
REZUMATUL TEZEI

Titlul tezei: Evaluarea populațională a speciei invazive *Nezara viridula* în sud-vestul României și limitarea extinderii prin strategii de combatere non-poluante.

Teza de doctorat este elaborată conform instrucțiunilor interne regăsite în documentul "Instrucțiuni și standarde unice de elaborare a tezelor de doctorat" în cadrul IOSUD-USAMVB TIMIȘOARA și cuprinde mai multe capitole încadrate în 4 părți esențiale, partea introductivă și bibliografia:

Introducere

Partea I: Stadiul actual al cunoașterii (24)

Partea II: Cercetări proprii (114)

Partea III: Concluzii generale și recomandări

Partea IV: Elemente de originalitate

Bibliografia

Părți adiționale (fără cursivitate în numerotarea tezei propriu-zise):

Rezumatul (română și engleză)

Lista de simboluri și abrevieri

Lista cu lucrările științifice publicate de către doctorand

Anexe

Elemente- suport

Tabele: 32

Figuri: 118

Surse bibliografice: 138

Raport antiplagiat: coeficient de similitudine: 0,1%.

INTRODUCERE

Obiective specifice:

a) monitorizarea ploșniței la nivelul întregului județ prin distribuirea zonelor de observație astfel încât să atingă toate formele de relief prezente și să cuprindă întreaga suprafață a județului;

b) evaluarea numerică populațională a speciei *Nezara viridula*, la nivelul județului Caraș Severin ținând cont de localitate, altitudine, coordonate geografice, preponderența speciilor de plante, disponibilitatea speciilor de plante și condițiile climatice;

c) identificarea noilor puncte de observație la nivelul județului

d) evoluția speciei în fiecare zonă de observație, prin dinamica lunară și anuală

e) evaluarea structurii populaționale prin identificarea stadiilor active

f) identificarea noilor plante gazdă pentru specia vizată

g) evaluarea daunelor produse de *Nezara viridula* în diferite zone de cercetare din județul Caraș Severin, cu identificarea stadiilor active

h) combaterea biologică a speciei vizate prin testarea eficacității unui produs biologic în raport cu un produs convențional

Motivația alegerii temei de cercetare. Specia *Nezara viridula*, cunoscută sub denumirea populară de ploșnița verde este o specie de pentatomide, considerată de specialiști ca fiind invazivă pentru agroecosistemele din țara noastră. Proveniența acesteia este asociată cu zona tropicală din Africa. De aceea, pentru areale noi, cum este cel din țara noastră, specia este non-nativă, în curs de adaptare.

Strategiile de combatere, puține la ora actuală în lume, sunt necesar a fi adaptate la noile areale, având în vedere triplul atac, adult-nimfă-larvă dar și numeroasele organe ale unei plante atacate (frunze, tulpini, lăstari, fructe, flori, semințe).

Motivația practică a tematicii abordate are ca punct de plecare zona de Vest a României. Alegerea acestei zone ca bază de cercetare s-a axat pe considerentul că specia *Nezara viridula* a fost semnalată pentru prima dată în această parte a țării, în urma cu 6 ani. Un alt considerent este acela că la nivelul României sunt puține referiri științifice de monitorizare și identificare a speciilor-gazdă, majoritatea fiind aferente județului Timiș.

Referitor la limitarea extinderii prin strategii de combatere, nu exista nici o informație științifică la nivelul țării legată de vreo metodă sau soluție de control nepoluant a populațiilor de ploșnițe luate în studiu. Nici măcar referiri de combatere chimică (care intră în categoria măsurilor poluante).

Considerând zona de urgență (zona de primă semnalare) ca fiind importantă, datorită unui nivel populațional mai mare și asigurarea materialului de studiu pentru cercetări, s-a ales un județ învecinat, județul Caraș Severin, din partea sudică a județului Timiș.

Importanța și actualitatea temei

Tema propusă a constituit încă de la începutul elaborării sale, o temă aflată în trend, tocmai datorită speciei supuse studiului care este de actualitate pentru producătorii de plante agricole, legumicole, pomicole și ornamentale din Europa.

Importanța acesteia este dată de polifagismul accentuat care se referă la o gamă imensă de plante monocotiledonate și dicotiledonate, având o preferință vizibilă pentru legume. Pagubele produse unor culturi pot fi ridicate și cu repercusiuni grave asupra producțiilor, în unele zone ale lumii, pierderile atingând milioane de euro.

Prin caracterul invaziv și importanța economică generată de pagubele produse, specia a fost plasată la un nivel de prim plan și a intrat în atenția cultivatorilor de legume, plante ornamentale sau alte plante. Ideea de elaborare a unei teze de doctorat a survenit într-un moment de necesitate și într-o perioadă de instalare și adaptare a insectei într-un nou areal (județul Caraș Severin), pe noi culturi și sisteme de cultură diversificate.

Încercări de reducere populațională la stadiilor dăunătoare (larve, nimfe și adulți) au fost demarate cu scopul de a găsi o alternativă non-poluantă a produselor convenționale. Tematica abordată în prezenta teză de doctorat, care este intitulată "Evaluarea populațională a speciei invazive *Nezara viridula* în sud-vestul României și limitarea extinderii prin strategii de combatere non-poluante" aduce în atenția producătorilor agricoli și a specialiștilor din zona de vest a României, un nou dăunător pentru culturile din România.

PARTEA I. STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII

Capitolul 1.1. Este un capitol în care sunt aspectate studiile realizate de alți cercetători până la ora actuală, legate de încadrarea sistematică a speciei, denumiri utilizate, sinonimii și forme ale genului *Nezara*.

Capitolul 1.2. Sunt prezentate informații la zi ale prezenței speciei *Nezara viridula* la nivel european și răspândirea în lume, originea și răspândirea globală și prezența speciei în România în baza informațiilor oferite de alți cercetători. Tot la acest capitol sunt evidențiate câteva modele de distribuție a răspândirii și scenariu de extindere în viitor.

Capitolul 1.3. Absolut necesare, în identificarea speciei în toate stadiile sale active sunt și aspectele morfologice și biologice ale speciei, cu detalierea morfologiei externe a stadiilor de larvă/nimfă și adult precum și biologia și ecologia speciei. Alte aspecte au fost tratate în acest capitol cum ar fi dezvoltarea biologică a stadiilor morfologice, populația adulților, comportamentul și comunicarea.

Capitolul 1.4. Acesta este axat pe gama trofică și simptomatologia speciilor de plante gazdă, cu detalii legate de stadiul actual al plantelor semnalate ca plante gazdă la nivel mondial și stadiul actual al plantelor semnalate ca plante gazdă la nivelul României. Este prezentat și mecanismul de atac și vătămarile produse plantelor dar și efectul atacului speciei *Nezara viridula* asupra culturilor.

Capitolul 1.5. Este un capitol care tratează modalitățile de combatere ale speciei, cu sublinierea celor non-poluante dar și prezentarea unor metode chimice utilizate la ora actuală în combaterea ploșniței.

PARTEA II-a CERCETĂRI PROPRII

Capitolul 2.1. Caracterizarea zonei de cercetare

2.1.1. Descrierea zonei de cercetare. Zona de cercetare este cuprinsă în partea de Vest a României, reprezentând județul Caraș Severin. În zona de cercetare s-au ales mai multe puncte de observație astfel încât să fie cuprinsă toată suprafața și toate formele de relief ale județului. Acestea au fost diferențiate în 8 localități, situate în puncte geografice diferite. Localitățile în care s-au efectuat observații de monitorizare au fost: Oțelu Roșu, Reșița, Caransebeș, Oravița, Anina, Bocșa, Moldova Noua și Herculane.

2.1.2. Caracterizarea localităților monitorizate. Sunt detaliate caracteristicile geografice, pedologice, climatice și ale vegetației predominante, pentru fiecare din cele 8 localități în care s-au desfășurat activitățile de monitorizare și de combatere.

2.1.3. Caracterizarea condițiilor climatice din zona de cercetare. În zona supusă observațiilor, respectiv județul Caraș Severin, au fost luați în considerare următorii factori: temperatura și UR. Datele au fost furnizate de Stația Meteorologică Caransebeș și Stația Meteorologică Oravița.

