

Eficacitatea a două insecticide în prevenirea atacului de *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), în condiții de teren

N. Olenici

Olenici N., 2023. The efficacy of two insecticides in preventing the attack of *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), under field conditions. Bucov. For. 23(2): 65-83

Abstract. *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894) is a potential pest for forestry, fruit growing, and viticulture in Romania. As a result, it is necessary to identify technical solutions to avoid possible attacks. The objective of the research presented in the paper was to test under field conditions the effectiveness of two insecticides which in the laboratory gave promising results in preventing the attack. The two insecticides were Mospilan 20 SG (20% acetamiprid) and Laser 240 SC (240 g/l spinosad).

In an experiment organized in a completely randomized design with five variants and 24 replicates, the mentioned insecticides were tested at a concentration of 1% with and without the addition of adjuvant (Silwet Top, concentration 0.3%). The emulsions prepared with the phytosanitary products were applied to the surface of thin segments of sessile oak stems (ST) by immersing them in the emulsions for two minutes. Prior to insecticide treatment, STs had been kept for 24 h in an aqueous solution of 48% ethanol. The experiment took place between 31 May and 24 August 2022, during which time the STs were periodically checked for marking and recording insect entries. At the end of the period, the STs were transferred to the laboratory, where they were stored in a freezer until their detailed analysis by sectioning and splitting to observe the condition of the galleries and the insects therein.

To evaluate the effectiveness of the treatments, the following were considered: the number of *X. germanus* galleries per segment (GST), the number of females with offspring per segment (FDST), and the number of offspring per segment (DST). To see if the treatments had possible sublethal effects, the number of offspring per female and the impact of the treatments on the development of insects in the ST were also analyzed.

Attack intensity increased over the duration of the experiment, more rapidly in the first 16 days and then more slowly, finally reaching 58.0 galleries/ST (median) in control ST and 32.0 and 48.5 galleries/ST in ST treated only with acetamiprid and with spinosad, respectively. Treatments that were made with a mixture of insecticide and adjuvant performed worse. As a result, the effectiveness of the treatments was between 50.7% (acetamiprid) and 9.3% (spinosad + adjuvant) after the first 16 days, and between 41.5% and -9.4% for the same two variants at the end of the experiment.

Regarding FDST, the median values ranged between 8.0 (control) and 3.0 (acetamiprid and acetamiprid + adjuvant), but the differences between the variants were not statistically significant. However, the lowest value (50.7%) of the proportion of

females with offspring from the total number of females found in the galleries at the end of the experiment was in the treatment with acetamiprid + adjuvant and that value was statistically different from those in the other variants.

The median values of DST were between 23.0 (control) and 9.0 (acetamiprid + adjuvant), suggesting a consistent reduction caused by the treatments, but differences between the variants were not statistically significant due to the very high variability of the values. In the case of the number of offspring per female, the median had the same value (3.0) in all variants, although the distributions were different in shape. Insect development appears to have been inhibited by the substances with which the females came into contact, but it is difficult to say how much is due to delayed colonization of the ST by females and how much is due to other effects, such as inhibition of embryonic and larval development itself.

Under field conditions, acetamiprid was only slightly less effective than under laboratory conditions, but spinosad was much less effective, even after only the first 16 days. The Silwet Top adjuvant did not have the intended effect, but rather the opposite, of diminishing the effectiveness of the treatments.

Keywords: *Xylosandrus germanus*, acetamiprid, spinosad, attack prevention, efficacy
Author: Nicolai Olenici (olenicfp@yahoo.com) - “Marin Drăcea” National Research-Development Institute in Forestry, Station Câmpulung Moldovenesc, 73bis, Calea Bucovinei, 725100 Câmpulung Moldovenesc, Romania.

Manuscript received November 03, 2023; revised November 24, 2023; accepted December 03, 2022; online first December 12, 2023.

Introducere

Xylosandrus germanus (Blandford, 1894) (Coleoptera: Curculinidae, Scolytinae) este o specie de gândaci de ambrozie originară din sud-estul Asiei, dar care a ajuns să fie deja prezentă în România pe aproape tot teritoriul, cu populații mari în special în zona de dealuri și în zona montană inferioară (Olenici et al., 2022).

Chiar dacă până acum în România nu a fost semnalat decât un singur caz de atac provocat de această specie, într-o livadă din partea de vest a țării (Olenici et al., 2022), pe baza informațiilor din literatură (Heidenreich 1964, Maksymov 1987, Graf și Manser 2000, Zach et al. 2001, Böll et al. 2005, Agnello et al. 2015, 2017, Ranger et al. 2016, Dutto et al. 2018, Galko et al. 2019, Hauptman et al. 2019, Ruzzier et al. 2021) ea ar trebui să fie considerată un potențial dăunător în păduri, livezi și podgorii (Olenici et al., 2015).

Pentru evitarea pagubelor cauzate prin colonizarea de către femelele de *X. germanus* a plantelor vii sau a buștenilor, se recurge în mod curent la tratarea preventivă a tulpinilor plantelor cu diferite insecticide (Frank și Sadof

2011, Knox et al. 2012, Agnello et al. 2017, Reding și Ranger 2018), chiar dacă niciunul dintre tratamentele chimice testate nu poate asigura o protecție totală (Ranger et al. 2016, Gugliuzzo et al. 2021), deoarece gândacii din această specie au o rezistență relativ mare la insecticide (Graf și Manser, 2000).

Deoarece utilizarea insecticidelor testate în trecut este fie interzisă complet, fie puternic restricționată în culturile și pădurile certificate de către Consiliul de Administrare a Pădurilor (Forest Stewardship Council) (FSC, 2019a), în cadrul unui experiment de laborator s-a încercat identificarea de noi produse fitosanitare care să poată fi utilizate în prevenirea atacului de *X. germanus* (Olenici 2022). Dintre produsele testate, doar două au dat rezultate promițătoare.

Obiectivul cercetărilor prezentate în lucrare a fost de a stabili eficacitatea respectivelor produse (Mospilan 20 SG, Laser 240 SC) în condiții de teren, știut fiind faptul că eficacitatea produselor fitosanitare este în mare măsură dependentă de factorii de mediu, care determină o degratare treptată a acestora (Matsumura 1982, Petrova et al. 2021).

Materiale și metode

Alegerea produselor pentru testare

Pentru testare s-au folosit cele două insecticide care au dat cele mai bune rezultate în experimentul efectuat în condiții de laborator (Olenici, 2022), respectiv Mospilan 20 SG, care conține 20% acetamiprid, și Laser 240 SC, care are ca substanță activă spinosad (240 g/l). Aceste produse s-au testat atât singure, cât și în amestec cu adjuvantul Silwet Top, care – conform etichetei - conține polyalkyleneoxid modificat cu heptamethyltrisiloxan, substanță ce are ca efect creșterea aderenței soluției la vegetație.

Organizarea experimentului

Experimentul s-a desfășurat în perioada 31.05-24.08.2022, într-un arboret alcătuit predominant din fag (u.a 15A, U.P. II Bercheza, O.S. Marginea, D.S. Suceava) și a fost organizat după un design complet randomizat, cu cinci variante experimentale. Pentru testare, insecticidele s-au administrat în concentrație de 1%, iar adjuvantul în concentrație de 0,3% (tabelul 1) pe segmente de tulpini subțiri de gorun (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) (denumite în continuare ST), prin scufundarea ST și menținerea lor în emulsie timp de două minute. ST aferente variantei martor au fost scufundate în apă de la chiuvetă. Pentru experiment, ST au

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

Varianta	Produsul utilizat	Concentrația
V1 (martor)	-	-
V2	Mospilan 20 SG	1%
V3	Laser 240 SC	1%
V4	Mospilan 20 SG + Silwet Top	1% + 0,3%
V5	Laser 240 SC + Silwet Top	1% + 0,3%

fost selectate astfel încât să aibă toate aproximativ aceeași lungime și grosime (tabelul 2). În acest scop, în toamna anului 2021 s-au recoltat tulpini subțiri de gorun care au fost păstrate peste iarnă în mediu natural, așezate pe sol. S-a preferat gorunul în locul fagului, deoarece într-un experiment cu mai multe specii, în care ST nu au fost tratate cu etanol, s-a constatat că femelele de *X. germanus* au preferat stejarul (Olenici 2021). Anterior tratării cu produsele fitosanitare, ST au fost tratate cu etanol în concentrație de 48%, pentru a atrage femelele de *X. germanus*. Tratarea cu etanol s-a făcut în intervalul 24-25.05.2022, ținând ST timp de 12 ore cu un capăt și 12 ore cu celălalt capăt în lichidul care a avut o adâncime de doar 10,5 cm. Imediat după tratarea cu etanol, ST au fost puse în pungi de polietilenă închise etanș și s-au păstrat astfel până în data de 30.05.2022, când au fost tratate cu produsele fitosanitare.

