

REZUMAT

Producția de cartof durabilă din punct de vedere ecologic necesită o dependență redusă de pesticide, iar consumatorii fac lobby din ce în ce mai mult pentru protecția mediului și subliniază aceste solicitări prin schimbarea tiparelor lor de cumpărare, în timp ce fermierii răspund cu o utilizare redusă și mai eficientă a pesticidelor prin intermediul unor substanțe chimice mai ecologice, echipamente de aplicare superioare, cercetare, instruire și comunicații sporite.

Cercetările realizate asupra speciilor de coleoptere din culturile de cartof din zona de nord a Moldovei au o importanță semnificativă din mai multe perspective. Aceste studii sunt esențiale pentru identificarea corectă a speciilor de insecte care pot afecta aceste culturi, în special în condițiile climatice specifice regiunii. De exemplu, gândacul de Colorado (*Leptinotarsa decemlineata*) este unul dintre cei mai cunoscuți dăunători ai cartofilor, dar sunt posibile și alte specii care pot provoca pagube.

În plus, cercetările permit înțelegerea detaliată a comportamentului și ciclului de viață al coleopterelor. Acest lucru este crucial pentru stabilirea unor momente optime de intervenție, cum ar fi aplicarea tratamentelor fitosanitare, pentru a preveni pagubele semnificative în producția de cartofi. De asemenea, studiile de acest tip ajută la evaluarea impactului acestor insecte asupra randamentelor și calității tuberculilor, ceea ce este esențial pentru fermieri.

Teza de doctorat "**Cercetări asupra speciilor de coleoptere din culturile de cartof din zona de nord a Moldovei, România**" abordează aspecte legate de studiile asupra coleopterelor din zonele de culturi de cartofi din nordul Moldovei care sunt esențiale nu doar pentru protejarea acestora de dăunători, dar și pentru promovarea unui echilibru ecologic în agricultură, contribuind astfel la găsirea unor soluții eficiente și sustenabile pentru prevenirea pierderilor de recoltă și menținerea unui mediu agricol sănătos.

Teza de doctorat însumează un număr de 167 pagini, fiind structurată în două părți și cuprinde patru capitole la care se adaugă partea cu concluzii, bibliografie și anexe. În cadrul acestora sunt incluse un număr de 32 tabele, 17 de figuri și 137 de surse bibliografice.

Partea I a lucrării, „Stadiul actual al cunoașterii”, este structurată în două capitole, în care sunt prezentate sintetic informații relevante din literatura de specialitate referitoare la subiectul tezei de doctorat. Aceste date au fost utilizate ulterior pentru interpretarea și compararea rezultatelor obținute în cadrul secțiunii „Cercetări proprii”.

De asemenea, această parte include o descriere detaliată a cadrului natural a orașului Rădăuți din județ, evidențiind aspecte esențiale precum localizarea geografică, condițiile pedoclimatice și caracteristicile meteorologice. Informațiile expuse contribuie la conturarea unui context științific solid, necesar pentru înțelegerea și analizarea rezultatelor cercetării.

Partea a II-a, „Cercetări proprii”, este constituită din 2 capitole:

Capitolul III prezintă scopul și obiectivele cercetării, materialele și metodele de cercetare utilizate.

Studiul compară trei variante experimentale, fiecare reprezentând o strategie de gestionare a dăunătorilor și are drept obiectiv principal determinarea celei mai eficiente și sustenabile metode de gestionare a dăunătorilor din culturile de cartof, ținând cont de: eficiența în combaterea dăunătorilor, impactul asupra coleopterelor utile, sustenabilitatea ecologică - compararea impactului asupra biodiversității și a mediului înconjurător între varianta ecologică și cea chimică.

Prin aceste cercetări, se urmărește identificarea unei strategii de gestionare a dăunătorilor care să fie eficientă din punct de vedere agricol, dar și favorabilă protecției mediului și a faunei utile. Conservarea și stimularea faunei utile poate reduce nevoia de pesticide, oferind o soluție naturală și eficientă pentru gestionarea dăunătorilor.

Studiul poate ajuta la identificarea unor soluții mai eficiente din punct de vedere economic, care să reducă costurile fermierilor și să asigure randamente optime, fără a afecta negativ mediul.

