

Effectiveness of dry and wet flight barrier pheromone traps and pheromone attractants on the number of caught bark beetles *Ips typographus* L., *pityogenes chalcographus* L., *ips sexdentatus* boerner and *pityokteines curvidens* germar

Učinkovitost suhih i mokrih naletno-barijernih feromonskih klopki i feromonskih atraktanata na broj ulovljenih potkornjaka *ips typographus* L., *pityogenes chalcographus* L., *ips sexdentatus* boerner, i *pityokteines curvidens* germar

Kenan Zahirović^{1*}, Osman Mujezinović², Merisa Osmanović¹, Sead Ivojević², Mirza Dautbašić²

¹ Public enterprise "Šumsko-privredno društvo Zeničko-dobojskog kantona" d.o.o. Zavidovići, Alije Izetbegovića 25, 72220 Zavidovići, Bosnia and Herzegovina

² Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

ABSTRACT

The research analyzed the effectiveness of dry and wet pheromone traps and pheromone attractants from the producer Ipsolab in Bosnia and Herzegovina. During 2023, pheromone traps with pheromone attractants were deployed in the field, and the population of spruce, fir, and pine bark beetles was monitored. The sample consisted of 98 dry and 97 wet pheromone traps. The average number of *Ips typographus* L. individuals caught in dry pheromone traps was 1,133.80 individuals, and in wet pheromone traps 1,009.82 individuals. As for the average number of *Pityogenes chalcographus* L. individuals caught in dry pheromone traps, it was 3,419.15 individuals, and in wet pheromone traps 4,017.88 individuals. The average number of individuals of *Ips sexdentatus* (Boerner) caught in dry impingement barrier traps was 54.79 individuals, and in wet impingement barrier traps 91.33 individuals. For the bark beetle *Pityokteines curvidens* (Germar), the average number of caught individuals in dry impingement barrier traps was 42.00 individuals, and in wet impingement barrier traps 82.22 individuals.

Key words: bark beetles, type of pheromone traps, IT Lure, PC Lure, Isex Lure, Pcur Lure, monitoring of the bark beetle population.

INTRODUCTION – Uvod

Niz različitih negativnih pojava vezanih uz štete koje nastaju uslijed: sušenja šuma, šteta i nestanak šuma nakon požara, napada raznih štetnika, jakih vjetrova, te, u najnovije vrijeme, promijenjenih klimatskih prilika, ističu potrebu unapređenja zaštite šuma s ciljem poboljšanja njihovog zdravstvenog stanja i kvaliteta, što bi, u konačnici, rezultiralo proizvedenom većom količinom najvri-

jednijih drvnih sortimenata. Od biotskih faktora koji utiču na zdravstveno stanje šuma, najvažnije su patogene gljive i štetni insekti (Zahirović, 2017). Među najvažnijim štetnicima četinarskih vrsta drveća su potkornjaci (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) (Grégoire i dr., 2004). Potkornjaci, kao šumski štetnici, uništavaju i fiziološki oslabljena stabla. Također, potkornjaci imaju važnu ulogu u šumskim ekosistemima jer su prvi u lancu raz-

* Corresponding author: prof. dr. Dragan Čomić, dragan.comic@sf.unibl.org, University of Banja Luka - Faculty of Forestry, Bosnia and Herzegovina

gradnje drveta (Wermelinger, 2004).

Posljedice sušenja stabala (najčešće smrče) na velikim površinama povezane su s problemima sanacije, zakorovljavanja, podmlađivanja, propadanja drvne mase, padom cijena trupaca itd. (Pernek, 2002). U Bosni i Hercegovini potkornjaci predstavljaju jedne od najznačajnijih štetočina, jer su masovna sušenja četinarskih sastojina uglavnom povezana s potkornjacima. Uglavnom su štete bile na manjim površinama, međutim, ukoliko su kasnile mjere sanacije (pravovremena sječa napadnutih stabala i postavljanje feromonskih klopki i atraktanata), te površine su zauzimale i znatno veće površine (preko 10 ha) (Zahirović i dr., 2014). Preventivne mjere zaštite imaju za cilj održavati populaciju potkornjaka na niskim razinama, te se istim mjerama nastoji održati šumska higijena (Pernek i Hrašovec, 2005; Pernek i Lacković, 2011). Monitoring stanja populacije potkornjaka uz pomoć klopki i feromonskih atraktanata je dopuna uzgojno-tehničkim i mehaničko-tehničkim mjerama u sistemu integralne zaštite šuma (Kasumović i dr., 2016).

Feromonske klopke se, po načinu rada, mogu podijeliti u dvije osnovne skupine: doletne i naletne ili barijerne (Pernek, 2000). U praksi se koriste suhe i mokre feromonske klopke, odnosno klopke koje se sastoje od feromonskog atraktanta i kućišta klopke u kojima se sakupljaju ulovljene jedinke (Bakke, 1987; Kasumović i dr., 2016). Kod suhih naletno-barijernih klopki lovna posuda ima "otvore" kroz koje izlazi voda, a potkornjaci ostaju unutra. Mokre klopke su modificiran tip suhih klopki, gdje se u lovnu posudu sipa sredstvo za skladištenje potkornjaka, dok se pri vrhu klopke nalazi "otvor" sa sitom odakle izlazi višak tečnosti. U ovom radu vršen je monitoring populacije četiri vrste potkornjaka na četinarima.

Ips typographus je jedan od najpoznatijih i za smrču najopasnijih štetnika, iako je u prvom redu sekundaran (Dautbašić i dr., 2018). Najčešće se javlja na debljim stablima u donjim dijelovima, gdje je kora deblja (Zahirović i dr., 2016). Stabla na južnijim i osunčanim ekspozicijama češće su napadana u odnosu na stabla na sjevernijim ekspozicijama (Jakuš, 1998). Prema Beckeru i Schröteru (2000), ako je udio stabala u sastojini stariji od 70 godina, onda su takve sastojine podložnije napadu, dok su najpodložnije one sastojine smrče koje su starije od 100 godina.