După scoaterea din soluțiile de produse fi-

Tabel 2 Dimensiunile segmentelor de tulpini de gorun folosite în experiment
The dimensions of the sessile oak stem segments used in the experiment

Caracteristici dimensionale ¹	Parametri statistici	Varianta experimentală				
		V1	V2	V3	V4	V5
Lungimea (cm)	Număr valori	26	22	24	24	24
	Media	30,0	30,1	30,0	30,0	30,0
	Abateră standard	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Circumferința la ½ lungime (cm)	Media	8,8	8,7	8,7	8,7	8,7
	Abateră standard	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8

Notă: ¹) Rezultatele testului ANOVA pentru caracteristicile dimensionale: lungime segmente ($F = 0,7149$, $df = 4$, $p = 0,583$), diametru segmente ($F = 0,085$, $df = 4$, $p = 0,9869$).

tosanitare, ST au fost lăsate 15 minute să se scurgă lichidul de pe ele, iar apoi au fost ambalate etanș în polietilenă pentru a fi duse în teren. În teren, segmentele de tulpini au fost amplasate în patru puncte diferite, câte 30 în fiecare punct, unde cele 30 de segmente au fost dispuse în 6 rânduri, fiecare rând având câte un segment aferent fiecărei variante experimentale. ST au fost înfipite cu un capăt în pământ, astfel încât să stea verticale și să își mențină umiditatea. Distanța dintre rânduri, precum și dintre ST situate în același rând a fost de cca. 50 cm. La amplasarea în teren s-a constatat că la varianta martor (V1) s-au alocat – din greșeală – două segmente în plus, iar la varianta V2 două segmente în minus, lucru de care s-a ținut cont la prelucrarea datelor. În rest, toate celelalte variante au avut câte 24 repetiții.

Monitorizarea experimentului

Segmentele de tulpini au fost verificate periodic (în 16.06, 23.06, 29.06, 04.07 și 15.07) pentru a stabili numărul de intrări de *Xylosandrus germanus* pe fiecare segment, iar în 24.08 ST

au fost luate din teren, aduse la laborator și depozitate în congelator, unde au fost păstrate până la analizarea lor. La fiecare verificare în teren, intrările noi observate pe suprafața scoarței au fost marcate cu o vopsea diferită, astfel încât – la final – să se poată recunoaște din ce perioadă de observații provin respectivele intrări.

Monitorizarea microclimatului din locul în care s-a desfășurat experimentul

Pentru a cunoaște evoluția principalilor parametri meteorologici (temperatura și umiditatea relativă a aerului) în perioada de desfășurare a experimentului, aceștia au fost monitorizați cu un dispozitiv HOBO Pro v2 U23-001A, instalat pe partea umbră a unui arbore, la 2 m de la sol. În intervalul 31.05-24.08.2022, temperatura a fost cuprinsă între 9,3 și 28,4° C și umiditatea relativă a fost de 41,6-94,6% (figura 1). Temperaturile maxime zilnice, parametrul care condiționează activitatea de zbor a femelelor de *X. germanus*, a variat între 14,4 și 28,4° C, pragul de 20° C (de la care femelele încep să

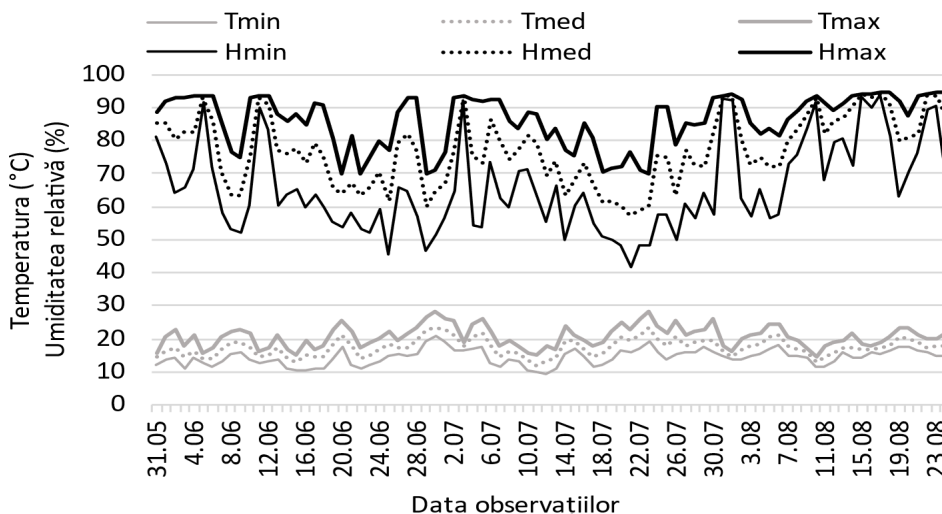


Figura 1 Variația temperaturii și a umidității relative zilnice a aerului pe durata experimentului (Tmin – temperatura minimă; Tmed – temperatura medie; Tmax – temperatura maximă; Hmin – umiditatea relativă minimă; Hmed – umiditatea relativă medie; Hmax – umiditatea relativă maximă)
Variation of temperature and daily relative air humidity during the experiment (Tmin – minimum temperature; Tmed – average temperature; Tmax – maximum temperature; Hmin – minimum relative humidity; Hmed – average relative humidity; Hmax – maximum relative humidity)

zboare) fiind depășit în 46 zile, dintre care doar 23 în perioada de zbor intens (respectiv până în 15 iulie). În perioada de zbor intens, zilele ploioase au fost puține, respectiv în 5.06, 11.06 și 3.07, identificabile în figura 1 după valorile foarte apropiate dintre umiditatea relativă minimă (Hmin) și umiditatea relativă maximă (Hmax) înregistrate în aceeași zi.

Parametrii luați în considerare pentru stabilirea eficacității tratamentelor

Pentru evaluarea eficacității tratamentelor s-au luat în considerare: numărul de galerii de *X. germanus* per segment (denumite în continuare GST), numărul de femele de *X. germanus* cu descendenți per segment (FDST) și numărul de descendenți per segment (DST). În vederea stabilirii acestor parametri, ST au fost secționare, despicate și observare la lupa binocular, după ce orificiile de intrare în lemn au fost inventariate, înregistrându-se pentru fiecare poziția (distanța) în raport cu capătul superior al ST și codul de culoare folosit la marcarea în teren, în funcție de perioada de intrare a insectelor în lemn. Orificiile găsite nemarcate s-au considerat a fi făcute după 15.07, când s-a făcut ultima verificare a ST în teren. În acest fel s-au putut deosebi și eventualele încercări eșuate ale femelelor de *X. germanus* de a săpa galerii, ceea ce n-a fost posibil în cazul observațiilor efectuate în teren. Datorită desimii mari a galeriilor făcute de femele, unele galerii au fost distruse la secționarea ST și în cazul lor nu s-a putut stabili dacă aveau sau nu insecte în interior. Ca urmare, ele au fost excluse din calculele, cu excepția calculelor referitoare la intensitatea infestării. Ponderile galeriilor distruse din totalul galeriilor au fost cuprinse între 3,3% (la V5) și 4,3% (la V3), diferențele dintre acestea nefiind semnificative din punct de vedere statistic ($\chi^2_{\text{obs}} = 5,860$, DF = 4, p = 0,210).

Valorile mediane ale parametrilor menționați, înregistrate la variantele V2-V5, s-au raportat la valorile mediane ale variante V1 (martor). Pentru a vedea dacă tratamentele aplicate au afectat fecunditatea femelelor, s-a

calculat și numărul de descendenți per femelă.

În afară de galeriile de *X. germanus*, în ST s-au găsit și galerii de *Anisandrus dispar* (Fabricius, 1972), dar într-un număr foarte mic, după cum urmează: V1 – 9 (în 7 ST), V2 – 3 (în 3 ST), V3 – 9 (în 8 ST), V4 – 4 (în 4 ST) și V5 – 4 (în 4 ST). Acestea nu s-au luat în considerare pentru o analiză statistică și o prezentare detaliată.

Analiza statistică a datelor

Datele referitoare la GST, FDST, DST și numărul de descendenți per femelă au fost supuse analizei unidirecționale a varianței, experimentul fiind monofactorial. 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. Deoarece cel puțin unele dintre distribuții nu au fost normale și nici nu au putut fi normalizate prin transformarea datelor, analiza varianței s-a făcut în fiecare caz 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 $\alpha = 0,05$. Distribuțiile referitoare la numărul de descendenți per femelă au fost neomogene în ceea ce privește varianța. Pentru a le omogeniza, valorile au fost transformate folosind transformarea $x' = \log_{10}(x+0,5)$.

Compararea distribuțiilor distanțelor la care s-au situat galeriile fără descendenți și respectiv galeriile cu descendenți, față de capătul superior al ST, s-a făcut folosind testul Mann-Whitney U, deoarece distribuțiile nu au fost normale.

În cazul proporțiilor galeriilor abandonate de femelele de *X. germanus* utilizate în experiment și respectiv a celor cu descendenți, acestea s-au calculat, separat pe fiecare variantă experimentală, raportând numărul de galerii abandonate de femele, respectiv al ce-

lor cu descendenți, la numărul total de galerii analizate (excluzând din numărul total de galerii pe cele care au fost distruse la secționarea segmentelor). 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).

Deoarece unele distribuții nu au fost normale, ca indicator al tendinței centrale se prezintă mediana, iar ca indicatorii ai împrăștierii și asimetriei se prezintă cuartilele Q1 și Q3.

