

ŞCOALA DOCTORALĂ INTERDISCIPLINARĂ

Facultatea de silvicultură şi exploatare forestiere

Ing. Dumitru Flavius BĂLĂCENOIU

Comportamentul invaziv, bioecologia şi
managementul speciei alohtone *Corythucha
arcuata* (Say, 1832) (Hemiptera, Tingidae) în
pădurile de cvercinee din România

Invasive behavior, bioecology and management of
alien species *Corythucha arcuata* (Say, 1832)
(Hemiptera, Tingidae) in Romanian oak forests

REZUMAT / ABSTRACT

Conducător ştiinţific

Prof.dr.ing. Dieter Carol SIMON

BRAŞOV, 2022

D-lui (D-nei)

COMPONENȚA

Comisiei de doctorat

Numită prin ordinul Rectorului Universității Transilvania din Braşov

Nr. din

PREȘEDINTE: Prof. dr. ing. Alexandru Lucian CURTU

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC: Prof. dr. ing. Dieter Carol SIMON

REFERENȚI: CS I dr. ing. Romică TOMESCU

CS I dr. ing. Constantin NEȚOIU

CS I dr. ing. Dănuț CHIRA

Data, ora și locul susținerii publice a tezei de doctorat:, ora, sala

Eventualele aprecieri sau observații asupra conținutului lucrării vor fi transmise electronic, în timp util, pe adresa flavius.balacenoiu@unitbv.ro

Totodată, vă invităm să luați parte la ședința publică de susținere a tezei de doctorat.

Vă mulțumim.

Mulțumiri

Această lucrare nu ar fi fost posibilă fără riguroasa și competența îndrumare a conducătorului științific *prof. dr. ing. Dieter Carol SIMON*, căruia îi mulțumesc pentru încrederea și acceptarea ca doctorand, dar mai ales pentru sprijinul acordat pe perioada de studiu și elaborare a tezei de doctorat. Țin să menționez faptul că, prin sfaturile primite de la domnia sa, valoarea științifică a tezei de doctorat a crescut semnificativ, motiv pentru care îi datorez întreaga mea recunoștință.

De asemenea, doresc să îi adresez prețioase mulțumiri domnului *CS I dr. Ing. Romică TOMESCU* pentru bunăvoința domniei sale de a face parte din comisia de îndrumare și cea de susținere publică a tezei de doctorat, dar mai ales pentru contribuțiile semnificative pe care le-a avut la formarea mea profesională în domeniul protecției pădurilor. Doresc să marturiresc faptul că din exemplele oferite de domnia sa, atât în plan profesional, cât și personal, mi-am însușit o lecție de viață pe care o voi purta zi de zi alături de mine.

În același timp, îmi exprim gratitudinea față de membrii comisiei de îndrumare, *șef lucrări dr. ing. Gabriela Aurora ISAIA* și *CS III dr. ing. Marius PARASCHIV*, pentru sfaturile științifice valoroase și pentru observațiile pertinente pe perioada studiilor doctorale precum și pentru bunăvoința de a face parte din comisie și efortul de a-mi evalua munca.

De asemenea, adresez mulțumiri domnului *prof. dr. ing. Alexandru Lucian CURTU* pentru acceptarea și disponibilitatea domniei sale de a fi președintele comisiei de specialiști pentru evaluarea și susținerea publică a tezei, precum și buna colaborare și prețioasele sfaturi privind elaborarea acestei lucrări științifice.

În mod deosebit, doresc să aduc mulțumiri domnilor *CS I Constantin NEȚOIU* și *CS I dr. ing. Dănuț CHIRA* pentru bunăvoința de a fi acceptat invitația de a face parte din comisia de evaluare și susținere publică a tezei de doctorat, dar în special pentru contribuțiile aduse la formarea mea ca cercetător și suportul tehnico-științific pe toată perioada pregătirii doctorale.

Doresc să mulțumesc conducerii Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură "Marin Drăcea", în special doamnei *CS I dr. ing. Nicoleta Ecaterina APOSTOL* și domnilor *CS I dr. ing. Nicolae Ovidiu BADEA* și *CS II dr. ing. Șerban Octavian DAVIDESCU*, pentru sprijinul acordat și punerea la dispoziție a bazei materiale pentru a duce la bun sfârșit această cercetare, motiv pentru care doresc să îi asigur de întreaga mea recunoștință.

Speciale mulțumiri doresc să aduc colegilor mei din colectivul de Protecția pădurilor din cadrul INCDS "Marin Drăcea", doamna *CS Alina ALEXANDRESCU* și domnii *CS ing. Andrei BUZATU* și *ACS ing. Dragoș TOMA*, pentru sprijinul necondiționat pe perioada de culegere a datelor. În același registru, doresc să aduc sincere mulțumiri colegilor din RNP Romsilva pentru buna colaborare pe perioada pregătirii doctorale.

Totodată, aduc călduroase mulțumiri prietenului și colegului meu, *drd. ing. Albert CICEU*, precum și domnului *prof. dr. ing. Ion Cătălin PETRIȚAN*, pentru prețioasele recomandări privind analiza statistică a datelor.

În încheiere, dar nu în ultimul rând, doresc să mulțumesc familiei, prietenilor și tuturor celor care nu sunt menționați, dar care m-au susținut sau ajutat într-un fel sau altul. Dintre aceștia, doresc să le mulțumesc în special soției mele, *Alexandra BĂLĂCENOIU*, pentru susținerea fizică, psihică și emoțională în această perioadă de sacrificii precum și mamei mele, *Rodica BĂLĂCENOIU*, pentru ajutorul fundamental pe care mi l-a oferit cu scopul de a înfrunta cu încredere viitorul.

Autorul

CUPRINS

	Pg. teza	Pg. rezumat
INTRODUCERE	11	12
CAPITOLUL I STADIUL ACTUAL AL CUNOȘTIȚELOR	12	13
1.1. Încadrarea sistematică a speciei	12	13
1.2. Morfologia insectei	12	13
1.3. Originea și arealul natural al speciei <i>Corythucha arcuata</i>	13	13
1.4. Fenomenul de invazie provocat în Europa	13	14
1.5. Specii de plante gazdă ale dăunătorului	15	14
1.6. Caracteristicile vătămarilor provocate de insectă	15	14
1.7. Factorii abiotici și biotici limitativi ai insectei	16	15
1.8. Ciclul de viață al insectei	17	15
CAPITOLUL II SCOPUL ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRILOR	18	16
2.1. Scopul cercetărilor	18	16
2.2. Obiectivele cercetărilor	18	16
CAPITOLUL III LOCALIZAREA CERCETĂRILOR	19	17
3.1. Descrierea generală a regiunii în care s-au desfășurat cercetările	19	17
3.2. Descrierea specifică a suprafețelor experimentale în care s-au desfășurat cercetările	19	17
CAPITOLUL IV METODOLOGIA CERCETĂRILOR	21	18
4.1. Metodologia cercetărilor pentru studierea comportamentului invaziv al insectei <i>Corythucha arcuata</i> în pădurile de cvercinee din România	22	19
4.2. Metodologia cercetărilor pentru stabilirea ciclului biologic al insectei, fenologia, numărul și durata generațiilor dezvoltate în România	22	19
4.2.1. Metodologia cercetărilor pentru stabilirea ciclului biologic al speciei și crearea modelului de predicție în dezvoltarea insectei pe baza gradelor-zile	22	19
4.2.2. Metodologia cercetărilor pentru construirea tabelului de viață al populației insectei	25	22
4.3. Metodologia cercetărilor pentru studierea unor elemente de morfologie, biometrie, etologie și preferințe de hrănire ale insectei	27	24
4.3.1. Metodologia cercetărilor pentru studierea unor elemente de morfologie și biometrie a adulților și nimfelor	27	24
4.3.2. Metodologia cercetărilor pentru stabilirea diferențelor legate de numărul de ouă depuse de insectă între generații	27	24
4.3.3. Metodologia cercetărilor pentru studierea etologiei insectei în pădurile de stejar din România	28	25

4.3.4. Metodologia cercetărilor pentru studierea vătămărilor produse și a preferințelor de hrănire ale insectei	28	25
4.3.4.1. Metodologia cercetărilor pentru studierea caracteristicilor vătămărilor produse	28	25
4.3.4.2. Metodologia cercetărilor pentru studierea preferințelor de hrănire ale insectei	28	25
4.3.4.3. Metodologia cercetărilor pentru studierea dinamicii vătămărilor produse de insectă de-a lungul unui sezon de vegetație	29	26
4.4. Metodologia cercetărilor pentru studierea rolului factorilor climatici în dinamica populațiilor insectei în condițiile de mediu din România	29	26
4.4.1. Metodologia cercetărilor pentru studierea dinamicii sezoniere a activității adulților în pădurile din sud-estul României	29	26
4.4.2. Metodologia cercetărilor pentru studierea dinamicii activității diurne a adulților și stabilirea factorilor climatici determinanți	30	27
4.5. Metodologia cercetărilor privind propunerile de management al insectei în ecosistemele de cvercinee din România	32	29
4.5.1. Metodologia pentru elaborarea metodelor de depistare a insectei în pădurile de cvercinee	32	29
4.5.2. Metodologia cercetărilor pentru experimentările privind depistarea insectei cu ajutorul panourilor cu adeziv	32	29
4.5.3. Metodologia pentru elaborarea metodei de supraveghere a insectei în culturile de cvercinee din România	34	31
4.5.4. Metodologia pentru elaborarea protocolului de stabilire a gradului de vătămare produs de <i>Corythucha arcuata</i>	34	31
4.5.5. Metodologia cercetărilor pentru experimentările privind combaterea chimică a insectei	34	31
4.6. Metodologia privind evidențierea percepției și a cunoștințelor respondenților din România în studiul pan-european “ <i>Corythucha arcuata</i> în teritoriul invadat din Europa: percepția, cunoștințele sau disponibilitatea silvicultorilor și a publicului larg de acțiunea”	37	34
CAPITOLUL V REZULTATE ȘI DISCUȚII	40	36
5.1. Comportamentul invaziv al insectei <i>Corythucha arcuata</i> în pădurile de cvercinee din România	40	36
5.1.1. Reconstituirea modelului real al invaziei produse de insecta <i>Corythucha arcuata</i> în Romania	40	36

5.1.2. Evoluția în timp a vătămărilor produse de <i>Corythucha arcuata</i> în ecosistemele forestiere de cvercinee în perioada 2017-2020	43	37
5.1.2.1. Situația vătămărilor produse de <i>Corythucha arcuata</i> în sezonul de vegetație 2017	43	37
5.1.2.2. Situația vătămărilor produse de <i>Corythucha arcuata</i> în sezonul de vegetație 2018	44	37
5.1.2.3. Situația vătămărilor produse de <i>Corythucha arcuata</i> în sezonul de vegetație 2019	46	38
5.1.2.4. Situația vătămărilor produse de <i>Corythucha arcuata</i> în sezonul de vegetație 2020	48	39
5.2. Ciclul biologic al insectei, fenologia, numărul și durata generațiilor dezvoltate în România	50	40
5.2.1. Stabilirea ciclului biologic, numărul și durata de dezvoltare a generațiilor dintr-un an	50	40
5.2.2. Crearea unui model de predicție în dezvoltarea insectei pe baza gradelor-zile ...	50	41
5.2.3. Tabelul de viață al populației insectei	52	42
5.3. Morfologia, biometria, etologia și preferințele de hrănire ale insectei	54	44
5.3.1. Noțiuni noi privind unele elemente de morfologie și biometrie a insectei	54	44
5.3.1.1. Morfologia insectei în stadiul de adult	54	44
5.3.1.2. Morfologia insectei în stadiul de nimfă	55	45
5.3.2. Diferențe legate de numărul de ouă între generații	56	45
5.3.3. Etologia insectei în pădurile de cvercinee din România	58	45
5.3.3.1. Etologia insectei în stadiul de nimfă	58	45
5.3.3.2. Etologia insectei în stadiul de adult	58	45
5.3.4. Vătămări produse și specii de gazdă preferate	60	46
5.3.4.1. Caracteristicile vătămărilor produse	60	46
5.3.4.2. Preferințele de hrănire ale insectei	61	47
5.3.4.3. Dinamica vătămărilor produse de insectă de-a lungul unui sezon de vegetație	63	48
5.4. Relația dintre factorii climatici și dinamica populațiilor insectei	66	49
5.4.1. Dinamica sezonieră a activității adulților în condițiile de mediu din sud-estul României	66	49
5.4.2. Dinamica activității diurne a adulților și studiul factorilor climatici determinanți	68	50
5.4.2.1. Dezvoltarea unui model statistic în vederea studierii relației dintre dinamica populației în stadiul de adult și factorii determinanți	68	50



5.4.2.2. Dinamica activităţii diurne a adulţilor în relaţie cu factorii climatici	70	51
5.4.2.3. Factori climatici optimi şi limitele lor extreme pentru populaţiile de <i>Corythucha arcuata</i>	72	53
5.5. Managementul insectei <i>Corythucha arcuata</i> în ecosistemele de cvercinee din România	74	54
5.5.1. Metode de depistare ale insectei în pădurile de cvercinee	74	54
5.5.1.1. Protocol de lucru pentru depistarea speciei <i>Corythucha arcuata</i> după atacul caracteristic	74	54
5.5.1.2. Protocol de lucru pentru depistarea speciei <i>Corythucha arcuata</i> după prezenţa insectei în diverse stadii de dezvoltare	75	55
5.5.2. Experimentări privind depistarea insectei cu ajutorul panourilor cu adeziv	77	56
5.5.3. Supravegherea insectei în culturile de cvercinee din România	78	57
5.5.4. Protocol de stabilire a gradului de vătămare produs de <i>Corythucha arcuata</i>	78	58
5.5.5. Experimentări privind combaterea chimică a insectei	79	58
5.6. Evidenţierea percepţiei şi a cunoştinţelor respondenţilor din România în studiul pan-european “ <i>Corythucha arcuata</i> în teritoriul invadat din Europa: percepţia, cunoştinţele sau disponibilitatea silviculturilor şi a publicului larg de a acţiona”	83	61
5.6.1. Cunoştinţele generale ale respondenţilor cu privire la insecta <i>Corythucha arcuata</i>	84	62
5.6.2. Percepţia respondenţilor cu privire la efectele insectei asupra arborilor	86	62
5.6.3. Percepţia respondenţilor cu privire la efectele insectei asupra societăţii	87	62
5.6.4. Atitudinea respondenţilor cu privire la metodele de control ale insectei	88	63
CAPITOLUL VI CONCLUZII FINALE. CONTRIBUŢII ORIGINALE. DISEMINAREA REZULTATELOR. DIRECŢII VIITOARE DE CERCETARE	92	65
6.1. Concluzii finale	92	65
6.1.1. Concluzii privind comportamentul invaziv al insectei <i>Corythucha arcuata</i> în pădurile de cvercinee din România	92	65
6.1.2. Concluzii privind ciclul biologic al insectei <i>Corythucha arcuata</i> , fenologia, numărul şi durata generaţiilor dezvoltate în România	92	65
6.1.3. Concluzii privind morfologia, biometria, etologia şi preferinţele de hrănire ale insectei	92	65
6.1.4. Concluzii privind relaţia dintre factorii climatici şi dinamica populaţiilor insectei ..	93	66
6.1.5. Concluzii privind managementul insectei <i>Corythucha arcuata</i> în ecosistemele de cvercinee din România	93	66



6.1.6. Concluzii privind evidenţierea percepţiei şi a cunoştinţelor respondenţilor din România în studiul pan-european “ <i>Corythucha arcuata</i> în teritoriul invadat din Europa: percepţia, cunoştinţele sau disponibilitatea silviculturilor şi a publicului larg de a acţiona”	94	67
6.2. Contribuţii originale	94	67
6.3. Diseminarea rezultatelor	94	67
6.4. Direcţii viitoare de cercetare	95	68
BIBLIOGRAFIE	96	69
SCURT REZUMAT	101	74

CONTENTS

	Pg. teza	Pg. rezumat
INTRODUCTION	11	12
CHAPTER I STATE OF THE ART	12	13
1.1. Systematic classification of the species	12	13
1.2. Insect morphology	12	13
1.3. The origin and natural distribution of the species	13	13
1.4. The phenomenon of invasion in Europe	13	14
1.5. Pest host plant species	15	14
1.6. Characteristics of insect attack	15	14
1.7. Limiting the insect's abiotic and biotic factors	16	15
1.8. The life cycle of the insect	17	15
CHAPTER II AIM AND RESEARCH OBJECTIVES	18	16
2.1. Research aim	18	16
2.2. Research objectives	18	16
CHAPTER III STUDY AREA	19	17
3.1. General description of the study region	19	17
3.2. Specific description of the experimental plots	19	17
CHAPTER IV RESEARCH METHODOLOGY	21	18
4.1. Research methodology for studying the invasive behaviour of <i>Corythucha arcuata</i> in Romanian oak forests	22	19
4.2. Research methodology for establishing the biological cycle of <i>Corythucha arcuata</i> , its phenology and the number and duration of generations developed in Romania	22	19
4.2.1. Research methodology for establishing the biological cycle and creating the prediction model of insect development based on the degree-day	22	19
4.2.2. Research methodology for building the life table of the insect population	25	22
4.3. Research methodology for the study of morphology, biometrics, ethology and feeding preferences	27	24
4.3.1. Research methodology for studying the morphology and biometrics of adults and nymphs	27	24
4.3.2. Research methodology for determining the differences in the number of eggs between generations	27	24
4.3.3. Research methodology for studying the insect ethology in the nymph and adult stages	28	25

4.3.4. Research methodology for studying the damage caused and the preferred host species	28	25
4.3.4.1. Research methodology for studying the attack characteristics	28	25
4.3.4.2. Research methodology for establishing insect feeding preferences	28	25
4.3.4.3. Research methodology for studying the attack dynamics during a growing season	29	26
4.4. Research methodology for studying the role of climatic factors in the dynamics of insect populations in the environmental conditions in Romania	29	26
4.4.1. Research methodology for studying the seasonal dynamics of adult activity in the forests of southeastern Romania	29	26
4.4.2. Research methodology for studying the dynamics of adults' diurnal activity and establishing critical climatic factors	30	27
4.5. Research methodology for insect management proposals in Romanian oak ecosystems	32	29
4.5.1. Methodology for the development of insect detection methods in oak forests	32	29
4.5.2. Research methodology for experiments to detect insects with sticky traps	32	29
4.5.3. Methodology for the development of the insect surveillance method in Romanian oak crops	34	31
4.5.4. Methodology for the development of the protocol for determining the level of damage caused by <i>Corythucha arcuata</i>	34	31
4.5.5. Research methodology for chemical insect control experiments	34	31
4.6. Methodology for highlighting the perception and knowledge of Romanian respondents in the pan-European study " <i>Corythucha arcuata</i> in its invasive range in Europe: perception, knowledge and willingness to act in foresters and citizens"	37	34
CHAPTER V RESULTS AND DISCUSSION	40	36
5.1. Invasive behaviour of <i>Corythucha arcuata</i> in Romanian oak forests	40	36
5.1.1. Reconstruction of the the real invasion model of <i>Corythucha arcuata</i> in Romania	40	36
5.1.2. The evolution of the damage caused by <i>Corythucha arcuata</i> in oak forest ecosystems during 2017-2020	43	37
5.1.2.1. The status of the damage caused by <i>Corythucha arcuata</i> in the 2017 growing season	43	37
5.1.2.2. The status of the damage caused by <i>Corythucha arcuata</i> in the 2018 growing season	44	37
5.1.2.3. The status of the damage caused by <i>Corythucha arcuata</i> in the 2019 growing season	46	38



5.1.2.4. The status of the damage caused by <i>Corythucha arcuata</i> in the 2020 growing season	48	39
5.2. The biological cycle of the insect, its phenology and the number and duration of generations developed in Romania	50	40
5.2.1. Establishing the biological cycle and the number and duration of generations development in a year	50	40
5.2.2. Creating a prediction model of insect development based on degree-days	50	41
5.2.3. Life table for the insect population	52	42
5.3. The morphology, biometrics, ethology and feeding preferences of the insect	54	44
5.3.1. New notions about certain elements of insect morphology and biometrics	54	44
5.3.1.1. Insect morphology in the adult stage	54	44
5.3.1.2. Insect morphology in the nymph stage	55	45
5.3.2. Differences in the number of eggs between generations	56	45
5.3.3. The ethology of the insect in the Romanian oak forests	58	45
5.3.3.1. Ethology of the insect in the nymph stage	58	45
5.3.3.2. Ethology of the insect in the adult stage	58	45
5.3.4. The damage caused and favourite host species	60	46
5.3.4.1. Characteristics of the attack produced	60	46
5.3.4.2. Insect feeding preferences	61	47
5.3.4.3. The dynamics of insect damage produced during a growing season	63	48
5.4. The relationship between climatic factors and the dynamics of insect populations	66	49
5.4.1. Seasonal dynamics of adult activity in the environmental conditions of southeastern Romania	66	49
5.4.2. The dynamics of adults diurnal activity and the study of critical climatic factors	68	50
5.4.2.1. Development of a statistical model to study the relationship between population dynamics in adult stage and critical factors	68	50
5.4.2.2. Dynamics of adults' diurnal activity in relation to climatic factors	70	51
5.4.2.3. Optimal climatic factors and their extreme limits for <i>Corythucha arcuata</i> populations	72	53
5.5. Management of <i>Corythucha arcuata</i> in Romanian oak ecosystems	74	54
5.5.1. Methods of detecting insects in oak forests	74	54
5.5.1.1. Working protocol for the detection of <i>Corythucha arcuata</i> by its characteristic attack	74	54
5.5.1.2. Working protocol for the detection of <i>Corythucha arcuata</i> by the presence of the insect in different developmental stages	75	55
5.5.2. Experiments on insect detection with sticky traps	77	56

5.5.3. Insect surveillance in Romanian oak crops	78	57
5.5.4. Protocol for determining the level of damage caused by <i>Corythucha arcuata</i>	78	58
5.5.5. Experiments with chemical insect control	79	58
5.6. Highlighting the perception and knowledge of Romanian respondents in the pan-European study " <i>Corythucha arcuata</i> in its invasive range in Europe: perception, knowledge and willingness to act in foresters and citizens"	83	61
5.6.1. Respondents' general knowledge of <i>Corythucha arcuata</i>	84	62
5.6.2. Respondents' perception of the insects' effects on trees	86	62
5.6.3. Respondents' perception of the insect' effects on society	87	62
5.6.4. Respondents' attitudes towards insect control methods	88	63
CHAPTER VI FINAL CONCLUSIONS. ORIGINAL CONTRIBUTIONS. DISSEMINATION OF RESULTS. FUTURE RESEARCH DIRECTIONS	92	65
6.1. Final conclusions	92	65
6.1.1. Conclusions about <i>Corythucha arcuata</i> 's invasive behaviour in Romanian oak forests	92	65
6.1.2. Conclusions about the biological cycle of the insect, its phenology and the number and duration of generations developed in Romania	92	65
6.1.3. Conclusions about the morphology, biometrics, ethology and feeding preferences of the insect	92	65
6.1.4. Conclusions about the relationship between climatic factors and the dynamics of insect populations	93	66
6.1.5. Conclusions about managing of <i>Corythucha arcuata</i> in Romanian oak ecosystems	93	66
6.1.6. Conclusions highlighting the perception and knowledge of Romanian respondents in the pan-European study " <i>Corythucha arcuata</i> in its invasive range in Europe: perception, knowledge and willingness to act in foresters and citizens"	94	67
6.2. Original contributions	94	67
6.3. Dissemination of results	94	67
6.4. Future research directions	95	68
BIBLIOGRAPHY	96	69
SHORT SUMMARY	101	74

INTRODUCERE

Gospodărirea pădurilor se bazează pe ecosisteme forestiere sănătoase care să ofere o gamă largă de servicii ecosistemice (Trumbore et al., 2015). Mai mult decât atât, în Raportul privind Obiectivele de Dezvoltare Durabilă (Națiunile Unite, 2020) au fost stabilite două Obiective în acest sens: Obiectivul 13-Acțiune climatică și Obiectivul 15-Viață terestră. Cele două obiective vizează luarea unor măsuri urgente în vederea combaterii modificărilor climatice și a impactului acestora, precum și promovarea gestionării durabile a pădurilor astfel încât să primeze protecția biodiversității și a ecosistemelor pentru consolidarea rezilienței și capacității de adaptare la climă. În acest context, capacitatea pădurilor de a îndeplini multiplele funcții pe care le are poate fi redusă prin acțiunea vătămătoare a unor factori biotici și abiotici. Pe durata de viață a unei păduri, sănătatea acesteia poate fi perturbată de factori biotici (în special de focare de insecte sau agenți fitopatogeni) și abiotici (vânt, precipitații sau incendii). Drept urmare, este imperios necesar ca în gestionarea pădurilor să se țină seama de protecția acestora împotriva acțiunii vătămătoare a acestor factori, mai ales în contextul riscurilor prezente generate de schimbările climatice globale care se manifestă tot mai intens în ultimele decenii.

În ceea ce privește insectele vătămătoare, schimbările climatice prin creșterea temperaturii de la un deceniu la altul, au condus la modificări ale comportamentului acestora. Aceste modificări se pot manifesta prin extinderea în altitudine/latitudine a arealului unor specii, înmulțirea în masă a unor specii care anterior nu se manifestau ca dăunători, apariția și extinderea rapidă a unor specii alogene, creșterea frecvenței și intensității gradațiilor, sporirea vitalității și, implicit, a hrănirii, creșterea numărului de generații pe an, perturbații în lanțurile trofice ș.a. (Bjorkman & Niemela, 2015). Pe acest fond general, în ultimele decenii, au apărut câteva noi specii de insecte alogene care au început să aibă un comportament invaziv în ecosistemele forestiere de pe continentul european. Kenis și Branco (2010) consideră că, deși ecosistemele forestiere din Europa sunt mai puțin afectate de specii invazive decât pădurile de pe alte continente, recent, o varietate amplă de specii invazive care pot fi vătămătoare s-a stabilit în pădurile europene, specii precum *Megaplatypus mutatus* (Chapuis, 1865) (Coleoptera, Curculionidae), *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951 (Hymenoptera, Cynipidae), *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky, 1853) și *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) (ambele Coleoptera, Cerambycidae).

Printre speciile de insecte alogene invazive care au început să afecteze ecosistemele forestiere din Europa în ultimii ani, demnă de menționat este și *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Hemiptera, Tingidae). Cunoscută sub denumirea populară de ploșnița dantelată a stejarului (en., oak lace bug); această insectă este nativă din America de Nord și a fost introdusă accidental în Europa (Italia) în anul 2000 (Bernardinelli & Zandigiacomo, 2000). De la prima raportare în Europa și până în prezent, prin lipsa dușmanilor naturali și prezența condițiilor climatice adecvate din Europa, insecta *C. arcuata* a cunoscut o răspândire explozivă, invadând o mare parte dintre țările europene (Csóka et al., 2019). Acest dăunător invaziv se hrănește pe partea inferioară a frunzelor gazdelor (de obicei specii de cvercinee) prin străpungerea epidermei cu ajutorul aparatului bucal pentru înțepat și supt, extrăgând astfel seva celulară (Mutun et al., 2009). Caracteristicile tipice ale atacului în urma hrănirii ploșnițelor sunt pete rezultate din înțepături mici (1-3 mm), inițial izolate pe suprafața frunzei, care ulterior cresc și se contopesc în pete cenușii-gălbui pe întreaga suprafață superioară a limbului, rezultând astfel decolorarea clorotică și necroza frunzișului (Bernardinelli, 2006; Mutun et al., 2009; Paulin et al., 2020).

În anul 2019, momentul zero pentru cercetările prezentei lucrări, în doar cinci țări europene (Croatia, Ungaria, România, Serbia și partea europeană a Rusiei), *C. arcuata* a infestat o suprafață totală estimată de peste 1.7 milioane hectare de păduri de cvercinee (Paulin et al., 2020).

În contextul unei astfel de invazii biologice, coroborat cu faptul că, în România, pădurile de cvercinee ocupă 16.3 % din suprafața totală împădurită (Marin et al., 2019), s-a considerat necesară efectuarea unor cercetări care să ajute la înțelegerea bioecologiei, a etologiei, precum și a comportamentului invaziv al dăunătorului, astfel încât silvicultorii să poată lua decizii de gestionare a pădurilor și a speciei *C. arcuata* bazate pe fundamente științifice specifice României.

CAPITOLUL I STADIUL ACTUAL AL CUNOȘTINȚELOR

1.1. Încadrarea sistematică a speciei *Corythucha arcuata*

Regnul: Animalia

Subregn: Eumetazoa

Încregătura: Arthropoda

Subîncregătura: Hexapoda

Clasa: Insecta

Ordinul: Hemiptera

Subordinul: Heteroptera

Infraordin: Cimicomorpha

Familia: Tingidae

Subfamilie: Tinginae

Tribul: Tingini

Genul: *Corythucha*

Specia: *Corythucha arcuata* (Say, 1832)
≡ *Tingis arcuata* Say, 1832

Sursa: Fauna Europaea (de Jong Y, 2016).

1.2. Morfologia insectei *Corythucha arcuata*

Corythucha arcuata este insectă care, în stadiul de adult, este aproape rectangulară, cu corpul turtit dorso-ventral. Lungimea medie a acesteia este cuprinsă între 3 și 3.5 mm, iar lățimea este de aproximativ 1.6 mm (Bernardinelli & Zandigiacomo, 2000; Forster et al., 2005; Gibson, 1918; Mutun et al., 2009). Aripile sunt transparente, cu nervuri în formă de rețea, care stau orizontal peste corpul insectei. Vârfurile și marginile exterioare ale aripilor se extind dincolo de corp. Hemielitrele sunt areolate și unele pete brune sunt dispuse transversal în zona dinspre vârf. Pe marginea costală a hemielitrelor, pe marginile lobilor toracali și la vârful pronotului se află spini mici. Aspectul dorsal variază de la albicios la gălbui și cenușiu maroniu.

Ouăle sunt negre, strălucitoare, în formă de butoaie și sunt depuse în grupuri de la 12 la 120 de ouă (Baker & Brown, 1994; Bernardinelli, 2000; Mutun et al., 2009).

Nimfele sunt cenușii sau chiar aproape negre, cu unele pete albe începând din vârsta a 3-a și pe corp prezintă numeroși țepi. Nimfele stau aglomerate printre excrementele lor întunecate și năpârlesc pe partea inferioară a frunzelor. Spre deosebire de adulți, nimfele nu au capul complet acoperit de pronot (Gibson, 1918).

1.3. Originea și arealul natural al speciei *Corythucha arcuata*

În general, arealul speciilor de insecte erbivore este puternic influențat de distribuția plantelor gazdă. Pe lângă acest aspect, alegerea unei plante gazdă de către o insectă erbivoră se bazează atât pe mediul fizic în care planta trăiește (microclimatul, condițiile staționale), cât și caracteristicile plantei gazdă în sine (de

exemplu compoziția chimică a frunzelor), aceste condiții fiind valabile și în cazul insectei *Corythucha arcuata* (Barber, 2010; Connor, 1988).

Corythucha arcuata este o insectă de origine nord-americană care, potrivit unor studii realizate în regiunea nearctică a Americii de Nord (Connell & Beacher, 1947; Drake & Ruhoff, 1965), se dezvoltă pe plante gazdă precum *Quercus alba* L., *Quercus macrocarpa* Michaux, *Quercus montana* Willdenow, *Quercus muehlenbergii* Engelman, *Quercus prinoides* Willdenow, *Quercus rubra* L., dar și pe alte specii de *Quercus* (Fagaceae). De asemenea, insecta a mai fost observată ocazional pe specii gazdă din genul *Acer*, *Malus* sau *Rosa*.

În zona sa de origine, insecta este răspândită oriunde plantele gazdă preferate sunt prezente, adică partea de sud a Canadei și mai multe state din partea de est a Statelor Unite ale Americii (Connell & Beacher, 1947; Drake & Ruhoff, 1965).

1.4. Fenomenul de invazie provocat de specia *Corythucha arcuata* în Europa

În anul 2000, insecta *Corythucha arcuata* a fost observată pentru prima dată în Europa, în nordul Italiei (Bernardinelli & Zandigiacomo, 2000). În 2002, insecta a fost semnalată în sudul Elveției (Forster et al., 2005) și în Turcia, la aproximativ 200 de km la est de Istanbul (Mutun, 2003). În anul 2005, un exemplar aparținând acestei specii a fost identificat în Iran (Samin & Linnavuori, 2011). În 2012 a fost observată pentru prima dată în Bulgaria (Dobrev et al., 2013), iar în 2013 în Ungaria (Csóka et al., 2013), Croația (Hrašovec et al., 2013) și Serbia (Glavendekic & Vukovic-Bojanovic, 2017; Pap et al., 2015; Poljaković-Pajnik et al., 2015). În anul 2015 insecta a fost depistată pentru prima dată în Rusia, în Krasnodar (Neimorovets et al., 2017). Totodată, în 2015, în luna august, insecta a fost semnalată pentru prima dată în România, în interiorul Grădinii Botanice a Universității Pavel Covaci din Macea (Don et al., 2016). Ulterior, în anul 2016 insecta *Corythucha arcuata* a fost observată pentru prima dată în mai multe țări, și anume: Albania (E. Cota, comunicare personală în Csóka și al., 2019), Slovenia (Jurc & Jurc, 2017). În anul 2017 apare în alte trei țări noi, Bosnia și Herțegovina (Dautbašić et al., 2018), Franța (Streito et al., 2018) și Ucraina (V. Meshkova, comunicare personală în Csóka și al., 2019). În mai 2018, ploșnița dantelată a stejarului a fost raportată pentru prima dată în nord-estul Greciei (D. Avtzis, comunicare personală în Csóka și al., 2019), iar în iunie 2018, în sudul Slovaciei (Zubrik et al., 2019). Un studiu din 2019 (Sallmannshofer et al., 2019), care a avut drept scop depistarea insectei *Corythucha arcuata* în estul Austriei, a confirmat prezența sa în 21 de locații.

1.5. Specii de plante gazdă ale dăunătorului *Corythucha arcuata*

Așa cum s-a menționat anterior, în America de Nord, acolo unde specia *Corythucha arcuata* este autohtonă, se dezvoltă în principal pe specii gazdă din genul *Quercus*, dar în special pe *Q. alba*, *Q. macrocarpa*, *Q. montana*, *Q. muehlenbergii*, *Q. prinoides*, *Q. rubra*. De asemenea, insecta a mai fost observată ocazional pe specii gazdă din genul *Acer*, *Malus* sau *Rosa* (Connell & Beacher, 1947; Drake & Ruhoff, 1965).

În anul 2019, gama de specii gazdă a ploșniței dantelate a stejarului a fost studiată mai îndeaproape de o echipă eurasiatică de cercetători (Csóka et al., 2019) în 20 de grădini botanice și arborete din 7 țări. Din cele 48 de specii de stejar cercetate, 27 au fost identificate ca fiind gazde adecvate. Niciunul dintre stejarii roșii din America de Nord nu a fost găsit ca gazdă potrivită, însă, aproape toți stejarii eurasiatici au fost înregistrați ca gazde preferate de insecta *C. arcuata*. Mai mult decât atât, în acest studiu (Csóka et al., 2019) au înregistrat 29 de alte specii gazdă, care nu sunt cvercinee (*Castanea* spp., *Rubus* spp., *Corylus* spp., *Acer* spp., *Prunus* spp., *Tilia* spp. etc.).

1.6. Caracteristicile vătămarilor provocate de insecta *Corythucha arcuata*

Atacul insectelor din specia *Corythucha arcuata* este produs atât în stadiul de nimfă, cât și în stadiul de adult, pe partea inferioară a frunzelor gazdei. Cu ajutorul aparatului bucal pentru înțepat și supt,

insectele străpung epiderma din partea inferioară a frunzelor și se hrănesc astfel cu seva celulară (Mutun et al., 2009).