Scopul prezentei teze de doctorat constă în acela de a găsi un echilibru între protejarea culturilor de cartof și menținerea sănătății mediului. Evaluarea comparativă a variantelor martor, ecologică și chimică poate oferi răspunsuri esențiale pentru o agricultură mai sustenabilă, eficientă și prietenoasă cu biodiversitatea, esențială pentru viitorul agriculturii în zona de nord a Moldovei și nu numai.

Pentru a răspunde scopului propus s-au stabilit următoarele obiective:

1. Colectarea și analizarea diversității speciilor de coleoptere prin utilizarea capcanelor de sol de tip Barber în diferite variante experimentale (chimică, ecologică și martor).

2. Stabilirea impactului strategiilor asupra echilibrului ecologic: analiza distribuției speciilor utile, dăunătoare și saprofage în diversele variante investigate.

3. Evaluarea eficacității capcanelor cromatice galbene: Studiul eficienței acestora în atragerea coleopterelor și evaluarea diversității specii de faună capturate.

4. Detectarea tendințelor de rezistență a dăunătorilor: analiza comportamentului speciei *Leptinotarsa decemlineata* în cadrul diverselor metode de control și descoperirea posibilelor semne de rezistență la tratamentele chimice.

5. Analiza și compararea indicilor de biodiversitate pentru a evalua impactul tratamentelor aplicate asupra diversității coleopterelor din culturile de cartof.

Capitolul IV „Rezultate și discuții” prezintă rezultatele obținute în urma unui studiu comparativ între metodele chimice și ecologice ce vor ajuta la identificarea celor mai eficiente soluții pentru combaterea dăunătorilor, păstrând în același timp integritatea mediului și protejând insectele benefice. În acest fel, se pot formula recomandări pentru practici cât mai durabile.

Studiul efectuat în plantația de cartof din Rădăuți, județul Suceava, a analizat trei abordări pentru controlul dăunătorilor – tratamentul chimic, opțiunea ecologică și varianta martor. Scopul studiului a fost identificarea celei mai eficiente și durabile strategii, luând în considerare atât eficiența în combaterea dăunătorilor, cât și efectul asupra biodiversității și mediului.

Utilizarea tratamentelor chimice în varianta V1 în anul 2022 a avut un impact asupra diversității și abundenței speciilor de coleoptere observate în cultură. Pe parcursul perioadelor de colectare, s-a remarcat o variație a numărului de specii și exemplare, cu o diminuare treptată în a doua parte a sezonului. De asemenea, procentul mare de specii adunate într-un singur exemplar indică un impact considerabil al tratamentelor asupra diversității insectelor.

Varianta martor (V3) din anul 2022, fără aplicarea de tratamente chimice sau ecologice, a avut cea mai mare diversitate și bogăție a coleopterelor în culturile de cartofi. Numărul mare de specii și indivizi pe parcursul întregii perioade de colectare indică un ecosistem mai stabil, în care interacțiunile naturale dintre prădători și fitofagi au fost conservate fără influențe externe. Specii ca *Pterostichus niger*, *Pterostichus cylindricus* și *Harpalus calceatus* au avut o prezență semnificativă, ceea ce sugerează o activitate sporită a prădătorilor naturali. În același timp, prezența semnificativă a speciilor rare indică o biodiversitate bogată, dar și o competiție naturală între diversele grupuri trofice. Prezența considerabilă a dăunătorului *Leptinotarsa decemlineata* înseamnă că absența tratamentelor a contribuit la proliferarea acestuia.

Structura speciilor obținute pentru varianta tratată chimic (V1) ilustrează un echilibru relativ între speciile utile, cele dăunătoare și saprofage, dar evidențiază un impact considerabil al tratamentelor asupra biodiversității. Speciile utile, ce ajută la gestionarea naturală a dăunătorilor, constituie aproape 50% (46,5%) din numărul total de coleoptere identificate, sugerând o prezență semnificativă a prădătorilor naturali. Dăunătorii, precum *Leptinotarsa decemlineata* și *Agriotes ustulatus*, au constituit 27,9% din totalul speciilor, indicând că, chiar dacă tratamentele chimice diminuează numărul lor, nu le eradică complet. Aceasta poate sugera, de asemenea, o eventuală rezistență a unor specii la substanțele aplicate. Speciile saprofage, având un procent de 25,6%, au o importanță esențială în degradarea materiei organice și în reciclarea nutrienților din sol, dar aplicarea tratamentelor chimice ar putea afecta activitatea lor pe termen lung.

