chișinău, Republica Moldova

<https://orcid.org/0000-0002-7475-4310>,

e-mail: l.volosciuc@gmail.com

Summary. Starting from increasing the impact of phytosanitary agents and deepening the ecological problems caused by their combat, it becomes rational to change the paradigm of the protection of plants with their health. As effective measures in promoting plant health, it is proposed to apply the link between soil, plant and human health, the role and place of GMOs in solving phytosanitary problems, the perspectives of genome editing, the expansion of the implementation of regenerative agriculture. In order to overcome this problem, the paper contains information on the possibilities of application of synergic phenomena in plant protection, the interaction between which provides a significant increase in performance indicators and stability of the system state.

Keywords: *biopesticides, ecological agriculture, pests, plant health, synergic phenomenon, sustainable development.*

Introducere. Evoluția fenomenelor legate de sporirea impactului schimbărilor climatice asupra stării fitosanitare și necesitatea evidențierii și fortificării capacităților de adaptare reprezintă unul dintre direcțiile fundamentale, care la nivel global necesită o abordare deosebită și urgentă. Conștientizarea și atenuarea efectelor acestui impact poate înregistra rezultate consistente doar la colaborarea activă a tuturor organelor naționale de profil și organizațiilor internaționale care activează în acest domeniu deosebit de important (Voloșciuc L., 2021). Agravarea problemelor legate de sporirea pierderilor cauzate de organismele dăunătoare pe fundalul schimbărilor climatice rezidă în modificarea particularităților epidemiologice a agenților fitosanitari și creșterea prevalenței dăunătorilor prin manifestarea diverselor dificultăți în realizarea procedeele tehnologice de producere a culturilor agricole (Voloșciuc, L., Josu, V., Voloșciuc, E., 2020). Drept consecință a poluării masive, ca rezultat al aplicării pesticidelor și pericolul reducerii

diversității biologice și agravării problemelor ecologice, Organizația Națiunilor Unite prin Comisia pentru Alimentație și Agricultură (FAO) a declarat anul 2020 "Anul Internațional al Sănătății Plantelor (UN, 2019; FAO, 2021).

Pornind de la rolul global al plantelor și necesitatea elaborării mijloacelor ecologic inofensive de combatere a organismelor dăunătoare, a fost întreprinsă analiză științifică a factorilor de risc fitosanitar pentru evaluarea impactului schimbărilor climatice asupra sănătății plantelor și adaptarea lor în vederea diminuării pierderilor de producție și menținerii stării ecologice a agroecosistemelor cu aplicarea mecanismelor naturale. În acest sens este indispensabilă informația cheie privind rolul plantelor în natură: reprezintă 80% din alimentele pe care le consumăm și produc 98% din oxigenul pe care îl respirăm, valoarea anuală a comerțului agricol a atins 1,7 tril. \$, până în 2050 producția agricolă ar trebui să crească cu 60 la sută pentru a asigura cu alimente populația crescândă a Terrei, organismele dăunătoare provoacă pierderi de până la 40 % a culturilor agricole și reduc anual comerțul cu produse agricole în valoare de 220 mlrd \$, schimbările climatice amenință nu numai cu reducerea biodiversității culturilor agricole, scăderea randamentului plantelor de cultură, dar și a valorii lor nutritive, creșterea temperaturii globale cauzează sporirea daunelor culturilor agricole, insectele benefice au un rol vital deosebit în sănătatea plantelor, diversitatea biologică a cărora sa redus cu 80% în ultimii 25-30 de ani, un milion de lăcuste pe zi deteriorează aproximativ o tonă de produse alimentare, iar roiurile mari consumă până la 100.000 t/zi.