Capitolul 2.2. Organizarea activităților de cercetare și metodologia de lucru

2.2.1. Planul de lucru. În cadrul planului de lucru prestabilit și adaptat ulterior, au fost organizate activități de monitorizare, de identificare de noi plante gazdă, evaluare a plantelor vătămate, de stabilirea unor interacțiuni între plantele gazdă și insectă prin analize chimice precum și activități de combatere a speciei prin metoda biologică. Toate aceste activități au fost efectuate în perioada 2015-2018, împărțite pe categorii și perioade, astfel că pentru monitorizare observațiile au început în anul 2015 (când am fost cooptată în colectivul de cercetări al disciplinei) și au continuat încă 2 ani, 2016 și 2017. Activitățile de combatere au fost efectuate în perioada 2017-2018 iar cele de stabilire a interacțiunilor chimice în anul 2018.

2.2.2. Organizarea zonelor de observație.

Au fost stabilite următoarele zone de observație: ZO1 - Reșița (RS); ZO2 - Caransebeș (CS); ZO3 - Bocșa (BS); ZO4 - Oravița (ORA); ZO5 - Moldova Nouă (MN); ZO6 - Oțelu Roșu (OR); ZO7 - Anina (AN) și ZO8 - Băile Herculane (BH). În fiecare zonă de observație (localitate) s-au ales 5 puncte de observație: Punctul 1 - PO1; Punctul 2 - PO2; Punctul 3 - PO3; Punctul 4 - PO4 și Punctul 5 - PO5.

Punctele de observație au acoperit atât spații publice dar și spații private. În fiecare punct de observație au fost monitorizate plantele sub formă de mix de specii de plante, spre exemplu tomate-fasole, fasole-zmeură-tomate, tomate-castraveți-fasole, sau culturi individuale, cum ar fi tomate, fasole, viță de vie, zmeură, liliac, dud.

Citirile sau observațiile de monitorizare s-au realizat atât în spațiile verzi (parcuri) cât și în spațiile (grădinile) private unde sunt frecvente populațiile de *Nezara*. După finalizarea primei citiri/luna iunie și stabilirea coordonatelor GPS pentru fiecare PO/ZO, s-a trecut la înregistrarea datelor de monitorizare, prima semnalare anuală și a datelor de identificare, într-un registru de date. La următoarele citiri lunare s-a putut localiza cu ușurință fiecare PO monitorizat, prin coordonatele stabilite la prima citire.

Exemplarele (ploșnițele adulte, nimfe și larve) observate pe plante precum și mostre de plante vătămate au fost colectate și introduse în recipiente de plastic închise etanș, apoi transportate la laboratorul de Entomologie și Zoologie agricolă din cadrul USAMVBT în vederea identificării stadiului insectei, speciei de plante dar și analiză asupra vătămarilor produse organelor plantei.

2.2.3. Descrierea zonelor de observație. Pentru fiecare zonă de observație s-a realizat o descriere a fiecărui punct de observație, în total 40 de puncte au fost caracterizate prin prisma tipului de areal (grădină privată sau spațiu verde), suprafața analizată (monitorizată) exprimată în m², vegetația predominantă, tipul de administrație a arealului (privată sau publică) și adresa.

2.2.4. Organizarea lotului experimental de combatere. Lotul experimental de testare a unor produse de combatere a fost organizat pe o perioadă de 2 ani (2017-2018), în zona Bocșa, în condiții protejate (solar). Testele au fost făcute pe 3 specii combinate de legume (tomate, castraveți, fasole). S-a ales ca punct de observație, punctul BSZO3PO4, în care, în perioada 2016-2017 s-a observat cel mai ridicat nivel populațional.

Lotul a fost împărțit în 3 variante: Varianta 1: cultură netratată; Varianta 2: cultură tratată cu un insecticid chimic, disponibil pe piață (Actara 25WG) și Varianta 3: cultură tratată cu bio-insecticid (Laser cunoscut ca Spinosad 240 SC).

Capitolul 2.3. Determinări chimice din insectă și plantele gazdă

Determinările chimice au fost efectuate în august-septembrie, 2018, în Laboratorul de Biochimie (304), USAMVBT.

Acestea au fost făcute respectând standardele naționale și internaționale în conformitate cu ISO (International Organization for Standardization) și Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL, 20th Edition (2016).

În prealabil, au fost realizate activități de preluare a probelor (insecte, plante gazdă) direct din arealele monitorizate, în perioada august-septembrie. Prelucrarea probelor vegetale/animale luate în studiu a parcurs mai multe etape.

Capitolul 2.4. Rezultate proprii obținute

Rezultatele obținute în prezenta lucrare de doctorat fac referire expresă la specia *Nezara viridula*, cunoscută ca <ploșnița verde>, care este una dintre cele mai recente specii din clasa Insecta, semnalate în România, respectiv în anul 2012, în Timișoara, județul Timiș. Spre analiză a fost luat județul Caraș Severin, învecinat județului cu prima semnalare.

Aspecte de monitorizare și încercări de combatere prin metode non-poluante, precum și extracte chimice din plante și insectă, sunt evidențiate prin rezultatele proprii și în colaborare.

2.4.1. Extinderea speciei *Nezara viridula* din primul punct de apariție în România. Prin rezultatele prezentate la acest subcapitol/cercetări proprii, am dorit să clarificăm statusul speciei la nivel

de România, la nivel de regiune, primul punct de semnalare a speciei, statusul la nivel de județ (Caraș Severin) supus observațiilor curente și de asemenea în linii mari nivelul populațional în primii ani de la semnalare. S-a constatat că această expansiune a fost influențată în primul rând de capacitatea de zbor pe distanțe lungi dar și de disponibilitatea plantelor preferate.

Rezultatele privind extinderea speciei *Nezara viridula* din primul punct de apariție în România au fost publicate în colaborare cu colectivul disciplinei.

2.4.2. Rezultate de monitorizare a speciei *Nezara viridula* în județul Caraș-Severin. Evaluarea diferitelor puncte de monitorizare din județul Caraș Severin a început în anul 2015 și s-a finalizat în anul 2017. Metodologia care a stat la baza observațiilor de monitorizare a fost adaptată speciei, la ora actuală neexistând vreo metodă sau metodologie consacrată.

*2.4.2.1. Monitorizarea speciei *Nezara viridula* în diferite puncte de observație din județul Caraș Severin.* În evaluarea populațională a speciei *Nezara viridula*, la nivelul județului Caraș Severin au fost analizați mai mulți factori: zona de observație, statusul "prezent" sau "absent", numărul total de ploșnițe/lună și stadiul de dezvoltare prezent. Lunile în care s-a efectuat monitorizarea au fost: iunie, iulie, august, septembrie și octombrie. Acestea au corespuns cu perioada de activitate a stadiilor active (larve, nimfe și adulți) dar și cu perioada vegetativă a plantelor gazdă consacrate pentru aceasta specie sau cu potențial de a deveni plante gazdă.

Interpretarea datelor rezultate în urma activităților de monitorizare în județul Caraș Severin s-au realizat utilizând programe statistice relevante. Elementele statistice analizate au fost: elementele descriptive (media, minimul, maximul, varianța, abaterea standard, cuartila inferioară, cuartila superioară, coeficientul de asimetrie și coeficientul de aplatare), indicatorii statistici, curba distribuției normale și poziționarea valorilor în jurul distribuției normale.

2.4.2.1.1. Evaluarea nivelului populațional al ploșniței în perioada 2015-2016. Rezultatele obținute în perioada 2015-2016 stau la baza cercetărilor de evaluare a dimensiunii populațiilor de *Nezara viridula*, în cele 8 zone de observație (ZO). Combinațiile de specii de plante (mixte sau individuale) au fost alese în funcție de disponibilitatea din PO și a preferințelor de nutriție menționate în literatura de specialitate în spațiile private cu grădini sau în spațiile publice (parcuri și spații verzi). Rezultatele din primul an de cercetare, arată că ploșnițele invazive din genul *Nezara* au fost prezente și în județul Caraș Severin. De-a lungul perioadei studiate s-au observat atât stadii mature, cât și imature (larve și nimfe). Nu toate punctele sau zonele monitorizate, din cele opt localități ale județului au prezentat valori pozitive. În localitățile Anina, Moldova Nouă și Oțelu Roșu nu s-au observat nici larve, nici adulți, nici nimfe.

