

# REALIZĂRI ÎN PROTECȚIA MICROBIOLOGICĂ A PLANTELOR

Doctor habilitat în științe biologice **Leonid VOLOȘCIUC**  
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al AȘM

**Motto:**

*Există doar un lucru bun – știința, și doar un lucru rău – neștiința.*  
Socrate

## REALIZATION IN MICROBIOLOGICAL PROTECTION OF PLANTS

**Summary.** Biological, ecological and genetic approach proposed for crop protection involves reducing the impact of harmful organisms through selection and improvement of genetic resources of plants, developing and implementing the means of microbiological control in conventional and organic farming systems.

The concept was based on microbiological protection of the main groups of crops, the essence of which is to develop and expand the range of biological resources (based on viruses, bacteria, actinomycetes, fungi, entomopathogenic nematodes, plant extracts) both development control insect pests and pathogens of diseases. The strategy proposed approach is not mass extermination of pests, and maintaining pest populations adapted to the economic damage threshold. The advantages of this strategy include evolutionary stability of systems that do not lead to an escalation of negative relationships, ecological stabilization of populations and ensuring the quality of the resulting product.

**Keywords:** biocontrol, biological preparations, ecology, pests, technology.

**Rezumat.** Abordarea biologică, ecologică și genetică propusă pentru protecția culturilor agricole implică reducerea impactului organismelor dăunătoare prin selecția și ameliorarea resurselor genetice de plantare, elaborarea și implementarea mijloacelor microbiologice de combatere în sistemele de agricultură convențională și ecologică.

Este fundamentată concepția privind protecția microbiologică a principalelor grupe de culturi agricole, a cărei esență constă în elaborarea și extinderea gamei de mijloace biologice (în bază de virusuri, bacterii, actinomicete, ciuperci microscopice, nematozi entomopatogeni, extracte vegetale) de control a dezvoltării atât a insectelor dăunătoare, cât și a agenților patogeni ai bolilor. Astfel, strategia de abordare propusă nu este exterminarea în masă a dăunătorilor, ci menținerea populațiilor de dăunători, adaptate la pragul economic de dăunare. Printre avantajele acestei strategii se numără stabilitatea evolutivă a sistemelor care nu escaladează relațiile negative, stabilizarea ecologică a populațiilor și asigurarea calității produsului rezultat.

**Cuvinte-cheie:** ecologie, organisme dăunătoare, preparate biologice, protecție biologică, tehnologie.

## INTRODUCERE

Pornind de la extinderea dimensiunii și impactului agriculturii în secolul XXI, centrată nu numai pe asigurarea securității alimentare dar și pe ameliorarea stării mediului înconjurător, agricultura modernă reprezintă un domeniu strategic pentru siguranța alimentară și perpetuarea vieții pe Pământ. Problemele siguranței alimentare devin tot mai accentuate. Se atestă extinderea permanentă a crizei alimentare, manifestate prin creșterea numărului de oameni ce suferă de malnutriție – de la 850 la 925 de milioane. Ținând cont și de tendințele de producere a biocarburanților în baza culturilor cerealiere, care mai cauzează apariția a 50-100 mil. de înfometați, în lume se înregistrează circa un miliard de persoane suferinde de foame [2, 8].

Printre diversitatea impunătoare a problemelor cu care se confruntă umanitatea un loc deosebit revine manifestării crizelor ecologice, care nu pot fi soluționate prin intermediul abordărilor clasice. Drept dovadă poate fi menționat ciclul de investigații efectuat de un grup mare de cercetători pe parcursul mai multor ani, rezultatele cărora au fost prezentate în Raportul UNESCO (Comisia IAASTD), privind lipsa perspectivei de dezvoltare a agriculturii tradiționale și necesitatea implementării direcțiilor noi de agricultură bazate pe circuitele naturale [8].

Escaladarea problemelor agrare profunde e menționată și în „Strategia de Dezvoltare a Sectorului Agroalimentar în perioada anilor 2006 – 2015”, care constată că reforma agrară desfășurată în Republica Moldova „nu a adus succese palpabile nici economiei

naționale, în ansamblu, nici țăranilor împrăștiți, în particular. Oricât ar fi de tristă această constatare, de la un timp încoace ea a devenit o realitate dură”.

Unul din impedimentele principale în calea dezvoltării agriculturii convenționale este impactul grav al organismelor dăunătoare, care se manifestă în pierderile producției fitotehnice cauzate de diferite specii de dăunători, agenți patogeni, buruieni și constituie circa 25-30%, iar în condițiile dezvoltării epifitotice a bolilor și invaziei vertiginose a dăunătorilor și buruienilor, pierderile de recoltă depășesc nivelul de 50-60% sau compromis total majoritatea culturilor agricole [15]. Agricultură convențională, bazată pe aplicarea intensă a diferitor mijloace chimice, îndeosebi a pesticidelor, având drept fundament aplicarea largă a realizărilor științifice, precum și progresele înregistrate în domeniul chimiei aplicate, a contribuit obiectiv la ameliorarea condițiilor de viață a omenirii. Însă pe fundalul realizărilor impresionante ale agriculturii tradiționale, sunt evidente și părțile negative ale medaliei [5, 6, 20].