Din cauza vătămărilor produse prin hrănirea adulților și a nimfelor, aspectul tipic al atacului este vizibil atât pe partea inferioară a frunzelor unde se observă numeroase pete caracteristice de culoare neagră, dar mai ales pe partea superioară a frunzelor unde simptomul tipic este reprezentat de decolorarea clorotică (Bernardinelli, 2006; Mutun et al., 2009).

1.7. Factorii abiotici și biotici limitativi ai insectei *Corythucha arcuata*

După invazia dăunătorului în Europa, s-au efectuat mai multe studii cu privire la testarea speciilor de ciuperci entomopatogene care să influențeze dezvoltarea populațiilor de *C. arcuata* (Kovač et al., 2020, 2021; Paulin et al., 2020; Sönmez et al., 2016). În Ungaria rata de mortalitate produsă de o ciupercă din genul *Beauveria* a fost foarte mică, de 0.1 % (Paulin et al., 2020). Cu toate acestea, rezultatele din Turcia (Sönmez et al. 2016) și Croația (Kovač et al. 2020, 2021) dau o urmă de speranță pentru un eventual viitor program de control biologic al ploșniței, specii de ciuperci din genul *Beauveria* prezentând o eficiență extrem de ridicată în mortalitatea nimfelor și adulților.

Dintre factorii abiotici, clima poate avea o influență semnificativă asupra stabilirii, răspândirii și dinamicii populației unei specii străine invazive (Paulin et al., 2020). În primii ani de invazie a insectei *Corythucha arcuata* în Europa, Bernardinelli (2006) a făcut o comparație între zona cu răspândire clasică, adică estul SUA și Canada, și față de Europa concluzionând că cea mai mare parte a continentului european ar putea fi adecvată din punct de vedere climatic pentru răspândirea insectei. Totodată, se pare că atât în România (Chireceanu et al., 2021), cât și în Ungaria (Csepelényi et al., 2017; Paulin et al., 2020), temperaturile din timpul iernii nu produc mortalități semnificative asupra adulților care ierneză astfel încât invazia insectei poate fi limitată de condițiile climatice.

1.8. Ciclul de viață al insectei invazive *Corythucha arcuata*

În zona de origine, Dalawere – SUA, insecta din specia *Corythucha arcuata* are trei generații pe an, două dintre ele fiind complete, iar o a treia generație este parțială. Ierneză în stadiul de adult în crăpăturile scoarței arborilor gazdă. În primele zile ale lunii mai, apar adulții din generația hibernantă, încep să depună ouăle și continuă să aibă activitate până în prima decadă a lunii iunie. Adulții din prima generație depun ouăle începând cu prima parte a lunii iulie până la începutul lunii august, în timp ce o parte din adulții din a doua generație depun ouă pe toată perioada lunii august. Ouăle sunt depuse în grupe de dimensiuni variabile din punct de vedere al numărului acestora. Eclozarea are loc după circa 15-18 zile. Stadiile nimfale ajung la maturitate în 2-3 săptămâni (Connell & Beacher, 1947). Până la stadiul de adult, nimfele parcurg 5 vârste larvare (Drake & Ruhoff, 1965).

În Europa unde specia este considerată invazivă, după cercetările efectuate în nordul Italiei în anul 2000 (Bernardinelli, 2000), a rezultat că insecta are trei generații pe an. Ploșnița ierneză ca adult, pe planta gazdă, în crăpăturile scoarței sau în apropierea arborilor, în locuri adăpostite. În prima jumătate a lunii mai, adulții care au iernat trec pe partea inferioară a frunzelor crude de stejar de îndată ce acestea apar și încep să se hrănească. Începând cu a treia decadă a lunii mai, femelele depun ouăle negre, alungite, pe fața inferioară a frunzelor. Ouăle sunt depuse în grupe de dimensiuni variabile de la 15 până la 100 de ouă pe nervurile secundare. La sfârșitul lunii mai, numărul adulților prezenți pe frunze începe să scadă considerabil. După ecloziune, insecta trece prin cinci vârste larvare (nimfale) în cca. 4-6 săptămâni. În tot acest timp, nimfele prezintă un comportament gregar. În a doua jumătate a lunii iunie, încep să apară adulții primei generații și după câteva zile femelele depun ouă care, începând cu prima parte a lunii august și până la sfârșitul lunii septembrie, dau naștere celei de-a doua generații. Dintre aceștia, doar indivizii care au apărut până la sfârșitul lunii august vor da naștere celei de-a treia generații, care se vor retrage pentru iernare.

CAPITOLUL II SCOPUL ŞI OBIECTIVELE CERCETĂRILOR

2.1. Scopul cercetărilor

Cercetările au avut ca **scop** fundamentarea științifică a măsurilor și activităților privind protecția pădurilor, astfel încât să poată fi limitată înmulțirea acestei insecte și, implicit, vătămările produse de aceasta.

2.2. Obiectivele cercetărilor

Având în vedere faptul că din stadiul actual al cunoștințelor se poate concluziona că specia *Corythucha arcuata* este o insectă invazivă insuficient studiată până în prezent (în România cu atât mai puțin), pentru atingerea scopului anterior menționat, s-au stabilit ca **obiective** de cercetare:

- 1) Studiarea comportamentului invaziv al insectei *C. arcuata* în pădurile de cvercinee din România.
- 2) Stabilirea ciclului de viață al insectei în condițiile climatice din România.
- 3) Determinarea elementelor de morfologie, biometrie, etologie și a celor referitoare la preferința de hrănire a ploșniței dantelate a stejarului.
- 4) Studiarea rolului factorilor climatici în dinamica populațiilor de *C. arcuata* în condițiile de mediu din România.
- 5) Elaborarea unor metode de management al insectei în ecosistemele de cvercinee din România.
- 6) Analizarea percepției și a cunoștințelor silvicultorilor și a publicului larg cu privire la invazia provocată de insecta *Corythucha arcuata*.

CAPITOLUL III LOCALIZAREA CERCETĂRILOR

3.1. Descrierea generală a regiunii în care s-au desfășurat cercetările

Având în vedere că rezultatele studiului care a urmărit invazia insectei *C. arcuata* în România (Tomescu et al., 2018) au arătat că insecta a produs vătămări semnificative în sud-estul României, s-a considerat oportun ca cercetările actuale să se desfășoare în această parte a țării. Conform amenajamentelor silvice, pădurile din această zonă se găsesc în plin climat continental de câmpie. Clima cu influențe continentale din această regiune se caracterizează prin veri foarte calde și secetoase și ierni foarte reci.

3.2. Descrierea specifică a suprafețelor experimentale în care s-au desfășurat cercetările

Pentru atingerea obiectivelor prezentei lucrări, s-au stabilit șapte suprafețe experimentale pentru monitorizarea insectei *C. arcuata* (Ștefănești-Ilfov, Băleanca-Ilfov, Incinta-Călărași, Podul Pitarului-Călărași, Ceagău-Giurgiu, Chiricanu-Giurgiu, Udeanca-Giurgiu), care să se localizeze în sud-estul României (Figura 1).

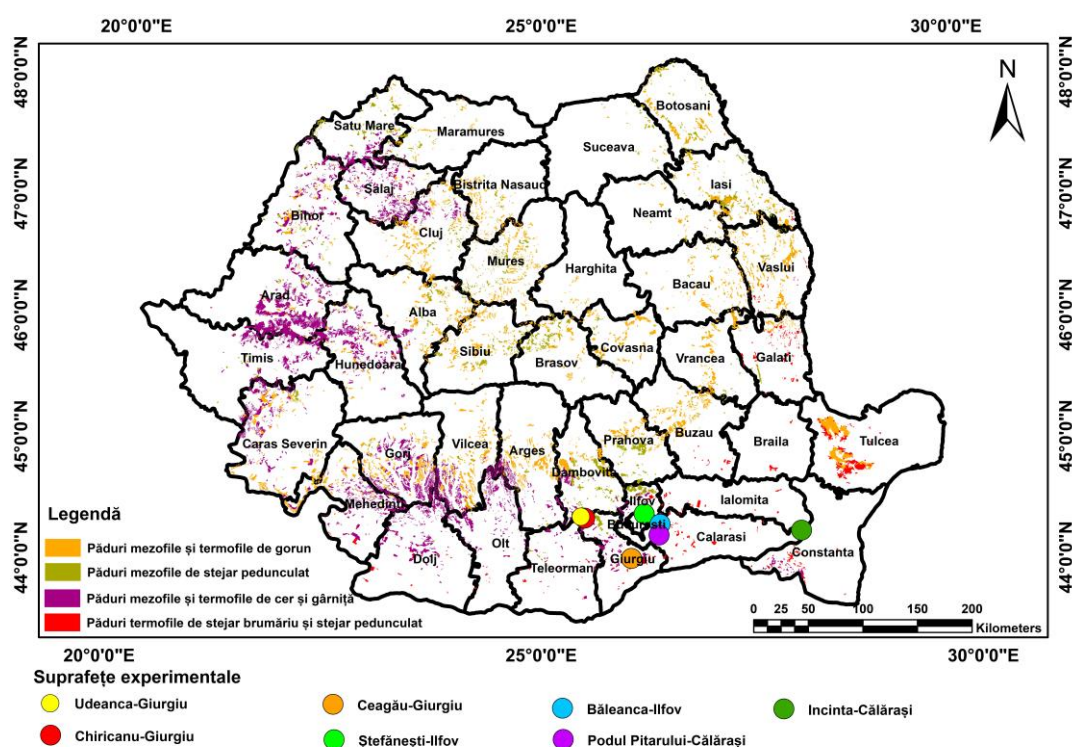


Figura 1. Localizarea suprafețelor experimentale pe harta unităților ecosistemice de cvercinee (dupa Gancz et al., 2008).

Cele șapte suprafețe experimentale au fost amplasate în șapte trupuri de pădure constituite în principal din arborete de specii de cvercinee (*Quercus robur* L., *Quercus cerris* L., *Quercus frainetto* Ten., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. *Quercus pedunculiflora* K. Koch *Quercus rubra* L.) sau amestec al acestor specii cu specii secundare precum frasin (*Fraxinus excelsior* L.), carpen (*Carpinus betulus* L.), ulm de câmp (*Ulmus minor* Mill.), arțar (*Acer platanooides* L.), jugastru (*Acer campestre* L.) sau tei argintiu (*Tilia tomentosa* Moench.).

Precizare: cu excepția Obiectivului 1 (care a urmărit comportamentul invaziv al insectei în toată țara) și a Obiectivului 5 (care s-a bazat pe un studiu sociologic), lucrările referitoare la Obiectivele 2-4 au fost executate în unul sau mai multe dintre cele șapte suprafețe experimentale.

CAPITOLUL IV METODOLOGIA CERCETARILOR

Dincolo de îndeplinirea obiectivelor enunţate şi atingerea scopului legat de dezvoltarea unui program complex de control al acestei insecte invazive, cercetările efectuate şi-au propus să răspundă la întrebări precum:

- i) există o relaţie directă între factorii de mediu din România şi comportamentul invaziv al insectei?
- ii) care sunt factorii biotici şi abiotici limitativi pentru înmulţirea în masă?
- iii) cum ar putea respectivii factori să limiteze arealul de răspândire al insectei?
- iv) şi nu în ultimul rând, este pregătită populaţia umană, dar în special silvicultorii, pentru a controla invazia provocată de insectă?

Plecând de la aceste întrebări, s-au adoptat ca ipoteze de lucru:

- A. Condiţiile de mediu din România au favorizat comportamentul invaziv al speciei *C. arcuata* în pădurile de cvercinee.
- B. În România, insecta poate avea elemente de bioecologie, etologie precum şi preferinţe legate de hrănire diferite faţă de zona de provenienţă.
- C. Vătămările produse de *C. arcuata* ar putea fi controlate printr-un set de metode de depistare, supraveghere şi combatere.
- D. Percepţia şi cunoştinţele cetăţenilor cu privire la managementul acestei specii invazive sunt strâns legate de caracteristicile sociodemografice ale acestora.

Indiferent de obiectivul urmărit, metodele de cercetare aplicate au fost observaţia şi experimentul.

Cercetările s-au efectuat atât în teren, cât şi în laborator. Datele culese din teren şi laborator au fost prelucrate statistic. Într-o primă etapă, normalitatea distribuţiei datelor au fost verificate aplicând testele Shapiro-Wilk şi Levene's. În condiţiile în care s-a constatat că rezultatele acestor teste infirmă ipoteza distribuţiei normale a datelor şi nu sunt respectate cerinţele testelor parametrice (precum analiza varianţei ANOVA bidirecţional two-way), s-a trecut la etapa a II-a, situaţie în care s-a aplicat testul neparametric Mann-Whitney U.

Pentru prelucrarea statistică a datelor şi redactarea hărţilor au fost utilizate următoarele softuri:

- STATISTICA 8.0 (StatSoft Inc, 2007) – pentru prelucrarea datelor şi redactarea graficelor (Capitolele 5.2.2., 5.3.1.1., 5.3.1.2., 5.3.2., 5.3.3.2., 5.3.4.2., 5.3.4.3., 5.4.2.2., 5.4.2.3., 5.5.2., 5.5.5.);
- R v.4.1.2. (R Core Team, 2020) – pentru redactarea prelucrarea datelor şi redactarea graficelor (Capitolele 5.4.1., 5.4.2.1., 5.6.1., 5.6.2., 5.6.3., 5.6.4.);
- ArcMap 10.3. (ESRI) pentru redactarea hărţilor (Capitolele 5.1.1., 5.1.2.1., 5.1.2.2., 5.1.2.3., 5.1.2.4., 5.5.5.).

Fotografiile adulţilor de *C. arcuata* din Capitolul 5.3.1. au fost realizate la Institutul Norvegian pentru Cercetarea Naturii (NINA) pe baza materialului biologic colectat din suprafaţa experimentală Ştefăneşti-Ilfov. Celelalte fotografii din lucrare, referitoare la stadiile de dezvoltare ale insectei, au fost realizate cu ajutorul microscopului electronic Zeiss din cadrul laboratorului de Protecţia pădurilor (INCDS "Marin Drăcea").

Pentru fiecare aspect studiat au fost adoptate metodologii și tehnici de lucru specifice, care sunt prezentate în cele ce urmează.

4.1. Metodologia cercetărilor pentru studierea comportamentului invaziv al insectei *Corythucha arcuata* în pădurile de cvercinee din România

Colectarea datelor

În vederea studierii comportamentului invaziv al ploșniței dantelate în pădurile de cvercinee din România, s-au avut în vedere două aspecte importante: i) reconstituirea modelului real al invaziei produse în România; ii) urmărirea evoluției în timp a vătămărilor produse în pădurile de cvercinee din România, în perioada 2017-2020.

Pentru reconstituirea modelului real al invaziei produse de ploșnița dantelată a stejarului în România s-a recurs la o metodă de lucru de tip “review”. Astfel, rezultatele cercetărilor identificate în literatura de specialitate cu privire la raportarea ploșniței în România sau răspândirea sa în teritoriu au fost prezentate în ordine cronologică pentru a înțelege mai bine fenomenul de invazie produs. Într-un final, pe baza compilării exhaustive de date din literatura de specialitate s-a recurs la emiterea și dezvoltarea a trei ipoteze privind modul de invazie a insectei *C. arcuata* în România.

Având în vedere că începând cu anul 2016, insecta *C. arcuata* a fost semnalată pentru prima dată în fondul forestier național (Tomescu et al., 2018), pentru cunoașterea evoluției în timp a vătămărilor produse de acest dăunător invaziv în pădurile de cvercinee din România s-a stabilit drept perioadă de referință intervalul 2017-2020. Informațiile privind localizarea și intensitatea atacului provocate în acest interval au fost extrase din bazele de date interne ale INCDS “Marin Drăcea” privind situația vătămărilor produse de *Corythucha arcuata* în pădurile de cvercinee din România (Bălăcenoiu, 2020; Nețoiu, 2021).

Cartografierea vătămărilor produse

Pentru a scoate în evidență relația dintre intensitatea atacurilor provocate și unitățile ecosistemice invadate, s-a recurs la cartografierea vătămărilor produse în fiecare an de *Corythucha arcuata* pe harta ecosistemelor de cvercinee din România (Gancz et al., 2008). În acest fel, fiecărei păduri în care insecta *C. arcuata* a fost prezentă, i s-a atribuit un punct de o culoare specifică nivelului atacului: atac de intensitate foarte slabă-galben; atac de intensitate slabă-roz; atac de intensitate medie-verde; atac de intensitate puternică-albastru deschis; atac de intensitate foarte puternică-albastru închis.

Redactarea hărților a fost realizată cu ajutorul softului ArcGIS 10.3 dezvoltată de ESRI.

4.2. Metodologia cercetărilor pentru stabilirea ciclului biologic al insectei, fenologia, numărul și durata generațiilor dezvoltate în România

4.2.1. Metodologia cercetărilor pentru stabilirea ciclului biologic al speciei și crearea modelului de predicție în dezvoltarea insectei pe baza gradelor-zile

Colectarea datelor

Pentru atingerea acestui obiectiv s-a recurs la monitorizarea intensivă a ecloziunii, dezvoltării indivizilor rezultați, momentului de trecere dintr-un stadiu în altul și variației în timp a numărului de indivizi din fiecare stadiu, în toate cele trei generații dezvoltate. În acest sens, pe parcursul sezonului de vegetație 2020, s-a amplasat un experiment de creștere controlată a insectei *C. arcuata*, de la ou până la adult, începând cu prima generație, până la încheierea ciclului, la cea de-a treia generație.

Chiar dacă experimentul s-a bazat pe creșterea controlată a insectelor, pentru ca indivizii monitorizați să se poată dezvolta în condiții favorabile, s-a recurs la creșterea acestora în condițiile naturale, în suprafața experimentală Ștefănești-Ilfov. Pentru a îndeplini acest deziderat, au fost alese trei sole identice, câte una pentru fiecare generație, cu o distanță de cca. 50 metri între ele. Solele au avut în compoziție exclusiv puieti de stejar pedunculat, cu o vârstă de aproximativ 10 ani, ceea ce a facilitat procesul de monitorizare (Figura 2).



Figura 2. Prezentarea unei sole din suprafața experimentală Ștefănești în care s-a desfășurat experimentul de creștere controlată a insectelor. Sursa foto: original.

Pentru izolarea insectelor s-au confecționat săculeți din pânză, speciali de creștere izolată, astfel încât indivizii să se poată dezvolta în condiții favorabile. În acest mod, în fiecare sac a fost introdus câte un cuplu format dintr-un mascul și o femelă, urmând ca, ulterior, sacul să fie izolat și atașat unui puiet (Figura 3). După ce sacii au fost numerotați și însemnați, au fost monitorizați la 3-5 zile, consemnându-se fiecare modificare față de ultima observație.



Figura 3. Aspectul unui săculeț confecționat din pânză pentru izolarea insectelor. Sursa foto: original.

Numărul de săculeți instalați, implicit numărul de cupluri monitorizate, a fost diferit de la o generație la alta, iar instalarea acestora a avut loc în momente diferite, în funcție de fiecare generație (Tabelul 1).

Tabelul 1. Numărul de săculeți și data instalării acestora.

Generația	Număr săculeți instalați	Număr cupluri (M+F) monitorizate	Data instalare
I	30	60	05 mai 2020
II	65	130	07 iulie 2020
III	55	110	06 august 2020

Pentru monitorizarea dezvoltării generației I au fost alese 30 de cupluri de adulți (M+F) provenite din generația hibernantă. Adulții au fost izolați după ieșirea din hibernare, imediat ce au devenit activi (05.05.2020), în sola destinată generației I. Începând cu această dată, fiecare săculeț a fost vizitat la interval de 3-5 zile până în momentul când au apărut adulții. Dintre adulții rezultați din prima generație s-au ales alte 130 de cupluri care să dezvolte generația a doua. În data de 07 iulie 2020, aceștia au fost transferați și izolați în sola destinată generației a II-a. În mod similar cu generația precedentă, fiecare

săculeţ a fost vizitat la un interval de 3-5 zile până în momentul când indivizii generaţiei a II-a au ajuns la stadiul de adult. În final, dintre adulţii rezultaţi din prima generaţie s-au ales alte 110 cupluri care, în data de 06 august 2020, au fost transferaţi şi izolaţi în sola destinată generaţiei a III-a. În continuare s-a procedat într-un mod analog cu generaţiile precedente, fiecare cuplu vizitându-se la un interval de 3-5 zile până în momentul când indivizii generaţiei a III-a au ajuns la stadiul de adult. De menţionat faptul că alegerea cuplurilor mascul-femelă de la o generaţie la alta s-a realizat având în vedere evitarea fenomenului de consangvinizare.

După centralizarea datelor culese cu ocazia monitorizărilor a fost posibilă stabilirea ciclului biologic al insectei *C. arcuata*, numărului de generaţii anuale şi durata de dezvoltare a acestora.

Analiza statistică a datelor

Modelul de predicţie în dezvoltarea insectei s-a creat pe baza gradelor-zile. Calcularea gradelor-zile s-a efectuat prin metoda mediei (Relaţia 1), incluzând în aceeaşi relaţie matematică temperatura minimă şi maximă a zilei precum şi temperatura de bază (Herms, 2004; Jones & Brunner J F, 1993; Kowalsick & Clark, 2006; Murray, 2020; Simisky T, 2017).

$$GZ = \left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) - T_b \quad \text{(Relaţia 1)}$$

În care:

GZ = grade-zile acumulate într-o zi.

T_{max} = temperatura maximă a zilei respective;

T_{min} = temperatura minimă a zilei respective;

T_b = temperatura de bază specifică dăunătorului.

Dezvoltarea insectelor are loc în intervalul climatic dintre pragul inferior şi cel superior de temperatură a aerului (caracteristic fiecărei specii) şi se sistează atunci când temperatura scade sub această limită inferioară. În calculul gradelor-zile, temperatura corespunzătoare pragului inferior este utilizată drept "temperatura de bază". Având în vedere că, în literatura de specialitate, nu a fost indentificată o temperatură de bază specifică pentru dăunătorul *C. arcuata*, s-a adoptat valoarea de 50 °F, adică 10 °C, aceasta fiind recomandată în cazul speciilor la care pragul inferior nu a fost determinat (Murray, 2020).

Astfel, dacă într-o zi media temperaturilor este cu un grad peste temperatura de bază de 10 °C, înseamnă că în ziua respectivă s-a acumulat un grad-zi. În acelaşi mod, rezultatele negative (atunci când temperatura medie a zilei este sub 10 °C) sunt ignorate. La începutul sezonului gradele-zile sunt acumulate lent, dar pe măsură ce temperatura medie zilnică începe să crească valoarea gradelor-zile creşte exponenţial (Murray, 2008). Datele pentru calcularea gradelor-zile au fost colectate începând cu data de 1 ianuarie 2020.

De exemplu, în condiţiile anului 2020, până la data de 2 februarie, în nicio zi media temperaturilor zilnice nu a depăşit pragul de 10 °C. În data de 2 februarie media temperaturilor zilnice a fost de 11.78 °C, iar în data de 3 februarie media temperaturilor zilnice a fost de 11.95 °C. Aplicând metoda mediei (Relaţia 1), începând cu data de 1 ianuarie 2020 şi până la data de 3 februarie au fost acumulate 3.73 grade-zile.

Utilizând metoda mediei (Relaţia 1), s-a calculat numărul de grade-zile acumulate până la apariţia fiecărui stadiu de dezvoltare al fiecărui cuplu monitorizat, în toate cele trei generaţii dezvoltate. Astfel, prin luarea în considerare a tuturor datelor rezultate a fost posibilă crearea modelului de predicţie în dezvoltarea insectei pe baza gradelor-zile.

Pentru anul 2020, datele climatice au fost preluate de la Staţia meteorologică a INCDS "Marin Drăcea" care este situată la cca. 100 de metri de soarele în care s-au efectuat monitorizările. Analiza statistică s-a efectuat utilizând softul STATISTICA 8.0 (StatSoft Inc, 2007).

4.2.2. Metodologia cercetărilor pentru construirea tabelului de viaţă al populaţiei insectei

Colectarea datelor

Pentru construirea tabelului de viaţă s-a utilizat acelaşi set de date provenit din experimentul de creştere controlată a insectei *C. arcuata* dezvoltat la Capitolul 4.2.1. În continuare, pentru construirea tabelului de viaţă s-a recurs la metoda tabelului de viaţă de tip “specific de vârstă”, fiind cunoscut şi sub numele de “tabel orizontal” care se bazează pe urmărirea dezvoltării unei cohorte reale, controlate, membrii populaţiei (cohortei) aparţinând unei singure generaţii şi vârste, fără a se suprapune cu alte generaţii (Kakde et al., 2014).

Analiza statistică a datelor

Pentru fiecare dintre cele trei generaţii, în construirea tabelului s-a plecat de la numărul total de cupluri introduse în experiment. Totodată, în conceperea tabelului de viaţă s-a luat în considerare doar numărul de cupluri de succes. Numărul de cupluri instalate a reprezentat numărul efectiv de cupluri introduse în experiment. Numărul de cupluri de succes este reprezentat de numărul de cupluri care au reuşit să ducă ciclul de dezvoltare al generaţiei respective până la final. De exemplu, dacă unul dintre cupluri a întâmpinat probleme în dezvoltare în ultimele stadii de nimfă sau chiar în stadiul de adult, din motive independente de biologie, a fost exclus din calculul final pentru a nu influenţa negativ construcţia tabelului de viaţă.

În continuare, în conceperea tabelului de viaţă, pentru fiecare etapă de dezvoltare şi generaţie, s-a ținut seama de criteriile de completare dezvoltate de Harcourt (1969), care însă au fost ajustate după specificul ciclului de dezvoltare a insectei *C. arcuata* astfel:

- $lx_{Ouă}$ este numărul mediu de ouă/cuplu şi se determină prin contorizarea directă a numărului efectiv de ouă rezultate din fiecare cuplu, la finalizarea ovipoziţiei şi determinarea mediei pentru un cuplu;
- $dx_{Ouă}$ reprezintă mortalitatea şi infertilitatea ouălor şi se determină prin procentul de ouă neviabile, afectate de duşmani naturali sau alte cauze biologice necunoscute, care nu au reuşit să dea viaţă nimfelor de vârsta 1 (Relaţia 2) ;

$$dx_{Ouă} = \left(\frac{lx_{nimfe\ v1}}{lx_{Ouă}} \right) \times 100 \quad \text{(Relaţia 2)}$$

în care:

$lx_{nimfe\ v1}$ = numărul mediu al nimfelor de vârsta 1

$lx_{Ouă}$ = numărul mediu de ouă

- $lx_{nimfe\ v1}$ se determină prin contorizarea directă a numărului de nimfe rezultate din totalul ouălor fiecărui cuplu care au supravieţuit până la finalul vârstei 1 şi determinarea mediei pentru un cuplu;
- $dx_{nimfe\ v1}$ este mortalitatea nimfelor de vârsta 1 şi se calculează prin determinarea procentului de nimfe de vârsta 1, afectate de duşmani naturali sau alte cauze biologice necunoscute, care nu au supravieţuit până la finalul vârstei 1 (Relaţia 3) ;

$$dx_{nimfe\ v1} = \left(\frac{lx_{nimfe\ v2}}{lx_{nimfe\ v1}} \right) \times 100 \quad \text{(Relaţia 3)}$$

în care:

$lx_{nimfe\ v2}$ = numărul mediu al nimfelor de vârsta 2

$lx_{nimfe\ v1}$ = numărul mediu nimfelor de vârsta 1

- $lx_{nimfe\ v2}$ se determină prin contorizarea directă a numărului de nimfe rezultate din nimfele de vârsta 1, care au supravieţuit până la finalul vârstei 2 şi determinarea mediei pentru un cuplu;

- $dx_{nimfe\ v2}$ reprezintă mortalitatea nimfelor de vârsta 2 și se calculează prin determinarea procentului de nimfe provenite din nimfele de vârsta 1, afectate de dușmani naturali sau alte cauze biologice necunoscute, care nu au supraviețuit până la finalul vârstei 2 (Relația 4);

$$dx_{nimfe\ v2} = \left(\frac{lx_{nimfe\ v3}}{lx_{nimfe\ v2}} \right) \times 100 \quad (\text{Relația 4})$$

în care:

$lx_{nimfe\ v3}$ = numărul mediu al nimfelor de vârsta 3

$lx_{nimfe\ v2}$ = numărul mediu al nimfelor de vârsta 2

- $lx_{nimfe\ v3}$ se stabilește contorizarea directă a numărului de nimfe rezultate din nimfele de vârsta 2, care au supraviețuit până la finalul vârstei 3 și determinarea mediei pentru un cuplu;
- $dx_{nimfe\ v3}$ reprezintă mortalitatea nimfelor de vârsta 3 și se stabilește prin calcularea procentului de nimfe provenite din nimfele de vârsta 2, afectate de dușmani naturali sau alte cauze biologice necunoscute, care nu au supraviețuit până la finalul vârstei 3 (Relația 5);

$$dx_{nimfe\ v3} = \left(\frac{lx_{nimfe\ v4}}{lx_{nimfe\ v3}} \right) \times 100 \quad (\text{Relația 5})$$

în care:

$lx_{nimfe\ v4}$ = numărul mediu al nimfelor de vârsta 4

$lx_{nimfe\ v3}$ = numărul mediu al nimfelor de vârsta 3

- $lx_{nimfe\ v4}$ se determină prin contorizarea directă a numărului de nimfe rezultate din nimfele de vârsta 3, care au supraviețuit până la finalul vârstei 4 și determinarea mediei pentru un cuplu;
- $dx_{nimfe\ v4}$ este mortalitate nimfelor de vârsta 4 și se obține prin calcularea procentului de nimfe provenite din nimfele de vârsta 3, afectate de dușmani naturali sau alte cauze biologice necunoscute, care nu au supraviețuit până la finalul vârstei 4 (Relația 6);

$$dx_{nimfe\ v4} = \left(\frac{lx_{nimfe\ v5}}{lx_{nimfe\ v4}} \right) \times 100 \quad (\text{Relația 6})$$

în care:

$lx_{nimfe\ v5}$ = numărul mediu al nimfelor de vârsta 5

$lx_{nimfe\ v4}$ = numărul mediu al nimfelor de vârsta 4

- $lx_{nimfe\ v5}$ se obține prin contorizarea directă a numărului de nimfe rezultate din nimfele de vârsta 4, care au supraviețuit până la finalul vârstei 5 și determinarea mediei pentru un cuplu;
- $dx_{nimfe\ v5}$ reprezintă mortalitatea nimfelor de vârsta 5 și se calculează prin determinarea procentului de nimfe provenite din nimfele de vârsta 4, afectate de dușmani naturali sau alte cauze biologice necunoscute, care nu au supraviețuit până la finalul vârstei 5 (Relația 7);

$$dx_{nimfe\ v5} = \left(\frac{lx_{adulti}}{lx_{nimfe\ v5}} \right) \times 100 \quad (\text{Relația 7})$$

în care:

lx_{adulti} = numărul mediu de adulți

$lx_{nimfe\ v5}$ = numărul mediu al nimfelor de vârsta 5

- lx_{adulti} se determină prin contorizarea directă a numărului de adulți rezultați din nimfele de vârsta 5 și determinarea mediei pentru un cuplu;
- dx_{femele} reprezintă indicele sexual și se determină prin raportul dintre numărul femelelor și numărul adulților (Relația 8);

$$dx_{femele} = \left(\frac{lx_{femele}}{lx_{adulți}} \right) \times 100 \quad (\text{Relația 8})$$

în care:

lx_{femele} = numărul mediu al femelelor din numărul total de adulți

$lx_{adulți}$ = numărul mediu de adulți (masculi + femele)

- SG este supraviețuirea generației și reprezintă indicele tendinței populației fără efectul fecundității și al mortalității indivizilor după ce au ajuns în stadiul de adult (Relația 9).

$$SG = \frac{lx_{adulți}}{lx_{nimfe\ v1}} \quad (\text{Relația 9})$$

în care:

$lx_{adulți}$ = numărul mediu de adulți (masculi + femele)

$lx_{nimfe\ v1}$ = numărul mediu nimfelor de vârsta 1

Pentru a pune în evidență diferențele dintre numărul de ouă și de adulți de la o generație la alta s-a aplicat testul neparametric Mann-Whitney U. Analiza statistică s-a realizat utilizând softul STATISTICA 8.0 (StatSoft Inc, 2007).

4.3. Metodologia cercetărilor pentru studierea unor elemente de morfologie, biometrie, etologie și preferințe de hrănire ale insectei

4.3.1. Metodologia cercetărilor pentru studierea unor elemente de morfologie și biometrie a adulților și nimfelor

Colectarea datelor

Studierea elementelor de morfologie și biometrie ale adulților și nimfelor s-a realizat în anul 2020, în suprafața experimentală Ștefănești-Ilfov, concomitent cu lucrările aferente Obiectivului 2, dezvoltate la Capitolul 4.2.

Astfel, au fost analizați un număr de 850 de indivizi (150 de adulți și 700 nimfe de toate vârstele). Indivizii au fost colectați pe parcursul tuturor celor trei generații dezvoltate, fiind diferiți față de cei incluși în experimentul corespunzător Obiectivului 2. Aceștia au fost analizați și măsurați cu ajutorul microscopului electronic Zeiss.

Analiza statistică a datelor

Pentru a pune în evidență diferențele dintre lungimea corpului celor două sexe în stadiul de adult, a diferențelor privind lungimea corpului pe vârste nimfale, s-a aplicat testul neparametric Mann-Whitney U. Analiza datelor statistice s-a efectuat folosind softul STATISTICA 8.0 (StatSoft Inc, 2007).

4.3.2. Metodologia cercetărilor pentru stabilirea diferențelor legate de numărul de ouă depuse de insectă între generații

Pentru stabilirea diferențelor legate de numărul de ouă depuse de la o generație la alta, în anul 2020, au fost folosite ouăle rezultate în urma experimentului în Obiectivul 2, descris la Capitolul 3.2. Astfel, a fost analizat un număr total de 3220 ouă (485 în generația I, 1525 în generația a II-a și 1210 în generația a III-a) fiind depuse într-un număr total de 140 de ponte (41 în generația I, 61 în generația a II-a și 38 în generația a III-a).

Analiza statistică a datelor

Pentru a pune în evidență diferențele legate de numărul de ouă depuse de la o generație la alta, s-a aplicat testul neparametric Mann-Whitney U. Analiza datelor statistice a fost efectuată folosind softul STATISTICA 8.0 (StatSoft Inc, 2007).

4.3.3. Metodologia cercetărilor pentru studierea etologiei insectei în pădurile de stejar din România

Colectarea datelor

Studierea etologiei insectei în stadiul de nimfă s-a realizat în suprafața experimentală Ștefănești-Ilfov, pe parcursul lucrărilor aferente Obiectivului 2, realizate pe parcursul sezonului de vegetație 2020, în cele trei generații pe care insecta le dezvoltă. Astfel, în toate cele trei generații, comportamentul insectelor incluse în experimentul de creștere controlată a fost monitorizat, consemnând modul de viață pentru fiecare vârstă a nimfelor.

Studierea etologiei insectei în stadiul de adult s-a realizat pe parcursul sezonului de vegetație 2020, în suprafața experimentală Ștefănești-Ilfov, odată cu derularea experimentului de creștere controlată a insectelor (vezi Capitolul 3.2.). În acest fel, a fost monitorizat atât comportamentul adulților crescuți în mod controlat, cât și cel al adulților din natură (din afara experimentului din cadrul Obiectivului 2).

Din cauza faptului că adulții sunt dotați cu aripi, comportamentul acestora a fost mai dificil de studiat. Astfel, pentru a înțelege mai bine modul de viață al adulților, observațiile efectuate au fost completate cu o parte a datelor provenite din Obiectivul 5. În acest mod, din rezultatele capturilor la cele 12 panouri cu adeziv pentru captarea adulților a fost posibilă reconstituirea variației zborului insectei în stadiul de adult.

Reprezentarea grafică a datelor

Graficul privind variația capturilor de-a lungul sezonului de vegetație 2020 s-a realizat cu ajutorul softului STATISTICA 8.0 (StatSoft Inc, 2007).

