

# Raznolikost i ishrana lažipauka (Opiliones) u višegodišnjim mediteranskim agroekosustavima

---

Šašić, Paula

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:915855>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-26**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Paula Šašić

**Raznolikost i ishrana lažipauka (Opiliones)  
u višegodišnjim mediteranskim  
agroekosustavima**

Diplomski rad

Zagreb, 2023.

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Biology

Paula Šašić

**Diversity and diet of harvestmen  
(Opiliones) in perennial Mediterranean  
agroecosystems**

Master thesis

Zagreb, 2023.

Ovaj rad je izrađen na Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, pod mentorstvom prof. dr. sc. Mladena Kučinića, u sklopu uspostavnog istraživačkog projekta Hrvatske zaklade za znanost „Neonikotinoidi i bakar u mediteranskoj poljoprivredi – učinci na neciljanu faunu beskralješnjaka kroz trofičke interakcije“ – MEDITERATRI (HRZZ UIP 2017-05-1046) voditeljice dr. sc. Lucije Šerić Jelaske. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra ekologije i zaštite prirode (univ. mag. oecol. et prot. nat.).

## ZAHVALE

Zahvaljujem mentoru prof. dr. sc. Mladenu Kučiniću, a posebno mentorici dr. sc. Luciji Šerić Jelaski na vremenu, strpljenju i trudu te svim savjetima koji su omogućili izradu ovog rada. Veliko hvala na danoj prilici i povjerenju.

Zahvaljujem dr. sc. Barbari Anđelić i dr. sc. Lari Ivanković Tatalović na pomoći i puno strpljenja tijekom laboratorijskog rada.

Zahvaljujem prof. dr. sc. Toni Novaku na pomoći s determinacijom i srdačnim odgovorima na sva pitanja.

Zahvaljujem prijateljima na stvaranju nebrojeno mnogo divnih uspomena, u nadi da će ih biti još toliko.

Zahvaljujem roditeljima na podršci i poticanju mojih želja te potpori u ostvarivanju svih dobrih i loših ideja.

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Diplomski rad

## Raznolikost i ishrana lažipauka (Opiliones) u višegodišnjim mediteranskim agroekosustavima

Paula Šašić

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Unatoč brojnosti i širokoj rasprostranjenosti, lažipauci su još uvijek vrlo slabo poznata skupina, a kao jedno od nedovoljno istraženih područja ističu se i njihovi trofički odnosi. Primarno su predatori nad manjim beskralješnjacima, ali oportunistički se hrane i strvinama te biljnim materijalom, zbog čega na više načina mogu utjecati na ekosustave čiji su dio. Cilj ovog rada bio je utvrditi faunu i ekološke značajke lažipauka u mediteranskim poljoprivrednim ekosustavima. Provedeno je morfološko određivanje jedinki uzorkovanih u vinogradima i maslinicima Zadarske županije te utvrđivanje sastava i brojnosti vrsta i analiza probavila dijela uzorkovanih jedinki DNA metabarkodiranjem. Dobiveni podaci uspoređeni su s podacima o raznolikosti ostalih skupina beskralješnjaka prikupljenih tijekom terenskog istraživanja u sklopu istog projekta. Morfološki su određene četiri vrste lažipauka. Najbrojnija je bila vrsta *Phalangium opilio* Linnaeus, 1758, a zabilježena je i jedna endemska vrsta zapadne jugoistočne Europe, *Astrobunus dinaricus* Roewer, 1915. Metabarkodiranjem probavila lažipauka 10 je sekvenci beskralješnjaka utvrđeno do vrste, a dvije do porodice, od kojih su tri vrste bile potencijalni poljoprivredni nametnici. Dobiven je uvid u samo mali, ali obećavajući dio raznolikosti i uloge lažipauka u vinogradima i maslinicima te su potrebna daljnja istraživanja kako bi se razjasnio njihov značaj u ovim ekosustavima.

Ključne riječi: DNA-metabarkodiranje, bioraznolikost, maslinici, vinogradi, biološko suzbijanje, trofičke analize

(72 stranice, 16 slika, 10 tablica, 169 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Mentor: prof. dr. sc. Mladen Kučinić

Ocjenitelji:

prof. dr. sc. Mladen Kučinić

izv. prof. dr. sc. Sandra Hudina

prof. dr. sc. Ivana Maguire

Rad prihvaćen: 12.10.2023.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Biology

Master thesis

# Diversity and diet of harvestmen (Opiliones) in perennial Mediterranean agroecosystems

Paula Šašić

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Despite their abundance and worldwide distribution, Opiliones are still a very poorly known order, and their trophic relationships are under-researched as well. They are primarily predators of smaller invertebrates, but also opportunistically feed on carrion and plant matter, which is why they affect the ecosystems they are a part of in multiple ways. This work aimed to determine the fauna and ecological characteristics of Opiliones in Mediterranean agricultural ecosystems. Morphological determination of the individuals sampled in the vineyards and olive groves of Zadar County was carried out, as well as analysis of the composition and abundance of species and DNA metabarcoding of gut contents of selected individuals. The obtained data was compared with data on the diversity of other groups of invertebrates collected during field research as part of the same project. Four species of harvestmen were morphologically identified. The most numerous was *Phalangium opilio* Linnaeus, 1758, and there was one endemic species of the Western Southeast Europe, *Astrobus dinaricus* Roewer, 1915. DNA metabarcoding revealed ten species and two families of invertebrates, of which three species were potential agricultural pests. This research gives an insight into a small but promising part of the diversity and role of harvestmen in vineyards and olive groves, and further research is needed to clarify their significance in these ecosystems.

Keywords: DNA-metabarcoding, biodiversity, olive groves, vineyards, biological control, trophic analyses

(72 pages, 16 figures, 10 tables, 169 references, original in: Croatian)

Thesis is deposited in Central Biological Library.

Mentor: prof. dr. sc. Mladen Kučinić

Reviewers:

Prof. Mladen Kučinić, PhD

Assoc. Prof. Sandra Hudina, PhD

Prof. Ivana Maguire, PhD

Thesis accepted: 12.10.2023

## Sadržaj

1. Uvod .....	1
1.1. Lažipauci – o skupini .....	1
1.1.1. Ekologija lažipauka.....	1
1.1.2. Morfologija lažipauka .....	2
1.1.3. Stanište lažipauka.....	6
1.2. Istraživanja faune lažipauka u Hrvatskoj.....	6
1.3. Prehrana i značaj lažipauka u poljoprivrednim ekosustavima.....	7
1.3.1. Biološko suzbijanje poljoprivrednih nametnika .....	8
1.4. Mediteranski agroekosustavi .....	9
1.5. Analize molekularne biologije u istraživanju trofičkih odnosa.....	10
1.5.1. DNA metabarkodiranje u analizi ishrane.....	10
1.6. Dosadašnja istraživanja .....	11
2. Cilj istraživanja .....	13
3. Materijali i metode .....	14
3.1. Područja istraživanja.....	14
3.2. Sakupljeni uzorci .....	16
3.3. Morfološko određivanje vrsta lažipauka .....	17
3.4. DNA metabarkodiranje.....	17
3.4.1. Izolacija DNA iz probavila .....	17
3.4.2. Umnažanje i sekvenciranje DNA.....	18
3.4.3. Bioinformatička obrada dobivenih sekvenci.....	22
3.5. Analiza podataka .....	22
4. Rezultati .....	24
4.1. Fauna lažipauka istraživanih ploha.....	24
4.1.1. Zabilježene vrste .....	24
4.1.2. Raznolikost .....	24



4.2. DNA metabarkodiranje probavila .....	28
4.2.1. Rezultati sekvenciranja i analiza prehrane lažipauka .....	28
4.2.2. Usporedba s prijašnjim rezultatima.....	35
5. Rasprava .....	37
5.1. Raznolikost lažipauka u istraživanim mediteranskim agroekosustavima .....	37
5.1.1. Opisi pronađenih vrsta lažipauka.....	37
5.1.2. Raznolikost lažipauka sakupljenih lovnim zamkama .....	45
5.1.3. Lažipauci korišteni za metabarkodiranje probavila .....	47
5.2. Prehrana analiziranih lažipauka .....	48
5.2.1. Uspješnost početnica i sekvenciranja.....	48
5.2.2. Svojte detektirane u probavilu .....	48
5.2.3. Raznolikost prehrane.....	51
5.2.4. Značaj prehrane lažipauka za poljoprivredne ekosustave.....	52
6. Zaključak .....	53
7. Literatura .....	55
8. Životopis.....	
9. Prilozi .....	I

## KRATICE

ANOVA – analiza varijance

BLAST - (engl. *Basic Local Alignment Search Tool*) program za usporedbu sekvenca i pronalazak lokalnih sličnosti između njih

DNA – deoksiribonukleinska kiselina

EPM – ekološka zaštita bilja

F – (engl. *F-ratio*) F-omjer, odnosno omjer varijance između skupina i varijance unutar skupina

H – Shannonov indeks raznolikosti

IPM – integrirana zaštita bilja

K – kontrolna ploha

ME – maslinik s ekološkom zaštitom bilja

MI – maslinik s integriranom zaštitom bilja

MIDs – (engl. *molecular identifiers*) molekularne oznake jedinstvene za svaki uzorak u DNA metabarkodiranju

NCBI – (engl. National Center for Biotechnology Information) Nacionalni centar za biotehnoške informacije

OTU – (engl. *operational taxonomic unit*) operativna taksonomska jedinica

PCR – (engl. polymerase chain reaction) lančana reakcija polimerazom

UPGMA – (engl. *unweighted pair group method with arithmetic mean*) algoritam za jednostavno aglomerativno hijerarhijsko grupiranje

VE – vinograd s ekološkom zaštitom bilja

VI – vinograd s integriranom zaštitom bilja

## 1. Uvod

### 1.1. Lažipauci – o skupini

Lažipauci (Opiliones), s preko 6600 do sad opisanih vrsta, čine treći najveći red unutar razreda Arachnida, a procjenjuje se da ih postoji oko 10000 (Pinto-da-Rocha i sur. 2007; Kury i sur. 2021). Međutim, zbog manjeg broja znanstvenih istraživanja ove skupine i literature, pogotovo ključeva za utvrđivanje vrsta, lažipauci su još uvijek vrlo slabo poznati (Wijnhoven 2009; Shultz 2018).