Pityogenes chalcographus je jedan od najrasprostranjenijih potkornjaka, koji nastanjuje smrčeve šume od Skandinavije do Balkana (Avtzis i dr., 2010). Ova vrsta štetnika napada mlada stabla smrče starosti do 20-ak godina (Zahradník i Zahradníková, 2020). Sastojinski uslovi kao što su vjetrolomi, snjegolomi ili izvale, te suše doprinose gomilanju fiziološki oslabljenih stabala koja su podlož-

na napadu potkornjaka (Gutowski i Krzystofiak, 2005). Međutim, uslijed prenamnoženja, ove vrste mogu preći iz sekundarnih u primarne štetnike i uzrokovati sušenje nepredisponiranih stabala (Wermelinger, 2004).



Slike 1. i 2. Suha i mokra naletno-barijerna feromonska klopka (foto: Zahirović Kenan)

Figure 1-2. Dry and wet flight barrier pheromone traps (photo: Zahirović Kenan)

Tabela 1. Broj postavljenih feromonskih klopki po tipu klopki i vrsti feromona

Table 1. Number of pheromone traps set by trap type and pheromone type

Šumarija/ Forestry Office	Koordinate/ Coordinates	Vrsta klopke/ Trap type	Vrsta feromona/Type of pheromone			
			IT Lure	PC Lure	Isex Lure	Pcur Lure
Vareš	44.172588, 18.335546	Suha/Dry	10	10	0	0
		Mokra/Wet	9	11	0	0
Olovo	44.127511, 18.579256	Suha/Dry	14	11	0	0
		Mokra/Wet	12	13	0	0
Zavidovići	44.438176, 18.141369	Suha/Dry	5	5	1	3
		Mokra/Wet	6	4	2	3
Kakanj	44.130134, 18.121745	Suha/Dry	7	2	1	0
		Mokra/Wet	6	4	0	0
Zenica	44.199711, 17.899021	Suha/Dry	6	3	0	0
		Mokra/Wet	2	6	2	0
Visoko	43.994807, 18.173701	Suha/Dry	3	0	2	0
		Mokra/Wet	0	0	2	0
Tešanj	44.592032, 17.992898	Suha/Dry	1	4	0	0
		Mokra/Wet	2	3	0	0
Maglaj	44.560527, 18.136295	Suha/Dry	3	2	0	0
		Mokra/Wet	3	2	0	0
Žepče	44.423934, 18.035746	Suha/Dry	4	1	0	0
		Mokra/Wet	1	4	0	0
Ukupno/Total		Suha/Dry	53	38	4	3
		Mokra/Wet	41	47	6	3

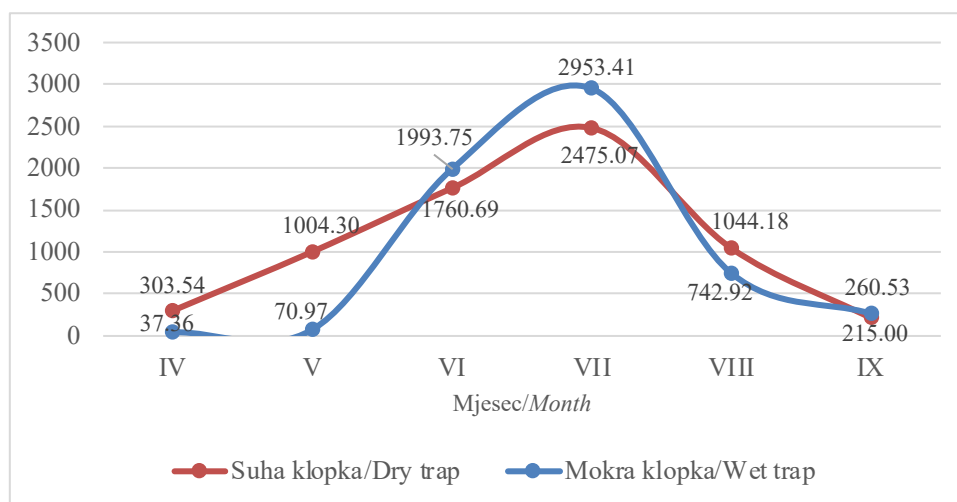
Ips sexdentatus je jedan od najvažnijih i najštetnijih štetnika u evropskim borovim šumama, i ima širok distribucijski potencijal (Jactel i Gaillard, 1991). Ovaj štetnik ima potencijal da stvori veliki broj jedinki u kratkom vremenskom periodu, u zavisnosti od broja generacija.

Pityokteines curvidens se javlja na vrstama iz roda *Abies*. Najpoznatiji je i za jelu najopasniji štetnik, iako su u prvom redu sekundarni (Dautbašić i dr., 2018). Na deblu stabala se vidi smola i piljevina iz ulaznih rupa. Kod jačeg napada dolazi do sušenja stabala. Uslijed napada dolazi do smeđenja i crvenila iglica (Dautbašić i dr., 2018; Tomiczek i dr., 2007; Zúbrik i dr., 2013).

Cilj istraživanja u ovom radu je utvrditi učinkovitost različitih sistema suhih i mokrih naletno-barijernih klopki kao biotehničkih mjera u monitoringu populacije različitih vrsta potkornjaka, kao i testova feromona proizvođača Ipsolab Poljska i Chemtica Int. S.A. CR.