Analiza comparativă între cele 8 zone de observație, care includ datele pentru cele 40 de puncte de observație a arătat că între ZO1 (Reșița) și celelalte zone luate în studiu, nu există diferențe statistice semnificative, deoarece $p > 0,05$.

În anul 2016 specia *Nezara viridula* a fost semnalată în aceleași zone de observație, ca și în anul precedent (ZOREșița, ZOBocșa, ZOCaransebeș, ZO Oravița și ZOBăile Herculane).

Concluziv, numărul total de indivizi activi (larve, nimfe, adulți) înregistrați anual a fost de 557 în 2015 și 1114 în 2016. Cele mai mari valori înregistrate în punctele de observație au atins 80 -100 indivizi, în anul 2016, în perioada august-septembrie. Cele mai puține exemplare au fost înregistrate în Reșița și Caransebeș (4-12 indivizi) în 2016, respectiv 1-8 indivizi (în 2015).

În urma evaluării punctelor de observație din fiecare zonă s-a putut constata că majoritatea exemplarelor au fost prezente în BSZO3PO3 și BSZO3PO4 (în anul 2015) în aceste PO observându-se diferențe statistice semnificative.

2.4.2.1.2. Dinamica lunară a nivelului populațional al ploșniței în perioada 2015-2016.

Pentru evaluarea dinamicii lunare a numărului de exemplare prezente pe plante au fost efectuate interpretări statistice pentru fiecare ZO și pentru fiecare lună de observație din perioada iunie-octombrie. Dinamica lunară a numărului total de indivizi arată o evoluție crescândă din luna iunie până în luna septembrie (219 ind./valoare maximă/2015) apoi o scădere bruscă. Maximul valoric în 2016 s-a înregistrat în luna septembrie (377 ind./IX), dar și în luna august au fost înregistrate valori mari (371 ind./VIII), apropiate de cele din septembrie. Scăderea s-a înregistrat treptat, și luna octombrie a fost marcată de valori ridicate (249 ind.).

S-a constatat că perioada de favorabilitate în dinamica speciei a fost august și septembrie. În aproape toate zonele monitorizate predominante au fost larvele și nimfele (L, N). Adulții au fost prezenți mai ales spre sfârșitul perioadei de monitorizare (septembrie-octombrie). Larvele și nimfele au fost frecvente în lunile de vară, iulie-august.

Concluziv, nu există cauze cunoscute de abundență clară în anumite regiuni sau anumite plante. Putem doar să afirmăm că verile uscate și calde contribuie la o bună reproducere și apariția ploșnițelor din abundență în anul următor.

2.4.2.1.3. Evaluarea nivelului populațional și dinamica lunară a ploșniței în anul 2017

Evaluarea populațiilor de insecte, în anul 2017, s-a realizat în aceleași PO și ZO în care s-au realizat citirile/2015-2016, Scopul observațiilor a fost de semnalare a speciei invazive *Nezara viridula* în ZO/PO noi și de evaluare a evoluției speciei în zonele în care a fost deja stabilită prin activitățile de monitorizare efectuate în perioada 2015-2016.

Din cele 8 localități monitorizate în anul 2017, specia *Nezara viridula* a fost prezentă în Bocșa, Caransebeș, Oravița și Băile Herculane. În localitățile Reșița, Oțelu Roșu, Moldova Nouă și Anina, ploșnița nu a fost prezentă. Se poate vorbi de o semnalare a speciei la nivel de zonă deoarece nu în toate punctele de observație ale unei zone de observație/localitate, aceasta a fost prezentă. Toate stadiile active ale ploșniței au fost observate în activitățile de monitorizare întreprinse și pe parcursul anului 2017. Acestea au fost observate fie în combinații LNA, fie LA/NA/LA fie solitare. În toate cazurile, principala activitate a formelor active a fost de hrănire, unele forme adulte au fost observate în momentul copulativ, iar altele în zbor.

Concluziv, cele mai multe exemplare au fost cuantificate la nivelul localității Bocșa. Cele mai puține exemplare observate au fost în zona Oravița. Se poate spune că anul 2017 a fost favorabil dezvoltării speciei în zona Bocșa.

Dinamica lunară a numărului total de indivizi în anul 2017 evidențiază o creștere progresivă începând cu prima lună de monitorizare, iunie, până în luna august, după care numărul a scăzut treptat la până în octombrie. Această dinamică este susținută statistic prin elemente descriptive și indicatori specifici.

2.4.2.1.4. *Evaluarea nivelului populațional al ploșniței în perioada 2015-2017.* O analiză sumară a situației numărului de exemplare înregistrate în perioada 2015-2017 reflectă o evoluție progresivă, numărul de indivizi prezenți pe plante sau în culturi a crescut treptat. În anul 2017 numărul de indivizi (larve, nimfe și adulți) a atins valoarea de 1264, cu aproximativ 150 de indivizi mai mult față de anul precedent (2016) când au fost înregistrați 1114 indivizi. La nivelul anului 2015, numărul de exemplare a fost de 557 indivizi.

În unele ZO și-a făcut apariția în mai puține PO, în altele în mai multe PO iar uneori chiar în aceleași PO. Dintre toate formele active de dezvoltare (LNA), predominante în PO au fost nimfele și larvele (NL) în mod asociat sau individual observate pe fiecare categorie L/N. Statistica comparativă între anii de studiu susține cele menționate.

2.4.2.1.5. *Corelația dintre nivelul de altitudine și nivelul populațional al speciei.* Altitudinea este un alt factor care a fost analizat comparativ cu numărul mediu de ploșnițe înregistrat fiecare ZO/localitate, în perioada 2016-2017. Deoarece județul Caras Severin are o varietate de altitudini, a fost ușor să se facă comparații între punctele de observare. Fiecare ZO/ localitate a putut fi asociată cu unul din intervalele de altitudine/relief.

Observațiile făcute în cele 8 ZO au arătat niveluri diferite, variind de la zero la valori care depășesc pragul daunelor economice (PED) (5-7 adulți sau 2-3 nimfe sau larve/plantă).

Maximum de insecte au fost prezente în PO de la 170 m altitudine. Valorile cele mai scăzute sau nule au fost înregistrate la altitudini mai ridicate (de la 268 la 1000 m). Valorile medii ale nivelului populației au fost înregistrate la punctele de cercetare situate la 500m, 300 m dar și la 168 m (vale depresionară de munte).

Concluziv, un rol important în prezența și evoluția speciei l-a avut forma reliefului, dar și modul de protejare a zonei și, nu în ultimul rând altitudinea/suprafața analizată. Este cert că în zona montană (peste 1000 m) specia nu a fost prezentă, dar a fost prezentă în zonele de deal și piemont, în văile/depresiunile montane și în zonele câmpie.

Parte din rezultatele privind nivelul populațional, dinamica lunară și corelația dintre altitudine și nivelul populațional al speciei *Nezara viridula*, au fost publicate sub formă de lucrări științifice.

2.4.3. *Rezultate obținute privind plantele gazdă și daunele speciei Nezara viridula în județul Caras-Severin.* Gama de plante monitorizate în perioada 2015-2017 a cuprins plante din familia Poaceae, Leguminosae, Cucurbitaceae, Solanaceae, Rosaceae, Moraceae, Oleaceae și Vitaceae. Alegerea acestora s-a făcut ținând cont de disponibilitatea și frecvența speciilor în zona cercetată dar și de primele semnalări ale dăunătorului în arealele studiate. Speciile de plante supuse monitorizării au fost fasole, tomate, liliac,

castraveți, porumb zmeură, dud, caprifoi și viță de vie (în culturi mixte de câte 2, 3 plante sau culturi individuale).