În varianta ecologică (V2), structura coleopterelor adunate ilustrează o biodiversitate echilibrată, având un număr crescut de specii utile și o distribuție destul de uniformă între categoriile funcționale. Speciile utile, care constituie 50,5% din total, familiile Staphylinidae și Carabidae sunt frecvent întâlnite, subliniind relevanța lor în managementul natural al dăunătorilor. Dăunătorii, chiar dacă au fost prezenți (24,8% din total), nu au dominat ecosistemul, ceea ce poate sugera eficiența metodelor ecologice de control, cum ar fi utilizarea uleiului de neem și a *Bacillus thuringiensis*. Această abordare minimizează efectele negative asupra polenizatorilor și prădătorilor naturali, facilitând o reglare biologică mai constantă.

Varianta martor (V3), structura coleopterelor adunate în anul 2022 indică un ecosistem variat și dinamic, având o proporție considerabilă de specii utile. Aceste specii au constituit 46,7% din numărul total al speciilor adunate, ceea ce sugerează un echilibru natural între diversele funcții ecologice din ecosistem. În concluzie, la varianta de control, biodiversitatea și diversitatea speciilor utile evidențiază un ecosistem eficient

în care coleopterele joacă un rol important în managementul natural al dăunătorilor, asigurând un echilibru între elementele ecosistemului.

Colectările din 2023 pentru varianta supusă tratamentului chimic (V1) indică o diversitate moderată în comunitatea coleopterelor, cu variații sezoniere notabile. Tratamentele chimice utilizate (insecticide, fungicide, erbicide și îngrășăminte foliare) par a influența compoziția și numărul comunității de coleoptere, sprijinind anumite specii și reducând prezența altora, ceea ce indică faptul că ecosistemul agricol ar putea fi mai puțin divers față de varianta martor (V3) sau varianta ecologic tratată (V2).

În varianta V2 (ecologică) din 2023, au fost observate specii importante, precum *Leptinotarsa decemlineata* (gândacul de Colorado) și *Oxytelus inustus*, întâlnite des în diferite etape ale sezonului. De asemenea, specii precum *Phyllotreta vittata* și *Pterostichus niger* au demonstrat o activitate ridicată în momentele de vârf ale sezonului. În plus, existența unor specii mai puțin frecvente, cum ar fi *Cicindela germanica* și *Mycetophagus quadriguttatus*, indică o diversitate ecologică medie, specifică unui ecosistem agricol administrat ecologic. Per ansamblu, metodele ecologice utilizate în această variantă au ajutat la păstrarea unui echilibru ecologic, promovând o mai mare diversitate de specii comparativ cu varianta tratată chimic (V1) și garantând o administrare sustenabilă a dăunătorilor.

În 2023, la varianta V3 (varianta martor), unde nu s-au utilizat tratamente chimice, s-a remarcat o diversitate variabilă a coleopterelor pe durata sezonului, cu fluctuații notabile în funcție de data recoltării și condițiile climatice. În perioada de observație, cele mai abundente specii au fost *Oxyptera vittata* și *Anthicus humeralis* în luna mai, în timp ce în iunie și iulie, specii precum *Leptinotarsa decemlineata*, *Sipalia circellaris* și *Oxytelus rugosus* au avut o reprezentare importantă. Speciile ce au avut doar un individ înregistrat au fost adesea observate, sugerând o mare variabilitate a habitatului, dar și o activitate mai puțin regulată a lor în anumite momente ale sezonului.