4.3.4. Metodologia cercetărilor pentru studierea vătămarilor produse și a preferințelor de hrănire ale insectei

4.3.4.1. Metodologia cercetărilor pentru studierea caracteristicilor vătămarilor produse

Descrierea vătămarilor produse de *C. arcuata* pe frunzele arborilor gazdă s-a realizat prin luarea în considerare a tuturor informațiilor, observațiilor și concluziilor rezultate cu ocazia tuturor lucrărilor derulate pe parcursul sezonului de vegetație 2019, 2020 și 2021.

4.3.4.2. Metodologia cercetărilor pentru studierea preferințelor de hrănire ale insectei

Colectarea datelor

Studierea preferinței de hrănire a stadiilor active (adult și nimfă) ale ploșniței s-a realizat în suprafețele experimentale Ștefănești-Ilfov, Brănești-Ilfov și Mitreni-Călărași.

În toate cele trei suprafețe experimentale, măsurătorile și observațiile s-au realizat în luna septembrie a anului 2021, la sfârșitul sezonului de vegetație, atunci când insectele au fost la finalul ciclului de dezvoltare, iar vătămarile au înregistrat cel mai ridicat grad de intensitate.

În suprafața experimentală Ștefănești-Ilfov s-a urmărit preferința de hrănire a insectei față de speciile *Q. robur*, *Q. cerris* și *Q. rubra*, în suprafața experimentală Brănești-Ilfov față de *Q. robur*, *Q. cerris* și *Q. frainetto*, iar în suprafața experimentală Mitreni-Călărași preferința de hrănire față de *Q. cerris* și *Q. petraea*.

Pentru colectarea datelor, fiecare suprafață experimentală a fost parcursă pe o diagonală aleasă întâmplător, inventariindu-se 100 de arbori din fiecare specie gazdă țintă în suprafața respectivă. Pentru fiecare arbore inventariat s-a înregistrat specia și intensitatea atacului.

Intensitatea atacului pentru fiecare arbore s-a stabilit prin evaluare vizuală a gradului de decolorare a frunzișului ca o abatere de la culoarea normală a frunzelor arborilor gazdă (Tomescu et al., 2018). Așadar, intensitatea atacului a fost evaluată în procente de decolorare din 5 în 5, variind de la 0 (pentru arborii neatacați) la 100 % (pentru arborii atacați foarte puternic). Pentru ca evaluările vizuale să fie

omogene s-a utilizat scara de decolorare prezentată în Protocolul de stabilire a gradului de vătămare produs de *Corythucha arcuata* (Capitolul 5.5.)

Analiza statistică a datelor

Pentru a testa diferențele privind intensitatea atacului produs pe diferite specii gazdă de cvercinee s-a apelat la testul neparametric Mann-Whitney U. Analiza datelor statistice s-a efectuat folosind softul STATISTICA 8.0 (StatSoft Inc, 2007).

4.3.4.3. Metodologia cercetărilor pentru studierea dinamicii vătămarilor produse de insectă de-a lungul unui sezon de vegetație

Colectarea datelor

Pentru urmărirea dinamicii efectelor atacurilor produse de-a lungul unui sezon de vegetație s-a ales suprafața experimentală Ștefănești-Ilfov și s-a recurs la metoda urmăririi a 50 de frunze de pe arbori pe parcursul sezonului de vegetație 2019. Astfel, pe data de 30 aprilie 2019 au fost alese aleatoriu 50 de frunze neatacate, după care acestea au fost însemnate și numerotate, pentru ca la măsurătorile ulterioare să poată fi identificate cu ușurință. Observațiile asupra celor 50 de frunze au fost efectuate din luna mai până în luna septembrie (16 mai, 04 iunie, 25 iunie, 12 iulie, 01 august și 06 septembrie).

La fiecare dintre cele șase vizite efectuate, fiecare dintre cele 50 de frunze a fost inventariată, atribuindu-se un procent de decolorare după metoda Tomescu et al. (2018) descrisă anterior.

Analiza statistică a datelor

Nefiind vorba despre o distribuție normală a datelor obținute, și în acest caz, s-a recurs la aplicarea testului neparametric Mann-Whitney U pentru a scoate în evidență diferența de la o vizită la alta a intensității atacului produs de ploșniță pe cele 50 de frunze. Analiza datelor statistice s-a efectuat folosind softul STATISTICA 8.0 (StatSoft Inc, 2007).

4.4. Metodologia cercetărilor pentru studierea rolului factorilor climatici în dinamica populațiilor insectei în condițiile de mediu din România

Lucrările pentru atingerea Obiectivului 4 au fost efectuate pe o perioadă de doi ani, 2019-2020, în suprafața experimentală Ștefănești-Ilfov, Incinta-Călărași și Ceagău-Giurgiu. Informații privind perioada cercetării și frecvența vizitelor celor trei puncte, precum și procedura de eșantionare, sunt prezentate în Tabelul 2.

Se precizează faptul că în anul 2019 a fost studiată dinamica sezonieră a populației, iar în anul 2020 influența factorilor climatici asupra dinamicii diurne.

Tabelul 2. Descrierea procedurii de eșantionare în perioada 2019-2020.

Descrierea procedurii de eșantionare	2019	2020
Perioada de cercetare	22 mai – 29 august	18 mai – 8 septembrie
Frecvența vizitelor	7-10 zile	două vizite pe generație
Numărul total de vizite	13 vizite pe punct	6 vizite pe punct
Scopul fiecărei vizite	Determinarea numărului mediu de adulți pe o frunză	Determinarea numărului mediu de adulți pe o frunză în fiecare oră (8:00 – 19:00)
Procedura de eșantionare	Numărul mediu de adulți pe frunză	Numărul mediu de adulți pe frunză
Numărul de probe	300 frunze	300 frunze

4.4.1. Metodologia cercetărilor pentru studierea dinamicii sezoniere a activității adulților în pădurile din sud-estul României

Colectarea datelor

Pentru a studia dinamica sezonieră a activității adulților, pe parcursul sezonului de vegetație 2019 (mai-august), cele trei suprafețe experimentale au fost vizitate în mod repetat. Perioada de culegere a datelor

a durat 13 săptămâni, iar pe parcursul acestei perioade, fiecare suprafață experimentală a fost vizitată de 13 ori.

În fiecare suprafață experimentală s-a stabilit un punct fix de control în care s-au efectuat lucrările de monitorizare la fiecare vizită. În alegerea punctului fix de control s-a avut în vedere ca arborii din jurul lui să fie de dimensiuni mai mici decât diametrul și înălțimea medie a suprafeței experimentale, iar coroana arborilor să nu fie elagată pentru ca procesul de monitorizare să fie fezabil.

La fiecare vizită a celor trei suprafețe experimentale au fost analizate 300 de frunze din jurul punctului fix de control, înregistrându-se numărul adulților identificați pe fiecare dintre acestea. În acest fel, raportând numărul total de adulți identificați la 300 de frunze, s-a calculat numărul mediu de adulți pe o frunză (adulți \times frunză⁻¹) (Relația 10).

$$\text{adulți} \times \text{frunză}^{-1} = \frac{ad_{F1} + ad_{F2} + ad_{F3} + \dots + ad_{F299} + ad_{F300}}{300} \quad (\text{Relația 10})$$

unde ad_{F1} , ad_{F2} , ad_{F3} ... ad_{F299} și ad_{F300} reprezintă numărul de adulți identificați pe frunza 1, 2, 3 ... 299 și frunza 300.

Frunzele au fost alese aleatoriu, asigurând astfel o distribuție uniformă în prelevarea de probe din coroanele arborilor din jurul punctului fix. În acest sens s-a folosit o scară de 7.5 metri înălțime, reușind astfel să se recolteze frunze până la înălțimea de aproximativ 9 metri. Știind că adulții sunt sensibili la atingere, contorizarea numărului adulților s-a realizat fără a mișca frunzele, evitând astfel evadarea indivizilor.

Pentru reprezentarea grafică a evoluției temperaturii medii și umidității relative pe parcursul perioadei de cercetare, s-a recurs la înregistrarea datelor climatice cu ajutorul senzorilor Pro v2 Logger (HOBO) și descărcate cu ajutorul softului HOBOWare (HOBO).

Reprezentarea grafică a datelor

Reprezentarea grafică a dinamicii sezoniere a populației precum și a condițiilor climatice s-a realizat utilizând softul R v.4.1.2. (R Core Team, 2020).

4.4.2. Metodologia cercetărilor pentru studierea dinamicii activității diurne a adulților și stabilirea factorilor climatici determinanți

Colectarea datelor

Perioadele pentru colectarea datelor în vederea studierii efectelor factorilor climatici asupra activității diurne a ploșniței dantelate a stejarului au fost stabilite pe baza ciclului biologic al insectei. În acest fel, s-a urmărit evitarea colectării datelor într-o zi în care dinamica activității diurne a adulților ar putea fi influențată de apariția adulților unei noi generații. În conformitate cu biologia insectei (descrisă la Capitolul 5.2) s-a stabilit că perioadele ideale pentru colectarea datelor au fost 18-26 mai, 20-30 iulie și 31 august-8 septembrie (Tabelul 3). Având în vedere intervalul scurt al perioadelor în care apariția adulților unei noi generații nu poate influența, au rezultat doar șase zile pentru colectare de date în fiecare dintre cele trei perioade (reprezentând 2 zile/perioadă/punct). În acest fel, au fost vizitați adulții a trei generații (generația hibernantă și generațiile I și II), conform rezultatelor din Capitolul 5.3.4.3., fiind considerate generațiile responsabile pentru vătămirile provocate până la finalul sezonului de vegetație.

În fiecare zi de observație au fost efectuate douăsprezece monitorizări orare, în intervalul 08:00 – 19:00. Astfel, numărul mediu de adulți pe o frunză a fost determinat din oră în oră, la ore fixe (de exemplu, 08:00, 09:00 etc.). Numărul mediu de adulți pe o frunză (adulți \times frunză⁻¹) s-a calculat cu ajutorul Relației 10.

Ținând cont că temperatura și umiditatea aerului sunt considerate a fi cei mai determinanți factorii climatici asupra etologiei insectelor (Kocmánková et al., 2009; Lindsey & Newman, 1956; Pathak et al., 2012; Shrestha, 2019; Skendžić et al., 2021; Uvarov, 1931), s-a decis studierea influenței acestor doi factori asupra comportamentului diurn al ploșniței dantelate a stejarului. În acest scop, s-a recurs la

Înregistrarea temperaturii și umidității medii a aerului pentru fiecare oră, în intervalul 08:00 – 19:00. Datele climatice au fost înregistrate cu ajutorul senzorilor Pro v2 Logger (HOBO) și descărcate cu ajutorul softului HOBOWare (HOBO).

Tabelul 3. Perioadele în care s-au efectuat monitorizări în cele trei suprafețe experimentale.

Perioada	Generația urmărită	Ziua 1	Ziua 2	Suprafața experimentală
18-26 mai 2020	Adulții proveniți din generația hibernantă	20 mai	21 mai	Incinta-Călărași
		18 mai	19 mai	Ceagău-Giurgiu
		25 mai	26 mai	Ștefănești-Ilfov
20-30 iulie 2020	Adulții proveniți din prima generație	20 iulie	21 iulie	Incinta-Călărași
		22 iulie	23 iulie	Ceagău-Giurgiu
		28 iulie	30 iulie	Ștefănești-Ilfov
31 august-8 septembrie 2020	Adulții proveniți din generația a doua	31 august	01 septembrie	Incinta-Călărași
		02 septembrie	03 septembrie	Ceagău-Giurgiu
		07 septembrie	08 septembrie	Ștefănești-Ilfov

Analiza statistică a datelor

Pentru determinarea relației dintre dinamica activității diurne a adulților și factorii climatici determinanți, s-a apelat la un model liniar cu efecte mixte prin care s-a evaluat influența temperaturii, umidității relative a aerului, a suprafeței experimentale, a generației și a orei în care s-a prelevat proba asupra numărului mediu de adulți pe frunză. Numărul mediu de adulți pe o frunză s-a stabilit ca variabilă dependentă, în timp ce temperatura, umiditatea relativă și ora au fost stabilite ca variabile fixe independente, cu suprafața experimentală și generația ca variabile aleatorii. Modelul dezvoltat este prezentat în Relația 11.

$$d_{ijk} = a + u_i + v_{ij} + w_k + b \times O + c \times T + e_{ijk} \quad (\text{Relația 11})$$

unde:

d_{ijk} este numărul mediu de adulți pe o frunză; a, b și c sunt parametrii ficși;

O și T sunt ora și temperatura;

v_{ij} este un parametru aleatoriu specific pentru a "j" observație în cadrul a "i" suprafață experimentală;

w_k este un parametru aleatoriu de generație, specific observațiilor efectuate în a "k" perioadă;

u_i este un vector de parametri aleatorii ai suprafeței experimentale, specific suprafeței experimentale i;

e_{ijk} este eroarea reziduală.

Pentru a ține seama de autocorelația temporală, în modelul dezvoltat s-a specificat structura specifică de autocorelare stațională ARIMA.

Pentru că lipsa de normalitate a datelor, verificată prin aplicarea testului Shapiro nu a permis utilizarea coeficientului de corelație Pearson, s-a recurs la coeficientul de corelație Sperman pentru a studia relația între numărul mediu de adulți pe o frunză și parametrii climatici (temperatura și umiditatea relativă a aerului). De asemenea, pentru a studia eventualele tendințe ale dinamicii diurne a populației ploșniței, temperaturii și umidității relative a aerului, s-a recurs la curba polinomială de gradul 2.

Analiza statistică a fost realizată utilizând softul R v.4.1.2. (R Core Team, 2020), pentru modelare utilizându-se pachetul "nlme" (Pinheiro et al., 2020).

4.5. Metodologia cercetărilor privind propunerile de management al insectei în ecosistemele de cvercinee din România

4.5.1. Metodologia pentru elaborarea metodelor de depistare a insectei în pădurile de cvercinee

Elaborarea protocoalelor de lucru pentru depistarea insectei *C. arcuata* (după prezența insectei și după atacul caracteristic) s-a realizat prin luarea în considerare a tuturor informațiilor și observațiilor realizate cu ocazia lucrărilor corespunzătoare Obiectivelor 1-4.

4.5.2. Metodologia cercetărilor pentru experimentările privind depistarea insectei cu ajutorul panourilor cu adeziv

În perspectiva implementării unui sistem de depistare rapidă a insectei invazive *Corythucha arcuata* precum și pentru a eficientiza munca personalului de teren, în perioada 2020-2021, în suprafața experimentală Ștefănești-Ilfov, s-a derulat un experiment pe bază de panouri cu adeziv, pentru a testa modul de atracție a adulților atât din punct de vedere cromatic, cât și olfactiv.

Colectarea datelor

Experimentul pe bază de panouri cu adeziv, derulat în anul 2020, a avut drept scop testarea modului de atracție a adulților atât din punct de vedere cromatic, cât și olfactiv. Astfel, în cuprinsul suprafeței experimentale au fost amplasate trei puncte de observație, la o distanță de 500 de m între ele, iar în cadrul fiecărui punct, au fost instalate câte opt panouri cu adeziv, amorsate și neamorsate (Tabelul 4, Figura 4).

Tabelul 4. Punctele de observație instalate în anul 2020 în suprafața experimentală Ștefănești-Ilfov (localizare și număr de panouri instalate pe variante).

Caracteristici puncte de observație	Punctul de observație		
	1	2	3
Coordonate geografice	44°30'16"N 26°10'20"E	44°30'14"N 26°10'19"E	44°30'11"N 26°10'17"E
Număr panouri galbene, amorsate cu feromon kairomonal cu etanol	2	2	2
Număr panouri galbene, neamorsate	2	2	2
Număr panouri albe, amorsate cu feromon kairomonal cu etanol	2	2	2
Număr panouri albe, neamorsate	2	2	2
Număr total de panouri	8	8	8

În intervalul aprilie-august 2020, panourile au fost monitorizate periodic, la aproximativ 7 zile, curățându-se de insectele capturate și înregistrându-se numărul de adulți din specia *C. arcuata* (Figura 5).

Experimentul pe bază de panouri cu adeziv derulat în anul 2021 a avut drept scop testarea modului de atracție a adulților strict din punct de vedere olfactiv. În acest sens, s-a recurs la experimentarea capturării adulților de *Corythucha arcuata* la panouri albe cu adeziv, amorsate cu trei variante comerciale de balsam parfumat, în care se regăsesc mai multe tipuri de substanțe chimice (Tabelul 5).

Instalarea panourilor s-a realizat în aceleași trei puncte de monitorizare stabilite în anul 2020, pe cuprinsul suprafeței experimentale Ilfov-Ștefănești. Astfel, în fiecare punct au fost instalate un număr de 6 panouri amorsate (câte două panouri din fiecare variantă) (Tabelul 6). De asemenea, în aceleași puncte de monitorizare au mai fost instalate și panouri neamorsate (denumite "martor" și fiind considerate panouri de referință), cu scopul de a scoate în evidență atractivitatea diferitelor variante de balsam parfumat.

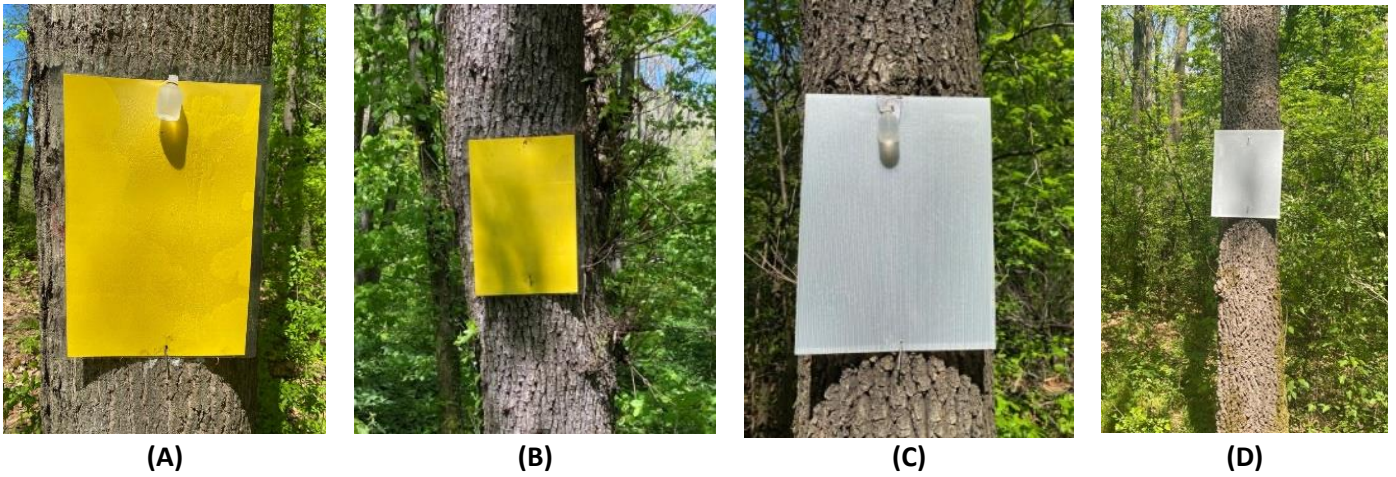


Figura 4. Tipuri de panouri instalate în anul 2020: **(A)** galben amorsat cu etanol; **(B)** galben neamorsat; **(C)** alb amorsat cu etanol; **(D)** alb neamorsat. Sursa foto: original.

În intervalul aprilie-august 2021, panourile au fost monitorizate periodic, la un interval de aproximativ 7 zile, ocazie cu care au fost înlăturate insectele capturate și s-a înregistrat numărul de adulți din specia *C. arcuata*.

Analiza statistică a datelor

Pentru a testa diferențele privind nivelul capturilor de adulți între variantele experimentale s-a utilizat testul neparametric Mann-Whitney U, iar prelucrarea statistică a datelor s-a realizat cu ajutorul softului STATISTICA 8.0 (StatSoft Inc, 2007).



Figura 5. Verificarea capturilor și înregistrarea adulților din specia *C. arcuata*. Sursa foto: original.

Tabelul 5. Amorsanți utilizați în capturarea insectelor în anul 2021.

Varianta tip amorsare	Denumire comercială balsam	Copuși chimici
Varianta 1	Forest	<5 % surfactanti cationici, Methylisothiazolinone, Methylchloroisothiazolinone, Butylphenyl Methylpropional, Hexyl cinnamal,
Varianta 2	Evrika	<5 % surfactanti cationici, Methylisothiazolinone, Methylchloroisothiazolinone, Hexyl cinnamal, Citronellol, Geraniol, Benzyl salicylate, Amyl cinnamal, Limonene, Linalool, Butylphenyl Methylpropional
Varianta 3	Lenor	<5 % surfactanti cationici, Alpha-isomethylionone, Citronellon, Coumarin, Hexyl cinnamal, Limonene, Linalool

Tabelul 6. Punctele de observație instalate în anul 2021 în suprafața experimentală Ștefănești (localizare și număr de panouri instalate pe variante).

Caracteristici puncte de observație	Punctul de observație		
	1	2	3
Coordonate geografice	44°30'16"N 26°10'20"E	44°30'14"N 26°10'19"E	44°30'11"N 26°10'17"E
Număr panouri varianta 1	2	2	2
Număr panouri varianta 2	2	2	2
Număr panouri varianta 3	2	2	2
Număr panouri varianta martor	1	1	1
Număr total de panouri	7	7	7

4.5.3. Metodologia pentru elaborarea metodei de supraveghere a insectei în culturile de cvercinee din România

Elaborarea metodei de supraveghere a insectei *C. arcuata* s-a realizat cu luarea în considerare a tuturor informațiilor culese cu ocazia observațiilor efectuate în cadrul lucrărilor realizate în perioada 2019-2021. Totodată, s-a ținut cont de prevederile Legii nr. 46/2008 – Codul Silvic, cu privire la instituirea sistemului de supraveghere a dăunătorilor forestieri.

4.5.4. Metodologia pentru elaborarea protocolului de stabilire a gradului de vătămare produs de *Corythucha arcuata*

Și în acest caz, s-a ținut cont de informațiile culese cu ocazia observațiilor și lucrărilor efectuate, urmate de analiza acestora și adoptarea unei metodologii adecvate.

4.5.5. Metodologia cercetărilor pentru experimentările privind combaterea chimică a insectei

Colectarea datelor

Experimentările au fost realizate în anul 2020, în suprafețele experimentale Udeanca și Chiricanu-Giurgiu. Distanța dintre cele două suprafețe experimentale este de cca. 2 km, acestea fiind izolate de alte trupuri de pădure, neexistând riscul de migrare a insectelor. În timpul experimentului au fost luați în considerare doi factori: modul de acțiune a insecticidului (de contact sau sistemic) și norma de consum: 30 litri/ha – în cazul aplicării fine (en., low-volume – denumit LV în continuare) și 3 litri/ha – în cazul aplicării ultra-fine (en., ultra-low-volume – denumit în cele ce urmează ULV).

Suprafața experimentală Udeanca-Giurgiu a fost tratată cu insecticidul de contact (Alfametrin 10CE), pe întreaga suprafață de 190 ha. Au fost aplicate atât stropiri cu volum redus (LV: 0.1 litri/ha produs comercial în 29.9 L/ha apă), cât și stropiri cu volum ultraredus (ULV: 0.1 litri/ha produs comercial în 2.9 litri/ha apă). Alfametrin 10CE este un insecticid din grupa piretroizilor de sinteză care acționează asupra insectelor prin contact și ingerare și are ca substanță activă alfa-cipermetrinul.

Suprafața experimentală Chiricanu-Giurgiu a fost tratată cu insecticidul sistemic (APIS 200SE), pe întreaga suprafață de 160 ha. Au fost aplicate atât stropiri cu volum redus (LV: 0.2 litri/ha produs comercial în 29.8 litri/ha apă), cât și stropiri cu volum ultraredus (0.2 litri/ha produs comercial în 2.8 litri/ha apă). APIS 200SE este un insecticid neonicotinoid, pe bază de substanță activă acetamiprid, care pătrunde rapid în frunzele arborilor și acționează asupra tuturor stadiilor de dezvoltare ale insectelor.

Conform biologiei insectei *Corythucha arcuata* descrisă în Capitolul 5.2, adulții își încep activitatea de hrănire la jumătatea lunii aprilie, iar începând cu a doua decadă a lunii mai depun ouă, urmând ca la începutul lunii iunie să apară nimfele. Tratamentele experimentale au fost programate în așa fel încât insecta să se găsească în stadiul de nimfă. Nimfele sunt lipsite de aripi, prin urmare acesta a fost considerat stadiul cel mai vulnerabil pentru insectă, având în vedere incapacitatea lor de a zbura. În acest mod, tratamentele au fost aplicate pe data de 24 iunie 2020 când o proporție mare din populația

de *Corythucha arcata* a fost în generația I – stadiul de nimfă, dar în același timp, încă erau prezenți și adulți activi din generația hibernantă.

Pe parcursul aplicării tratamentelor, temperatura medie a fost de 25-26°C. De asemenea, atât în ziua tratamentului, cât și în perioada următoare nu au fost înregistrate precipitații. Având în vedere că producătorul produsului Alfametrin recomandă aplicarea stropirilor atunci când temperatura aerului nu depășește 23-25°C, condițiile climatice în situația prezentă nu ar trebui să influențeze eficacitatea tratamentului.

Pentru efectuarea stropirilor s-a utilizat un elicopter Kamov KA-26 (Figura 6) echipat cu un dispozitiv GPS Aera 660 (Garmin) folosit pentru încărcarea și urmărirea traseului prestabilit. Orientarea în timpul zborului s-a realizat pe baza poligoanelor de zbor încărcate în echipamentul GPS, cu distanța dintre liniile de zbor stabilită la 35 m. Traseului de zbor a fost înregistrat de dispozitivul GPS (Figura 6) și, în acest fel, s-a constatat că distanța dintre liniile de zbor a asigurat acoperirea corespunzătoare cu substanță atât pentru suprafața experimentală Chiricanu, cât și pentru Udeanca. Viteza de zbor a fost cuprinsă între 100 și 120 km/h, iar înălțimea de zbor deasupra coronamentului a fost de 10-15 m. Pentru pomparea substanței cu volum redus (LV) elicopterul a fost echipat cu instalație PIRNA, care pulverizează picături de 150-400 μ . Pentru pomparea soluției cu volum ultraredus (ULV), elicopterul a fost echipat cu o instalație Micronair AU5000, prevăzută cu o sită rotativă care produce și pulverizează picături aproximativ egale, cu diametrul de cca. 100 μ .

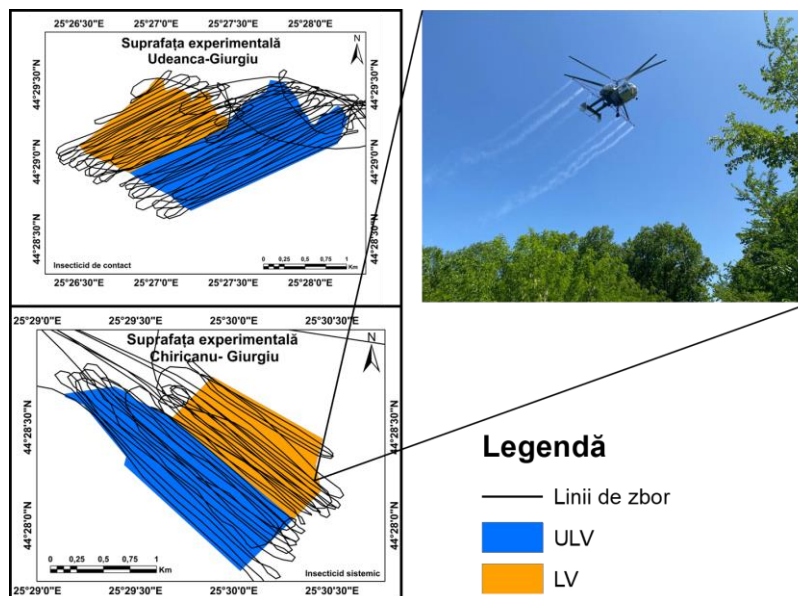


Figura 6. Analiza traseului de zbor al elicopterului înregistrat de dispozitivul GPS. Sursa foto: original.

Pentru a stabili eficacitatea fiecărui tratament, s-a comparat nivelul populației (exprimat în număr mediu de nimfe pe o frunză) din ziua aplicării tratamentelor (Momentul 0) cu nivelul populației după 15 zile (Momentul 1), aceasta fiind perioada activă a substanței considerată de producători. În continuare, pentru a urmări măsura în care zonele tratate se reinfestază, s-a continuat monitorizarea prin înregistrarea densității populației la un interval de 5-9 zile, până la începutul lunii august (Momentele 2-5).

În consecință, au rezultat 6 momente de monitorizare în care a fost înregistrată densitatea populației:

- Momentul 0 (24 iunie 2020): ziua aplicării tratamentelor
- Momentul 1 (9 iulie 2020): stabilirea eficacității tratamentelor
- Momentul 2 (16 iulie 2020): verificare reinfestare
- Momentul 3 (24 iulie 2020): verificare reinfestare
- Momentul 4 (29 iulie 2020): verificare reinfestare
- Momentul 5 (5 august 2020): verificare reinfestare

Nivelul populației de *Corythucha arcuata* din fiecare moment s-a stabilit prin calcularea densității medii în stadiul de nimfă. Pentru aceasta, în fiecare moment de monitorizare au fost colectate 30 de frunze din 10 arbori de probă, rezultând un total de 300 de frunze. Densitatea medie s-a calculat prin raportul dintre numărul total de nimfe identificate și numărul total de frunze (300). Pentru a asigura o distribuție cât mai uniformă a frunzelor colectate, jumătate din numărul acestora (150 frunze) au fost recoltate din jumătatea superioară a coroanei și jumătate (150 frunze) din jumătatea inferioară a coroanei arborilor. Arborii de probă aleși pentru Momentul 0 au fost marcați și numerotați astfel încât în verificările ulterioare să fie controlați aceiași 10 arbori, evitând în acest fel vicierea rezultatelor.

Pentru că insecta *Corythucha arcuata* produce vătămări atât în stadiul de nimfă, cât și în stadiul de adult, prin străpungerea epidermei frunzei și extragerea sevei celulare, s-a considerat că determinarea nivelului de vătămare produs de insecte pe întreg sezonul de vegetație poate fi o altă metodă de verificare a eficienței tratamentelor. Astfel, pentru a evalua nivelul de vătămare produs de *Corythucha arcuata*, în luna septembrie a anului 2020, au fost efectuate observații pe o rețea de puncte de observație (Figura 7) amplasată în cele două păduri experimentale utilizând dispozitiv GPS Juno SB (Trimble) cu software Terrasync (Trimble), cu o precizie de 5 metri. În jurul fiecărui punct de observație au fost aleși pentru evaluare cei mai apropiați 10 arbori de centrul punctului (Figura 7).

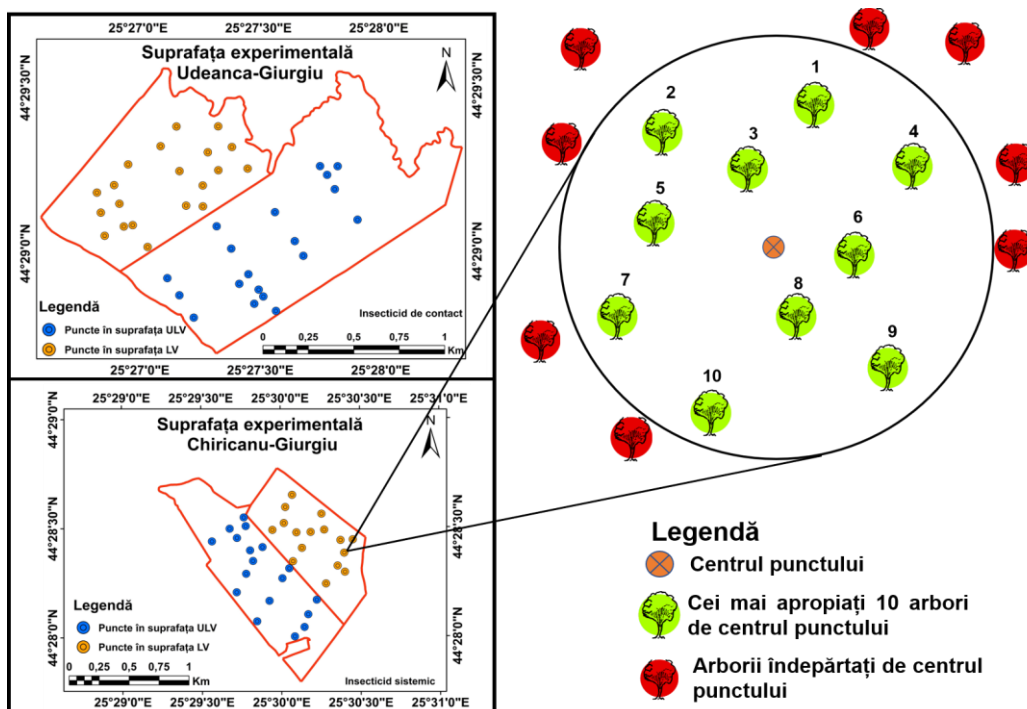


Figura 7. Rețeaua punctelor de observație stabilită pentru evaluarea nivelului de vătămare.

Pentru evaluarea intensității atacului produs de insecte pe fiecare arbore s-a recurs la metoda aprecierii vizuale a gradului de decolorare a frunzișului ca abatere de la culoarea normală a frunzelor (Tomescu et al., 2018). Prin urmare, intensitatea atacului a fost evaluată în procente de decolorare din 5 % în 5 %, variind de la 0 % (neatacat) până la 100 % (puternic atacat). În acest sens, pentru ca procesul de evaluare a atacului să fie unitar pentru toate punctele din cele patru zone experimentale, s-a recurs la scara de decolorare dezvoltată în Protocolul de stabilire a gradului de vătămare produs de *Corythucha arcuata* (Capitolul 5.5.1.). Datele colectate privind intensitatea atacului au fost prelucrate statistic, și reprezentate grafic și procesate, prin analiza imaginii, în hărți tematice (Capitolul 5.5.5.).

Analiza statistică a datelor

Pentru a determina efectul produs de insecticidele administrate asupra populațiilor de nimfe (de contact vs. sistemic) și a normei de consum și modului de administrare a tratamentelor (LV vs. ULV) s-a aplicat testul neparametric Mann-Whitney U. Testele privind semnificația statistică au fost efectuate cu ajutorul softului STATISTICA 8.0 (StatSoft Inc, 2007).

Cartografierea datelor colectate privind intensitatea atacului

Hărţile tematice s-au bazat pe conturul celor două păduri experimentale și au fost obținute cu ajutorul softului ArcMap 10.3 (ESRI), folosind instrumentul “ArcToolbox-Special Analyst Tools-Interpolation-IDW”. Instrumentul menţionat a fost utilizat plecând de la ipoteza că fiecare punct măsurat are o influență locală care scade odată cu creșterea distanței și că valorile măsurate cel mai aproape de locația prezisă au o influență mai mare asupra valorii prezise decât cele mai îndepărtate. Ulterior, pentru cartografiere, a fost aplicată funcția “renderers raster data” prin metoda “stretched”. Pentru a evidenția diferențele spațiale dintre punctele de observație din punct de vedere al intensității atacului, fiecărui punct i-a fost atribuit un grad de vătămare (și culoare), în baza mediei valorilor celor 10 arbori din acel punct, după cum urmează:

- 0-10 % - decolorare foarte slabă, materializată pe hartă cu rampa de culoare verde închis-verde deschis;
- 11-25 % - decolorare slabă, materializată pe hartă cu rampa de culoare verde deschis-galben;
- 25-50 % - decolorare medie, materializată pe hartă cu rampa de culoare galben-portocaliu;
- 51-75 % - decolorare puternică, materializată pe hartă cu rampa de culoare portocaliu-roșu deschis;
- 76-100 % - decolorare foarte puternică, materializată pe hartă cu rampa de culoare roșu deschis-roșu închis.