MATERIALS AND METHODS – Materijal i metode

Utvrđivanje ulova smrčevih potkornjaka *I. typographus* i *P. chalcographus*, borovog potkornjaka *I. sexdentatus* i jelovog potkornjaka *P. curvidens* je vršeno u toku 2023. godine na području Zeničko-dobojskog kantona. Na istraživanom lokalitetu potkornjaci su u gradacijskoj fazi tipičnih sekundarnih štetnika. Korištene su suhe naletno-barijerne feromonske klopke tipa Theysohn® i mokre naletno-barijerne klopke tipa Ipsolab, pri čemu se nastojala utvrditi učinkovitost jednih i drugih. Klopke su postavljene u visokim čistim ili mješovitim šumama bukve, jele (sa smrčom), izdanačkim šumama i šumskim kulturama. Pojedini dijelovi šuma predstavljaju privredne šume, dok su pojedine šume posebne namjene, u kojima se vrše sanitarne sječe. Ovim radom nisu utvrđivane razlike u ulovu potkornjaka unutar različitih tipova šuma, kao i šuma sa različitom namjenom. Za ulov potkornjaka korišteni su feromoni IT Lure Ampulka A10 (deklariran kao feromon potkornjaka



Grafikon 1. Prosječan broj ulovljenih potkornjaka *I. typographus* po tipu klopki i po mjesecima

Graph 1. Average number of caught bark beetles *I. typographus* by type of pheromone traps and by months

Ips typographus), PC Lure Ampulka A10 (deklariran kao feromon potkornjaka *Pityogenes chalcographus*) proizvođača Ipsolab Poljska, kao i feromoni Isex Lure P282 (deklariran kao feromon potkornjaka *Ips sexdentatus*) i Pcur Lure PI57 (deklariran kao feromon potkornjaka *Pityokteines curvidens*) proizvođača Chemtica Int. S.A. CR. Ovi feromoni u ovom pokusu su prvi put korišteni na području Bosne i Hercegovine. Ukupno je postavljeno 195 klopki. U tabeli 1 prikazan je broj postavljenih klopki na području istraživanja.

Klopke s feromonskim atraktantima postavljene su polovinom aprila 2023. godine, dok je zamjena feromona izvršena početkom mjeseca jula 2023. godine. Iste su bile postavljene minimalno 20 m (± 2 m) od prvih živih stabala četinaru. Prebrojavanje potkornjaka i pražnjenje klopki je vršeno svakih 10–15 dana. Kod mokrih klopki potkornjaci

su vađeni iz klopki sitkom. Tekućina Silvator, koja je dodavana u mokre klopke, omogućava skladištenje potkornjaka, te usporava njihovo raspadanje. Pokus je trajao do kraja mjeseca septembra 2023. godine, kada su iste uklonjene.

Prebrojavanje potkornjaka je izvršeno metodom volumenziranja s menzurama (osim potkornjaka *Ips sexdentatus* i *Pityokteines curvidens*). Za potrebe mjerenja uzeto je da 1 ml potkornjaka *Ips typographus* ima 40 jedinki, a 1 ml potkornjaka *Pityogenes chalcographus* ima 400 jedinki (Hrašovec, 1995; Mujezinović i dr., 2023). Ulovi potkornjaka *Ips sexdentatus* i *Pityokteines curvidens* su prebrojavani pojedinačno, pošto se radilo o ulovu manjeg broja jedinki.

Istraživan je utjecaj tipa klopki na broj ulovljenih potkornjaka *I. typographus*, *P. chalcographus*, *I. sexdentatus* i *P.*

Tabela 2. Aritmetička sredina i standardna devijacija za ulov potkornjaka *I. typographus* za različite tipove klopki po mjesecima

Table 2. Arithmetic mean and standard deviation for *I. typographus* bark beetle catch for different types of pheromone traps by months

Tip klopki/Type of pheromone traps	Mjeseci/Months	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Suhe feromonske klopke/Dry pheromone traps	Mean	303.54	1004.30	1760.69	2475.07	1044.18	215.00
	N	53	53	53	53	53	53
	Std. Deviation	718.60	1627.20	2312.91	4025.62	1750.88	318.87
Mokre feromonske klopke/Wet pheromone traps	Mean	37.36	70.97	1993.75	2953.41	742.92	260.53
	N	41	41	41	41	41	41
	Std. Deviation	129.88	272.26	3568.78	4613.55	1166.19	371.63
Ukupno/Total	Mean	187.44	597.21	1862.35	2683.71	912.78	234.86
	N	94	94	94	94	94	94
	Std. Deviation	560.00	1314.87	2912.49	4274.68	1523.68	341.71

Tabela 3. Analiza varijanse statistički značajnih razlika ulova *I. typographus*, po mjesecima, u zavisnosti od tipa klopki

Table 3. Variance analysis of statistically significant differences in *I. typographus* by month catches, depending on the type of pheromone traps

ANOVA Table						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
IV * Tip klopki/IV * Type of traps	Between Groups (Combined)	1637898.590	1	1637898.590	5.474	.021
	Within Groups	27527536.644	92	299212.355		
	Total	29165435.234	93			
V * Tip klopki/V * Type of traps	Between Groups (Combined)	20137189.599	1	20137189.599	13.172	.000
	Within Groups	140649894.145	92	1528803.197		
	Total	160787083.745	93			
VI * Tip klopki/VI * Type of traps	Between Groups (Combined)	1255624.684	1	1255624.684	.147	.703
	Within Groups	787628290.731	92	8561177.073		
	Total	788883915.415	93			
VII * Tip klopki/VII * Type of traps	Between Groups (Combined)	5289367.595	1	5289367.595	.287	.593
	Within Groups	1694090917.649	92	18414031.714		
	Total	1699380285.245	93			
VIII * Tip klopki/VIII * Type of traps	Between Groups (Combined)	2098070.851	1	2098070.851	.903	.345
	Within Groups	213810992.894	92	2324032.531		
	Total	215909063.745	93			
IX * Tip klopki/IX * Type of traps	Between Groups (Combined)	47935.007	1	47935.007	.408	.525
	Within Groups	10811692.195	92	117518.393		
	Total	10859627.202	93			

curvidens. Pri analizi je korišten softver SPSS (ver. 20), te je pored deskriptivne statistike vršeno i testiranje statističke značajnosti prosjeka (ANOVA). Bitno je napomenuti da kod potkornjaka *I. sexdentatus* i *P. curvidens* se radi o veoma malom broju postavljenih klopki, odnosno uzoraka, te možemo donekle reći da uzorak nije dovoljno velik za pouzdanu statističku analizu.

