

Eficacitatea unor pesticide în prevenirea atacului de *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), în condiții de laborator

N. Olenici

Olenici N., 2022. The efficacy of some pesticides in preventing the attack of *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), under laboratory conditions. Bucov. For. 22(2): 97-115

Abstract. *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894) is an invasive ambrosia beetle species that has already spread in most of Romania's territory and represents a potential pest for forestry, fruit growing, and viticulture. The objective of the research presented in the paper was to identify some pesticides usable in the EU and accepted by the Forest Stewardship Council, which could prevent attacks caused by this species. We tested four insecticides in a laboratory experiment organized in a completely randomized block with five variants and eight replicates. These were: BactoSpeine DF (54% *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*), Mospilan 20 SG (20% acetamiprid), Konflic (50% *Quassia amara* extract + 50% potassium salts of fatty acids), and Laser 240 SC (240 g/l spinosad). We studied pest mortality, attack intensity, and sublethal effects (on fecundity and offspring development) of the tested products on insects. All pesticides had a concentration of 1% (except the first one, which had 10%). We applied them on the surface of thin segments of beech stems (ST) by ST immersion in the prepared solutions for two minutes and then aired for an hour. Before the treatment, STs were kept for 24 h in an aqueous solution of ethanol (48%) to be attractive to insects. Each ST was placed in a transparent jar with 20 *X. germanus* females collected on the same day from the field. The experiment took place over 32 days, during which the average temperature in the test site was 24.1°C, relative humidity 81.6%, and maximum light of 250 lux, 15:9 (L:D) h. Cumulative insect mortality was between 10.6% (in control) and 61.9% (in spinosad), significant differences being recorded only between acetamiprid and spinosad, on the one hand, and the other variants, on the other hand. Attack intensity ranged from 8.0 ± 1.9 galleries/ST (mean $\pm$ standard deviation) (in spinosad) to 18.7 ± 1.1 galleries/ST (in control), and significant differences were recorded still only between acetamiprid and spinosad on the one hand, and the other variants, on the other hand. Because some females died or left the galleries after entering the wood, the number of females with offspring per ST (FDST) was slightly lower than the intensity of the infestation. Under all three aspects (mortality, reduction of infestation intensity, and reduction of FDST), the most effective was spinosad (57.4%, 57.2%, and 66.7%, respectively), followed by acetamiprid (46.6%, 53.5%, 60.5%), the other two products having efficacies below 10-20%. The mean number of offspring/ST ranged between 165.1 ± 105.6 (acetamiprid) and 265.0 ± 84.5 (control), but differences between variants were not statistically significant at $p = 0.05$. The fecundity of females that survived the pesticide interaction ranged from 13.1 ± 6.5 offspring/female (Konflic) to 23.9 ± 11.3 offspring/female (spinosad).

None of the pesticides caused a reduction in fecundity, and spinosad even caused a significant increase. Of the offspring produced by females, 61% reached adulthood by the end of the experiment. However, acetamiprid or spinosad seemingly delayed their development. The adult proportions in the total offspring in these variants significantly differ from that in the control variant. The results indicate that - in the concentrations used - only two products (Mospilan 20 SG and Laser 240 SC) were sufficiently effective to be considered in future field trials. Further investigations are necessary on possible sublethal effects induced by spinosad and acetamiprid.

Keywords: *Xylosandrus germanus*, *Btk*, acetamiprid, *Quassia amara* extract, spinosad, mortality, efficacy, sublethal effects

Author. Nicolai Olenici (olenicifp@yahoo.com) - “Marin Drăcea” National Research-Development Institute in Forestry, Station Câmpulung Moldovenesc, 73bis, Calea Bucovinei, 725100 Câmpulung Moldovenesc, Romania.

Manuscript received September 13, 2022; revised October 01, 2022; accepted October 03, 2022; online first October 19, 2022.

Introducere

Xylosandrus germanus (Blandford, 1894) (Coleoptera: Curculinidae, Scolytinae) este o specie de gândaci de ambrozie originară din sud-estul Asiei, dar care a fost introdusă accidental atât în America de Nord, cât și în Europa, unde s-a răspândit foarte mult în special după anul 2000 (Galko et al. 2019). În România a fost semnalată în urmă cu opt ani (Olenici et al. 2014a), dar a fost colectată pentru prima dată în 2009 (Olenici et al. 2015). În prezent este răspândită în toată țara, din Lunca Dunării, până în zona montană, populațiile cu densitatea cea mai mare fiind întâlnite în zona de dealuri și zona montană inferioară, la 450-950 m altitudine (Olenici et al. 2022).

Fiind o insectă xilomicetofagă, *X. germanus* poate coloniza un spectru foarte larg de specii, în general foioase, dar și rășinoase (Weber și McPherson 1983). De obicei se instalează pe cioate și pe arbori muribunzi sau morți de puțin timp (Postner 1974), dar poate ataca și arbori aparent sănătoși (Solomon 1995), după ce aceștia au fost expuși la stres (secetă, inundații, înghețuri) (Ranger et al. 2013, 2019).

În America de Nord este deja un dăunător important în livezi și în pepinierele de plante ornamentale (Agnello et al. 2015, 2017; Ranger et al. 2016), în timp ce în Europa a fost semnalat ca dăunător în plantații forestiere tinere (Heidenreich 1964) și în păduri, coloni-

zând bușteni de fag (*Fagus sylvatica* L.), cvercinee (*Quercus* spp.), brad (*Abies alba* Mill.), molid (*Picea abies* (L.) H. Karst.) (Maksymov 1987, Graf și Manser 2000, Zach et al. 2001, Galko et al. 2019, Hauptman et al. 2019), dar și în livezi sau podgorii (Böll et al. 2005, Dutto et al. 2018, Ruzzier et al. 2021). În România a fost semnalat doar un singur caz de atac într-o livadă (Olenici et al. 2022), dar *X. germanus* este considerat un potențial dăunător în păduri, livezi și podgorii (Olenici et al. 2015).

Atacul provocat de femelele acestei specii constă în săparea de galerii în lemn, unde este cultivată ciuperca *Ambrosiella grossmanniae* C. Mayers, McNew & T.C. Harr., cu care se hrănesc atât larvele, cât și adulții (Mayers et al. 2015). În cazul buștenilor, galeriile făcute de insecte și înnegrirea lemnului în apropierea galeriilor determină o declasare calitativă a acestora, dar în cazul arborilor vii atacul poate duce chiar și la moartea acestora, deoarece insectele sunt vectori ai unor ciuperci fitopatogene, precum *Ophiostoma novo-ulmi* Brasier, *Fusarium lateritium* Nees, *Fusarium solani* (Mart.) și *Fusarium oxysporum* Schlechter ex Fries (Ranger et al. 2016).

Pentru evitarea pagubelor cauzate de colonizarea de către femelele de *X. germanus* a plantelor vii sau a buștenilor, trebuie să se aplice măsuri care să prevină pătrunderea insectelor în lemn. În mod curent, în America de Nord, se recurge la tratarea preventivă a tulpinilor plan-

telor cu diferite insecticide, în special cu piretroizi de sinteză, precum cipermetrin, permetrin și bifentrin (Frank și Sadof 2011, Knox et al. 2012, Reding și Ranger 2018), dar s-au testat și alte substanțe active precum clorpirifos, lambda-cihalotrin, fenpropatrin (Agnello et al. 2017). Totuși, niciunul dintre tratamentele chimice testate nu poate asigura o protecție totală (Ranger et al. 2016, Gugliuzzo et al. 2021). Produse similare (clorpirifos, alfa-cipermetrin, deltametrin, permetrin și endosulfan) au fost testate înainte de anul 2000 și în Europa, iar rezultatele au arătat că atacul acestei specii este mult mai dificil de prevenit decât cel produs de către *Trypodendron lineatum* (Olivier, 1795) (Graf și Manser 2000).

Chiar dacă utilizarea unora dintre substanțele active menționate încă mai este permisă în cadrul Uniunii Europene, ea este fie complet interzisă, fie puternic restricționată în culturile și pădurile certificate de către Consiliul de Administrare a Pădurilor (Forest Stewardship Council) (FSC 2019a). De aceea, este necesară identificarea altor produse care să poată fi utilizate cu succes în prevenirea atacurilor acestei specii. Ca urmare, obiectivul principal al cercetărilor a fost de a stabili în ce măsură atacul de *X. germanus* ar putea fi prevenit prin folosirea unor produse anterior netestate în acest scop, dintre care unele sunt chiar recomandate de Consiliul de Administrare a Pădurilor pentru combaterea altor dăunători. S-a urmărit totodată și efectul insecticidelor asupra fecundității femelelor supraviețuitoare și a dezvoltării descendenților acestora.

Materiale și metode

Alegerea produselor pentru testare

Pentru testare s-au avut în vedere produse care sunt deja utilizate în România pentru protecția plantelor împotriva altor dăunători, astfel încât un produs care s-ar dovedi a fi eficace împotriva lui *X. germanus* să poată fi omologat cât mai ușor. Dintre acestea s-au ales produse care

acționează prin contact și/sau prin ingestie, ori au efect repelent. Plecând de la aceste criterii, produsele selectate au fost BactoSpeine DF, Konflic, Laser 240 SC și Mospilan 20 SG.

BactoSpeine DF (Valent BioSciences LLC, USA; lot nr. 305055PG30, data fabricației 09.2019) este un produs biologic pe bază de *Bacillus thuringiensis* subspecia *kurstaki* (Btk), cu acțiune prin ingestie. S-a folosit acest produs în lipsa oricărui produs pe bază de *Bacillus thuringiensis* subspecia *tenebrionis*, care este recomandat de FSC (2019b) împotriva lui *Hylobius abietis* (Linnaeus, 1758) și a gândacilor de scoarță din genul *Ips*.

Konflic (Atlantica Agricola SA, Spania; data fabricației 10.02.2020) este un amestec de extract de *Quassia amara* și săruri de potasiu din acizi grași cu acțiune de contact, dar și cu efect repelent (EFSA 2018).

