

DOI: <https://doi.org/10.55505/sa.2025.2.07>  
UDC: 633.854.78:631.5 (478)



## EFICACITATEA METODELOR DE CONTROL A MANEI FLORII-SOARELUI ÎN CONDIȚIILE DE INTENSIFICARE A CULTIVĂRII DIN ZONA DE SUD A REPUBLICII MOLDOVA

Ion PALADI, ORCID: 0009-0009-4398-9481

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecția Plantelor,  
Universitatea de Stat din Moldova, Republica Moldova

Correspondență: Ion PALADI – e-mail: [ion.paladi@sti.usm.md](mailto:ion.paladi@sti.usm.md)

**Abstract.** Intensification of sunflower cultivation and the expansion of arable land dedicated to this crop have a significant impact on its phytosanitary status. Fungal diseases represent a major threat to plant health. The aim of this research was to evaluate the effectiveness of various factors for protection against one of the most widespread fungal diseases – downy mildew (*Plasmopara halstedii*) of sunflower. The study was conducted during 2022–2024 under conditions of an increased phytopathological background. A three-factorial experiment was established, including three variants with three repetitions each. The ecological protection scheme involved the application of the ecological preparation Trichodermin-SC, while the chemical protection scheme used the fungicide Unical, SC. The third factor evaluated the genetic resistance of three sunflower hybrids. Comparative testing in 2022 did not reveal significant differences in biological efficiency between Trichodermin-SC and Unical, SC, when the frequency of pathogen attack varied between 2–4,5%. In 2024, under a higher infection background with attack frequency reaching up to 28%, Unical, SC showed a superior efficiency compared to Trichodermin-SC. Evaluation of the hybrids highlighted the importance of the genetic factor in controlling sunflower downy mildew. Within the experiment, hybrids P64LP130 and P64LE25 demonstrated higher resistance to infection.

**Keywords:** *Helianthus annuus*; Hybrids; *Plasmopara halstedii*; Chemical control; Biological control; Genetic factor.

**Rezumat.** Intensificarea cultivării florei-soarelui și extinderea suprafețelor arabile destinate culturii generează un impact semnificativ asupra stării fitosanitare. Bolile fungice reprezintă un risc major pentru sănătatea plantelor. Scopul cercetărilor a fost evaluarea eficienței diferiților factori de protecție împotriva uneia dintre cele mai răspândite boli fungice – mana florei-soarelui (*Plasmopara halstedii*). Cercetările au fost realizate în perioada anilor 2022–2024, în condiții de intensificare a fundalului fitopatologic. Experimentul trifactorial a inclus trei variante și trei repetiții. Schema ecologică de protecție a presupus aplicarea preparatului ecologic Trichodermin-SC, schema chimică de protecție a inclus utilizarea fungicidului Unical, SC, iar al treilea factor a fost reprezentat de rezistența genetică a trei hibrizi de floarea-soarelui. În ceea ce privește eficiența biologică a fungicidelor, testările comparative nu au evidențiat diferențe semnificative între Trichodermin-SC și Unical, SC în anul 2022, când frecvența atacului bolii a variat între 2–4,5%. În anul agricol 2024, pe un fundal sporit de infecție, cu frecvența atacului atingând valori de până la 28%, fungicidul Unical, SC a demonstrat o eficiență biologică net superioară

comparativ cu Trichodermin-SC. Evaluarea hibrizilor a relevat importanța factorului genetic în controlul manei florii-soarelui. În cadrul experienței, hibrizii P64LP130 și P64LE25 au prezentat o rezistență sporită la infecție.

**Cuvinte-cheie:** *Helianthus annuus*; Hibrizi; *Plasmopara halstedii*; Combatere chimică; Combatere biologică; Factor genetic.