În paralel cu reducerea ravagiilor provocate de organismele dăunătoare, pesticidele cauzează dereglări serioase în echilibrul ecologic, reducând efectivul și rolul florei și faunei utile, iar aplicarea lor îndelungată provoacă diverse schimbări genetice, printre care apariția rezistenței la pesticide, ceea ce condiționează necesitatea sporirii dozelor și numărului de tratamente în combaterea organismelor dăunătoare. Deja au fost înregistrate consecințe negative privind potențialul populației umane, fapt care se reflectă în reducerea longevității, scăderea imunității, creșterea nivelului mortalității și morbidității populației. Astfel, cerințele de organizare a măsurilor de protecție a plantelor se află în contradicție permanentă cu cerințele protecției mediului înconjurător și ale sănătății omului [14, 15, 23, 24].

Necesitatea protecției plantelor este determinată de prezența a circa 80 de mii de specii de organisme dăunătoare, inclusiv 20 de mii de specii de agenți patogeni, pierderile de pe urma acestora constituind circa 33%, uneori chiar 50-60%, sau o recoltă completă compromisă. În statele cu agricultură avansată, pierderile sunt estimate la 20-25%, iar în țările în curs de dezvoltate – la 40-50%. Din punct de vedere valoric, pierderile globale depășesc \$250 mild.

În scopul combaterii organismelor dăunătoare se aplică diverse metode, principalele fiind cele chimice. Costul pesticidelor aplicate depășesc \$36 mild., iar o bună parte din ele (21%) sunt mutagene și cancerigene. Pe lângă pierderile directe de roadă, impactul organismelor dăunătoare se amplifică din cauza unor tendințe periculoase, cum este, în primul rând, fe-

nomenul de cumulare a pesticidelor și de formare a rezistenței obiectelor-țintă.

La organismele dăunătoare se înregistrează activizarea mecanismelor de formare a rezistenței. Dinamica apariției rezistenței se află în ascensiune permanentă: în 1960 o manifestau 120 de specii, în 1964 – 140, în 1969 – 330, iar către anul 2013 au fost înregistrate 11 357 de cazuri de rezistență la 874 de specii pentru 458 de substanțe [9].

Cercetările anterioare au permis elaborarea unei concepții bine echilibrate, bazate pe cunoașterea dialecticii contradicțiilor dintre cerințele protecției plantelor și cele de protecție a mediului înconjurător, pe realizarea sistemelor de protecție integrată a plantelor și de obținere a produselor ecologice care pe parcursul ultimilor ani au antrenat activități imense în diverse țări dezvoltate [15, 18].

Investigațiile ecosistemice au demonstrat că aprofundarea confruntării dintre protecția plantelor și mediul înconjurător poate fi stopată doar în cazul dezvoltării agriculturii ca un organism, un ecosistem viu care urmează modelul său firesc, în sânul naturii, ceea ce constituie o alternativă pentru intensificarea, specializarea și dependența deplină față de produsele chimice, de pesticide. Fiind dirijate armonios, ecosistemele agricole nu cauzează pagube mediului înconjurător în care ele evoluează în conformitate cu legile interne de dezvoltare a biosferei [3, 4, 11].

Pornind de la necesitatea integrării realizărilor științifice și a practicii avansate, Organizația Internațională pentru Alimentație și Agricultură a lansat în anul 1968 conceptul de Protecție Integrată a Plantelor drept o cale de soluționare a problemelor fitosanitare, definindu-l ca pe un „...Sistem de reglare a biotipurilor și populațiilor dăunătoare care, ținând cont de mediul specific și de dinamica acestora, folosește toate tehnicile și metodele compatibile pentru a menține populațiile dăunătorilor și patogenilor la nivelul la care acestea să nu cauzeze pagube economice, respectiv sub nivelul pragului economic de dăunare”. Astfel, Managementul Integrat al Organismelor Dăunătoare se prezintă ca un sistem de reglare a biocenozelor prin corelarea și interacțiunea factorilor principali: plantă, organism dăunător, tehnologie și mediu ambiant [6, 9].

Ținând cont de experiența acumulată în domeniul elaborării și producerii preparatelor biologice și necesitatea combaterii unor specii de organisme dăunătoare, care nu pot fi anihilate cu alte mijloace biologice, un rol deosebit revine biopreparatelor elaborate de savanții autohtoni. Prin concursul lor au fost implementate și omologate un șir de mijloace biologice care constituie o pârghie eficientă în combaterea organis-

melor nocive și ameliorarea condițiilor mediului înconjurător [15, 16, 17].

### MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE

Pentru cercetare au fost utilizate următoarele specii de insecte fitofage, *Mamestra brassicae* și *Heliothis armigera*, obținute în Laboratorul Tehnologii Ecologice și Standardizare. Larvele de *Hyphantria cunea* și *Lymantria dispar* au fost colectate din orașul Chișinău și din alte localități ale republicii, precum și din România. Larvele bolnave fuseseră identificate după simptomele respective, apoi cu ajutorul microscopului fonic sau electronic. Infectarea larvelor s-a efectuat cu suspensii virale de doze  $10^2$ ,  $10^3$ ,  $10^4$ ,  $10^5$  și  $10^6$  la un individ. Observațiile s-au desfășurat începând cu ziua a treia după infecție. Eficiența preparatelor virale a fost determinată după formula Abbot, care prevede mortalitatea naturală a insectelor.

$$E_{ab} = \frac{M_e - M_c}{100 - M_c} * 100$$

unde  $E_{ab}$  – indicatorul mortalității, %;  
 $M_e$  – numărul de larve moarte în experiență;  
 $M_c$  – numărul de larve de control.

Determinarea concentrației VPN s-a efectuat cu ajutorul camerei Goreaev după formula:

$$T = \frac{\Sigma \text{ pol. în 100 pătrate mici } * 4 \cdot 10^6}{100} * K$$

unde T – titrul virusurilor,  
 K – diluarea suspensiei virale.

Pentru determinarea concentrației VG s-a folosit metoda „picătura-strivită”. Concentrația suspensiei virale va fi determinată după formula:

$$T = \frac{a * 5,76 * 10^6 * K}{S * 0,01}$$

unde T – concentrația VG în 1 ml de suspensie;  
 $5,76 * 10^6$  – suprafața lamelei 24 x 24 mm;  
 K – gradul de diluare;  
 S – suprafața pătratului lentilei oculare;  
 0,01 – volumul suspensiei;  
 a – numărul de granule într-un pătrat.

Testarea sușelor identificate, ameliorate și recombinate de VPN al insectelor noctuide, *L.dispar* și *H.cunea*, s-a efectuat pe larve specifice ale insectelor de laborator de vârsta II, crescute pe medii selective de cultură. În acest scop a fost aplicată metoda diluțiilor succesive de la 10 până la 1 000 de particule virale pentru o larvă. Larvele au fost hrănite inițial cu mediu

infectat, iar ulterior vor fi menținute la 26-28 °C. Doza letală va fi determinată până la 200 de ore din momentul infectării.

Izolarea și identificarea bacteriofagilor s-a efectuat conform metodelor descrise de către Chirai Z. și Clement Z. (1974). Spectrul de acțiune a fagilor se determină cu ajutorul culturilor indicator. Determinarea efectului de protecție a culturilor de fagi a fost efectuată pe calea tratării plantelor-indicatori cu suspensia bacteriană și cea a fagului. Inocularea plantelor indicatori ținute în prealabil în camere se face cu ajutorul stropitorii. După inoculare plantele se mențin timp de 2-3 zile în condiții de umiditate ridicată (80-95%).

Acumularea masei biologice de bacteriofagi necesită prezența suspensiei virotice, titrul căreia să depășească  $10^8$ . Pentru aceasta în veselă microbiologică cu mediu de cultură lichid în prealabil sterilizată se însămânțează test-bacteriene care sunt crescute în condițiile amestecării permanente, iar apoi se trec pe mediul solid pentru determinarea titrului. După determinarea timpului fazei logaritmice de multiplicare a bacteriilor se însămânțează virusul, iar apoi prin metoda cutiilor Petri se calculează titrul bacteriofagului. Cercetările în domeniul izolării și identificării bacteriofagilor împotriva bacteriilor fitopatogene din specia *Erwinia amylovora* au fost efectuate cu aplicarea metodelor tradiționale, folosind metodele diluțiilor succesive.

Testarea în condiții de laborator și în câmpul de experiență va fi efectuată în 4 repetiții respectiv randomizate, în conformitate cu cerințele generale ale experiențelor de acest gen [19].

### REZULTATE ȘI DISCUȚII

#### Protecția Biologică – fundament natural și pârghie eficientă de control al densității organismelor dăunătoare

Direcțiile prioritate în protecția plantelor sunt măsurile agrobiologice, întrunite în metode profilactice și curative. Asigurarea protecției plantelor sub nivelul pragului economic de dăunare poate fi atinsă la realizarea strategiei de combatere a organismelor dăunătoare, aplicând următoarele [1, 15, 23]:

- crearea condițiilor nefavorabile înmulțirii organismelor dăunătoare prin măsuri agrotehnice;
- respectarea și fortificarea programelor de carantină internă și externă;
- organizarea sistemului național de prognoză, avertizare și control;
- aplicarea sistemelor de combatere integrată;
- selectarea substanțelor chimice în funcție de criteriile incidenței ecologice.