Rolul global al plantelor și evidențierea necesităților de asigurare a sănătății lor elucidează legătura dintre sănătatea solurilor, plantelor, animalelor, care deocamdată rămân slab cercetate și explorate, deoarece acestea au fost concentrate la investigarea problemelor, dar nu la promovarea sănătății acestor elemente globale. Solul, prin acumularea agenților patogeni și a dăunătorilor, efectelor toxice, radioactive sau chimice de contaminare, fie naturală, fie antropică, contribuie la apariția fenomenelor negative asupra biotei, iar pe de altă parte, prin deficiențele sau excesele de elemente nutritive cauzează efecte directe asupra plantelor și sănătății animalelor.

Pe calea soluționării problemelor fitosanitare și de mediu, doar prin abordarea și aplicarea mecanismelor naturale, aplicate în sistemele de agricultura ecologică și regenerativă, devine posibilă elaborarea sistemelor intensive de agricultură, care, grație efectelor managementului asupra sănătății solului și plantelor, stau la baza înțelegerii posibilelor legături dintre sănătatea

solului, plantelor și omului și reprezintă cheia îmbunătățirii calității și siguranței alimentelor cultivate în toate sistemele agricole (Voloșciuc L., 2021).

Schimbările climatice și activitățile omului au afectat ecosistemele, reducând biodiversitatea și creând noi nișe pentru dezvoltarea organismelor dăunătoare. În același timp, călătoriile și comerțul internațional s-au triplat în ultimul deceniu, acest lucru accelerând răspândirea agenților fitosanitari pe Terra și provocând pagube pentru culturile agricole și mediul înconjurător. Sănătatea plantelor este mult mai rentabilă decât intervenția de urgență când plantele sunt la fazele manifestării simptomelor și pierderilor economice. Dăunătorii și agenții patogeni ai bolilor sunt adesea imposibil de eradicat odată ce s-au instalat, iar gestionarea lor este costisitoare și necesită timp. Activitățile de prevenire sunt inevitabile pentru reducerea impactului devastator al dăunătorilor și agenților patogeni ai bolilor asupra agriculturii, mijloacelor de subzistență și a securității alimentare.

Pentru asigurarea eficacității biologice a mijloacelor ecologic inofensive de reducere a impactului organismelor dăunătoare am reușit demonstrarea rolului și eficienței sinergismului la compararea eficacității biologice a preparatelor biologice, a componentelor sistemului agricol, precum și a acțiunii concomitente a lor. Rezultate convingătoare au fost înregistrate la utilizarea principiilor și tehnicilor în cercetările randamentului acțiunii preparatelor biologice propuse pentru elaborarea conceptului de sinergism orientat la sporirea eficacității elementelor propuse pentru sistemele de agricultură convențională și ecologică.

Material și metode. Pentru cercetare au fost utilizate insecte fitofage și diverse sușe de virusuri, bacterii, fungi și alte organisme utile. Testarea lor a fost efectuată în 4 repetiții respectiv randomizate, în conformitate cu cerințele generale ale experiențelor de acest gen (Voloșciuc L., 2020). Acumularea masei biologice necesită prezența agenților biologici, iar determinarea calității ei și a formelor preparative sa efectuat cu aplicarea mijloacelor de vizualizare și determinare a eficacității biologice, economice și ecologice.

Cercetarea fazelor procesului de producere a agenților biologici sa efectuat în condiții optimale care contribuie la acumularea biomasei, constituirea formelor preparative, conservarea și aplicarea preparatului solicitat.

Situația din domeniul protecției plantelor și mediului înconjurător a fost analizată prin aplicarea metodologiei abordărilor sistemice, ca instrument al

managementului complexității și ca una dintre paradigmele esențiale ale viitorului.