Rezultate

Intensitatea și dinamica atacului în funcție de tratament

În procesul de colonizare a ST de către femelele de *X. germanus*, unele încercări de săpare în lemn au fost abandonate la scurt timp după începere, roaderile rămânând în acest caz doar la nivelul scoarței. Acestea au fost considerate ca fiind încercări eșuate și nu au fost luate în calcul la stabilirea intensității infestării, care s-a determinat în funcție de numărul galeriilor efectiv săpate în lemn. La finalul perioadei de derulare a experimentului, încercările eșuate au reprezentat 3,6-4,6% din totalul orificiilor de intrare în lemn făcute de către gândaci (tabelul 3), diferențele dintre variante, din acest punct de vedere, fiind de maximum 1 punct procentual și statistic nesemnificative. Nesemnificative din punct de vedere statistic au fost și diferențele dintre proporțiile încercărilor eșuate din prima perioadă de observații (31.05-16.06), însă valorile înregistrate la variantele V2 și V4, aproape duble față de cea de la varianta marotor (V1), sugerează o oarecare influență a tratamentelor, care s-a atenuat odată cu trecerea timpului. Acest lucru reiese și din distribuția procentuală a încercărilor eșuate pe cele șase perioade de observație din timpul experimentului (tabelul 4). În prima perioadă de ob-

Tabel 3 Proporția încercărilor eșuate în numărul total de încercări ale insectelor de a pătrunde în lemn din perioada 31.05-16.06 și din întreaga perioadă de derulare a experimentului
The proportion of failed attempts in the total number of attempts by insects to penetrate wood from 31.05-16.06 and from the entire period of the experiment

Varianta	Orificii de intrare în lemn făcute în perioada ...					
	31.05-16.06			31.05-24.08		
	Nr. total	încercări eșuate	nr. %	Nr. total	încercări eșuate	nr. %
V1	1085	18	1,7 ^a	1965	70	3,6 ^a
V2	537	20	3,7 ^a	1090	50	4,6 ^a
V3	809	18	2,2 ^a	1784	81	4,5 ^a
V4	658	21	3,2 ^a	1251	50	4,0 ^a
V5	853	24	2,8 ^a	1684	78	4,6 ^a

Notă: Proporțiile din aceeași coloană, urmate de aceeași literă nu diferă semnificativ la $\alpha = 0,05$ (testul χ^2 , urmat de procedura Marascuilo)

Tabel 4 Distribuția procentuală a încercărilor eșuate pe perioadele de observație
Percentage distribution of failed attempts over observation periods

Perioada de observații	Încercări eșuate (%) înregistrate la varianta experimentală ...				
	V1	V2	V3	V4	V5
31.05-16.06	25,7	40,0	21,7	42,0	30,8
16.06-23.06	17,1	18,0	15,7	16,0	14,1
23.06-29.06	20,0	6,0	16,9	16,0	16,7
29.06- 4.07	4,3	8,0	4,8	10,0	5,1
4.07-15.07	11,4	16,0	14,5	10,0	7,7
15.07-24.08	21,4	12,0	26,5	6,0	25,6
Total	100	100	100	100	100

servații, la varianta V1 s-au înregistrat doar 25,7% din totalul încercărilor eșuate, în timp ce la V2 și V4 s-au înregistrat 40% și respectiv 42%.

Tratamentele testate au afectat în mod semnificativ intensitatea atacului, exprimată prin numărul de galerii per segment de tulpină (GST), indiferent de momentul evaluării acesteia (16.06 - Kobs = 18,302, DF = 4, p = 0,001; 23.06 - Kobs = 15,810, DF = 4, p = 0,003; 29.06 - Kobs = 15,008, DF = 4, p = 0,005; 04.07 - Kobs = 13,974, DF = 4, p =

Tabel 5 Numărul de galerii de *X. germanus*/segment și eficacitatea tratamentelor testate
Number of X. germanus galleries/segment and efficacy of tested treatments

Data observațiilor	Parametri statistici	Varianta experimentală				
		V1	V2	V3	V4	V5
16.06	Număr observații ¹	26	22	24	24	24
	Cuartila Q ₁	24,5	16,3	21,8	14,0	20,0
	Mediana	37,5 ^c	18,5 ^a	27,5 ^{abc}	25,5 ^{ab}	34,0 ^{bc}
	Cuartila Q ₃	50,5	24,8	36,8	30,3	45,3
23.06	Cuartila Q ₁	33,5	21,3	29,8	19,8	29,3
	Mediana	46,0 ^b	24,0 ^a	34,0 ^{ab}	33,0 ^a	42,5 ^{ab}
	Cuartila Q ₃	62,8	39,8	54,0	40,0	58,5
29.06	Cuartila Q ₁	39,5	23,0	32,0	23,3	33,0
	Mediana	50,0 ^b	27,5 ^a	42,0 ^{ab}	34,5 ^{ab}	49,5 ^{ab}
	Cuartila Q ₃	70,5	42,0	67,8	50,5	73,3
04.07	Cuartila Q ₁	44,0	25,3	33,5	24,0	33,3
	Mediana	51,5 ^b	29,5 ^a	45,0 ^{ab}	35,5 ^{ab}	55,0 ^{ab}
	Cuartila Q ₃	71,8	43,3	72,5	53,8	75,3
15.07	Cuartila Q ₁	45,8	26,0	38,3	24,8	39,5
	Mediana	53,0 ^b	31,0 ^a	45,5 ^{ab}	40,5 ^{ab}	58,0 ^{ab}
	Cuartila Q ₃	78,0	48,5	75,3	59,3	78,3
24.08	Cuartila Q ₁	50,3	27,0	41,8	27,5	42,0
	Mediana	58,0 ^b	32,0 ^a	48,5 ^{ab}	43,0 ^{ab}	60,7 ^{ab}
	Cuartila Q ₃	84,5	52,5	87,5	64,8	85,8

Note: ¹) Numărul de observații a fost același pentru toate datele de observație. ²) Medianele urmate de aceeași literă nu sunt semnificativ diferite la $\alpha = 0,05$ (testul Kruskal-Wallis, urmat de de procedura Steel-Dwass-Critchlow-Fligner de comparare multiplă a perechilor de distribuții).

0,008; 15.07 - Kobs = 14,898, DF = 4, p = 0,005; 24.08 - Kobs = 14,474, DF = 4, p = 0,006). Atacul cel mai intens a fost înregistrat până în 29.06 la varianta martor (V1), ulterior la V5, iar cel mai slab la variantele V2 și V4, însă numai V2 a fost semnificativ diferită de varianta martor de fiecare dată, V4 fiind semnificativ diferită doar în primele trei săptămâni de la instalarea experimentului, respectiv până în 23.06 (tabelul 5).

Deși, în linii mari, dinamica atacului a fost similară în cazul ST din cele cinci variante experimentale (figura 2), a existat o diferențiere clară între acestea încă din primele două săptămâni de la instalarea experimentului, când femelele de *X. germanus* au început să sape 46,4-56,3% din numărul total de galerii înregistrate la încheierea experimentului. Proporția galeriilor începute în această perioadă, în ST din varianta martor (V1), a fost semnificativ mai mare decât a celor din cazul

variantelor V2 și în special V3 ($\chi^2 = 37,456$, DF = 4, p < 0,0001). Varianta V3 a fost semnificativ diferită, din acest punct de vedere, cel puțin față de V1 până în data de 15.07 ($\chi^2 = 14,722$, DF = 4, p < 0,005).

Pe durata experimentului, eficacitatea tratamentelor, în funcție de reducerea intensității atacului, a înregistrat o tendință descrescătoare la toate variantele, dar în special la variantele V3 și V5 (figura 3). Ca urmare, aceasta a fost cuprinsă între: 50,7% și 41,5% la V2, 32,0% și 23,6% la V4, 26,7% și 12,6% la V3, 9,3% și -9,4% la V5. Se remarcă diferențele mari de eficacitate a tratamentelor încă de la prima evaluare (din 16.06), precum și faptul că tratamentul aplicat în varianta V5 pare să fi stimulat atacul, ceea ce a condus la obținerea unor valori negative ale eficacității la evaluările făcute după 29.06. Totuși, valorile mediane ale GST de la V5 nu diferă semnificativ de cele din varianta V1 (martor).

Figura 2

Dinamica atacului de *X. germanus* asupra ST în funcție de tratamentul aplicat
 Dynamics of *X. germanus* attack on ST depending on the applied treatment

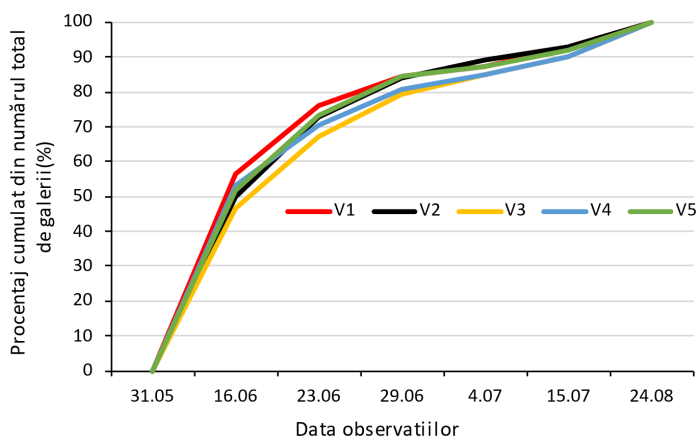
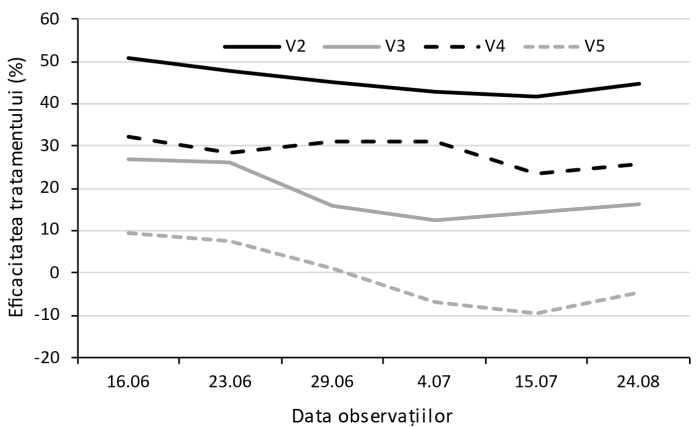


Figura 3

Variația eficacității tratamentelor pe durata desfășurării experimentului
 The variation of the effectiveness of the treatments during the duration of the experiment



Ponderea femelelor de *X. germanus* cu descendenți și numărul femelelor cu descendenți per segment (FDST)