Ova je skupina evolucijski stara i uglavnom nepromijenjena – najstariji fosili datiraju iz ranog devona, prije oko 400 milijuna godina te su uglavnom usporedivi s današnjim vrstama (Pinto-da-Rocha i sur. 2007; Giribet i Sharma 2015). Međutim, zbog nedostatka starijih fosila, filogenetski odnosi s drugim paučnjacima većinom su nepoznati i često su tema rasprava među stručnjacima (Giribet i Sharma 2015). Zadnja istraživanja ukazuju na sestrinsku vezu s redom Scorpiones, dok su prije toga grupirani s redovima Scorpiones, Pseudoscorpiones i Solifugae (Wijnhoven 2009; Giribet i Sharma 2015).

Red Opiliones trenutno se sastoji od 45 porodica koje čine četiri podreda: Cyphophthalmi, Eupnoi, Dyspnoi i Laniatores (Pinto-da-Rocha i sur. 2007). Međutim, taksonomska istraživanja se i dalje provode te ova klasifikacija vjerojatno neće ostati ista (Wijnhoven 2009). Kozmopolitski su rasprostranjeni, a u zadnja dva desetljeća zabilježeno je i pomicanje areala nekih vrsta prema sjeveru, uzrokovano klimatskim promjenama (Wijnhoven 2009).

#### 1.1.1. Ekologija lažipauka

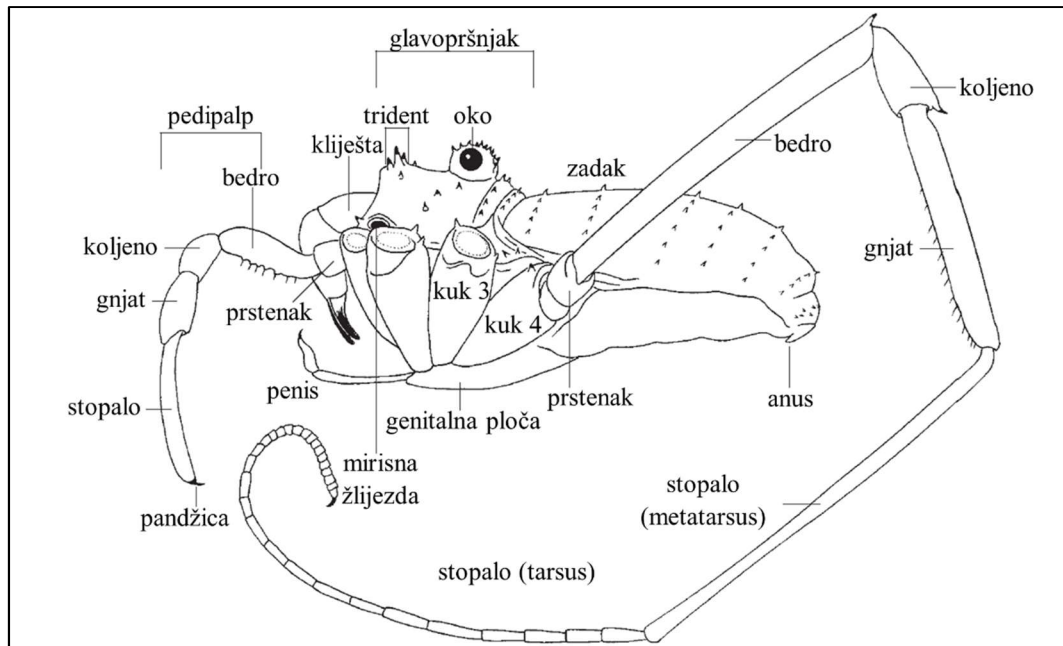
Većina lažipauka ima jednu generaciju godišnje, a razmnožavaju se stenokrono, odnosno tijekom određenog razdoblja u godini. Odrasle jedinke jajašca polažu tijekom jeseni i početkom zime te se mladi izliježu u proljeće. Ženke polažu jajašca u nakupinama ispod kore stabala, u tlo, mahovine ili mrtvo drvo, nakon čega ugibaju i populacije se smanjuju. Razdoblje razvoja jajašaca relativno je dugo, dok je juvenilni period kratak, a mlade jedinke prolaze sedam do osam presvlačenja. Ovisno o vrsti, zrelost dostižu od lipnja nadalje. Podnose blagi mraz, ali pri temperaturama od -5 °C i niže većina jedinki ugiba. Jedinke manjeg broja vrsta mogu preživjeti blage zime te ih se onda nalazi i krajem veljače. S druge strane, odrasle jedinke skupina Trogulidae i Nemastomatidae mogu se naći tijekom cijele godine. Imaju jednu

generaciju godišnje, ali razmnožavaju se eurikrono, odnosno nisu ograničeni na određeno vremensko razdoblje. Životni je vijek vrsta ovih porodica oko dvije godine, zbog čega se prošlogodišnje i nove generacije mogu pronaći u isto vrijeme (Wijnhoven 2009).

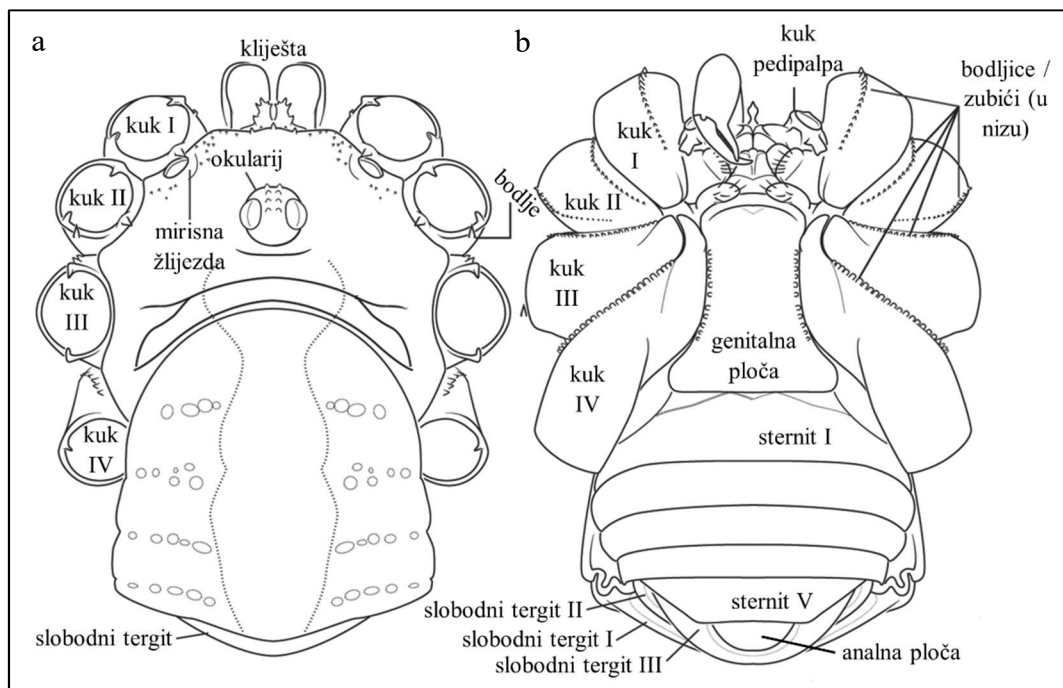
Većinom su aktivni noću, a dan provode na prikladnom skrovitom mjestu kako ih predatori ne bi primijetili. Često u istom položaju miruju cijeli dan, a puno vrsta ima i razvijenu mimikriju, kao na primjer jedinke iz skupina Trogulidae i Sclerosomatinae koje izlučivanjem ljepljive tvari na tijelu zadržavaju čestice zemlje i prašine (Pinto-da-Rocha i sur. 2007; Wijnhoven 2009; Wolff i sur. 2014). Na vrhu glavopršnjaka imaju mirisne žlijezde koje kod većine vrsta služe za odbijanje drugih beskralješnjaka (Pinto-da-Rocha i sur. 2007; Wijnhoven 2009; Schaider i sur. 2018). Još je jedan mehanizam obrane od predatora autotomija. Noge se mogu odvojiti, a kako svaka ima oduške za disanje, mogu se trzati dugo nakon odvajanja. Otpale noge ne narastu ponovno, što uglavnom ne predstavlja problem za jedinke. Jedino im je u slučaju gubitka drugog para nogu, koje koriste kao osjetne organe, oslabljena sposobnost orijentacije (Pinto-da-Rocha i sur. 2007; Wijnhoven 2009).

#### 1.1.2. Morfologija lažipauka

Iako su raznolika skupina, sve vrste dijele sljedeće morfološke značajke: četiri para nogu, glavopršnjak (prosoma, cephalothorax) i zadak (opisthosoma, abdomen) spojene cijelom širinom, okularij (ocularium) na glavopršnjaku te unutarnje spolne organe. Morfološki ih se ponekad može zamijeniti s paucima, ali postoji nekoliko glavnih razlika. Lažipauci nemaju suženje između glavopršnjaka i zatka te predljlive i otrovne žlijezde, dok su kod pauka ove osobine prisutne. Također, pauci imaju šest do osam očiju, a lažipauci samo dva. Ponekad mogu ličiti na grinje (Acari), ali one nemaju okularij (izbočenje na glavopršnjaku na kojem se nalaze dva oka) kao lažipauci (Pinto-da-Rocha i sur. 2007; Wijnhoven 2009).