Laser 240 SC (Dow AgroSciences LLC, USA; lot nr. NOV20CE005, data fabricației 10.2020) este un produs pe bază de spinosad, cu acțiune prin contact și ingestie (Sparks et al. 1999), recomandat de FSC (2019b) pentru utilizare în vederea prevenirii atacurilor de *Hylobius abietis* și de gândaci de scoarță.

Produsul Mospilan 20 SG (Nippon Soda, Japonia; lot nr. 209852, data fabricației 02.2020) conține acetamiprid, un compus organic din clasa neonicotinoizilor cu acțiune sistemică, de contact și ingestie (Yamada et al. 1999), o substanță activă inclusă în lista FSC a produselor cu utilizare restricționată, dar care încă mai este utilizat în România în tratamentele preventive de protejare a puieților împotriva atacului de *Hylobius abietis* (Olenici et al. 2018).

Organizarea experimentului

Experimentul s-a desfășurat în perioada 22.06-25.07.2021, la laboratorul de Protecția Pădurilor a S.C.D.E.P. Câmpulung Moldovenesc și a fost organizat într-un bloc complet randomizat cu cinci variante experimentale și opt repetiții. Pentru testare, produsele fitosanitare s-au administrat în diverse

Tabel 1 Produsele fitosanitare testate și concentrațiile folosite
The tested phytosanitary products and their concentrations

Varianta	Produsul utilizat	Concentrația	Substanța activă
V1 (martor)	-	-	-
V2	BactoSpeine DF	10 %	54% <i>Bacillus thuringiensis</i> ssp. <i>kurstaki</i>
V3	Mospilan 20 SG	1%	20% acetamiprid
V4	Konflik	1%	50% extract de <i>Quassia amara</i> + 50% săruri de potasiu din acizi grași
V5	Laser 240 SC	1%	240 g/l spinosad

Tabel 2 Dimensiunile segmentelor de tulpini de fag folosite în experiment
The dimensions of the beech stem segments used in the experiment

Caracteristici dimensionale ¹	Parametri statistici	Varianta experimentală				
		V1	V2	V3	V4	V5
Lungimea (cm)	Media	14,9	14,8	14,9	14,9	14,8
	Abaterea standard	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2
Circumferința la ½ lungime (cm)	Media	8,9	9,2	9,1	8,7	9,0
	Abaterea standard	0,4	0,6	0,6	0,5	0,5

Notă: ¹) Rezultatele testului ANOVA pentru caracteristicile dimensionale: lungimea segmentelor ($F = 0,9897$, $df = 4$, $p = 0,4259$), circumferința segmentelor ($F = 0,97298$, $df = 4$, $p = 0,4347$).

concentrații (Tabelul 1) pe segmente de tulpini subțiri de fag (denumite în continuare ST), prin scufundarea segmentelor și menținerea lor în emulsie timp de două minute.

Anterior tratării cu produse fitosanitare, ST care fuseseră selectate astfel încât să aibă toate aproximativ aceleași dimensiuni (Tabelul 2), au fost tratate cu etanol în concentrație de 48%, ca să fie atractive pentru femelele de *X. germanus*. Pentru aceasta, ST au fost scufundate timp de 24 ore în amestecul de apă cu etanol (12 ore cu un capăt și 12 ore cu celălalt capăt, adâncimea stratului de lichid fiind de cca. 6,5 cm, în timp ce lungimea ST a fost de cca. 15 cm). După tratarea cu etanol, până la instalarea experimentului, ST s-au păstrat în pungi de polietilenă sigilate, astfel încât acestea să piardă cât mai puțină apă și etanol. Pentru ca etanolul de pe suprafața segmentelor de tulpini să nu interacționeze cu produsele folosite la testare, ST au fost spălate sub jet de apă chiar înainte de îmbăierea în emulsie de insecticid. După îmbăierea în emulsie de insecticid, ST au fost lăsate timp de o oră să se zvânte și apoi au fost

puse în borcane de plastic (cu capacitate de 2 litri), în care aveau să fie introduși gândacii.

În vederea asigurării unui microclimat adecvat insectelor, respectiv o umiditate relativă a aerului suficient de mare, dar și pentru a se evita deshidratarea ST în perioada de experimentare, în fiecare borcan s-a pus câte o bucată de burete (7 x 5 x 3,5 cm) îmbibat în apă astfel încât să nu lase apă în borcan, pentru ca insectele să nu se înece (Figura 1).

Insectele folosite în experiment

Femelele de *X. germanus* folosite în experiment au fost colectate în data de 21.06.2021 dintr-un arboret de fag de la Ocolul silvic Gura Humorului (U.P. I Capu Câmpului, u.a. 85A), folosind capcane amorsate cu etanol, care aveau vasul colector fără lichid. Deoarece colectarea gândacilor a durat câteva ore, la alocarea gândacilor capturați în fiecare borcan s-a urmărit să se folosească numai gândacii care erau activi, semn că nu au fost foarte mult afectați de condițiile în care s-au



Figura 1 Borcan cu un segment de tulpină subțire de fag și buretele care a asigurat umiditatea necesară
A jar with a segment of thin beech stem and a piece of sponge that provided the necessary humidity

aflat după capturare. Pentru că nu se cunoștea numărul total de gândaci disponibili, alocarea s-a făcut în patru runde, la fiecare rundă introducând câte 5 femele în fiecare borcan, astfel încât să fie în total 20 exemplare/borcan. Gândacii din primele două runde au fost alocați în intervalul dintre orele 22:00 (21.06) și 1:15 (22.06), iar cei din ultimele două runde în intervalul 5:00-7:15 din data de 22.06.2022. Ca urmare, data de 22.06 se consideră ca fiind prima zi a experimentului. Dintr-o eroare, într-unul dintre borcanele alocate variantei V3 s-au introdus doar 15 exemplare, aspect de care s-a ținut cont la efectuarea calculelor.

Monitorizarea experimentului

Experimentul a fost monitorizat de la instalare și până în data de 25.07.2022, când a fost stopat, iar segmentele de tulpini au fost puse în congelator, la -20°C , pentru conservarea materialului biologic până la efectuarea analizelor. În această perioadă, la interval de 1-3 zile, s-a verificat situația insectelor din borca-

ne, respectiv dacă insectele care nu au intrat în segmentele de lemn erau vii sau moarte. S-au considerat ca fiind moarte exemplarele care nu au reacționat în niciun fel la o presare ușoară. La fiecare verificare, în bucățile de burete din borcane s-a injectat apă care să mențină umiditatea ridicată.

Monitorizarea microclimatului din recipientele cu insecte

Pentru a cunoaște condițiile de microclimat în care s-a desfășurat experimentul, temperatura și umiditatea relativă a aerului din borcane au fost monitorizate cu un dispozitiv HOBO Pro v2 U23-001A, iar intensitatea luminii cu unul de tipul HOBO Pendant® UA-002-64, ambele amplasate într-un borcan din centrul grupului de borcane și setate să înregistreze parametrii respectivi la fiecare 5 minute.

Datele înregistrate au evidențiat faptul că temperatura medie pentru perioada de testare a fost de $24,1^{\circ}\text{C}$, mediile zilnice variind între $21,9^{\circ}\text{C}$ și $27,0^{\circ}\text{C}$, iar umiditatea relativă a aerului din borcane a fost de de 81,6%, valorile medii zilnice oscilând între 69% și 87,9% (figura 2). În ce privește lumina, aceasta a variat zilnic între 0 și aproximativ 250 lucși (Figura 3), faza de întuneric fiind de 9 ore și faza de lumină de 15 ore.

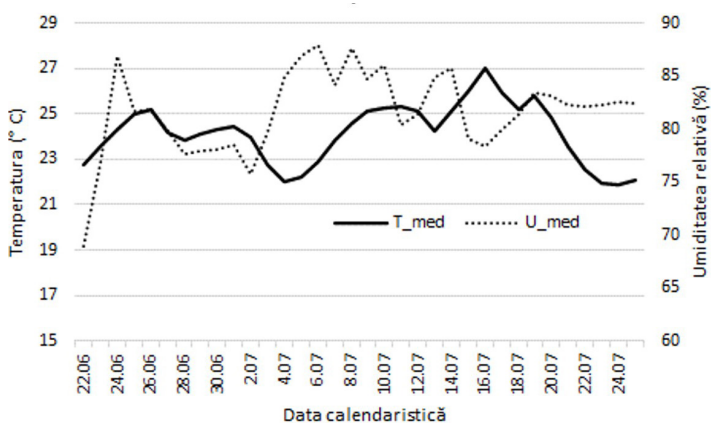
Parametrii luați în considerare pentru stabilirea eficacității tratamentelor

Eficacitatea produselor fitosanitare testate s-a determinat comparând proporția gândacilor morți, numărul de intrări (galerii)/segment (denumit în continuare GST) și numărul de femele cu descendenți/segment (FDST) din cele patru variante de tratament cu valorile înregistrate în cazul variantei martor. Eficacitatea tratamentelor stabilită în funcție de mortalitate s-a calculat folosind formula propusă de Abbott (1925). În afara parametrilor menționați, s-a analizat numărul de descendenți/femelă produși de femelele de *X. germanus* care încă erau vii, în galerii, în momentul sis-

Figura 2

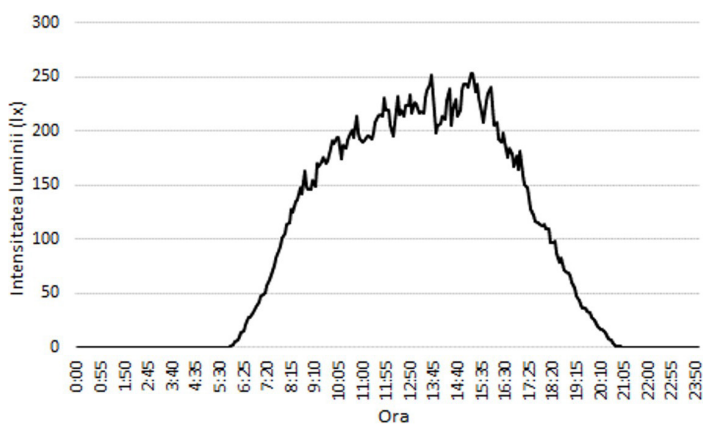
Variația valorilor medii zilnice ale temperaturii și umidității relative în recipientele cu gândaci pe durata experimentului