Analizele efectuate după secționarea segmentelor de lemn au evidențiat faptul că - deși intensitatea infestării a fost mare (până la 60,7 galerii/ST, respectiv 23,3 galerii/dm², la V5 în 24.08) - în puține dintre galeriile săpate de femele de *X. germanus* erau descendenți ai acestora (ouă, larve, pupe sau adulți tineri). Astfel, din totalul galeriilor analizate, doar 15,3-25,2% erau populate cu descendenți, restul fiind fie abandonate de femele (64,4-74,1%), fie cu femelele prezente, însă fără descendenți (tabelul 6). Ponderea galeriilor abandonate a fost cea mai mare la în ST din variantele V5 și V1, care au au fost dintre cele mai intens infestate. Valorile înregistrate la

aceste două variante au fost semnificativ diferite de cele înregistrate la variantele V2 și V3 ($\chi^2_{obs} = 47,738$, DF = 4, $p < 0,0001$). Totuși, ponderea galeriilor abandonate nu se corelează decât în mică măsură și nesemnificativ din punct de vedere statistic cu intensitatea medie a infestării ($r = 0,276$; $p = 0,653$). Pe de altă parte, ponderea galeriilor cu descendenți a fost cea mai mare (25,2%) la V3, aceasta fiind semnificativ diferită de valorile înregistrate la V1, V4 și V5 ($\chi^2_{obs} = 53,325$, DF = 4, $p < 0,0001$), și cea mai mică (15,3%) la varianta V4. Aceste date se corelează cu cele referitoare la proporția femelelor cu descendenți din totalul femelelor găsite în galerii la data încheierii experimentului (tabelul 7). Se constată că ponderea cea mai mare s-a înregistrat la variantele V5 (71,0%) și V3 (70,6%), iar cea mai mică la V4 (50,7%), aceasta din urmă

Tabel 6 Proporția galeriilor abandonate de către femele, a celor populate cu descendenți și a celor cu femele fără descendenți
Proportion of galleries abandoned by females, those populated with offspring and those with females without offspring

Varianta	Nr. galerii de <i>X. germanus</i>				% galerii de <i>X. germanus</i>		
	total anali- zate	abando- nate	cu femele + descendenți	doar cu femele	abando- nate	cu femele + descendenți	doar cu femele
V1	1815	1315	318	182	72,5 ^c	17,5 ^{ab}	10,0 ^{ab}
V2	999	663	219	117	66,4 ^{ab}	21,9 ^{bc}	11,7 ^{bc}
V3	1630	1049	410	171	64,4 ^a	25,2 ^c	10,4 ^{ab}
V4	1166	815	178	173	69,9 ^{bc}	15,3 ^a	14,8 ^c
V5	1553	1150	286	117	74,1 ^c	18,4 ^{ab}	7,5 ^a

Notă: Proporțiile din aceeași coloană, urmate de aceeași literă nu diferă semnificativ la $\alpha = 0,05$ (testul χ^2 , urmat de procedura Marascuilo)

Tabel 7 Proporția femelelor cu descendenți din totalul femelelor găsite în galerii, în funcție de perioada intrării lor în lemn
Proportion of females with offspring from the total number of females found in galleries, depending on the period of their entry into the wood

Perioada intrării	Nr. zile	% femele cu descendenți din totalul femelelor găsite în galerii la 24.08				
		V1	V2	V3	V4	V5
31.05-16.06	16	68,2 ^{bc}	62,6 ^{ab}	76,5 ^c	54,7 ^a	74,8 ^{bc}
16.06-23.06	7	61,3 ^a	76,7 ^a	71,1 ^a	54,7 ^a	74,0 ^a
23.06-29.06	6	51,4 ^a	61,3 ^a	66,1 ^a	42,9 ^a	59,4 ^a
29.06-04.07	5	60,0 ^a	69,2 ^a	30,4 ^a	23,1 ^a	41,7 ^a
04.07-15.07	11	36,4 ^a	66,7 ^a	50,0 ^a	33,3 ^a	-
15.07-24.08	39	23,1 ^a	36,8 ^a	60,0 ^a	27,3 ^a	45,0 ^a
31.05-24.08	84	63,6 ^b	65,2 ^b	70,6 ^b	50,7 ^a	71,0 ^b

Notă: Proporțiile din aceeași linie, urmate de aceeași literă nu diferă semnificativ la $\alpha = 0,05$ (testul χ^2 , urmat de procedura Marascuilo)

fiind semnificativ diferită de cele înregistrate la toate celelalte variante ($\chi^2_{\text{obs}} = 46,153$, DF = 4, $p < 0,0001$). Această diferențiere provine chiar de la femelele care au intrat în ST încă din prima perioadă de observații (31.05-16.06), când V4 s-a deosebit semnificativ de celelalte variante, cu excepția variantei V2 ($\chi^2_{\text{obs}} = 36,686$, DF = 4, $p < 0,0001$). Ponderea femelelor cu descendenți în rândul celor care au colonizat ST în perioadele de observație următoare s-a redus treptat până la încheierea experimentului, însă această tendință a fost mai puternică la variantele V1, V4 și V2 și mult mai slabă la V5 și în special la V3.

Ca urmare a celor menționate, valorile FDST au fost mult mai mici decât valorile GST înregistrate la finalul experimentului, respectiv în data de 24.08 (tabelul 8). Valorile mediane înregistrate la cele cinci variante au fost cuprinse

Tabel 8 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	26	22	24	24	24
Cuartila Q ₁	2,3	1,0	1,0	0,0	1,0
Mediana	8,0 ^a	3,0 ^a	5,5 ^a	3,0 ^a	4,5 ^a
Cuartila Q ₃	11,8	9,8	21,8	8,8	18,3
Eficacitate (%)	-	62,5	31,3	62,5	43,8

Notă: Medianele urmate de aceeași literă nu sunt semnificativ diferite la $\alpha = 0,05$ (testul Kruskal-Wallis)

Tabel 9 Numărul de descendenți/ST și eficacitatea tratamentelor testate
Number of offspring/ST and efficacy of tested treatments

Parametri statistici	Varianta experimentală				
	V1	V2	V3	V4	V5
Nr. observații	26	22	24	24	24
Cuartila Q ₁	8,3	3,3	3,5	0,0	1,0
Mediana	23,0 ^a	11,5 ^a	23,0 ^a	9,0 ^a	12,5 ^a
Cuartila Q ₃	43,0	25,3	71,8	45,0	49,5
Eficacitate (%)	-	50,0	0,0	60,9	45,7

Notă: Medianele urmate de aceeași literă nu sunt semnificativ diferite la $\alpha = 0,05$ (testul Kruskal-Wallis)

între 3,0 (la V2 și V4) și 8,0 (la V1), dar – cu toate că par mari - diferențele între valori nu sunt asigurate statistic (Kobs = 3,429, DF = 4, $p = 0,489$), datorită variabilității foarte mari a valorilor, evidențiată de intervalul dintre quartilele Q₁ și Q₃.

Eficacitatea tratamentelor, evaluată în funcție de reducerea FDST, a fost cuprinsă între 62,5% (la V2 și V4) și 31,3 % (la V3), însă aceste valori sunt orientative, deoarece diferențele dintre mediane nu sunt asigurate statistic.

Numărul de descendenți per segment (DST)

Medianele distribuțiilor valorilor acestui parametru au fost identice, însă distribuțiile au fost semnificativ diferite între ele ca formă (Kobs = 22,131, DF = 4, $p = 0,0002$), fapt evidențiat de intervalul dintre Q₁ și Q₃, precum și de pozițiile mediilor față de mediane (figura 4). Ca urmare, media rangurilor calculată pentru V2 a fost semnificativ mai mare decât la variantele V1, V3 și V5 (tabelul 7).

Impactul tratamentelor asupra dezvoltării insectelor din noua generație

La data încheierii experimentului (24.08), din totalul descendenților produși de femelele de *X. germanus* care au reușit să colonizeze ST, 59,7-84,9% ajunseseră în stadiul de adult, 1,0-2,4% în stadiul de pupă și 14,1-37,9% în stadiile de larvă și ou (tabelul 11), cu diferențe sta-

Tabel 10 Numărul de descendenți/femelă (valori ne-transformate)
Number of offspring/female (untransformed values)

Parametri statistici	Varianta experimentală				
	V1	V2	V3	V4	V5
Nr. observații	318	211	410	178	286
Media rangurilor	637,8 ^a	788,7 ^c	696,8 ^{ab}	755,7 ^{bc}	683,4 ^{ab}
Cuartila Q ₁	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Mediana	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Cuartila Q ₃	4,0	5,0	4,0	5,0	4,0

Notă: Mediile urmate de aceeași literă nu sunt semnificativ diferite la $\alpha = 0,05$ (testul Kruskal-Wallis, urmat de procedura Steel-Dwass-Critchlow-Fligner de comparare multiplă a perechilor de distribuții).

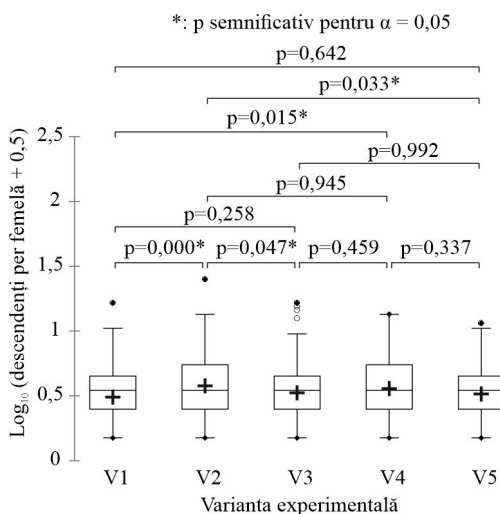


Figura 4 Cutii cu "mustăți" reprezentând numărul de descendenți/femelă în funcție de tratamentul aplicat. Sunt reprezentate valorile transformate în $\log_{10}(x + 0,5)$. Linia mijlocie a cutiei indică mediana, iar crucea indică media. Valorile situate dincolo de capetele "mustăților" sunt valori extreme. Distribuțiile au fost comparate folosind testul Kruskal-Wallis, urmat de procedura Steel-Dwass-Critchlow-Fligner.