4.6. Metodologia privind evidențierea percepției și a cunoștințelor respondenților din România în studiul pan-european “*Corythucha arcuata* în teritoriul invadat din Europa: percepția, cunoștințele sau disponibilitatea silviculturilor și a publicului larg de a acționa”

Studiul pan-european “*Corythucha arcuata* în aria sa invazivă în Europa: percepția, cunoștințele sau disponibilitatea silviculturilor și a publicului larg de a acționa” (Bălăcenoiu, Japelj, et al., 2021) a avut la bază un chestionar care a circulat în zece țări europene. Țările au fost alese, și mai apoi grupate, în așa fel încât percepția cetățenilor să fie studiată comparativ pe un gradient de invazie al insectei *Corythucha arcuata* (Tabelul 7).

Tabelul 7. Caracteristicile grupurilor de țări incluse în studiu.

Denumirea grupului	Caracteristicile grupului	Țări membre din grup
Absent	țări unde insecta <i>Corythucha arcuata</i> nu este (încă) prezentă	Belgia și Marea Britanie
Invazie	țări unde insecta a fost raportată cu maximum patru ani în urmă	Austria, Slovenia și Franța
Stabilit	țări unde ploșnița a produs invazii de cel puțin cinci ani	Croația, Italia, România, Serbia și Ungaria

Chestionarul a fost conceput în luna martie 2020, mai întâi în limba engleză și apoi a fost tradus în toate limbile celor zece țări. Pentru fiecare țară a existat cel puțin o persoană de contact, care a avut responsabilitatea de a traduce chestionarul din limba engleză în limba locală și, mai apoi, de a-l distribui pentru completare.

Distribuirea chestionarului a fost făcută exclusiv în formă digitală în toate cele zece țări incluse în studiu. Astfel, chestionarul, tradus în fiecare limbă, a fost încărcat pe platforma Google Forms și a continuat să fie asistat prin metoda “interviuri web asistate de calculator” (en., “computer-assisted web interviewing” – CAWI), prin care interviuatul urmărește un script furnizat implicit de platforma web. Pentru răspândirea chestionarului s-a folosit o abordare tip “bulgăre de zăpadă”, în care participanții la sondaj recrutează la rândul lor alți respondenți pentru studiu. Chestionarul a fost distribuit către publicul larg și către cadre academice și profesionale relevante prin liste de corespondență, e-mail și rețele sociale, cum ar fi Facebook, LinkedIn, Twitter și WhatsApp. Acesta a fost disponibil pentru

completare în perioada septembrie-octombrie, 2020, când efectele atacului produs de *Corythucha arcuata* au fost cel mai ușor de observat de publicul larg.

Obiectivul sondajului a fost să ajungă la grupuri țintă – silvicultori, activiști de mediu, iubitori de natură, proprietari de pădure, membrii ai unor ONG-uri care își desfășoară activitatea în mediul înconjurător precum și la publicul larg.

În plus față de rezultatele generale prezentate în studiul pan-european (Bălăcenoiu, Japelj, et al., 2021), în lucrarea prezentă au fost extrase răspunsurile primite de la chestionații proveniți din România, cu scopul de a evidenția percepția respondenților români cu privire la insecta *Corythucha arcuata*.

Proiectarea chestionarului

Chestionarul a fost împărțit în două secțiuni principale: prima a fost dedicată în mod specific problemei, cunoașterii și percepției asupra insectei *Corythucha arcuata*, iar a doua a cuprins întrebări asupra caracteristicilor socio-demografice ale respondenților.

Chestionarul a fost anonim și nu au existat mijloace prin care respondenții să poată fi identificați. Prin finalizarea și încărcarea chestionarului pe platformă, respondenții au fost informați că răspunsurile lor vor fi analizate și utilizate în contextul unui proiect de cercetare.

Întrebările au fost în mare parte cu răspuns de tip închis (cu mai multe tipuri de răspuns: răspuns binar (da/nu), mai multe variante de răspuns, scară de susținere Likert), dar au existat și întrebări de tip deschis.

Întrebările de tip deschis (în care chestionatul își poate exprima propria părere prin inserare de text) au furnizat un număr mic de răspunsuri și au fost foarte diverse. S-a procedat în așa fel încât aceste răspunsuri să nu afecteze analiza cantitativă a datelor. În schimb, cele mai frecvente răspunsuri au fost extrase și sintetizate pentru a putea fi prezentate.

Analiza statistică a datelor

Pentru a studia influența momentului de când insecta a intrat într-o țară asupra percepției respondenților, s-au constituit 3 grupe de țări: 1) absent 2) invazie și 3) stabilită. Având în vedere că din partea Regatului Unit au fost primite doar 15 răspunsuri, aceste informații au fost eliminate din orice analiză ulterioară a datelor. Astfel, în analiza finală au fost preluate datele din 9 țări europene.

Întrebările închise “da/nu” au fost analizate folosind modelele liniare mixte (en., linear mixed models) cu distribuție binomială a erorilor și legătură logit, iar cu țara de proveniență a răspunsurilor ca efect aleatoriu (en., random).

Întrebările cu mai multe variante de răspuns au fost analizate cu un model mixt ordinal, cu țara inclusă din nou ca efect aleatoriu.

Într-o primă etapă a fost constituit un model care include variabilele independente ca efecte fixe: dacă respondentul s-a autodeclarat silvicultor (da/nu), proprietar de pădure (da/nu), sexul (M/F), vârsta, grupa de țări.

Următoarea etapă a constat în compararea modelului completat cu fiecare model posibil printr-o procedură de selecție a modelului bazat pe criteriul informațional al lui Akaike (AIC). În acest fel, modelul cu cea mai mică valoare AIC este considerat cel mai bun model, având în vedere datele și setul de modele candidate.

Analiza statistică a datelor a fost realizată folosind programul statistic R (R Core Team 2020), cu pachetele “MASS”, lme4 (Bates et al., 2007; Venables & Ripley, 2002), ggalluvial (Brunson & Read, 2020) și “ordinal” (Christensen, 2019).

CAPITOLUL V REZULTATE ŞI DISCUŢII

5.1. Comportamentul invaziv al insectei *Corythucha arcuata* în pădurile de cvercinee din România

5.1.1 Reconstituirea modelului real al invaziei produse de insecta *Corythucha arcuata* în România

Prima raportare a speciei *Corythucha arcuata* în România a fost înregistrată în august 2015 (Don et al., 2016) în Grădina Botanică Macea din judeţul Arad (Figura 8). În luna octombrie a aceluiaşi an, în proximitatea Grădinii Botanice din Arad, insecta fost semnalată din nou (Rădac et al., 2017).

Un an mai târziu, în anul 2016, *Corythucha arcuata* a continuat să fie prezentă în vestul României, fiind observată de Rădac et al. (2017) în alte trei locaţii. De asemenea, în 2017 insecta a fost observată pentru prima dată în sudul ţării (Figura 8), atât în apropiere de Bucureşti (Chireceanu et al., 2017; Tomescu et al., 2018), cât şi în alte trei locaţii din Prahova, Teleorman şi Dolj (Tomescu et al., 2018).

În 2017, la doar doi ani după prima semnalare, rezultatele unui amplu proiect de cercetare naţional (Tomescu et al., 2018), al cărui scop principal a fost de a depista răspândirea acestei specii în România, au arătat că insecta a fost prezentă în 67 puncte din 124 de culturi din pepinieră/terenuri forestiere sau arborete cu specii din genul *Quercus* (Figura 8).

Punctele de observaţie în care *Corythucha arcuata* a fost semnalată în studiul anterior menţionat sunt situate la altitudini cuprinse între 34 metri (în Călăraşi) şi 534 metri (în Cluj). Din punct de vedere climatic, punctele unde insecta a fost prezentă se caracterizează prin temperaturi medii anuale cuprinse între 8,2 °C (în Cluj) şi 11,7 °C (Eşelniţa-Mehedinţi), temperatura medie a celei mai reci luni cuprinsă între - 4,5 °C (Călăraşi) şi - 0,8°C (Caraş Severin), temperatura medie a celei mai calde luni situată între 18,9 °C (Cluj) şi 28°C (Călăraşi), precipitaţii medii anuale cuprinse între 419,6 mm (Galaţi) şi 860 mm (Arad), precipitaţii medii ale celei mai secetoase luni între 14,3 mm (Macea-Arad) şi 50 mm (Ineu-Arad), precipitaţii medii ale celei mai ploioase luni între 61,7 mm (Galaţi) şi 120 mm (Arad) şi valorile indicelui de ariditate de Martonne cuprinse între 20,5 (Galaţi) şi 46 (Ineu-Arad) (Tomescu et al., 2018).

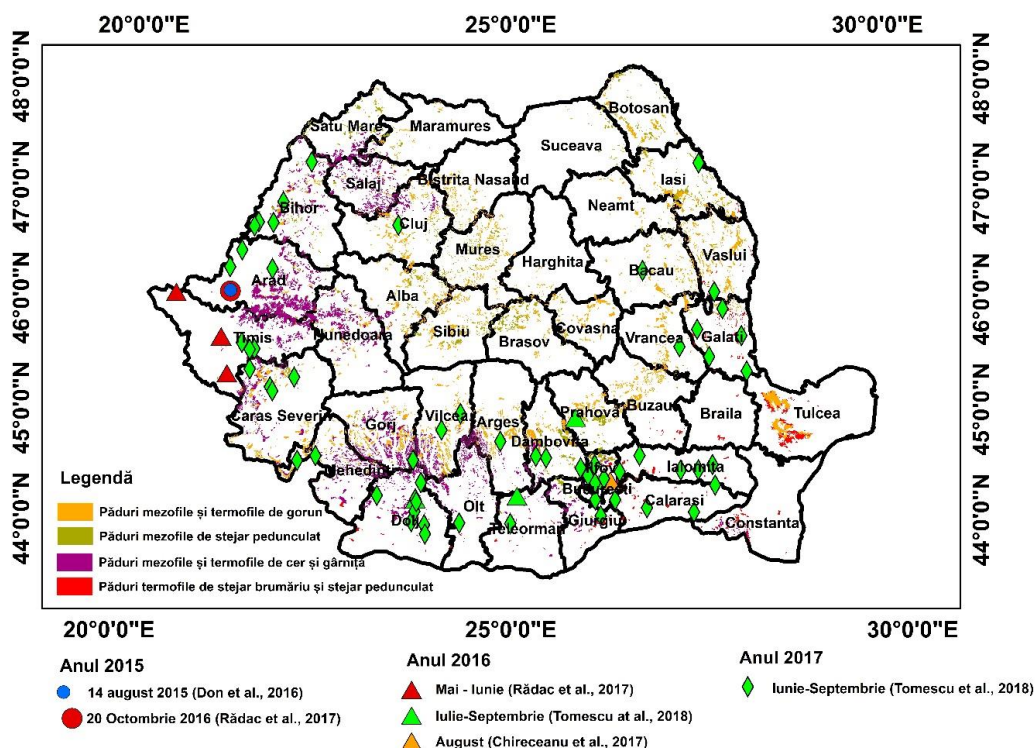


Figura 8. Locațiile în care insecta *C. arcuata* a fost raportată în perioada 2015-2017 (România).

5.1.2. Evoluția în timp a vătămărilor produse de *Corythucha arcuata* în ecosistemele forestiere de cvercinee în perioada 2017-2020

5.1.2.1. Situația vătămărilor produse de *Corythucha arcuata* în sezonul de vegetație 2017

În vestul și nord-vestul țării, insecta *Corythucha arcuata* s-a stabilit și a produs vătămări în principal în ecosisteme forestiere constituite din păduri termofile de cer și gârniță, acestea fiind reprezentative pentru această zonă (Figura 9).

În sudul țării, ploșnița a produs vătămări în diferite tipuri de ecosisteme forestiere, în funcție de altitudinea la care s-a stabilit. La cele mai joase altitudini din Câmpia Română a fost prezentă în păduri termofile de stejar brumăriu și stejar pufos sau în păduri termofile de cer și gârniță, precum și în păduri termofile de stejar pedunculat. În aceste ecosisteme forestiere intensitatea atacului a variat de la foarte slab la foarte puternic. Cu toate acestea, se evidențiază faptul că pădurile din Câmpia Vlăsiei au fost atacate puternic și foarte puternic, zona menționată fiind considerată cel mai afectat teritoriu din România (Tomescu et al., 2018). În același timp, la altitudini mai mari, insecta *C. arcuata* a fost întâlnită și în Subcarpații Getici din zona Argeșului, penetrând chiar și partea vestică a Subcarpaților de Curbură și stabilindu-se în principal în păduri mezofile de gorun. În aceste ecosisteme forestiere insecta a întâmpinat anumite limitări în procesul de hrănire, producând exclusiv decolorări cu o intensitate foarte slabă.

În sud-estul și nord-estul României, *Corythucha arcuata* s-a stabilit în principal în ecosistemele forestiere din Subcarpații de Curbură, dar a fost prezentă și în câteva din pădurile de cvercinee din partea de est a Câmpiei Române. Cu toate acestea, în nord-estul României (Regiunea Moldovei), insecta a fost prezentă în doar două puncte la sud de Bacău, ceea ce poate indica faptul că în anii următori urmează să invadeze și această regiune. În aceste teritorii insecta s-a limitat în a produce vătămări în păduri termofile de stejar și de gorun, de intensitate foarte slabă până la foarte puternică.

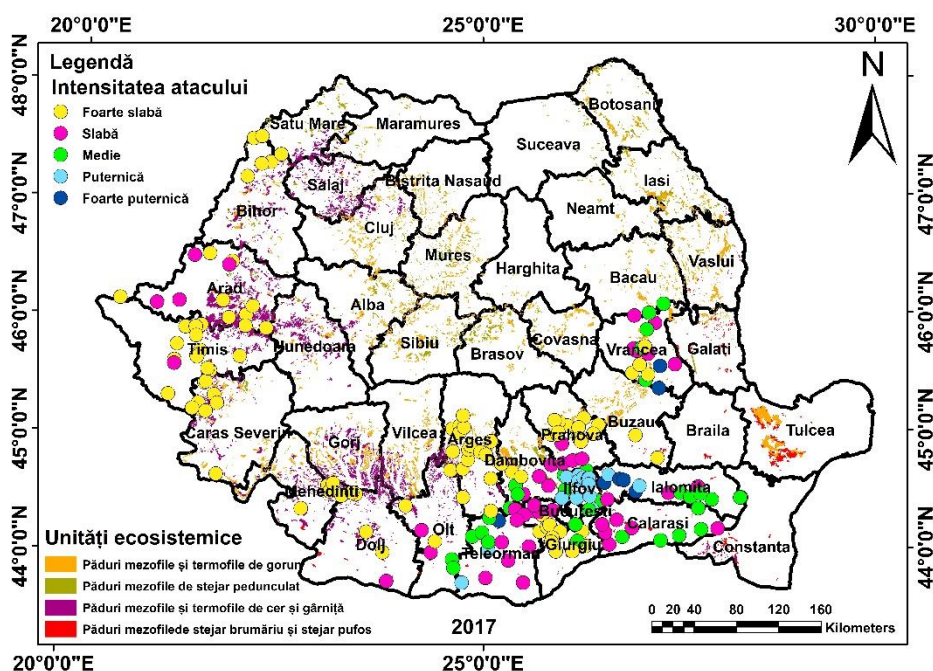


Figura 9. Situația vătămărilor produse de *C. arcuata* România, în sezonul de vegetație 2017.

5.1.2.2. Situația vătămărilor produse de *Corythucha arcuata* în sezonul de vegetație 2018

În anul 2018, atât în vestul, cât și în nord-vest României, într-un mod similar cu anul 2017, insecta s-a limitat în a produce vătămări doar în ecosisteme forestiere formate îndeosebi din păduri termofile de cer și gârniță (Figura 10).

În sudul țării, cu toate că insecta a dezvoltat focare în aceleași unități ecosistemice, precum cele din sezonul de vegetație precedent, în funcție de altitudinea la care s-a stabilit au fost înregistrate progrese în invadarea acestui teritoriu. În primul rând, este vizibil faptul că densitatea punctelor unde insecta a produs vătămări în păduri de cvercinee este mult mai mare decât în anul precedent. De asemenea, ploșnița dantelată a stejarului a înregistrat progrese în procesul de invazie și în Oltenia, stabilindu-se atât în noi păduri termofile de cvercinee din sudul regiunii, cât și în nordul acesteia, la altitudini ridicate, în păduri mezofile de gorun din județul Vâlcea.

Atât în regiunea sud-estică a țării, cât și în cea nord-estică, ploșnița a înregistrat progrese în procesul de invazie a ecosistemelor forestiere. Pe lângă pădurile mezofile de gorun din Subcarpații Curburii, insecta a fost prezentă pentru prima dată în pădurile mezofile de gorun din Podișul Moldovei, confirmând astfel tendința de extindere a arealului și în zona Moldovei. Din punct de vedere al gradului de decolorare, vătămarile provocate în aceste regiuni din estul țării au variat de la intensități foarte slabe la foarte puternice. Totodată, semnalarea pentru prima dată a insectei în pădurile termofile de stejar brumăriu și pufos (izolat chiar și în păduri de cer și gârniță) situate în Podișul Dobrogei confirmă faptul că insecta invadează teritorii noi, iar acest proces este în creștere.

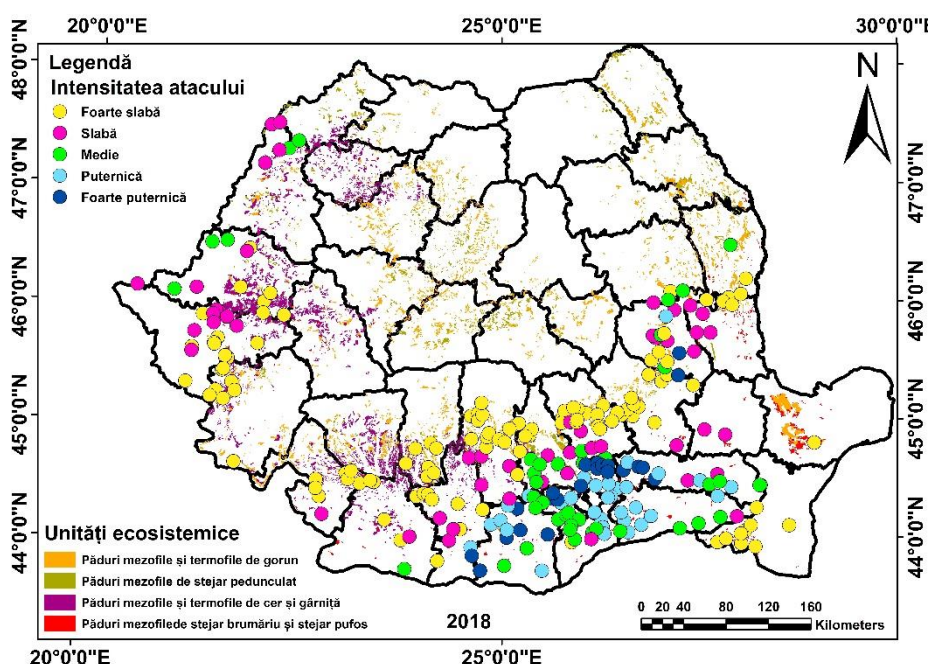


Figura 10. Situația vătămarilor produse de *C. arcuata* în România, în sezonul de vegetație 2018.

5.1.2.3. Situația vătămarilor produse de *Corythucha arcuata* în sezonul de vegetație 2019

Analiza situației vătămarilor produse de insectă în sezonul de vegetație 2019 arată că aceasta a înregistrat progrese semnificative în procesul de invazie atât în vestul, cât și în nord-vestul României (Figura 11). Astfel, în vestul țării s-a observat o tendință de sporire a intensității vătămarilor, în acest sezon de vegetație fiind înregistrate pentru prima dată decolorări foarte puternice provocate de ploșniță în pădurile termofile de cer și gârniță din județul Timiș. În același timp, în nord-vestul țării insecta și-a extins arealul în unități ecosistemice noi, fiind semnalată pentru prima dată în pădurile din județul Sălaj, propagându-se până la interferența dintre Câmpia Someșului și Depresiunea Maramureșului. În acest teritoriu insecta s-a stabilit în păduri mezofile de stejar pedunculat precum și în păduri termofile de cer și gârniță, intensitatea atacului variind între foarte slab și mediu.

Deși instalată încă din anii precedenți în partea de sud a țării, ocupând o mare parte din teritoriu, în 2019 insecta nu a mai înregistrat progrese importante din punct de vedere al răspândirii în spațiu. Mai mult, în Câmpia Română a scăzut ponderea punctelor în care s-au înregistrat decolorări puternice, fapt ce indică posibilitatea ca focarele din sudul țării să intre în declin.

În timp ce în sud-est s-a evidențiat o creștere a ponderii punctelor cu intensități puternice și foarte puternice ale decolorărilor, în special în pădurile mezofile de stejar pedunculat din județul Vrancea, în nord-est răspândirea insectei a avansat, propagându-se până în pădurile mezofile de gorun din județul Iași.

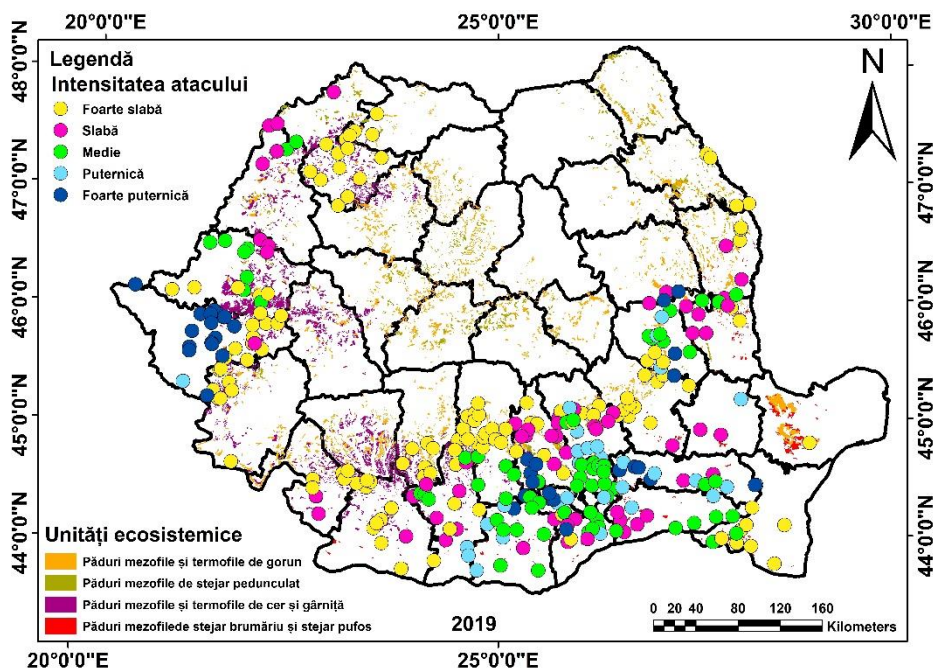


Figura 11. Situația vătămărilor produse de *C. arcuata* în România, în sezonul de vegetație 2019.

5.1.2.4. Situația vătămărilor produse de *Corythucha arcuata* în sezonul de vegetație 2020

Analizând situația vătămărilor produse de *Corythucha arcuata* pe parcursul sezonului de vegetație 2020, în pădurile de cvercinee din vestul și nord-vestul României se constată faptul că, în aceste teritorii, insecta a început să producă vătămări semnificative, crescând numărul punctelor cu grad de decolorare peste mediu, până la foarte puternic (Figura 12). Cu toate acestea, insecta a preferat în continuare ecosisteme forestiere constituite din păduri termofile de cer și gârniță.

În timp ce în sud-vestul țării, în pădurile de stejar brumăriu și pufos și în cele de cer și gârniță din Câmpia Olteniei au apărut, pentru prima dată, puncte unde *Corythucha arcuata* a produs vătămări foarte puternice, în unitățile ecosistemice din sud, s-a evidențiat o tendință de stingere a focarelor. Cu toate acestea, în ecosistemele forestiere din Câmpia Vlăsiei, izolat, încă s-au observat focare locale, unde intensitatea atacului provocat a fost puternică și foarte puternică.

Atât în sud-est, cât și în nord-estul României, spre deosebire de sezoanele de vegetație precedente, în anul 2020, insecta nu și-a extins semnificativ arealul, rămânând în aceleași unități ecosistemice. Cu toate acestea, în aceste teritorii s-a evidențiat o tendință de creștere a intensității vătămărilor, observându-se focare locale, unde intensitatea decolorărilor a depășit nivelul mediu. Situația înregistrată indică faptul că, în viitor, insecta ar putea dezvolta gradații în aceste regiuni. În același timp, în ecosistemele forestiere din Podișul Dobrogei, nici în sezonul de vegetație 2020, insecta nu și-a mai extins aria de răspândire și nu a înregistrat progrese din punct de vedere al intensității atacului, menținându-se la un nivel slab de decolorare.

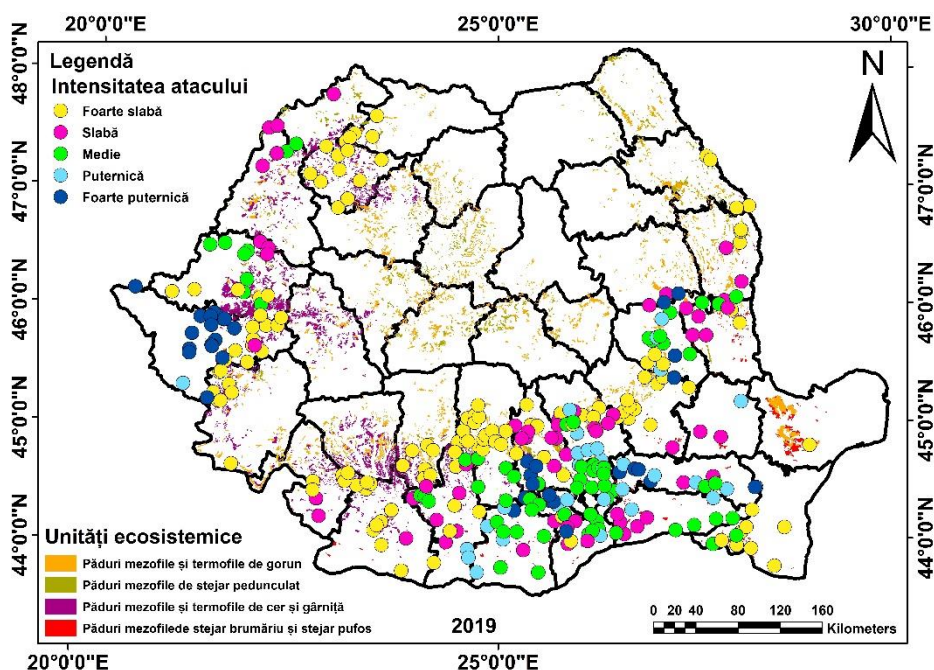


Figura 12. Situația vătămărilor produse de *C. arcuata* în România, în sezonul de vegetație 2020.

5.2. Ciclul biologic al insectei, fenologia, numărul și durata generațiilor dezvoltate în România

5.2.1. Stabilirea ciclului biologic, numărul și durata de dezvoltare a generațiilor dintr-un an

Potrivit observațiilor efectuate în condițiile climatice din sudul României, în suprafața experimentală Ștefănești-Ilfov, insecta *Corythucha arcuata* dezvoltă trei generații pe an și ierneză în stadiul de adult în locuri adăpostite. Observațiile efectuate asupra insectei în experimentul de creștere controlată în natură au permis obținerea unei fenograme care explică ciclul de viață al insectei *Corythucha arcuata* în pădurile din sudul României (Figura 13).

Generația	LUNA												
	I	F	M	A	M	I	I	A	S	O	N	D	
III	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
I							O	O	O				
							N	N	N	N			
							A	A	A	A	A	A	A
II										O	O	O	
							N	N	N				
										A	A	A	A
III										O	O		
										N	N	N	N
										A	A	A	A

Figura 13. Fenograma insectei *C. arcuata* în condițiile de mediu din anul 2020, în suprafața experimentală Ștefănești-Ilfov.

Se poate constata că adulții hibernanți, care provin din anul precedent, încep să devină activi în a doua decadă a lunii aprilie, când ies din locurile adăpostite (cum ar fi crăpăturile scoarței) și, în zbor, ajung pe frunzele arborilor gazdă proaspăt dezvoltate. Încep să se hrănească până la sfârșitul lunii mai, când femelele depun primele ouă. Femelele continuă să depună ouăle în mai multe ponte (vezi Capitolul 5.3.2.) până la jumătatea lunii iunie, când apar primele nimfe ale generației I, provenite din primele ouă depuse. Cu toate că nimfele se dezvoltă foarte rapid, ele continuă să apară până la finalul lunii iunie, ieșind din pontele depuse mai târziu. În această perioadă de sfârșit a lunii iunie apar deja primii adulți ai generației I, iar acest proces de apariție continuă până la începutul lunii iulie. Adulții primei generații pot supraviețui până în luna octombrie.

A doua generație începe la jumătatea lunii iulie, odată cu depunerea primelor ouă de către adulții primei generații. Femelele depun ouă până la începutul lunii august. Primele nimfe ale generației a II-a încep să iasă la sfârșitul lunii iulie și continuă să apară până la începutul lunii august. În prima parte a lunii august apar adulții generației a II-a, proces care continuă până în cea de-a doua decadă a aceleiași luni. Observațiile din anul 2020 au arătat că adulții celei de-a doua generații pot supraviețui până la finalul sezonului de vegetație, cei mai rezistenți retrăgându-se pentru iernare odată cu cei din generația a III-a.

A treia generație începe la finalul lunii august, atunci când apar primele ouă depuse de adulții generației a II-a. Depunerea ouălor continuă până în prima decadă a lunii septembrie. Nimfele apar în prima parte a lunii septembrie, odată cu eclozarea primelor ouă, și continuă să iasă până la jumătatea lunii. Adulții celei de-a treia generații apar în a doua decadă a lunii septembrie și sunt activi o lună, după care se retrag pentru iernare, urmând ca în anul viitor să reia ciclul de dezvoltare descris anterior.

Rezultatele unor studii care au urmărit dezvoltarea insectei *Corythucha arcuata* în Italia (Bernardinelli, 2000), și Ungaria (Csepelényi et al., 2017), confirmă faptul că rezultatele prezentate mai sus sunt în concordanță cu biologia insectei în zona invadată din Europa. Cu toate acestea, în zona de origine a acestui dăunător, în statul Delaware (SUA), insecta dezvoltă 2 generații complete pe an și o a treia parțială (Connell & Beacher, 1947).

5.2.2. Crearea unui model de predicție în dezvoltarea insectei pe baza gradelor-zile

Deoarece activitatea insectelor variază de la an la an în funcție de condițiile climatice, utilizarea datelor calendaristice privind ciclul biologic în managementul insectelor dăunătoare este considerată o metodă rudimentară și ineficientă (Murray, 2020). Având în vedere că insectele sunt exoterme, temperatura corpului lor și dezvoltarea acestora fiind afectată de temperatura externă, se consideră că un model fenologic care să funcționeze pe o scară de unități de căldură (grade-zile) este mult mai potrivit în managementul integrat al dăunătorilor în comparație cu unul bazat pe zile calendaristice (Jones & Brunner J F, 1993).

Conform acestui model, fiecare specie de insectă are nevoie să acumuleze o anumită cantitate de căldură pentru a parcurge etapele vieții, cum ar fi depunerea și eclozarea ouălor sau zborul adulților. În acest mod, atunci când se au în vedere activități specifice controlului insectei, cum ar fi depistarea sau combaterea acesteia într-un anumit stadiu de dezvoltare, modelul de predicție pe baza gradelor-zile este mult mai eficient decât modelul cu date calendaristice.

Având în vedere cele menționate mai sus, pe baza experimentului de creștere controlată a insectei *Corythucha arcuata*, s-a recurs la crearea unui model de predicție în dezvoltarea insectei pe baza gradelor-zile (Figura 14). Cei mai importanți parametri statistici ai acestui model sunt evidențiați în Tabelul 8.

Tabelul 8. Principalii parametri statistici în modelul de predicție a dezvoltării insectei pe baza gradelor-zile.

Generație	Stadiu de dezvoltare	Parametri statistici ai gradelor-zile				
		Minimum	Maximum	Medie	Deviație standard	Coeficient variație (%)
I	Ou	222.54	364.8	280.86	60.47	21.53
	Nimfă	326.8	588.59	430.56	76.72	17.81
	Adult	471.99	694.91	541.83	59.21	10.92
II	Ou	783.15	1093.65	863.46	95.01	11.00
	Nimfă	886.45	1232.03	1033.20	81.30	7.86
	Adult	1063.85	1232.03	1153.41	44.64	3.87
III	Ou	1189.95	1610.53	1369.46	108.51	7.92
	Nimfă	1189.95	1691.53	1523.67	101.48	6.66
	Adult	1516.28	1733.06	1669.29	45.51	2.72

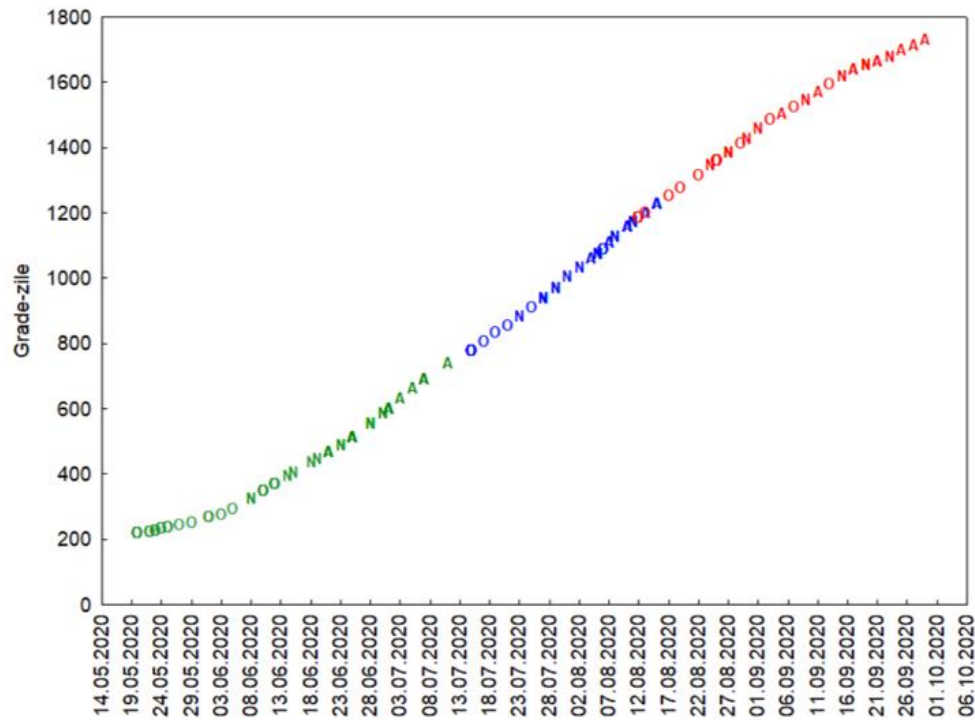


Figura 14. Modelul de predicție în dezvoltarea insectei pe baza gradelor-zile.

O = apariția stadiului de ou, N = apariția stadiului de nimfă; A = apariția stadiului de adult.
Culoarea verde-generația I; culoarea albastru-generația a II-a; culoarea roșu-generația a III-a.

Potrivit modelului conceput, în prima generație a insectei sunt necesare, în medie 280 grade-zile pentru ca femelele hibernante să depună ouă (minimum 222 grade-zile), 430 grade-zile pentru a atinge stadiul de nimfă și 541 grade-zile pentru a se dezvolta ca adult. În a doua generație valorile medii aferente gradelor-zile acumulate cresc: 863 grade-zile până la depunerea ouălor; 1033 grade-zile până la apariția nimfelor și 1153 grade-zile pentru ca nimfele să devină adulți. Pentru cea de-a treia generație, numărul gradelor-zile acumulate crește semnificativ: 1369 grade-zile pentru depunerea ouălor, 1523 grade-zile pentru apariția nimfelor și 1669 grade-zile pentru apariția adulților.