Fundamentul sistemelor de protecție biologică a plantelor este reprezentat de imunitatea, rezistența și toleranța soiurilor, care pe parcursul sistemelor de

agricultură convențională sunt trecute cu vederea, utilizându-se mai cu seamă metodele curative. Practica avansată de protecție a plantelor cunoaște exemple de ameliorare a soiurilor rezistente, eliminând lucrările de combatere, cum s-a înregistrat cu Râia-neagră-a-cartofului, Mana-florii-soarelui, Pătarea-brună-a-tomatelor, Virusul-mozaicului-tutunului, Filoxera-viței devie. Sunt recunoscute realizările în ceea ce privește utilizarea soiurilor rezistente ale culturilor pomicole și a viței de vie [13, 15, 18].

Dintre metodele noi de combatere sau, potrivit limbajului științific modern, de dirijare a densității organismelor dăunătoare, mai eficiente sunt cele biologice, prin intermediul agenților biologici și care cuprind un spectru larg de procedee. Ele includ introducerea și aclimatizarea entităților biologice pe arii noi, producerea în masă și lansarea sezonieră în agroecozisteme protejate [7, 11, 22, 24]. Se constituie astfel un sistem de reglare a densității populațiilor de organisme dăunătoare care, ținând cont de mediul specific și de dinamica acestora, folosește mecanismele naturale și entitățile utile, adaptate la menținerea populațiilor dăunătorilor și patogenilor sub pragul economic de dăunare, asigurând eficiența economică și ecologică.

Realizarea sistemelor de protecție biologică a plantelor se bazează pe elaborarea mijloacelor biotehnologice, care conțin în calitate de component activ:

- organisme vii – preparate bacteriene, actinomicetice, virale, fungice și microsporidice destinate pentru combaterea biologică a organismelor dăunătoare;
- produsele activității vitale ale agenților biologici: substanțe biologice active, hormoni, feromoni sexuali;
- preparate biotehnologice constituite pe bază de produse purificate ale diverselor reacții metabolice: antibiotice, fermenți, stimulatori ai creșterii, hormoni și toxine;
- Organisme Modificate Genetic cu rezistență la organismele dăunătoare.

Printre realizările la nivel internațional pot fi enumerate:

- Izolarea, identificarea și studierea a 195 de agenți microbiologici activi în baza cărora au fost elaborate 790 de produse de protecție biologică;
- Cheltuielile pentru elaborarea unui preparat biologic constituie circa \$50 mil., crescând anual cu 4-5%;
- În industria biotehnologică a SUA sunt implicate 140 de instituții, finanțarea anuală a fiecăreia depășește \$200 mil.

#### **Direcțiile principale de protecție microbiologică a plantelor**

**Bacteriile entomopatogene și *Bacillus thuringiensis*.** Actualmente au fost identificate 70 de serovari-

ante de *B.thuringiensis*, în baza cărora au fost elaborate și se utilizează mai multe biopreparate: entobacterin, dendrobacilin, bitoxibacilin, gomelin, insectin, БИП, turingin, bactoculicid, lepidocid, baxin, sonit, bactospein, dipel, biotrol, tecnar, bactimos, vectobac, moschitur, bactospein, insectin, alestin. Piața mondială anuală a biopreparatelor constituie \$1,3 mild., iar pentru 2017 se planifică comercializarea lor în sumă de \$3,2 mild. Au fost identificate deja tulpini cu acțiune nematocidă și biostimulatoare – var. *thuringiensis*, var. *israelensis* și var. *sotto*, în baza cărora sunt produse mai multe preparate industriale [4, 20, 24].

Perspectivile aplicării *B.thuringiensis* sunt legate de producerea cristalelor entomocide pentru obținerea combinațiilor noi ale materialului genetic și de clonare a genelor, care codifică proteinele de tipuri diferite și de căpătare a preparatelor cu acțiune specifică. Rămâne actuală elaborarea preparatelor cu spectrul larg de acțiune. Pentru constituirea genelor determinante ale  $\beta$ -exotoxinei cu proteina entomocidă Cry de tipul III a fost propusă construirea elementelor mobile cu genele tulpinilor producătoare de compuși entomocizi – a  $\beta$ -exotoxinei utilizate în preparatul turingin sau bitoxibacilin și  $\alpha$ -endotoxinei, folosite în preparatul novodor.

**Preparate bacteriene** în combaterea agenților patogeni reprezintă un domeniu de aplicare a unei game imense de microorganisme antagoniste, care stau la baza multor preparate recunoscute, cum ar fi Rizoplan – preparat biologic eficient, constituit din bacterii rizosferice *Pseudomonas fluorescens*, și Gaupsin – constituit în baza a 2 sușe de bacterii *Pseudomonas aureofaciens*. Preparatul bacterian Paurin este constituit în baza bacteriei antagoniste *Pseudomonas fluorescens* cu titrul suspensiei de  $10^9$  cel/ml destinat pentru combaterea cancerului bacterian la culturile pomicole și vița de vie, precum și a putregaiurilor radiculare la culturile legumicole și tehnice [7, 9].

Succesul aplicării preparatelor bacteriene este determinat de screeningul permanent al sușelor noi de microorganisme de perspectivă. De un răsunet bine meritat se bucură evidențierea și identificarea sușelor de *Trichosporon pullutans*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma lignorum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus brevis*, ceea ce a permis elaborarea și implementarea mijloacelor eficiente în combaterea agenților patogeni în multe țări.