2.4.3.2. Rezultate obținute privind evaluarea atacului produs asupra plantelor monitorizate. Pentru a evalua daunele produse de ploșnița verde, a fost necesară o evaluare prin asociere a nivelului populațional cu setul de plante gazdă aferente unui PO la un moment dat (lunar, în cazul de față). Asocierile dintre numărul de ploșnițe și plantele gazdă/PO au fost absolut necesare pentru a evidenția preferințele prin consum de țesut vegetal, mai mult sau mai puțin intens. În PO unde au fost prezente doar 1-5 exemplare daunele au fost ușoare (decolorări punctiforme) fără a afecta vizibil organele de plante atacate. În schimb, în PO unde numărul mediu a atins valori de mari (>30 ind.), daunele au fost evidente, de la decolorări până la distrugeri de țesut vegetal. Intensitatea daunelor a variat de la slab la accentuat, în funcție de nivelul populației dar și de fenofaza plantelor sau luna în care s-a efectuat citirea. Evaluarea daunelor s-a făcut în baza frecvenței plantelor atacate (în perioada 2016-2017), din totalul plantelor analizate (20 plante ierboase analizate și 1-5 plante lemnoase).

Rezultatele aferente anului 2016 au evidențiat că plante atacate au fost observate în următoarele puncte de observație (PO): RSZ01PO1, RSZ01PO2, RSZ01PO3, RSZ01PO4, BSZO3PO3, BSZO3PO4, BSZO3PO5, CSZO2PO2, ORAZO4PO1, ORAZO4PO2, ORAZO4PO5, BHZO8PO2, BHZO8PO3 și BHZO8PO4.

Testul de semnificație (Duncan) a arătat că diferențe statistic semnificative există între BSZO3PO3, BSZO3PO4, ORAZO4PO2 și BHZO8PO4 și toate celelalte puncte analizate prin prisma frecvenței plantelor atacate de specia *Nezara viridula*.

În urma observațiilor realizate pe parcursul anului 2017 s-au evidențiat plante atacate în următoarele PO: BSZO3PO2, BSZO3PO3, BSZO3PO4, BSZO3PO5, CSZO2PO2, CSZO2PO4, ORZO6PO1, ORZO6PO3, ORZO6PO4, ORZO6PO5, ORAZO4PO3, BHZO8PO3 și BHZO8PO4.

Concluziv, culturile preferate au fost incluse în categoria plantelor ierboase din spații private, respectiv tomate, castraveți, fasole, porumb, atât în culturi individuale sau mixte. Plantele lemnoase arbusticole, cum ar fi zmeura și lemnoase arboricole, dudul dar și vița de vie, au fost de asemenea atacate. Plantele aparținând categoriilor mai sus menționate au avut simptome caracteristice ale decolorării și deshidratării și necrozării țesuturilor.

Prezența plantelor preferate a avut un rol important în atragerea dăunătorului în zonele de observație din județul Caraș Severin.

Cele mai atacate specii de plante au fost cele de tomate, castraveți, fasole și porumb, în asocieri câte 2 sau 3 specii de plante, care au fost afectate până la 98,5% din totalul de plante analizate. În zona Bocșa și Oravița mai exact în BSZO3PO4 și ORAZO6PO2, plantele (ierboase) au fost cele mai afectate de ploșnițele verzi. Numărul mediu de plante atacate din 20 plante analizate în aceste PO a fost foarte mare, aproape de procent maxim. Valori mari ale plantelor atacate s-au înregistrat și în CSZO2PO2 în set de 3: fasole+zmeură+ tomate, în ORAZO4PO3 și BHZO8PO4 cu aceeași valoare a mediei plantelor afectate pe plante de tomate.

2.4.3.3. Semnalarea de noi plante gazdă. În perioada supusă monitorizării (2016-2017) nu au fost semnalate și alte specii de plante gazdă. În anul 2018, totuși au fost observate câteva exemplare pe specii în zona Bocșa, într-un punct de observație nemonitorizat anterior și pe care l-am identificat ca fiind al șaselea PO/ZO BS (BSZO3PO6). Populația observată în luna iulie a fost formată din larve și nimfe, ulterior în august și septembrie au fost semnalati și adulți. Nivelul populațional a ajuns la valori lunare de 5 L+4 N în luna iulie, 13 L+31 N/luna august și 29 A în luna septembrie. Probabil că o evaluare în luna octombrie ar fi arătat o creștere a numărului de adulți. Speciile de plante pe care ploșnița verde a fost observată activând (hrănire, copulație, ovipozitare) au fost tomate, castraveți, fasole, smochine, struguri, hibiscus, cleoma și gladiole. În literatura de specialitate nu sunt referiri la statutul de plante gazdă cum ar fi plantele ornamentale: gladiola, hibiscus și cleoma, ceea ce ne îndreptățește să afirmăm că aceste plante sunt considerate noi plante gazdă. De asemenea nu sunt referiri (din cunoștințele noastre) la ciorchinii de struguri, doar la frunze și lăstarii de viță de vie.

2.4.4. Încercări de combatere biologică a speciei *Nezara viridula*. Cercetarea s-a desfășurat pe parcursul anilor 2017 și 2018, după ce în prealabil a fost stabilit nivelul populațional și ne-am asigurat că există suficient material biologic astfel să poată fi create variantele experimentale de combatere. Ca atare, PO a fost împărțit în 3 variante (1-Martor; 2- insecticid chimic thiametoxam (Actara 25WG) și 3- bio-insecticid (Spinosad) (Laser 240 SC), incluzând testări pe 3 specii de plante combinate: tomate, castraveți și fasole (în 2017) și pe cele 3 specii individuale: tomate, castraveți și fasole (în 2018). Testările s-au făcut atât în spații protejate (solarii), cât și în laborator. Fiecare variantă s-a desfășurat în 4 repetiții (2R în laborator și 2R în solar). Au fost supuse testărilor un număr de 20 de ploșnițe (10 adulți+10 nimfe) în condiții de laborator și 50 ploșnițe (25 adulți +25 nimfe), în fiecare solar, anual.

Analizând semnificația rezultatelor prin testul Duncan, s-a putut observa că între varianta în care s-a aplicat insecticid chimic, la cuantificarea după 17 zile de la tratament (IC14) și toate variantele Martor (netratate) au existat diferențe semnificative, statistic, ($p=0,039824$; $p=0,039104$; $p=0,033818$; $p=0,036344$; $p=0,037378$; $p=0,038294$) ($p<0,05$) dar și între varianta IC14 și varianta cu tratament biologic la 1 zi cuantificare număr de ploșnițe active (IB1), unde $p=0,035165$. Între toate celelalte variante analizate au existat diferențe vizibile dar nu statistic semnificative, unde $p>0,05$.

Rezultatele de eficacitate (procentul de mortalitate %/variantă) a tratamentelor (în anul 2017) sunt diferite în funcție de timpul scurs de la aplicarea produselor utilizate (chimic-Actara și biologic-Laser). Cu formula Abbott, s-a calculat procentul final de mortalitate/variantă și s-a obținut o valoare de eficacitate de 77,75% în urma aplicării produsului chimic (Actara 25WG) și un procent de 65,25% în urma aplicării produsului biologic (Laser 240 SC).

În urma analizei observațiilor pe cei 2 ani de studiu (2017-2018) se poate constata că există diferențe între variantele experimentale (mai exact între variante diferite între ani), dar nu există diferențe statistic semnificative între aceleași variante între anii de studiu (între IC/2017 și IC/2018, sau între IB/2017 și IB/2018).

Ambele variante în care s-au aplicat tratamente au prezentat valori mai mari de 64% (până la 85%), la un singur tratament efectuat în luna august, ceea ce asigură asupra eficacității produselor în reducerea populațională a speciei.

Rezultate parțiale privind combaterea speciei *Nezara viridula*, au fost de asemenea publicate.

2.4.5. Rezultate privind conținutul chimic al indivizilor de *Nezara viridula* în asociere cu planta gazdă. Analizele vizate au inclus, într-o ordine logică următoarele: valoarea nutritivă a plantelor, umiditatea și conținutul în substanțe solubile în eter, substanțe neazotate și grăsimi, conținutul în cenușă, fibre, celuloză brută, glucide și zahăr reducător. Probele de *Nezara* au fost recoltate de pe câteva plante gazdă: cleoma, tomate, smochine, hibiscus și struguri. Testele de laborator (efectuate după metodologia descrisă anterior) au arătat că există diversitate în ceea ce privește conținutul în anumite substanțe chimice.