În 2023, varianta V1 supusă tratamentului chimic a scos în evidență structura speciilor adunate, în funcție de rolul lor în ecosistem, care a identificat trei categorii principale de specii: specii utile, specii dăunătoare și specii care ajută la descompunerea materiei organice. Speciile utile au constituit 51,6% din numărul total de coleoptere colectate, în timp ce speciile dăunătoare au constituit 27,9% din totalul coleopterelor recunoscute, aceste specii având un impact direct negativ asupra sănătății plantelor și a producției agricole. Așadar, compoziția speciilor adunate la varianta V1 subliniază un sistem agricol echilibrat, în care specii utile ajută la gestionarea dăunătorilor, iar speciile de descompunere au un rol semnificativ în reciclarea nutrienților.

Varianta V2 ecologică din 2023 subliniază un ecosistem bine echilibrat, în care speciile utile au un rol esențial în gestionarea naturală a dăunătorilor și păstrarea sănătății solului. Aproximativ 46% din coleoptere sunt utile în agricultură, ajutând la diminuarea nevoii de intervenții chimice și la controlul dăunătorilor prin intermediul prădătorilor și speciilor carnivore.

Varianta V3 – martor din 2023 prezintă un ecosistem variat, în care aproximativ 42,5% din coleoptere reprezintă specii utile, având o importanță crucială în gestionarea naturală a dăunătorilor, ajutând la diminuarea numărului de insecte nocive și, prin urmare, promovând sănătatea ecosistemului agricol. Specii precum *Calosoma sycophanta* și *Coccinella 7 punctata* joacă un rol crucial în asigurarea echilibrului natural, având un efect benefic asupra culturilor agricole prin eliminarea dăunătorilor. Cu toate acestea, 33,1% dintre coleoptere identificate sunt specii care pot deveni dăunătoare, provocând pagube notabile, evidențiind necesitatea implementării unor măsuri de control pentru a proteja recoltele.

Studiul privind evoluția coleopterelor adunate în plantația de cartofi pe durata cercetării arată că varianta martor (V3), care nu a fost supusă tratamentelor chimice sau ecologice, a avut cea mai mare cantitate de coleoptere, totalizând 1852 de indivizi. Acest rezultat indică faptul că lipsa tratamentelor chimice favorizează o populație mai numeroasă de organisme, având o diversitate mai mare a speciilor. În contrast, varianta supusă tratamentului chimic (V1) a evidențiat un număr considerabil mai redus de coleoptere (845 indivizi), sugerând efectul dăunător al pesticidelor asupra comunității de organisme.

În urma utilizării capcanelor cromatice galbene pentru colectarea coleopterelor în anul 2022, varianta V1 a dus la obținerea a 94 de exemplare din diverse specii, ceea ce sugerează o diversitate moderată a faunei atrase de aceste capcane. Capcanele de acest tip s-au dovedit eficiente în capturarea unui spectru variat de

coleoptere, cu specii comune prezente constant și o activitate semnificativ crescută în lunile de vară. Speciile cu efect agricol, precum *Agriotes ustulatus*, *Phyllotreta vittula* și *Meligetes aeneus*, au fost printre cele mai comune, în timp ce apariția unor specii mai puțin frecvente sugerează o diversitate interesantă a faunei adunate cu acest tip de capcană.

Coleopterele adunate prin utilizarea capcanelor cromatice galbene varianta V2 în anul 2022 arată o diversitate mai mică de specii în comparație cu varianta V1, având un total de 80 de exemplare strânse. Aceste adunări sugerează o activitate variată, dar mai focalizată pe câteva specii, în special în sezoanele estivale. Per ansamblu, colectările din varianta V2 au scos în evidență o varietate de specii, în special *Coccinella*, *Meligetes aeneus* și *Cantharis cryptica*, împreună cu apariția unor specii mai rare, precum *Staphylinus pedator* și *Acanthoscelides obsoletus*. Aceste constatări indică faptul că, deși diversitatea speciilor este mai mică în comparație cu varianta V1, capcanele cromatice galbene rămân eficiente în prinderea unui spectru variat de coleoptere, inclusiv specii relevante pentru agricultură și dăunători particulari culturilor.