Savanții Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al AȘM au elaborat preparatul bacterian Paurin, în baza bacteriei antagoniste *Pseudomonas fluorescens* cu titrul suspensiei de  $10^9$  cel/ml, pentru combaterea cancerului bacterian la culturile pomicole și vița de vie, precum și a putregaiurilor

radicare la culturile legumicole. Soluția de lucru se pregătește din 5 ml de paurin la un litru de apă – pentru tratarea semințelor înainte de semănat, iar pentru stropirea plantelor în timpul vegetației – din 50 ml la 10 litri de apă [17].

Cercetările culturilor de *Bacillus aeruginosae* și ale mai multor specii de *Enterobacter* au permis protecția culturilor agricole principale. Din *Pseudomonas syringae* au fost evidențiate endotoxine ce conțin complexe lipopolizaharide, care inhibă patogenii. În scopul sporirii eficienței biologice și extinderii sferei de aplicare a preparatelor biologice s-a înregistrat constituirea preparatelor mixte bazate pe diferite mecanisme de acțiune.

**Utilizarea preparatelor micotice** în protecția biologică a plantelor a devenit realitate chiar de la fazele inițiale de cercetare a posibilităților de combatere microbiologică a organismelor dăunătoare. Preparatul Boverin, obținut din *Beauveria bassiana* (Bals), este aplicat cu succes în regiunile cu umiditate sporită pentru combaterea coleopterelor dăunătoare. Preparatele obținute din ciuperca *Aschersonia* se aplică pentru combaterea musculiței-albe-de-seră. În diferite țări se utilizează preparate biologice bazate pe ciuperci cu acțiune nematocidă (*Verticillium*, *Meria*, *Harposporium*, *Nematocytos*, *Arthrobotrys oligospora*), iar preparatele Trichodex, Trichodermin, Gliocladin se produc în baza ciupercii microscopice din genul *Trichoderma* Harz.

Recent a fost omologat preparatul micotic Gliocladin, care reduce incidența putregaiului alb de 2 ori și măjorează recolta culturilor legumicole de 1,5 ori. Preparatul Gliocladin – SC cu norma de consum 10 l/ha asigură eficacitatea biologică înaltă în combaterea putregaiului cenușiu (*Botrytis cinerea* Pers), care nu reacționează la alte mijloace biologice, iar fungicidele chimice nu pot fi aplicate la faza de pârg a strugurilor [17].

**Utilizarea actinomicetelor** în protecția biologică a plantelor reprezintă o direcție foarte dinamică de cercetare. Grație activității biologice intense și calităților tehnologice înalte au fost elaborate și se implementează mai multe preparate actinomicetice eficiente. Preparatul Fitobacteriomycin este constituit în baza actinomicetei *Actinomyces lavendula*, utilizat în combaterea agenților patogeni sub acțiunea antibioticelor. Actinomicetele din specia *Streptomyces avermitilis* stau la baza elaborării avermectinelor, iar *Saccharopolyspora spinosa* reprezintă conținutul activ al preparatului Spinosad, utilizat pentru combaterea agenților patogeni și a insectelor dăunătoare.

**Baculovirusurile**, ca agenți patogeni ai insectelor dăunătoare, grație particularităților biologice deosebite determinate de transmiterea transovarială și orizon-

tală, precum și de gradul înalt de specificitate, au stat la baza investigațiilor profunde de la nivelul populațiilor naturale la elaborarea și implementarea preparatelor omologate [14, 18].

Printre **preparatele virale** eficiente sunt recunoscute: VIRIN-ABB-3 – pentru combaterea *H.cunea*; VIRIN-KS – împotriva *Mamestra brassicae*; VIRIN-OS – împotriva Buhei-semănăturilor; VIRIN-HS-2 – împotriva Buhei fructificațiilor; VIRIN-CP – împotriva Viermelui-merelor. Actualmente în lume se produce o serie impunătoare de preparate virale: Elcar, Djipchec, Polivirocid, Viron-H, Biotrol-VHZ, Biocontrol, Вирин-ЭНШ, Вирин-КШ, Вирин-ЭКС, Вирин-ГЯП, Вирин-Диприон, Вирин-НШ, Virusin-MB, Маџukemin, Carpovirusin.

Recent a fost elaborată biotehnologia producerii și aplicării preparatului baculoviral, ecologic inofensiv, Virin-HSP – pentru combaterea Buhei-fructificațiilor (*Helicoverpa armigera*). Preparatul este bazat pe virusul poliedrozei nucleare a unei gazde nespecifice și asigură eficacitate biologică, economică și ecologică înaltă. Titrul – 3 mild. poliedre/g. În condițiile Republicii Moldova este recomandat pentru combaterea buhei fructificațiilor la tomate, ardei, porumb zaharos ș.a. Norma de consum e de 0,2 kg/ha [17].