Boxes with "whiskers" representing the number of offspring/female according to the applied treatment. Values transformed into $\log_{10}(x + 0,5)$ are represented. The middle line of the box indicates the median and the cross indicates the mean. Values located beyond the ends of the "whiskers" are extreme values. Distributions were compared using the Kruskal-Wallis test followed by the Steel-Dwass-Critchlow-Fligner procedure.

Tabel 11 Ponderea diverselor stadii de dezvoltare a insectelor din noua generație la data încheierii experimentului
Proportion of various developmental stages of insects in the new generation at the end of the experiment

Varianta	Ponderea (%) stadiilor de dezvoltare la data încheierii experimentului		
	Adulți tineri	Pupe	Larve + ouă
V1	76,7 ^c	1,0 ^a	22,3 ^b
V2	59,7 ^a	2,4 ^a	37,9 ^d
V3	69,5 ^b	1,9 ^a	28,6 ^c
V4	74,8 ^{bc}	1,7 ^a	23,5 ^{bc}
V5	84,9 ^d	1,0 ^a	14,1 ^a

Notă: Proporțiile din aceeași coloană, urmate de aceeași literă nu diferă semnificativ la $\alpha = 0,05$ (testul χ^2 , urmat de procedura Marascuilo)

Tabel 12 Ponderea adulților tineri în totalul descendenților rezultați din femelele care au colonizat ST în primele trei perioade de observație
Proportion of young adults in total offspring from females that colonized ST in the first three observation periods

Varianta	Ponderea (%) adulților tineri în totalul descendenților		
	31.05-16.06	16.06-23.06	23.06-29.06
V1	77,3 ^b	77,9 ^b	77,4 ^b
V2	64,9 ^a	54,9 ^a	66,2 ^{ab}
V3	78,6 ^b	64,7 ^a	51,9 ^a
V4	82,4 ^{bc}	51,0 ^a	46,5 ^a
V5	87,1 ^c	79,1 ^b	78,7 ^b

Notă: Proporțiile din aceeași coloană, urmate de aceeași literă nu diferă semnificativ la $\alpha = 0,05$ (testul χ^2 , urmat de procedura Marascuilo)

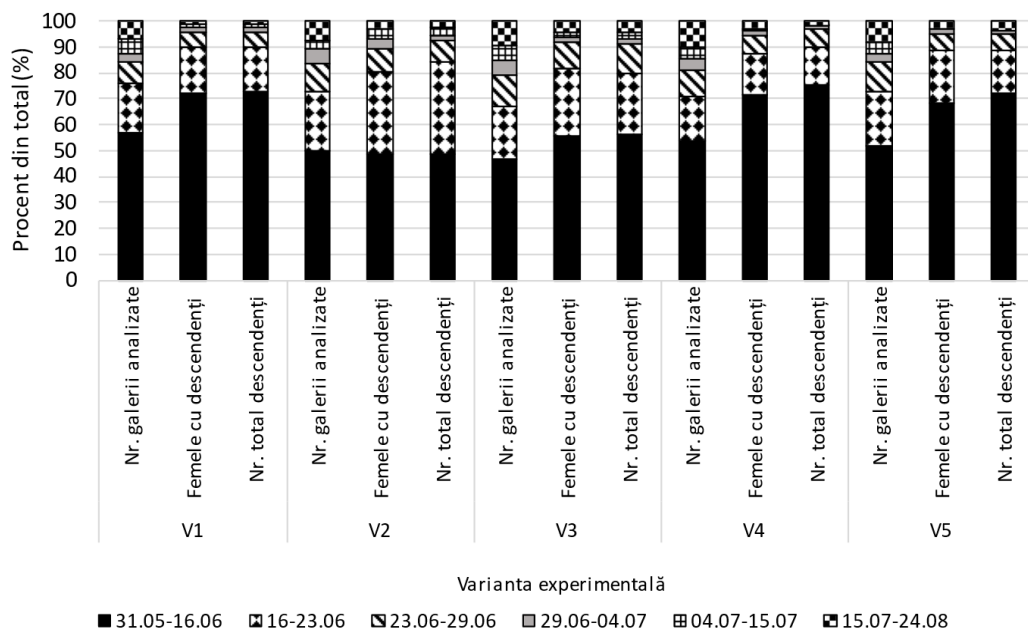


Figura 5 Distribuția procentuală a numărului de galerii analizate, a numărului de femele cu descendenți și a numărului de descendenți pe perioade de intrare a femelelor de *X. germanus* în ST
The percentage distribution of the number of analyzed galleries, the number of females with offspring, and the number of offspring per entry period of X. germanus females in ST

tistic semnificative între variante în ce privește ponderile adulților tineri ($\chi^2 = 157,504$, DF = 4, $p < 0,0001$) și ale primelor două stadii de dezvoltare ($\chi^2 = 143,641$, DF = 4, $p < 0,0001$), dar nesemnificative în ce privește ponderile pupelor ($\chi^2 = 9,454$, DF = 4, $p = 0,051$). Stadiul de ou a fost reprezentat prin doar câteva exem-

plare și s-a întâlnit numai la V1 și V2.

Diferențele dintre variante se datorează în primul rând dinamicii diferite a atacului (figura 2), respectiv unor ponderi semnificativ mai mici decât la varianta martor ale galeriilor făcute de femele în primele trei perioade de observație, în ST de la variantele V2 și V3 în

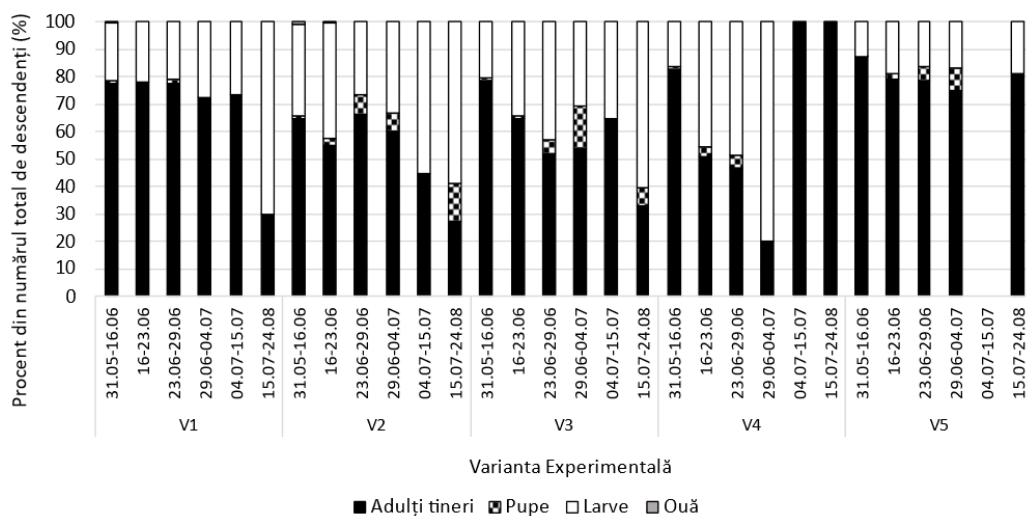


Figura 6 Distribuția procentuală pe stadii de dezvoltare a descendenților rezultați din femelele de *X. germanus* care au colonizat ST în diferite perioade de observație
Percentage distribution by developmental stages of the offspring resulting from X. germanus females that colonized ST in different observation periods

special, care se reflectă – în cazul variantelor menționate – și în ponderile mai mici ale galeriilor analizate (figura 5).

Dacă se compară ponderile femelelor cu descendenți (FD), care au pătruns în ST în perioada 31.05-16.06, cu ponderile galeriilor analizate (GA) și care au fost făcute de femelele ce au colonizat ST în aceeași perioadă, se constată că la V2 și V3 acestea sunt aproape egale, în timp ce la V1, V4 și V5 ponderile FD sunt substanțial mai mari decât ponderile GA (figura 5). Situația este aproape identică și în cazul când se iau în considerare ponderile descendenților. Aceste lucruri sugerează că în rândul femelelor care au colonizat ST din variantele V2 și V3 mortalitatea a fost mai mare decât în rândul celor care au colonizat ST din celelalte variante, acesta fiind al doilea factor care a contribuit la diferențierea variantelor în ceea ce privește ponderile stadiilor de dezvoltare. O atenuare a diferențelor dintre variante menționate s-a produs în următoarele două etape de observație, dar nu au dispărut complet.

Când se analizează ponderile pe care le dețineau, la data încheierii experimentului, diversele stadii de dezvoltare în rândul descendenților care proveneau de la femelele ce au

colonizat ST în diferite perioade de observație (figura 6, tabelul 12), se constată de asemenea diferențe mari între variante, diferențe care – cel puțin pentru primele trei perioade de observație – au fost semnificative din punct de vedere statistic (31.05-16.06: $\chi^2 = 79,544$, DF = 4, $p < 0,0001$; 16-23.06: $\chi^2 = 46,459$, DF = 4, $p < 0,0001$; 23-29.06: $\chi^2 = 24,126$, DF = 4, $p < 0,0001$).