Modelul descris anterior nu poate ține locul observațiilor pe teren, dar poate ajuta la realizarea predicțiilor momentelor fenologice. Mai mult decât atât, observațiile de teren efectuate în paralel pot confirma rezultatele modelului de predicție, mai ales în cazul insectei *Corythucha arcuata*, care este o specie alogenă, și care prin comportamentul său invaziv își poate schimba stilul de viață de la un an la altul.

5.2.3. Tabelul de viață al populației insectei

Tabelele de viață sunt folosite deseori de ecologiști pentru a ține evidența modificărilor care apar în anumite etape în cadrul populației pe care o studiază. În entomologie este considerat un instrument important în înțelegerea modificărilor populației de insecte dăunătoare pe parcursul diferitelor etape, în cadrul unui ciclu de dezvoltare (Kakde et al., 2014).

Având în vedere cele menționate anterior, s-a considerat necesară elaborarea tabelului de viață al insectei *Corythucha arcuata*, pentru a înțelege mai bine dinamica populației insectei, pe stadii de dezvoltare, în cele trei generații pe care le dezvoltă în condițiile climatice din România.

Astfel, creșterea controlată a ploșniței și monitorizarea intensivă a depunerilor de ouă, a ecloziunii acestora, precum și a dezvoltării indivizilor rezultați au permis obținerea tabelului de viață al insectei *Corythucha arcuata* în condițiile staționale din suprafața experimentală Ștefănești-Ilfov (Tabelul 9).

Tabelul 9. Tabelul de viaţă al populaţiei de *C. arcuata* (suprafaţa experimentală Ştefăneşti-Ilfov).

Indicatori	Generaţia I	Generaţia a II-a	Generaţia a III-a
Număr cupluri M+F instalate	30	65	55
Număr cupluri M+F de succes	14	24	22
$l_{x_{ouă}}$ (număr mediu de ouă/cuplu)	38.9 ± 5	58.4 ± 5.8	55 ± 4.2
$d_{x_{ouă}}$ (mortalitate ouă)	44.5 %	34.3 %	4.7 %
$l_{x_{nimfeV1}}$ (număr mediu nimfe vârsta 1)	21.6 ± 2.8	38.4 ± 5.5	52.4 ± 4.4
$d_{x_{nimfeV1}}$ (mortalitate nimfe vârsta 1)	7.9 %	9.7 %	3.6 %
$l_{x_{nimfeV2}}$ (număr mediu nimfe vârsta 2)	19.9 ± 2.7	34.6 ± 4.9	50.5 ± 4.6
$d_{x_{nimfeV2}}$ (mortalitate nimfe vârsta 2)	4.7 %	8.5 %	3 %
$l_{x_{nimfeV3}}$ (număr mediu nimfe vârsta 3)	18.9 ± 2.6	31.7 ± 4.6	49 ± 4.6
$d_{x_{nimfeV3}}$ (mortalitate nimfe vârsta 3)	4.2 %	3.7 %	1.5 %
$l_{x_{nimfeV4}}$ (număr mediu nimfe vârsta 4)	18.1 ± 2.6	30.5 ± 4.3	48.3 ± 4.7
$d_{x_{nimfeV4}}$ (mortalitate nimfe vârsta 4)	3.1 %	3 %	0.5 %
$l_{x_{nimfeV5}}$ (număr mediu nimfe vârsta 5)	17.6 ± 2.5	29.6 ± 4.2	48 ± 4.7
$d_{x_{nimfeV5}}$ (mortalitate nimfe vârsta 5)	52.4 %	53.2 %	49.4 %
$l_{x_{adulți}}$ (Număr mediu adulți)	14.1 ± 2.8	27.4 ± 4.2	46.5 ± 4.8
$d_{x_{femele}}$ (indice sexual F/M+F)	0.4	0.5	0.5
SG (supraviețuirea generației)	65 %	71 %	89 %

Analiza statistică a datelor provenite din monitorizările efectuate în anul 2020, prezentată în Tabelul 9, arată că generația hibernantă a dat naștere primei generații, depunând în medie 38.9 ouă pe cuplu. Rata de succes a primelor depuneri de ouă a fost de 55.5 %, eclozând un număr mediu de 21.6 nimfe din prima vârstă, rezultat din depunerile fiecărui cuplu. După parcurgerea celor cinci vârste nimfale, rezultă un număr mediu de 14.1 adulți, 40 % dintre aceștia fiind femele.

După izolarea a altor 65 de cupluri obținute din generația I, a rezultat un număr mediu de 58.4 ouă pe cuplu, fiind semnificativ mai mare decât numărul de ouă rezultat din generația precedentă ($p = 0.013$). Rata de succes a depunerilor de ouă a fost de 66 %, obținând un număr mediu de 38.4 nimfe din prima vârstă, rezultate dintr-un cuplu de adulți. După trecerea prin cele cinci vârste, nimfele au dat naștere la un număr mediu de 27.4 adulți pe cuplu, semnificativ mai mare decât în generația precedentă ($p = 0.049$), 50 % dintre aceștia fiind femele.

Continuând observațiile, alte 55 de cupluri de adulți obținuți din generația a II-a au fost izolate și crescute controlat în natură. Aceștia au dat naștere ultimei generații din an, rezultând un număr mediu de 55 ouă pe cuplu. Diferența față de generația anterioară este nesemnificativă din punct de vedere statistic ($p > 0.05$), dar semnificativă față de generația I ($p = 0.012$). Din ouăle depuse de generația a III-a a rezultat un număr mediu de 52.4 nimfe din prima vârstă, înregistrându-se astfel o rată de succes a eclozării de 95 %. În final, după parcurgerea a celor cinci vârste, nimfele au dat naștere la un număr mediu de 46.5 adulți, fiind semnificativ mai mare decât în generațiile precedente (generația I: $p < 0.001$; generația a II-a: $p = 0.005$). În mod similar cu generația precedentă, femelele au avut o pondere de 50 % din numărul de adulți.

Comparând evoluția dezvoltării insectei pe stadii se observă o creștere evidentă a vitalității și prolificității odată cu trecerea dintr-o generație în alta. De asemenea, o creștere considerabilă se mai observă și în cazul ratei de supraviețuire, crescând de la 65 % în prima generație la 71 % în generația a doua și 89 % în cea de-a treia generație. Unul dintre factorii care au influențat pozitiv această creștere a nivelului populației odată cu trecerea generațiilor ar putea fi creșterea temperaturii medii de la o perioadă la alta. Pentru a confirma această ipoteză însă, este nevoie de compararea prezentelor rezultate cu alte studii care au urmărit dezvoltarea insectei la temperaturi constante.

Până în prezent nu au fost identificate studii în literatura de specialitate care să prezinte rezultate cu privire la variații ale populației de *Corythuca arcuata*, pe stadii de dezvoltare, la temperaturi constante. Cu toate acestea, rezultatele unui studiu care a dezvoltat tabelul de viață pe cinci temperaturi constante

pentru insecta *Corythucha ciliata* (Ju et al., 2011) arată că, odată cu creşterea temperaturilor de la 19 °C la 30 °C, creşte atât fecunditatea medie, cât şi rata de succes a parcurgerii tuturor stadiilor de dezvoltare. Având în vedere aspectele menţionate anterior, coroborate cu faptul că cele două specii (*C. ciliata* şi *C. arcuata*) provin din aceeaşi familie şi împărtăşesc o biologie similară, se poate presupune că sporirea temperaturii poate fi factorul cel mai important în creşterea evidentă a vitalităţii, prolificităţii şi a ratei de supravieţuire de la o generaţie la alta a insectei.

5.3. Morfologia, biometria, etologia şi preferinţele de hrănire ale insectei

5.3.1. Noţiuni noi privind unele elemente de morfologie şi biometrie a insectei

Morfologia insectei *Corythucha arcuata* a fost studiată şi descrisă în America de Nord încă din secolul al XX-lea (Drake & Ruhoff, 1965; Gibson, 1918) şi a continuat până în prezent, în zonele recent invadate din Europa şi Asia (Bernardinelli & Zandigiacomo, 2000; Forster et al., 2005; Mutun et al., 2009). Acest subiect a fost deja tratat în Capitolul 1, la secţiunea “Stadiul actual al cunoştinţelor”. Faţă de cele menţionate anterior, prezenta lucrare aduce câteva elemente noi atât din punct de vedere al morfologiei cât şi al biometriei.

5.3.1.1. Morfologia insectei în stadiul de adult

Adulţii au formă aproape rectangulară, cu nervurile sub formă de reţea, cu aspect aspru, iar conturul corpului este dantelat, de aici venind şi numele de ploşniţă dantelată. O parte semnificativă din corpul adulţilor este de culoare crem. Cu toate acestea, aripile sunt transparente cu tente de culoare brun închis, iar capul, abdomenul şi toracele sunt complet negre. Indivizii prezintă dimorfism sexual la nivelul ultimelor inele abdominale: femelele au respectivul inel umflat şi rotunjit în timp ce al masculilor are o formă ascuţită şi îngustă (Figura 15). Totodată, dimorfismul sexual vizează şi intensitatea petelor negre de pe aripi (masculul prezentând tente de culoare mai închise). Acest criteriu de diferenţiere poate fi înşelător întrucât poate fi influenţat de factori precum vârsta sau condiţiile meteorologice.

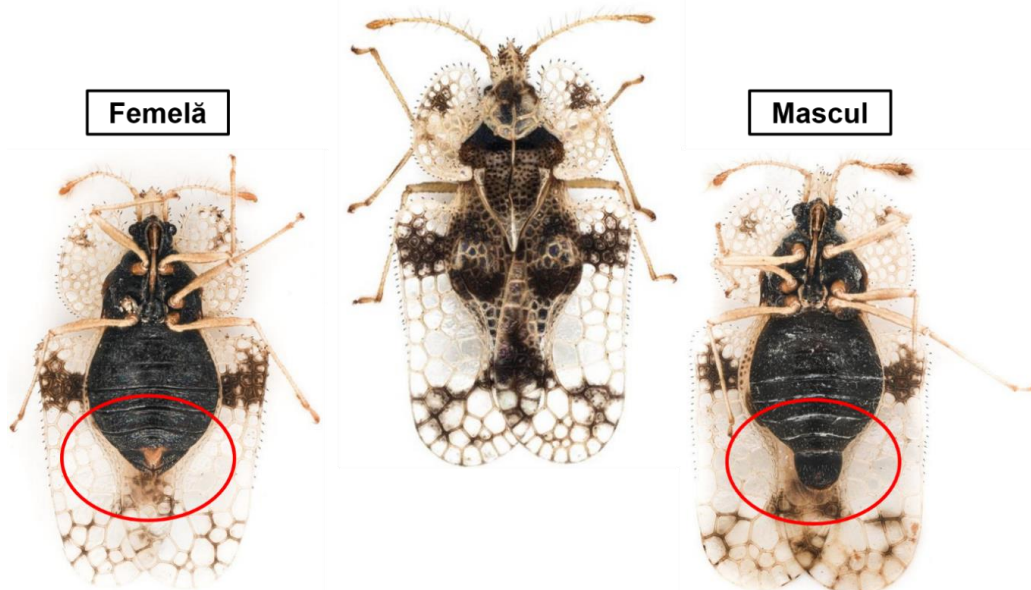


Figura 15. Adulţii de *C. arcuata* (mijloc) şi evidenţierea dimorfismului sexual (stânga femelă, dreapta mascul).

Sursa foto: adultul este colectat din suprafaţa experimentală Ştefăneşti-Ilfov, iar fotografia este făcută la Institutul Norvegian pentru Cercetarea Naturii (NINA), de către Arnstein Staverløkk.

În plus, adulţii par să se diferenţieze suplimentar din punct de vedere al mărimii corpului, masculii fiind mai mici decât femelele. După măsurarea a 146 de indivizi, analiza datelor a arătat că masculii au o lungime medie de 3.22 mm în timp ce lungimea medie a femelelor este de 3.28 mm, fără însă a fi identificate diferenţe asigurate statistic ($p > 0.05$). Aceste rezultate sunt similare cu rezultatele cercetărilor din Italia în anul în care insecta a fost semnalată pentru prima dată şi care au arătat că adulţii ploşniţei au lungimea medie cuprinsă între 3.0 şi 3.2 mm (Bernardinelli & Zandigiacomo 2000).

5.3.1.2. Morfologia insectei în stadiul de nimfă

Nimfele sunt aptere, iar pe parcursul dezvoltării lor parcurg cinci vârste nimfale. În prima vârstă, imediat după eclozare, acestea au o culoare deschisă, urmând ca mai apoi să se închidă complet la culoare, în vârstă a doua devenind brun-negricioase. Începând din vârstă a treia încep să aibă unele pete albe, iar pe suprafața corpului prezintă peri răsfirați.

Lungimea corpului nimfelor este cuprinsă între 0.35 și 2.15 mm, în funcție de vârstă. Lungimile medii pe vârste nimfale sunt următoarele: 0.47 mm vârsta I; 0.58 mm vârsta a II-a; 0.89 mm vârsta a III-a; 1.27 mm vârsta a IV-a și 1.90 mm vârsta a V-a.

După măsurarea a 595 de indivizi în stadiul de nimfă, analiza datelor a arătat că, din punct de vedere al lungimii nimfelor, toate vârstele nimfale se diferențiază statistic între ele.

5.3.2. Diferențe legate de numărul de ouă între generații

Fecunditatea femelelor de *C. arcuata* variază de la o generație la alta. Femela își poate plasa ouăle în 1-7 depuneri situate pe partea inferioară a frunzelor. Cercetările efectuate au arătat că numărul ouălor într-o depunere variază de la 1-2 până la maximum 124 ouă pe depunere, în fiecare generație.

Conform testului Mann-Whitney U, numărul mediu de depuneri pe o femelă diferă semnificativ de la o generație la alta: $p = 0.023$ pentru generația I în raport cu generația a II-a; $p = 0.043$ pentru generația a II-a în raport cu generația a III-a. În ceea ce privește diferențele de la o generație la alta pentru numărul mediu de ouă pe o depunere, rezultatele testului Mann-Whitney U sunt următoarele: $p < 0.001$ pentru generația I în raport cu generația a II-a; $p > 0.05$ pentru generația a II-a în raport cu generația a III-a.

5.3.3. Etologia insectei în pădurile de cvercinee din România

5.3.3.1. Etologia insectei în stadiul de nimfă

În prima și a doua vârstă, nimfele insectei, preferă să stea în aglomerări, pe lângă depunerile de ouă eclozate sau parțial eclozate. În a treia și a patra vârstă, rămân tot în aglomerări, însă, în general sunt așezate pe lungimea nervurii principale a frunzei. În ultima vârstă nimfală stau grupat, pe întreaga suprafață a părții inferioare a frunzelor. Procesul de năpârlire a nimfelor, pentru a trece dintr-o vârstă în alta, se produce tot pe fața inferioară a frunzelor, acolo unde rămân și exuviile nimfale (Figura 16).

Concluzionând, în stadiul de nimfă, insecta are un mod de viață gregar și își desfășoară activitatea de hrănire exclusiv pe partea inferioară a frunzelor, comportamentul fiind similar cu cel prezentat într-un alt studiu, făcut în Italia în anul 2000 (Bernardinelli & Zandigiacomo, 2000).

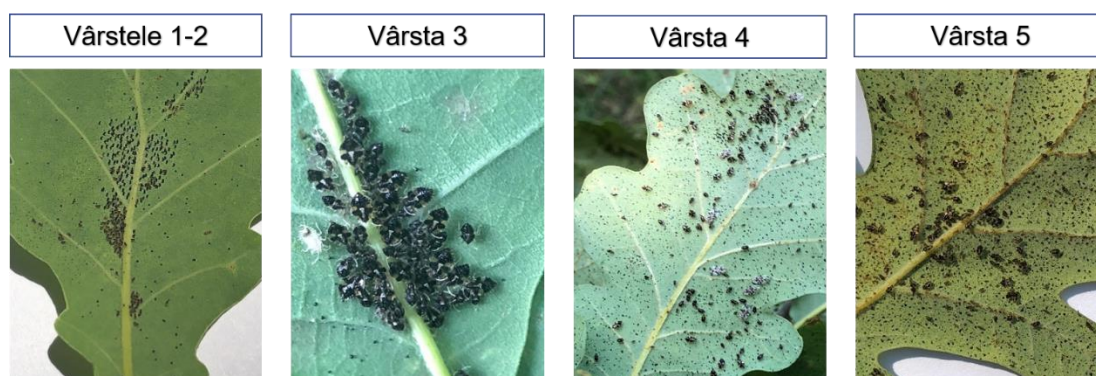


Figura 16. Modul de viață al nimfelor în funcție de vârsta nimfală în care se află. Sursa foto: original.

5.3.3.2. Etologia insectei în stadiul de adult

Similar cu modul de viață al nimfelor, adulții ploșniței se hrănesc pe partea inferioară a frunzelor, producând numeroasele pete caracteristice. Spre deosebire de nimfe, adulții preferă un mod de viață

individual (Figura 17A), acceptând totuși să trăiască într-un mod de viață gregar, însă doar atunci când încep să devină activi (în primăvară) sau atunci când se confruntă cu fenomenul de suprapunere a generațiilor și de suprapopulare (Figura 17B).

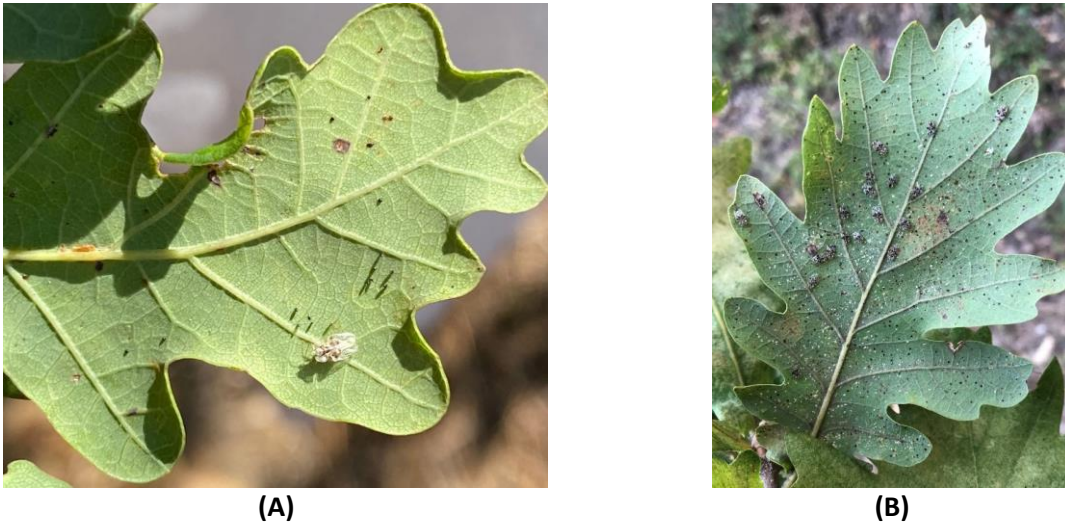


Figura 17. Modul de viață al adulților: **(A)** solitar; **(B)** gregar. Sursa foto: original.

Din cauza dimensiunilor mici, adulții de *Corythucha arcuata* nu sunt considerați buni zburători (Mutun et al., 2009), parcurgând distanțe scurte. Cu toate acestea, faptul că adulții sunt dotați cu aripi face dificilă urmărirea comportamentului lor individual pe parcursul vieții.

5.3.4. Vătămări produse și specii de gazdă preferate

5.3.4.1. Caracteristicile vătămarilor produse

Așa cum s-a precizat la Capitolul 1.6, vătămarile produse de *Corythucha arcuata* sunt realizate cu ajutorul aparatului bucal pentru înțepat și supt, cu care străpung epiderma din partea inferioară a frunzelor și se hrănesc astfel cu seva celulară (Mutun et al., 2009). Atacul acestei specii este produs atât de nimfe, în toate vârstele nimfale, cât și de adulți, pe toată durata sezonului de vegetație. Vătămarile produse de aceștia sunt vizibile atât pe partea inferioară a frunzelor, prin numeroasele pete caracteristice (Figura 18A), cât și pe partea superioară, prin decolorări clorotice tipice (Figura 18B).



Figura 18. Caracteristicile vătămarilor produse de *C. arcuata*: **(A)** partea inferioară a frunzei; **(B)** partea superioară a frunzei. Sursa foto: original.

Arborii atacați, priviți de la distanță, prezintă o colorație diferențiată a frunzișului, în funcție de intensitatea atacului. Cu cât decolorarea este mai intensă cu atât densitatea populației ploșniței este

mai mare și respectiv vătămarea este mai puternică. Arborii care nu sunt gazdă pentru ploșniță prezintă frunziș de culoare naturală.

5.3.4.2. Preferințele de hrănire ale insectei

Observațiile și măsurătorile efectuate în suprafața experimentală Ștefănești-Ilfov au arătat că adulții și nimfele speciei *Corythucha arcuata* au preferat pentru hrănire și, implicit, pentru depunerea ouălor, arborii de cer, în detrimentul arborilor de stejar pedunculat (Figura 19), diferența fiind semnificativă statistic ($p = 0.014$). Astfel, decolorarea medie produsă pe arborii de cer a fost de 88 %, în timp ce pe arborii de stejar pedunculat a fost de 76%. De menționat faptul că insecta *Corythucha arcuata* a preferat arborii din specia *Q. cerris* în condițiile în care cerul participă în compoziția arboretelor mai puțin decât stejarul pedunculat (4St2Ce2Te1Ca).

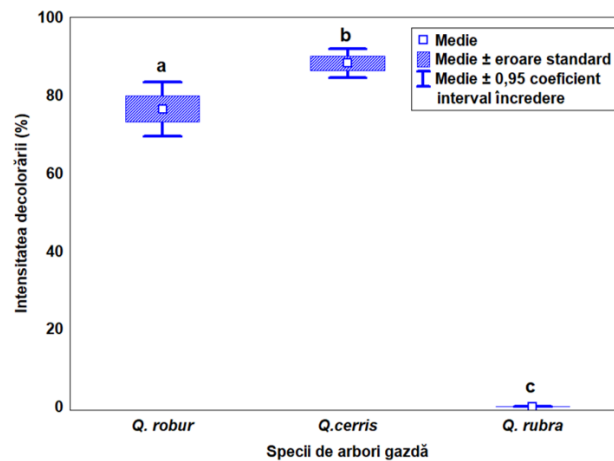


Figura 19. Decolorarea medie cumulată produsă de *Corythucha arcuata* pentru fiecare specie de cvercinee în suprafața experimentală Ștefănești-Ilfov (septembrie, 2021). Diferențele dintre mediile marcate cu literele a, b și c sunt asigurate statistic ($p < 0.05$), conform testului Mann-Whitney U.

Estimările parametrilor statistici proveniți din suprafața experimentală Băleanca-Ilfov au arătat că deși cerul participă cu cca. 60% în compoziția arboretelor și ar putea constitui principala sursă de hrană pentru insectă, aceasta preferă să se hrănească pe frunzele stejarului brumăriu. Procentul mediu al decolorărilor în cazul *Q. pedunculiflora* a fost de 93 %, iar la *Q. cerris* de 82 %, diferența dintre acestea fiind asigurată statistic ($p < 0.001$). Arborii de *Q. frainetto* (care ocupă 20 %) nu au fost la fel de preferați de insecte, media decolorărilor frunzișului fiind de doar 35 % (Figura 20).

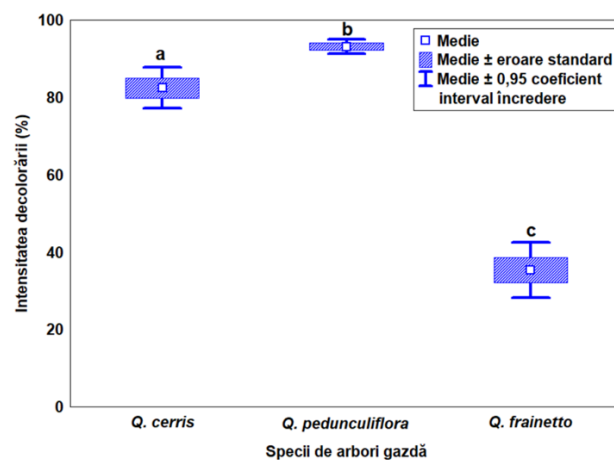


Figura 20. Decolorarea medie cumulată produsă de *Corythucha arcuata* pentru fiecare specie de cvercinee în suprafața experimentală Băleanca-Ilfov (septembrie, 2021). Diferențele dintre mediile marcate cu literele a, b și c sunt asigurate statistic ($p < 0.05$), conform testului Mann-Whitney U.

În suprafața experimentală Podu Pitarului-Călărași sunt predominante arborete de cer. Aici, în ultimii șase ani infestările au fost foarte puternice. Diferențele în ceea ce privește preferința de hrănire a dăunătorului au fost statistic semnificative ($p < 0.001$) pentru cele două specii, în favoarea cerului (Figura 21). Astfel, în timp ce media decolorărilor produse pe arbori de cer a fost de 53 %, arborii de gorun au înregistrat o decolorare medie de 33 %. Alegerea acestei suprafețe experimentale a avut în vedere faptul că pe lângă *Q. cerris*, care apare spontan, există și un arboret matur de *Q. petraea*, instalat artificial.

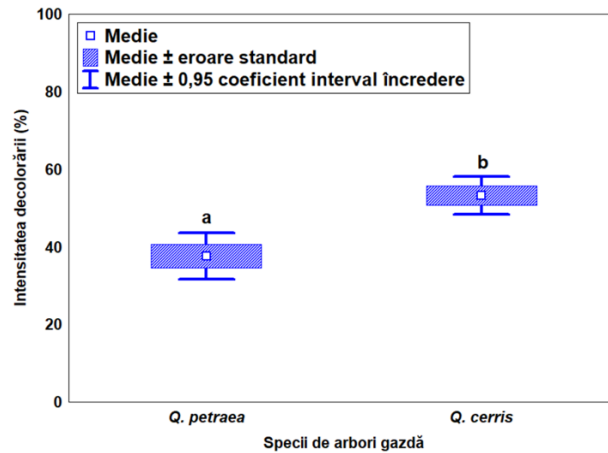


Figura 21. Decolorarea medie cumulată produsă de *Corythucha arcuata* pentru fiecare specie de cvercinee în suprafața experimentală Podu Pitarului-Călărași (septembrie, 2021). Diferențele dintre mediile marcate cu literele a și b sunt asigurate statistic ($p < 0.05$), conform testului Mann-Whitney U.

5.3.4.3. Dinamica vătămărilor produse de insectă de-a lungul unui sezon de vegetație

După centralizarea și prelucrarea datelor din teren, a fost posibilă reprezentarea grafică a evoluției gradului de decolorare produs de insecte, evidențiindu-se rolul fiecărui stadiu de dezvoltare în diverse momente din an (Figura 22).

Estimările parametrilor din data de 16 mai, atunci când în natură pot fi observați doar adulții generației hibernante (G0), evidențiază faptul că decolorarea frunzelor a fost abia sesizabilă, intensitatea fiind sub 1 % (Figurile 22 și 23). În data de 4 iunie, atunci când nimfele primei generații își încep activitatea și se alătură adulților hibernanți în procesul de hrănire, intensitatea decolorării a crescut la cca. 2 %, dar fără a exista o diferență semnificativă ($p > 0.05$) față de atacul din 15 mai. Pe data de 25 iunie, media decolorărilor a crescut semnificativ comparativ cu cea din 4 iunie ($p < 0.001$), ajungând la 22 %. La această decolorare au participat adulții generației hibernante, nimfele de toate vârstele din prima generație precum și primii adulți apăruiți din noul ciclu. În data de 12 iulie, intensitatea decolorării frunzelor a ajuns la cca. 43 %, fiind semnificativ statistic ($p < 0.001$) mai puternică decât la ultima monitorizare, 25 iunie. Până la începutul lunii august, efectele atacului au continuat să se intensifice, decolorarea cumulată ajungând la o medie de 60 %. Această creștere a vătămărilor cu aproximativ 17 % se diferențiază semnificativ statistic ($p = 0.008$) față de monitorizarea precedentă. Cu ocazia monitorizării din 06.09.2019 s-a constatat că decolorarea produsă de *Corythucha arcuata* a atins nivelul mediu de 95 %, o creștere cu 35 % față de începutul lunii august, diferența fiind semnificativă din punct de vedere statistic ($p < 0.001$). Pe lângă hrănirea adulților din generația hibernantă, a nimfelor și adulților din prima generație, precum și a nimfelor din cea de-a doua generație, la producerea decolorării aproape totală a frunzelor până la începutul lunii septembrie au contribuit și adulții din generația a doua, dar mai ales nimfele celei de-a treia generații.

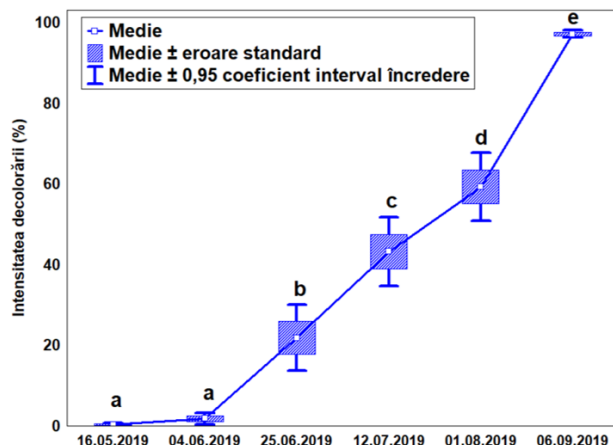


Figura 22. Evoluția gradului de decolorări produs de *C. arcuata* în suprafața experimentală Ștefănești-Ilfov. Diferențele dintre mediile marcate cu literele a, b, c, d și e sunt asigurate statistic ($p < 0.05$), conform testului Mann-Whitney U.

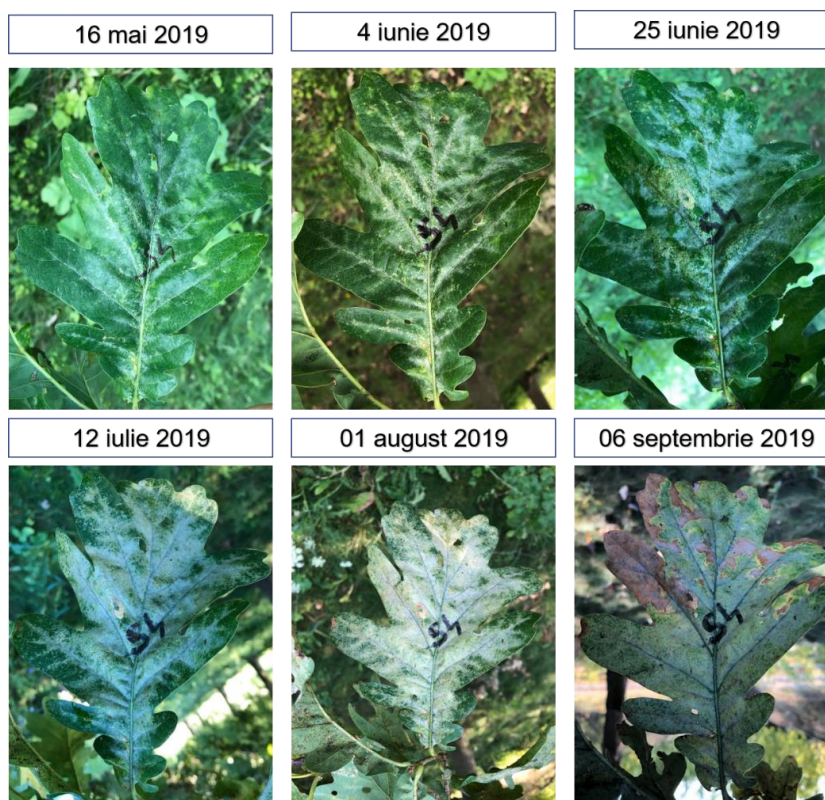


Figura 23. Evoluția decolorării frunzelor de stejar pedunculat de-a lungul sezonului de vegetație 2021, sub impactul hrănirii adulților și nimfelor de *C. arcuata* în suprafața experimentală Ștefănești-Ilfov. Sursa foto: original.

5.4. Relația dintre factorii climatici și dinamica populațiilor insectei

5.4.1. Dinamica sezonieră a activității adulților în condițiile de mediu din sud-estul României

În anul 2019, dinamica sezonieră a populației și a vătămărilor produse de aceasta arată că adulții insectei au fost activi toată durata sezonului de vegetație, de la începutul observațiilor (22.05.2019) și până în luna septembrie. În toate cele trei suprafețe experimentale numărul adulților a urmat un model crescător (Figura 24), similar cu cel al regimului termic, în timp ce umiditatea aerului a scăzut. Cu toate acestea, nu se poate afirma cu certitudine că între dinamica sezonieră a insectei și evoluția factorilor climatici există o corelație matematică.

Analiza datelor obținute în cele trei suprafețe experimentale arată că intensitatea zborului a fost redusă în perioada adulților proveniți din generația hibernantă (G0), medie în prima generație de adulți și mare în cazul adulților din generația a doua (Figura 24). Luând în considerare acest aspect, se poate afirma că dinamica populației insectei cunoaște trei perioade distincte:

- Prima perioadă începe cu a doua decadă a lunii mai și ține până în a doua decadă a lunii iunie (Figura 24). Este de remarcat faptul că la începutul observațiilor (luna mai) numărul de adulți a fost deja la un nivel maxim pentru această perioadă (<1 adult în medie pe o frunză) care, în timp, a scăzut în suprafețele experimentale Ștefănești-Ilfov și Ceagău-Giurgiu și a rămas relativ constant în Incinta-Călărași. Analiza datelor, prin valorile erorii standard și a intervalului de încredere, arată că, în această perioadă, variabilitatea este redusă (Figura 24).
- A doua perioadă este cuprinsă între ultima decadă a lunii iunie și a doua jumătate a lunii iulie (Figura 24). În această perioadă, numărul insectelor începe cu valori similare cu cele din prima perioadă, ulterior evidențiindu-se o creștere a populației adulților activi care înregistrează un vârf la mijlocul lunii iulie și, apoi, o scădere, revenind la valori scăzute. În această perioadă, valorile erorii standard și a intervalului de încredere indică o tendință de creștere a variabilității (Figura 24).
- A treia perioadă începe cu ultima decadă a lunii iulie și durează până în luna septembrie. Similar celei de-a doua perioade, în acest interval s-a înregistrat o creștere a numărului mediu de adulți pe o frunză până la un punct maxim, după care, numărul insectelor a început să scadă. Analiza datelor arată că, în această perioadă, valorile erorii standard și ale coeficientului de încredere înregistrează valori mai mari decât în perioadele 1 și 2, ceea ce indică faptul că, în această perioadă, s-a înregistrat cea mai ridicată variabilitate.

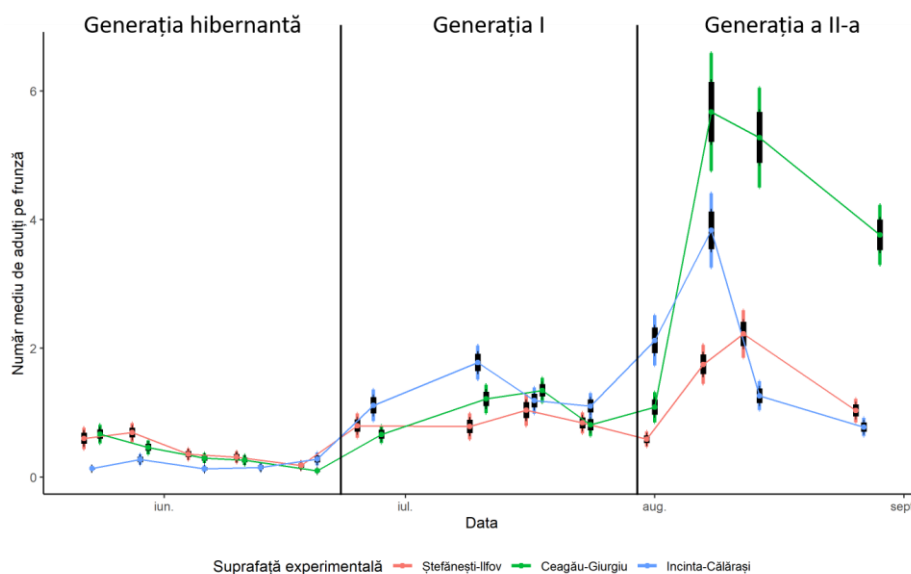


Figura 24. Dinamica sezonieră a activității adulților în anul 2020 în suprafețele experimentale Ceagău-Giurgiu, Incinta-Călărași și Ștefănești-Ilfov. Punctele de culori diferite reprezintă numărul mediu de adulți pe o frunză, chenarele negre reprezintă eroarea standard a numărului mediu, iar liniile de diferite culori reprezintă intervalul de încredere de 95 de procente. (Revizuit după Bălăcenoiu, Simon, et al., 2021).