Variation of average daily values of temperature and relative humidity in containers with beetles during the experiment

**Figura 3**

Variația diurnă a intensității luminii în recipientele cu gândaci. Fiecare valoare reprezentată este media a 32 măsurători

Diurnal variation of light intensity in containers with beetles. Each plotted value is the average of 32 measurements

**Figura 4**

Secțiune printr-o galerie de *X. germanus*, în care se observă larve, pupe și gândaci tineri

*Section through a gallery of *X. germanus*, showing larvae, pupae, and young beetles*



tării experimentului, pentru a constata dacă fecunditatea femelelor a fost afectată de insecticidele cu care au venit în contact, precum și stadiul de dezvoltare în care se afla fiecare dintre descendenți în momentul sistării experimentului. Pentru aceasta, ST au fost secționare, despicate și observare la lupa binocular pentru a stabili câte femele de *X. germanus* au reușit să facă galerii în lemn, câte dintre acestea au reușit să producă descendenți, numărul descendenților și stadiul de dezvoltare, vârsta lavelor fiind stabilită după lățimea capsulei cefalice (figura 4).

Analiza statistică a datelor

Proporția gândacilor morți, din totalul celor utilizați în cadrul fiecărei variante, s-a calculat luând în considerare atât gândacii găsiți morți în borcane pe parcursul desfășurării experimentului, cât și gândacii care au murit în galeriile săpate în lemn. Deoarece unele valori erau mai mici de 30% și altele mai mari de 70%, pentru normalizarea distribuțiilor valorile au fost transformate în arcsin (rădăcină pătrată (x)), conform recomandărilor din literatură (Zar, 2010). Valorile mortalității, precum și cele referitoare la GST, FDST și numărul de descendenți (produși de fiecare femelă care mai era vie când experimentul a fost stopat) au fost supuse analizei unidirecționale a varianței, experimentul fiind mono-factorial. Identificarea valorilor extreme s-a făcut în urma reprezentării grafice a datelor, sub formă de "cutii cu mustăți" (boxplots with whiskers). Normalitatea distribuțiilor s-a verificat prin testul Shapiro-Wilk și egalitatea varianțelor prin testul Levene. În situațiile în care distribuțiile au fost normale și varianțele omogene, s-a folosit testul ANOVA, urmat de testul Tukey (HSD). Dacă varianțele au fost inegale, dar distribuțiile au fost normale, s-a folosit Welch ANOVA, urmată de testul Tamhane T2. Când cel puțin unele dintre distribuții nu au fost normale și nici nu au putut fi normalizate prin transformarea datelor, analiza varianței s-a făcut folosind testul

non-parametric Kruskal–Wallis. Dacă acest test a fost semnificativ, s-a aplicat testul post-hoc Steel-Dwass-Critchlow-Fligner pentru a stabili între care dintre distribuții există diferențe semnificative la $p = 0,05$.

În cazul proporțiilor diferitelor stadii de dezvoltare a descendenților produși de femelele de *X. germanus* utilizate în experiment, acestea s-au calculat, separat pe fiecare variantă experimentală, raportând numărul cumulat de ouă, larve, pupe sau adulți tineri la numărul total de descendenți din varianta luată în considerare. Compararea proporțiilor s-a făcut folosind testul χ^2 , urmat de procedura Marascuilo de comparare a mai multor proporții.

Toate prelucrările s-a făcut folosind programul XLSTAT 2019.1.1 (Addinsoft 2021).

În cazurile în care unele distribuții nu au fost normale, ca indicatori ai tendinței centrale se prezintă atât media (care este mai ușor de înțeles), cât și mediana, iar ca indicatori ai împrăstierii și asimetriei se prezintă abaterea standard și respectiv cuartilele Q1 și Q3.

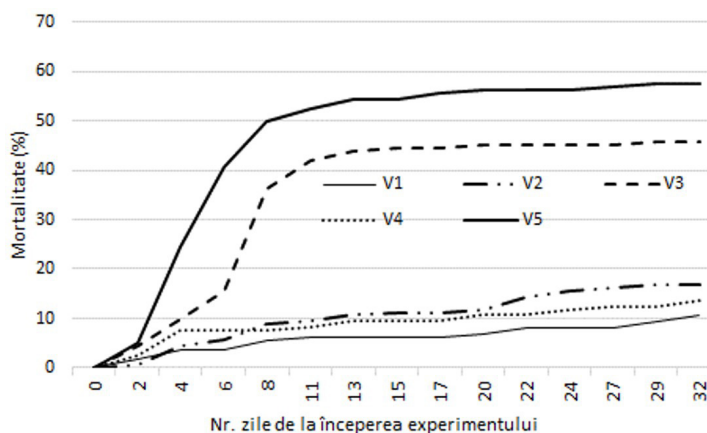
Rezultate

Mortalitatea insectelor în funcție de tratament

Deși s-a încercat să se asigure condiții optime pentru insectele introduse în experiment, mortalități s-au înregistrat încă din primele zile, atât în rândul celor puse cu ST tratate, cât și la cele din varianta martor (ST netratate), însă dinamica mortalității a fost diferită, în funcție de tratamentul aplicat (Figura 5). În timp ce la insectele din varianta martor (V1) și variantele V2 și V4 creșterea mortalității a fost aproape liniară pe toată durata experimentului și la final a ajuns la doar 10,6%, 17,5% și respectiv 13,8%. La insectele din variantele V3 și V5 mortalitatea a avut o evoluție cu totul diferită. În primele două zile, în fiecare dintre cele două variante a murit aproximativ același număr de insecte, rata mortalității ajungând la 4,5% și respectiv 5,0%, iar în următoarele patru zile rata mor-

Figura 5

Dinamica mortalității femelelor de *X. germanus* pe durata experimentului
Mortality dynamics of X. germanus females during the experiment



Tabel 3 Mortalitatea femelelor de *X. germanus* în borcane și în galerii pe durata derulării experimentului (22.06-25.07.2021)

Mortality of X. germanus females in jars and galleries during the experiment (22.06-25.07.2021)

Varianta experimentală	Nr. total exemplare	Exemplare moarte până la 25.07 în ...			Mortalitate (%) (media ± abaterea standard)	Eficacitate (%)
		borcan	lemn	Total		
V1 - martor	160	17	0	17	10,6 ^a ± 7,3	-
V2 – BactoSpein DF	160	27	1	28	17,5 ^a ± 12,5	7,7
V3 – Mospilan 20 SG	155	71	10	81	52,5 ^b ± 17,7	46,6
V4 - Konflic	160	22	0	22	13,8 ^a ± 15,1	3,6
V5 – Laser 240 SC	160	92	7	99	61,9 ^b ± 14,6	57,4

Notă: Mediile urmate de aceeași literă nu diferă semnificativ la $p = 0,05$ (testul ANOVA, urmat de testul Tukey (HSD) de comparare a mai multor medii).

talității a crescut la 15,5% în V3 și 40,6% în V5. După încă două zile (ziua a 8-a de la începerea experimentului) mortalitatea a ajuns la 36,1% în V3 și 50,0% în V5. Apoi, o creștere mult mai lentă a mortalității s-a mai observat până în a 13-a și a 15-a zi, la V3 și respectiv la V5. La încheierea perioadei de testare rata mortalității ajungând la 52,3% în cazul insectelor expuse la Mospilan 20 SG (V3) și 61,9% în cazul celor expuse la produsul Laser 240 SC, valorile menționate incluzând și femelele moarte în galeriile pe care au reușit să le sape în ST (Tabelul 3).

Între ratele mortalității înregistrate în cadrul celor 5 variante, la finalul experimentului au existat diferențe semnificative din punct de vedere statistic ($F = 21,678$ $DF = 4$, $p < 0,0001$). Astfel, rata mortalității pro-

vocate de Mospilan 20 SG și Laser 240 SC a fost semnificativ diferită de cea înregistrată în rândul insectelor expuse la Bactospein DF și Konflic ori neexpuse la insecticide, însă diferența înregistrată între variantele V3 și V5 nu a fost asigurată statistic, după cum nu au fost asigurate statistic nici diferențele dintre variantele V1, V2 și V4 (Tabelul 3). Varianta experimentală explică 71,2% din variabilitatea mortalității.

În ce privește mortalitatea provocată insectelor care au venit în contact cu pesticidele, eficacitatea tratamentelor a fost cuprinsă între 3,6% (Konflic) și 57,5% (Laser 240 SC) (tabelul 3).

Tabel 4 Numărul de galerii de *X. germanus*/ST și eficacitatea tratamentelor testate
The number of X. germanus galleries/ST and the efficacy of tested treatments

Parametri statistici	Varianta experimentală				
	V1	V2	V3	V4	V5
Nr. observații	7	8	6	8	7
Media	18,7 ^a	16,4 ^a	8,7 ^b	16,8 ^a	8,0 ^b
Abaterea standard	1,1	3,7	1,8	3,5	1,9
Eficacitatea (%)	-	12,3	53,5	10,2	57,2

Notă: Mediile urmate de aceeași literă nu sunt semnificativ diferite la $p = 0,05$ (testul Welch ANOVA, urmat de testul Tamhane's T2 de comparare a mai multor medii ale unor distribuții normale cu varianțe inegale). Parametrii statistici s-au calculat după eliminarea valorilor extreme: V1 – 12; V3 – 18; V5 – 17. La varianta V3 sunt doar 6 observații, deoarece s-a eliminat din calcule repetiția în care s-au introdus doar 15 femele, în loc de 20.