Femelele care au colonizat ST în primele trei perioade de monitorizare a experimentului au produs între 91,4% (la V3) și 96,8% (la V4) din numărul total de descendenți produși până la finalizarea experimentului. Ca urmare, diferențele dintre variante constatate în aceste perioade (tabelul 12) au determinat diferențele de la finalul experimentului (tabelul 11). Din datele prezentate în tabelul 12 și figura 6, se poate constata că - la varianta martor (V1) - ponderea adulților tineri în totalul descendenților a fost de aprox. 77,5% în cazul celor ce proveneau de la femelele ce au colonizat ST în primele trei perioade de observație, s-a redus puțin în cazul celor din următoarele două perioade și a fost de doar aprox. 30% în cazul celor din ultima perioadă. Acest tipar se regăsește într-o oarecare măsură și la V2 și V3, nu însă

la V4 și V5 (care au avut în ultima perioadă de observații ponderi mult mai mari ale adulților tineri).

În cazul descendenților produși de femelele care au colonizat ST în prima perioadă de observație (cu o durată de 16 zile), diferențe semnificative față de martor s-au înregistrat doar la variantele V2 și V5, în primul caz având loc – după toate aparențele – o frânare a dezvoltării, iar în al doilea caz o accelerare a dezvoltării. Descendenții rezultați din femelele care au colonizat ST din variantele V2-V4 în intervalul 16-23.06 s-au dezvoltat mai lent decât cei din ST de la variantele V1 și V5. O situație similară s-a înregistrat și în cazul variantelor V3 și V4 în perioada 23-29.06. Ca urmare, frânarea dezvoltării insectelor de către insecticidele testate pare a fi al treilea factor care a contribuit la diferențierea variantelor (tabelul 11).

Discuții

Intensitatea atacului în funcție de tratament

La toate cele 5 variante experimentale, intensitatea atacului (număr de galerii de *X. germanus*/ST) a crescut până la încheierea experimentului, însă ritmul de creștere nu a fost constant, ci foarte rapid în primele 16 zile de la instalarea experimentului, iar apoi tot mai scăzut, în special după data de 29.06, fapt datorat în principal reducerii drastice a intensității zborului după sfârșitul lunii iunie, așa cum s-a constatat în observațiile noastre anterioare (Olenici și Ciocan, 2019). Faptul că în primele 16 zile s-au înregistrat 46,4-56,3% din numărul total de intrări, deși în numai 8 zile temperatura a depășit pragul de 20°C, denotă o presiune ridicată din partea unei populații mari de insecte și o atractivitate ridicată a ST ca urmare a tratării lor cu etanol. În condițiile menționate, tratamentul cu acetamiprid (variantele V2 și V4) a fost mult mai eficient decât cel cu spinosad (variantele V3 și V5), rezultatele depinzând însă și de prezența sau absența adjuvantului din emulsia de insecticid. Când

cele două insecticide s-au folosit fără adăugarea adjuvantului, diferențele de eficacitate între acetamiprid și spinosad (V2 și V3) au fost de 18,2 puncte procentuale la data de 16.06, respectiv de 28,4 puncte procentuale la finalizarea experimentului. Pe de altă parte, când insecticidele s-au folosit cu adjuvantul Silwet Top, diferențele de eficacitate dintre V4 și V5 au fost de 26 puncte procentuale în 16.06 și de 31,1 puncte procentuale în 24.08. Ca urmare, s-a constatat că produsul Silwet Top a avut un efect contrar celui scontat, respectiv a diminuat eficacitatea tratamentelor și acest efect negativ a fost mai puternic în cazul tratamentului cu spinosad.

Având în vedere faptul că în condiții de laborator, folosind aceleași concentrații ale insecticidelor și același mod de tratare a ST ca și în cazul acestui experiment, spinosadul și acetamipridul au avut o eficacitate de aproximativ 55% în prevenirea atacului de *X. germanus* (Olenici, 2022), rezultă că - încă din primele două săptămâni de la instalarea experimentului în teren - condițiile naturale au contribuit la reducerea eficacității produselor menționate cu aproape 7 puncte procentuale în cazul acetamipridului și 29 puncte procentuale în cazul spinosadului. Efectul se datorează atât spălării insecticidelor de către ploaie, cât și descompunerii spinosadului sub influența radiației solare (Yu et al. 2006, Yousefnezhad-irani și Ali Asghar 2007, Athanassiou et al. 2008, Kowalska 2010, Leach et al. 2017), dar diferența față de situația din laborator se datorează și faptului că gândacii morți ca urmare a interacțiunii cu segmentele tratate au fost în permanență înlocuiți de alții vii, atrași de etanolul emanat din ST, ceea ce sugerează faptul că eficacitatea este dependentă de presiunea exercitată de gândaci asupra plantelor protejate. Diminuarea acestei presiuni se poate face atât prin scăderea nivelului populației de gândaci, cât și prin reducerea atractivității pentru insecte a substratului protejat, respectiv îmbunătățirea vitalității plantelor vii, astfel încât să se reducă eliberarea de etanol (Reding și Ranger 2018, Cavaletto et al. 2023). Dacă

presiunea din partea insectelor este mare, ca în cazul de față, utilizarea spinosadului este problematică, implicând obligatoriu tratamente multiple, la intervale de timp scurte. În cazurile în care nivelul populației de insecte este mai redus și atractivitatea plantelor protejate este mult mai redusă, este de așteptat ca eficacitatea să fie mai mare. Pe de altă parte, trebuie ținut cont de faptul că experimentul n-a acoperit întreaga perioadă de zbor a insectelor, ci s-a instalat la cca. două săptămâni după declanșarea zborului. În general însă, când este vorba de o perioadă lungă de zbor, cum este cazul speciei *X. germanus*, pentru protejarea adecvată a plantelor se recomandă aplicarea mai multor tratamente, primul fiind înainte de începerea atacului (Oliver și Manion 2001).

Numărul de femele de *X. germanus* cu descendenți per segment (FDST) și ponderea femelelor cu descendenți

Rezultatele referitoare la FDST nu au evidențiat diferențe asigurate statistic între variante (tabelul 8). Totuși, ele indică o tendință de scădere a FDST la ST tratate, în special la cele din variantele V2 și V4, față de martor (V1), fapt care se corelează cu o infestare mai redusă a lor (tabelul 5). Proporția mai redusă a femelelor cu descendenți constatată la varianta V4, care este semnificativ diferită de cele înregistrate la celelalte variante (tabelul 7), sugerează o mortalitate mai mare în rândul femelelor care au colonizat ST din această variantă, în concordanță cu datele din tabelul 6, referitoare la galeriile în care s-au găsit femele fără descendenți. Este însă surprinzător faptul că V4 diferă semnificativ și de V2 (tabelul 7), deși ambele tratamente s-au făcut cu acetamiprid. Aceasta sugerează că diferența s-ar datora prezenței adjuvantului în cazul ST din varianta V4. Este însă dificil de spus care are fi putut fi mecanismul care ar fi determinat o mortalitate mai mare a femelelor după pătrunderea lor în lemn.

Spre deosebire de experimentul efectuat în condiții de laborator (Olenici 2022), în cazul experimentului din teren marea majoritate a

galeriilor săpate în ST au fost abandonate de către femele, ceea ce indică faptul că ST nu au îndeplinit condițiile necesare pentru ca femelele să rămână în galerii și să depună ouă. Este cunoscut faptul că substratul trebuie să aibă o anumită umiditate care să susțină dezvoltarea ciupercii *Ambrosiella grosmanii* C.Mayers, McNew & T.C.Harr. cu care să se hrănească larvele (Mayers et al. 2015) și că femelele nu depun ouă până când nu germinează spori de ciupercă pe care i-a introdus în galerii (Weber și McPherson 1983). Deși la amplasarea ST în teren s-au căutat locuri relativ așezate și cu umiditate a solului ceva mai mare, este foarte probabil că ST s-au deshidratat pe parcursul derulării experimentului din cauza deficitului de precipitații care a caracterizat zona de nord-est a țării în lunile mai-iulie 2022 (ANM 2022, Tripathy și Mishra 2023). Ipoteza că ST s-au deshidratat este susținută de constatarea faptului că pe durata experimentului s-a produs o translată treptată a majorității intrărilor în lemn, făcute de femelele de *X. germanus*, din jumătatea superioară spre treimea inferioară a ST (figura 7), indiferent de varianta experimentală. Pe de altă parte, dezvoltarea ciupercii în galerii este condiționată și de existența unei concentrații optime a etanolului în lemn (Ranger et al. 2018). În faza inițială a experimentului, ST au avut suficient etanol încât să atragă femelele de *X. germanus* și chiar să permită dezvoltarea ciupercii, dar pe măsură ce ST s-au deshidratat și etanolul introdus artificial în lemn s-a volatilizat, este de presupus că s-a redus și concentrația de etanol din lemn, dacă lemnul n-a intrat în fermentație. Aceasta ar putea explica reducerea tot mai drastică a ponderii femelelor care au rămas în galerii și care au produs descendenți din totalul celor care au colonizat segmentele în perioadele succesive de observații, dar și situarea galeriilor cu descendenți din perioada 31.05-16.06 semnificativ mai jos decât cele fără descendenți, din aceeași perioadă (tabelul 13).