Coleopterele adunate cu ajutorul capcanelor cromatice galbene de tip V3 în anul 2022 au arătat o diversitate considerabilă de specii și o activitate constantă pe durata anului, având o maximă abundență în sezonul estival. În luna mai, la începutul sezonului, recoltele au fost modest orientate, având doar câteva exemplare, precum *Clivia fossor* (1 exemplar) și *Pleurophorus caesus* (2 exemplare), sugerând o activitate scăzută la începutul primăverii. În total, în varianta V3, au fost strânse 211 exemplare de coleoptere, evidențiind diversitatea și bogăția acestora în zona analizată în anul 2022.

După utilizarea capcanelor cromatice galbene de tip V1 (cu tratament chimic) pentru a colecta coleoptere în 2023, s-a constatat o diversitate moderată, rezultând un total de 64 de exemplare adunate. Numărul mic de indivizi indică faptul că tratamentele chimice utilizate au avut un efect considerabil asupra populației de coleoptere, restricționându-le prezența în ecosistem. Un detaliu interesant este apariția *Leptinotarsa decemlineata* (gândacul de Colorado), cu 3 indivizi strânși. Acest lucru sugerează că, în ciuda utilizării tratamentelor chimice, acest dăunător particular poate să se adapteze și să supraviețuiască, ceea ce reprezintă un semn de rezistență și o provocare constantă pentru gestionarea sa în agricultură.

Coleopterele adunate în varianta V2 (ecologică) în anul 2023 au avut un total de 102 exemplare, indicând o prevalență mai mare a acestor insecte față de varianta de tratament chimic. Acest rezultat evidențiază că metodele ecologice contribuie la păstrarea unei diversități superioare de coleoptere, fără efectele dăunătoare ale intervențiilor chimice. Se remarcă și existența unor specii dăunătoare, cum ar fi *Leptinotarsa decemlineata* (gândacul de Colorado) și *Aphodius granarius*, ceea ce indică faptul că absența tratamentelor chimice facilitează supraviețuirea unor insecte cu un efect negativ asupra culturilor. Această observație accentuează că, deși ecosistemul sprijină diversitatea biologică, pot să apară provocări în gestionarea dăunătorilor.

Coleopterele colectate în varianta V3 (martor) în 2023 au totalizat 158 de exemplare, indicând o biodiversitate mare fără tratamente chimice sau intervenții ecologice specifice. Aceste informații sugerează că varianta de control oferă condiții naturale propice pentru dezvoltarea coleopterelor, favorizând atât speciile utile, cât și cele ce ar putea fi dăunătoare. Printre cele mai frecvente specii se regăsesc *Phyllotreta vittula* (11 exemplare), *Phyllotreta atra* (20 exemplare), *Meligethes aeneus* (20 exemplare), *Coccinella 7 punctata* (14 exemplare) și *Coccinella 11 punctata* (14 exemplare), specii utile în lupta împotriva afidelor. Aceste specii indică un ecosistem în care coleopterele utile contribuie semnificativ la păstrarea sănătății plantelor.

Referitor la analiza indicilor de biodiversitate, se observă că varianta V3 (martor) are o biodiversitate superioară față de V1 (tratată chimic) și V2 (ecologică). Deși V3 prezintă o diversitate mai mare a speciilor, se observă o tendință de predominanță a unor specii, ceea ce sugerează o distribuție mai inegală a indivizilor. În contrast, V1 și V2 evidențiază o biodiversitate mai echilibrată, având o distribuție mai uniformă între diverse specii. În linii mari, condițiile de mediu din V3 sprijină o variabilitate sporită, deși există unele indicii de inegalitate în repartizarea indivizilor.

Examinarea indicatorilor de biodiversitate din 2023 indică faptul că varianta V3 (martor) are o diversitate mai ridicată a speciilor și o distribuție mai uniformă a acestora, deși se observă o tendință de predominanță a anumitor specii, subliniată de indicele Berger-Parker și coeficientul Gini. Aceasta indică faptul că, fără tratamente chimice și ecologice, ecosistemul din V3 furnizează condiții propice pentru o diversitate

considerabilă, însă cu o mică inegalitate în distribuția indivizilor. În contrast, V2 (ecologică) are o diversitate a speciilor mai redusă și o distribuție destul de uniformă, în timp ce V1 (tratată chimic) arată valori între V2 și V3. Prin urmare, V3 susține biodiversitatea la nivel mondial, însă cu o ușoară tendință de a favoriza anumite specii, în timp ce V2 și V1 sunt mai echilibrate, având o diversitate mai redusă a speciilor, dar o distribuție mai uniformă a indivizilor.