Slika 1. Građa lažipauka, gledano s bočne strane (preuzeto i prilagođeno prema: Wijnhoven 2009).



Slika 2. Građa lažipauka, gledano s leđne (a) i trbušne strane (b) (preuzeto i prilagođeno prema: Shultz 2018).

Na glavopršnjaku se nalaze svi udovi, klijesta, pedipalpi i noge te genitalije. Na leđnoj je strani smješten i okularij s dva oka, struktura koja se često koristi u utvrđivanju vrsta

(Wijnhoven 2009). Na svakoj strani glavopršnjaka, iznad prve noge, nalaze se žlijezde ovalnog oblika koje luče spojeve za obranu i intraspecijsku komunikaciju, a mogu sadržavati i spojeve s antibakterijskim djelovanjem (Slika 1 i Slika 2a) (Pinto-da-Rocha i sur. 2007; Wijnhoven 2009; Schaidler i sur. 2018).

Većina vrsta iz potporodica Phalangiinae i Oligolophinae imaju tri bodlje (trident) na središtu prednjeg ruba tijela, a kod nekih su vrsta one okružene i dodatnim izraslinama (Slika 1). Vrste se mogu prepoznati i odrediti pod povećanjem od deset puta, prema osobinama okularija te kutu i relativnoj duljini tridenta (Wijnhoven 2009; Cokendolpher i Holmberg 2018; Shultz 2018).

Kliješta su građena od dva segmenta, od kojih drugi ima jedan fiksni i jedan pokretni članak koji omogućuju da ih koriste kao štipaljke. Pedipalpi, osjetni organi nalik nogama, građeni su od sljedećih članaka: kuk (coxa), prstenak (trochanter), bedro (femur), koljeno (patella), gnjat (tibia) i stopalo (tarsus) koje je sastavljeno od više članaka (Pinto-da-Rocha i sur. 2007; Wijnhoven 2009) (Slika 1). Stopalo završava različito kod različitih skupina – kod porodice Sclerosomatidae zubatom ili češljastom, a kod Phalangiidae glatkom pandžicom. Različiti dijelovi pedipalpa mogu biti prekriveni izraslinama i bodljama, također korisnim za određivanje vrste. Međutim, kod većine su vrsta ove osobine u potpunosti razvijene samo kod mužjaka dok je određivanje ženki do vrste otežano (Wijnhoven 2009).

Osam nogu za hodanje građeno je od sljedećih dijelova: kuk (coxa), prstenak (trochanter), bedro (femur), koljeno (patella), gnjat (tibia) i stopalo (metatarsus i tarsus) (Slika 1). Duljina nogu značajno varira. Kod vrsta koje se uglavnom zadržavaju na tlu, ona iznosi do oko dva puta duljine tijela, a kod skupina u višim slojevima vegetacije mogu biti i do deset puta dulje od tijela. Drugi par nogu uvijek je najdulji i služi kao osjetilni organ (Pinto-da-Rocha i sur. 2007; Wijnhoven 2009).

Zadak je podijeljen na kolutiće, ali oni često nisu jasno razdvojeni. Izvorna podjela na deset kolutića kod većine je lažipauka raspoznatljiva jedino po poprečnim redovima malih bodlji uz rub leđnih pločica kolutića zatka (tergiti). Tekstura leđne strane je varijabilna, od glatke površine s bodljama, do granulirane površine pokrivena velikim izraslinama. Zadnji, deseti tergiti prekriva izmetni otvor (anus) i zove se analna ploča. Sterniti su trbušne pločice tjelesnih kolutića. Drugi sternit, između kukova, razvio se u genitalnu ploču, koja pokriva reproduktivne organe (Slika 2b). Može se koristiti za raspoznavanje određenih vrsta, a služi i u

razlikovanju juvenilnih jedinki od odraslih. Kod odraslih je lažipauka njegova prednja strana otvorena, dok je kod juvenilnih još uvijek spojena s okolnim tkivom. Ova je osobina teško vidljiva pod lupom pa je identifikacija nezrelih jedinki često nemoguća. Često je prisutna i razlika u izgledu tijela između odraslih i juvenilnih jedinki, koja dodatno otežava utvrđivanje vrste (Wijnhoven 2009).

Lažipauci se od ostalih paučnjaka razlikuju po tome što koriste kopulatorni organ mužjaka (penis) za direktni prijenos sperme u ženku. Penis kod mužjaka i leglica (ovipositor) kod ženke homologni su organi, odnosno imaju isto embriološko porijeklo. Za utvrđivanje vrsta bitna je struktura penisa, dok ovipositor nije dovoljno varijabilan. U gornjim dijelovima leglice nalazi se par sjemenih spremišta (receptacula seminis). Oblik i položaj ovih organa specifičan je za vrstu. Međutim, kako nisu sklerotinizirani, vrlo su osjetljivi i podložni deformacijama pri seciranju za potrebe određivanja vrste (Wijnhoven 2009).

Puno vrsta ima karakterističan uzorak na leđnoj strani, tzv. sedlo. Boja i kontrast variraju između, ali i unutar vrsta – sedlo može biti jasno vidljivo, sa sjajnom površinom, imati nepravilne granice ili biti gotovo nerazpoznatljivo. Kod većine je vrsta osnovni uzorak razpoznatljiv i može se koristiti pri njihovom određivanju (Pinto-da-Rocha i sur. 2007; Wijnhoven 2009).

Česta je varijacija u obojenju između dobnih stadija, ali i geografski odvojenih populacija. Neke su vrste, među kojima je i *Phalangium opilio* Linnaeus, 1758, vrlo varijabilne. Juvenilne jedinke obično su svjetlije i imaju izraženiji kontrast boja, a neke tek kasnije razvijaju karakteristični uzorak sedla. Boje su najizraženije nakon presvlačenja, dok s vremenom gube kontrast i postaju tamnije (Wijnhoven 2009).

Seksualni dimorfizam prisutan je kod mnogih vrsta iz porodica Phalangiidae i Sclerosomatidae. Mužjaci su uglavnom manji, „plosnatiji“ te imaju kraći, više pravokutni zadak i dulje noge. Pedipalpi i kliješta često su im prekriveni izraslinama i bodljama, koje imaju ulogu u udvaranju, natjecanjima između mužjaka i parenju. Posebno su česte bodlje na ventralnoj strani stopala pedipalpa koje omogućuju čvrsto primanje ženki tijekom parenja. Ženke su uglavnom veće i zaobljenije, a pedipalpi i kliješta jednostavnije su građeni (Willemart i sur. 2006; Wijnhoven 2009; Willemart i sur. 2009).

### 1.1.3. Stanište lažipauka

Osim po morfologiji, lažipauci se međusobno značajno razlikuju i po tipu staništa na kojima ih se može pronaći. Vrste s kratkim nogama uglavnom žive na i u zemlji, dok se vrste s dugim nogama pojavljuju na višoj vegetaciji, zidovima i stablima (Wijnhoven 2009).

Različitim su skupinama potrebni različiti uvjeti, pa tako Trogulidae, Nemastomatidae i Sclerosomatinae većinom nastanjuju vlažna staništa, u gornjim slojevima tla, u listincu te ispod mrtvih stabala i kamenja. Termofilne vrste su rjeđe, ali također široko rasprostranjene (Novak i sur. 2009; Wijnhoven 2009; Cokendolpher i Holmberg 2018; Shultz 2018).

Juvenilni su stadiji posebno osjetljivi na dehidraciju te se najviše zadržavaju u listincu. Tek su kao odrasli otporniji na sušu i mogu se pronaći u višim slojevima vegetacije, na zidovima, deblima i krošnjama. Iz ovog im razloga odgovaraju staništa s dobro razvijenom vertikalnom strukturom vegetacije te se na takvima pronalazi najveća raznolikost vrsta. Ruderalna i urbana staništa također mogu obilovati vrstama. Grmovi kupina, koprive, napuštena gradilišta i tvornice, parkovi, groblja i slične površine mogu biti stanište brojnim i raznolikim zajednicama lažipauka (Pinto-da-Rocha i sur. 2007; Wijnhoven 2009). Nastanjuju i podzemna staništa, gdje se mogu naći brojne endemske vrste (HBSD 2023; Ozimec 2002).

### 1.2. Istraživanja faune lažipauka u Hrvatskoj

Kao i za većinu zemalja, poznavanje lažipauka Hrvatske nepotpuno je. Sistematska istraživanja ove skupine vrlo su rijetka, a pogrešno određene vrste i nepotpuni podaci o nalazima česti. Prva su istraživanja faune lažipauka u Hrvatskoj provedena 1916. i 1930. godine, dok je prva vrsta iz ove skupine opisana u jugoistočnoj Europi 1937. godine (*Lola insularis* Kratochvil, 1937) ujedno i prva špiljska vrsta lažipauka opisana u Europi (Babić 1916; Hadži 1930; Ubick i Ozimec 2005). Većina ostalih nalaza je usputna, a nalazišta su koncentrirana u dinarskom i obalnom dijelu zemlje (Novak 2004). Postoji nekoliko ključeva za određivanje vrsta za ovu regiju, ali su nepotpuni i klasifikacija nekih skupina u međuvremenu se mijenjala (Hadži 1973a; Hadži 1973b; Mršić 1997).

Prema trenutnim podacima, fauna lažipauka Hrvatske jedna je od najraznolikijih u jugoistočnoj Europi. Do 2004. godine potvrđene su ukupno 64 vrste i jedna podvrsta lažipauka. Navodi se potencijalna prisutnost još desetak poznatih vrsta, a nije isključeno ni otkrivanje novih (Novak 2004). Tako je 2019. opisana nova špiljska vrsta, *Lola konavoka* Ubick &



Ozimec, 2019 (Ubick i Ozimec 2019), a 2022. *Siro ozimeci* Karaman sp. nov. (Karaman i sur. 2022).