În scopul intensificării proceselor de infecție și reducerii perioadei letale în acțiunea virusurilor entomopatogene se aplică modificările genetice cu utilizarea genelor artropodelor (a scorpionilor, păianjenilor), reptilelor (cobrei) și amfibienilor (curara) – producătoare de neurotoxine.

**Elaborarea și aplicarea preparatelor bacteriofagice** este determinată de necesitatea bacteriilor fitopatogene, combaterea cărora prin metode alternative celor chimice rămâne foarte dificilă. Determinarea particularităților biologice ale agenților patogeni ai bacteriozelor și stabilirea relațiilor lor cu mai multe sușe de bacteriofagi, izolați și identificați în condițiile Republicii Moldova, au permis elaborarea procedeelelor tehnologice de producere și aplicare a bacteriofagilor în controlul răspândirii, virulenței și agresivității bacteriilor fitopatogene la culturile pomicole.

**Utilizarea bacteriilor în combaterea rozătoarelor dăunătoare** este determinată de impactul deosebit al mamiferelor rozătoare asupra culturilor agricole. Izolarea și identificarea unor specii de bacterii, care provoacă dereglări ale aparatului digestiv al animalelor, a permis elaborarea preparatului Bactorodencid, constituit în baza bacteriilor *Salmonella enteritides* var. Issatschenko și asigură eficiență înaltă în combaterea principalelor specii de rozătoare dăunătoare.

**Nematozii entomopatogeni** au devenit cei mai investigați agenți ai protecției biologice. Acțiunea lor

se bazează pe 2 sușe (Cp4 și Pi10) de arhebacterii aflate în relații simbiotice cu nematozii entomopatogeni, care pe parcursul activității vitale elimină o gamă largă de substanțe biologic active cu acțiune letală asupra diferitor insecte dăunătoare, inclusiv a celor care nu pot fi combătute cu ajutorul altor agenți de protecție biologică. În mai multe țări au fost omologate preparatele biologice: Biovector – bazat pe acțiune sinergetică a nematozilor entomopatogeni *Steinernema carpocapsae* și *Heterorhabdites heliothides*; Nemabact – constituit în baza *Steinernema carpocapsae*, sau Entonem-F – la producerea căruia se utilizează (*S. feltiae*).

**Elicitorii** – ca substanțe inducătoare de rezistență, care, alăturându-se receptorilor celulari prin simularea atacului patogen, declanșează mecanismele de protecție și stimulează producerea de materiale protectoare, se aplică pentru promovarea creșterii eficiente și armonioase a plantelor, sporește gradul de germinare a semințelor, intensifică dezvoltarea sistemului radicular și contribuie la dezvoltarea masei foliare, creșterea conținutului de clorofilă și maturarea fructelor, reduce semnificativ acțiunea agenților patogeni ai bolilor la culturile agricole și ameliorează indicii calității producțiilor. Este binecunoscută utilizarea experimentală a elicitorilor fungici pentru imunizarea plantelor contra putregaiului cenușiu, precum și rezultatele implementării  $\beta$ -exotoxinei [9, 10].

**Extinderea ariei de aplicare a extractelor vegetale** reprezintă o tendință firească în dezvoltarea mijloacelor naturale de combatere a organismelor dăunătoare, care a înregistrat rezultate semnificative în protecția multor culturi agricole în diverse țări. Pe lângă diversitatea impunătoare de plante din flora spontană care manifestă acțiune asupra agenților patogeni și dăunătorilor, se evidențiază gama deosebită a mijloacelor elaborate din planta tropicală *Azadirachta indica*, în special preparatul NeemAzal-T/S, care se caracterizează printr-un spectru larg de acțiune și demonstrează proprietăți antibacteriene, antimicotice, insecticide, antifidante și hormonale [7, 11, 13].

Preparatul Biostat este constituit din fracții de uleiuri eterice ale busuiocului, levănțicăi și ale compușilor din șirul alcoolilor și aldehydelor terpenice.

Rezultate semnificative au fost înregistrate la elaborarea și utilizarea compușilor terpenici ai cianobacteriilor în combaterea nematozilor.

Tot mai frecvent sunt utilizate preparatele în bază de chitosan, care sunt constituite din 50% de chitosan, 30% de acid succinic și 20% de acid glutaminic. Acestea sporesc rezistența plantelor la agenții patogeni, manifestă activitate nematocidă, distrugând stratul de chitină al nematozilor galigeni.

**Combaterea biologică a buruienilor** reprezintă una din direcțiile de perspectivă în protecția biologică a plantelor și cuprinde diverse abordări cu aplicarea unui spectru larg de mijloace ecologic inofensive. De un real succes se bucură preparatele constituite în baza agenților patogeni specifici (virusuri, bacterii, ciuperci) și a insectelor ce stopează dezvoltarea plantelor rudereale. Printre avantajele metodei se evidențiază: costurile reduse, acțiunea la diverse faze de dezvoltare a buruienilor, caracterul nepoluant pentru mediu. Trezește speranțe îmbucurătoare utilizarea substanțelor biologic active orientate la provocarea controlată a dezvoltării și combaterea buruienilor, ceea ce demonstrează preabilitatea deosebită a metodei pentru combaterea integrată a acestor organisme dăunătoare [6, 20].