5.4.2. Dinamica activității diurne a adulților și studiul factorilor climatici determinanți

5.4.2.1. Dezvoltarea unui model statistic pentru a studia relația dintre dinamica populației în stadiul de adult și factorii determinanți

Modelul dezvoltat a furnizat un nivel ridicat de semnificație pentru coeficienții variabilelor independente (temperatura și ora la care a fost efectuată observația), evidențiind astfel importanța acestora în înțelegerea dinamicii activității diurne a adulților de *Corythucha arcuata*. Conform modelului dezvoltat,

numărul mediu de adulți pe o frunză crește odată cu creșterea temperaturii aerului. Analiza datelor arată că, odată cu creșterea temperaturii aerului cu 1°C, numărul de adulți poate crește cu 0.019 adulți în medie pe frunză (Tabelul 10). Interesant este că dinamica activității diurne prezintă un model în care numărul mediu al adulților pe o frunză crește începând cu orele dimineții, până în jurul prânzului (14:00–15:00), atunci când proporția adulților stagnează pentru câteva ore, după care, începând cu orele 16:00 numărul adulților începe să se reducă (Tabelul 10).

Modelul liniar cu efecte mixte a arătat că activitatea insectelor din specia *Corythucha arcuata* a fost influențată, în mod evident, de factorii climatici – o constatare care este în concordanță cu rezultatele altor studii (Rahmathulla et al., 2012; Sharma et al., 2013; Supriadi et al., 2015; Willmer, 1982), care au indicat că și alte insecte sunt influențate de starea vremii. Analiza a mai arătat, de asemenea, că, dintre factorii climatici, temperatura aerului este crucială pentru activitatea insectelor – constatare care este în concordanță cu studii din domeniul ecologiei insectelor (Taylor, 1963; C. B. Williams, 1940, 1961; C. B. Williams & Osman, 1960). Mai mult decât atât, modelul statistic dezvoltat a evidențiat un alt factor important care influențează activitatea insectelor, și anume ora din momentul zilei în care se efectuează observațiile. Această constatare este în linie cu cea a unui studiu anterior menționat (Taylor, 1963) ale cărui rezultate au arătat că ora din zi influențează crucial comportamentul insectelor atât din cauza fluctuațiilor de temperatură, cât și diferențelor de intensitate a luminii, ambele putând inhiba zborul insectelor și, implicit, activitatea acestora.

Tabelul 10. Rezultate din aplicarea modelului liniar cu efecte mixte, utilizând temperatura și ora la care a fost prelevată proba ca variabile fixe (Revizuit după Bălăcenoiu, Simon, et al., 2021).

Parametri ficși	Estimări	Nivel semnificație
Intercept (ora 08:00)	0.18	$p < 0.001$
Temperatură (+1°C)	ora 08:00 + 0.02	$p < 0.001$
Ora: 09:00	ora 08:00 + 0.16	$p < 0.001$
Ora: 10:00	ora 08:00 + 0.13	
Ora: 11:00	ora 08:00 + 0.08	
Ora: 12:00	ora 08:00 + 0.11	
Ora: 13:00	ora 08:00 + 0.14	
Ora: 14:00	ora 08:00 + 0.12	
Ora: 15:00	ora 08:00 + 0.12	
Ora: 16:00	ora 08:00 + 0.06	
Ora: 17:00	ora 08:00 - 0.01	
Ora: 18:00	ora 08:00 - 0.02	
Ora: 19:00	ora 08:00 - 0.15	

5.4.2.2. Dinamica activității diurne a adulților în relație cu factorii climatici

În suprafața experimentală Ștefănești-Ilfov, în prima zi de observații asupra adulților proveniți din generația hibernantă, numărul mediu de adulți pe o frunză a înregistrat o creștere în prima parte a zilei după care a scăzut, fără a se putea identifica o legătură directă între această dinamică și factorii climatici (Figura 25). În a doua zi, numărul mediu al adulților a atins un maximum în jurul orei 14:00, în strânsă legătură atât cu temperatura ($r = 0.68$ $p = 0.003$), cât și cu umiditatea relativă a aerului ($r = -0.72$, $p = 0.003$). Numărul mediu al adulților primei generații, în prima zi de observații a înregistrat o tendință de creștere pe toată durata zilei, fără a se putea identifica o legătură directă cu fluctuațiile de temperatură și umiditate. În a doua zi de observații a adulților din prima generație numărul mediu al acestora pe o frunză a atins valoarea maximă în jurul orelor 14:00, fiind influențat atât de umiditatea relativă ($r = -0.51$), cât și de temperatura aerului ($r = 0.42$), însă aceste corelații nu prezintă asigurare statistică ($p > 0.05$). În a doua generație, în ambele zile de observații, dinamica diurnă a numărului mediu de adulți pe o frunză a înregistrat un maximum în jurul orei 12:00, după care a stagnat pentru ca apoi să scadă în a doua parte a zilei. În prima zi dinamica numărului mediu de adulți a fost influențată negativ de

umiditatea relativă din aer ($r = 0.58, p = 0.049$), însă în cea de-a doua zi de observații această relație nu a mai fost asigurată statistic.

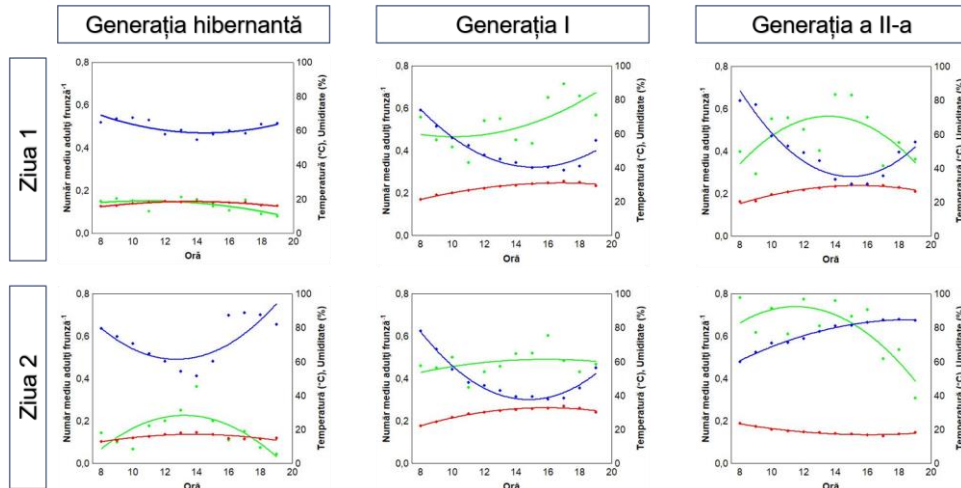


Figura 25. Dinamica diurnă a numărului mediu de adulți pe o frunză în relație cu factorii climatici din suprafața experimentală Ștefănești-Ilfov. Roșu = temperatura aerului ($^{\circ}\text{C}$), albastru = umiditatea relativă a aerului (%), verde = numărul mediu de adulți pe frunză. Revizuit după Bălăcenoiu, Simon, et al., 2021.

În suprafața experimentală Ceagău-Giurgiu numărul mediu al adulților pe o frunză proveniți din generația hibernantă, atât în prima, cât și în a doua zi de observații, a crescut până la prânz (orele 12:00-14:00), când a atins un maximum, după care a început să scadă, fără să fie identificate influențe semnificative ale factorilor climatici (Figura 26). Pe parcursul primei generații, în prima zi de observații, dinamica diurnă a adulților a urmat același model, cu un maximum înregistrat în jurul orelor 14:00-16:00, fiind influențată pozitiv de temperatura diurnă ($r = 0.79, p = 0.004$) și negativ de fluctuațiile umidității relative a aerului ($r = -0.83, p = 0.004$). În a doua zi, dinamica numărului mediu de adulți a avut o tendință ascendentă, influențată pozitiv de temperatura aerului ($r = 0.58, p = 0.005$). Umiditatea relativă a aerului a avut o influență negativă ($r = -0.51$), însă această corelație negativă nu este asigurată statistic ($p > 0.05$). În ambele zile în care s-au urmărit adulții celei de-a doua generații, numărul mediu de adulți pe o frunză a înregistrat un maximum în intervalul orar 12:00-14:00.

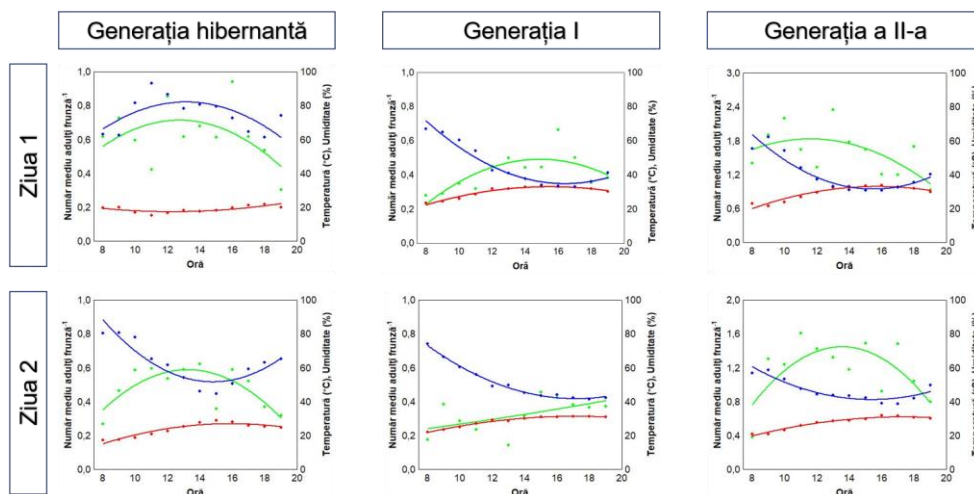


Figura 26. Dinamica diurnă a numărului mediu de adulți pe o frunză în relație cu factorii climatici din suprafața experimentală Ceagău-Giurgiu. Roșu = temperatura aerului ($^{\circ}\text{C}$), albastru = umiditatea relativă a aerului (%), verde = numărul mediu de adulți pe frunză. Revizuit după Bălăcenoiu, Simon, et al., 2021.

În suprafața experimentală Incinta-Călărași, în ambele zile de observații a adulților din generația hibernantă, numărul mediu al adulților a avut o dinamică diurnă cu un maximum în jurul orelor 12:00 (Figura 27). Doar în prima zi a fost pus în evidență efectul negativ al creșterii umidității relative a aerului ($r = -0.67, p = 0.023$) și influența pozitivă (dar nesemnificativă din punct de vedere statistic) a creșterii

temperaturii aerului ($r = 0.23$, $p > 0.05$). Pe parcursul studierii adulţilor din prima generaţie, în prima zi de observaţii, numărul mediu de adulţi a atins un maximum în jurul orelor 16:00, fenomen favorizat de temperatura din timpul zilei ($r = 0.63$, $p = 0.023$) și influențat negativ de umiditatea relativă a aerului ($r = -0.87$, $p = 0.020$). În a doua zi de observaţii, dinamica activităţii diurne a adulţilor a înregistrat un maximum în jurul prânzului, numărul mediu al adulţilor fiind încă influențat de temperatura și umiditatea relativă a aerului. În a doua generaţie, în ambele zile, dinamica diurnă a numărului mediu de adulţi pe o frunză s-a pliat mult mai evident pe modelul comun cu un maximum al numărului mediu de adulţi între 12:00 și 14:00. În prima zi, numărul mediu al adulţilor a fost influențat semnificativ de factorii climatici, crescând odată cu mersul diurn al temperaturii aerului ($r = 0.81$, $p = 0.008$) și reducându-se odată cu creșterea umidității aerului ($r = -0.75$, $p = 0.035$). A doua zi, analiza corelației arată aceeași tendință, fără a fi însă identificată o semnificație statistică, numărul mediu de adulţi pe o frunză variind pozitiv temperatura ($r = 0.44$, $p > 0.05$) și negativ cu umiditatea relativă a aerului ($r = -0.15$, $p > 0.05$).

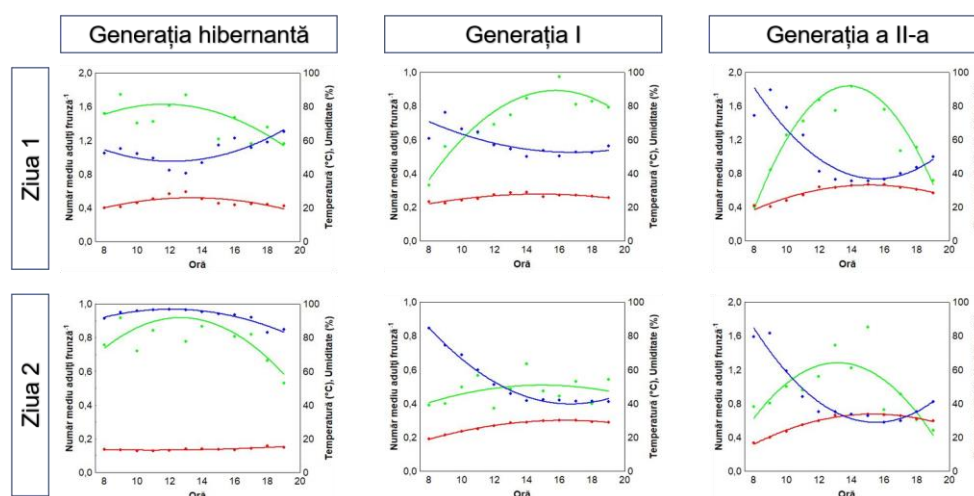


Figura 27. Dinamica diurnă a numărului mediu de adulţi pe o frunză în relație cu factorii climatici din suprafața experimentală Incinta-Călărași. Roșu = temperatura aerului (°C), albastru = umiditatea relativă a aerului (%), verde = numărul mediu de adulţi pe frunză. Revizuit după Bălăcenoiu, Simon, et al., 2021.

5.4.2.3. Factori climatici optimi și limitele lor extreme pentru populațiile de *Corythucha arcuata*

Faptul că rezultatele sub-capitolului precedent au arătat că dinamica diurnă a numărului mediu de adulţi de *Corythucha arcuata* nu a fost constantă pe parcursul unei zile, deseori urmând un model cu maximum în jurul prânzului, oferă un indiciu că această insectă are anumite preferințe în privința condițiilor climatice.

În suprafața experimentală Ștefănești-Ilfov, unde nivelul populației a înregistrat un maximum de 0.8 adulţi pe frunză, nu s-a observat o preferință legată de condițiile climatice și nici nu au existat condiții extreme care să influențeze decisiv activitatea adulţilor (Figura 28). Cu toate acestea, se poate remarca faptul că numărul mediu al adulţilor pe o frunză a crescut odată cu încălzirea aerului de la 20 °C la 30 °C și reducerea umidității relative a aerului de la 50 % la 35 %.

În suprafața experimentală Ceagău-Giurgiu nivelul populației de adulţi activi a fost mai ridicat, numărul mediu de adulţi pe o frunză variind până la maximum 2.4. Interpretarea statistică a datelor arată că, în această locație, pentru ca insectele să aibă o activitate mai intensă, ar trebui ca, odată cu creșterea temperaturilor, să scadă umiditatea relativă a aerului (Figura 28). Atunci când temperatura aerului a fost sub 20 °C, indiferent de nivelul de umiditate relativă a aerului, numărul mediu al adulţilor a fost de maximum 0.8. Odată cu creșterea temperaturilor, de la 20 °C până la 30 °C, concomitent cu valori ridicate ale umidității relative a aerului, populația adulţilor a rămas la același nivel, dar apoi a scăzut odată cu reducerea umidității aerului sub 50 %, numărul mediu de adulţi pe frunză coborând la 1.6 (în cazuri izolate chiar 2 adulţi pe o frunză, în medie). Analiza statistică a datelor a arătat că numărul mediu de adulţi pe o frunză a atins punctul maxim (> 1.6 până la 2.4 adulţi în medie pe o frunză) atunci când

temperatura aerului a fost între 30 °C și 32 °C (maximum 33 °C) și umiditatea relativă a aerului între 30 % și 35 %. Odată cu creșterea temperaturii peste 33 °C, numărul adulților a scăzut la valori sub 0.8 adulți în medie pe o frunză, chiar dacă umiditatea aerului s-a menținut într-un interval favorabil.

În cazul suprafeței experimentale Incinta-Călărași s-a constatat că atunci când temperatura aerului a înregistrat valori de maximum 18 °C, indiferent de valoarea umidității relative a aerului, numărul adulților prezenți pe frunze a crescut la un nivel de maximum 0.8 adulți în medie pe o frunză (Figura 28). Odată cu creșterea temperaturii, adulții de *Corythuca arcuata* găsesc condiții de mediu favorabile activității diurne (temperaturi cuprinse între 20 °C și 30 °C și umiditatea relativă a aerului între 40 % și 50%) ajungând la 2.0 adulți în medie pe o frunză. Chiar și pentru același interval de temperatură a aerului, numărul de adulți în medie ar putea să scadă sub 0.8 pe frunză dacă umiditatea aerului depășește pragul optim de 40-50 %. De data aceasta, în suprafața experimentală menționată, s-a constatat că atunci când temperatura aerului a depășit 30 °C numărul mediu al adulților pe o frunză s-a menținut ridicat numai atunci când umiditatea relativă a aerului a fost de cca 40%. În situația în care umiditatea aerului a scăzut, numărul mediu de adulți pe o frunză a ajuns la 0.4.

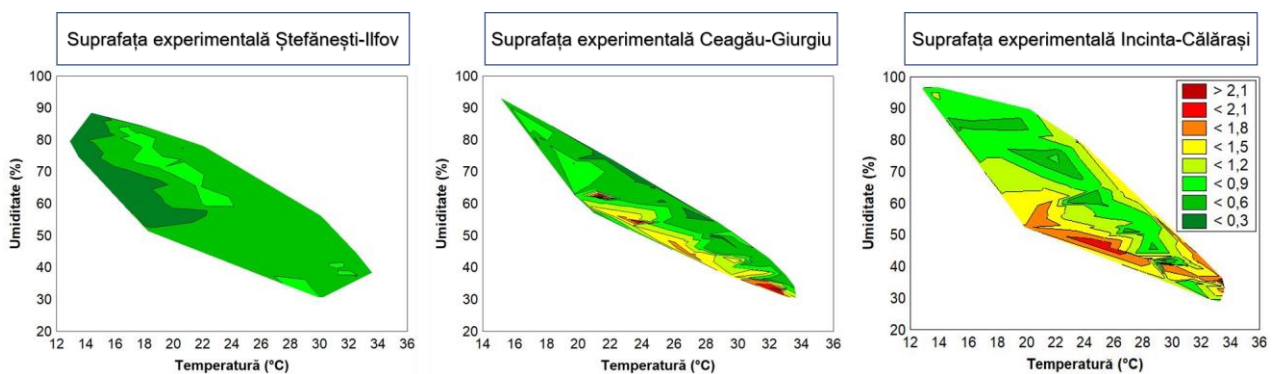


Figura 28. Intensitatea activității insectei *C. arcuata* în funcție de condițiile climatice din suprafețele experimentale Ștefănești-Ilfov, Ceagău-Giurgiu și Incinta-Călărași. Revizuit după Bălăcenoiu, Simon, et al., 2021.

Analizând datele din cele trei suprafețe experimentale se constată că în situația în care numărul mediu de adulți pe o frunză este mic (cazul suprafeței experimentale Ștefănești) este dificil de precizat care sunt intervalele optime din punct de vedere al celor doi factori climatici (temperatura și umiditatea relativă a aerului) pentru favorizarea dezvoltării insectei. În schimb, în celelalte două suprafețe experimentale, s-a evidențiat o creștere a numărului de adulți pe o frunză atunci când temperatura aerului a depășit 20 °C. Atunci când temperatura aerului a ajuns la 30 °C (suprafața experimentală Ceagău-Giurgiu) sau 33 °C (suprafața experimentală Incinta-Călărași), s-a observat că numărul adulților a fost afectat de disconfortul termic. La concluzii asemănătoare a ajuns și Lu et al. (2019) care au observat că zborul adulților de *Corythucha ciliata* a fost mai rapid, cu o durată mai mare și pe distanțe mai mari în intervalul de temperatură (20-30 °C). Totodată, rezultatele din lucrarea de față sunt în acord și cu cele prezentate în alt studiu (Ju et al., 2011) care au arătat că temperatura optimă pentru *C. ciliata* ar fi 30 °C, longevitatea adulților fiind afectată semnificativ la temperaturi care depășesc pragul de 30-33 °C.

5.5. Managementul insectei *Corythucha arcuata* în ecosistemele de cvercinee din România

5.5.1. Metode de depistare ale insectei în pădurile de cvercinee

5.5.1.1. Protocol de lucru pentru depistarea insectei *Corythucha arcuata* după atacul caracteristic

În general, depistarea se face după vătămările provocate de insectă care pot fi vizibile pe întreg sezonul de vegetație, însă sunt mai ușor de indentificat în perioada iunie-august. Primul semn al prezenței insectei într-o cultură forestieră este apariția unor pete galbene de dimensiuni foarte mici, concentrate în jurul nervurilor principale ale frunzelor pe partea superioară a acestora ca urmare a înțepăturilor

produse de insecte (în medie 3-4 indivizi). Prin urmare, pentru o depistare timpurie a insectei este necesar ca personalul silvic să controleze periodic și cu rigurozitate prezența insectei.

Cu cât densitatea populației crește ca urmare a apariției unor noi generații, petele clorotice își măresc dimensiunile și, treptat, se întrepătrund între ele pentru ca în final întreaga suprafață a limbului frunzei să se decoloreze, atacul devenind mult mai ușor de depistat (Figura 29). În același timp, pe partea inferioară a frunzelor aspectul tipic al atacului este reprezentat de prezența excrementelor și urme de atac sub formă de numeroase puncte negre de dimensiuni foarte mici.

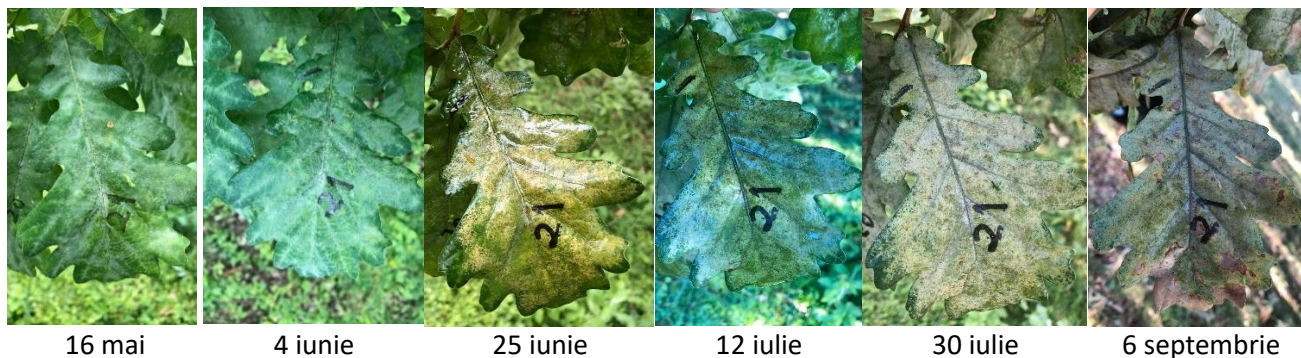


Figura 29. Evoluția în timp a vătămirilor produse de *C. arcuata*. Sursa foto: original.

5.5.1.2. Protocol de lucru pentru depistarea insectei *Corythucha arcuata* după prezența insectei în diverse stadii de dezvoltare

În **stadiul de adult**, insecta este întâlnită pe tot parcursul anului și poate fi prezentă în mai multe locuri în funcție de momentul monitorizării. Începând din a doua decadă a lunii aprilie, aceasta devine activă și începe să se hrănească pe partea inferioară a frunzelor (Figura 30). Primăvara, fiind vorba de indivizii care provin din generația hibernantă, numărul adulților este relativ scăzut. Începând cu luna iulie, când apar adulții primei generații, din cauza densității mari a populațiilor, cât și din cauza prezenței tuturor stadiilor de dezvoltare, aceștia încep să se individualizeze și nu mai țin seama de expoziția frunzelor, fiind întâlniți chiar și pe frunzele umbrite. După a doua jumătate a lunii octombrie, adulții generației a treia se retrag pentru iernare în crăpăturile scoarței, în partea superioară a coroanei.



Figura 30. Identificarea insectei *C. arcuata* în stadiul de adult. Sursa foto: original.

Începând cu luna mai și până la sfârșitul lunii septembrie insecta se poate depista și în **stadiul de ou**. Ouăle sunt depuse în ponte pe partea inferioară a frunzelor (Figura 31). Se pot întâlni până la 7 ponte pe o frunză în funcție de densitatea populației, iar într-o pontă numărul ouălor poate varia între 2 și 350.



Figura 31. Identificarea insectei *C. arcuata* în stadiul de ou. Sursa foto: original.

În **stadiul de nimfă** insecta poate fi depistată începând cu luna iunie până la sfârșitul lunii septembrie. Nimfele trăiesc exclusiv pe partea inferioară a frunzelor și au un mod de viață gregar (Figura 32).



Figura 32. Identificarea insectei *C. arcuata* în stadiul de nimfă. Sursa foto: original.

5.5.2. Experimentări privind depistarea insectei cu ajutorul panourilor cu adeziv

După centralizarea și prelucrarea tuturor capturilor din anul 2020, analiza datelor arată că nu există diferențe semnificative statistice ($p > 0.05$) între cele patru variante experimentale: panouri galbene amorsate cu feromon kairomonal cu etanol, panouri galbene neamorsate, panouri albe amorsate cu feromon kairomonal cu etanol, panouri albe neamorsate (Figura 33).

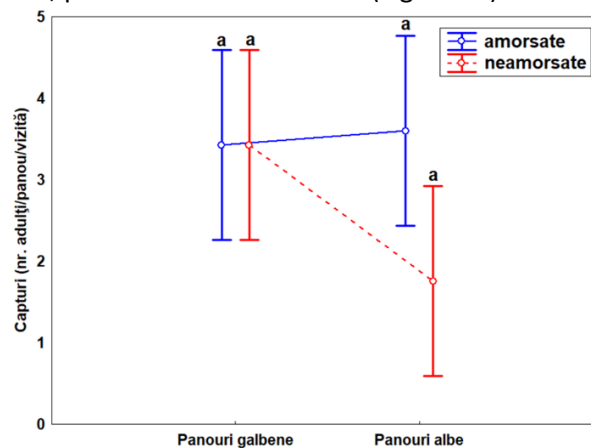


Figura 33. Analiza diferențelor între cele patru variante experimentale referitoare la capturarea adulților de *C. arcuata* (2020). Diferențele dintre mediile marcate cu aceleași litere (a și a) nu sunt asigurate statistic ($p > 0.05$), conform testului Mann-Whitney U.

Astfel, în cazul panourilor galbene, amorsate cu etanol, la fiecare vizită de verificare în teren, la un interval de 7-10 zile, au fost capturați în medie 3.42 adulți, în timp ce la cele neamorsate s-a înregistrat o medie de 3.43 adulți capturați. Panourile albe, amorsate cu etanol au capturat în medie 1.76 adulți, în timp ce la panourile albe, neamorsate media capturilor a fost de 3.6 adulți.

În anul 2020, s-a mai derulat un experiment relativ similar de către echipa Institutului Național de Cercetare Dezvoltare în Protecția Plantelor (D. Williams et al., 2021) prin care a fost testată metoda de capturare a adulților de *Corythucha arcuata* la panouri galbene cu adeziv. Rezultatele studiului menționat au arătat că, într-o zonă relativ apropiată de suprafețele experimentale din această lucrare, pe întreg sezonul de vegetație (33 săptămâni: 2 aprilie-20 noiembrie), au fost capturați 2140 adulți la 150 de panouri. Calculând media din datele prezentate, a rezultat că au fost capturați aproximativ 0.5 adulți pe un panou, în 7-10 zile. Diferența dintre rezultate se poate explica prin faptul că în prezentul studiu panourile au fost amplasate într-o pădure de stejar infestată de *Corythucha arcuata*, în timp ce în experimentul anterior menționat (D. Williams et al., 2021) panourile au fost amplasate într-o plantație de pomi fructiferi.

Din analiza datelor din prezenta lucrare rezultă că nu există diferențe asigurate statistic între variantele experimentale de capturare a adulților. Pentru că există totuși o diferență între numărul capturilor la panourile albe amorsate și cele neamorsate, diferența fiind la limita semnificației statistice ($p = 0.07$), arată că insecta ar putea avea anumite preferințe olfactive.

După centralizarea și prelucrarea datelor referitoare la numărul de adulți capturați în anul 2021 la cele patru variante experimentale mediile capturilor la o vizită au fost următoarele: varianta martor – 3.46; varianta 1 – 3.98; varianta 2 – 6.54 și varianta 3 – 6.35 adulți capturați, în medie, la fiecare vizită pe un panou (Figura 34). Diferențele între capturile de pe panourile amorsate cu varianta 1 și varianta martor nu sunt asigurate statistic ($p > 0.05$), însă media capturilor la panourile cu varianta 2 și 3 se diferențiază semnificativ statistic față de media capturilor la varianta martor (varianta 2: $p = 0.021$; varianta 3: $p = 0.021$).

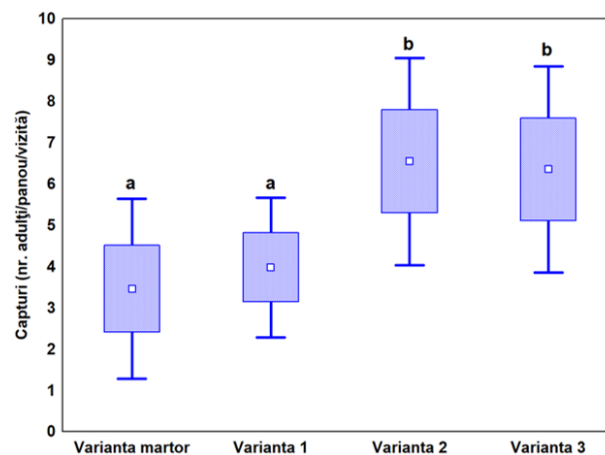


Figura 34. Analiza diferențelor capturilor între cele patru variante experimentale (anul 2021). Diferențele dintre mediile marcate cu literele a și b sunt asigurate statistic ($p < 0.05$), conform testului Mann-Whitney U.

5.5.3. Supravegherea insectei în culturile de cvercinee din România

După aplicarea metodelor de depistare descrise în subcapitolele anterioare și semnalarea prezenței dăunătorului se trece la supravegherea acestuia pe întreg sezonul de vegetație, prin grija silvicultorilor.

Sistemul de supraveghere a dăunătorilor forestieri instituit de prevederile Legii nr. 46/2008 – Codul silvic – obligă personalul silvic ca imediat după depistarea dăunătorilor să întocmească “Raportul de semnalare a apariției dăunătorului depistat”. În cazul insectei *C. arcuata*, supravegherea presupune efectuarea de observații pe întreg sezonul de vegetație și evidențierea evoluției infestărilor și a

vătămărilor produse. Informațiile obținute în procesul de supraveghere sunt importante pentru adoptarea măsurilor adecvate de control a dăunătorului.

La finalul sezonului de vegetație, pe baza informațiilor culese din teren, cu privire la prezența, suprafața afectată și gradul de vătămare, *C. arcuata* este introdusă în statistica dăunătorilor, iar suprafața infestată rămâne pentru anul următor în zona de supraveghere sau combatere.

5.5.4. Protocol de stabilire a gradului de vătămare produs de *Corythucha arcuata*

Fiind vorba despre o specie nouă, în prezent nu există instrucțiuni pentru stabilirea gradului de vătămare rezultat în urma atacului acestui dăunător.

Având în vedere caracteristicile vătămărilor produse de insectă, estimarea gradului de vătămare se face la sfârșitul lunii septembrie – începutul lunii octombrie, moment la care se consideră că intensitatea atacului este maximă, iar insectele nu mai consumă hrană, adulții retrăgându-se pentru hibernare. Intensitatea atacului este dată de gradul de decolorare a frunzișului, ca abatere de la culoarea normală a frunzelor arborilor gazdă (Figura 35). În funcție de gradul de decolorare, intensitatea atacului poate fi: foarte slabă (<10 %); slabă (11-25 %); moderată/mijlocie (26-50 %); puternică (51-75 %); și foarte puternică (75-100 %).

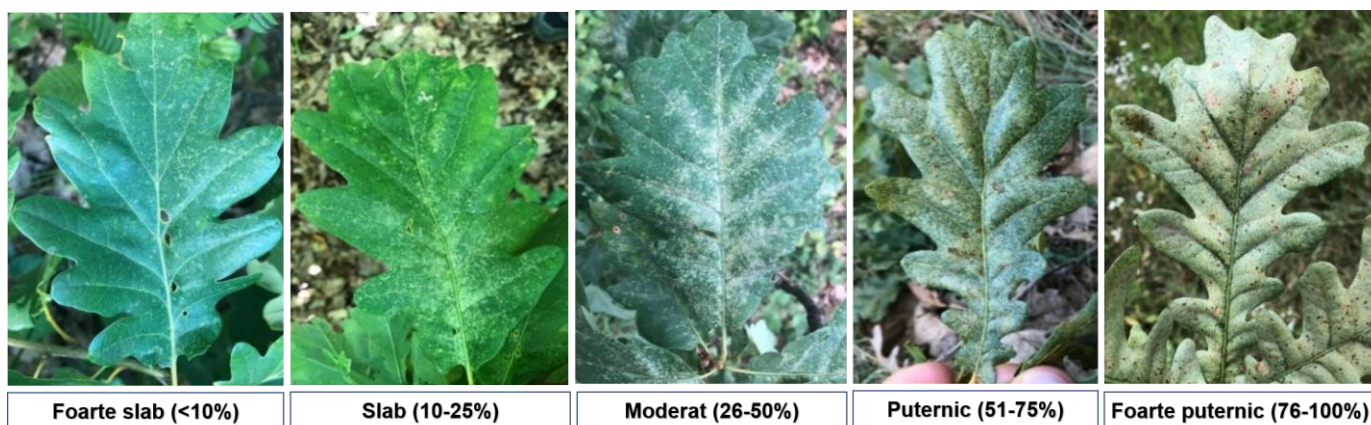


Figura 35. Intensitatea atacului produs de nimfele și adulții de *C. arcuata*, în funcție de gradul de decolorare al părții superioare a frunzelor. Sursa foto: original.

5.5.5. Experimentări privind combaterea chimică a insectei

Așa cum s-a precizat și în cadrul subcapitolului 4.5.5. în experimentările de combatere a insectei s-au folosit două substanțe chimice: un insecticid de contact (în suprafața experimentală Udeanca-Giurgiu) și unul sistemic (în suprafața experimentală Chiricanu-Giurgiu). În ambele cazuri, tratamentele au fost aplicate atât cu volum redus (LV), cât și cu volum ultraredus (ULV).

Înainte de efectuarea tratamentelor (Momentul 0) numărul mediu de nimfe pe o frunză în cele patru zone de combatere a fost cuprins între 4.26 și 5.61, diferențele dintre ele fiind nesemnificative ($p > 0.05$). S-a creat în acest fel premisa că eficacitatea tratamentelor nu va putea fi influențată de nivelul populației de nimfe asupra căruia s-a acționat. După efectuarea tratamentelor experimentale, populația de nimfe a fost brusc redusă, cu până la 95 %, în ambele păduri în care s-au aplicat tratamente LV și ULV, ceea ce înseamnă că eficacitatea tratamentelor a fost de 91-96 % (Figura 36).