RESULTS - Rezultati

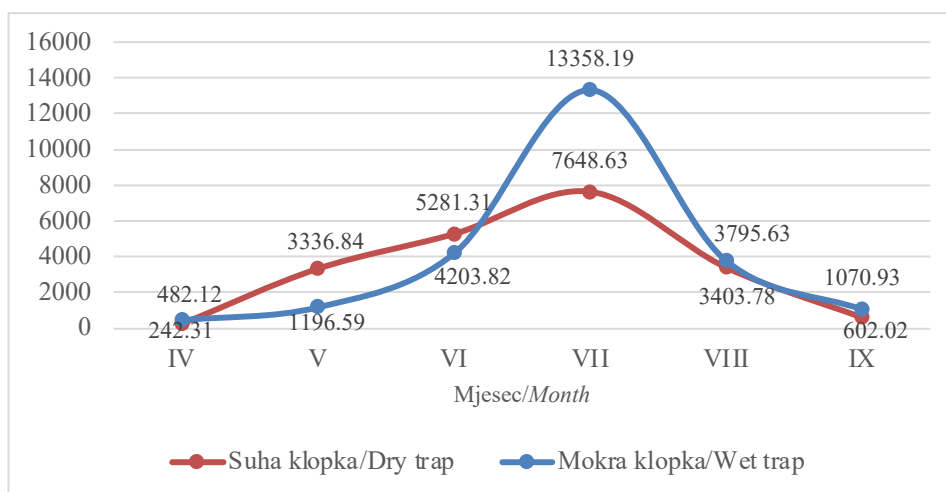
Prosječan ulov jedinki *Ips typographus* po mjesecima je najveći za IV (303,54 jedinki), V (1.004,30 jedinki), VIII (1.044,18 jedinki) i IX (260,53 jedinki) mjesec, zabilježen u suhim naletno-barijernim klopama, dok je za VI (1.993,75 jedinki) i VII (2.953,41 jedinki) mjesec zabilježen u mokrim naletno-barijernim klopama (grafikon 1, tabela 2).

U cilju analize tipa klopki na broj ulovljenih jedinki *I. typographus*, provedeno je testiranje statističke značajnosti razlika prosjeka. Tabela 2 prikazuje aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju za ulov potkornjaka *I. typographus* u odnosu na tip klopki.

Radi utvrđivanja statističke značajnosti razlika u ulovu potkornjaka, u zavisnosti od tipa klopki, po mjesecima, vršeno je testiranje jednostrukom analizom varijanse. Postavljena je nul-hipoteza: "Ne postoje statistički značajne razlike između prosječnih ulova potkornjaka *I. typographus*, po mjesecima, u zavisnosti od tipa klopki, pri vjerovatnoći $p < 0,05$." Rezultati provedene analize su prikazani u tabeli 3.

Provedenom statističkom analizom utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike u prosječnim ulovima potkornjaka *I. typographus* za mjesec april i maj, u zavisnosti od tipa klopki, pri vjerovatnoći $p < 0,05$, pri čemu je vidljiv značajno veći broj ulovljenih jedinki u suhim klopama. Statistička značajnost nije utvrđena između prosječnih ulova potkornjaka *I. typographus* za ostale mjesec, u zavisnosti od tipa klopki.

Prosječan ulov jedinki *Pityogenes chalcographus* po mjesecima je najveći za V (3.336,84 jedinki) i VI (5.281,32 jedinki) mjesec, zabilježen u suhim naletno-barijernim klopama, dok je za IV (482,12 jedinki), VII (13.358,19 jedinki), VIII (3.795,63 jedinki) i IX (1.070,93) mjesec za-



Grafikon 2. Prosječan broj ulovljenih potkornjaka *P. chalcographus* po tipu klopki i po mjesecima

Graph 2. Average number of caught bark beetles *P. chalcographus* by type of pheromone traps and by months

bilježen u mokrim naletno-barijernim klopama (grafikon 2, tabela 4).

U cilju analize tipa klopki na broj ulovljenih jedinki *P. chalcographus*, provedeno je testiranje statističke značajnosti razlika prosjeka. Tabela 4 prikazuje aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju za ulov potkornjaka *P. chalcographus*, u odnosu na tip klopki.

Radi utvrđivanja statističke značajnosti razlika u ulovu potkornjaka u zavisnosti od tipa klopki po mjesecima, vršeno je testiranje jednostrukom analizom varijanse. Postavljena je nul-hipoteza: "Ne postoje statistički značajne razlike između prosječnih ulova potkornjaka *P. chalcographus* po mjesecima, u zavisnosti od tipa klopki, pri vjerovatnoći $p < 0,05$." Rezultati provedene analize su prikazani u tabeli 5.

Provedenom statističkom analizom utvrđeno je da ne postoje statistički značajne razlike u prosječnim ulovima potkornjaka *P. chalcographus* za sve mjesece, u zavisnosti od tipa klopki, pri vjerovatnoći $p < 0,05$.

Prosječan ulov jedinki *Ips sexdentatus* po mjesecima je najveći za IX (250,00 jedinki) mjesec, zabilježen u suhim naletno-barijernim klopama, dok je za IV (41,66 jedinki), V (100,00 jedinki), VI (191,33 jedinki), VII (23,33 jedinki) i VIII (11,66 jedinki) mjesec zabilježen u mokrim naletno-barijernim klopama (grafikon 3, tabela 6).

U cilju analize tipa klopki na broj ulovljenih jedinki *I. sexdentatus*, provedeno je testiranje statističke značajnosti razlika prosjeka. Tabela 6 prikazuje aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju za ulov potkornjaka *I. sexdentatus* u odnosu na tip klopki.