Kao što je već spomenuto, veliki dio špiljske faune lažipauka čine endemske vrste. U ovu skupinu pripadaju novoopisana *Lola konavoka* Ubick & Ozimec, 2019, endemična za prostor Dinarida, stenoendemska vrsta Hrvatske *Lola insularis* Kratochvil, 1937 te vrsta *Travunia anophthalma* Absolon & Kratochvil, 1927 u okolici Dubrovnika (Novak 2004; Ozimec 2009a; Ozimec 2009b; Ubick i Ozimec 2019; HBSD 2023). Prema radu iz 2002. godine, čak je 13 od 23 špiljskih vrsta i podvrsta lažipauka u Hrvatskoj endemično (Ozimec 2002).

### 1.3. Prehrana i značaj lažipauka u poljoprivrednim ekosustavima

Lažipauci su uglavnom oportunistički predatori koji noću iz zasjede love različite vrste manjih beskralješnjaka poput jednakonožnih rakova, kukaca (različiti razvojni stadiji opnokrilaca, kornjaša, lisnih uši, žohara, muha, noćnih leptira i dr.), skokuna, stonoga, maločetinaša i drugih paučnjaka (Adams 1984; Halaj i Cady 2000; Pinto-da-Rocha i sur. 2007; Papura i sur. 2020; Hambäck i sur. 2021; Powell i sur. 2021). U dosadašnjim je istraživanjima ustanovljeno i hranjenje gujavicama, ali provedena laboratorijska istraživanja ukazuju na to da sami lažipauci ne mogu savladati odrasle gujovice, već se hrane samo strvinama i eventualno vrlo malim ili oslabljenim jedinkama (Bristowe 1949; Halaj i Cady 2000). Međutim, neke vrste uspješno love i hrane se plijenom koji je velik koliko i one same (Pinto-da-Rocha i sur. 2007; Powell i sur. 2021).

Zabilježen je i kanibalizam (Wijnhoven 2009; Powell i sur. 2021), a neke su vrste specijalizirane za hranjenje određenim skupinama, poput onih iz porodica Trogulidae i Ischyropsalididae koje se hrane puževima (Nyffeler i Symondson 2001). Kako su generalisti, često se hrane i strvinama te biljnim materijalom (Halaj i Cady 2000; Potapov i sur. 2022). Ovime pridonose raspadu organskih tvari i kruženju nutrijenata (Pearsons i Tooker 2021).

Nemaju otrovne žlijezde, već se uglavnom počinju hraniti dok je plijen još živ te ga komadaju kliještima (Pinto-da-Rocha i sur. 2007; Wijnhoven 2009; Potapov i sur. 2022).

Lažipauci čine značajan udio u zajednicama beskralješnjaka u šumama i na poljoprivrednim površinama (Adams 1984; Brust i sur. 1986; Happe i sur. 2019). Za ekosustave

su važni zbog svoje raznolike prehrane, ali i kao plijen u prehrani brojnih drugih predatora – ptica, rovki, žaba, a posebno pauka (Pinto-da-Rocha i sur. 2007; Pearsons i Tooker 2021).

Kao omnivori, mogu utjecati na svaki dio hranidbene mreže. Zato je određivanje njihovih trofičkih interakcija posebno vrijedno za razumijevanje odnosa u ekosustavima. Međutim, zbog širokog raspona vrsta kojima se hrane te sekundarnog i slučajnog unosa, određivanje sadržaja probavila lažipauka dodatno je komplicirano (Pompanon i sur. 2012; Tercei i sur. 2021).

Kako bi se točno procijenio doprinos neke vrste biološkom suzbijanju nametnika, potrebno je detaljno razumijevanje njihove ekologije, a posebno prehrane i utjecaja okolišnih promjena na populacije (Papura i sur. 2020). Mnogo vrsta prirodnih neprijatelja ne hrani se samo ciljnim nametnicima, već i ostalim predatorima (Hodge 1999; Hambäck i sur. 2021). Ovakva *intraguild* predacija, odnosno predacija unutar iste trofičke razine, može u konačnici negativno utjecati na biološko suzbijanje ako se predator više hrani drugim predatorima nego nametnicima (Hambäck i sur. 2021). Iako su kod lažipauka zabilježena oba načina prehrane, još uvijek se smatra da imaju potencijalno pozitivnu ulogu u suzbijanju poljoprivrednih nametnika (Dixon i McKinlay 1989; Drummond i sur. 1990; Schmaedick i Shelton 2000; Newton i Yeargan 2001; Boreau de Roince i sur. 2012; Cross i sur. 2015; Happe i sur. 2019; Papura i sur. 2020; Hambäck i sur. 2021).

### 1.3.1. Biološko suzbijanje poljoprivrednih nametnika

Stalni rast ljudske populacije zahtjeva i širenje poljoprivrednih površina, zbog čega se autohtoni ekosustavi ubrzano prenamijenjuju za ljudsku upotrebu te je uspostavljanje ravnoteže između poljoprivredne proizvodnje i očuvanja autohtonih vrsta i staništa sve veći problem i izazov današnjice. Dio je rješenja biološko suzbijanje, temelj za daljnji razvoj održivog suzbijanja nametnika (Muller i sur. 2017).

Biološko suzbijanje uključuje korištenje parazitoida, predatora, patogena, antagonista ili kompetitorskih populacija za suzbijanje populacija nametnika, čineći ih manje brojnim i zbog toga manje štetnim. Primjenjuje se u potiskivanju poljoprivrednih ili šumskih nametnika te za restauraciju prirodnih sustava pod utjecajem alohtonih nametnika (Van Driesche i Bellows 1996).

Danas se još uvijek većinski koriste kemijski pesticidi (Sharma i sur. 2019). Za razliku od biološkog, kemijsko suzbijanje nametnika ne zahtjeva predznanje o njihovom porijeklu i ekologiji, a supresija se postiže privremeno, ubijanjem što je više jedinki moguće opetovanim nanošenjem kemijskih proizvoda. Neki od problema korištenja pesticida uključuju neuspjelo suzbijanje nametnika i stvaranje novih, kontaminaciju okoliša te štetu za ljudsko zdravlje i druge vrste koje nisu cilj suzbijanja (Kogan 1998).

Pravilno implementirano biološko suzbijanje poljoprivrednih nametnika alternativno je rješenje za kemijsko suzbijanje i njegov negativan utjecaj na zdravlje neciljnih vrsta, kao i način smanjenja financijskih troškova ove metode (Hambäck i sur. 2021). Kako bi se ostvarila njegova učinkovitosti, potrebno je upravljati poljoprivrednim površinama s ciljem očuvanja raznolikosti i brojnosti prirodnih neprijatelja biljnih nametnika, za što je pak potrebno dobro razumijevanje ekologije i trofičkih odnosa ovih vrsta (Papura i sur. 2020; Hambäck i sur. 2021). Unatoč prednostima, ove su informacije još prilično oskudne, što je dodatno izraženo kod lažipauka kao općenito slabo istražene skupine (Halaj i Cady 2000; Pinto-da-Rocha i sur. 2007).

Poljoprivredne kulture vrlo često treba istovremeno zaštititi od više vrsta nametnika te primjena isključivo bioloških preparata i metoda suzbijanja nije dovoljna. Tada se teži integraciji potencijalno oprečnih metoda upravljanja. Iako integrirana zaštita bilja uključuje i korištenje pesticida, prednost se daje biološkom suzbijanju (Kogan 1998). Druga je opcija ekološka zaštita bilja. Ovaj oblik upravljanja djelomično se preklapa s integriranim, ali cilj mu je održavanje prirodne ravnoteže u agroekosustavu te prevencija razvoja nametnika na biljkama ili njihovo suzbijanje u samim začecima (Tshernyshev 1995).

#### 1.4. Mediteranski agroekosustavi

Uz ekonomsku vrijednost koju pruža stanovnicima, tradicionalna mediteranska poljoprivreda bitna je i kao dio ukupne bioraznolikosti ovog prostora. Sredozemlje je druga najveća i treća najbogatija vruća točka bioraznolikosti (engl. *biodiversity hotspot*) na svijetu, na što utječu i tradicionalne poljoprivredne metode i procesi (IUCN 2021; IUCN 2023).

Unatoč njihovom značaju, površine pod ovim kulturama obrađivane na tradicionalni način sve se više smanjuju, kako u svijetu, tako i u Hrvatskoj (Caraveli 2000; Omerzo i Brković 2022). Ovo se događa uglavnom zbog nedovoljne ekonomske dobiti na sve kompetitivnijem tržištu, zbog čega se poljoprivredna proizvodnja intenzivira, koristi se više pesticida i uzgaja se sve više monokultura. Dugoročno, ovaj način uzgoja rezultira smanjenjem bioraznolikosti,

zagađenjem okoliša pesticidima i umjetnim gnojivima te erozijom tla, što pak negativno utječe i na sam prihod (Caraveli 2000). Dodatna istraživanja su potrebna kako bi se steklo bolje poznavanje ekologije ovih staništa te stvorile mogućnosti za razvoj manje ekološki i ekonomski štetnih metoda upravljanja (Antonelli i sur. 2022).

### 1.5. Analize molekularne biologije u istraživanju trofičkih odnosa

Prikupljanje podataka o prehrani izravnim opažanjima ili morfološkim utvrđivanjem vrsta iz dijelova plijena unutar probavila dugotrajan je proces, a često nije ni dovoljno precizan. Između ostalog, probleme predstavlja detekcija samo većeg plijena te nemogućnost određivanja vrsta manjih i već raspadnuti organizama (Symondson 2002; Coissac i sur. 2012; Pompanon i sur. 2012; Tercel i sur. 2021). Razvoj tehnologije i analiza DNA iz sadržaja probavila postupno rješava ove probleme (Šerić Jelaska 2016; Garrick i sur. 2019; Lafage i sur. 2020; Hambäck i sur. 2021).