Rezultate și discuții. *Legătură dintre sănătatea solului, plantelor și omului*

Tot mai frecvente devin informațiile privind efectele practicile de management al fermelor asupra solului și plantelor, sănătății omului și animalelor, precum și calității produselor. Acestea se manifestă prin aplicarea diversității soiurilor, solului, sistemelor de prelucrare a solului și de aplicarea a diferitor procedee tehnologice, a fertilizanților și mijloacelor de uz sanitar, momentul recoltării, durata și tipul stocării produsului. Calitatea sau sănătatea solului pentru sporirea rezistenței plantelor la stresul abiotic și biotic este un domeniu de cercetare, care mențin elemente orientate la sporirea rezistenței la organismele dăunătoare. Eforturile de a pătrunde în esența fenomenelor investigate și de a înțelege și de a lega efectele managementului de calitate devin orientate la elaborarea sistemelor agricole care au efecte benefice atât asupra mediului, cât și asupra sănătății mintale și umane (Dent D., Boincean B., 2021).

Componenta și elementele biotei solului reprezintă un indicator dinamic al sănătatea plantelor și calitatea solului, care se manifestă prin cele trei categorii: fizice, chimice și biologice. Proprietățile fizice ale solului, afectează adâncimea de pătrundere a sistemului radicular, disponibilitatea apei și aerarea. Demonstrarea beneficului biotei solului asupra sănătății plantelor, pornind de la diversitatea mare a entităților, reprezintă un indicator valoros al efectelor asupra creșterii și sănătății plantelor, care necesită abordarea și cercetarea profundă (Willer H., 2019).

Proprietățile chimice ale solului manifestă acțiune profundă asupra sănătății plantelor prin efecte profunde asupra vegetali și sporirea randamentului ei. Utilizarea composturilor influențează cantitatea de substanțe organice și contribuie prin sporirea humusului și derivaților lui, ceea ce influențează chelarea nutrienților, furnizarea și stocarea lor, precum extinderea disponibilității nutrienților din sol și fortificarea sănătății plantelor și a potențialului agronom al lor. este important dar posibil factor de complicare. Starea de sănătate a plantelor, îndeosebi susceptibilitatea la organismele dăunătoare devine mai redusă la furnizarea cantităților mari de nutrienți solubili, îndeosebi ai fertilizanților de azot. În așa mod, optimizarea randamentului culturilor agricole reprezintă un obiectiv agricol important și

poate fi în calitate de indicator al sănătății plantelor, iar aplicarea fertilizanților în cantități optime contribuie la controlul densității populațiilor organismelor dăunătoare (Voloșciuc L., 2020).

Cunoașterea rolului microbiomului solului, genotipului plantelor și rotației culturilor, interacțiunile în transformarea nutrienților reprezintă pârgăhii de realizare a indicilor privind eficiența utilizării, stabilitatea mediului și sănătatea plantelor, precum și a omului în sistemele de agricultură durabile pentru a distinge efecte potențiale în asigurarea sănătății umane. E necesar de menționat posibilitățile determinării capacităților diferitor sisteme de agricultură și a managementului ecologic în fortificarea sănătății omului și animalelor.

Rolul și locul OMG în soluționarea problemelor fitosanitare

Soluționarea problemelor ecologice din agricultură poate deveni realitate la utilizarea complexă a măsurilor ecologic inofensive de control al densității populațiilor de organisme dăunătoare, dintre care mai preferabile sunt metodele biologice de combatere cu aplicarea tehnologiilor de producere și aplicare a mijloacelor microbiologice. Securitatea alimentară și siguranța alimentelor sunt bazate pe aplicarea tehnologiilor performante, precum și abordările orientate la sporirea productivității culturilor, care nu sunt suficiente și uneori doar maschează efectele adverse asupra mediului înconjurător. Soluțiile vin de la investigațiile biotehnologice cu potențial consistent de generare a productivității sporite cu imputuri reduse și obținerea entităților vegetale cu rezistență sporită la condițiile nefavorabile și provocările cauzate de schimbările climatice.

Pe parcursul ultimilor decenii cercetările genetice a plantelor au înregistrat rezultate consistente în vederea regenerării primelor plante transformate genetic cu gene străine și cultivarea largă a plantelor transgenice. Organismele modificate genetic (OMG) ocupă un loc deosebit în strategiile de soluționare a problemelor globale, inclusiv a securității alimentare, precum și a transformării unor specii de plante, care necesită combaterea organismelor dăunătoare. Actualmente OMG ocupă suprafețe mari (189,8 mil ha, iar 4 culturi (soia, porumbul, bumbacul și rapița) ating circa 90-100% din suprafețele ocupate, însă aplicarea lor nu poartă un caracter univoc, iar riscurile lor pentru mediu și sănătate devin tot mai evidente.