## INTRODUCERE

Mana florii-soarelui, provocată de agentul patogen *Plasmopara halstedii*, este considerată cea mai răspândită boală pe întregul areal de cultivare al acestei culturi. Boala a fost semnalată pentru prima dată pe teritoriul țării noastre în anul 1948 (Bădăraș, 2012). O opinie similară este exprimată de M. Duca et al. (2023), care o definesc drept principala și cea mai extinsă boală a florii-soarelui la nivel național, menționând totodată că, în anii ploioși, evoluția acesteia poate deveni vertiginoasă.

Conform lui M. Vronschih (2024), creșterea temperaturii medii anuale cu +1°C determină o reducere substanțială a frecvenței și intensității atacului. Un efect similar îl au și oscilațiile de temperatură specifice fiecărui anotimp. Astfel, în perioada estivală, majorarea temperaturii medii de la +19,15°C la 21,02°C conduce la diminuarea de două ori a frecvenței atacului. În schimb, creșterea cantității de precipitații căzute în decursul anului, de la 405 mm la 560 mm, determină creșterea substanțială a frecvenței și intensității atacului. O influență majoră asupra răspândirii bolii o au precipitațiile din sezonul de primăvară, unde creșterea volumului acestora de la 70 mm la 190 mm determină dublarea valorilor atât ale frecvenței, cât și ale intensității atacului.

Deși se cunosc cinci forme de dezvoltare a manei florii-soarelui, cel mai mare pericol prezintă forma a doua și forma a cincea (Bădăraș, 2012). În cazul primei forme de dezvoltare plantele rămân pitice, rareori depășind 100 cm, cu noduri groase și internoduri scurte. Aparatul foliar, în raport cu talia plantei, are un aspect luxuriant, fiind caracterizat prin apariția petelor de decolorare pe partea superioară a frunzelor și a fructificației conidiene cu aspect păslos pe partea inferioară. Plantele atacate formează calatidii mici, cu inserție rară a achenelor. Forma a cincea se caracterizează prin necrozarea parțială a calatidiilor deja formate sau prin necrozarea totală a butonului floral (Popescu, 2005).

După cum menționează cercetătorii I. Paraschivu și A. Marius (2008), răspândirea bolii este favorizată de acțiunea concomitentă a mai multor factori, precum vremea răcoroasă, precipitațiile abundente în fazele incipiente de creștere ale culturii și practicarea monoculturii. Drept factor decisiv în contaminarea câmpului și compromiterea recoltei, A. Gumovschi (2024) consideră folosirea materialului semincer infectat, precum și neglijarea controlului eficient al samulastrei.

Sursele de specialitate propun diferite strategii în cadrul metodelor de control și combatere a manei florii-soarelui. Unele recomandă utilizarea biopreparatelor inofensive pentru mediu, precum și aplicarea produselor chimice, în timp ce altele acordă o importanță majoră valorificării potențialului genetic de rezistență.

Un rol major în protecția culturii împotriva manei îl joacă rezistența genetică a numeroșilor hibrizi, obținută prin selecție (Bîlteanu, 1993). Evidențierea genelor de rezistență a stat la baza creării hibrizilor rezistenți, permițând controlul bolii prin metoda genetică (Davidescu et al., 1992). Actualmente, fiecare hibrid din portofoliul său de caracteristici include rezistență la cele mai recente rase ale manei florii-soarelui (Gumovschi, 2024). Totuși, Starodub, V. (2011) adoptă o poziție mai rezervată, considerând că însămânțarea unor suprafețe extinse bazându-se exclusiv pe rezistența hibridului, fără respectarea rigorilor tehnologice, poate conduce la rezultate imprevizibile.