Molekularne analize sastava probavila pomiču razinu istraživanja s pojedinačnih jedinki i vrsta na cijele zajednice te omogućuju detekciju šireg raspona plijena. Na ovaj se način brže i efikasnije mogu odrediti trofički odnosi, što je posebno korisno u slučaju beskralješnjaka. Poznavanje trofičkih mreža doprinosi boljem razumijevanju položaja vrsta u ekosustavu, otkrivanju načina biološkog suzbijanja nametnika, puteva širenja polutanata i sl. (Šerić Jelaska i sur. 2014b).

#### 1.5.1. DNA metabarkodiranje u analizi ishrane

DNA metabarkodiranje uključuje identifikaciju više vrsta iz okolišnog ili drugog miješanog uzorka (engl. *eDNA*, *bulk DNA*) sekvenciranjem visoke protočnosti (engl. *high throughput sequencing* – HTS). Beskralješnjaci su trenutno najviše istražena skupina ovom metodom, ali postoji još puno mjesta za napredak (Compson i sur. 2020; Liu i sur. 2020). Daljnji razvoj tehnologije vjerojatno će metabarkodiranje učiniti standardnom metodom ekoloških istraživanja (Deiner i sur. 2017; Slatko i sur. 2018; Compson i sur. 2020; Liu i sur. 2020).

Ova metoda značajno unapređuje razumijevanje trofičkih interakcija u kompleksnim hranidbenim mrežama, a zbog njihove raznolike prehrane, DNA metabarkodiranje posebno je bitno za analizu probavila omnivora (Tercel i sur. 2021).

DNA metabarkodiranje oslanja se na mali dio genoma pronađen kod širokog raspona vrsta, najčešće lociran na mitohondrijskom genomu životinja i kloroplastnom genomu biljaka

(Coissac i sur. 2012). U ovom je istraživanju korišten mitohondrijski gen za citokrom c oksidazu podjedinicu I (*COI*), koristan DNA marker za entomološka istraživanja zbog relativno visokog stupnja mutacija koji osigurava mogućnost raspoznavanja životinjskih skupina, ali i nekoliko dovoljno konzerviranih regija koje osiguravaju odgovarajuća mjesta za vezanje početnica (Elbrecht i Leese 2017; Liu i sur. 2020). Ovaj je gen također bolje predstavljen u bazama sekvenci (GenBank, BOLD) nego drugi markeri (GenBank 1982; Ratnasingham i Hebert 2007; Liu i sur. 2020).

Unatoč brojnim prednostima, ova metoda još uvijek ima i nedostatke. Učinkovitost početnica vrlo je specifična za različite vrste te time sprječava izravnu procjenu njihove brojnosti i biomase (Elbrecht i Leese 2015; Verschut i sur. 2019; Compson i sur. 2020; Lafage i sur. 2020). Uz ovo, organizmi s većom biomasom često se umnože, dok se oni manji ili manje brojni „zagube“ (King i sur. 2008; Elbrecht i Leese 2015). Iz ovih se razloga za sad može bilježiti samo prisutnost, odnosno odsutnost vrsta (Elbrecht i Leese 2015; Lamb i sur. 2018). Također, baze podataka za barkodiranje još uvijek su nepotpune, s brojnim vrstama koje nisu barkodirane, što dodatno otežava određivanje svih prisutnih vrsta (Elbrecht i Leese 2015). Tu je i odabir odgovarajućih PCR početnica, odnosno početnica za lančanu reakciju polimerazom, koji ovisi o cilju istraživanja i skupinama od interesa. Konačno, kod karnivora i omnivora posebno je teško razlikovati primarni unos od sekundarnog jer se potencijalno može umnožiti i DNA iz probavila njihovog plijena (Verschut i sur. 2019; Tercel i sur. 2021). Razina detekcije sekundarnog unosa varira između skupina te je potrebno još istraživanja ovog utjecaja na rezultate (Sheppard i sur. 2005; Guenay i sur. 2021; Neidel i sur. 2023).

Trenutno još ne postoji rješenje za sve probleme DNA metabarkodiranja, zbog čega se rezultati ovakvih analiza trebaju tumačiti uzimajući u obzir navedene nedostatke i potencijalno se kombinirati s drugim metodama (Tercel i sur. 2021).

## 1.6. Dosadašnja istraživanja

Unatoč svojoj brojnosti i širokoj rasprostranjenosti, lažipauci su još uvijek prilično neistražena skupina te se vrlo malo zna o njihovoj ekologiji i biologiji, uključujući prehranu (Halaj i Cady 2000; Papura i sur. 2020; Hambäck i sur. 2021).

Trenutno je provedeno relativno malo istraživanja prehrane lažipauka i njihovog položaja u trofičkim mrežama korištenjem novijih metoda poput analize stabilnih izotopa, dijagnostičkog PCR-a i metabarkodiranja (Potapov i sur. 2022). Većina podataka nije

prikupljena ciljanim istraživanjima, već usputnim opažanjima te istraživanjima drugih skupina predatora i plijena (Bristowe 1949; Drummond i sur. 1990; Halaj i Cady 2000; Papura i sur. 2020). Tek su se zadnjih godina počela provoditi istraživanja prehrane lažipauka u ovisnosti o različitim stanišnim uvjetima, ali i ona su rijetka (Papura i sur. 2020; Hambäck i sur. 2021).

Kako bi se ovi paučnjaci smjestili u širi ekološki i poljoprivredni kontekst, potrebno je prikupiti dodatne kvantitativne informacije o njihovoj prehrani i razlikama između zajednica u prirodnim i poljoprivrednim sustavima (Halaj i Cady 2000).

## 2. Cilj istraživanja

Cilj ovog rada je utvrditi faunu i ekološke značajke lažipauka u mediteranskim poljoprivrednim ekosustavima, a njegovo ostvarivanje čine:

- morfološko određivanje jedinki lažipauka uzorkovanih u vinogradima i maslinicima Zadarske županije do razine vrste gdje je to moguće

- utvrđivanje sastava i brojnosti vrsta sakupljenih lažipauka te njihova usporedba po istraživanim plohama i periodima sakupljanja

- analiza probavila dijela uzorkovanih jedinki lažipauka DNA metabarkodiranjem

- uspoređivanje dobivenih podataka s podacima o raznolikosti ostalih skupina beskralješnjaka prikupljenih tijekom terenskog istraživanja u sklopu projekta MEDITERATRI (HRZZ UPI 2017-05-1046) i već postojećim literaturnim podacima.

### 3. Materijali i metode

#### 3.1. Područja istraživanja

Tijekom 2018. godine uzorkovana je fauna lažipauka na pet ploha unutar Zadarske županije. Četiri plohe bile su poljoprivredne površine s različitim kulturama i načinima upravljanja: vinograd s ekološkom zaštitom bilja (VE), vinograd s integriranom zaštitom bilja (VI), maslinik s ekološkom zaštitom bilja (ME) i maslinik s integriranom zaštitom bilja (MI). Kontrolna je ploha bila prekrivena makijom i garigom te prethodno nikad nije tretirana pesticidima.

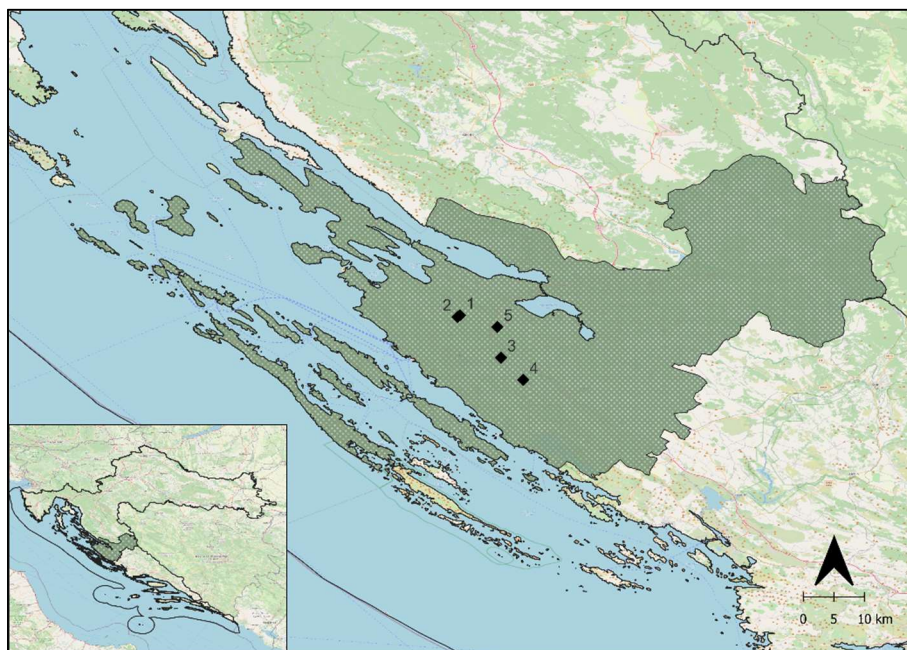
Kulture s integriranom zaštitom bilja tretirane su kemijskim pesticidima i mehaničkim metodama obrade tla, dok su kod onih s ekološkom zaštitom bili dozvoljeni samo mehanička obrada, biološki pesticidi i sredstva na osnovi bakrenih spojeva. Više informacija o antropogenim utjecajima na svakoj plohi nalazi se u Tablici 1.

Tablica 1. Poljoprivredne metode primijenjene na istraživanim plohama u 2018. godini i broj njihovih primjena. Puni nazivi ploha su: vinograd s integriranom zaštitom bilja (VI), vinograd s ekološkom zaštitom bilja (VE), maslinik s integriranom zaštitom bilja (MI) i maslinik s ekološkom zaštitom bilja (ME). Sintetički kemijski pesticidi uključuju organokloride i klorirane hidrokarbonate, organofosfate, piretroide, neonikotionide te rijanoide. Biološki pesticidi su *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki* i Spinosad, dok bakreni spojevi uključuju bakrov (I) oksid i bakrov oksiklorid (preuzeto i prilagođeno prema: Ivanković Tatalović i sur. 2020).