**Vaccinarea plantelor și obținerea vaccinurilor în plantele de cultură** sunt determinate de tendințele contemporane în asigurarea securității alimentare. Pentru combaterea unor agenți patogeni ai bolilor la culturile agricole au fost propuse și se utilizează diferite tulpini de virusuri fitopatogene (Virusul mozaicului tutunului, VMT), care se află în relații antagoniste cu sușele patogene ale virusurilor. Rezultate semnificative au fost înregistrate în ce privește protecția tomatelor împotriva tulpinilor patogene ale VMT.

Pornind de la problemele legate de rezistența agenților patogeni ai bolilor și în scopul ameliorării condițiilor de tratare a lor, au fost elaborate biotehnologii de biosinteză a vaccinurilor în celulele culturilor, la utilizarea acestora în calitate de alimente se înregistrează și combaterea agenților patogeni ai diferitor boli.

**Aplicarea zootoxinelor** se află în continuă ascensiune, ceea ce este determinat de gama largă de nevertebrate, în organismul cărora se sintetizează diverse substanțe biologic active cu acțiune asupra organismelor dăunătoare. Printre acestea figurează preparatele în bază de neurotoxine care se utilizează în combaterea insectelor și acarienilor. În SUA au fost evidențiate peptide insecticide din toxinele păianjenului *Segestria sp.* și ale scorpionului. În Japonia, din viermii inelați marini *Lumbriconereis heteropoda* au fost evidențiați compusul heterociclic Nereistoxin, care posedă proprietăți entomocide și fungicide ce au stat la baza a circa 300 de substanțe sintetizate, dintre care mai cunoscut este preparatul Bancol. Acesta blochează transmiterea semnalelor la sistemul nervos central al insectelor și dereglarea funcțiilor vitale importante. Toxina Bonelina, cu proprietăți analogice, a fost izolată din *Bonellia viridis* [6, 9].

### Dezvoltarea Protecției Microbiologice a Plantelor

Tendința principală în dezvoltarea Protecției Microbiologice a Plantelor este legată de elaborarea mijloacelor entomocide cu acțiune profilactică selectivă fără nimicirea în masă a insectelor, fiind bazate pe acțiunea microorganismelor cu mecanisme perfecte de protecție (actinomicete, rikketsii, protozoare, cianobacterii și alge microscopice):

*Preparate în bază de substanțe biologice active* cu proprietăți antifidante, entomocide, bactericide, fungicide și antihelmintice;

*Protozoare entomopatogene* (amibe, gregarine, coccidii și microsporide), care afectează mai mult de 200 de specii de dăunători. Se impun preparatele în bază de *Nosema locustae* și preparatul Nolo Balt aplicat pe suprafețe extinse în SUA;

*Cianobacterii și microalge*, care inhibează selectiv dezvoltarea mai multor specii de insecte dăunătoare.

*Organismele Modificate Genetic*, care reprezintă cea mai controversată temă în agricultura contemporană. Obținerea lor se bazează pe modificarea artificială a caracterelor ereditare prin intermediul transmiterii directe a genelor străine, care codifică compuși proteici ce inhibă dezvoltarea organismelor dăunătoare sau asigură rezistența la pesticide. Printre realizările recente menționăm obținerea plantelor transgenice la mai mult de 120 de specii de plante, inclusiv rezistente la diferite erbicide, insecte dăunătoare, agenți micotici, bacterieni, virali, utilizate pe suprafețe imense (216,3 mil. ha), îndeosebi la cultura porumbului, bumbacului, soiei și rapiței.

Succesele în domeniul elaborării și aplicării OMG în protecția plantelor sunt determinate de utilizarea proteinelor și enzimelor transgenice în calitate de insecticide și pentru obținerea plantelor de cultură rezistente la erbicide. Organismele modificate genetic,

create și cultivate pe scară largă în SUA, sunt acceptate de guvernele unor țări ale lumii, dar sunt privite cu neîncredere de alte țări și respinse cu vehemență de organizațiile ecologiste, devenind astfel un subiect extrem de controversat.

### CONCLUZII

Situația actuală din agricultură dictează necesitatea formării conceptului privind elaborarea sistemelor ecologic inofensive de protecție și implementarea direcțiilor noi de agricultură bazate pe utilizarea capacităților circuitelor naturale.

Arsenalul de mijloace microbiologice de protecție biologică a plantelor, prin utilizarea diferitor mecanisme de acțiune, se caracterizează printr-un șir de avantaje. Extinderea gamei vaste de preparate biologice asigură premise trainice de organizare a sistemelor noi de protecție a plantelor, care prin alternarea mijloacelor prietenoase mediului, permit implementarea lor în sistemele de agricultură convențională și ecologică.