În ce privește ponderea femelelor cu descendenți în totalul femelelor care au săpat galerii, s-a constatat că a fost semnificativ mai mare în

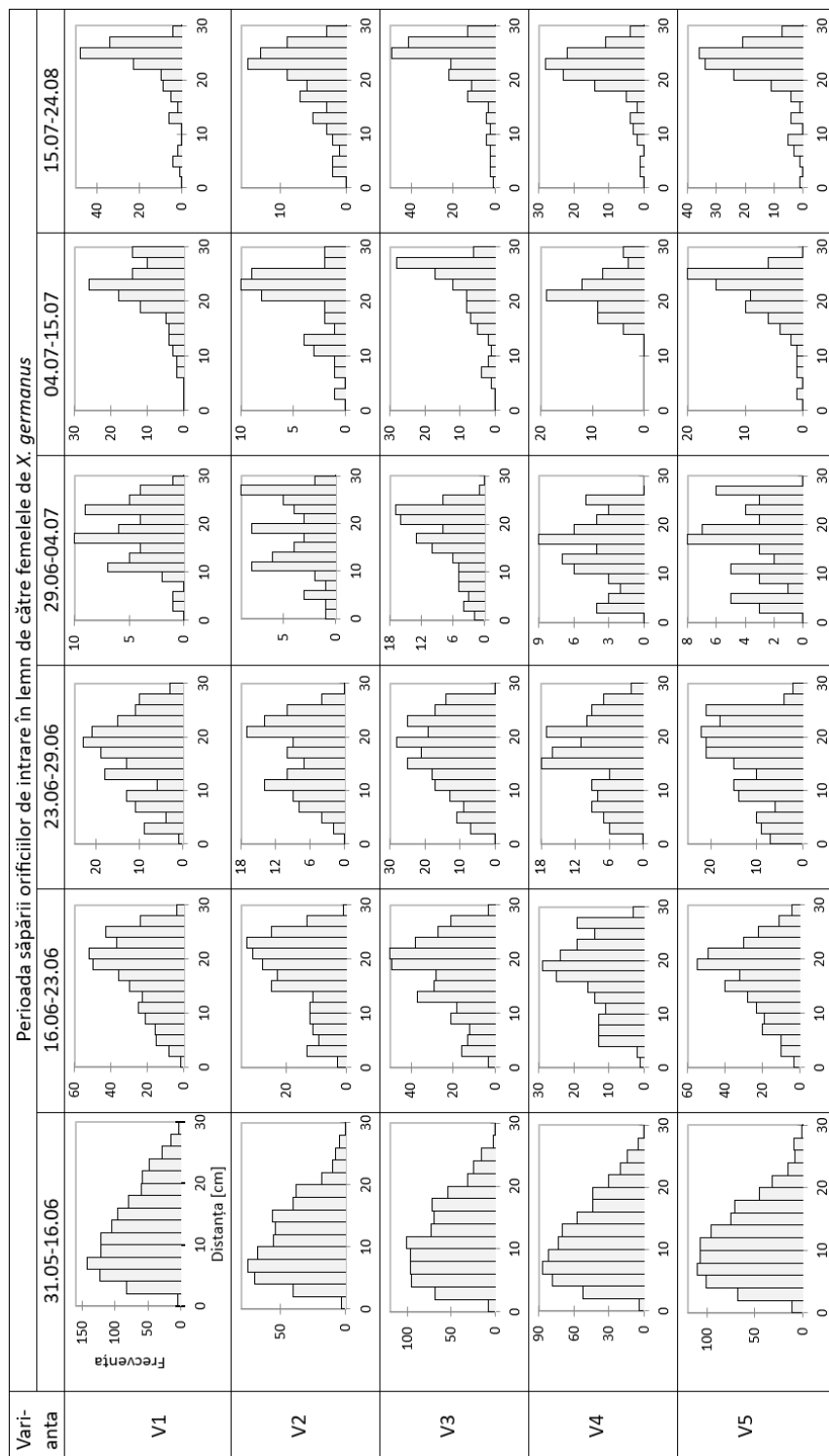


Figura 7 Distribuția de-a lungul ST a orificiilor făcute de femelele de *X. germanus* în funcție de perioada săpării lor și de varianta experimentală. (Frecvența = numărul total de orificii de *X. germanus*, inclusiv încercările eșuate; Distanța = distanța măsurată de la capătul superior al ST până la locul orificiului) *Distribution along the ST of the holes made by X. germanus females according to their digging period and the experimental treatment. (Frequency = total number of X. germanus holes, including failed attempts; Distance = the distance measured from the upper end of the ST to the hole site)*

Tabel 13 Distanțele medii/mediane la care s-au situat galeriile fără descendenți și cele cu descendenți de *X. germanus*, în funcție de varianta experimentală, măsurate de la capătul superior al ST [cm]
The mean/median distances at which the galleries without offspring and those with offspring of X. germanus were located, according to the experimental treatment, measured from the upper end of the ST [cm]

Varianta experimentală	Indicatori statistici	Perioada intrării femelelor de <i>X. germanus</i> în lemn											
		31.05-16.06		16.06-23.06		23.06-29.06		29.06-4.07		4.07-15.07		15.07-24.08	
		GFD	GCD	GFD	GCD	GFD	GCD	GFD	GCD	GFD	GCD	GFD	GCD
V1	Media	11,2^a	15,0^b	17,5 ^a	17,1 ^a	16,6 ^a	15,3 ^a	18,0 ^a	19,2 ^a	22,1	16,5	22,9	17,8
	Ab. stand	6,3	5,1	6,8	5,0	7,2	3,9	6,3	2,3	5,1	6,0	5,2	8,2
	Mediana	9,6	14,2	18,6	18,2	17,8	15,8	18,5	18,4	22,7	15,5	24,7	13,6
V2	Media	10,8^a	13,4^b	17,4 ^a	16,1 ^a	16,9^a	13,2^b	17,8 ^a	15,8 ^a	21,2^a	15,6^b	20,6^a	11,8^b
	Ab. stand	5,8	5,1	7,4	6,2	6,5	5,6	7,6	5,6	5,7	5,7	6,0	4,7
	Mediana	9,6	13,6	19,3	17,0	17,9	11,9	18,3	15,4	22,7	13,2	25,5	11,4
V3	Media	10,3^a	14,2^b	16,8 ^a	17,5 ^a	16,5 ^a	17,0 ^a	16,8 ^a	18,6 ^a	22,1^a	17,6^b	22,4 ^a	21,4 ^a
	Ab. stand	5,9	5,0	6,9	5,7	7,0	4,1	6,5	3,3	5,8	6,0	5,7	5,2
	Mediana	9,0	13,8	18,3	18,2	17,8	16,8	17,4	17,9	23,7	16,6	24,4	21,7
V4	Media	10,9^a	14,2^b	17,5 ^a	15,6 ^a	16,2 ^a	14,3 ^a	14,7 ^a	19,0 ^a	21,2	23,6	21,7 ^a	21,1 ^a
	Ab. stand	6,0	4,6	6,8	4,9	6,9	5,4	6,6	3,1	3,5	-	4,3	5,6
	Mediana	9,6	13,6	18,7	16,3	16,5	14,5	15,5	18,4	20,8	-	22,6	22,6
V5	Media	10,3^a	13,6^b	16,3 ^a	17,3 ^a	15,9 ^a	15,7 ^a	16,7 ^a	17,1 ^a	20,8	-	22,5^a	18,4^b
	Ab. stand	5,9	4,4	6,4	5,3	7,6	4,5	7,5	5,1	5,0	-	5,1	5,9
	Mediana	9,0	13,4	17,5	18,4	17,6	15,5	17,5	16,7	22,5	-	23,7	21,5

Notă: GFD = galerii fără descendenți; GCD = galerii cu descendenți. Pentru aceeași variantă experimentală și aceeași perioadă calendaristică, mediile urmate de aceeași literă indică distribuții care nu diferă semnificativ la $p = 0,05$ (testul Mann-Whitney U). Nu s-au făcut comparații între distribuții când fiecare dintre acestea nu au avut minim 5 valori.

cazul ST tratate cu spinosad (V3) decât în cazul variantei martor (V1), la V3 fiind și proporția cea mai mică de galerii abandonate de către femele. Acest lucru pare a confirma faptul că spinosadul are efect de stimulare a producției și depunerii de ouă, după cum sugerează rezultatele din experimentul de laborator (Olenici 2022), însă acest lucru nu se reflectă în rezultatele privind numărul de descendenți per femelă.

Numărul de descendenți per segment (DST) și per femelă

Deși diferențele dintre variante, în ce privește DST, nu au fost asigurate statistic, a existat o tendință de reducere a DST la variantele în care ST au fost tratate, în special la cele tratate cu acetamiprid, aceste rezultate corelându-se cu cele referitoare la FDST. Pe ansamblu însă,

DST a înregistrat valori reduse atât din cauza valorilor scăzute ale FDST, cât și din cauza numărului mic de descendenți per femelă, care – la varianta martor – a fost de 5 ori mai mic decât în cazul experimentului de laborator (Olenici 2022), în care s-au putut menține condiții optime de umiditate pe toată durata derulării experimentului. Nu este exclus ca diferențele dintre experimentul de laborator și cel din teren să se datoreze parțial și faptului că în laborator s-au folosit segmente de tulpini de fag (*Fagus sylvatica* L.) și în teren ST de gorun, iar specia de arbore poate afecta semnificativ producția de descendenți, așa cum a constatat Castrillo et al. (2012). Pe de altă parte, rezultatele prezentate se referă la numărul de descendenți găsiți în galerii la analizarea segmentelor, însă nu-i exclus ca umiditatea prea mică și conținutul de etanol prea scăzut să fi afectat și calitatea hra-

nei, implicit și mortalitatea larvelor. Rassati et al. (2020) au constatat că numărul maxim de descendenți per femelă s-a obținut la o anumită concentrație a etanolului în lemn, la valori mai mici sau mai mari ale concentrației numărul de descendenți reducându-se.