Intensitatea atacului în funcție de tratament

Tratamentele testate au afectat în mod semnificativ intensitatea atacului, exprimată prin numărul de galerii per segment de tulpină (GST) ($F = 23,0$, $DF = 4$, $p < 0,0001$), atacul cel mai intens fiind la varianta martor (V1), urmată de variantele V4 și V2, iar cel mai slab la variantele V3 și V5, ultimele două variante menționate fiind semnificativ diferite de celelalte variante, inclusiv varianta martor, în timp ce V2 și V4 nu diferă semnificativ față de martor nici din acest punct de vedere (Tabelul 4). Varianta experimentală explică 74,8% din variabilitatea intensității infestării.

Eficacitatea tratamentelor stabilită în funcție de valorile medii ale GST a fost cuprinsă între 10,2% în cazul variantei V4 (Konflik) și

57,2% în cazul variantei V5 (Laser 240 SC). O eficacitate de peste 50% s-a obținut și în cazul variantei V3 (Mospilan 20 SG).

Impactul tratamentului asupra FDST

Unele dintre femelele de *X. germanus* care au reușit să sape galerii în lemn au murit în interiorul galeriilor, fără a mai produce descendenți. Numărul acestora a fost mai mare la tratamentele care au indus, în ansamblu, o mortalitate mai mare în rândul insectelor. Ca urmare și din această perspectivă există diferențe semnificative între variantele testate ($F = 25,85$, $DF = 4$, $p < 0,0001$), respectiv între variantele V3 și V5, pe de o parte, și variantele V1, V2 și V4 pe de altă parte (Tabelul 5).

Eficacitatea tratamentelor calculată în func-

Tabel 5 Numărul de femele de *X. germanus* cu descendenți/ST și eficacitatea tratamentelor testate
The number of X. germanus females with offspring/ST and the efficacy of tested treatments

Parametri statistici	Varianta experimentală				
	V1	V2	V3	V4	V5
Nr. observații	7	7	6	8	7
Media	17,7 ^a	15,9 ^a	7,0 ^b	14,0 ^a	5,9 ^b
Abaterea standard	1,4	2,2	2,0	4,5	1,9
Eficacitatea(%)	-	10,2	60,5	20,9	66,7

Notă: Mediile urmate de aceeași literă nu sunt semnificativ diferite la $p = 0,05$ (testul Welch ANOVA, urmat de testul Tamhane's T2 de comparare a mai multor medii ale unor distribuții normale cu varianțe inegale). Parametrii statistici s-au calculat după eliminarea valorilor extreme: V1 – 11; V2 – 7; V3 – 14; V5 – 16. La varianta V3 sunt doar 6 observații, deoarece s-a eliminat din calcule repetiția în care s-au introdus doar 15 femele, în loc de 20.

ție de valorile medii ale FDST a fost de 10,2-66,7% (Tabelul 5), pe primul loc situându-se varianta V5 (Laser 240 SC), urmată de V3 (Mospilan 20 SG).

Fecunditatea medie a femelelor care erau vii la încheierea experimentului

Pe durata efectuării experimentului, cele mai multe femele de *X. germanus* care au pătruns în lemn au avut și descendenți. Deoarece numărul de FDST este semnificativ diferit între variante, era de așteptat ca și numărul mediu de descendenți per segment de tulpină (Tabelul 6) să fie semnificativ diferit, dar testul ANOVA arată că diferențele dintre medii ar putea fi considerate semnificative doar la limită ($F = 2,57$, $DF = 4$, $p = 0,0551$). Această situație se datorează variabilității foarte mari a valorilor înregistrate în special la segmentele din varianta V3. Totuși, este evident că, pe ansamblu, în variantele V3 și V5 au fost mai puțini descendenți per ST de-

cât în celelalte variante, în special față de varianta martor. Acest lucru este în primul rând o urmare a faptului că în variantele V3 și V5 un număr mai mic de femele au reușit să colonizeze ST, dar și a faptului că dintre acestea unele au murit. De aceea, pentru a stabili în ce măsură tratamentele aplicate au avut vreun impact asupra fecundității femelelor, s-au luat în considerare doar femelele care mai erau vii, în galerii, în momentul sistării experimentului. Datele referitoare la numărul de descendenți ai acestor femele (Tabelul 7) indică existența unor diferențe semnificative între variantele experimentale ($Kobs = 49,052$, $DF = 4$, $p < 0,0001$), fecunditatea cea mai mare fiind observată în cazul femelelor supraviețuitoare din variantele V5 și V3, iar cea mai mică la femelele din varianta V4, dar aceasta din urmă nu diferă semnificativ de varianta martor (V1) și de varianta V2. Prin urmare, raportându-ne la fecunditatea medie a femelelor din varianta martor, nu se poate spune că tratamentele aplicate ar fi deter-

Tabel 6 Numărul de descendenți ai femelelor de *X. germanus* per ST
Offspring number of X. germanus females per ST

Parametri statistici	Varianta experimentală					Total
	V1	V2	V3	V4	V5	
Suma	2120	1852	1156	1621	1361	8110
Media	265,0	231,5	165,1	202,6	170,1	207,9
Abaterea standard	84,5	50,6	105,6	70,8	40,5	78,9

Tabel 7 Numărul descendenților femelelor care erau încă în viață, în galerii, la sfârșitul experimentului
The offspring number of the females which were still alive in the galleries at the end of the experiment

Parametri statistici	Varianta experimentală				
	V1	V2	V3	V4	V5
Nr. observații	134	115	54	121	57
Media	15,5 ^{ab}	15,4 ^{ab}	19,3 ^{bc}	13,1 ^a	23,9 ^c
Abaterea standard	8,2	6,6	9,4	6,5	11,3
Mediana	15	16	18	13	23
Cuartila Q ₁	8,3	11,0	12,3	8,0	16,0
Cuartila Q ₃	21,0	20,0	24,8	17,0	32,0

Notă: Mediile urmate de aceeași literă nu sunt semnificativ diferite la nivelul de probabilitate de 5% folosind testul Kruskal-Wallis, urmat de procedura Steel-Dwass-Critchlow-Fligner (testul bilateral). Valorile din tabel au fost calculate după eliminarea valorilor extreme: V1 – 42; V2 – 46, 37; V3 – 57, 54; V4 – 33.

minat reducerea fecundității femelelor care au supraviețuit și au reușit să producă descendenți. Dimpotrivă, datele indică o creștere semnificativă a numărului mediu de descendenți per femelă în cazul variantei V5 (Laser 240 SC), comparativ cu numărul mediu de descendenți per femelă în varianta martor (V1), precum și o diferență în plus la femelele din varianta V3 (Mospilan 20 SG), față de martor, dar această diferență nu este asigurată statistic.

Dezvoltarea descendenților pe durata derulării experimentului, în funcție de tratament

La data încheierii experimentului, în cea de-a 33-a zi după introducerea insectelor în borcane, majoritatea descendenților produși de către

femelele de *X. germanus* ajunseseră în stadiul de adult tânăr. Aceștia reprezentau 61,0% din total, pupele 9,7%, larvele de diverse vârste 28,8% și ouăle doar 0,5% (tabelul 8). Ouăle au reprezentat între 0,1% la V3 și 0,8% la V1, diferențele dintre proporții nefiind semnificative din punct de vedere statistic ($\chi^2_{\text{obs}} = 7,662$, DF = 4, $p = 0,105$). Nici în ce privește proporția larvelor (în total și pe fiecare vârstă în parte) nu au existat diferențe semnificative între variantele experimentale ($\chi^2_{\text{obs}} = 7,642$, DF = 4, $p = 0,107$). În cazul pupelor, ponderile cele mai mari s-au înregistrat la variantele V3 și V5, care diferă semnificativ de varianta martor. Aceste variate au avut totodată ponderile cele mai mici de adulți tineri, din acest punct de vedere pe primul loc clasându-se varianta martor

Tabel 8 Ponderea stadiilor de dezvoltare în numărul total al descendenților la încheierea experimentului
Proportion of developmental stages in the total number of offspring at the end of the experiment

Varianta experimentală	Ouă (%)	Larve (%)			Pupe (%)	Adulți tineri (%)	
		L1	L2	L3		Total	Masculi
V1	0,8 ^a	11,8 ^a	8,8 ^a	5,9 ^a	8,8 ^a	64,0 ^a	8,0 ^a
V2	0,5 ^a	12,3 ^a	11,1 ^a	5,9 ^a	9,3 ^{ab}	60,9 ^{ab}	7,8 ^a
V3	0,1 ^a	12,0 ^a	9,9 ^a	7,4 ^a	12,6 ^b	58,0 ^b	7,9 ^a
V4	0,4 ^a	13,8 ^a	9,1 ^a	7,0 ^a	7,3 ^a	62,4 ^{ab}	8,3 ^a
V5	0,4 ^a	11,9 ^a	10,4 ^a	7,6 ^a	12,3 ^b	57,4 ^b	7,4 ^a
Total	0,5	12,4	9,8	6,6	9,7	61,0	7,9

Notă: Proporțiile din aceeași coloană urmate de aceeași literă nu diferă semnificativ la $p = 0,05$ (testul χ^2 , urmat de procedura Marascuilo de comparare a mai multor proporții).

Tabel 9 Proporția femelelor de *X. germanus* care au intrat în lemn în primele două zile de la începerea experimentului, în funcție de tratament
Proportion of X. germanus females that entered wood in the first two days after the start of the experiment by treatment

Varianta experimentală	Nr. total femele în galerii (NTG)	Nr. total femele cu descendenți (NTFD)	Nr.intrări în primele 2 zile	% femele intrate în primele 2 zile, calculat din:	
				NTG	NTFD ¹
V1	143	135	143	100	100+
V2	131	118	80	61,1	67,8
V3	70	56	45	64,3	80,4
V4	134	122	98	73,1	80,3
V5	73	57	73	100	100+

Notă: Semnul „+” indică faptul că în primele două zile au intrat în ST mai multe femele decât NTFD.