Avantajele ingineriei genetice cu scopuri de protecție fitosanitară rezultă din caracterele împrumutate de la alte organisme, cum este rezistența la organismele dăunătoare, toleranța la erbicide.

Toleranța la erbicide. Se obține prin introducerea unei gene bacteriene care codifică rezistență la unele erbicide prin transferul genei care codifică informația privind biosinteza fermentului, ce inactivează erbicidul și asigură rezistența plantei la acesta. Prin transferul genei 5-enolpiruvatshikimat-3-fosfat-sintază (EPSPS) de la *Agrobacterium tumefaciens* (tulpina C4) la soia s-a indus plantelor toleranță la erbicidul glifosat prin intervenția asupra enzimei EPSP-sintetaza. Drept rezultat a fost modificată gena care codifică enzima, asigurând activitatea ei în prezența glifosatului, iar apoi aceasta a fost transferată la plantele de cultură, inducând rezistența la erbicid.

Rezistența la insecte a fost obținută prin transferul la plantele agricole a genei *cry* prelevate de la bacteria entomopatogenă (*Bacillus thuringiensis*) ce codifică expresia unei toxine cu proprietăți insecticide și care nu manifestă toxicitate pentru om. Încadrarea genei *cry* (*cry1Ab*, *cry1Ac*, *cry1F* și *cry9C*) a endotoxinei *Bacillus thuringiensis* (84 patovariante) în genomul culturilor agricole asigură rezistența plantei-gază la insectele dăunătoare și reducerea presei pesticide.

Rezistența plantelor la virusurile fitopatogene și alți agenți patogeni se obține prin introducerea genelor de la anumite virusuri fitopatogene, înregistrând sporirea rezistenței împotriva agenților patogeni și identificarea expres a lor. Aceasta se capătă pe calea clonării și transferului în plantele de cultură a genelor care codifică proteinele capsizilor virali, obținând astfel culturi rezistente de dovlecel rezistent la virusul mozaicului tutunului și la alte plante cu rezistență la virusul mozaicului lucernei și la virusul mozaicului castraveților.

Rezistența plantelor la funghi și bacterii se înregistrează pe calea aplicării rezistenței naturale la acești patogeni. Efectele sunt determinate de proteinele legate de realizarea proceselor de patogeneză, numite proteine PR, cu funcții enzimatică care scindează anvelopele celulare ale ciupercilor microscopice (chitinaza), precum și diverși compuși și proteine antifungice și fitoalexine, care asigură rezistența plantelor de cultură împotriva agenților patogeni micotici și bacterieni. Elaborarea OMG a stat la baza numeroaselor speranțe legate de înregistrarea rezultatelor benefice, îndeosebi a indicatorilor cantitativi și calitativi, precum și ameliorarea stării mediului înconjurător, dar a provocat diverse îngrijorări și controverse privind riscurile legate de dezvoltarea de superburieni, de noi virusuri, de microorganisme rezistente la antibiotice, efecte nedorite asupra organismelor ne-țintă și omului, reducerea biodiversității,

dereglări în structura ecosistemelor și impactul acestora asupra omului și mediului înconjurător (Voloșciuc L., 2020).

Gravitatea problemelor legate de consecințele negative ale OMG asupra sănătății omului și mediului are un trend pozitiv și din lipsa tehnicilor și modalităților de cuantificare a riscurilor asociate. Pornind de la masivul informațional modest privind acțiunea OMG pe parcursul mai multor generații, devine evident că comunitatea științifică nu poate să neglijeze eventualele riscuri ale OMG asupra omului, organismelor neșintă și mediului înconjurător (Megha K., Kaur G., 2023).