Strategiile propuse în cadrul metodei ecologice de control și protecție a florii-soarelui față de mană sunt variate. Conform T. Baicu și A. Săvescu (1986), sunt eficiente biopreparatele pe bază de ciuperci hiperparazite *Coniothyrium minitans* și *Gliocladium catenulatum* pe scleroții ciupercii *Plasmophara halstedii*. Eficacitatea biopreparatelor pe bază de *Coniothyrium minitans* este menționată și de S. Bădărău (2012). Potrivit lui L. Voloșciuc (2021), utilizarea preparatului Trichodermin-SC, în doză de 0,5 l/ha, atât la tratarea materialului semincer, cât și în perioada de vegetație, se dovedește eficientă împotriva unui șir de boli ale florii-soarelui, inclusiv mana. La rândul său, G. Bîlteanu (1993) subliniază eficacitatea ridicată a preparatelor ecologice pe bază de ciuperci din genul *Trichoderma spp.*. Conform B. Boincean et al. (2020), pe lângă valorificarea potențialului acestor ciuperci în controlul bolilor, poate fi utilizat și potențialul bacteriei *Bacillus subtilis*.

Strategiile de ordin agrotehnic și fitotehnic privind prevenirea și controlul bolii diferă în funcție de sursa consultată. V. Starodub (2011) menționează că cea mai ieftină metodă de prevenire a manei florii-soarelui constă în respectarea rotației culturilor, cu revenirea culturii pe același teren la un interval de cel puțin 5 ani. Aceeași opinie este susținută de I. Paraschivu și A. Marius (2008), care menționează că prezența pe piață a hibrizilor rezistenți la mană nu constituie un motiv justificat pentru ignorarea principiilor asolamentului și rotației culturilor. Ca măsură suplimentară de prevenire, G. Bîlteanu (1993) consideră necesară evitarea amplasării culturii pe terenuri joase, supraumectate sau cu textură argiloasă, menționând totodată importanța menținerii câmpului într-o stare impecabilă din punct de vedere agrotehnic.

La fel cum diferă strategiile de prevenire și combatere a manei florii-soarelui în sistemul ecologic de agricultură, diferă și cele aplicate în cadrul sistemului convențional. Conform lui A. Gumovschi (2024), sunt eficiente fungicidele pe bază de azoxistrobină, difenoconazol, ciproconazol și tebuconazol. O eficacitate ridicată prezintă utilizarea produselor Apron Gold 35 EW, Sumilex 50 WP și Protexil 350 FS la tratarea semințelor, precum și a fungicidelor Aliette 80 WP și Ronilan WG în tratamentele aplicate în vegetație (Vronschi, 2011). Potrivit lui V. Starodub (2011), un control eficient al manei florii-soarelui poate fi realizat prin aplicarea produselor Falcon 460 EC, Folicur 250 EW și Aliette 80 WP.

În final, se poate afirma că, în controlul manei florii-soarelui, este justificată testarea comparativă a eficienței preparatelor Trichodermin-SC și Unical, SC, în condițiile intensificării procedeelelor de cultivare a culturii în zona de sud a țării. Conjunctura agroclimatică și economică în care se află producătorii agricoli impune identificarea unor soluții accesibile și eficiente pentru a face față provocărilor existente.

## MATERIALE ȘI METODE

Cercetările au fost efectuate în perioada anilor agricoli 2022–2024, pe parcursul a trei ani consecutivi, pe același teren din zona de sud a Republicii Moldova, r. Cahul, s. Iujnoe. Observațiile și măsurările au fost realizate în cadrul unei experiențe trifactoriale, care a inclus trei variante, fiecare în trei repetiții. Primul factor a fost reprezentat de schema ecologică de protecție, în cadrul căreia s-a utilizat preparatul Trichodermin-SC; al doilea factor a fost schema chimică de protecție, în cadrul căreia s-a aplicat preparatul Unical, SC; al treilea factor a fost constituit de rezistența genetică a hibrizilor la boli, inclusiv la mana florii-soarelui.

Ecofungicidul Trichodermin-SC, utilizat sub formă de suspensie 1%, având la bază ciuperca *Trichoderma lignorum*, a fost aplicat în cadrul schemei ecologice de protecție prin tratarea semințelor, stropirea plantelor în faza de 6 frunze și în faza apariției butonului floral. Fungicidul Unical, SC, pe bază de tebuconazol 250 g/l, a fost utilizat în

variantea cu protecție chimică în doza de 0,5 l/ha, administrat concomitent cu produsul ecologic. Studiarea factorului genetic a constat în testarea a trei hibrizi de floarea-soarelui: P64LE25, P64LP130 și LG5377, pentru care producătorul menționează un grad ridicat de rezistență la mană.