Tabela 4. Aritmetička sredina i standardna devijacija za ulov potkornjaka *P. chalcographus* za različite tipove klopki po mjesecima

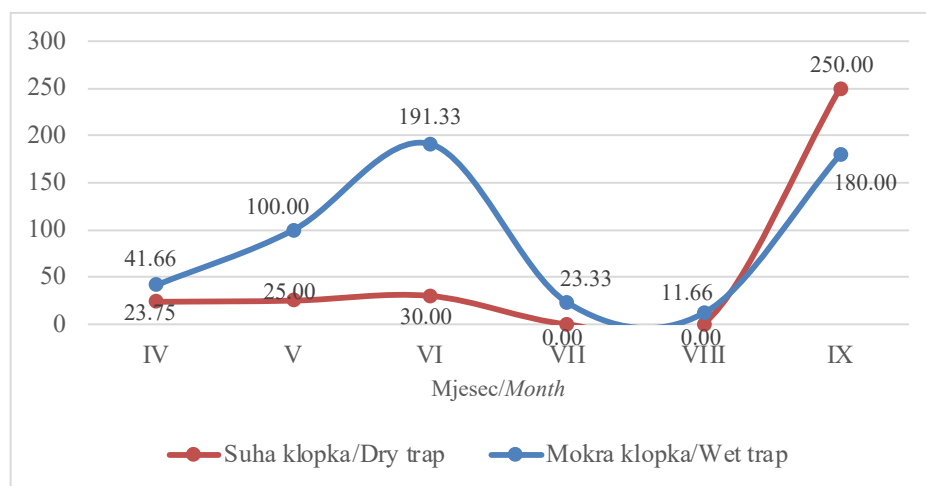
Table 4. Arithmetic mean and standard deviation for *P. chalcographus* bark beetle catch for different type of pheromone traps by months

Tip klopki/Type of pheromone traps	Mjeseci/Months	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Suhe feromonske klopke/Dry pheromone traps	Mean	242.31	3336.84	5281.31	7648.63	3403.78	602.02
	N	38	38	38	38	38	38
	Std. Deviation	839.10	6273.35	8370.30	13362.67	6296.76	1356.19
Mokre feromonske klopke/Wet pheromone traps	Mean	482.12	1196.59	4203.82	13358.19	3795.63	1070.93
	N	47	47	47	47	47	47
	Std. Deviation	1762.87	4120.90	5530.48	22594.65	6613.66	2246.21
Ukupno/Total	Mean	374.91	2153.41	4685.52	10805.68	3620.45	861.30
	N	85	85	85	85	85	85
	Std. Deviation	1423.50	5270.70	6921.02	19140.94	6438.64	1904.77

Tabela 5. Analiza varijanse statistički značajnih razlika ulova *P. chalcographus* po mjesecima, u zavisnosti od tipa klopki

Table 5. Variance analysis of statistically significant differences in *P. chalcographus* by month catches, depending on the type of pheromone traps

ANOVA Table						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
IV * Tip klopki/IV * Type of traps	Between Groups (Combined)	1208380.979	1	1208380.979	.593	.443
	Within Groups	169006797.445	83	2036226.475		
	Total	170215178.424	84			
V * Tip klopki/V * Type of traps	Between Groups(Combined)	96247634.216	1	96247634.216	3.571	.062
	Within Groups	2237299476.372	83	26955415.378		
	Total	2333547110.588	84			
VI * Tip klopki/VI * Type of traps	Between Groups (Combined)	24394156.328	1	24394156.328	.506	.479
	Within Groups	3999260344.849	83	48183859.576		
	Total	4023654501.176	84			
VII * Tip klopki/VII * Type of traps	Between Groups (Combined)	684964080.305	1	684964080.305	1.889	.173
	Within Groups	30090614924.119	83	362537529.206		
	Total	30775579004.424	84			
VIII * Tip klopki/VIII * Type of traps	Between Groups (Combined)	3226261.939	1	3226261.939	.077	.782
	Within Groups	3479086731.167	83	41916707.604		
	Total	3482312993.106	84			
IX * Tip klopki/IX * Type of traps	Between Groups (Combined)	4619992.265	1	4619992.265	1.278	.262
	Within Groups	300144827.782	83	3616202.744		
	Total	304764820.047	84			



Grafikon 3. Prosječan broj ulovljenih potkornjaka *I. sexdentatus* po tipu klopki i po mjesecima

Graph 3. Average number of caught bark beetles *I. sexdentatus* by the type of pheromone traps and by months

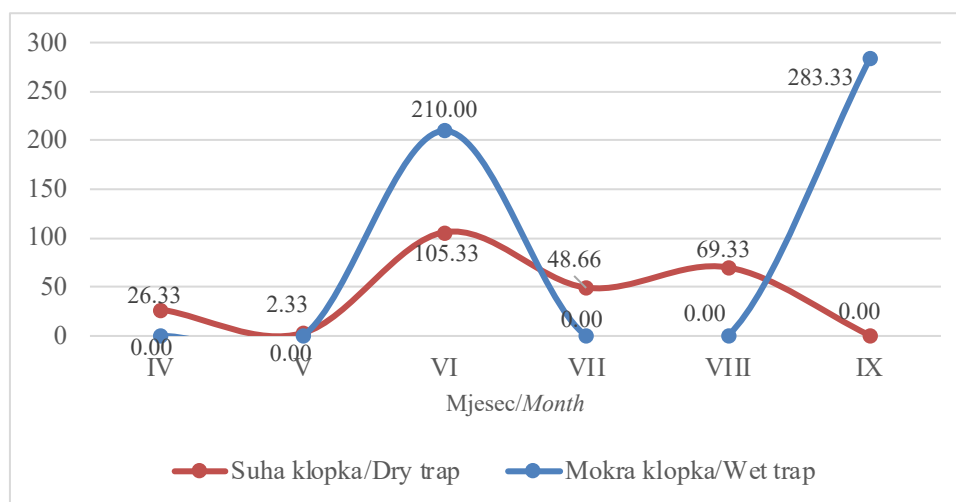
Tabela 6. Aritmetička sredina i standardna devijacija za ulov potkornjaka *I. sexdentatus* za različite tipove klopki po mjesecima
 Table 6. Arithmetic mean and standard deviation for *I. sexdentatus* bark beetle catch for different types of pheromone traps by month