Poljoprivredne metode	Broj primjena u 2018. godini po plohama			
	VI	VE	MI	ME
Sredstva za zaštitu bilja				
Sintetički kemijski pesticidi	12	0	6	0
Biološki pesticidi	0	0	0	4
Bakreni spojevi	3	6	3	5
Mehanička obrada tla				
Malčiranje	2	0	5	4
Oranje i plitko tanjuranje	1	3	0	0



Na Slici 3 prikazan je položaj istraživanih ploha unutar Zadarske županije. Vinograd s ekološkom zaštitom bilja (VE) nalazi se u Nadinu i okružen je drugim vinogradima s ekološkim upravljanjem. Vinograd s integriranom zaštitom bilja (VI) u Baštici okružen je različitim poljoprivrednim kulturama, dok maslinik s ekološkom zaštitom bilja (ME) u Poličniku nije okružen poljoprivrednim površinama i površinom je najveći od istraživanih ploha. Konačno, maslinik s integriranom zaštitom bilja (MI) nalazi se u Škabrnji i okružen je različitim poljoprivrednim kulturama.



Slika 3. Karta s područjima istraživanja: 1) vinograd s ekološkom zaštitom bilja u Nadinu, 2) vinograd s integriranom zaštitom bilja u Baštici, 3) maslinik s ekološkom zaštitom bilja u Poličniku, 4) maslinik s integriranom zaštitom bilja u Škabrnji, 5) kontrolna ploha u Suhovarama.

Odabrani vinogradi i maslinici obrađuju se kao poljoprivredne površine već nekoliko desetljeća, osim maslinika s ekološkom zaštitom bilja, koji je zasađen 12 godina prije istraživanja. Dodatne informacije o površini i pokrovu ploha nalaze se u Tablici 2.

Tablica 2. Lokacija i površina istraživanih ploha te njihov pokrov. Puni nazivi ploha su: maslinik s ekološkom zaštitom bilja (ME), maslinik s integriranom zaštitom bilja (MI), vinograd s ekološkom zaštitom bilja (VE), vinograd s integriranom zaštitom bilja (VI) i kontrolna ploha (K) (preuzeto i prilagođeno prema: Šerić Jelaska i sur. 2022b).

Ploha	Mjesto	Vegetacija	Površina (ha)
ME	Poličnik	Kamenito tlo, malo biljnog pokrova, redovito košenje	24
MI	Škabrnja	Travnato tlo, okruženo šikarom, redovito košenje	0,85
VE	Nadin	Obrađivano tlo, korov	15
VI	Baštica	Obrađivano tlo, korov	6
K	Suhovare	Makija i garig s borovicom, borom i hrastom	/

### 3.2. Sakupljeni uzorci

Ukupno sam analizirala 856 jedinki lažipauka. 811 ih je prikupljeno korištenjem lovničkih zamki, a 45 ručno. Broj jedinki sakupljenih po plohama prikazan je u Tablici 3, dok je detaljna raspodjela jedinki sakupljenih za analizu probavila prikazana u Tablici P7.

Tablica 3. Broj jedinki lažipauka sakupljen pojedinom metodom na istraživanim ploham. K označava kontrolnu plohu, MI maslinik s integriranom zaštitom bilja, ME maslinik s ekološkom zaštitom bilja, VI vinograd s integriranom zaštitom bilja, a VE vinograd s ekološkom zaštitom bilja.

Ploha	Lovne zamke	Ručno
K	48	1
MI	211	1
ME	148	12
VI	85	9
VE	319	22

Uzorci su sakupljeni tijekom dva perioda u 2018. godini, od sredine svibnja do sredine srpnja i od početka listopada do sredine studenog. Točni datumi sakupljanja za svaku plohu navedeni su u Tablici P6.

Kao lovne zamke korištene su plastične posude promjera 8 cm i volumena 300 mL, ukopane u tlo s otvorom na njegovoj površini, ispod maslina ili vinove loze, s međusobnim razmakom od oko 10 m. Na svaku je plohu postavljeno najmanje 12 posudica. Udaljenost zamki od rubova ploha bila je barem 20 m, kako bi se izbjegao učinak ruba plohe na raznolikost faune i ujednačili uvjeti uzorkovanja. Zamke su bile napunjene otopinom soli kako bi se ulovljeni beskralješnjaci očuvali te prekrivene ravnim kamenjem kao krovicom. Zamke su pražnjene svaka dva tjedna, a lažipauci prikupljeni na ovaj način čuvani su u 80 %-tnom etanolu te su kasnije morfološki određeni do vrste gdje je to bilo moguće.

Ručno sakupljeni lažipauci pohranjeni su u 96 %-tnom etanolu u zasebnim mikroepruvetama, kako bi se izbjegla kontaminacija. Nakon transporta u laboratorij, držani su na -80 °C do daljnjeg korištenja za molekularne analize (Liu i sur. 2020).

### 3.3. Morfološko određivanje vrsta lažipauka

Sve sam uzorke odredila do najniže moguće taksonomske skupine korištenjem ključeva za određivanje vrsta (Hadži 1973b; Martens 1978; Wijnhoven 2009; Shultz 2018) i komunikacijom sa stručnjacima (mag. dr. Christian Komposch, dr. sc. Tone Novak).

### 3.4. DNA metabarkodiranje

#### 3.4.1. Izolacija DNA iz probavila

Za razliku od većine paučnjaka, lažipauci imaju uglavnom unutarnju probavu, u probavilu koje se većim dijelom nalazi u zatku. Kako su uzorkovane jedinke bile male, duljine tijela od nekoliko milimetara do oko jednog centimetra, za izolaciju DNA iz probavila odvajala sam cijeli zadak.

Lažipauke sam prvo izvagala te im morfološki odredila vrstu. Zadak sam zatim odvojila pincetama, koje sam sterilizirala natrijevim hipokloritom i isprala destiliranom vodom te ponovno očistila alkoholom i plamenom između svakog korištenja. Na kraju izolacije sav sam pribor oprala otopinom natrijeva hipoklorita, isprala destiliranom vodom i sterilizirala UV svjetlom. Na ovaj sam način pokušala spriječiti kontaminaciju između uzoraka.

Za izolaciju DNA koristila sam DNeasy Blood & Tissue Kit (Qiagen, Hilden, Njemačka). Uzorke sam podijelila u dvije grupe i u svaku uključila po jednu negativnu kontrolu, odnosno mikroeprevetetu bez tkiva koja je tretirana kao i svi ostali uzorci. Negativne sam

kontrole koristila za detekciju kontaminacije – u slučaju da sadrže DNA, tu bih grupu uzoraka izbacila iz daljnjih analiza. Ukupno je bilo 45 uzoraka zadaka i dvije negativne kontrole.

Izolirane zatke usitnila sam prethodno steriliziranim plastičnim štapićima u pojedinačnim mikroepruvetama s puferom i proteinazom K. Vorteksirala sam ih nekoliko puta, centrifugirala 30 sekundi na 8000 rpm te inkubirala u vodenoj kupelji na 56 °C preko noći. Cilj je ovog koraka da se tkivo što bolje razgradi, što omogućuje izolaciju DNA. Sljedeći sam dan DNA eluirala prema uputama proizvođača te sam dobivene DNA uzorke pohranila na -80 °C.

### 3.4.2. Umnažanje i sekvenciranje DNA

Analizu ishrane putem DNA metabarkodiranja provela sam prema protoklu Šerić Jelaska (2019) koji je razvijen na trčcima kroz projekt „Jedinstvo uz pomoć znanja“ (UKF br. 10/19) i MEDITERATRI projekt (HRZZ UIP 1046-05-2017).

Nakon optimizacije i isprobavanja početnica LCO1490-HCO2198 (Folmer i sur. 1994) i LCO1490-chelicerate reverse 2 (Barrett i Hebert 2005) te BF3-BR2 (Elbrecht i Leese 2019) koje umnažaju *COI* gen (mitohondrijski gen za citokrom c oksidazu podjedinicu I), odabrala sam par BF3-BR2 (Tablica 4) zbog najboljih rezultata pri umnažanju faune beskralješnjaka kao potencijalnog plijena. Ove početnice umnažaju široki raspon beskralješnjaka te se preporučuje njihovo korištenje za metabarkodiranje kopnenih vrsta. Ciljna je regija dugačka 418 pb, a amplikoni 458 pb (Elbrecht i sur. 2019).

Tablica 4. Početnice korištene za umnažanje DNA iz probavila lažipauka. Sekvence su navedene u 5'-3' smjeru. F označava 5'-3' smjer (engl. *forward*), a R 3'-5' smjer početnice (engl. *reverse*). H, Y, R, D i N su IUPAC simboli za degenerirane nukleotide, odnosno mjesta u sekvenci gdje je moguće postojanje više različitih baza. H predstavlja adenin, citozin ili timin, Y citozin ili timin, R adenin ili gvanin, D adenin, gvanin ili timin, a N adenin, citozin, gvanin ili timin.

Početnica	Smjer	Sekvenca	Izvor
BF3	F	CCHGAYATRGCHTTYCCHCG	Elbrecht i Leese 2019
BR2	R	TCDGGRTGNCCRAARAAYCA	Elbrecht i Leese 2017

Početnice su bile označene kratkim sekvencama od 8 pb (engl. *MIDs*, odnosno *molecular identifiers*) te sam ih kombinirala tako da čine jedinstvene oznake za svaki uzorak

(Tablica 5). Cilj označavanja jest priprema knjižnice za sekvenciranje nove generacije (engl. *library preparation*). Uključivanjem oznaka s obje strane, duljina amplikona iznosila je 474 pb.

Tablica 5. Sekvence korištenih početnica s molekularnim oznakama (*MIDs*). Oznake su podebljane, a sekvence navedene u 5'-3' smjeru.