Pe parcursul perioadei de vegetație s-a efectuat evidența dezvoltării și evoluției culturii, precum și a bolilor, inclusiv a manei florii-soarelui. Pentru fiecare variantă au fost selectate câte 100 de plante, amplasate pe diagonala parcelei. Evidența și analiza manifestării manei florii-soarelui au constat în colectarea datelor necesare pentru calcularea frecvenței și intensității atacului.

Conform opiniilor cercetătorilor V. Gulii și N. Pamujac (1994), aplicarea unui preparat de protecție a plantelor presupune evaluarea a trei indicatori, printre care se regăsește eficiența biologică. Calcularea frecvenței și intensității atacului, precum și a eficienței biologice, s-a realizat conform următoarelor formule:

Frecvența atacului:  $F = (n \times 100) / N$ , unde: n – numărul de plante bolnave; N – numărul total de plante examinate;

Intensitatea atacului:  $I = (a+b) \times 100 / N \times K$ , unde: a – numărul de plante infectate cu aceleași simptome; b – nota de atac corespunzătoare aceluiași simptome; N – numărul de plante luate în evidență; K – nota maximă a scării de evidență.

Eficiența biologică:  $E = (I_m - I_e) / I_m \times 100$ , unde:  $I_m$  – indicele evoluției bolii al variantei martor;  $I_e$  – indicele evoluției bolii al variantei experimentale.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

În cele ce urmează este prezentată dinamica manifestării manei florii-soarelui în perioada anilor 2022–2024, în condiții de intensificare a cultivării. Se evidențiază atât evoluția valorilor frecvenței și intensității atacului, cât și eficacitatea biologică a preparatelor Trichodermin-SC și Unical, SC în controlul manei florii-soarelui.

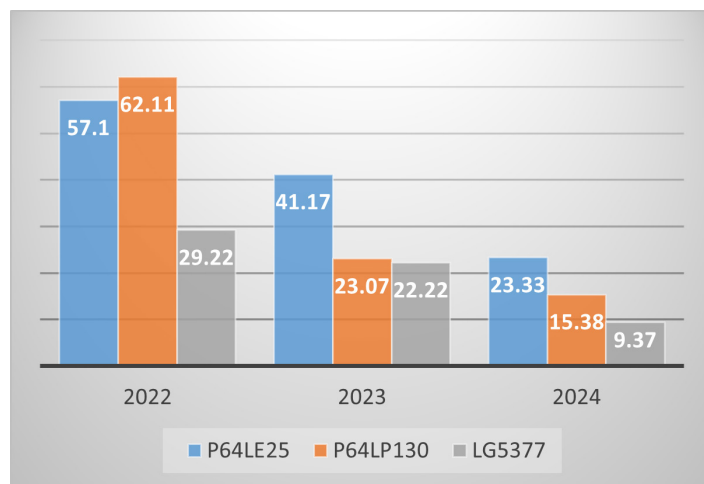
**Tabelul 1. Eficacitatea preparatelor Trichodermin-SC și Unical, SC în controlul manei florii-soarelui**

Varianta	Repetiția	2022			2023			2024		
		F <sub>i</sub> (%)	I <sub>i</sub> (%)	E <sub>i</sub> (%)	F <sub>i</sub> (%)	I <sub>i</sub> (%)	E <sub>i</sub> (%)	F <sub>i</sub> (%)	I <sub>i</sub> (%)	E <sub>i</sub> (%)
Martor	R1 P64LE25	4,4	3,8	-	13,0	4,25	-	26,0	7,5	-
	R2 P64LP130	5,2	4,25	-	10,0	3,25	-	22,0	6,5	-
	R3 LG5377	4,5	2,84	-	14,0	4,5	-	28,0	8,0	-
Unical, SC	R1 P64LE25	2,8	1,67	56,05	6,0	2,25	47,05	12,0	4,25	43,33
	R2 P64LP130	2,0	1,48	65,17	5,0	1,75	46,15	10,0	3,25	50,0
	R3 LG5377	4,0	1,8	36,61	7,0	2,75	38,88	14,0	4,5	43,75
Trichodermin-SC	R1 P64LE25	3,0	1,63	57,1	7,0	2,5	41,17	19,0	5,75	23,33
	R2 P64LP130	2,7	1,61	62,11	7,0	2,5	23,07	19,0	5,5	15,38
	R3 LG5377	4,2	2,01	29,22	10,0	3,5	22,22	25,0	7,25	9,37