Tip klopki/Type of pheromone traps	Mjeseci/Months	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Suhe feromonske klopke/Dry pheromone traps	Mean	23.75	25.00	30.00	.00	.00	250.00
	N	4	4	4	4	4	4
	Std. Deviation	47.50	50.00	60.00	.00	.00	300.00
Mokre feromonske klopke/Wet pheromone traps	Mean	41.66	100.00	191.33	23.33	11.66	180.00
	N	6	6	6	6	6	6
	Std. Deviation	66.45	181.65	336.75	40.82	24.01	187.61
Ukupno/Total	Mean	34.50	70.00	126.80	14.00	7.00	208.00
	N	10	10	10	10	10	10
	Std. Deviation	57.37	143.75	266.72	32.72	18.88	225.52

Tabela 7. Analiza varijanse statistički značajnih razlika ulova *I. sexdentatus*, po mjesecima, u zavisnosti od tipa klopki

Table 7. Variance analysis of statistically significant differences in *I. sexdentatus* by month catches depending on the type of pheromone traps

ANOVA Table						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
IV * Tip klopki/IV * Type of traps	Between Groups (Combined)	770.417	1	770.417	.214	.656
	Within Groups	28852.083	8	3606.510		
	Total	29622.500	9			
V * Tip klopki/V * Type of traps	Between Groups (Combined)	13500.000	1	13500.000	.626	.452
	Within Groups	172500.000	8	21562.500		
	Total	186000.000	9			
VI * Tip klopki/VI * Type of traps	Between Groups (Combined)	62468.267	1	62468.267	.865	.380
	Within Groups	577813.333	8	72226.667		
	Total	640281.600	9			
VII * Tip klopki/VII * Type of traps	Between Groups (Combined)	1306.667	1	1306.667	1.254	.295
	Within Groups	8333.333	8	1041.667		
	Total	9640.000	9			
VIII * Tip klopki/VIII * Type of traps	Between Groups (Combined)	326.667	1	326.667	.906	.369
	Within Groups	2883.333	8	360.417		
	Total	3210.000	9			
IX * Tip klopki/IX * Type of traps	Between Groups (Combined)	11760.000	1	11760.000	.211	.658
	Within Groups	446000.000	8	55750.000		
	Total	457760.000	9			



Grafikon 4. Prosječan broj ulovljenih potkornjaka *P. curvidens* po tipu klopki i po mjesecima

Graph 4. Average number of caught bark beetles *P. curvidens* by type of pheromone traps and by months

Tabela 8. Aritmetička sredina i standardna devijacija ulova potkornjaka *P. curvidens* za različite tipove klopki po mjesecima

Table 8. Arithmetic mean and standard deviation for *P. curvidens* bark beetle catch for different types of pheromone traps by month

Tip klopki/Type of pheromone traps	Mjeseci/Months	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Suhe feromonske klopke/Dry pheromone traps	Mean	26.33	2.33	105.33	48.66	69.33	.00
	N	3	3	3	3	3	3
	Std. Deviation	19.13	2.51	177.27	37.42	69.50	.000
Mokre feromonske klopke/Wet pheromone traps	Mean	.00	.00	210.00	.00	.00	283.33
	N	3	3	3	3	3	3
	Std. Deviation	.00	.00	135.27	.00	.00	76.37
Ukupno/Total	Mean	13.16	1.16	157.66	24.33	34.66	141.66
	N	6	6	6	6	6	6
	Std. Deviation	18.82	2.04	152.23	35.64	58.08	162.53

Radi utvrđivanja statističke značajnosti razlika u ulovu potkornjaka u zavisnosti od tipa klopki, po mjesecima, vršeno je testiranje jednostrukom analizom varijanse. Postavljena je nul-hipoteza: "Ne postoje statistički značajne razlike između prosječnih ulova potkornjaka *I. sexdentatus*, po mjesecima, u zavisnosti od tipa klopki, pri vjerovatnoći $p < 0,05$." Rezultati provedene analize su prikazani u tabeli 7.

Provedenom statističkom analizom utvrđeno je da ne postoje statistički značajne razlike u prosječnim ulovima potkornjaka *I. sexdentatus* za sve mjesece, u zavisnosti od tipa klopki, pri vjerovatnoći $p < 0,05$.

Prosječan ulov jedinki *Pityokteines curvidens* po mjesecima za najveći za IV (26,33 jedinki), V (2,33 jedinki),

VII (48,66 jedinki) i VIII (69,33 jedinki) mjesec zabilježen u suhim naletno-barijernim klopkama, dok je za VI (210,00 jedinki) i IX (283,33 jedinki) mjesec zabilježen u mokrim naletno-barijernim klopkama (grafikon 4, tabela 8).

U cilju analize utjecaja tipa klopki na broj ulovljenih jedinki *P. curvidens* provedeno je testiranje statističke značajnosti razlika prosjeka. Tabela 8 prikazuje aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju ulova potkornjaka *P. curvidens* u odnosu na tip klopki.

Radi utvrđivanja statističke značajnosti razlika u ulovu potkornjaka u zavisnosti od tipa klopki, po mjesecima, vršeno je testiranje jednostrukom analizom varijanse. Postavljena je nul-hipoteza: "Ne postoje statistički značajne razlike iz-

Tabela 9. Analiza varijanse statistički značajnih razlika ulova *P. curvidens* po mjesecima, u zavisnosti od tipa klopki
 Table 9. Variance analysis of statistically significant differences in *P. curvidens* by month catches, depending on the type of pheromone traps

ANOVA Table						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
IV * Tip klopki/IV * Type of traps	Between Groups (Combined)	1040.167	1	1040.167	5.679	.076
	Within Groups	732.667	4	183.167		
	Total	1772.833	5			
V * Tip klopki/V * Type of traps	Between Groups (Combined)	8.167	1	8.167	2.579	.184
	Within Groups	12.667	4	3.167		
	Total	20.833	5			
VI * Tip klopki/VI * Type of traps	Between Groups (Combined)	16432.667	1	16432.667	.661	.462
	Within Groups	99450.667	4	24862.667		
	Total	115883.333	5			
VII * Tip klopki/VII * Type of traps	Between Groups (Combined)	3552.667	1	3552.667	5.074	.087
	Within Groups	2800.667	4	700.167		
	Total	6353.333	5			
VIII * Tip klopki/VIII * Type of traps	Between Groups (Combined)	7210.667	1	7210.667	2.986	.159
	Within Groups	9660.667	4	2415.167		
	Total	16871.333	5			
IX * Tip klopki/IX * Type of traps	Between Groups (Combined)	120416.667	1	120416.667	41.286	.003
	Within Groups	11666.667	4	2916.667		
	Total	132083.333	5			

među prosječnih ulova potkornjaka *P. curvidens* po mjesecima, u zavisnosti od tipa klopki, pri vjerovatnoći $p < 0,05$. Rezultati provedene analize su prikazani u tabeli 9.