(V1) și varianta V4. Rezultatele indică un ușor avans în dezvoltare a descendenților rezultați din femelele alocate variantelor V1 și V4, fapt care nu pare a se datora în totalitate colonizării mai timpurii a ST de către femelele din V1 și V4 care au produs descendenți, deoarece și femelele din V5, care au colonizat ST, au intrat toate în primele două zile, iar în V4 cca. 20% din numărul total de femele cu descendenți au intrat ceva mai târziu în lemn (Tabelul 9).

În totalul exemplarelor tinere ajunse în stadiul de adult, masculii au reprezentat 7,4-8,9%, neexistând diferențe semnificative din punct de vedere statistic între variantele experimentale (Tabelul 8).

Discuții

Mortalitatea insectelor în funcție de tratament

Pe durata experimentului, femelele de *X. germanus* care au venit în contact cu produsele fitosanitare BactoSpein DF sau Konflic au înregistrat o rată a mortalității cu doar 6,9 și respectiv 3,2 puncte procentuale mai mare decât cele care nu au venit în contact cu niciun pesticid, iar aceste diferențe nu sunt asigurate statistic, așa încât nu se poate spune cu certitudine că aceste creșteri ale mortalității s-ar datora celor două produse fitosanitare.

BactoSpein DF conține 54% *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* (Btk), tulpina ABTS-351 (Glissando 2020). Această tulpină de Btk produce proteinele Cry1Aa, Cry1Ab, Cry1Ac și Cry2Aa (EFSA 2021), care sunt toxice în special pentru larvele de lepidoptere (Höfte și Whiteley 1989, van Frankenhuyzen 2017). Acesta este primul motiv pentru care produsul n-a fost eficace împotriva femelelor de *X. germanus*. Din acest punct de vedere, ar fi fost mai justificată testarea unui produs pe bază de *B.t.* subsp. *tenebrionis*, izolată din *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 și considerată ca fiind specifică pentru coleoptere (Krieg et al. 1983), ori pe bază de *B.t.* subsp. *israelensis*, care s-a dovedit eficace atât împotriva

larvelor de *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Méndez-López et al. 2003), cât și împotriva adulților de *Hylobius abietis* (Tudoran et al. 2021), deși această subspecie a fost considerată ca fiind specifică pentru diptere (de Barjac 1978). Există însă și unele tulpini de Btk ce produc și proteine din familia Cry3, care s-au dovedit eficace împotriva coleoptelilor (Lambert et al. 1992, Ferrari et al. 1993, Ghassemi-Kahrizheh și Aramideh 2014), iar un test efectuat chiar cu Btk ABTS-351 a evidențiat o mortalitate de 31,4% în rândul insectelor de *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824), chiar dacă s-a folosit o concentrație de 10 ori mai mică decât cea testată de noi (EU 2016).

Al doilea motiv al ineficienței produsului îl reprezintă faptul că el acționează doar după ce este ingerat și ajunge în intestin (Adang et al. 2014), însă femelele de *X. germanus* nu se hrănesc cu țesuturile plantei, ci doar cu ciuperca pe care o cultivă în galeriile pe care le fac în lemn. Ca urmare, cristalele proteice nu au fost înghițite și nu au avut cum să devină toxice.

În ce privește produsul Konflic, conform specificațiilor de pe etichetă, acesta conține 50% extract de *Quasia amara* și 50% săruri de potasiu din acizi grași și este recomandat împotriva mai multor specii de dăunători, între care și coleoptere, precum țigărarul viței de vie - *Byctiscus betulae* (Linnaeus, 1758) și gârgărița viței de vie - *Otiorhynchus sulcatus* (Fabricius, 1775).

Extractul de *Quasia amara* are atât efect insecticid de contact, cât și efect repelent (EFSA 2018). Eficacitatea lui a fost demonstrată în primul rând în cazul afidelor (McIndoo și Sievers 1917, Şengonca și Brüggén 1991, Holaschke et al. 2006, Weihrauch et al. 2007, Danelski et al. 2015, Castresana și Puhl 2018), a unor larve de lepidoptere, precum *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1848) (Mancebo et al. 2000), și a celor de *Hoplocampa testudinea* (Klug, 1816) (Psota et al. 2010, Danelski et al. 2014). În ce privește efectul extractului împotriva speciilor de coleoptere dăunătoare, există foarte puține date publicate, ceea ce ar putea însemna fie că nu s-au efectuat teste, fie că eficiența protecției nu a fost

corespunzătoare. Eggler et al. (1992) au raportat o eficiență medie a tratamentelor de 60% împotriva speciei *Anthonomus pomorum* (Linnaeus, 1758), dar nu am găsit alte date publicate care să confirme eficacitatea menționată.

Săpunul pe bază de săruri de potasiu, care reprezintă 50% din produsul Konflic, are rolul de a spori eficacitatea extractului de *Quassia amara*, după cum se cunoaște de multă vreme (McIndoo și Sievers 1917). Totuși, în cazul de față, combinația dintre extractul de *Quassia amara* și săpun nu a avut un impact semnificativ asupra mortalității femelelor de *X. germanus*.

Produsul Mospilan 20 SG conține, conform datelor furnizat de producător, 20% acetamiprid și este recomandat pentru combaterea unui spectru larg de dăunători agricoli, între care și unele specii de coleoptere, precum *L. decemlineata*, *Tanymecus dilaticollis* Gyllenhal, 1834, *Brassicogethes aeneus* (Fabricius, 1775), *Ceutorhynchus napi* Gyllenhal, 1837. Un produs similar, Mospilan 20 SP, care are tot 20% acetamiprid este recomandat și pentru gândacii de scoarță *Ips typographus* (Linnaeus, 1758), *Ips amitinus* (Eichhoff, 1871) și *Pityogenes chalcographus* (Linnaeus, 1761), deși date ale unor experimente care să evidențieze eficacitatea produsului împotriva acestor dăunători nu sunt publicate. Totuși, Doerr et al. (2008) au demonstrat o eficacitate de 64-88 % a acetamipridului în cazul gândacilor de *Scolytus rugulosus* (Muller, 1818), după doar 24 ore de la expunerea la insecticid. Având nu doar efect sistemic și de ingestie, ci și efect de contact, acetamipridul a avut o eficacitate de 46,6% în ce privește reducerea populației de *X. germanus*.

Caracteristic pentru insectele tratate cu acetamiprid este faptul că acestea se prăbușesc rapid și prezintă simptome de intoxicație, precum excitație, convulsii și paralizie, moartea survenind abia după câteva zile, timp în care ele nu se mai hrănesc (Yamada et al. 1999), aspecte sesizate și la unele exemplare de *X. germanus* din această variantă experimentală, care în cele din urmă au murit. Aceasta explică dinamica mortalității observate în cadrul experimentului. O dinamică asemănătoare, dar cu o

mortalitate de 100% a insectelor, s-a constatat și în cazul insectelor de *Hylobius abietis* care s-au hrănit cu scoarță de pe ramuri de pin silvestru (*Pinus sylvestris* L.), tratată cu acetamiprid în aceeași concentrație (Olenici et al. 2014b).

Spinosad, substanța activă din Laser 240 SC, este un amestec (în proporție de 85:15%) de spinosin A și spinosin D, substanțe rezultate în procesul de fermentare aerobă produsă de bacteria actinomicetă *Saccharopolyspora spinosa* Mertz & Yao în medii de creștere apoase (Sparks et al. 1999). Acest amestec este toxic pentru insecte, atât prin contact, cât și prin ingestie (Sparks et al. 1999) și s-a dovedit eficient împotriva multor specii de lepidoptere, diptere, hemiptere, dar și coleoptere (Bacci et al. 2016).

Nu am identificat date publicate cu privire la testarea vreunor produse pe bază de spinosad împotriva lui *X. germanus*, dar în experimente împotriva unor specii de gândaci de scoarță, precum *Scolytus rugulosus* (Muller, 1818) și *Hypocryphalus mangiferae* (Stebbing, 1914) acesta s-a dovedit a fi mult mai puțin eficient decât acetamipridul (Doerr et al. 2008) și mult mai puțin toxic decât imidaclopridul, care este tot un produs din clasa neonicotinoizilor (Saeed et al. 2011). În cazul femelelor de *X. germanus*, eficacitatea spinosadului a fost de 1,2 ori mai mare decât a acetamipridului (57,4% față de 46,6%), dar și concentrația în substanță activă a emulsiilor folosite a fost de 1,2 ori mai mare în primul caz, iar diferența de mortalitate între cele două variante nu este asigurată statistic.

Intensitatea atacului în funcție de tratament

Deoarece produsele BactoSpeine DF și Konflic nu au influențat în mod semnificativ mortalitatea femelelor care au venit în contact cu ele, acestea nici nu au diminuat intensitatea atacului. În schimb, produsele Mospilan 20 SG și Laser 240 SC au redus intensitatea atacului, eficacitatea lor fiind însă de numai 53-57%. Și în cazul speciei *Xyleborus glabartus*, care ecologic

este asemănătoare cu *X. germanus*, acetamipridul - aplicat într-o concentrație de 3,5 ori mai mare decât cea testată de noi - nu a redus intensitatea infestării decât cu 23,5% și diferența nu a fost asigurată statistic (Peña et al. 2011), însă experimentul respectiv s-a efectuat în condiții naturale, cu precipitații, temperatură variabilă și lumină mult mai puternică, ceea ce e de presupus că a influențat eficacitatea tratamentului, așa cum s-a întâmplat și în cazul altor specii de insecte (Gupta et al. 2008, Boina et al. 2009, Piechowicz și Grodzicki 2013, Mansoor et al. 2015). Eficacitatea acestui produs depinde de factorii menționați, care afectează nu doar metabolismul și activitatea insectelor, ci și disiparea produsului (Yu et al. 2008). Eficacitatea spinosadului depinde de condițiile de temperatură și lumină (Yousefnezhad-Irani și Ali Asghar 2007, Athanassiou et al. 2008, Kowalska 2010, Leach et al. 2017), motiv pentru care e de așteptat ca în condiții de teren eficacitatea tratamentului să fie diferită de cea obținută în condiții de laborator.