Din analiza tabelului 1 se constată o influență direct proporțională a procesului de intensificare a cultivării florii-soarelui asupra gradului de răspândire a agentului patogen *Plasmophara halstedii*. Tendința de creștere a valorilor frecvenței, precum și a intensității atacului agentului patogen este determinată de intensificarea procesului de cultivare a florii-soarelui.

În linii generale, experiența evidențiază o creștere a frecvenței atacului de 14 ori, de la valoarea minimă înregistrată în experiență de 2,0% în anul 2022, până la valoarea maximă de 28% în anul 2024. Intensitatea atacului a crescut semnificativ, de circa 5 ori, de la valoarea minimă de 1,48% la valoarea maximă de 8,0%.

Rezultatele obținute în cadrul experienței demonstrează importanța factorului genetic în controlul manei florii-soarelui. În cazul de față, hibridul P64LP130 s-a dovedit a fi cel mai rezistent la mană, fiind net superior hibridurilor P64LE25 și LG5377 pe întreaga durată a perioadei experimentale. Identificarea, în cadrul experienței, a unui grad diferit de rezistență al hibridurilor la mană este în concordanță cu datele din literatura de specialitate (Bîlteanu, 1993; Gumovschi, 2024) privind valorificarea rațională a factorului genetic.



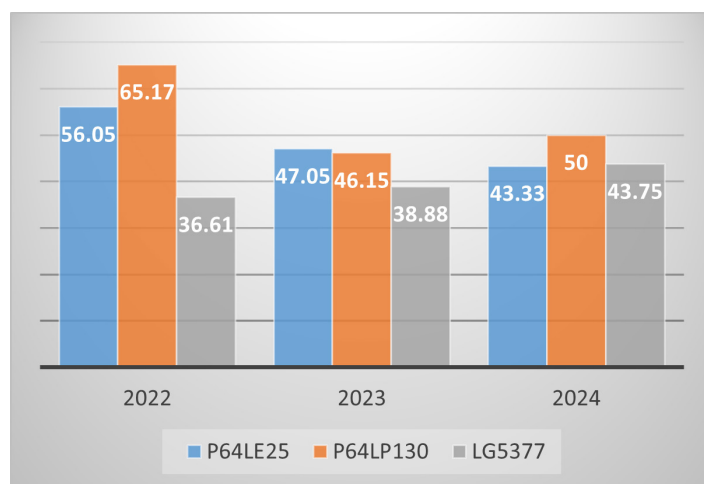
**Figura 1.** Eficiența biologică a produsului Trichodermin-SC

În anul agricol 2022, în varianta în care s-a aplicat produsul Trichodermin-SC se înregistrează cele mai joase valori ale frecvenței și intensității bolii la hibridul P64LP130 (Tabelul 1). Din analiza datelor prezentate în figura 1, produsul prezintă o eficiență biologică superioară de 62,11% la același hibrid. O eficiență ridicată, de 57,1%, se constată și la hibridul P64LE25. Hibridul LG5377 prezintă o eficiență mai scăzută, de 29,22%, fiind totodată cel mai susceptibil la atacul bolii (Tabelul 1).

În anul agricol 2023, prezența unui fundal ridicat al infecției determină creșterea valorilor frecvenței și intensității atacului la toți hibridii (Tabelul 1). Eficiența biologică oscilează între valoarea maximă de 41,17% la hibridul P64LE25 și valoarea minimă de 22,22% la hibridul LG5377.