Provedenom statističkom analizom utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike u prosječnim ulovima potkornjaka *P. curvidens* za mjesec septembar, u zavisnosti od tipa klopki, pri vjerovatnoći $p < 0,05$, pri čemu je vidljiv značajno veći broj ulovljenih jedinki u mokrim klopama. Statistička značajnost nije utvrđena između prosječnih ulova potkornjaka *P. curvidens* za ostale mjesece, u zavisnosti od tipa klopki.

DISCUSSION – Diskusija

Ovim istraživanjem ispitivana je učinkovitost suhih i mokrih naletno-barijernih klopki (potpuno različitog dizajna) za ulov potkornjaka *Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, *Ips sexdentatus* i *Pityokteines curvidens* na području Bosne i Hercegovine. Istraživanje učinkovitosti suhih i mokrih klopki za monitoring potkornjaka vršili su i drugi autori (Kasumović i dr., 2016; Jakobašić, 2022). Posmatrajući čitav period monitoringa populacija

potkornjaka *I. typographus* i *P. chalcographus*, vidljivo je da obje vrste klopki daju vrlo učinkovite rezultate u ulovima ova dva smrčeva potkornjaka. Broj ulovljenih jedinki *I. typographus* i *P. chalcographus* u ovom pokusu veći je po svim mjesecima u odnosu na pokus u radu Zahirović i dr. (2016).

Ukoliko posmatramo čitav period monitoringa populacije potkornjaka *I. sexdentatus*, iako se radi o malom broju postavljenih klopki za ulov ovog potkornjaka, te možemo donekle reći da uzorak nije dovoljno velik za pouzdanu statističku analizu, ova vrsta feromona i klopki mogu se koristiti za ulov borovih potkornjaka. Broj ulovljenih jedinki *I. sexdentatus* je manji u odnosu na pokuse koje su proveli Özcan (2017) i Osmanović i Zahirović (2022).

Za period monitoringa populacije potkornjaka *P. curvidens*, također, uz mali broj postavljenih klopki za ulov ovog potkornjaka, ova vrsta feromona i klopki mogu se koristiti za ulov jelovih potkornjaka. Broj ulovljenih jedinki *P. curvidens* sličan je onome koji su utvrdili Pernek i dr. (2006) i Osmanović i Zahirović (2022). Slabiji ulovi

jedniki *I. sexdentatus* i *P. curvidens* se donekle može vezati za učinkovitost feromonskih atraktanata za borove i jelove potkornjake, gdje su utvrđeni manji ulovi jedinki.

Korištenje mokrih naletno-barijernih klopki nam omogućava da se iste pregledavaju i jednom mjesečno, bez rizika od raspadanja ulovljenih jedinki potkornjaka, te se mogu koristiti i na teško pristupačnim terenima. Nedostatak mokrih naletno-barijernih klopki je što se u njima vrlo često susreće i određenih broj korisnih insekata, o čemu treba voditi računa prilikom upotrebe istih. Manipulacija suhom feromonskom klopkom na terenu te sakupljanje i analiza suhih uzoraka znatno je lakša (Kasumović i dr., 2016). U narednom periodu su potrebna dodatna istraživanja o ulovu potkornjaka u različitim izvedbama klopki na području Bosne i Hercegovine.

CONCLUSIONS - Zaključci

Na osnovu provedenog istraživanja mogu se donijeti sljedeći zaključci:

1. Suhe i mokre naletno-barijerne klopke daju skoro iste rezultate u ulovu smrčevih potkornjaka *Ips typographus* i *Pityogenes chalcographus*, dok su slabiji ulovi utvrđeni kod potkornjaka *Ips sexdentatus* i *Pityokteines curvidens*.
2. Vidljivo je da feromoni za smrčeve potkornjake IT Lure Ampulka A10 – *Ips typographus*, PC Lure Ampulka A10 – *Pityogenes chalcographus* daju učinkovite rezultate u ulovu potkornjaka, dok feromoni Isex Lure P282 – *Ips sexdentatus* i Pcur Lure P157 – *Pityokteines curvidens* daju slabije rezultate.
3. Ovo istraživanje daje osnov da se obje vrste klopki (suhe i mokre), kao i prethodno navedene vrste feromona, mogu koristiti u monitoringu populacije potkornjaka na području Zeničko-dobojskog kantona.