PARTEA III-a CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI (SELECTIVE)

O analiză generală a evoluției speciei pe întreaga perioadă de monitorizare (2015-2017) arată că aceasta a variat în cadrul aceleași zone, în unele ZO și-a făcut apariția în mai puține PO, în altele în mai multe PO iar uneori chiar în aceleași PO.

O analiză sumară a situației numărului de exemplare înregistrate în perioada 2015-2017 reflectă o evoluție progresivă, numărul de indivizi prezenți pe plante sau în culturi a crescut de la 557 la 1264 ind.

Există deosebiri de nivel populațional și de dinamică lunară între cei trei ani de studiu în zonele monitorizate.

În zona montană (peste 1000 m) specia nu a fost prezentă, dar a fost prezentă în zonele de deal și piemont, în văile/depresiunile montane și în zonele de câmpie.

În general, s-a păstrat aceeași corelație dintre numărul de ploșnițe și nivelul altitudinii, la altitudini joase valorile medii ale indivizilor fiind mai mari decât în zonele cu altitudini mai ridicate.

Plantele gazdă s-au dovedit a fi atât plante de cultură sau ornamentale dar și spontane.

Sumarizând, culturile preferate au fost incluse în categoria plantelor ierboase din spații private, respectiv tomate, castraveți, fasole, porumb, atât în culturi individuale sau mixte.

Cele mai atacate specii de plante au fost cele de tomate, castraveți, fasole și porumb, în asocieri câte 2 sau 3 specii de plante, care au fost afectate până la 98,5% din totalul de plante analizate.

Ambele variante (chimic, biologic) în care s-au aplicat tratamente au prezentat valori mai mari de 64% la un singur tratament.

Diferența dintre cele 2 variante este în primul rând pusă în echilibru de către caracterul de nocivitate, și discutabilă punându-se problema alegerii între o variantă poluantă cu eficacitate de 85% și o variantă non-poluantă cu eficacitate de până la 70%.

Testele de laborator efectuate au arătat că există diversitate în ceea ce privește conținutul în anumite substanțe chimice, dar nu se poate spune cu certitudine dacă ploșnița este atrasă de un anumit conținut chimic al plantei gazdă, acestea fiind extrem de variabile în probe.

Recomandări:

Fiind o specie adaptabilă noilor condiții de viață și noilor plante gazdă, se recomandă necesitatea continuării activităților de monitorizare a speciilor de plante existente în localitățile județului Caraș Severin, dar și în județele învecinate.

Având în vedere avantajele pe care produsul biologic le are asupra sănătății oamenilor și asupra mediului, se recomandă 2 sau 3 aplicări anuale cu acest produs, care la doar o aplicare poate reduce populațiile insectei cu 65,25%-70,75%.

Ținând cont de rezultatele de extracte chimice, incerte pe fond de perioadă insuficientă de analiză, se recomandă o continuare a studiilor și o nouă direcție de cercetare mult mai aprofundată decât cele analizate și observate în prezenta lucrare de doctorat (scop esențial îndreptat spre monitorizare și identificare de plante gazdă și doar colateral și adițional, extractele chimice), în sensul evaluării interacțiunilor chimice dintre plantele gazdă și ploșniță.

PARTEA IV-a ELEMENTE DE ORIGINALITATE

Teza de doctorat tratează un nou dăunător pentru plantele agricole și horticole din România. Derivând de la această titlatură se poate spune că prin tematica și obiectivele alese lucrarea este în ansamblu un subiect nou pentru țara noastră.

Una dintre abordările originale ale lucrării este evidențiată prin abordarea metodologică asupra activităților de monitorizare care în cea mai mare parte a fost adaptată la obiectivele și activitățile propuse.

De asemenea metoda de identificare a speciilor noi de plante gazdă este adaptată în funcție de condițiile locului monitorizat (factori climatici, altitudine, disponibilitatea speciilor de plante) în perioada de cercetare.

Rezultatele de nivel populațional și de dinamică lunară sunt contribuții personale și de colectiv și contribuie la conturarea unei imagini de ansamblu la nivel de județ, cu evidențierea acelor zone/puncte/localități în condiții climatice date într-un anumit tip de relief (altitudine), care oferă condiții optime de dezvoltare.

Datele aferente frecvenței plantelor atacate sunt de asemenea contribuții originale care evidențiază acele specii de plante sau mixuri de specii de plante care asigură hrănirea și înmulțirea speciei *Nezara viridula*.

Semnalarea de noi plante gazdă pentru populațiile de *Nezara* din partea de vest a țării smochine, struguri, hibiscus, cleoma și gladiole, constituie de asemenea o contribuție originală.

O altă contribuție originală este cea legată de eficacitatea produsului biologic prin analize comparative cu un alt produs (chimic).

O abordare inedită este și testarea de laborator în ceea ce privește conexiunea dintre insectă și plantele gazdă prin analiza conținutului în substanțe chimice atât pe probe de *Nezara viridula* cât și pe plante gazdă nou identificate.

Teza de doctorat este susținută de cele 138 de referințe bibliografice în care sunt incluse și contribuțiile proprii (referate, proiect de cercetare, cărți, lucrări științifice).

THESIS SUMMARY

Title of the thesis: The population evaluation of the invasive species *Nezara viridula* in the south-west of Romania and the limitation of the expansion through non-polluting control strategies.

The PhD thesis is elaborated in accordance with the internal instructions found in the document "Unique Instructions and Standards for PhD Theses" at IOSUD-USAMVB TIMIȘOARA and contains several chapters in four essential parts, the introductory part and the bibliography:

Introduction

Part I: Current state of knowledge (24)

Part II: Own Research (114)

Part III: General Conclusions and Recommendations

Part IV: Elements of originality

Bibliography

Additional parts (without cursivity in the actual thesis numbering):

Summary (Romanian and English)

List of symbols and abbreviations

List of scientific papers published by the PhD student

Annexes

Support elements

Tables: 32

Figures: 118

Bibliographic sources: 138

Antiplagiarum raport: coefficient of similarity: 0.1%.

INTRODUCTION

Specific objectives:

- a) to monitor the county level in the entire county by distributing the observation areas so as to reach all present forms of relief and to cover the whole county area;
- b) the population numerical evaluation of *Nezara viridula*, at the level of Caraș Severin County, taking into account the locality, altitude, geographical coordinates, the preponderance of the plant species, the availability of the plant species and the climatic conditions;
- c) identification of the new observation points at the county level
- d) species evolution in each observation area, through monthly and annual dynamics
- e) evaluation of the population structure by identifying the active stages
- f) identification of new host plants for the target species
- g) evaluation of damages produced by *Nezara viridula* in various research areas in Caras Severin county, with identification of the active stages
- h) biological control of the target species by testing the efficacy of a biological product in relation to a conventional product.

Motivation of choosing the research theme. The species *Nezara viridula*, popularly known as the green stink bug, is a pentatomide species, considered by specialists to be invasive for agroecosystems in our country. Its origin is associated with the tropical area of Africa. Therefore, for new areas, such as the one in our country, the species is non-native, undergoing adaptation.

Control strategies, currently few in the world (in our knowledge), need to be adapted to new areas, given the triple attack, adult nymph-larva but also the numerous organs of an attacked plant (leaves, stems, shoots, fruits, flowers, seeds).

The practical motivation of the topic addressed has as its starting point the Western area of Romania. The choice of this area as the basis of research was focused on the fact that *Nezara viridula* was first reported in this part of the country 6 years ago. Another consideration is that at Romania level there are few scientific references for monitoring and identification of the host species, most of them related to the Timis County.

Regarding the limitation of the expansion through control strategies, there is no scientific information at country level about any method or solution of non-polluting control of stink populations studied. Not even chemical control references (which fall under the category of polluting measures) are given.

Considering the emergence zone (the first signaling area) as important, due to a higher population level and the provision of study material for research, a neighboring county, Caraș Severin County, was chosen from the southern part of Timis County.

The importance and the current situation of the topic

The proposed theme has been a very trendy subject since the very beginning of its elaboration, precisely because of the species studied, which is topical for Europe's agricultural, vegetable, fruit and ornamental producers.