Anul agricol 2024, caracterizat printr-un fundal și mai intensiv al infecției, determină o creștere suplimentară a valorilor frecvenței și intensității atacului față de anul precedent (Tabelul 1). Eficiența biologică a preparatului scade considerabil, variind între valoarea maximă de 23,33% la hibridul P64LE25 și valoarea minimă de 9,37% la hibridul LG5377 (Figura 1).

În general, se constată o eficiență biologică bună a preparatului Trichodermin-SC în controlul manei florii-soarelui. Totuși, în contextul intensificării cultivării, eficacitatea biologică a produsului scade considerabil. Rezultatele cercetărilor demonstrează că Trichodermin-SC este eficient și recomandat pentru controlul manei florii-soarelui în cadrul sistemului ecologic. Aceste concluzii se aliniază cu datele din literatura de specialitate (Voloșciuc, 2021; Bîlteanu, 1993), care evidențiază eficacitatea produselor pe bază de ciuperci *Trichoderma spp.* în controlul manei.



**Figura 2.** Eficiența biologică a preparatului Unical, SC

Aplicarea produsului Unical, SC în anul 2022 a prezentat o eficiență biologică ușor superioară față de nivelul eficacității produsului ecologic (Tabelul 1). Valoarea cea mai mare a eficienței biologice, de 65,17%, a fost obținută la hibridul P64LP130, urmat de hibridul P64LE25 cu 56,05% și hibridul LG5377 cu 36,61% (Figura 2).

În anul 2023, preparatul a prezentat o eficiență biologică superioară comparativ cu produsul ecologic, fiind de 47,05% la hibridul P64LE25, urmat de 46,15% la hibridul P64LP130 și valoarea minimă de 38,88% la hibridul LG5377 (Tabelul 1).

În anul agricol 2024, pe un fundal de infecție și mai intens, fungicidul Unical, SC a evidențiat o eficiență biologică clar superioară comparativ cu preparatul Trichodermin-SC. Eficiența maximă s-a înregistrat la hibridul P64LP130 (50,0%), urmat de hibridii LG5377 și P64LE25 cu valori apropiate, respectiv 43,75% și 43,33% (Figura 2).

Se remarcă faptul că eficiența biologică a produsului Unical, SC se menține chiar în condițiile intensificării cultivării florei-soarelui. Sporirea fundalului infecției în anul 2024 a evidențiat eficiența maximă la toți cei trei hibridi. Aplicarea preparatului a redus semnificativ frecvența și intensitatea atacului în comparație cu valorile înregistrate la varianta martor și cea ecologică (Tabelul 1).

Pe întreaga durată a experienței se constată o creștere a agresivității manei florei-soarelui în contextul intensificării cultivării culturii. Deși anii agricoli 2022, 2023 și 2024 au fost caracterizați prin condiții secetoase, aride și nefavorabile, mana florei-soarelui nu a redus gradul de răspândire. Astfel, se poate afirma cu certitudine că aridizarea climei, chiar pe fondul unui nivel ridicat de infecție, nu diminuează gradul de răspândire a ciupercii *Plasmophara halstedii*.

## CONCLUZII

În cadrul experienței, hibridii P64LP130 și P64LE25 au demonstrat o rezistență sporită la mană, fiind considerați pretabili cultivării atât în sistem convențional, cât și în cel ecologic. În contextul intensificării cultivării florei-soarelui, hibridul LG5377 s-a dovedit mai puțin pretabil. Fundalul fitopatologic intens evidențiază importanța valorificării corecte a factorului genetic în ameliorarea stării fitosanitare a culturii.

Preparatul ecologic Trichodermin-SC a prezentat o eficiență biologică ridicată în controlul manei florei-soarelui, fiind considerat pretabil pentru sistemul de protecție ecologic. Totuși, fundalul fitopatologic agresiv generat de intensificarea cultivării reduce eficacitatea produsului. Pentru diminuarea încărcăturii chimice în agricultură, este rezonabilă integrarea preparatului Trichodermin-SC în sistemul convențional de protecție.