Impactul tratamentelor asupra dezvoltării insectelor din noua generație

Ponderea adulților tineri în totalul descendenților găsiți în galerii la finalul experimentului sugerează o întârziere a dezvoltării insectelor din ST tratate cu acetamiprid și cu spinosad fără adjuvant, dar o analiză detaliată a diverselor aspecte studiate a evidențiat faptul că întârzierea are trei cauze: întârzierea colonizării ST din variantele respective, o mortalitate mai mare în rândul femelelor care au reușit să colonizeze acele ST, dar și o posibilă inhibare a dezvoltării insectelor în stadiile preimaginale, așa cum a reieșit și din experimentul de laborator (Olenici 2022).

Participarea procentuală a diverselor stadii de dezvoltare în numărul total de descendenți produși de femelele care au colonizat ST în diferite perioade de observație (figura 6) corespunde, în general, cu cea așteptată, în condițiile în care experimentul a debutat la sfârșitul lunii mai și s-a sistat în 24 august, iar durata de dezvoltare a unei generații este de 1 an și de la intrarea femelelor în lemn până la apariția primilor adulți sunt necesare 10-12 săptămâni, în funcție de evoluția vremii (Olenici et al. 2020). Există însă și unele discrepanțe, în special în cazul ST aferente variantei V4, în care descendenții produși de femelele care au intrat în lemn în perioadele 04-15.07 și 15.07-24.08 erau toți în stadiul de adult. În primul caz este vorba despre un singur exemplar, iar în al doilea caz de 10 exemplare găsite în 6 galerii din 4 ST. Având în vedere distribuțiile orificiilor de intrare în lemn a femelelor (figura 7) nu este exclus ca unele dintre orificiile atribuite perioadelor 4-15.07 și 15.07-24.08 să fi provenit de fapt din primele perioade și să fi rămas neobservate în teren din cauza înnoirii părții inferioare a ST în timpul ploilor, devenind

vizibile după ce ST au fost spălate la laborator, înaintea inventarierii orificiilor. Dintre cele 7 galerii puse în discuție la V4, doar una singură nu a fost situată la mai mult de 20 cm de la capătul superior al ST. Și la celelalte variante, majoritatea galeriilor din 15.07-24.08, cu adulți tineri, s-au situat în treimea inferioară a ST. Totuși, au existat și 9 galerii din jumătatea superioară a ST, în care s-au găsit adulți tineri, ceea ce sugerează și posibilitatea unei dezvoltări mai rapide a insectelor rezultate din ouăle depuse în ultima perioadă, datorită temperaturilor mai ridicate din iulie-august, comparativ cu cele din iunie 2022 (ANM 2022), în condiții de laborator, la o temperatură medie de 24,1° C, peste 50% dintre descendenți ajungând în stadiul de adult la 32 zile după începerea experimentului (Olenici 2022).

Concluzii

În condiții de teren, eficacitatea cele două produse fitosanitare testate pentru prevenirea atacului de *X. germanus* a fost mai redusă decât în condiții de laborator, fiind de doar 50,7% și respectiv 26,7%, după 16 zile de la aplicarea tratamentului, și de 41,5% și respectiv 12,6% la 84 zile. Combinarea insecticidelor cu adjuvantul Silwet Top a avut ca rezultat o diminuare a eficacității insecticidelor.

Dezvoltarea descendenților produși de femelele care au venit în contact cu acetamiprid sau cu spinosad și au colonizat segmentele de tulpini a fost într-o oarecare măsură decalată de cea a descendenților produși de femelele care au colonizat ST netratate.

Mulțumiri

Efectuarea cercetărilor s-a făcut în cadrul proiectului PN 1970203 - "*Xylosandrus germanus* – specie invazivă în ecosistemele forestiere din România", iar elaborarea lucrării în cadrul proiectului PN 23090102 - "Fundamente științifice în vederea dezvoltării

tării unor metode de protecție a pădurilor", finanțate 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 gorun, instalarea experimentului în teren, verificarea periodică a colonizării segmentelor de către femelele de *X. germanus*, precum și pentru analizarea segmentelor de tulpini după sistarea experimentului. Mulțumesc, de asemenea, celor doi revizori anonimi care au analizat lucrarea și au formulat observații ce au dus la îmbunătățirea lucrării.

Bibliografie

- Addinsoft, 2021. XLSTAT - A complete statistical add-in for Microsoft Excel. <https://www.xlstat.com/en/>
- Administrația Națională de Meteorologie (ANM), 2022. Abateră cantității lunare de precipitații Mai/Iunie/Iulie 2022 față de cantitățile multianuale (1991-2020). <https://www.meteoromania.ro/clima/monitorizare-climatica> (accesat 3.10.2023)
- 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. <https://doi.org/10.1093/jee/tox189>
- 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.
- Castrillo L.A., Griggs M.H., Vandenberg J.D., 2012. Brood production by ambrosia beetle *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Curculionidae) and growth of its fungal symbiont on artificial diet made with sawdust from different tree species. *Environ. Entomol.* 41: 822–827. <https://doi.org/10.1603/EN11251>
- Cavaletto G., Ranger C.M., Reding M.E., Montecchio L., Rassati D., 2023. Species-specific effects of ethanol concentration on host colonization by four common species of ambrosia beetles. *Journal of Pest Science* 96:833–843. <https://doi.org/10.1007/s10340-022-01537-w>
- 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. <https://doi.org/10.3832/efor2860-015>
- 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
- FSC, 2019a. FSC Lists of highly hazardous pesticides. FSC-POL-30-001a V3-0 EN.pdf <https://fsc.org/en/media/5447>
- Galko J., Dzurenko M., Ranger C.M., Kulfan J., Kula E., Nikolov C., Zúbrík 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, 10. <https://doi.org/10.3390/f10010010>
- 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., Castrillo L.A., Egonu 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. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01382-3>
- 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. <https://doi.org/10.3832/ifer3114-012>
- Heidenreich E., 1964. Ökologische Bedingungen für Primärbefall durch *Xylosandrus germanus*. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 54: 131-140. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1964.tb02925.x>
- 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. <https://doi.org/10.24266/0738-2898.30.4.223>
- Maksymov J. K., 1987. Erstmaliger Massenbefall des schwarzen Nutzholzborkenkäfer *Xylosandrus germanus* Blandf., in der Schweiz. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 138(3): 215–227.
- Matsumura F., 1982. Degradation of pesticides in the environment by microorganisms and sunlight. In: Matsumura F., Krishna Murti C.R. (eds.), *Biodegradation of Pesticides*. Plenum Press, New York, pp. 67–87.
- 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 Biol.* 119: 1075–1092. doi: 10.1016/j.funbio.2015.08.002
- 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., 2021. Preference of *Xylosandrus germanus* females for different deciduous tree species as oviposition substrate – Preliminary results. In: Duduman M.L., Nichiforel L., Palaghianu C. (eds.). *Book of abstracts. 5th Edition of the Integrated Management of Environmental Resources Conference Suceava – Romania, 29 October 2021, Forestry Faculty, "Ștefan cel Mare" University Suceava, Romania, p. 27*
- Olenici N., 2022. Eficacitatea unor pesticide în prevenirea atacului de *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), în condiții de laborator. *Bucovina Forestieră* 22(2): 97–115. doi: 10.4316/bf.2022.015.
- Olenici N., Ciocan C., 2019. Seasonal dynamics of *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) flight and attack in the northern part of the Eastern Carpathians (Romania) - preliminary results. In Duduman, M.-L., Lupaștean, D., Horodnic, S.-A., Palaghianu, C. (eds.): "Recent Changes in Forest Insects and Pathogens Significance" - Meeting of IUFRO WP 7.03.10 Methodology of forest insect and disease survey in Central Europe, 16-20 September 2019, Suceava, Romania. *Book of abstract, Editura Universității Ștefan cel Mare, Suceava, p. 79.*
- Olenici N., Ciocan C., Bodnari S., 2020. Durata dezvoltării insectelor de *Xylosandrus germanus* în nordul Carpaților Orientali (România) – Rezultate preliminare. Sesiunea anuală de comunicări științifice a Institutului de Cercetare-Dezvoltare pentru Protecția Plantelor „Protecția plantelor, cercetare interdisciplinară în slujba dezvoltării durabile a agriculturii și protecției mediului” 6 noiembrie 2020. *Rezumatul lucrărilor prezentate. Editura Oscar Print, București, pp. 98-99.*
- 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>
- Oliver J., Mannion C.M., 2001. Ambrosia beetle (Coleoptera: Scolytidae) species attacking chestnut and captured in ethanol-baited traps in middle Tennessee. *J. Econ. Entomol.* 30: 909–918. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-30.5.909>
- Petrova M.O., Chermenskaya T.D., Komarova A.S., Chelovechkova V.V., 2021. Influence of meteorological conditions on the residual content of pesticides in plants. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 937: 042032. doi:10.1088/1755-1315/937/4/042032
- Ranger C.M., Biedermann P.H., Phuntumart V., Beligala G.U., Ghosh S., Palmquist D.E., et al., 2018. Symbiont selection via alcohol benefits fungus farming by ambrosia beetles. *PNAS*. 115, 4447–4452. doi: 10.1073/pnas.1716852115
- 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>
- Rassati D., Contarini M., Ranger C.M., Cavaletto G., Rossini L., Speranza S., Faccoli M., Marini L. 2020. Fungal pathogen and ethanol affect host selection and colonization success in ambrosia beetles. *Agric For Entomol* 22:1–9. <https://doi.org/10.1111/afe.12351>
- 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
- 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>
- Tripathy K.P., Mishra A. K., 2023. How unusual is the 2022 European Compound drought and heatwave event? *Geophysical Research Letters*, 50, e2023GL105453. <https://doi.org/10.1029/2023GL105453>
- Weber B.C., McPherson J.E., 1983. Life history of the ambrosia beetle *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Scolytidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 76: 455–462. <https://doi.org/10.1093/aesa/76.3.455>
- 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.