Impactul tratamentului asupra FDST și a fecundității medii a femelelor

Doar tratamentele cu Mospilan 20 SG și cu Laser 240 SG au avut un efect semnificativ asupra numărului de femele care au reușit să producă descendenți (Tabelul 5), reducându-l cu 60-67% față de martor. În felul acesta s-a diminuat și numărul total de descendenți din respectivele variante experimentale (tabelul 6), însă – la concentrațiile folosite – niciunul dintre produse nu pare să fi afectat negativ fecunditatea femelelor supraviețuitoare. Ușoara reducere a fecundității medii în cazul femelelor din varianta V4 nu este asigurată statistic pentru a putea susține că produsul Konflikt ar fi avut un asemenea efect.

În mod surprinzător, femelele care au interacționat cu acetamiprid (V3) și cu spinosad (V5) au avut o fecunditate mai mare (cu 24,5% și respectiv 54,2%) decât femele din varianta martor, iar diferența dintre V5 și martor este asigurată statistic ($p < 0,0001$). Aceste creșteri

de fecunditate s-ar putea datora selecției făcute de către insecticidele respective, care probabil au eliminat din populație femelele mai puțin viguoase și care teoretic ar fi avut o fecunditate mai scăzută. Totuși, nu este exclus ca aceste creșteri să fie rezultatul stimulării producției de ouă de către insecticide, dozele subletale putând avea – în unele cazuri – asemenea efecte, fenomen cunoscut sub denumirea de hormeză (Cutler 2013, Cutler și Guedes, 2017).

În mod obișnuit, cele două insecticide, aplicate în doze subletale, determină mai degrabă o reducere a fecundității insectelor. Acest efect a fost observat la unele specii de afide expuse la acetamiprid (Wang et al. 2022, Zhang et al. 2022), dar și la femelele de *Eriopsis connexa* (Germar, 1824) obținute din larve de vârstă a 4-a care au venit în contact cu această substanță (Fogel et al. 2013). Fecunditatea a fost diminuată și de către spinosad în cazul speciilor fitofage *Spodoptera littoralis* (Boisduval, 1833), *Glyphodes pyloalis* Walker, 1859, *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824), *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797), *Callosobruchus chinensis* Linnaeus, 1758 (Abouelghar et al. 2013, Piri et al. 2014, Mura și Ruiu 2018, Ali et al. 2019, Naher și Islam 2019, Habiba et al. 2020), dar și în cazul speciei prădătoare *Chrysoperla carnea* (Mandour 2009). Totuși s-au semnalat și cazuri de creștere a fecundității la insectele expuse unor doze subletale. Astfel, insectele de *Myzus persicae* Sulzer, expuse la acetamiprid au avut o fecunditate mai mare (Sial et al. 2018), iar producția de descendenți a femelelor de *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 a crescut după expunerea insectelor la spinosad (Vélez et al. 2018). Prin urmare, ipoteza sporirii fecundității femelelor de *X. germanus* expuse la acetamiprid și respectiv la spinosad pare a fi valabilă și necesită investigații suplimentare.

Dezvoltarea descendenților pe durata derulării experimentului în funcție de tratament

În doze subletale, insecticidele pot avea diverse efecte asupra insectelor, inclusiv încetinirea ritmului de dezvoltare. În cazul de față, este

dificil de spus dacă insecticidele - și în special produsele Mospilan 20 SG și Laser 240 SC - cu care insectele din generația F0 (părinții) au venit în contact, au putut avea un asemenea efect asupra insectelor din generația F1, mai ales că femelele de *X. germanus* au venit în contact cu ele, fără a le înghiți. Ca urmare, sunt necesare investigații suplimentare pentru a clarifica acest aspect. Totuși, și în cazul altor specii de insecte, precum *Eriopsis connexa* s-a observat o prelungire a timpului de dezvoltare embrionară în cazul ouălor produse de femelele obținute din larve ce au venit în contact cu acetamiprid (Fogel et al. 2013), iar produsul spinosad a determinat o prelungire a duratei de dezvoltare în cazul larvelor de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) și *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763) (Galvan et al. 2005, Gong et al. 2015, Habiba et al. 2019).

Concluzii

Dintre cele patru produse fitosanitare testate, doar Mospilan 20 SG și Laser 240 SC au avut un efect semnificativ asupra mortalității femelelor de *X. germanus* și implicit asupra intensității atacului, însă eficacitatea lor a fost doar mijlocie (aproximativ 50-60%), ceea ce înseamnă că ar putea asigura o protecție parțială împotriva atacului acestor gândaci și se justifică a fi testate în teren.

Fecunditatea femelelor de *X. germanus* care au supraviețuit interacțiunii cu insecticidele nu a fost afectată negativ de către produsele fitosanitare, iar cele care au venit în contact cu spinosad au avut chiar o fecunditate semnificativ mai mare decât femelele martor, ceea ce ar putea să fie un fenomen de hormeză.

Dezvoltarea descendenților produși de femelele care au venit în contact cu Mospilan 20 SG sau cu Laser 240 SC și au colonizat segmentele de tulpini a fost într-o oarecare măsură decalată de cea a descendenților produși de femelele martor și de cele din celelalte variante experimentale. Sunt necesare noi cercetări

pentru clarificarea aspectelor ce țin de efectele subletale ale celor două produse asupra femelelor de *X. germanus*.

Mulțumiri

Elaborarea lucrării s-a făcut în cadrul proiectului PN 1970203 - "*Xylosandrus germanus* - specie invazivă în ecosistemele forestiere din România", finanțat de Ministerul Cercetării, Inovării și Digitalizării. Publicarea ei s-a făcut cu suport din partea proiectului "Creșterea capacității și performanței instituționale a INCDS „Marin Drăcea” în activitatea de CDI - CresPerfInst" (Contract nr. 34PFE./30.12.2021), finanțat de Ministerul Cercetării, Inovării și Digitalizării prin Programul 1 - Dezvoltarea sistemului național de cercetare - dezvoltare, Subprogram 1.2 - Performanță instituțională - Proiecte de finanțare a excelenței în CDI.

Mulțumesc colegului Stelian Bodnari pentru ajutorul acordat în colectarea și pregătirea segmentelor de tulpini subțiri de fag, colectarea insectelor utilizate în experiment și pentru analiza segmentelor de tulpini după sistarea experimentului. Mulțumesc, de asemenea, celor doi revizori care - prin observațiile și sugestiile făcute pe varianta inițială a manuscrisului - au contribuit la îmbunătățirea lucrării.

Bibliografie

- Abbott W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- Abouelghar G.E., Sakr H., Ammar H.A., Yousef A., Nasar M., 2013. Sublethal effects of spinosad (Tracer®) on the cotton leafworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Plant Protection Research* 53(3): 275-284. DOI: <https://doi.org/10.2478/jppr-2013-0041>
- Adang M.J., Crickmore N., Jurat-Fuentes J.L., 2014. Diversity of *Bacillus thuringiensis* crystal toxins and mechanism of action. *Advances in Insect Physiology* 47:39-87. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800197-4.00002-6>
- Addinsoft, 2021. XLSTAT - A complete statistical add-in

- for Microsoft Excel. <https://www.xlstat.com/en/>
- Agnello A., Breth D., Tee E., Cox K., Warren H.R., 2015. Ambrosia beetle – an emergent apple pest. *New York Fruit Quarterly* 23: 25–28.
- Agnello A.M., Breth D.I., Tee E.M., Cox K.D., Villani S.M., Ayer K.M., Wallis A.E., Donahue D.J., Combs D.B., Davis A.E., Neal J.A., 2017. *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) occurrence, fungal associations, and management trials in New York apple orchards. *Journal of Economic Entomology* 110: 2149–2164. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/tox189>
- Ali Q., ul Hasan M., Saleem S., Ranjha M.H., Nawaz R., Qasim M.U., Anjum N.A., 2019. Effect of reduced risk insecticides on the different developmental stages of *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of Agricultural Research* 57(3): 159-166.
- Athanassiou C.G., Kavallieratos N.G., Yiatilis A.E., Vayias B.J., Mavrotas C.S., Tomanović Ž., 2008. Influence of temperature and humidity on the efficacy of spinosad against four stored-grain beetle species. *Journal of Insect Science* 8(1): 2008, 60, DOI: <https://doi.org/10.1673/031.008.6001>
- Bacci L., Lupi D., Savoldelli S., Rossaro B., 2016. A review of Spinosyns, a derivative of biological acting substances as a class of insecticides with a broad range of action against many insect pests. *Journal of Entomological and Acarological Research* 2016, 48:5653. DOI: <https://doi.org/10.4081/jear.2016.5653>
- Boina D.R., Onagbola E.O., Salyani M., Stelinski L.L., 2009. Influence of posttreatment temperature on the toxicity of insecticides against *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). *Journal of Economic Entomology* 102(2): 685-691. DOI: 10.1603/029.102.0229
- Böll S., Hofmann H., Niethammer M., Schwappach P., 2005. Erstes Auftreten des Schwarzen Nutzholzborkenkäfers *Xylosandrus germanus* an Weinreben in Europa. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 57: 57-63.
- Castresana J.E., Puhl L., 2018. Eficacia de insecticidas botánicos sobre *Myzus persicae* (Sulzer) y *Aphis gossypii* (Clover) (Hemiptera: Aphididae) en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo cubierta. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 12(1): 136-146. DOI: <https://doi.org/10.17584/rceh.2018v12i1>
- Cutler G.C., 2013. Insects, insecticides and hormones: evidence and considerations for study. *Dose-Response* 11: 154–177. DOI: 10.2203/dose-response.12-008.Cutler
- Cutler G.C., Guedes R.N.C., 2017. Occurrence and significance of insecticide induced hormesis in insects. In: Duke S.O., Kudsk P., Solomon K. (eds.), *Pesticide Dose: Effects on the Environment and Target and Non-Target Organisms*. ACS Symposium Series 1249, American Chemical Society, Washington, DC, pp. 101-119.
- de Barjac H., 1978. Une nouvelle variété de *Bacillus thuringiensis* très toxique pour les moustiques: *B. thuringiensis* var. *israelensis* sérotype 14. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. Série D: Sciences naturelles* 286(10): 797-800.
- Danelski W., Badowska-Czubik T., Rozpara E., Pniak M., 2014. A study on the possibility of limiting damage to fruit by the apple sawfly (*Hoplocampa testudinea* Klug) in organic apple orchards. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 59(3): 27-30.
- Danelski W., Badowska-Czubik T., Rozpara E., 2015. Assessment of the effectiveness of plant-derived pesticides in controlling the black cherry aphid *Myzus cerasi* F. in organic growing of sweet cherry. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 60(3): 21-24.
- Doerr M.D., Brunner J.F., Smith T.J., 2008. Biology and management of bark beetles (Coleoptera: Curculionidae) in Washington cherry orchards. *Journal of Entomological Society of British Columbia* 105: 69-81.
- Dutto M., Ferracini C., Faccoli M., 2018. Gravi infestazioni di *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in castagneti del Piemonte. *Forest@* 15: 112–116. DOI: <https://doi.org/10.3832/efor2860-015>
- Eggler B.D., Groß A., Trautmann M., 1992. Biologisch aktive Pflanzenauszüge: eine natürliche Alternative bei der Behandlung von Schaderregern im Obstbau. 5. Internationaler Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum Ökologischen Obstbau, 19. und 20.11.1992, Hrsg. Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau, Baden-Württemberg, Ministerium für ländlichen Raum, Landwirtschaft und Forsten, 28. https://www.ecofruit.net/wp-content/uploads/2020/05/30_1992_Gros_95.pdf
- EU, 2016. *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*, Serotype 3a3b, Strain ABTS-351 - Biocide for use as insecticides (PT18). Evaluation of active substances. Competent Authority Report, Document IIIA, eCA: France. <https://echa.europa.eu/documents/10162/99ca3973-094a-633f-623c-04f89ae1a692> (accesat 17.08.2022)
- EFSA (European Food Safety Authority), 2018. Technical report on the outcome of the consultation with Member States and EFSA on the basic substance application for *Quassia amara* L. wood extract for use in plant protection as insecticide and repellent. EFSA supporting publication 2018:EN-1382. 76 p. DOI: <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2018.EN-1382>
- EFSA (European Food Safety Authority), 2021. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* strain ABTS-351. EFSA Journal 2021; 19(10): 6879, 20 p. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6879>
- Ferrari R., Burgio G., Maini S., 1993. Comparison between preparation of *Bacillus thuringiensis* Berliner and insecticides, against *Leptinotarsa decemlineata* (Say)