Fungicidul Unical, SC a evidențiat, de asemenea, eficiență biologică ridicată în controlul manei florii-soarelui, dovedindu-se eficient în condițiile intensificării cultivării în sistem convențional. Eficacitatea biologică ridicată, costul redus și accesibilitatea îl poziționează printre cele mai promițătoare fungicide în contextul economic actual.

## RECUNOAȘTERI

Cercetările au fost realizate în cadrul programului de doctorat „411.09. Protecția Plantelor”, la tema „Protecția integrată a florii-soarelui în agricultura convențională și ecologică”, și în cadrul Subprogramului 011102 „Extinderea și conservarea diversității genetice, ameliorarea genofondurilor de culturi agricole în contextul schimbărilor climatice”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării a Republicii Moldova.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BAICU, T. & A. SĂVESCU (1986). *Sisteme de combatere integrată a bolilor și dăunătorilor pe culturi*. București: Editura Ceres, 264 p.
2. BĂDĂRĂU, S. (2012). *Fitopatologie: (Generală și agricolă)*. Chișinău: Tipografia Print-Caro, 592 p. ISBN 978-9975-56-046-7.
3. BÎLTEANU, G. (1993). *Fitotehnie. Vol. 2: Oleifere, tuberculifere și rădăcinoase, tutun, hamei, medicinale și aromatice*. București: Ceres, 548 p. ISBN 973-40-0262-7.
4. BOINCEAN, B.; L. VOLOȘCIUC; M. RURAC; I. HURMUZACHI & G. BALTAG (2020). *Agricultura Conservativă. Manual pentru producători agricoli și formatori*. Chișinău: Tipografia Print-Caro, 203 p. ISBN 978-9975-56-744-2.
5. DAVIDESCU, D.; L. CALANCEA & V. DAVIDESCU (1992). *Protecția chimică în agricultură*. București: Editura Academiei Române, 448 p. ISBN 973-27-0290-7.
6. DUCA, M.; S. CLAPCO; A. PORT; R. DOMENCO; A. MUTU et al. (2023). *Cultura de floarea-soarelui în contextul schimbărilor climatice*. Chișinău: CEP USM, 148 p. ISBN 978-9975-3430-8-4.
7. GULII, V. & N. PAMUJAC (1994). *Protecția integrată a plantelor*. Material didactic pentru studenții și elevii instituțiilor de învățământ cu profil agrar. Chișinău: Universitas, 528 p. ISBN 5-362-00973-7.
8. GUMOVSCI, A. (2024). *Manualul fermierului pentru culturile de câmp. Partea 2*. Chișinău: Notograf Prim SRL, 270 p. ISBN 978-9975-84-207-5.
9. PARASCHIVU, I. și A. MARIUS (2008). *Combaterea integrată a patogenilor și dăunătorilor la principalele culturi de câmp*. Craiova: SITECH, 409 p. ISBN 978-973-746-792-8.
10. POPESCU, Gheorghe (2005). *Tratat de patologia plantelor. Vol. 2*. Timișoara: Eurobit, 634 p. ISBN 973-620-169-4.
11. STARODUB, V. (2011). *Fitotehnie*. Chișinău: Tipografia Print-Caro SRL, 600 p. ISBN 978-9975-4187-6-8.
12. VOLOȘCIUC, L. (2021). *Agricultura Ecologică: aspecte teoretice și valențe practice*. Chișinău, 288 p. ISBN 978-9975-62-451-0.
13. VRONSCHIH, M. (2011). *Protecția plantelor. (Culturile de câmp)*. Chișinău: Tipografia Centrală, 117 p. ISBN 978-9975-78-957-8.

### Conflict of interests

No competing interests were disclosed.

### Paper history

Received 07.07.2025; Accepted 08.09.2025

**Copyright:** © 2025 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).