Evaluarea riscului OMG și a produselor acestora are în vedere două componente importante: riscul de mediu și sănătatea omului. În *Protocolul de la Cartagena asupra Biosecurității*, adoptat în 2000, sunt prezentate etapele ce trebuie parcurse în evaluarea riscului, urmărindu-se caracterele organismelor vii modificate (OVM) care ar putea avea impact negativ asupra diversității biologice, asupra mediului în care sunt eliberate și asupra sănătății omului.

Perspectivile editării genomului

Progresele biotehnologice înregistrate în agricultura modernă constituie una dintre cele mai semnificative realizări și provocări în secolul viitor. Controversele politice și sociale, precum și dificultățile întâlnite pe calea ameliorării plantelor și soluționării problemelor globale de mediu, au compromis efectele pozitive promise de ingineria genică și genetică, manifestate în obținerea și aplicarea OMG.

Caracterul complex al problemelor legate de securitatea alimentară, sănătatea omului și starea mediului înconjurător determină necesitatea aplicării capacităților biotehnologiilor moderne de a pătrunde în mecanismele constituite pe parcursul evoluției biosferei, obținând pârgii de editare a genomului. În acest sens se aplică noi tehnici de ameliorare a plantelor, cum sunt nucleazele sintetice: nucleaza deget de zinc, nucleaza TALEN, sistemul CRISPR-Cas9, mutageneza direcționată cu oligonucleotide, cisgeneza și intrageneza, metilarea ADN mediată de ARN, grefarea pe portaltoi modificat genetic, agroinfiltrarea, agroinocularea, care permit inducerea unor schimbări direcționate în genomurile organismelor. Ele permit modificarea informației genetice pentru a genera noi proprietăți, înlătura unele regiuni specifice din genom și adăuga transgene în locații specifice din genomuri și reprezintă progrese considerabile în ameliorarea și protecția fitosanitară a plantelor.

Tehnologia CRISPR (clustered regularly interspaced short palindromic repeats), al cărei potențial a fost demonstrat pentru prima dată de Jennifer

Doudna și Emmanuelle Charpentier în anul 2012, permite modificarea genomului oricărei entități biologice și a fost recunoscută ca invenția anului 2015. CRISPR reprezintă un instrument care permite corectarea defectelor ADN-ului și funcționează asemenea unor ”foarfece” moleculare ce permit decuparea selectivă a zonelor nedorite din cadrul genomului și înlocuirea acestora cu noi fragmente de ADN. Astfel această tehnologie va revoluționa studiul și tratamentul unei game imense de boli la om, plante și animale, inclusiv cancere și infecții incurabile, precum și afecțiuni ereditare. Progresele științifice actuale demonstrează că CRISPR este nu doar o tehnologie extrem de versatilă, ci una care se dovedește a fi precisă, din ce în ce mai sigură de utilizat și de perspectivă. Editarea genelor oferă eficiență și precizie prin reducerea perioadelor de cercetare-dezvoltare și ameliorare și pentru combaterea organismelor dăunătoare cu evoluție rapidă (Doudna J., 2014).

CRISPR-Cas9 ca platformă de editare a genomului s-a dovedit a fi flexibilă pentru specii, are un potențial mare de multiplexare, deși mai persistă o serie de dificultăți tehnologice și constrângeri de proprietate intelectuală. Deoarece tehnologia nu lasă semne de transgeneză, plantele generate de editarea genomului nu sunt considerate OMG-uri și nu provoacă discuții și provocări politice și sociale care deocamdată mai însoțesc biotehnologiile agricole. Astfel, plantele modificate genetic ar putea fi excluse din normele UE privind OMG.