Its importance is given by the increased polyphagism, which refers to a huge range of monocotyledonous and dicotyledonous plants, with a visible preference for vegetables. Damage to crops can be high and with severe repercussions on production in some parts of the world, with great losses.

Due to the invasive character and the economic importance generated by the damages produced, the species has been placed at the forefront and has come to the attention of vegetable growers, ornamental plants or other plants. The idea of elaboration of a PhD thesis occurred at a time of necessity and during a period of installation and adaptation of the insect in a new area (Caraș Severin County), on new crops and diversified cultural systems.

Population reduction trials (larvae, nymphs and adults) have begun with a view to finding a non-polluting alternative to conventional products. The topic addressed in this doctoral thesis, entitled "The population evaluation of the invasive species *Nezara viridula* in southwest Romania and the limitation of the extension through non-polluting control strategies" brings to the attention of agricultural producers and specialists from the western part of Romania, a new crop pest in Romania.

PART I. THE CURRENT STAGE OF KNOWLEDGE

Chapter 1.1. It is a chapter in which the studies of other researchers to date are related to the systematic classification of the species, names used, synonyms and forms of the *Nezara* genus.

Chapter 1.2. Up-to-date information on the presence of the species *Nezara viridula* at European level and the spread in the world, the origin and the global spread and the presence of the species in Romania based on information provided by other researchers are presented. Also in this chapter are some models of spread distribution and future expansion scenarios.

Chapter 1.3. It is absolutely necessary to identify the species in all its active stages and the morphological and biological aspects of the species, detailing the external morphology of the larvae /nymph and adult stages as well as the biology and ecology of the species. Other issues have been treated with in this chapter, such as the biological development of morphological stages, adult copulation, behavior and communication.

Chapter 1.4. It focuses on the trophic range and the symptoms of host plant species, with details of the current status of the plants reported as host plants worldwide and the current status of the plants reported as host plants in Romania. It also presents the mechanism of attack and injuries produced by plants, as well as the effect of the *Nezara viridula* attack on crops.

Chapter 1.5. It is a chapter dealing with the ways of control the species, highlighting the non-polluting ones, as well as presenting the chemical methods currently used to control of stink bug.

PART II. OWN RESEARCH

Chapter 2.1. Characterization of the research area

2.1.1. Description of the research area. The research area is in the Western part of Romania, representing Caraș Severin County. Several observation points were selected in the research area to cover the whole surface and all relief forms of the county. They have been differentiated in 8 localities, located in different geographic points. The localities in which monitoring observations were carried out were: Oțelu Roșu, Reșița, Caransebeș, Oravița, Anina, Bocșa, Moldova Nouă and Herculane.

2.1.2. Characterization of monitored localities. The geographic, pedological, climatic and predominant vegetation characteristics are detailed for each of the 8 localities where monitoring and control activities were carried out.

2.1.3. Characterization of climatic conditions in the research area. In the area under observation, respectively Caraș Severin County, the following factors were taken into account: temperature and UR. The data were provided by the Meteorological Station Caransebes and Oravita Meteorological Station.

Chapter 2.2. Organization of research activities and working methodology

2.2.1. Work plan. Within the framework of the pre-established and adapted work plan, monitoring, identification of new host plants, evaluation of damaged plants, establishment of interactions between host and insect plants through chemical analysis and also species control activities were organized through the method biological. All these activities were carried out between 2015-2018, divided into categories and periods, so for monitoring the observations began in 2015 (when I was co-opted in the research team of the discipline) and continued for two more years, 2016 and 2017. The control activities were carried out between 2017 and 2018 and those for chemical interactions in 2018.

2.2.2. Organization of observation areas.

The following observation areas were established: ZO1 - Resita (RS); ZO2 - Caransebeş (CS); ZO3 - Bocsă (BS); ZO4 - Oravita (ORA); ZO5 - Moldova Nouă (MN); ZO6 – Otelu Rosu (OR); ZO7 - Anina (AN) and ZO8 - Baile Herculane (BH). In each observation area (locality) 5 observation points were chosen: Point 1 - PO1; Point 2 - PO2; Point 3 - PO3; Point 4 - PO4 and Point 5 - PO5.

The observation points covered both public spaces and private spaces. At each observation point, the plants were monitored as a mix of plant species such as tomato-beans, raspberries, tomato-cucumber-beans, or individual crops such as tomatoes, beans, vines, raspberry, lilac, mulberry tree.

Readings or monitoring observations were made in both green spaces (parks) and private spaces (gardens) where the *Nezara* populations are frequent. After finishing the first read/ June and setting the GPS coordinates for each PO/ZO, to the recording of the monitoring data, the first annual signalance and the identification data in a data register. The following monthly readings were easily able to locate each PO monitored by the coordinates set at the first reading.

Adults, nymphs and larvae found on plants as well as samples of injured plants were collected and placed in sealed plastic containers and then transported to Agricultural Entomology and Zoology Laboratory to identify the insect stage, plants as well as analysis of the injuries caused to plant organs.

2.2.3. Description of observation areas. For each observation area a description of each observation point was made, a total of 40 points were characterized by the type of area (private garden or green space), the area surveyed (monitored) expressed in m², the predominant vegetation, the type area administration (private or public) and address.

2.2.4. Organizing the experimental lot. The experimental test lots of control products were organized for 2 years (2017-2018) in lab and the Bocsă area under protected conditions (solar). The tests were made on 3 combined vegetable species (tomatoes, cucumbers, beans). The BSZO3PO4 point was chosen as the point of observation/solar, where the highest population level was observed during the period 2016-2017.

The lot was divided into 3 variants: Variant 1: untreated culture; Variant 2: Chemically treated insecticide culture (Actara 25WG) and Variant 3: Bio-insecticide treated (Laser known as Spinosad 240 SC).

Chapter 2.3. Chemical Insect Determinations and Host Plants

Chemical Determinations were performed in August-September 2018 in Laboratory of Biochemistry/304, from USAMVBT.

These have been done in accordance with national and international standards in accordance with ISO (International Organization for Standardization) and Official Methods of Analysis of AOAC International, 20th Edition (2016).

Previously, sampling (insects, host plants) was carried out directly from the analyzed areas during August-September. The processing of the vegetal/animal samples under study has taken several stages.

Chapter 2.4. Own results obtained

The results obtained in this PhD thesis refer expressly to *Nezara viridula*, known as the green stink bug, which is one of the most recent species of the Insecta class, reported in Romania, respectively in 2012, in Timisoara, Timis County. To the analysis was taken Caraş Severin County, adjacent to the county with the first signalance.

Monitoring aspects and attempts to control by non-polluting methods, as well as chemical extracts from plants and insects are highlighted by their own results and also in collaboration.

2.4.1. Expansion of *Nezara viridula* from the first point of occurrence in Romania. By the results presented in this chapter/own researches, it is wanted to clarify the status of the species at the level of Romania, at the regional level, the first point of signaling of the species, the status at the county level (Caraş Severin) subjected to the current observations and also in the lines increase population levels in

the first years of reporting. It was found that this expansion was primarily influenced by long-distance flight capacity but also by the availability of the preferred plants.

The results of the expansion of *Nezara viridula* from the first point of occurrence in Romania were published in collaboration with the discipline research team.

2.4.2. Monitoring results of the *Nezara viridula* species in Caraș-Severin County. The evaluation of the various monitoring points in Caraș Severin County started in 2015 and ended in 2017. The methodology behind the monitoring observations was adapted to the species, at the present time there is no established method or methodology.

*2.4.2.1. Monitoring the species *Nezara viridula* in different observation points in Caraș Severin county.* In the population assessment of the *Nezara viridula* species, several factors were analyzed at the level of Caraș Severin County: the observation area, the "present" or "absent" status, the total number of individuals/ month and the current stage of development. The months of monitoring were June, July, August, September and October. These corresponded to the activity period of the active stages (larvae, nymphs and adults) but also to the vegetative period of the host plants established for this species or with the potential to become host plants.

Interpretation of the data resulting from the monitoring activities in Caraș Severin County was carried out using relevant statistical programs. The statistical elements analyzed were: descriptive elements (mean, minimum, maximum, variance, standard deviation, inferior quartile, upper quartile, asymmetry coefficient and flattening coefficient), statistical indicators, normal distribution curve and positioning of values around the normal distribution.