REFERENCES – Literatura

- Avtzis, D. N., Arthofer, W., Stauffer, C., Avtzis, N., & Wegensteiner, R. (2010). *Pityogenes chalcographus* (Coleoptera: Scolytinae) at the southernmost borderline of Norway spruce (*Picea abies*) in Greece. *Entomologia Hellenica*, 19, 3–13. <https://doi.org/10.12681/eh.11559>
- Bakke, A., Austarå, Ø., & Pettersen, H. (1987). Seasonal flight activity and attack pattern of *Ips typographus* in Norway under epidemic conditions. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen*, 33, 253–268.
- Becker, T., & Schröter, H. (2000). Ausbreitung von rindenbrütenden Borkenkäfern nach Sturmschäden. *Allgemeine Forstzeitung*, 55, 280–282.
- Dautbašić, M., Mujezinović, O., & Zahirović, K. (2018). Priručnik za zaštitu šuma u Bosni i Hercegovini. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu.
- Gregoiré, J. C., & Evans, H. F. (2004). Damage and control of BAWBILT organisms: An overview. In F. Lieutier, K. R. Day, A. Battisti, J. C. Gregoiré, & H. F. Evans (Eds.), *Bark and wood boring insects in living trees in Europe—A synthesis* (2nd ed., pp. 19–37). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2241-8_4
- Gutowski, M. J., & Krzysztowiak, L. (2005). Directions and intensity of migration of the spruce bark beetle and accompanying species at the border between reserves and managed forests in north-eastern Poland. *Ecological Questions*, 6, 81–92.
- Hrašovec, B. (1995). Feromonske klopke – suvremena biotehnička metoda u integralnoj zaštiti šuma od potkornjaka. *Šumarski list*, 109(1–2), 27–31.
- Jactel, H., & Gaillard, J. (1991). A preliminary study of the dispersal potential of *Ips sexdentatus* (Boern) (Col., Scolytidae) with an automatically recording flight mill. *Journal of Applied Entomology*, 112, 138–145.
- Jakobašić, T. (2022). Feromonski monitoring borovih potkornjaka, *Orthotomicus erosus* i *Ips sexdentatus* u JP Hrvatske šume d.o.o. (Diplomski rad). Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Sveučilište u Zagrebu.
- Jakuš, R. (1998). Types of bark beetle (Coleoptera: Scolytidae) infestation in spruce forest stands affected by air pollution, bark beetle outbreak and honey fungus (*Armillaria mellea*). *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 71, 41–49.
- Kasumović, L., Hrašovec, B., & Jazbec, A. (2016). Učinkovitost suhih i mokrih naletno-barijernih Theysohn® feromonskih klopki u lovu smrekovih potkornjaka *Ips typographus* L. i *Pityogenes chalcographus* L. *Šumarski list*, 9–10, 477–484.
- Mujezinović, O., Zahirović, K., Pernek, M., Vesnić, A., Prljača, D., Ivojević, S., & Dautbašić, M. (2023). Influence of forest type and climate factors on the number of caught *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae) in pheromone traps in protected areas of Bosnia and Herzegovina. *South-east European Forestry*, 14(2), 171–182. <https://doi.org/10.15177/see-for.23-16>
- Osmanović, M., & Zahirović, K. (2022). Health status of forests in Zenica–Doboj Canton in the period 2018–2020. *Works of the Faculty of Forestry, University of Sarajevo*, 1(2021), 45–54.

Özcan, G. E. (2017). Assessment of *Ips sexdentatus* population considering captures in pheromone traps and their damages under non-epidemic conditions. *Šumarski list*, 1–2, 47–56.

Pernek, M. (2000). Feromonske klopke u integralnoj zaštiti smrekovih šuma od potkornjaka. *Rad Šumarskog instituta Jastrebarsko*, 35(2), 89–100.

Pernek, M. (2002). Analiza biološke učinkovitosti feromonskih pripravaka i tipova klopki namijenjenih lovu *Ips typographus* L. i *Pityogenes chalcographus* L. *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*, 37(1), 61–83.

Pernek, M., & Hrašovec, B. (2005). Istraživanje feromonskih pripravaka i klopki namijenjenih ulovu jelovih krivozubih potkornjaka. *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*, 40(1), 31–42.

Pernek, M., Matošević, D., & Hrašovec, B. (2006). Istraživanje feromona i klopki za prognozu jelovog potkornjaka *Pityokteines curvidens* Germar (Coleoptera: Scolytidae). *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*, Izvanredno izdanje 9, 213–222.

Pernek, M., & Lacković, N. (2011). Uloga jelovih krivozubih potkornjaka u sušenju jele i mogućnosti primjene feromonskih klopki za njihov monitoring. *Šumarski list*, Posebni broj, 114–121.

Tomiczek, C., Diminić, D., Cech, T., Hrašovec, B., Krehan, H., Pernek, M., & Perny, B. (2007). Bolesti i štetnici urba-

nog drveća. Šumarski institut Jastrebarsko; Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Wermelinger, B. (2004). Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – A review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 202(1–3), 67–82. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.07.018>

Zahradník, P., & Zahradníková, M. (2020). The relationships between *Pityogenes chalcographus* and *Nematosoma elongatum* in clear-cuts with different types of management. *Plant Protection Science*, 56(1).

Zahirović, K., Dautbašić, M., & Mujezinović, O. (2014). Sušenje sastojina smrče uslijed djelovanja potkornjaka u centralnoj Bosni. *Naše šume*, 36–37, 4–14.

Zahirović, K., Dautbašić, M., & Mujezinović, O. (2016). Analiza učinkovitosti feromonskih pripravaka i klopki na području gospodarske jedinice “Gornja Stavnja” u 2015. godini. *Naše šume*, 42–43, 5–14.

Zahirović, K. (2017). Uzročnici truleži drveta smrče (*Picea abies* (L.) Karst.) na planini Zvijezda (Doktorska disertacija). Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu.

Zúbrik, M., Kunca, A., & Csóka, G. (2013). Insects and diseases damaging trees of Europe: A colour atlas. N.A.P. Éditions.

SUMMARY

The research analyzed the effectiveness of dry and wet pheromone traps and pheromone attractants from the producer Ipsolab in Bosnia and Herzegovina. During 2023, pheromone traps with pheromone attractants were deployed in the field, and the population of spruce, fir, and pine bark beetles was monitored. The sample consisted of 98 dry and 97 wet pheromone traps. The average number of *Ips typographus* L. individuals caught in dry pheromone traps was 1,133.80 individuals, and in wet pheromone traps 1,009.82 individuals. As for the average number of *Pityogenes chalcographus* L. individuals caught in dry pheromone traps, it was 3,419.15 individuals, and in wet pheromone traps 4,017.88 individuals. The average number of individuals of *Ips sexdentatus* (Boerner) caught in dry impingement barrier traps was 54.79 individuals, and in wet impingement barrier traps 91.33 individuals. For the bark beetle *Pityokteines curvidens* (Germar), the average number of caught individuals in dry impingement barrier traps was 42.00 individuals, and in wet impingement barrier traps 82.22 individuals.

Received: October, 13, 2025; **Accepted:** November, 1, 2025; **Published:** December, 31, 2025

Funding: This research received no external funding.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).