Activități de extindere a implementării agriculturii regenerative

Activitățile din domeniul agriculturii regenerative, având ca scop protejarea și regenerarea sistemelor naturale (sol, apă, biodiversitate) orientată la asigurarea alimentară a omenirii, își propune să depășească realizările agriculturii durabile și ecologice. Chiar de se înregistrează diferite probleme legate de termenul „regenerativ”, totuși e necesar de recunoscut că anume prin aplicarea mecanismelor naturale, constituite pe parcursul evoluției multimilenare a naturii, devine posibilă aplicarea mijloacelor care pot diminua impactul schimbărilor climatice. Devine evident adevărul că numai activitățile orientate la reducerea emisiilor gazelor de seră nu pot rezolva schimbările climatice, deoarece este necesară extragerea sutelor de miliarde de tone de carbon, iar restaurarea solului reprezintă singura cale cunoscută pentru a face acest lucru.

Anume agricultura regenerativă, ca o practică holistică de gestionare a terenurilor poate valorifica fotosinteza în plante pentru a închide ciclul carbonului și pentru a construi sănătatea solului, reziliența culturilor și reglarea

densității populațiilor organismelor dăunătoare, fără aplicarea procedeele de obținere și aplicare a OMG. Practicile regenerative se concentrează în primul rând pe restabilirea biotei și fertilității solurilor. Acestea includ utilizarea culturilor de acoperire, asolamentelor, compostului pentru sporirea fertilității solului, protecția diversității ecosistemelor biologice și a biotei solului; și practici de pășunat bine gestionate pentru a îmbunătăți creșterea plantelor, fertilitatea solului, diversitatea entomofaunei utile și captarea carbonului din sol. În așa fel agricultura regenerativă imită natura și reprezintă modul în care natura ar cultiva, iar acțiunile antropice pot ameliora sănătatea solului și a altor elemente ale biosferei, precum și menținerea biodiversității (Dent D., Boincean B., 2021).

Pornind de la tempourile galopante a impactului determinat de schimbările climatice și efectul redus al biotehnologiilor orientate la obținerea și implementarea OMG cu manifestarea fenomenelor negative legate de utilizarea lor, omenirea se află în permanentă mișcare a procedeele tehnologice de soluționare a problemelor globale de mediu, dintre care merită a fi menționate: reducerea cu 55 % a emisiilor de gaze cu efect de seră și cu 50 % a pesticidelor până în anul 2030, reducerea cu 50 % a pierderilor de nutrienți fără pericolul deteriorării fertilității solului, inclusiv reducerea cu 20 % a folosirii fertilizanților minerali, practicarea agriculturii ecologice pe 25 % din terenurile agricole, alocarea a 10 % din suprafața gospodăriei la nivel de landșaft sub vegetație naturală.

Principiile agroecologice a management durabil și rezilient a solului sunt analogice cu cele a ecosistemelor naturale și include: prezența permanentă a rădăcinilor vii în sol, acoperirea permanentă a solului cu resturi vegetale, diversitatea mare de culturi principale și succesive în asolament la nivel de fiecare lot în parte și landșaft. În așa mod se înregistrează legătura strânsă pe întreg lanțul trofic dintre sănătatea solului – sănătatea plantelor – sănătatea animalelor – sănătatea omului – sănătatea Planetei.

Analizând numeroasele rezultate benefice asociate cu utilizarea practicilor de producție regenerativă, putem menționa că pe parcursul ultimilor ani se înregistrează sporirea atenție față de acest tip de agricultură (Voloșciuc L., 2021). Cu toate acestea, rezultatele financiare sunt esențiale pentru discuția despre tranziția la agricultura regenerativă, deoarece perspectiva unor profituri financiare pozitive este crucială pentru a stimula rentabilitatea agricolă și menține condițiile mediului înconjurător.