Analiza datelor evidențiază faptul că, începând cu ultima decadă a lunii iulie (Momentul 4), debutează o ușoară reinfestare, mult mai evidentă în zona parcursă cu insecticid de contact (suprafața experimentală Udeanca) în comparație cu zona parcursă cu insecticid sistemic (suprafața experimentală Chiricanu). Cu toate acestea, în ambele suprafețe experimentale populația a rămas cu mult sub nivelul de dinainte de combatere.

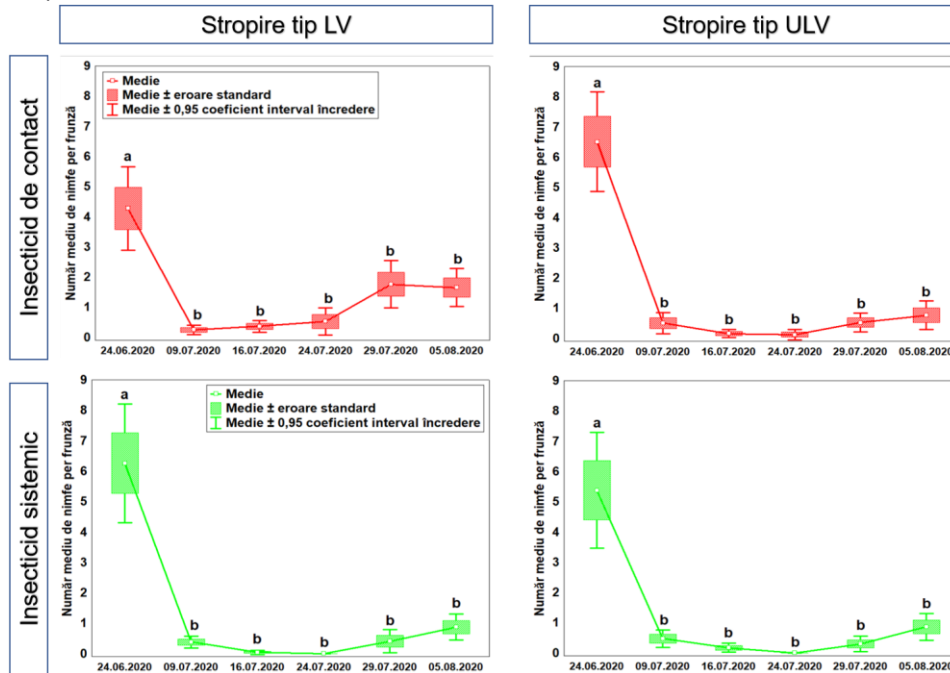


Figura 36. Dinamica numărului mediu de nimfe pe perioada aplicării tratamentelor LV și ULV cu insecticid de contact și sistemic.

Diferențele dintre mediile marcate cu literele a și b sunt asigurate statistic ($p < 0.05$), conform testului Mann-Whitney U. Revizuit după Bălăcenoiu, Nețoiu, et al., 2021.

Rezultatele experimentărilor de combatere, prezentate anterior sunt confirmate de un alt experiment făcut pentru combaterea aceleiași specii (Drekić et al., 2019), cu deosebirea că tratamentul a fost aplicat într-o pepinieră, iar după tratament nu s-a mai urmărit reinfestarea. Tendința de reinfestare începând cu data de 29 iulie 2020, poate fi explicată prin fenologia particulară a insectei, respectiv apariția unei noi generații. În plus, populația reziduală (indivizii care au supraviețuit după tratament) ar fi putut fi suficientă numeric, astfel încât să contribuie la fenomenul de reinfestare.

Reinfestarea suprafeței experimentale Udeanca-Giurgiu ar putea fi pusă pe seama insecticidului de contact, care are o remanență scăzută. Există studii care arată că insecticidele de contact și chiar sistemice pot produce efecte nocive pentru insecte pe timp îndelungat dacă sunt injectate în trunchiul arborilor infestați (Carrillo et al., 2013; Jin & Webster, 1998). Respectiva metodă de injectare este recomandată și pentru combaterea mai multor specii de ploșnițe dantelate în zona de origine a acestora (Dreistadt & Perry, 2014). Ținând cont de suprafețele mari infestate de insectă în România, dar și în Europa, această metodă este greu de aplicat.

În ceea ce privește vătămările provocate de insectă până la sfârșitul sezonului de vegetație în cele două suprafețe experimentale, analiza statistică a datelor arată că suprafața Udeanca a cunoscut cele mai puternice intensități ale atacului: 76.5 % în cazul tratamentului cu volum redus (LV) și 80.9 % la tratamentul cu volum ultraredus (ULV), fără diferențe semnificative între ele ($p > 0.05$) (Figura 37). În suprafața Chiricanu-Giurgiu, tratată cu insecticid sistemic, intensitatea atacului a fost de 27.6 % în cazul tratamentului cu volum redus (LV) și 53.2 la tratamentul cu volum ultraredus (ULV). Diferențele sunt semnificative statistic atât între cele două păduri ($p < 0.001$), cât și între modalitățile de aplicare a tratamentelor ($p < 0.001$).

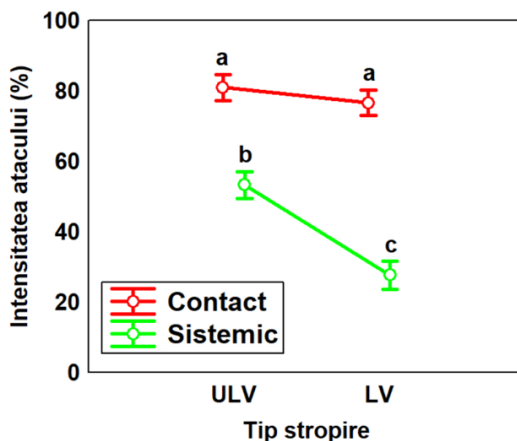


Figura 37. Evaluarea intensității atacului la sfârșitul sezonului de vegetație (la trei luni după tratament) după tipul de insecticid și tipul de stropire aplicate. Diferențele dintre mediile marcate cu literele a, b și c sunt asigurate statistic ($p < 0.05$), conform testului Mann-Whitney U. Revizuit după Bălăcenoiu, Nețoiu, et al., 2021.

Ca și în cazul interpretărilor statistice, hărțile tematiche pun în evidență intensități ale atacului mai mari în suprafața experimentală Udeanca, în comparație cu suprafața Chiricanu (Figura 38). Totodată, se observă că vătămările au fost mai mari în suprafețele tratate în sistem cu volum ultraredus (ULV) decât în cele în care aplicarea tratamentului s-a făcut prin stropiri cu volum redus (LV).

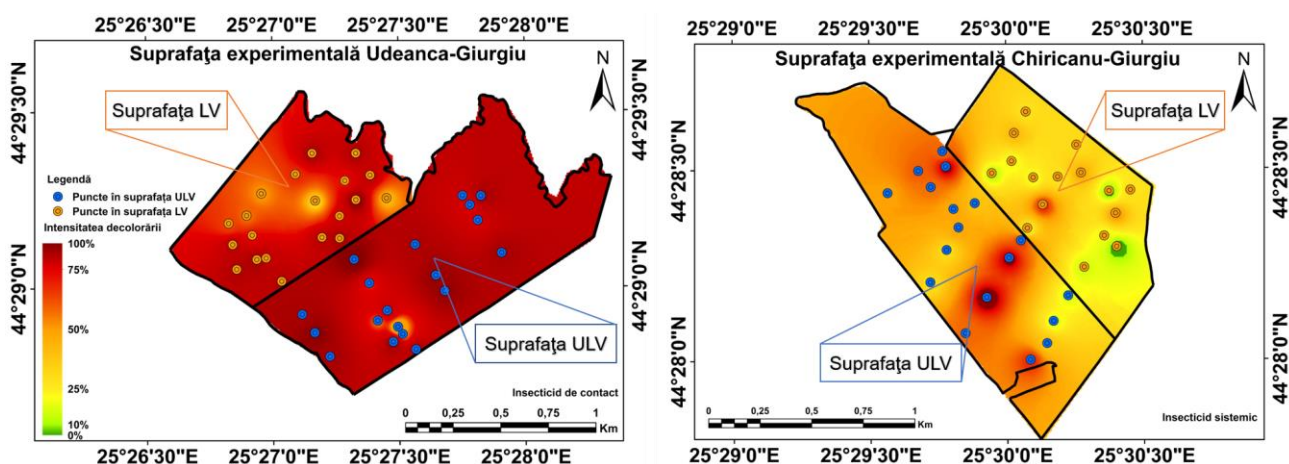


Figura 38. Hărțile tematiche privind intensitatea atacului după tipul de insecticid și tipul de stropire aplicat: stânga-suprafața experimentală Udeanca-Giurgiu, tratată cu insecticid de contact; dreapta-suprafața experimentală Chiricanu-Giurgiu, parcursă cu insecticid sistemic. Revizuit după Bălăcenoiu, Nețoiu, et al., 2021.

Analiza intensității atacului în suprafețele experimentale până la finalul sezonului de vegetație de nimfe și adulți a arătat că atât modul de acțiune al insecticidului utilizat (de contact sau sistemic), cât și volumul aplicat (ULV sau LV) au avut un impact semnificativ asupra gradului de decolorare a frunzelor. Diferențele semnificative ale vătămărilor înregistrate în cele două păduri experimentale pot fi explicate și prin momentele diferite la care s-a produs reinfestarea. Suprafața experimentală Udeanca a fost reinfestată începând cu data de 16.07.2020 în timp ce suprafața Chiricanu abia în 05.08.2020. În tot acest timp, în suprafața experimentală Udeanca, atât adulții, cât și nimfele au consumat continuu. Dacă se ia în considerare faptul că 80 % din creșterea radială a arborilor de cvercinee se înregistrează în prima parte a sezonului de vegetație (Hirka, 1991; Járó & Tátraaljai, 1985; Szőnyi, 1962), atunci tratamentul aplicat în suprafața Chiricanu a contribuit la reducerea pierderilor de biomasă, chiar dacă insecta a produs vătămări spre sfârșitul sezonului de vegetație.

S-a dovedit că insecticidul sistemic aplicat prin stropiri cu volum redus (LV) are o eficacitate mai mare decât insecticidul de contact. Rezultatele confirmă ipoteza lui Paulin et al. (2019) care consideră că

insecticidele sistemice sunt probabil cele mai bune opțiuni de tratament, deoarece atât nimfele, cât și adulții își dezvoltă ciclul de viață pe partea inferioară a frunzelor, acolo unde particulele toxice de substanță ajung într-o măsură redusă. Dacă se iau în considerare studiile din zona de origine a ploșniței (Boggs, 2022; Dreistadt & Perry, 2014; Shetlar, 2022), care recomandă utilizarea unor norme de consum care să asigure umectarea corespunzătoare a frunzelor și repetarea stropirilor cu substanțe toxice în același sezon pentru prevenirea reinfestărilor, se poate concluziona că, în aceste condiții, combaterea chimică în toate ecosistemele forestiere infestate nu este justificată economic. Totuși, având în vedere că în ultima vreme tot mai mulți cetățeni se plâng de disconfortul cauzat de înțepăturile ploșniței pe pielea umană (D. Williams et al., 2021), controlul chimic poate fi aplicat în cazuri izolate, cum ar fi parcurile frecventate, pădurile parc ori de interes turistic, grădinile sau arborii izolați. În aceste cazuri, pe baza experimentărilor făcute, se recomandă utilizarea unui insecticid sistemic, aplicat însă cu discernământ întrucât remanența sa în timp ar putea afecta potențialii dușmani naturali ai ploșniței sau insectele polenizatoare.

5.6. Evidențierea percepției și a cunoștințelor respondenților din România în studiul pan-european “*Corythucha arcuata* în teritoriul invadat din Europa: percepția, cunoștințele sau disponibilitatea silvicultorilor și a publicului larg de acțiune”

Studiul menționat s-a bazat pe o cercetare efectuată în 9 țări europene, printre care se află și România. Din totalul de 2048 de respondenți de la nivel pan-european, 269 au fost români. Caracteristicile socio-demografice ale respondenților din întreg spațiul pan-european, cât și din România sunt prezentate în Tabelul 11.

Tabelul 11. Caracteristicile socio-demografice ale respondenților participanți la studiu.

Caracteristici socio-demografice	Studiu pan-european		România	
	Da	%	Da	%
Silvicultori	Da	37 %	Da	52 %
	Nu	63 %	Nu	48 %
Proprietari de pădure	Da	21 %	Da	18 %
	Nu	79 %	Nu	82 %
Membru ONG mediu	Da	31 %	Da	18 %
	Nu	69 %	Nu	82 %
Sex	Femei	37 %	Femei	3 %
	Bărbați	63 %	Bărbați	97 %

5.6.1. Cunoștințele generale ale respondenților cu privire la insecta *Corythucha arcuata*

Pe baza fotografiilor care prezentau aspectul caracteristic al atacului pe frunze de *Corythucha arcuata*, 91% au declarat că au mai văzut acest tip de atac înainte de a răspunde la chestionar. Analiza întregului set de date european a arătat că respondenții care sunt de profesie silvicultori ($p = 0.030$), membrii ai unor ONG-uri de mediu ($p = 0.004$) sau care vizitează des pădurea ($p = 0.019$) au răspuns că au văzut acest tip de decolorare înainte. De asemenea, probabilitatea ca respondenții care provin din grupul țărilor unde *Corythucha arcuata* este prezentă de mai mult timp (grupul “stabilit”, din care face parte și România) să fi văzut acest tip de decolorare a fost mai mare în raport cu respondenții din grupul țărilor unde insecta încă nu a fost depistată (grupul “absent”), sau a fost raportată de curând (grupul “invazie”) ($p = 0.018$).

Întrebați fiind despre părerea lor cu privire la această decolorare 91 % dintre respondenții români au considerat această decolorare ca fiind o problemă pentru cvercinee. Faptul că majoritatea respondenților au considerat această decolorare ca fiind o problemă, sugerează că există atât conștientizare, cât și interes public general pentru sănătatea pădurilor europene și, implicit, a celor din România.

După ce le-a fost prezentată o fotografie cu insecta din specia *Corythucha arcuata*, în stadiul de adult menționând că atacul acesteia este cauza decolorărilor, respondenții au fost întrebați dacă au mai văzut această insectă până în acel moment. Ponderea respondenților care au declarat că au văzut insecta

Înainte este similiară atât în cazul eşantionului pan-european, cât și în cazul respondenților români: 50 % dintre ei au confirmat că au mai văzut insecta până la momentul chestionării.

În ceea ce privește caracteristicile socio-demografice, silvicultorii ($p < 0.001$), respondenții care vizitează des pădurea (zilnic: $p = 0.005$; săptămânal: $p = 0.020$) sau tinerii (18-25 ani în comparație cu 46–55 ani: $p < 0.001$; 56–65 ani: $p < 0.001$; mai mult de 65 de ani: $p < 0.001$) au fost predispuși să răspundă că au mai văzut această insectă înainte. De asemenea, dacă respondenții provin din grupa țărilor unde *Corythucha arcuata* este deja stabilită ($p < 0.001$), cum este cazul României, probabilitatea ca respondenții să confirme că au mai văzut această insectă este mare. Se înțelege faptul că pentru locuitorii unei țări în care această specie a pătruns recent și nu a fost observată este aproape imposibil să fi văzut insecta. În acest caz, cetățenii par să subestimeze potențialul vătămător al insectei. Ca urmare, s-ar impune adoptarea unei strategii bazate pe detectare timpurie a speciilor invazive apărute în fiecare țară și care să aibă un obiectiv referitor la sensibilizarea publicului larg cu privire la speciile invazive.

În continuare, pentru a analiza măsura în care numele speciei este cunoscut, respondenții au fost întrebați care este denumirea insectei care a cauzat decolorarea frunzelor, în chestionar fiind enumerate mai multe specii probabile. Doar 40% dintre respondenții români au identificat corect insecta. În același timp, 42 % dintre respondenții români și-au recunoscut incapacitatea de a recunoaște insecta. Restul respondenților au oferit alte răspunsuri, cum ar fi *Corythucha ciliata*, *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986 sau una dintre speciile de insecte autohtone.

5.6.2. Percepția respondenților cu privire la efectele insectei asupra arborilor

La nivelul întregului studiu pan-european, din estimările parametrilor statistici rezultă că silvicultorii consideră că insecta *Corythucha arcuata* afectează intensitatea procesului de fotosinteză, dar atacul insectelor nu poate provoca moartea, în timp, a arborilor infestați. În schimb, respondenții din grupul țărilor în care *C. arcuata* este în plin proces de invazie ($p = 0.010$) sau este deja instalată (grup din care face parte și România) ($p < 0.001$) au considerat că atacul acestei insecte poate provoca, în timp, moartea arborilor. Cu toate că respondenții au declarat că au o oarecare îngrijorare cu privire la încetinirea procesului de fotosinteză, silvicultorii nu au considerat această insectă drept o amenințare pentru sănătatea arborilor și a pădurilor. Temerea respondenților legată de influența negativă a atacului asupra procesului de fotosinteză este justificată având în vedere că atacurile severe reduc fotosinteza cu până la 60 % (Nikolić et al., 2019). Din păcate, nu au fost identificate studii care să demonstreze impactul negativ asupra creșterilor radiale a cvercineelor cauzat de atacul acestei insecte. Se presupune, totuși, că efectul cumulat al atacurilor repetate ale insectei ar putea fi semnificativ (Paulin et al., 2020).

5.6.3. Percepția respondenților cu privire la efectele insectei asupra societății

Analiza datelor din întreg eşantionul pan-european arată că respondenții în vârstă ($p = 0.017$) și cei care provin din grupul țărilor din care România face parte, unde *Corythucha arcuata* este prezentă de mult timp ($p = 0.022$), consideră că unul dintre efectele asupra societății poate fi o reticiență a cetățenilor de a mai intra în pădurile infestate. De asemenea, respondenții de sex feminin ($p = 0.007$) precum și cei care sunt membri ai unor ONG-uri ($z = 2.317$, $p = 0.021$) care își desfășoară activitatea în domeniul mediului sunt mai tentați să considere că valoarea lemnului din pădurile infestate de această insectă poate să scadă. În același timp, analiza statistică a datelor arată că silvicultorii sunt de părere că valoarea terenului pe care se află situată o pădure infestată de ploșniță nu poate fi afectată ($p = 0.007$).

Estimările parametrilor statistici arată că respondenții care provin din țările unde *Corythucha arcuata* nu a fost încă raportată sau a fost observată de puțin timp, în comparație cu cetățenii din grupa țărilor din care România face parte (unde insecta este deja stabilită și a produs invazii) consideră că insecta nu poate avea efecte negative asupra societății ($p < 0.001$). De asemenea, persoanele care merg în pădure odată la câțiva ani (în comparație cu cei care o vizitează lunar: $p = 0.015$) recunosc că nu știu dacă această insectă poate afecta societatea.

5.6.4. Atitudinea respondenţilor cu privire la metodele de control ale insectei

Fiind întrebaţi în ce măsură ar susţine eliminarea parţială sau totală a insectei respondenţii români au avut aceeaşi susţinere pentru fiecare dintre cele două posibilităţi sugerate (Figura 39). O parte dintre respondenţii români (cca. 15 %) nu susţin eliminarea insectei sub nicio formă (parţială sau totală) în timp ce aproape un sfert dintre ei (22 %) au rezerve pe acest subiect, menţionând că susţin într-o măsură limitată atât eliminarea parţială, cât şi eliminarea totală. Peste două treimi (65 %) dintre respondenţii români susţin eliminarea acestei specii în diferite grade (susţin în mare măsură/susţin pe deplin). Se poate concluziona că majoritatea respondenţilor susţin atât eliminarea parţială, cât şi eliminarea totală a insectei.

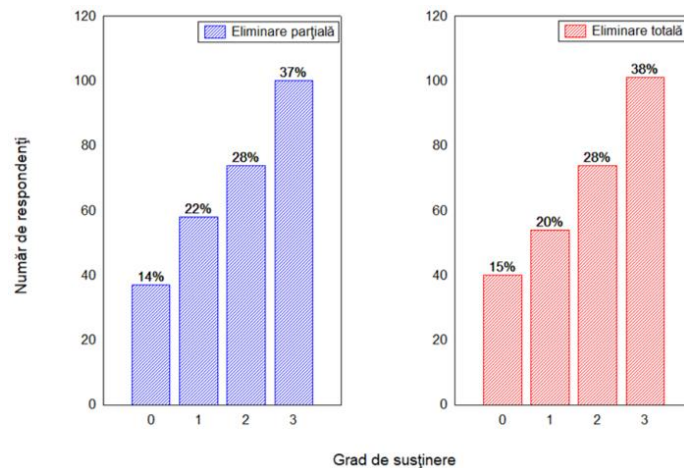


Figura 39. Gradul de susţinere al respondenţilor din România pentru eliminarea parţială sau totală a insectei *C. arcuata* (0 = nu susţin deloc; 1 = susţin parţial; 2 = susţin în mare măsură; 3 = susţin pe deplin).

Atunci când au fost întrebaţi cât de puternic ar sprijini diverse metode de control al insectei, respondenţii români au respins ideea de control chimic în detrimentul combaterii biologice dar, în acelaşi timp, ar putea agree metoda mecanică drept variantă de compromis (Figura 40). Aproximativ un sfert dintre respondenţii români (26 %) au declarat că sunt în dezacord total cu metoda de control chimic, în timp ce 37 % au susţinut că ar accepta o asemenea măsură în anumite condiţii, iar 35 % ar putea-o susţine în diferite grade (“în mare măsură” şi “pe deplin”). Chiar dacă 20 % dintre respondenţii români nu susţin măsura de control mecanic, jumătate dintre aceştia sunt de acord cu această metodă (în cele două grade: “în mare măsură” şi “pe deplin”), iar 30 % dintre persoanele care au răspuns la sondaj ar putea fi de acord cu ea, însă cu anumite rezerve. Se pare că respondenţii români au o sensibilitate în ceea ce priveşte măsura de control biologic a insectei *Corythucha arcuata*. În timp ce doar 7 % nu sunt de acord cu această metodă, 12 % ar putea-o accepta cu anumite condiţii, iar 81 % dintre chestionaţi o susţin (“în mare măsură” sau “pe deplin”).

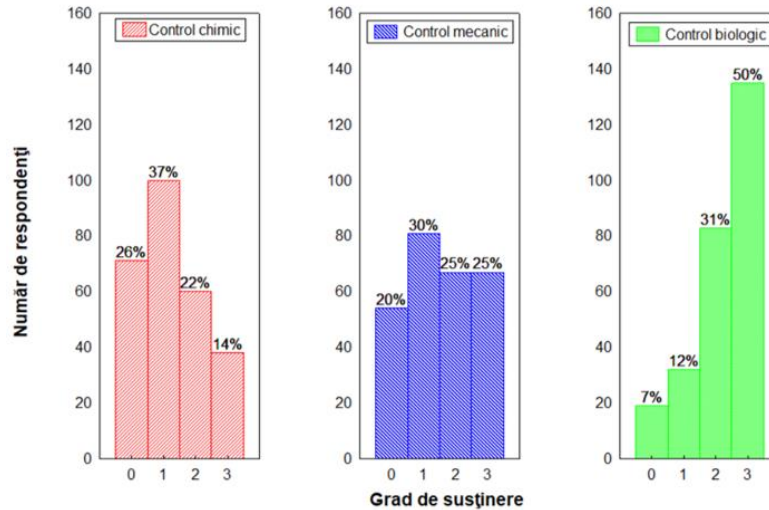


Figura 40. Gradul de susținere al respondenților din România cu privire la cele trei metode de control ale insectei *C. arcuata*.

Întrebați ce măsuri ar lua dacă insecta ar infesta proprietatea lor (grădină, pădure etc.), majoritatea respondenților români (79 %) ar susține eliminarea completă a insectei, 20 % dintre aceștia ar opta pentru eliminarea parțială, în timp ce 1 % nu ar fi de acord cu eliminarea insectei (Figura 41A). La întrebarea referitoare la modalitatea specifică ce ar putea fi aleasă pentru combaterea insectei pe proprietatea lor, 52 % dintre respondenți ar alege metoda biologică, 33 % ar prefera metoda chimică și doar 15 % metoda mecanică (Figura 41B).

Întrebați dacă eliminarea insectei ar putea fi principalul instrument de control acolo unde insecta a provocat vătămări, 3 % au acceptat combaterea numai în păduri, 4 % doar în parcuri, 91 % în ambele și doar 2 % nu au fost de acord cu combaterea insectei.

În ceea ce privește abordarea biologică privind controlul populațiilor insectei, până în prezent nu a fost identificat vreun agent biologic (microorganism, parazitoid, prădător) care să poată fi utilizat eficient în controlul insectei. Există însă rezultate ale unor cercetări efectuate în Croația (Kovač et al., 2021) care lasă să se întrevadă o urmă de speranță că acest dăunător invaziv poate fi controlat printr-o metodă prietenoasă cu mediul. Dincolo de avantajele aplicării metodelor de combatere biologică trebuie avut în vedere și faptul că ele sunt agreate și susținute de publicul larg dacă sunt aplicate cu precauția și discernământul necesare.

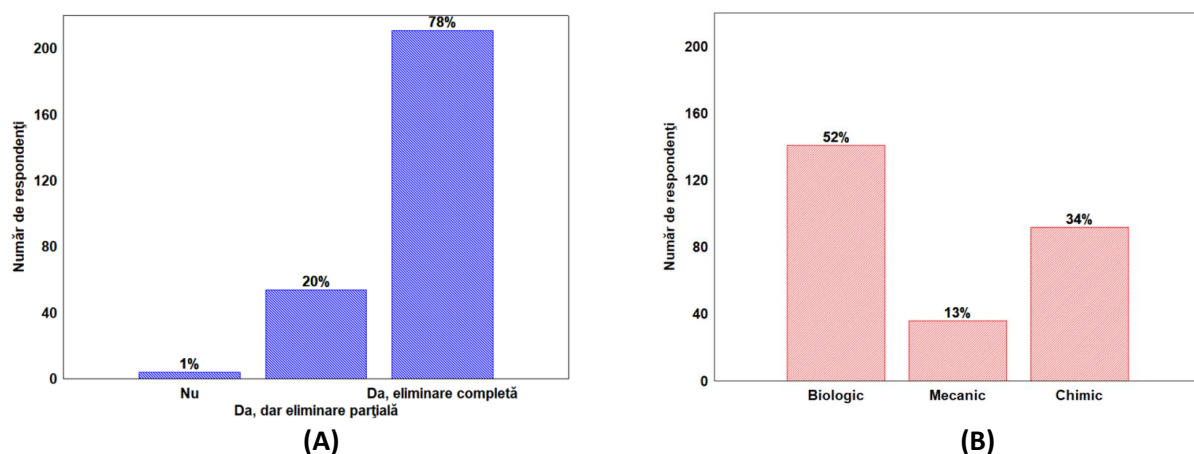


Figura 41. Opinia respondenților români în contextul în care insecta *C. arcuata* ar apărea pe proprietatea lor: **(A)** măsura în care respondenții ar fi dispuși să elimine insecta; **(B)** metoda de control preferată pentru eliminarea insectei.

CAPITOLUL VI CONCLUZII FINALE. CONTRIBUȚII ORIGINALE. DISEMINAREA REZULTATELOR. DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE

6.1. Concluzii finale

6.1.1. Concluzii privind comportamentul invaziv al insectei *Corythucha arcuata* în pădurile de cvercinee din România

- Insecta a fost semnalată pentru prima dată în România în anul 2015, în vestul țării, dar a fost prezentă pe teritoriul țării cu mult timp înainte de semnalare.
- Având în vedere că prezența insectei a fost semnalată mai întâi în vestul țării și la scurt timp în sud, migrarea ei s-ar fi putut face din țările vecine: Ungaria, și Serbia (în vest și sud-vest) și Bulgaria (în sud). În țările menționate, semnalarea insectei s-a făcut înainte de 2015, mai exact în perioada 2012-2013.
- Insecta are o mare capacitate de a invada teritorii noi și de a migra rapid. În România a înaintat, din sud către centrul țării, cca. 300 km într-un an, iar în doi ani a reușit să infesteze întreg teritoriul extracarpatic.
- Evoluția vătămărilor produse în perioada 2017-2020 relevă faptul că insecta a invadat toate unitățile ecosistemice de cvercinee (păduri mezofile și termofile de gorun, păduri mezofile de stejar pedunculat, păduri mezofile și termofile de cer și gârniță, păduri termofile de stejar brumăriu și pufos).
- Vătămări puternice au fost înregistrate în pădurile de stejar pedunculat, cer și gârniță, în timp ce în pădurile de gorun, stejar brumăriu și pufos intensitatea atacului a fost relativ redusă.
- Cele mai puternice atacuri au fost observate în sudul României (perioada 2015-2018). În vestul țării atacurile au fost moderate.

6.1.2. Concluzii privind ciclul biologic al insectei *Corythucha arcuata*, fenologia, numărul și durata generațiilor dezvoltate în România

- În condițiile climatice din sud-estul României, *C. arcuata* dezvoltă trei generații pe an și ierneză în stadiul de adult, în locuri adăpostite. Prima generație începe în a doua jumătate a lunii mai în timp ce generația a II-a se dezvoltă începând luna iulie. Atât generația a II-a, cât și generația a III-a se încheie în a luna noiembrie, odată cu retragerea adulților pentru hibernare.
- Calendarul fiecărei generații, descris pe larg în lucrare, începe cu depunerea ouălor și continuă cu apariția nimfelor și adulților, cu precizarea că în unele perioade de timp există și suprapuneri de generații, când pot fi întâlnite toate stadiile de dezvoltare ale insectei (treccrea de la generația I la a II-a și de la II-a la a III-a).
- Modelul de predicție privind dezvoltarea insectei, conceput pe baza gradelor-zile și prezentat în lucrare, poate contribui la elaborarea unui program complex de control al populației dăunătorului prin prognozarea momentelor importate ale ciclului biologic.
- Tabelul de viață elaborat pentru insectă în condițiile climatice din România pe baza unor indicatori precum numărul cuplurilor de adulți, ponderea femelelor, numărul de ouă, numărul de nimfe pe vârste, procentul de mortalitate pe fiecare stadiu de dezvoltare explică dinamica populațiilor insectei pe durata celor trei generații și poate fi folosit în viitor pentru conceperea unor metode noi de prognoză.

6.1.3. Concluzii privind morfologia, biometria, etologia și preferințele de hrănire ale insectei

- Adulții de *C. arcuata* prezintă un dimorfism sexual evident, putând fi diferențiați pe baza caracteristicilor morfologice, altele decât lungimea corpului (configurația ultimelor două inele abdominale sau nuanța de negru a petelor de pe aripi). În ceea ce privește lungimea medie a corpului, masculul este sensibil mai mic decât femela (3.22 mm, față de 3.28 mm).

- Nimfele parcurg cinci vârste nimfale și se diferențiază în funcție de caracteristicile morfologice specifice vârstelor (lungimea corpului cuprinsă între 0.35 și 2.15 mm și apariția unor pete albe și a perișorilor pe corp).
- Adulții trăiesc de obicei solitar, cu excepția perioadelor în care încep să devină activi (primăvara), pe durata suprapunerilor generațiilor sau atunci când apare fenomenul de suprapopulare. În aceste situații, adulții pot conviețui mai mulți la un loc.
- La începutul fiecărei generații, după împerechere, femelele depun ouăle pe dosul frunzelor, grupate în 1-7 depuneri (numărul ouălor unei femele pe o depunere variază de la 1-2 până la 124 de ouă, în funcție de generație).
- Nimfele nu pot zbura (sunt aptere), duc o viață gregară și, de cele mai multe ori, rămân până la stadiul de adult pe dosul aceleiași frunze. În primele două vârste stau în aglomerări pe lângă depunerile de ouă eclozate, apoi rămân grupate pe lungimea nervurii principale a frunzei, pentru ca în final să stea grupate pe întreaga suprafață a limbului frunzei.
- Atât adulții, cât și nimfele, cu ajutorul aparatului bucal pentru înțepat și supt, produc vătămări prin străpungerea epidermei frunzei și consumarea sevei celulare. Vătămările sunt vizibile atât pe partea inferioară (numeroase pete caracteristice), cât și pe partea superioară (decolorări ale limbului frunzei).
- *C. arcuata* produce vătămări în arboretele de cvercinee, însă cercetările efectuate nu au pus în evidență preferința pentru o anumită specie gazdă. Totuși, s-a constatat că dăunătorul produce vătămări importante pe speciile gazdă *Q. cerris* și *Q. robur* și mai puțin pe celelalte specii de cvercinee.
- Dintre cele trei generații ale sale pe an, insecta produce vătămări pe întreaga durată a sezonului de vegetație. Primele vătămări devin evidente în luna iunie, însă procesul de vătămare continuă până la sfârșitul lunii august – începutul lunii septembrie.

6.1.4. Concluzii privind relația dintre factorii climatici și dinamica populațiilor insectei

- Dinamica sezonieră a populației insectei și vătămărilor produse de aceasta atinge două maxime, unul în iulie, celălalt în august. Cercetările au arătat că nu există o corelație strânsă între dinamica sezonieră a insectei și evoluția factorilor climatici.
- În ceea ce privește dinamica diurnă a activității insectei, numărul mediu de adulți pe o frunză crește odată cu temperatura aerului până în jurul prânzului și după o perioadă de stagnare, de câteva ore, numărul adulților pe frunze descrește. Perioada de stagnare a activității este determinată de creșterea temperaturii aerului la peste 30 °C și a umidității relative a aerului la peste 50 %, iar reducerea activității este rezultatul scăderii temperaturii sub 20 °C și a umidității sub 30 %. Regimul climatic optim pentru dezvoltarea insectei în pădurile din sudul României presupune temperaturi ale aerului cuprinse între 20 și 30 °C și o umiditate relativă a aerului de 40-50 %.

6.1.5. Concluzii privind managementul insectei *Corythucha arcuata* în ecosistemele de cvercinee din România

- Pentru a evita accentuarea dezechilibrelor la nivelul ecosistemelor forestiere ca urmare a apariției insectei invazive *C. arcuata*, se impune adoptarea unui management bazat pe cunoașterea bioecologiei insectei și a metodelor de depistare rapidă, în baza unor protocoale. Aceste măsuri trebuie să fie dublate de instituirea unui sistem de supraveghere permanentă și riguroasă și, după caz, de adoptarea unor măsuri de combatere.
- Depistarea prezenței insectei se poate face cu ușurință în toate stadiile de dezvoltare, pe baza observațiilor atente și, eventual, folosind panouri cu adeziv, amorțate sau neamorțate.
- Tratamentele experimentale efectuate cu insecticide de contact sau sistemice, administrate prin stropiri cu volum redus (LV) sau ultraredus (ULV), au contribuit, în toate situațiile la reducerea drastică a numărului mediu de nimfe pe o frunză (cu până la 95 %). Însă, în special în cazul tratamentelor cu insecticid de contact administrat prin stropiri ULV, s-a produs fenomenul de reinfestare a suprafețelor tratate.

6.1.6. Concluzii privind evidenţierea percepţiei şi a cunoştinţelor respondenţilor din România în studiul pan-european “*Corythucha arcuata* în teritoriul invadat din Europa: percepţia, cunoştinţele sau disponibilitatea silviculturilor şi a publicului larg de a acţiona”

- Răspunsurile date de participanţii la studiu oferă posibilitatea cercetătorilor şi factorilor de decizie din administraţia silvică să cunoască diferenţele de opinii privitoare la insectă în diferite etape ale invaziei acesteia.
- În funcţie de diferenţele socio-demografice, respondenţii s-au pronunţat cu privire la momentul observării decolorării frunzelor de stejari, agentul responsabil de producerea ei, recunoaşterea insectei pe baza imaginilor furnizate, potenţialul vătămător al insectei, strategia ce poate fi aplicată pentru controlul ei, măsurile de combatere agreeate ş.a.
- Opiniile exprimate în cadrul acestui sondaj pot ajuta factorii de decizie inclusiv în încercarea de a schimba anumite atitudini prin formularea unor mesaje de comunicare adecvate.
- Chiar dacă studiul este explorator, exprimând percepţia şi cunoştinţele respondenţilor, rezultatele au anumite limitări şi nu pot fi generalizate asupra întregii părţi interesate vizate în grupurile de ţări ţintă. Cu toate acestea, chiar dacă rezultatele sunt orientative şi nu sunt reprezentative, sunt în conformitate cu studii similare. Prin urmare, se poate lua în considerare ca aceste rezultate să fie o bază pentru cercetări ulterioare pe tema percepţiei legate de invazia provocată de *Corythucha arcuata*.