- (Col. Chrysomelidae) in potato field. Bollettino dell'Istituto di Entomologia Guido Grandi della Università degli Studi di Bologna 48: 19-26.
- Fogel M.N., Schneider M.I., Desneux N., González B., Ronc A.E., 2013. Impact of the neonicotinoid acetamiprid on immature stages of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). Ecotoxicology DOI: <https://doi.org/10.1007/s10646-013-1094-5>
- FSC, 2019a. FSC Lists of highly hazardous pesticides. FSC-POL-30-001a V3-0 EN.pdf <https://fsc.org/en/media/5447>
- FSC, 2019b. Approved pesticide derogations and conditions. https://fsc.org/sites/default/files/2019-10/Approved%20Derogations%20and%20Conditions_18102019.pdf
- Frank S.D., Sadof C.S., 2011. Reducing insecticide volume and nontarget effects of ambrosia beetle management in nurseries. Journal of Economic Entomology 104: 1960–1968. DOI: 10.1603/ec11124
- Galko J., Dzurenko M., Ranger C.M., Kulfan J., Kula E., Nikolov C., Zúbrik M., Zach P., 2019. Distribution, habitat preference, and management of the invasive ambrosia beetle *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in European forests with an emphasis on the West Carpathians. Forests 2019, 10(1), 10. DOI: <https://doi.org/10.3390/f10010010>
- Galvan T.L., Koch R.L., Hutchison W.D., 2005. Effects of spinosad and indoxacarb on survival, development, and reproduction of the multicolored Asian lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae). Biological Control 34: 108–114
- Ghassemi-Kahrizeh A., Aramideh S., 2014. Sub-lethal effects of *Bacillus thuringiensis* Berliner on larvae of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). Archives of Phytopathology and Plant Protection 48(3): 259–267. DOI: [doi:10.1080/03235408.2014.885408](https://doi.org/10.1080/03235408.2014.885408)
- Glissando, 2020. Bactospeine DF. <https://www.glissandro/product/bactospeine-df/>
- Gong Y., Xu B., Zhang Y., Gao X., Wu Q., 2015. Demonstration of an adaptive response to preconditioning *Frankliniella occidentalis* (Pergande) to sublethal doses of spinosad. Ecotoxicology 24: 1141–1151. DOI: [10.1007/s10646-015-1461-5](https://doi.org/10.1007/s10646-015-1461-5)
- Graf E., Manser P., 2000. Beitrag zum eingeschleppten Schwarzen Nutzholzborkenkäfer *Xylosandrus germanus*. Biologie und Schadenpotential an im Wald gelagertem Rundholz im Vergleich zu *Xyloterus lineatus* und *Hylecoetus dermestoides*. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 151: 271–281.
- Gugliuzzo A., Biedermann P.H.W., Carrillo D., Castriello L.A., Egonyu J.P., Gallego D., Haddi K., Hulcr J., Jactel H., Kajimura H., Kamata N., Meurisse N., You Li Y., Oliver J.B., Ranger C.M., Rassati D., Stelinski L.L., Sutherland R., Garzia G.T., Wright M.G., Biondi A., 2021. Recent advances toward the sustainable management of invasive *Xylosandrus* ambrosia beetles. Journal of Pest Science 94: 615–637. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01382-3>
- Gupta S., Gajbhiye V.T., Gupta R.K., 2008. Effect of light on the degradation of two neonicotinoids viz acetamiprid and thiacloprid in soil. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 81: 185–189. DOI: [10.1007/s00128-008-9405-x](https://doi.org/10.1007/s00128-008-9405-x)
- Habiba U., Islam W., Parween S., 2019. Contact and gustatory effects of spinosad on the survivability of *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) in wheat. Bangladesh Journal of Zoology 47(1): 253–262. DOI: <https://doi.org/10.3329/bjz.v47i2.44336>
- Habiba U., Islam W., Parween S., 2020. Influence of spinosad on the reproductive potential of *Tribolium castaneum* (Herbst), (Coleoptera: Tenebrionidae) infesting wheat. ENTOMON 44(4): 249–258. DOI: <https://doi.org/10.33307/entomon.v44i4.476>
- Hauptman T., Pavlin R., Grošelj P., Jurc M., 2019. Distribution and abundance of the alien *Xylosandrus germanus* and other ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in different forest stands in central Slovenia. iForest 12: 451–458. DOI: <https://doi.org/10.3832/for3114-012>
- Heidenreich E., 1964. Ökologische Bedingungen für Primärbefall durch *Xylosandrus germanus*. Zeitschrift für Angewandte Entomologie 54: 131–140. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1964.tb02925.x>
- Höfte H., Whiteley H.R., 1989. Insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. Microbiological Reviews 53(2): 242–255. DOI: [10.1128/mr.53.2.242-255.1989](https://doi.org/10.1128/mr.53.2.242-255.1989)
- Holaschke M., Hua L., Basedow T., Kliche-Spory C., 2006. Untersuchungen zur Wirkung eines standardisierten Extraktes aus dem Holz von *Quassia amara* L. ex Blom auf Getreideblattläuse und deren Antagonisten. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie 15: 269–272.
- Knox G.W., Klingeman W.E., Paret M., Fulcher A., 2012. Management of pests, plant diseases and abiotic disorders of *Magnolia* species in the Southeastern United States: a review. Journal of Environmental Horticulture 30(4): 223–234. DOI: <https://doi.org/10.24266/0738-2898.30.4.223>
- Kowalska J., 2010. Spinosad effectively controls Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) in organic potato. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science 60(3): 283–286. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710902934205>
- Krieg A., Huger A.M., Langenbruch G.A., Schnetter W., 1983. *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*: ein neuer, gegenüber Larven von Coleopteren wirksamer Pathotyp. Zeitschrift für Angewandte Entomologie 96: 500–508. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1983.tb03704.x>
- Lambert B., Theunis W., Aguda R., Van Audenhove K., Decock C., Jansens S., Seurinck J., Peferoen M., 1992. Nucleotide sequence of gene cryIIID encoding a novel