2.4.2.1.1. Evaluation of the population level of stink bug in the period 2015-2016. The results obtained during the period 2015-2016 are the basis for the researches to assess the size of the populations of *Nezara viridula* in the eight observation zones (ZO). The combinations of plant species (mixed or individual) were chosen depending on the availability of the POs and the nutrition preferences mentioned in the literature in private spaces with gardens or in public spaces (parks and green areas). The results of the first year of research show that invasive stink of the genus *Nezara* were also present in Caraș Severin County. Throughout the study period both mature and immature stages (larvae and nymphs) were observed. Not all the monitored points or areas, in the eight counties of the county, showed positive values. In the localities of Anina, Moldova Nouă and Oțelu Roșu no larvae, neither adults nor nymphs, were observed.

The comparative analysis between the eight observation zones, including the data for the 40 observation points, showed that there are no statistically significant differences between ZO1 (Resita) and the other areas studied, because $p > 0.05$.

In 2016 the *Nezara viridula* species was reported in the same observation areas, as in the previous year (ZOREȘIȚA, ZOBOCȘA, ZOCARANSEBEȘ, ZO ORAVIȚA and ZOBĂILE HERCULANE).

Conclusively, the total number of active individuals (larvae, nymphs, adults) registered annually was 557 in 2015 and 1114 in 2016. The highest values recorded in observation points reached 80 -100 individuals in 2016 in August -September. The smallest copies were recorded in Resita and Caransebes (4-12 individuals) in 2016, respectively 1-8 individuals (in 2015).

After evaluating the observation points in each area, it was found that most of the samples were present in BSZO3PO3 and BSZO3PO4 (in 2015) in these POs, with statistically significant differences.

2.4.2.1.2. Monthly dynamics of the population level of the population in 2015-2016. In order to assess the monthly dynamics of the number of specimens present on the plants, statistical interpretations were made for each ZO and for each month of observations from June to October. The monthly dynamics of the total number of individuals shows an increasing trend from June to September (219 ind./maximum value/2015), then an abrupt decline. The maximum value in 2016 was recorded in September (377 ind./IX), but also in August there were recorded high values (371 ind./VIII), close to those in September. The decrease was gradually recorded, and October was marked by high values (249 ind.).

It was found that the period of favorability in the dynamics of the species was August and September. Nearly all monitored areas predominantly were larvae and nymphs (L, N). Adults were mostly present at the end of the monitoring period (September-October). Larvae and nymphs were common in the summer months, July-August.

Conclusively, there are no known causes of clear abundance in certain regions or certain plants. We can only say that dry and warm summers contribute to good reproduction and the appearance of abundant stink bug population the following year.

2.4.2.1.3. Evaluation of the population level and the monthly dynamics of stink bug in 2017

The evaluation of insect populations in 2017 was carried out in the same PO and ZO where the readings were made/2015-2016. The purpose of the observations was to signal the invasive species *Nezara viridula* in the new ZO/PO and to evaluate the evolution of the species in areas where it has already been established through monitoring activities carried out in the period 2015-2016.

Of the 8 localities monitored in 2017, *Nezara viridula* was present in Bocsă, Caransebes, Oravița and Baile Herculane. In Reșița, Oțelu Roșu, Moldova Nouă and Anina, the stink bug was not present. It can be said that species it was not present at all the observation points of an observation/ locality area. All active forms were observed in the monitoring activities undertaken during the year 2017. These were observed in either LNA or LA/NA/LA combinations either solitary. In all cases, the main activity of the active forms was feeding, some adult forms were observed at the time of copulation, and others in flight.

Concludingly, most specimens were quantified at the Bocsă site. The fewest observed specimens were in the Oravița area. It can be said that 2017 was favorable for species development in the Bocsă area.

The monthly dynamics of the total number of individuals in 2017 shows progressive growth since the first month of monitoring, June, until August, after which the number gradually decreased until October. This dynamics is supported statistically by specific descriptive elements and indicators.

2.4.2.1.4. Evaluation of the population level of stink bugs in the period 2015-2017. A brief analysis of the number of specimens recorded in the period 2015-2017 reflects a gradual evolution, the number of individuals present on plants or crops gradually increased. In 2017, the number of individuals (larvae, nymphs and adults) reached 1264, with about 150 individuals more than in the previous year (2016) when 1114 individuals were registered. At the level of 2015, the number was 557 individuals.

In some ZO it appeared in fewer POs, in others in more POs and sometimes even in the same OP. Of all active forms of development (LNA), predominating in POs were nymphs and larvae (NL) associated or individually observed on each L/N category. Comparative statistics between study years support those mentioned.

2.4.2.1.5. The correlation between altitude and population level of the species. Altitude is another factor that has been analyzed compared to the average number of stink bugs registered each ZO/locality in the period 2016-2017. Since Caraș Severin County has a variety of altitudes, it was easy to compare the observation points. Each ZO/ locality could be associated with one of the altitude/ relief intervals.

Observations made in the 8 ZOs showed different levels ranging from zero to values exceeding the economic threshold of damage (ETD) (5-7 adults or 2-3 nymphs or larvae/plant).

Maximum insects were present in POs at 170 m altitude. The lowest or zero values were recorded at higher altitudes (from 268 to 1000 m). Average values of the population level were recorded at research sites located at 500 m, 300 m but also at 168 m (mountain depression).

Concluding, an important role in the presence and evolution of the species had the form of relief, but also the way of protecting the area and, last but not least, the altitude/ surface analyzed. It is certain that in the mountain area (over 1000 m) the species was not present, but it was present in hilly and piedmont areas, mountain valleys and depressions and plain areas.

Part of population results, monthly dynamics, and the correlation between altitude and population level of *Nezara viridula*, have been published as scientific papers.

2.4.3. Results on host plants and damages of *Nezara viridula* species in Caraș-Severin County.

The range of plants monitored during 2015-2017 included plants of the Poaceae family, Leguminosae, Cucurbitaceae, Solanaceae, Rosaceae, Moraceae, Oleaceae and Vitaceae. Their choice was made taking into account the availability and frequency of the species in the area investigated, as well as the first signalance of the pest in the studied areas. The plant species monitored were beans, tomatoes, lilac, cucumber, raspberry, mulberry tree, honeysuckle and vines (mixed crops of 2, 3 plants or individual crops).

2.4.3.2. Results on the evaluation of the attack on the monitored plants. In order to evaluate the damage caused by green stink bug, an assessment was needed by associating the population level with the host plant set of a PO at a given time (monthly, in this case). The associations between the number of stink bugs and the host/ PO plants were absolutely necessary to highlight preferences by eating more or less intense vegetal tissue. In POs where only 1-5 specimens were present, the damage was mild (punctual discoloration) without visibly affecting the organs of the attacked plants. In contrast, in PO where the average number reached high values (> 30 ind.), the damage was evident, from discoloration to vegetative tissue destruction. The severity of the damage ranged from less to pronounced, depending on the

population level but also on the phenophase of the plants or the month in which the reading was performed. The damage assessment was based on the frequency of plants attacked (2016-2017) of the total plants analyzed (20 herbaceous plants analyzed and 1-5 wood plants).

The results for 2016 showed that the attacked plants were observed in the following observation points (POs): RSZ01PO1, RSZ01PO2, RSZ01PO3, RSZ01PO4, BSZO3PO3, BSZO3PO4, BSZO3PO5, CSZO2PO2, ORAZO4PO1, ORAZO4PO2, ORAZO4PO5, BHZO8PO2, BHZO8PO3 and BHZO8PO4.

The significance test (Duncan) showed that statistically significant differences exist between BSZO3PO3, BSZO3PO4, ORAZO4PO2 and BHZO8PO4 and all other points analyzed in terms of frequency of plants attacked by *Nezara viridula* species.

Following the observations made during the year 2017, the plants attacked were in the following POs: BSZO3PO2, BSZO3PO3, BSZO3PO4, BSZO3PO5, CSZO2PO2, CSZO2PO4, ORZO6PO1, ORZO6PO3, ORZO6PO4, ORZO6PO5, ORAZO4PO3, BHZO8PO3 and BHZO8PO4.