Početnica s oznakom	Sekvenca
BF3F1	<b>TAGCCACTCCHGAYATRGCHTTYCCHCG</b>
BF3F2	<b>GAGGACTACCHGAYATRGCHTTYCCHCG</b>
BF3F3	<b>AGAAGAGGCCHGAYATRGCHTTYCCHCG</b>
BF3F4	<b>CGATGAGTCCHGAYATRGCHTTYCCHCG</b>
BF3F5	<b>GTGTAGTCCCHGAYATRGCHTTYCCHCG</b>
BR2R1	<b>TCATAGCGTCDGGRTGNCCRAARAAYCA</b>
BR2R2	<b>TGAGGACATCDGGRTGNCCRAARAAYCA</b>
BR2R3	<b>AACAGGAGTCDGGRTGNCCRAARAAYCA</b>
BR2R4	<b>GAGTAACCTCDGGRTGNCCRAARAAYCA</b>
BR2R5	<b>CAGCTCATTCDDGGRTGNCCRAARAAYCA</b>
BR2R6	<b>TGCTCCAATCDGGRTGNCCRAARAAYCA</b>
BR2R13	<b>CGATACTACTCDGGRTGNCCRAARAAYCA</b>
BR2R8	<b>GTGCTCAATCDGGRTGNCCRAARAAYCA</b>
BR2R9	<b>ACAAGACCTCDGGRTGNCCRAARAAYCA</b>
BR2R10	<b>CAGGAACATCDGGRTGNCCRAARAAYCA</b>
BR2R11	<b>GTGATCTCTCDGGRTGNCCRAARAAYCA</b>
BR2R12	<b>ACTTGGCTTCDGGRTGNCCRAARAAYCA</b>

Za umnažanje dijela DNA lančanom reakcijom polimerazom (engl. *polymerase chain reaction* – PCR) koristila sam Qiagen PCR Multiplex Kit (Qiagen, Hilden, Njemačka). U svaku sam mikroeprevetu pipetirala po 15  $\mu$ L QIAGEN Multiplex PCR Master Mix otopine (sastavljene od 12,5  $\mu$ L HotStarTaq DNA polimeraze i 2,5  $\mu$ L sterilne vode), 2,5  $\mu$ L svake početnice koncentracije 0,2  $\mu$ M te 5  $\mu$ L DNA uzorka. Ukupno sam dodala 13 negativnih i dvije pozitivne kontrole. Negativne kontrole nisu sadržavale DNA te sam ih koristila za detekciju potencijalne kontaminacije. Pozitivne kontrole sadržavale su poznate uzorke DNA vrsta koje nisu prisutne u istraživanom ekosustavu (engl. *mock communities*), kako bih mogla provjeriti točnost amplifikacije i kasnijeg sekvenciranja (Drake i sur. 2021b).

Uvjeti lančane reakcije polimerazom bili su:

- početna denaturacija 15 minuta na 95 °C
- 35 ciklusa denaturacije 30 sekundi na 94 °C, spajanja početnica s kalupom 90 sekundi na 47 °C i sinteze komplementarnih lanaca 90 sekundi na 72 °C
- konačna sinteza komplementarnih lanaca 10 minuta na 72 °C.

Umnožene uzorke vizualizirala sam na 2 %-tnom agarozom gelu. Uzorke sam rasporedila u dva gela. U prvu sam jažicu u svakom gelu stavila 2 µL 50 %-tnog markera (engl. *ladder*), a u sve sljedeće po 2 µL uzorka. Elektroforeza je bila uključena 15 minuta na 120 V, nakon čega sam gel fotografirala pod UV svjetlom. Procijenila sam koncentracije DNA u uzorcima na temelju kojih sam ih dalje grupirala (engl. *pooling*).

Zbog kontaminacije sam izbacila četiri uzorka (MT3001, MT3010, MT3029 i MT3038), a ostalih 41 grupirala sam u dvije skupine (engl. *pools*) (Tablica 6). Prva skupina sastojala se od 28 uzoraka i sedam negativnih kontrola, a druga od 15 uzoraka i pet negativnih kontrola. Volumen pojedinog dodanog uzorka izračunala sam prema omjeru njegove koncentracije i najveće koncentracije DNA među uzorcima. Cilj je ovog koraka izjednačiti množinske koncentracije grupiranih uzoraka. Zbog niskih koncentracija, volumene u prvoj grupi dodatno sam povećala 1,5 puta, a u drugoj 3,5 puta. Volumen dodvanih negativnih kontrola odredila sam dijeljenjem ukupnog volumena uzoraka s njihovim brojem (41). Pozitivne sam kontrole tretirala kao ostale uzorke.

Tablica 6. Popis grupiranih uzoraka.

Grupa 1				Grupa 2	
NK	PK	NK	MT3025	NK	MT3037
MT3000	MT3009	MT3017	MT3026	MT3030	MT3039
MT3002	NK	MT3018	NK	PK	NK
MT3003	MT3011	MT3019	MT3027	NK	NK
MT3004	MT3012	MT3020	MT3028	MT3031	MT3040
MT3005	MT3013	MT3021		MT3032	MT3041
MT3006	MT3014	MT3022		MT3033	MT3042
MT3007	MT3015	MT3023		MT3034	MT3043
NK	NK	NK		MT3035	MT3044
MT3008	MT3016	MT3024		MT3036	NK

Dobivene grupe pročistila sam SPRIselect kuglicama (Beckman Coulter, Brea, SAD), prema uputama proizvođača za *left-side size selection*. Volumen dodanih SPRIselect kuglica dobila sam množenjem ukupnog volumena u mikroepruveti s 0,65. Nakon prvog odvajanja supernatanta, u svaku sam mikroepruvetu dodala 180  $\mu$ L 85 %-tnog etanola te ponovno odvojila supernatant. Uzorke sam isprala sterilnom vodom ( $\geq 20 \mu$ L, ovisno o ukupnom volumenu) te sam eluate odvojila u nove mikroepruvete.

Koncentracije obje grupe izmjerila sam pomoću Qubit Fluorometra (ThermoFisher Scientific, Waltham, SAD) i Qubit dsDNA High-sensitivity Assay kita (ThermoFisher Scientific, Waltham, SAD), korištenih prema uputama proizvođača. Na temelju izmjerenih koncentracija, grupe sam spojila u jednu (engl. *super pool*). Koncentracije sam stavila u omjer te sam suprotne omjere volumena svake grupe (s ciljem izjednačavanja njihovih množinskih koncentracija) dodala u novu mikroepruvetu, kako bih dobila 20  $\mu$ L konačnog uzorka. Još sam jednom izmjerila koncentraciju grupiranog uzorka te je on poslan u Novogene Europe (Cambridge, Ujedinjeno Kraljevstvo) na sekvenciranje Illumina Novaseq uređajem visoke protočnosti, korištenjem adaptera Illumina Nextera. Sekvencirani su ampliconi u oba smjera, svaki duljine 250 pb. Bitno je da su ampliconi kratki, kako bi se uspjela amplificirati DNA degradirana u probavilu, ali ne i prekratki, kako bi dobivene sekvence bile karakteristične za vrste (King i sur. 2008).

### 3.4.3. Bioinformatička obrada dobivenih sekvenci

Očitavanja (engl. *reads*) dobivena sekvenciranjem dalje sam obradila računalno, korištenjem protokola Drake i sur. (2021a) koji je prilagođen za rad na računalnom klasteru Isabella (Sveučilišni računski centar Sveučilišta u Zagrebu, SRCE) za potrebe projekta MEDITERATRI (HRZZ UIP 1046-05-2017).

Provjerila sam jesu li oznake (*MIDs*) pravilno spojene sa sekvencama, nakon čega sam fastp algoritmom (Chen i sur. 2018) provjerila kvalitetu sekvenci. Ovim sam algoritmom sekvence također skratila, sravnala (engl. *align*) očitavanja u oba smjera (*forward* i *reverse*) te ih konačno spojila (engl. *merge*). U sljedećem sam koraku koristila program Mothur v. 1.39.5 (Schloss i sur. 2009) za spajanje sekvenci s uzorcima kojima pripadaju na temelju MID oznaka. Kroz Perl skriptu prilagodila sam format dobivenih dokumenata za daljnju obradu. U programu Usearch 11.0.667, korištenjem Unoise3 algoritma (Edgar 2010) uklonila sam identične kopije sekvenci, preostala očitavanja složila po veličini te ih na kraju grupirala u operativne taksonomske jedinice (engl. *operational taxonomic units* – OTUs). Korištenjem programa NCBI BLAST+ v.2.10.0 (Camacho i sur. 2009) taksonomski sam odredila sekvence sa sličnosti 97 % i više (Alberdi i sur. 2018). Sekvence sam dalje obradila u programu RStudio v. 2023.06.0 (R Core Team 2022), korištenjem paketa dplyr, taxonomizr i stringr. Zadržala sam samo operativne taksonomske jedinice s najvećom BIT vrijednosti, odnosno najvećim podudaranjem sa sekvencama u GenBank bazi podataka te sam uklonila sve rezultate s manje od 10 očitavanja (Benson i sur. 2012). BIT vrijednost veličina je baze podatka sekvenci potrebna da se u njoj slučajno pronađe tražena sekvenca (Scholz 2023). Na kraju sam napravila korekciju kontaminacije, odnosno od svih preostalih brojeva očitavanja oduzela sam najveći broj očitavanja u negativnim kontrolama za odgovarajuću operativnu taksonomsku jedinicu.

### 3.5. Analiza podataka

Kako su se vremenski razmaci između uzorkovanja razlikovali, kao i broj pozitivnih zamki po plohi i uzorkovanju, podatke o brojnosti vrsta normalizirala sam prema formuli:  $\frac{N(\text{uzorkovane jedinice})}{\text{zamke} \times \text{dani}}$ , gdje je N broj jedinki lažipauka sakupljenih tijekom određenog uzorkovanja, *zamke* broj zamki postavljenih na plohi, a *dani* broj dana koji su zamke bile aktivne (Šerić Jelaska i sur. 2022b).