Studiul ciclului biologic al speciei *Leptinotarsa decemlineata* din 2022 subliniază că acest dăunător, având un ciclu de viață cu două generații, se adaptează eficient la condițiile climatice temperate, având un efect considerabil asupra culturilor de cartofi și alte plante din familia solanacee. Temperatura adunată și condițiile climatice favorabile au dus la apariția adulților hibernanți în aprilie și la dezvoltarea rapidă a larvelor și adulților, cu o primă generație activă până în iulie și o a doua generație care s-a finalizat în august. Aceste informații sunt fundamentale pentru crearea unui sistem de notificare a tratamentelor, facilitând determinarea momentelor ideale pentru intervenții fitosanitare. O administrare eficientă a acestui dăunător se bazează pe o urmărire atentă a schimbărilor de temperatură și a etapelor biologice ale insectei, garantând astfel un control mai exact al populațiilor de gândaci de Colorado și reducerea daunelor în culturile de cartof.

În 2023, *Leptinotarsa decemlineata* a avut un ciclu biologic asemănător cu cel din 2022, totuși s-a observat o întârziere generalizată în dezvoltare din cauza vremii mai reci din primăvara anului acesta. Gândacii maturi s-au manifestat ulterior, între aprilie și mai, iar dezvoltarea ouălor și a larvelor a avut loc în condiții propice de temperatură și umiditate, ceea ce a stimulat înmulțirea rapidă a speciei. În pofida acestei întârzieri, comportamentul biologic al speciei a fost constant, două generații alternând pe parcursul anului. Dăunătorii care afectează culturile de cartof au avut un impact semnificativ, în special în timpul în care larvele s-au hrănit abundent, iar puparea și apariția adulților din luna august au menținut ciclul de viață al acestui dăunător. Comparând cele două fișe biologice din anii 2022 și 2023, se constată faptul că condițiile climatice au avut un impact asupra evoluției speciei, însă abilitatea sa de a se adapta și de a se reproduce rapid rămâne un aspect crucial pentru persistența sa ca dăunător important în culturile de cartof.

În 2022, utilizarea tratamentelor chimice în varianta V1 a fost crucială pentru apărarea culturii de cartof de dăunători și boli, creând un mediu propice creșterii plantelor și generării unui randament mare. Substanțele chimice utilizate, precum Mospilan 20SG, Nemathorin și Zoxis 250 SC, au avut o influență considerabilă în controlul dăunătorilor, cum ar fi gândacul de Colorado și afidele, dar și în combaterea bolilor cauzate de ciuperci. De asemenea, biostimulantele precum Physiocrop au ajutat nu doar la apărarea culturii, ci și la încurajarea creșterii și a rezistenței plantelor.

În schimb, tratamentele utilizate în varianta V2 au fost mai prietenoase cu mediul, având la bază produse biologice și naturale. Folosirea unor produse precum *Trichoderma spp.*, *Bacillus thuringiensis* și Spinosad a arătat un efect benefic asupra culturii, fiind mai ecologice și mai sigure pentru sănătatea insectelor utile și a consumatorilor.

În 2023, tratamentele chimice din varianta V1 au fost vitale în controlul dăunătorilor și bolilor, deoarece s-au folosit diverse substanțe chimice eficiente pe durata întregului sezon de creștere. Aceste proceduri au avut ca scop combaterea dăunătorilor și a bolilor fungice, în același timp promovând dezvoltarea plantelor. În total, s-au realizat 9 intervenții chimice, iar substanțele utilizate au fost selectate cu grijă pentru a aborda diferitele dificultăți întâmpinate în timpul înăsămânțării culturii de cartofi.

În varianta experimentală V2, strategia a fost mai echilibrată, integrând atât produse ecologice, cât și chimice, ceea ce a facilitat o gestionare mai sustenabilă a culturii. Tratamentele utilizate au fost ajustate la diferitele etape de dezvoltare ale plantelor și au cuprins atât biopreparate, cât și produse chimice, pentru un control mai eficient al dăunătorilor și al bolilor.