Conclusively, preferred crops have been included in the herbage category of private spaces, namely tomatoes, cucumbers, beans, corn, both in individual or mixed crops. The arbustic woody plants, such as raspberries and woody arboreal plants, mulberry tree but also the vine, have also been attacked. Plants belonging to the before mentioned categories had characteristic symptoms of discoloration and dehydration and necrosis of tissues.

The presence of the preferred plants played an important role in attracting the pest to the observation areas of Caraș Severin County.

The most attacked plant species were tomatoes, cucumbers, beans and corn, in associations of 2 or 3 plant species, which were affected up to 98.5% of the total plants analyzed. In the Bocsa and Oravița areas, namely in BSZO3PO4 and ORAZO6PO2, the herbaceous plants were most affected by green stink bug. The average number of plants attacked in 20 plants analyzed in these POs was very high, close to the maximum. Also, high values of the attacked plants were recorded in CSZO2PO2, in the set of 3: beans + raspberries + tomatoes in ORAZO4PO3 and BHZO8PO4 with the same value of the average of the plants affected on tomato plants.

2.4.3.3. Signaling of new host plants. During the monitoring period (2016-2017) other host plants were not reported. In 2018, however, some specimens were observed in species in the Bocsa area, in a previously unmonitored observation point and identified as the sixth PO/ZO(BSZO3PO6). The population observed in July consisted of larvae and nymphs, and adults were also reported in August and September. The population level reached monthly values of 5 L + 4 N in July, 13 L + 31 N/ August and 29A in September. Perhaps an evaluation in October would have shown an increase in the number of adults. The plant species that the green stink was observed to be active (feeding, copulation, oviposition) were tomatoes, cucumbers, beans, figs, grapes, hibiscus, cleoma and gladiolus. There is no reference to the status of host plants such as ornamental plants: gladiola, hibiscus and cleoma, which entitles us to affirm that these plants are considered as new host plants. There are also no references (to our knowledge) to grape bunches, only to leaves and vine shoot.

2.4.4. Biological control of the species *Nezara viridula*. The research was conducted during the years 2017 and 2018, after the population level was previously established and we assured that there is enough biological material to be able to create the experimental combats. As such, the PO was divided into 3 variants (1-untreated, 2-chemical insecticide with thiametoxam (Actara 25WG) and 3-bioinsecticide (Spinosad), including trials on three plant species: cucumbers and beans (in 2017) and on the three individual species: tomatoes, cucumbers and beans (in 2018). Tests were done both in protected areas (solariums) and in the laboratory (2R in the laboratory and 2R in the solar). A total of 20 stink bug (10 adults + 10 nymphs) under laboratory conditions and 50 stink bug (25 adults + 25 nymphs) in solarium, annually.

Analyzing the significance of the results by the Duncan test, it was observed that between the variant where the chemical insecticide was applied, there were statistically significant differences in the quantification after 17 days of treatment (IC14) and all the Martor variants ($p = 0$, $P = 0.038294$) ($p < 0.05$), but also between IC14 variant and the biological treatment variant at $p = 0.039104$; $p = 0.033818$; $p = 0.036344$; $p = 0.037378$; 1 day quantification number of active bedbugs (IB1), where $p = 0.035165$. Among all the other variants analyzed, there were visible but not statistically significant differences, where $p > 0.05$.

The efficacy results (percent mortality%/variant) of the treatments (in 2017) are different depending on the time passed from the application of the products used (chemical and biological). With the Abbott formula, the final mortality/ variant was calculated and 77.75% after the chemical (Actara 25WG) and 65.25% after application of the biological product (Laser 240 SC) were recorded.

After analyzing the observations on the two years of study (2017-2018), there are differences between the experimental variants (more precisely between different variants between years), but there are no statistically significant differences between the same variants (between the study years/ 2017 and IC/ 2018, or between IB/ 2017 and IB/ 2018).

Both treatment variants showed values higher than 64% (up to 85%), with only one treatment in August, which ensures the effectiveness of the products in the population decline of the species.

Partial results on the control of the *Nezara viridula* species have also been published.

2.4.5. Results on the chemical content of individuals of *Nezara viridula* in association with the host plant. The targeted analyzes included, in a logical order, the following: nutritive value of plants, humidity and content of ether-soluble substances, non-fatty substances and fats, ash content, fibers, crude cellulose, carbohydrates and reducing sugar. Samples of *Nezara* were collected from a few host plants: cleoma, tomatoes, figs, hibiscus and grapes. Laboratory tests (performed following the methodology described above) have shown that there is diversity in the content of certain chemicals.

PART III. GENERAL CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS (SELECTIVE)

A general analysis of species evolution over the entire monitoring period (2015-2017) shows that it varied within the same area, in some ZO it appeared in fewer POs, in others in several POs and sometimes even in the same PO.

A summary analysis of the number of specimens recorded in the period 2015-2017 reflects a progressive evolution, the number of individuals present on plants or crops increased from 557 to 1264 ind.

There are differences in population and monthly dynamics between the three years of study in the monitored areas.

In the mountain area the species was not present, but it was present in the hill and piedmont areas, in the valleys/ mountain depressions and in the plain areas.

Generally, the same correlation between the number of stynk bug and the altitude level was maintained, at lower altitudes, the average values of individuals were higher than in the higher altitude areas.

Host plants have been found to be both crop or ornamental and spontaneous plants.

In summary, preferred crops have been included in the herbaceous category of private spaces, namely tomatoes, cucumbers, beans, corn, both in individual or mixed crops.

The most attacked plant species were tomatoes, cucumbers, beans and corn, in associations of 2 or 3 plant species, which were affected up to 98.5% of the total plants analyzed.

Both chemically and biological variants where treatments were applied showed values greater than 64% in a single treatment. The difference between the two variants is in the first place balanced by the noxious character, and the issue of choosing between a pollutant variant with an efficiency of 85% and a non-polluting version with efficiency of up to 70% is questionable.

Laboratory tests have shown that there is diversity in the content of certain chemicals, but it can not be said with certainty that the stink bug is attracted by a certain chemical content of the host plant, which is extremely variable in the samples.

Recommendations:

Being a species adaptable to new living conditions and new host plants, it is encourage to continue the monitoring activities of the existing plant species in the localities of Caraş Severin County, but also in the neighboring counties.

Considering the benefits the biological product has on human health and the environment, it is recommended that 2 or 3 annual applications be made with this product, which can only reduce insect populations by 65.25% -70.75%.

Taking into account the results of chemical extracts that are uncertain over a period of insufficient analysis, it is recommended to continue the studies and a new direction of research far deeper than the ones analyzed and observed in the present PhD thesis (essentially aiming at monitoring and identification host plants and only collaterally and additionally, chemical extracts), in the sense of assessing chemical interactions between host plants and green stink bugs.

PART IV. ORIGINALITY ELEMENTS

The PhD thesis treats with a new pest for agricultural and horticultural plants in Romania. Deriving from this title, it can be said that through the chosen themes and objectives the work is, as a whole, a new subject for our country.

One of the original approaches of the paper is highlighted by the methodological approach to monitoring activities, which was mostly adapted to the proposed objectives and activities.

Also, the method of identifying new host plants is adapted to the conditions of the monitored site (climatic factors, altitude and availability of plant species) during the research period.

The results of the population and monthly dynamics are personal and collective contributions and contribute to shaping an overall view at the county level, highlighting those areas/ points/ localities under climatic conditions given in a certain type of relief (altitude) which provides optimal development conditions.

Data on the frequency of plants attacked are also original contributions that highlight those plant species or plant species mixtures that provide for the feeding and propagation of *Nezara viridula*.

Signaling of new host plants for the populations of *Nezara* in the western part of the country like as figs, grapes, hibiscus, cleoma and gladioli, is also an original contribution.

Another original contribution is related to the efficacy of the biological product by comparison with another (chemical) product.

An unprecedented approach is also the laboratory testing of the connection between the insect and the host plants by analyzing the content of some chemicals on both *Nezara viridula* and newly identified host plants.

The doctoral thesis is supported by the 138 bibliographical references, including its own contributions (papers, research project, books and scientific papers).