Fenomenele sinergice – direcție de sporire a eficacității mijloacelor de protecție a plantelor

Elucidarea și aplicarea mecanismelor de interacțiune dintre organismele dăunătoare și cele utile, care constituie baza echilibrului dinamic din cadrul agroecosistemelor, necesită studierea și cunoașterea profundă a lor și poate deveni realitate doar la abordarea sistemică complexă prin utilizarea pleneră a capacităților intelectuale ale savanților din domeniul biologiei și agriculturii. Realizarea acestui deziderat devine posibilă la utilizarea fenomenului de **sinergism, care reprezintă** surse naturale de intensificare a acțiunilor, ce se exercită în același sens, precum și crearea unui întreg care este mai mare decât suma simplă a părților sale și semnifică “munca împreună” și definește efectul sporit ce se poate obține prin acțiunea simultană a mai multor elemente fizice, biologice, economice, sociale (Voloșciuc L., 2021).

Interacțiunea sinergică a factorilor aplicați în cercetările noastre (agenți biologici aflați la diferite faze ale evoluției, care stau la baza mijloacelor ecologic inofensive de protecție a plantelor, mijloace omologate sau propuse pentru testare, precum și diferiți factori naturali și tehnologici, care influențează în mare măsură efectul total, manifestat prin indicii fitosanitari, valoarea cantitativă și calitativă a recoltelor, ceea ce depășește efectul fiecărui element individual. Pentru a evalua gradul unei astfel de interacțiuni, se utilizează un coeficient de amplificare sinergică, care arată de câte ori efectul biologic a crescut cu acțiune combinată în comparație cu cea așteptată cu adăugarea independentă a efectelor de la fiecare agent utilizat în combinație. Deosebit de importantă este analiza fitosanitară și monitorizarea permanentă a organismelor dăunătoare, precum și examinarea parcelelor și loturilor din cadrul asolamentelor pentru utilizarea rațională a acestora, ceea ce contribuie la încurajarea că agricultura ecologică reprezintă o agricultură sustenabilă de viitor.

Drept cale de soluționare a problemelor legate de starea fitosanitară a agroecosistemelor este managementul integrat al organismelor dăunătoare, ca un sistem de reglare a biotipurilor și populațiilor dăunătoare care, ținând cont de mediul specific și de dinamica acestora, folosește toate tehnicile și metodele, adaptate însă în așa fel încât să fie compatibile și să mențină populațiile dăunătorilor și patogenilor la nivele la care acestea să nu cauzeze pagube economice. Astfel protecția integrată a plantelor reprezintă un sistem de reglare a biocenozelor prin corelarea și interacțiunea factorilor: plantă, dăunător, patogen, tehnologie și mediu ambiant, ceea ce rezidă în abordarea holistică a

agriculturii durabile orientate la prevenirea și combaterea pe termen lung a agenților fitosanitari la îmbinarea diverselor tehnici precum controlul biologic, manipularea habitatelor, modificarea practicilor culturale și utilizarea soiurilor rezistente.

Asigurarea acestor deziderate este indispensabil legată de metodele și procedeele de combatere, care necesită să fie selectate și aplicate într-o manieră care minimizează riscurile pentru sănătatea umană, organismele benefice și non-țintă și pentru mediul înconjurător, devenind astfel aplicabile tuturor formelor de agricultură, fie convenționale, fie ecologice sau regenerative, cu utilizarea maximală a mecanismelor naturale de reglare a densității populațiilor de agenți fitosanitari (Hoffman W., 2016).

Realizarea principiilor și obiectivelor managementului integrat al organismelor dăunătoare necesită, pe lângă cunoștințele profunde privind particularitățile relațiilor dintre agenții fitosanitari și organismele utile, respectarea strictă a cerințelor tehnologice de aplicare a mijloacelor de uz fitosanitar și de producere a culturii protejate.

Este indispensabil necesară determinarea factorilor declanșatori pe fundalul analizei profunde a stării fitosanitare și stabilirea pragului economic de dăunare și aplicarea mijloacelor electronice de colectare a informației și de elaborare a schemelor raționale de combatere. E necesar de menționat că protecția integrată a plantelor se realizează în cadrul agroecosistemului, dar nu a unui lot ocupat de culturi agricole, iar speciile dăunătoare nu trebuie eliminate, ci menținute la un nivel scăzut. Trebuie cunoscută importanța economică a fiecărei specii și nivelul de pierderi care ar putea fi produs. Datele ecologice și economice au arătat că majoritatea speciilor recunoscute ca dăunătoare nu trebuie tratate.