Tendința de extindere a protecției microbiologice a plantelor contribuie la reducerea trendului de dezvoltare a rezistenței organismelor dăunătoare și restabilirea mecanismelor de reglare naturală a densității populațiilor de fitofagi și patogeni. Se impune monitorizarea eficientă a organismelor dăunătoare, studierea principiilor de autoreglare a relațiilor dintre componentele agroecosistemelor, în care microorganismelor le revine un rol decisiv.

Este imperativă continuarea cercetărilor în vederea elaborării mijloacelor microbiologice noi, constituirea formelor preparative complexe, lansarea procedurilor tehnologice eficiente de producere și aplicare, precum și determinarea fenomenelor de postacțiune a acestora în vederea evaluării lor toxicologice.

### BIBLIOGRAFIE

1. Andrieș S., Boincean B., Jigău Gh. Cod de Bune Practici Agricole. Chișinău: Mediul ambiant, 2007. 120 p.
2. Brown Lester. World on the Edge: How to Prevent Environmental and Economic Collapse. 2011. Earth Policy Institute. 174 p.
3. Burand John, Nakai Madoka. Insect Viruses and Their Use for Microbial Pest Control. Amherst. 2014. 285 p.
4. Chandler D., Greaves J., Prince G., Tatchell M., Bailey A. Biopesticides: Pest Management and Regulation. CABI, 2010. 256 p.
5. Coombs Amy. Fighting Microbes with Microbes. The Scientist. Retrieved 18 April 2013. 240 p.
6. Copping L.G. (ed.) (2009). The Manual of Biocontrol Agents 4th Ed. British Crop Production Council (BCPC). Farnham, Surrey, UK, 851 p.
7. Fravel D. R. Commercialization and implementation

of bio control. Annual review of phytopathology, 2005. 43: 337-359.

8. International assessment of agricultural knowledge, science and technology for development (IAASTD): global report / edited by Beverly D. McIntyre et al. Washington, 2009. 606 p.

9. Larkin Hansen Anne. The Organic Farming Manual. 2010. 437 p.

10. Matei S., Matei G.M., Cogălniceanu G., Brezeanu A., Carasan M., Helepiciu F., 2010, In vitro systems for the study of plant defense response induced by fungal elicitors, Editura Sitech, Craiova, 73 p.

11. Matthews GA, Bateman RP, Miller PCH (2014) Pesticide Application Methods (4th Edition), Chapter 16. Wiley, UK. Pal K K and B McSpadden Gardener. (2006). 480 p. Biological Control of Plant Pathogens. The Plant Health Instructor, p. 1-25.

12. Tomoiagă Liliana. Ghidul fitosanitar al viticultorului

lui. Ed. a 2-a, rev. Cluj-Napoca: Academic Pres, 2013. 143 p.

13. Toncea I., Enuță S., Ioniță Nițu Georgeta, Alexandrescu Daniela, Toncea V. A. Manual de Agricultură Ecologică. Cluj-Napoca, 2012. 360 p.

14. Voloșciuc L. Biotehnologia producerii și aplicării preparatelor baculovirale în agricultura ecologică. Chișinău: Mediul ambiant, 2009a, 262 p.

15. Voloșciuc L. T. Probleme ecologice în agricultură. Chișinău. 2009b, 264 p.

16. Voloșciuc L., Josu V. Ecological Agriculture to Mitigate Soil Fatigue. Soil as World Heritage (Editor David Dent). Springer, 2014, p. 431-435.

17. Voloșciuc L., Pânzaru B., Lemanov Natalia, Nicolaev A., Șerbacov Tatiana, Nicolaev Svetlana, Zavtoni P., Toncea I. Recent achievements in microbiological plant protection. The X<sup>th</sup> International Congress of Geneticists and Breeders. Abstract book. Chișinău, 2015, p. 209.

18. Волощук Л. Ф. Экологическое земледелие – надежный путь устойчивого развития сельского хозяйства Молдовы. Информационный бюллетень ВПРС/МОББ. № 39, 2009, с. 66-72.

19. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., Агропромиздат, 1989, 316 с.

20. Защита растений от вредителей. Третьяков Н. Н., Исаичев В. В., Захваткин Ю. А., Гриценко В. В., Соломатин В. М., Кручина С. Н., Митюшев И. М., Исаичев С. В. СПб.: Лань, 2012. 528 с.

21. Симчук А. П. Эколого-генетический подход к защите растений в сельском хозяйстве. Экосистемы, их оптимизация и охрана. Вып. 8, 2013, с. 66-70.

22. Фурсов В. Н. Применение биологических средств защиты растений в сельском хозяйстве Японии. Известия Харьковского энтомологического общества. Том. XVIII, вып. 2, 2010, с. 60-65.

23. Чулкина В. А., Торопова Е. Ю., Стецов Г. Я. Экологические основы интегрированной защиты растений. М., 2007, 568 с.

24. Штерншис М. В., Джалилов Ф. С.-У., Андреева И. В., Томилова О. Г. Биологическая защита растений. М.: Колос, 2004. 264 с.



Petru Balan. Schiță scenografică pentru Redacția Muzicală TVM, 1994.