- coleopteran-active crystal protein from strain BT1109P of *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*. Gene 110:131-132. DOI: 10.1016/0378-1119(92)90457-z
- Leach H., Wise J.C., Isaacs R., 2017. Reduced ultraviolet light transmission increases insecticide longevity in protected culture raspberry production. Chemosphere 189: 454-465. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.09.086>
- Maksymov J. K., 1987. Erstmaliger Massenbefall des schwarzen Nutzholzborkenkäfer *Xylosandrus germanus* Blandf., in der Schweiz. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 138(3): 215-227.
- Mancebo F., Hilje L., Mora G., Salazar R., 2000. Antifeedant activity of *Quassia amara* (Simaroubaceae) extracts on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. Crop Protection 19: 301-305. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00021-1](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00021-1)
- Mandour N.S., 2009. Influence of spinosad on immature and adult stages of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). BioControl 54:93-102. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10526-008-9161-1>
- Mansoor M.M., Afzal M., Raza A.B.M., Akram Z., Waqar A., Afzal M.B.S., 2015. Post-exposure temperature influence on the toxicity of conventional and new chemistry insecticides to green lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). Saudi Journal of Biological Sciences 22(3): 317-321. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.10.008>
- Mayers C.G., McNew D.L., Harrington T.C., Roeper R.A., Fraedrich S.W., Biedermann P.H., Castrillo L.A., Reed S.E., 2015. Three genera in the Ceratocystidaceae are the respective symbionts of three independent lineages of ambrosia beetles with large, complex mycangia. Fungal Biology 119: 1075-1092. DOI: 10.1016/j.funbio.2015.08.002
- McIndoo N.E., Sievers, A.F., 1917. *Quassia* extract as a contact insecticide. Journal of Agricultural Research 10(10): 497-531.
- Méndez-López I., Basurto-Ríos R., Ibarra J.E., 2003. *Bacillus thuringiensis* serovar israelensis is highly toxic to the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera: Scolytidae). FEMS Microbiology Letters 226: 73-77. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-1097\(03\)00557-3](https://doi.org/10.1016/S0378-1097(03)00557-3)
- Mura M.E., Ruiu L., 2018. Sex-specific sub-lethal effects and immune response in *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae) challenged with spinosad. Insects 2018, 9, 73. DOI: 10.3390/insects9030073
- Naher T.T., Islam W., 2019. Contact action of spinosad on *Callosobruchus chinensis* (L.) in three successive generations. International Journal of Science and Research 8(6): 1873-1878. Paper ID: ART20198141
- Olenici N., Knižek M., Olenici V., Duduman M.-L., Biriș I.-A., 2014a. First report of three scolytid species (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in Romania. Annals of Forest Research 57: 87-95. DOI: <https://doi.org/10.15287/afr.2014.196>
- Olenici N., Duduman M.-L., Tomescu R., 2015. *Xylosandrus germanus* (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) – un potențial dăunător al pădurilor, livezilor și viilor din România. Bucovina Forestieră 15: 207-216.
- Olenici N., Bouriaud O., Manea I.A., 2018. Efficient conifer seedling protection against pine weevil damage using neonicotinoids. Baltic Forestry 24(2): 201-209.
- Olenici N., Duduman M.-L., Popa I., Isaia G., Paraschiv M., 2022. Geographical distribution of three forest invasive beetle species in Romania. Insects 2022, 13, 621. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects13070621>
- Olenici N., Manea A.I., Olenici V., Tomescu R., 2014b. Efficacy of conifer seedling protection against pine weevil damage using neonicotinoids and metaflumizone insecticides. Bulletin of the Transilvania University of Brașov Series II: Forestry 7(56): 29-36.
- Peña J.E., Crane J.H., Capinera J.L., Duncan R.E., Kendra P.E., Ploetz R.C., McLean S., Brar G., Thomas M.C., Cave R.D., 2011. Chemical control of the redbay ambrosia beetle, *Xyleborus glabratus*, and other Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae). Florida Entomologist 94(4): 882-896. DOI: <https://doi.org/10.1653/024.094.0424>
- Piechowicz B., Grodzicki P., 2013. Effect of temperature on toxicity of selected insecticides to forest beetle *Anoplotrupes stercorosus*. Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology 18(1-2): 103-108. DOI: <https://doi.org/10.2478/cdem-2013-0023>
- Piri F., Sahragard A., Ghadamyari M., 2014. Sublethal effects of spinosad on some biochemical and biological parameters of *Glyphodes pyloalis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). Plant Protection Science 50: 135-144. DOI: <https://doi.org/10.17221/50/2013-PPS>
- Postner M., 1974. Scolytidae (= Ipsidae), Borkenkäfer. In: Schwenke, W. (ed.), Die Forstschädlinge Europas. 2. Band – Käfer. Paul Parey, Berlin/Hamburg, pp. 334-482.
- Psota V., Ouředníčková J., Falta V., 2010. Control of *Hoplocampa testudinea* using the extract from *Quassia amara* in organic apple growing. Horticultural Science (Prague) 34: 139-144. DOI: <https://doi.org/10.17221/76/2009-HORTSCI>
- Ranger C.M., Reding M.E., Schultz P.B., Oliver J.B., 2013. Influence of flood-stress on ambrosia beetle host-selection and implications for their management in a changing climate. Agricultural and Forest Entomology 15: 56-64. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2012.00591.x>
- Ranger C.M., Reding M.E., Schultz P.B., Oliver J.B., Frank S.D., Adesso K.M., Chong J.H., Sampson B., Werle C., Gill S., Krause C., 2016. Biology, ecology and management of nonnative ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in ornamental plant nurseries. Journal of Integrated Pest Management (2016) 7(1): 9. DOI: <https://doi.org/10.1093/jipm/>

- pmw005
- Ranger C.M., Schultz P.B., Frank S.D., Reding M.E., 2019. Freeze stress of deciduous trees induces attacks by opportunistic ambrosia beetles. *Agricultural and Forest Entomology* 21: 168–179. DOI: <https://doi.org/10.1111/afe.12317>
- Reding M.E., Ranger C.M., 2018. Residue age and attack pressure influence efficacy of insecticide treatments against ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology* 111: 269–276. DOI: [10.1093/jee/tox327](https://doi.org/10.1093/jee/tox327)
- Ruzzier E., Prazaru S.C., Faccoli M., Duso C., 2021. *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894) on grapevines in Italy with a compilation of world Scolytine weevils developing on Vitaceae. *Insects* 2021, 12, 869. <https://doi.org/10.3390/insects12100869>
- Saeed S., Masood A., Sayyed A.H., Kwon Y.J., 2011. Comparative efficacy of different pesticides against mango bark beetle *Hypocryphalus mangiferae* Stebbing (Coleoptera: Scolytidae). *Entomological Research* 41: 142–150. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1748-5967.2011.00329.x>
- Sial M.U., Zhao Z., Zhang L., Zhang Y., Mao L., Jiang H., 2018. Evaluation of Insecticides induced hormesis on the demographic parameters of *Myzus persicae* and expression changes of metabolic resistance detoxification genes. *Scientific Reports* 8, 16601 (2018). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35076-1>
- Solomon J.D., 1995. Guide to insect borers of North American broadleaf trees and shrubs. *Agriculture Handbook AH-706*. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 735 p.
- Sparks T.C., Thompson G.D., Kirst H.A., Hertlein M.B., Mynderse J.S., Turner J.R., Worden T.V., 1999. Fermentation derived insect control agents. In: Hall F.R., Menn J.J. (eds.), *Biopesticides: use and delivery*. Humana Press, Totowa, pp. 171–188.
- Şengonca Ç., Brüggen K.-U., 1991. Untersuchungen über die Wirkung wäßriger Extrakte aus *Quassia amara* (L.) auf Getreideblattläuse. *Journal of Applied Entomology* 112: 211–215. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1991.tb01049.x>
- Tudoran A., Nordlander G., Karlberg A., Puentes A., 2021. A major forest insect pest, the pine weevil *Hyllobius abietis*, is more susceptible to Diptera- than Coleoptera-targeted *Bacillus thuringiensis* strains. *Pest Management Science* 77: 1303–1315. DOI: [10.1002/ps.6144](https://doi.org/10.1002/ps.6144)
- van Frankenhuyzen K., 2017. Specificity and cross-order activity of *Bacillus thuringiensis* pesticidal proteins. In: Fiuza L.M., Polanczyk R.A., Crickmore N. (eds.), *Bacillus thuringiensis and Lysinibacillus sphaericus* - Characterization and use in the field of biocontrol. Springer, pp. 127–172.
- Vélez M., Botina L.L., Turchen L.M., Barbosa W.F., Guedes R.N.C., 2018. Spinosad- and deltamethrin-induced impact on mating and reproductive output of the maize weevil *Sitophilus zeamais*. *Journal of Economic Entomology*, 111(2): 950–958. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/tox381>
- Wang, W.; Huang, Q.; Liu, X.; Liang, G. Differences in the sublethal effects of sulfoxaflor and acetamiprid on the *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) are related to its basic sensitivity level. *Insects* 2022, 13(6), 498. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects13060498>
- Weihrauch F., Eckert M., Bernhard E., 2007. An ancient compound rediscovered: perspectives of aphid control in organic hop growing by the use of quassia products. In: *Proceedings of the Scientific Commission of the International Hop Growers' Convention*, Scientific Commission, I.H.G.C., Hop Research Center Hüll, D-Wolnzach, pp. 105–108. <https://orgprints.org/id/eprint/15348/> (accesat 16.08.2022)
- Weber B., McPherson J., 1983. World list of host plants of *Xylosandrus germanus* (Blandford) (Coleoptera: Scolytidae). *The Coleopterists Bulletin* 37: 114–134.
- Yamada T., Takahashi H., Hatano R., 1999. A novel insecticide, Acetamiprid. In: Yamamoto I., Casida J.E. (eds.), *Nicotinoid Insecticides and the Nicotinic Acetylcholine Receptor*. Springer, Tokyo, pp. 149–176.
- Yousefnezhad-Irani R., Ali Asghar P., 2007. Effect of Spinosad on adults of *Tribolium castaneum* (Col: Tenebrionidae) and *Sitophilus oryzae* (Col: Curculionidae). *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10: 2505–2509. DOI: [10.3923/pjbs.2007.2505.2509](https://doi.org/10.3923/pjbs.2007.2505.2509)
- Yu Q., Qin S., Wang X., Qiao X., 2006. Dissipation of acetamiprid and imidacloprid under different temperature, light and biological factors on phyllosphere of *Brassica chinensis*. *Chinese Journal of Pesticide Science* 8(2): 147–151.
- Zach P., Topp W., Kulfan J., Simon M. 2001. Colonization of two alien ambrosia beetles (Coleoptera, Scolytidae) on debarked spruce logs. *Biologia (Bratislava)* 56: 175–181.
- Zar J.H., 2010. *Biostatistical analysis*. 5th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 944 p.
- Zhang A., Xu L., Liu Z., Zhang J., Zhao K., Han L., 2022. Effects of acetamiprid at low and median lethal concentrations on the development and reproduction of the soybean aphid *Aphis glycines*. *Insects* 2022, 13, 87. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects13010087>