6.2. Contribuţii originale

- 1) Descrierea comportamentului invaziv al insectei pe baza informaţiilor obţinute şi a monitorizărilor ecosistemelor forestiere de cvercinee din România.
- 2) Descrierea ciclului biologic al insectei şi întocmirea fenogramei în baza cercetărilor efectuate şi a observaţiilor minuţioase cu privire la stadiile de dezvoltare, numărul şi durata generaţiilor ş.a.
- 3) Conceperea unui model de predicţie în funcţie de grade-zile acumulate care constituie un instrument eficient în adoptarea unui program complex de monitorizare a dezvoltării insectei.
- 4) Elaborarea tabelului de viaţă al insectei în condiţiile climatice din România, care să fie folosit la întocmirea prognozei dăunătorului.
- 5) Aportul de cunoştinţe noi privind morfologia (inclusiv prin obţinerea unor imagini la microscop electronic), biometria, etologia şi preferinţa pentru speciile gazdă ale insectei.
- 6) Determinarea rolului factorilor climatici (temperatura şi umiditatea relativă a aerului) în dinamica populaţiilor insectei, în condiţiile de mediu din sudul României.
- 7) Conceperea unui management adecvat al insectei, plecând de la cunoaşterea bioecologiei, a ciclului său biologic şi până la instituirea unui sistem de monitorizare permanentă.
- 8) Iniţierea unui studiu pan-european referitor la percepţia, cunoştinţele sau disponibilitatea silviculturilor şi a publicului larg de a se implica în problemele legate de invazia insectei *C. arcuata*.

6.3. Diseminarea rezultatelor

Articole scrise în reviste cotate ISI Thomson Reuters

1. **Bălăcenoiu, F.**; Simon, D.C.; Neţoiu, C.; Toma, D.; Petriţan, I.C. The Seasonal Population Dynamics of *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Hemiptera: Tingidae) and the Relationship between Meteorological Factors and the Diurnal Flight Intensity of the Adults in Romanian Oak Forests. *Forests* 2021, 12, 1774.
2. **Bălăcenoiu, F.**, Japelj, A., Bernardinelli, I., Castagnyrol, B., Csóka, G., Glavendekić, M., Hoch, G., Hrašovec, B., Ostoic, S. K., Paulin, M. Williams, D., Witters, J. & de Groot, M. (2021). *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Hemiptera, Tingidae) in its invasive range in Europe: perception, knowledge and willingness to act in foresters and citizens. *NeoBiota*, 69, 133.

3. **Bălăcenoiu, F.**; Neţoiu, C.; Tomescu, R.; Simon, D.C.; Buzatu, A.; Toma, D.; Petriţan, I.C. Chemical Control of *Corythucha arcuata* (Say, 1832), an Invasive Alien Species, in Oak Forests. *Forests* 2021, 12, 770.

4. **Bălăcenoiu, F.**; Buzatu, A.; Toma, D.; Alexandru, A.; Neţoiu, C. Occurrence of invasive insects on woody plants in the main green areas from Bucharest city. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 2020, 48 (3): 1649-1666.

5. Csóka, Gy.; Hirka, A.; Mutun, S.; Glavendekic, M.; Mikó, Á.; Szócs, L.; Paulin, P.; Eötvös, Cs.B.; Gáspár, Cs.; Csepelényi, M.; Szénási, Á.; Franjevic, M.; Gninenko, Y.; Dautbašić, M.; Mujezinovic, O.; Zúbrik, M.; Neţoiu, C.; A Buzatu, A.; **Bălăcenoiu, F.**; Jurc, M.; Jurc, D.; Bernardinelli, I.; Streito, J.C.; D., Avtzis, D.; Hrašovec, B. Spread and potential host range of the invasive oak lace bug [*Corythucha arcuata* (Say, 1832) – Heteroptera: Tingidae] in Eurasia. *Agricultural and Forest Entomology* 2019, 22(1): 61-74.

6. Tomescu, R.; Olenici, N.; Neţoiu, C.; **Bălăcenoiu, F.**; Buzatu, A. Invasion of the Oak Lace Bug *Corythucha arcuata* (Say.) in Romania: A First Extended Reporting. *Annals of forest research* 2018, 61, 161–170

7. Olenici, N.; **Bălăcenoiu, F.**; Tomescu, R.; Neţoiu, C.; Buzatu, A. Alexandru, A.; Invasive alien forest insect species in south-eastern Romania. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 2022, 50 (1), 12618.

Conferinţe internaţionale

Bălăcenoiu F., Tomescu R., Neţoiu C., Buzatu A., Isaia G., 2019. Distribution of the oak lace bug, *Corythucha arcuata* (Say.) (Hemiptera: Tingidae), in Romania. Recent Changes in Forest Insects and Pathogens Significance - Working Party Meeting, 16-20 September 2019, Suceava, Romania.

Conferinţe naţionale

Neţoiu C., **Bălăcenoiu F.**, Buzatu A., Toma, D.; Alexandru, A.; Iliescu, O. Experimentări privind combaterea speciei invazive *Corythucha arcuata* (Say, 1832) în România. Sesiunea anuală de comunicări ştiinţifice a ICDPP "Protecţia plantelor – cercetare interdisciplinară în slujba dezvoltării durabile a agriculturii şi a protecţiei mediului", 15 noiembrie 2019, Bucureşti, România.

6.4. Direcţii viitoare de cercetare

Având în vedere caracterul invaziv al speciei *Corythucha arcuata*, confirmat şi în România, precum şi potenţialul său ridicat de vătămare sunt necesare continuarea şi aprofundarea cercetărilor privind această specie, mai ales în contextul schimbărilor climatice care se fac resimţite.

Plecând de la realitatea prezentată, lărgirea ariei de cercetare ar putea viza următoarele direcţii:

- efectuarea, în continuare, cu regularitate, a observaţiilor asupra biologiei insectei în vederea îmbunătăţirii modelului de predicţie a dezvoltării sale pe baza gradelor-zile;
- elaborarea metodelor de prognoză cu privire la posibilele infestări, pe baza cunoştinţelor noi acumulate;
- evaluarea riscului de apariţie a înmulţirii în masă pe unităţi ecosistemice şi pe zone din ţară;
- estimarea pierderilor de biomasă în anul producerii atacului şi în următorii ani;
- urmărirea fenomenului de uscare în cvercinee în care insecta a produs atacuri repetate;
- testarea experimentală a altor produse din categoria insecticidelor sistemice, utilizând mai multe doze;
- identificarea unor metode de control integrat al populaţiilor insectei, bazat în principal pe măsuri silviculturale şi metode biologice de combatere.

BIBLIOGRAFIE

1. Adams, N. E. (2017). Using growing degree days for insect management. *University of New Hampshire. Coop. Extension* [Http://Ccetompkins. Org/Resources/Usinggrowing-Degree-Days-for-Insect-Management](http://Ccetompkins.Org/Resources/Usinggrowing-Degree-Days-for-Insect-Management). Accesat în data de 01.03.2022.
2. Aho, K., Derryberry, D., & Peterson, T. (2014). Model selection for ecologists: the worldviews of AIC and BIC. *Ecology*, 95(3), 631–636.
3. Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19 (6), 716–723.
4. Akaike, H. (1998). Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. In *Selected papers of hirotugu akaike* (pp. 199–213). Springer.
5. Baker, G. T., & Brown, R. L. (1994). Chorionic fine structure of the egg of the oak tingid, *Corythucha arcuata* (Say) (Hemiptera: Tingidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 96 (1), 70–73.
6. **Bălăcenoiu, F.** (2020). Identificarea și supravegherea vătămărilor produse de *Corythucha arcuata* în arboretele de stejar pedunculat din sudul și sud-estul țării. Manuscris intern INCDS “Marin Drăcea” în cadrul Proiectului “Creșterea competitivității economice a sectorului forestier și a calității vieții prin transfer de cunoștințe, tehnologie și competențe CDI”, Contract subdisdiar 7/06.03.2019 “Supravegherea populațiilor de insecte, rolul factorilor biotici vătămători și măsuri de gestionare a arboretelor de cvercine”.
7. **Bălăcenoiu, F.**, Japelj, A., Bernardinelli, I., Castagneyrol, B., Csóka, G., Glavendekić, M., Hoch, G., Hrašovec, B., Ostoic, S. K., Paulin, M. Williams, D., Witters, J. & de Groot, M. (2021). *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Hemiptera, Tingidae) in its invasive range in Europe: perception, knowledge and willingness to act in foresters and citizens. *NeoBiota*, 69, 133.
8. **Bălăcenoiu, F.**, Nețoiu, C., Tomescu, R., Simon, D. C., Buzatu, A., Toma, D., & Petrișan, I. C. (2021). Chemical Control of *Corythucha arcuata* (Say, 1832), an Invasive Alien Species, in Oak Forests. *Forests*, 12 (6), 770.
9. **Bălăcenoiu, F.**, Simon, D. C., Nețoiu, C., Toma, D., & Petrișan, I. C. (2021). The Seasonal Population Dynamics of *Corythucha arcuata* (Say, 1832)(Hemiptera: Tingidae) and the Relationship between Meteorological Factors and the Diurnal Flight Intensity of the Adults in Romanian Oak Forests. *Forests*, 12 (12), 1774.
10. Barber, N. A. (2010). Light environment and leaf characteristics affect distribution of *Corythucha arcuata* (Hemiptera: Tingidae). *Environmental Entomology*, 39 (2), 492–497.
11. Bates, D., Sarkar, D., Bates, M. D., & Matrix, L. (2007). The lme4 package. *R Package Version*, 2 (1), 74.
12. Bernardinelli, I. (2000). Distribution of the Oak lace bug *Corythucha arcuata* (Say) in northern Italy (Heteroptera Tingidae). *Redia*, 83, 157–162.
13. Bernardinelli, I. (2006). Potential host plants of *Corythucha arcuata* (Het., Tingidae) in Europe: a laboratory study. *Journal of Applied Entomology*, 130 (9-10), 480–484.
14. Bernardinelli, I., & Zandigiaco, P. (2000). Prima segnalazione di *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera, Tingidae) in Europa. *Informatore Fitopatologico*, 50 (12), 47–49.
15. Bjorkman, C., & Niemela, P. (2015). *Climate change and insect pests* (Vol. 8). CABI.
16. Boggs, J. (2022). *More Lace Bugs*. *Ohio State University Extension*. <https://bygl.osu.edu/node/1073> Accesat în data de 16.02.2022.
17. Brunson, J., & Read, Q. (2020). *ggalluvial: Alluvial Plots in 'ggplot2'*. *R package version 0.12.3*. <http://corybrunson.github.io/ggalluvial/>.
18. Carrillo, D., Crane, J. H., & Peña, J. E. (2013). Potential of contact insecticides to control *Xyleborus glabratus* (Coleoptera: Curculionidae), a vector of laurel wilt disease in avocados. *Journal of Economic Entomology*, 106 (6), 2286–2295.
19. Chireceanu, C., Teodoru, A., & Chiriloaie, A. (2017). First record of oak lace bug *Corythucha arcuata* (Tingidae: Heteroptera) in Romania. *7th ESENIAS Workshop with Scientific Conference*, 28–30.
20. Chireceanu, C., Teodoru, A., Geicu, A., Florescu, I., & Chiriloaie-Palade, A. (2021, November 6). Plosnița dantelată a stejarului *Corythucha arcuata* în perioada de iarnă. *Sesiunea Anuală a Institutului de Cercetare Dezvoltare Pentru Protecția Plantelor București*.
21. Christensen, R. (2019). *Ordinal – regression models for ordinal data*. *R package version 2019.12-10*. <https://CRAN.R-project.org/package=ordinal>.

22. Clark, S., & Kowalsick, T. (1990). Using growing degree days for insect management. *Long Island Horticulture News (USA)*.
23. Connell, W. A., & Beacher, J. H. (1947). Life history and control of the oak lace bug.
24. Connor, E. F. (1988). Plant water deficits and insect responses: the preference of *Corythucha arcuata* (Heteroptera: Tingidae) for the foliage of white oak, *Quercus alba*. *Ecological Entomology*, 13(4), 375–381.
25. Csepelényi, M., Csókáné Hirka, A., Szénási, Á., Mikó, Á., Szócs, L., & Csóka, G. (2017). Az inváziós tölgy csipkésposloska [*Corythucha arcuata* (Say, 1832)] gyors terjeszkedése és tömeges fellépése Magyarországon= Rapid area expansion and mass occurrences of the invasive oak lace bug [*Corythucha arcuata* (Say 1932)] in Hungary. *Erdészettudományi Közlemények*, 7(2), 127–134.
26. Csóka, G., Hirka, A., Mutun, S., Glavendekić, M., Mikó, Á., Szócs, L., Paulin, M., Eötvös, C. B., Gáspár, C., Csepelényi, M., Szénási, Á., Franjević, M., Gninenko, Y., Dautbašić, M., Muzejinović, O., Zúbrik M., Neţoiu, C., Buzatu, A., **Bălăcenoiu, F.**, Jurc, M., Bernardinelli, I., Streito, J-C., Avtziş, D., & Hrašovec, B. (2019). Spread and potential host range of the invasive oak lace bug [*Corythucha arcuata* (Say, 1832)–Heteroptera: Tingidae] in Eurasia. *Agricultural and Forest Entomology*, 22 (1), 61–74.
27. Csóka, G., Hirka, A., & Somlyai, M. (2013). A tölgy csipkésposloska (*Corythucha arcuata* Say, 1832–Hemiptera, Tingidae) első észlelése Magyarországon. *Növényvédelem*, 49 (7), 293–296.
28. Dautbašić, M., Zahirović, K., Mujezinović, O., & Margaletić, J. (2018). Prvi nalaz hrastove mrežaste stjenice (*Corythucha arcuata*) u Bosni i Hercegovini. *Šumarski List*, 142 (3–4), 179–181.
29. de Jong Y. (2016). Fauna Europaea. Fauna Europaea Consortium. In *Checklist dataset* <https://doi.org/10.15468/yymk1bx> accessed via GBIF.org on 2022-02-16.
30. Dobрева, M., Simov, N., Georgiev, G., Mirchev, P., & Georgieva, M. (2013). First record of *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera: Tingidae) on the balkan Peninsula. *Acta Zoologica Bulgarica*, 65 (3), 409–412.
31. Don, I., Don, C. D., Sasu, L. R., Vidrean, D., & Brad, M. L. (2016). Insect pests on the trees and shrubs from the Macea Botanical garden. *Studia Universitatis "Vasile Goldis" Arad*, 11 (2), 23–28.
32. Drake, C. J., & Ruhoff, F. A. (1965). Lacebugs of the world: a catalog (Hemiptera: Tingidae). *Chinches de encaje del mundo: un catálogo (Hemiptera: Tingidae)*. *US Nat. Mus. Bull*, 243, 1–634.
33. Dreistadt, S. H., & Perry, E. J. (2014). *Lace bugs: integrated pest management for home gardeners and landscape professionals*. University of California, ANR/Communications Services.
34. Drekić, M., Poljaković-Pajnik, L., Pilipović, A., & Nikolić, N. (2019). Supression of oak lace bug *Corythucha arcuata* Say. *Šumarstvo*, 3–4.
35. Dutto, M., & Bertero, M. (2013). Dermatitis caused by *Corythucha ciliata* (Say, 1932) (Heteroptera, Tingidae). diagnostic and clinical aspects of an unrecognized pseudoparasitosis. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 54 (1), 57.
36. EPPO. (2001). Introduction of *Corythucha arcuata* in Italy. Addition to the EPPO Alert List. EPPO [Global Database] Reporting Service no. 03 – 2001.Num. article 2001/057.
37. EPPO. (2007). EPPO [Global Database] (2007) Mini data sheet on *Corythucha arcuata*.
38. EPPO. (2022). EPPO global database. European and Mediterranean Plant Protection Organization. <https://gd.eppo.int/taxon/CRTHAR/distribution> Accesat în data de 10.03.2022.
39. Forster, B., Giacalone, I., Moretti, M., Dioli, P., & Wermelinger, B. (2005). Die amerikanische eichennetzwanze *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera, Tingidae) hat die Sudschweiz erreicht. *Mitteilungen-Schweizerische Entomologische Gesellschaft*, 78 (3/4), 317.
40. Fuller, L., Marzano, M., Peace, A., Quine, C. P., & Dandy, N. (2016). Public acceptance of tree health management: Results of a national survey in the UK. *Environmental Science & Policy*, 59, 18–25.
41. Gancz, V., Doniţă, N., Biriş, I. A., Apostol, J., & Marcu, J. (2008). *Harta pădurilor din România pe unități ecosistemice (1: 100.000)*. Editura Silvică, Voluntari, ISBN 978-973-88379-2-8.
42. Gibson, E. H. (1918). The genus *Corythucha* Stal (Tingidae; Heteroptera). *Transactions of the American Entomological Society (1890-)*, 44 (1), 69–104.
43. Glavendekić, M., & Vukovic-Bojanovic, V. (2017). Prvi nalaz hrastove mrežaste stenice *Corythucha arcuata* (Say) (Hemiptera: Tingidae) u Bosni i Hercegovini i novi nalazi u Srbiji. *Book of Abstracts of XI Symposium of Entomologists of Serbia, Goc*, 70–71.
44. Harcourt, D. (1969). The development and use of life tables in the study of natural insect populations. *Annual Review of Entomology*, 14 (1), 175–196.

45. Herms, D. A. (2004). Using degree-days and plant phenology to predict pest activity. In IPM (integrated pest management) of midwest landscapes (Vol. 58, pp. 49–59). Minnesota Agricultural Experiment Station Publication St. Paul, MN.
46. Hirka, A. (1991). Bükk, luc és kocsánytalan tölgy éves kerületnövekedési menetének vizsgálata. *Erd. Kut.*, 82–83.
47. Hrašovec, B., Posarić, D., Lukić, I., & Pernek, M. (2013). Prvi nalaz hrastove mrežaste stjenice (*Corythucha arcuata*) u Hrvatskoj. *Šumarski List*, 137 (9–10), 499–503.
48. Izri, A., Andriantsoanirina, V., Chosidow, O., & Durand, R. (2015). Dermatitis caused by blood-sucking *Corythucha ciliata*. *JAMA Dermatology*, 151 (8), 909–910.
49. Japelj, A., Veenfliet, J. K., Malovrh, J., Verlič, A., & de Groot, M. (2019). Public preferences for the management of different invasive alien forest taxa. *Biological Invasions*, 21 (11), 3349–3382.
50. Járó, Z., & Tátraaljai, E. (1985). A fák éves növekedése. *Erdészeti Kutatások*, 76–77, 221–234.
51. Jetter, K., & Paine, T. D. (2004). Consumer preferences and willingness to pay for biological control in the urban landscape. *Biological Control*, 30 (2), 312–322.
52. Jin, H., & Webster, G. R. B. (1998). Persistence, penetration, and surface availability of cypermethrin and its major degradation products in elm bark. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46 (7), 2851–2857.
53. Jones, V. P., & Brunner J F. (1993). Degree-Day Models. Washington State University Tree Fruit. <http://treefruit.wsu.edu/crop-protection/opm/dd-models/> Accesat în data de 01.03.2022.
54. Ju, R.-T., Wang, F., & Li, B. (2011). Effects of temperature on the development and population growth of the sycamore lace bug, *Corythucha ciliata*. *Journal of Insect Science*, 11 (1).
55. Jurc, M., & Jurc, D. (2017). The first record and the beginning the spread of oak lace bug, *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Heteroptera: Tingidae), in Slovenia. *Šumarski List*, 141 (9–10), 485–488.
56. Käfer, H., Kovac, H., Simov, N., Battisti, A., Erregger, B., Schmidt, A. K. D., & Stabentheiner, A. (2020). Temperature tolerance and thermal environment of European seed bugs. *Insects*, 11 (3), 197.
57. Kakde, A. M., Patel, K. G., & Tayade, S. (2014). Role of life table in insect pest management-A review. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7 (1), 40–43.
58. Kenis, M., & Branco, M. (2010). Impact of alien terrestrial arthropods in Europe. Chapter 5. *BioRisk*, 4, 51.
59. Kocmánková, E., Trnka, M., Juroch, J., Dubrovský, M., Semerádová, D., Možný, M., & Žalud, Z. (2009). Impact of climate change on the occurrence and activity of harmful organisms. *Plant Protection Science*, 45 (Special Issue).
60. Kovač, M., Gorczak, M., Wrzosek, M., Tkaczuk, C., & Pernek, M. (2020). Identification of entomopathogenic fungi as naturally occurring enemies of the invasive oak lace bug, *Corythucha arcuata* (Say) (Hemiptera: Tingidae). *Insects*, 11 (10), 679.
61. Kovač, M., Linde, A., Lacković, N., Bollmann, F., & Pernek, M. (2021). Natural infestation of entomopathogenic fungus *Beauveria pseudobassiana* on overwintering *Corythucha arcuata* (Say) (Hemiptera: Tingidae) and its efficacy under laboratory conditions. *Forest Ecology and Management*, 491, 119193.
62. Kowalsick, T., & Clark, S. (2006). Using growing degree-days for insect pest management. *Information Brochure. Horticulture Research Laboratory, Cornell Cooperative Extension, Cornell University*, 4.
63. Kucukbasmaci, I. (2014). Two new invasive species recorded in Kastamonu (Turkey): Oak lace bug [*Corythucha arcuata* (Say, 1832)] and sycamore lace bug [*Corythucha ciliata* (Say, 1832)] (Heteroptera: Tingidae). *Journal of Entomology and Nematology*, 6 (8), 104–111.
64. Lindsey, A. A., & Newman, J. E. (1956). Use of official wather data in spring time: temperature analysis of an Indiana phenological record. *Ecology*, 37 (4), 812–823.
65. Logan, J. G., Cook, J. I., Stanczyk, N. M., Weeks, E. N. I., Welham, S. J., & Mordue, A. J. (2010). To bite or not to bite! A questionnaire-based survey assessing why some people are bitten more than others by midges. *BMC Public Health*, 10 (1), 1–8.
66. Lu, S., Wei, M., Yuan, G., Cui, J., & Gong, D. (2019). Flight behavior of the sycamore lace bug, *Corythucha ciliata*, in relation to temperature, age, and sex. *Journal of Integrative Agriculture*, 18 (10), 2330–2337.
67. Marin, G., Bouriaud, O., Nițu, D.-M., Calotă, C.-I., & Dumitru, M. (2019). *Inventarul Forestier Național din România. Ciclul I (2008-2012)*.
68. Murray, M. (2020). *Using degree days to time treatments for insect pests*.

69. Mutun, S. (2003). First report of the oak lace bug, *Corythucha arcuata* (Say, 1832)(Heteroptera: Tingidae), from Bolu, Turkey. *Israel Journal of Zoology*, 49 (4), 323–324.
70. Mutun, S., Ceyhan, Z., & Sözen, C. (2009). Invasion by the oak lace bug, *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera: Tingidae), in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 33 (3), 263–268.
71. Națiunile Unite. (2020). *Raportul privind Obiectivele de Dezvoltare Durabilă*.
72. Neimorovets, V.V., Shchurov, V. I., Bondarenko, A. S., Skvortsov, M. M., & Konstantinov, F. v. (2017). First documented outbreak and new data on the distribution of *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Hemiptera: Tingidae) in Russia. *Acta Zoologica Bulgarica*, 9, 139–142.
73. Nețoiu, C. (2021). Realizarea lucrărilor de combatere a defoliatorilor din pădurile de foioase. Manuscris intern INCDS “Marin Drăcea” în cadrul Proiectului “Creșterea competitivității economice a sectorului forestier și a calității vieții prin transfer de cunoștințe, tehnologie și competențe CDI”, Contract subsidiar 12/06.03.2019. “Urmărirea fenomenului de uscarea a arboretelor de rășinoase și foioase”.
74. Nețoiu, C., Vișoiu, D., & Bădele, O. (2008). *Dendrologie*. Editura Eurobit.
75. Nikolić, N., Pilipović, A., Drekić, M., Kojić, D., Poljaković-Pajnik, L., Orlović, S., & Arsenov, D. (2019). Physiological responses of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) to *Corythucha arcuata* (Say, 1832) attack. *Archives of Biological Sciences*, 71 (1), 167–176.
76. OM 454. (2003). *Ordin de Ministru nr. 454/14.07.2003*. Norme tehnice pentru protecția pădurilor.
77. Ózsi, B., Ladányi, M., & Hufnagel, L. (2004). Population dynamics of the Sycamore Lace Bug in Hungary. *Applied Ecology and Environmental Research*, 4 (1), 135–150.
78. Pap, P., Drekić, M., Poljaković-Pajnik, L., Marković, M., & Vasić, V. (2015). Monitoring zdravstvenog stanja šuma na teritoriji Vojvodine u 2015. godini. *Topola*, 195 (196), 117–133.
79. Pathak, H., Aggarwal, P. K., & Singh, S. D. (2012). Climate change impact, adaptation and mitigation in agriculture: methodology for assessment and applications. *Indian Agricultural Research Institute, New Delhi*, 302.
80. Paulin, M., Hirka, A., Eötvös, C. B., Gáspár, C., Fürjes-Mikó, Á., & Csóka, G. (2020). Known and predicted impacts of the invasive oak lace bug (*Corythucha arcuata*) in European oak ecosystems—a review. *Folia Oecologica*, 47(2), 131–139.
81. Pinheiro, J. C., DebRoy, S., & Sarkar, D. (2020). *R Package, version 3.1-147, nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models*. <https://CRAN.R-project.org/package=nlme> Accesat în data de 14.12.2021.
82. Poljaković-Pajnik, L., Drekić, M., Pilipović, A., Nikolić, N., Pap, P., Vasić, V., & Marković, M. (2015). Pojava velikih šteta od *Corythucha arcuata* (Say)(Heteroptera: Tingidae) u šumama hrasta u Vojvodini. XIII savetovanje o zaštiti bilja. *Zbornik Radova. Str*, 63.
83. Puttler, B., Bailey, W. C., & Triapitsyn, S. (2014). Notes on distribution, host associations, and bionomics of *Erythmelus klopomor* Triapitsyn (Hymenoptera, Mymaridae), an egg parasitoid of lace bugs in Missouri, USA, with particular reference to its primary host *Corythucha arcuata* (Say)(Hemiptera, Tingida). *Journal of Entomological and Acarological Research*, 46 (1), 30–34.
84. R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.R-project.org/>.
85. Rădac, I. A., Pintilioaie, A. M., Mancu, C. O., & Rakosy, L. (2017). Prima semnalare a speciilor *Amphiareus obscuriceps* (Poppius, 1909) și *Corythucha arcuata* (Say, 1832) în România. *Cel de-al XXVII-Lea Simpozion Național al Societății Lepidopterologice Române*, 7–8.
86. Rahmathulla, V. K., Kumar, C. M., Angadi, B. S., & Sivaprasad, V. (2012). Association of climatic factors on population dynamics of leaf roller, *Diaphania pulverulentalis* hampson (Lepidoptera: Pyralidae) in mulberry plantations of sericulture seed farm. *Psyche*, 2012.
87. Rosetta, R. (2013). *Azalea lace bug: Biology and management in commercial nurseries and landscapes*.
88. Sallmannshofer, M., Ette, S., Hinterstoisser, W., Cech, T. L., & Hoch, G. (2019). Erstnachweis der Eichennetzwanze, *Corythucha arcuata*, in Österreich. *Aktuell*, 66, 1–6.
89. Samin, N., & Linnavuori, R. E. (2011). A contribution to the Tingidae (Heteroptera) from north and northwestern Iran. *Entomofauna*, 32 (25), 373–380.
90. Sharma, D., Maqbool, A., Ahmad, H., Srivastava, K., Kumar, M., Vir, V., & Jamwal, S. (2013). Effect of meteorological factors on the population dynamics of insect pests of tomato. *Vegetable Science*, 40 (1), 90–92.
91. Shetlar, D. (2022). *Lace Bugs*. *Ohio State University Extension*. <https://ohioline.osu.edu/factsheet/HYG-2150-10> Accesat în data de 16.02.2022.

92. Shrestha, S. (2019). Effects of climate change in agricultural insect pest. *Acta Sci. Agric*, 3, 74–80.
93. Simberloff, D., Martin, J.-L., Genovesi, P., Maris, V., Wardle, D. A., Aronson, J., Courchamp, F., Galil, B., García-Berthou, E., & Pascal, M., Pyšek, P., Sousa, R., Tabacchi, E., & Vilà M. (2013). Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in Ecology & Evolution*, 28 (1), 58–66.
94. Simisky T. (2017). *Growing Degree Days for Management of Insect Pests in the Landscape. Published on Center for Agriculture, Food, and the Environment. <https://ag.umass.edu/print/15946>*. Accesat în data de 01.03.2022.
95. Simov, N., Grozeva, S., Langourov, M., Georgieva, M., Mirchev, P., & Georgiev, G. (2018). Rapid expansion of the oak lace bug *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Hemiptera: Tingidae) in Bulgaria. *Historia Naturalis Bulgarica*, 27, 51–55.
96. Skendžić, S., Zovko, M., Živković, I. P., Lešić, V., & Lemić, D. (2021). The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests. *Insects*, 12(5), 440.
97. Sönmez, E., Demirbağ, Z., & Demir, I. (2016). Pathogenicity of selected entomopathogenic fungal isolates against the oak lace bug, *Corythucha arcuata* Say. (Hemiptera: Tingidae), under controlled conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40 (5), 715–722.
98. StatSoft Inc. (2007). *STATISTICA (data analysis software system). Version, 8.0. www.statsoft.com*.
99. Streito, J.-C., Balmès, V., Aversenq, P., Weill, P., Chapin, E., Clement, M., & Piednoir, F. (2018). *Corythucha arcuata* (Say, 1832) et *Stephanitis lauri* Rietschel, 2014, deux espèces invasives nouvelles pour la faune de France (Hemiptera Tingidae). *L'Entomologiste*, 74 (3), 133–136.
100. Supriadi, K., Mudjiono, G., Abadi, A. L., & Karindah, S. (2015). The influence of environmental factors to the abundance of scales (Hemiptera: Diaspididae) population on apple crop. *Journal of Tropical Life Science*, 5 (1), 20–24.
101. Szőnyi, L. (1962). Adatok néhány fafaj vastagsági növekedéséhez. *Az Erdő*, 11(7), 289–300.
102. Taylor, L. R. (1963). Analysis of the effect of temperature on insects in flight. *The Journal of Animal Ecology*, 99–117.
103. Tomescu, R., Olenici, N., Netoiu, C., **Bălăcenoiu, F.**, & Buzatu, A. (2018). Invasion of the oak lace bug *Corythucha arcuata* (Say.) in Romania: a first extended reporting. *Annals of Forest Research*, 61 (2), 161–170.
104. Trumbore, S., Brando, P., & Hartmann, H. (2015). Forest health and global change. *Science*, 349 (6250), 814–818.
105. Uvarov, B. P. (1931). Insects and climate. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 79 (pt. 1).
106. Venables, W. N., & Ripley, B. D. (2002). Random and mixed effects. In *Modern applied statistics with S* (pp. 271–300). Springer.
107. Williams, C. B. (1940). An analysis of four years captures of insects in a light trap. Part II. The effect of weather conditions on insect activity; and the estimation and forecasting of changes in the insect population. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 90 (8), 227–306.
108. Williams, C. B. (1961). Studies in the effect of weather conditions on the activity and abundance of insect populations. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 244 (713), 331–378.
109. Williams, C. B., & Osman, M. F. H. (1960). A new approach to the problem of the optimum temperature for insect activity. *Journal of Animal Ecology*, 29(1), 187–189.
110. Williams, D., Hocht, G., Csóka, G., de Groot, M., Hradil, K., Chireceanu, C., Hrašovec, B., & Castagnyrol, B. (2021). *Corythucha arcuata* (Heteroptera, Tingidae): Evaluation of the pest status in Europe and development of survey, control and management strategies.
111. Willmer, P. G. (1982). Microclimate and the environmental physiology of insects. *Advances in Insect Physiology*, 16, 1–57.
112. Zubrik, M., Gubka, A., Rell, S., Kunca, A., Vakula, J., Galko, J., Nikolov, C., & Leonotvyč, R. (2019). First record of *Corythucha arcuata* in Slovakia—short communication. *Plant Protection Science*, 55(2), 129–133.

SCURT REZUMAT

Corythucha arcuata (Say, 1832), cunoscută sub numele comun de ploşniţa dantelată a stejarului, este o specie alogenă invazivă care, prin vătămările produse, ar putea avea efecte negative majore asupra stării de sănătate a pădurilor de cvercinee din Europa. Anumite măsuri de management ar putea fi aplicate pentru a contracara aceste efecte însă, pentru a putea controla un dăunător forestier, este necesar să se înţeleagă factorii biotici şi/sau abiotici care ar putea duce la reglarea populaţiei. În acest context, scopul acestei lucrări a fost de a studia comportamentul invaziv precum şi de a aduce contribuţii la cunoaşterea elementelor de bioecologie ale speciei în condiţiile de mediu specifice României, astfel încât măsurile de protecţie care se vor prescrie să fie fundamentate corespunzător.

Pentru atingerea scopului anterior menţionat, s-a recurs la urmărirea evoluţiei vătămărilor produse în perioada 2017-2020, la cercetarea biologiei (prin creşteri controlate ale insectelor) şi a ecologiei (prin studierea relaţiei dintre comportamentul insectei şi factorii climatici), studierea etologiei, precum şi la experimentarea unor metode chimice de control. De asemenea, prezenta lucrare a mai urmărit şi evaluarea percepţiei silvicultorilor şi a altor factori interesaţi cu privire la specia *C. arcuata*.

Rezultatele au arătat că, în condiţiile de mediu din sudul României, insecta dezvoltă trei generaţii pe an şi poate fi controlată, în anumite cazuri izolate, prin stropiri cu substanţe chimice. De asemenea, modelul de predicţie dezvoltat în prezenta lucrare poate prognoza apariţia insectei în diferite stadii de dezvoltare după numărul de grade-zile acumulate. Mai mult decât atât, prezenta lucrare furnizează percepţia, nivelul de cunoştinţe şi disponibilitatea silvicultorilor şi a altor factori interesaţi de a acţiona pentru contracararea potenţialelor efecte negative ale speciei *Corythucha arcuata* în pădurile de cvercinee din România.

SHORT SUMMARY

Corythucha arcuata (Say, 1832), commonly known as the oak lace bug, is an invasive alien species that could seriously harm the health of oak forests in Europe. Certain management measures could be applied to counteract these effects, but to control a forest pest, the biotic and/or abiotic factors that could regulate the population must be understood. In this context, this research aimed to study the oak lace bug's invasive behaviour as well as to contribute to the knowledge of the bioecological elements of the species in the environmental conditions specific to Romania, to substantiate the protection measures that will be prescribed.

To achieve this goal, the evolution of the damage caused during 2017-2020 was tracked. The research consisted of biological (investigating controlled insect growths) and ecological (studying the relationship between insect behaviour and climatic factors) approaches and incorporated ethology and experimentation with chemical control methods. This paper also aims to assess foresters' and other stakeholders' perceptions of the oak lace bug.

The results showed that, in the environmental conditions of southern Romania, the insect produces three generations per year and can be controlled in some isolated cases with chemical spraying. Additionally, the prediction model developed in this paper can predict the appearance of the insect at different stages of development by the number of degrees-days accumulated. Moreover, this paper reports on the perception, level of knowledge and availability of foresters and other stakeholders to counteract the potential negative effects of *Corythucha arcuata* in Romanian oak forests.