Un rol primordial revine factorilor abiotici: temperatura, umiditatea, lumina, factorii chimici și factorii biotici, precum și relațiilor intraspecifice și interspecifice, care influențează considerabil evoluția populațiilor de organisme dăunătoare. Fiecare factor abiotic are un prag inferior și un prag superior de temperatura, umiditate, care, odată depășit, stopează multiplicarea agenților fitosanitari. Produsele pentru protecția plantelor sunt utilizate numai după ce monitorizarea indică faptul că acestea sunt necesare și tratamentele sunt făcute cu scopul de a elimina doar dăunătorul țintă.

Implementarea postulatelor sănătății plantelor spre deosebire de utilizarea conceptelor privind protecția plantelor, aplicând realizările contemporane de control a densității populațiilor de organisme dăunătoare, este

orientată la evaluarea permanentă a stării fitosanitare a culturilor agricole în urma monitorizării lor, care reprezintă fundamentul prevenirii și descurajarea dezvoltării puternice și extinderii populației acestora. În temeiul informației acumulate și particularităților plantelor gazdă, îndeosebi a gradului de rezistență a acestora la organismele dăunătoare, se elaborează schemele și metodele de acțiune cu aplicarea mijloacelor ecologic inofensive de combatere, ținând cont de eficiența financiară a sistemului de protecție și a randamentului culturii și gospodăriei agricole.

Cercetările au fost efectuate cu susținerea financiară a Proiectului PS 20.80009.7007.16 „Sinergismul dintre factorii naturali și mijloacele microbiologice, ecologic inofensive, de reglare a densității populațiilor de organisme dăunătoare pentru protecția culturilor agricole în agricultura convențională și ecologică”, finanțat de ANCD.

Bibliografie

1. Doudna J.A., Charpentier E. Genome editing. The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. *Science*, 2014. 346: 1258096.
2. FAO. International Year of Plant Health, 2020: Communication guide. 2019. Rome. 31 p.
3. Hoffman W. Ecosystems, Food Crops, and Bioscience: a Symbiosis for the Anthropocene. *Asian Biotechnology and Development Review* Vol. 18 No. 1, 2016. p. 39-68.
4. Megha K., Kaur G. S. Ecological impact of genetically modified crops. *Res. J. of Recent Sci.*, 2013, 2, p. 1-4.
5. Protecting plants, protecting life. Intern. Year of Plant Health. Final report. Rome. 2021. 64 p.
6. Regenerative Agriculture: What's Missing? What Do We Still Need to Know? edit. by Dent, D., Boincean B. Springer. 2021. 355 p.
7. Shaping the agriculture of the future. FIBL Activity report 2019-2020. 2021. 39 p.
8. United Nations. International Year of Plant Health (IYPH). Resolution 73/252, 2018. 4 p.
9. Voloșciuc L. Rolul și locul OMG în soluționarea problemelor fitosanitare. *Akademos*. 1/2020. p.33-38.
10. Voloșciuc L. *Agricultura Ecologică: aspecte teoretice și valențe practice*. Chișinău. Tipografia Centrală. 2021. 288 p.

11. Voloșciuc, L., Josu, V., Voloșciuc, E. Omenirea îngrijorată de starea sănătății plantelor. Simpozionul Științific Internațional „Protecția plantelor - realizări și perspective”. Chișinău, 27-28 octombrie 2020. Информационный бюллетень ВПРС МОББ № 57. Chișinău. 2020. p. 125-130. ISBN 978-9975-3472-0-4.
12. Willer Helga. The adventure of collecting data on organic agriculture worldwide. The World of Organic Agriculture. BIOFACH Congress. Nürnberg, 2019. 32 p.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., Агропромиздат, 1989, 313 с.