Statističke analize podataka o raznolikosti lažipauka na plohama te podataka o njihovoj prehrani napravila sam u programima RStudio v. 2023.06.0 (R Core Team 2022) i PAST 4.04 (Hammer i sur. 2001).

Analizom varijance, odnosno ANOVA testom (aov naredba iz R stats paketa) ispitala sam ovisnost brojnosti vrsta o sezoni uzorkovanja (proljeće i jesen), poljoprivrednoj kulturi (maslinik i vinograd) i načinu zaštite bilja (ekološka i integrirana) te o njihovim međusobnim utjecajima. Za značajne odnose ( $p$  vrijednost  $\leq 0,05$ ), provela sam Tukey HSD (engl. *honestly significant difference*) test (TukeyHSD naredba iz R stats paketa).

U programu PAST 4.04 (Hammer i sur. 2001) izračunala sam indekse raznolikosti za vrste lažipauka i ostale beskralješnjake sakupljene na istraživanim plohama. Indekse sam usporedila te grafovima vizualizirala sličnost ploha po brojnosti i raznolikosti vrsta lažipauka (hijerarhijskim klasteriranjem korištenjem UPGMA algoritma i Bray-Curtis koeficijenta sličnosti te stupčastim dijagramom). Za izražavanje alfa raznolikosti lažipauka i njihove prehrane po plohama odabrala sam Shannonov indeks raznolikosti jer u obzir uzima i broj jedinki i broj vrsta (Hammer 2018).

Dobivene podatke o prehrani lažipauka po plohama vizualizirala sam Sankey dijagramima, napravljenim naredbom SankeyNetwork iz R networkD3 paketa te sam redove beskralješnjaka pronađene u probavilima lažipauka usporedila s redovima pronađenim na istraživanim plohama (sakupljeni lovnim zamkama) i u probavilima pauka (Šerić Jelaska i sur. 2022a; Anđelić Dmitrović i sur. 2023).

## 4. Rezultati

### 4.1. Fauna lažipauka istraživanih ploha

#### 4.1.1. Zabilježene vrste

Morfološkim određivanjem sakupljenih jedinki lažipauka utvrđene su četiri vrste: *Astrobunus dinaricus* Roewer, 1915, *Lacinius dentiger* (C. L. Koch, 1848), *Lacinius horridus* (Panzer, 1794) i *Phalangium opilio* Linnaeus, 1758. Od ukupno 811 pregledanih jedinki, 250 jedinki nije moglo biti određeno jer su zbog dugog stajanja u etanolu i slabo sklerotiniziranog tijela izgubile boju i oblik. Vrste i njihova brojnost po plohama prikazani su u Tablici 7.

Tablica 7. Broj sakupljenih jedinki lažipauka po vrstama i plohama. Puni nazivi ploha su: kontrolna ploha (K), maslinik s ekološkom zaštitom bilja (ME), maslinik s integriranom zaštitom bilja (MI), vinograd s ekološkom zaštitom bilja (VE), vinograd s integriranom zaštitom bilja (VI).

Ploha	Neodređeno	<i>Astrobunus dinaricus</i>	<i>Lacinius dentiger</i>	<i>Lacinius horridus</i>	<i>Phalangium opilio</i>	Ukupno
K	29	1	6	1	11	48
ME	51	1	0	0	96	148
MI	28	0	127	0	56	211
VE	91	0	6	0	222	319
VI	51	0	2	0	32	85

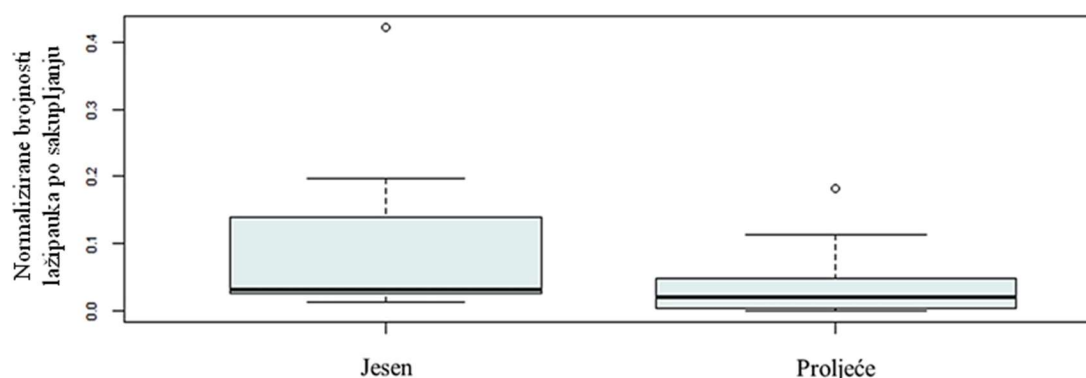
#### 4.1.2. Raznolikost

Analizom varijance (ANOVA) utvrđeno je da značajan utjecaj na ukupnu raznolikost lažipauka ima sezona (proljeće i jesen) ( $F_1 = 4,445$ , p-vrijednost = 0,0452) te poljoprivredna kultura (vinograd i maslinik) i način upravljanja (integrirana i ekološka zaštita bilja) zajedno ( $F_1 = 4,391$ , p-vrijednost = 0,0464). Tukey HSD (engl. *honestly significant difference*) testom potvrđena je značajna razlika između sezona (p-vrijednost = 0,0451934), ali ne i kombinacija kultura i načina upravljanja. Na proljeće je lovnim zamkama sakupljeno 328 jedinki, a na jesen 483. Raspodjela vrsta po sezonama prikazana je u Tablici 8 te na Slici 4. Obje ekstremne vrijednosti (engl. *outliers*) grafa na Slici 4 uzrokovane su značajno većom brojnosti *Ph. opilio* tijekom određenih sakupljanja. Na jesen je to bilo 19. studenog u vinogradu s ekološkom, a na

proljeće 20. lipnja u masliniku s integriranom zaštitom bilja. Iako se medijani jeseni i proljeća značajno ne razlikuju, vidljivo je da je maksimum brojnosti na jesen gotovo dvostruko veći od maksimuma na proljeće. Također, većina brojnosti na jesen nalazi se u gornjem kvartilu, dok su proljetne vrijednosti ravnomjerno raspoređene i bliže minimumu.

Tablica 8. Broj sakupljenih jedinki lažipauka po sezonama.

Sezona	Neodređeno	<i>Astrobunus dinaricus</i>	<i>Lacinius dentiger</i>	<i>Lacinius horridus</i>	<i>Phalangium opilio</i>	Ukupno
Proljeće (svibanj – srpanj)	172	0	19	0	137	328
Jesen (listopad – studeni)	78	2	122	1	280	483



Slika 4. Dijagram pravokutnika (engl. *boxplot*) koji prikazuje raspodjelu normaliziranih podataka o brojnosti lažipauka po sakupljanju grupirane po sezonama.

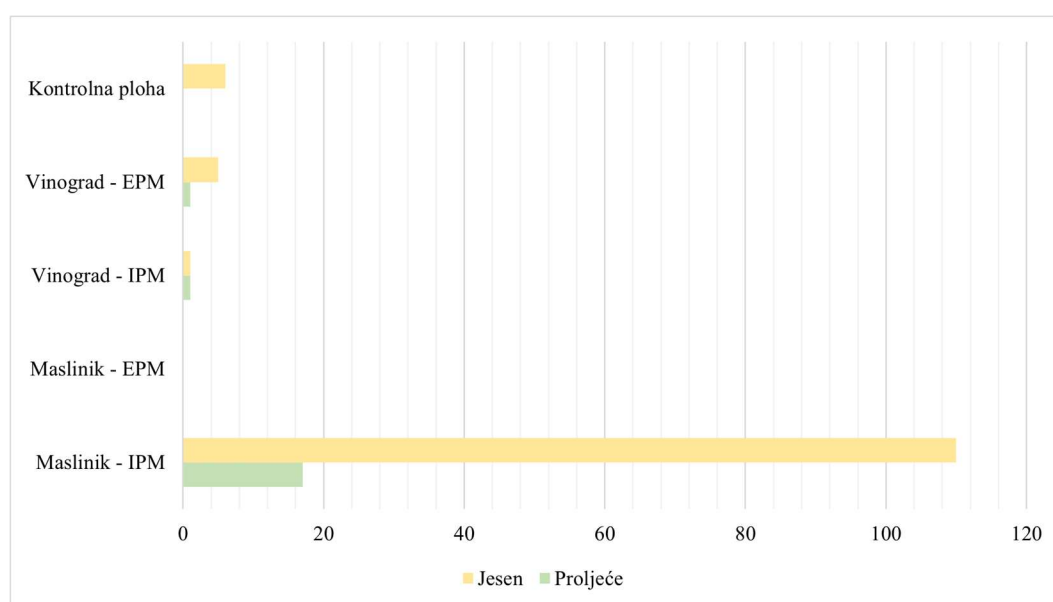
Od pojedinačnih vrsta, utvrđen je značajan utjecaj sezone, poljoprivredne kulture i načina upravljanja te njihovih kombinacija na brojnost vrste *L. dentiger* (Tablica 9). Tukey HSD testom potvrđeno je da je najveći utjecaj na ove razlike imao velik broj sakupljenih jedinki u masliniku s integriranom zaštitom bilja tijekom jeseni. Razlike u brojnosti prikazane su grafom na Slici 5.

Tablica 9. Rezultati ANOVA testa utjecaja sezone ( proljeće i jesen), poljoprivredne kulture (maslinik i vinograd) i načina upravljanja (integrirana i ekološka zaštita bilja) na brojnost vrste *L. dentiger*. Df označava stupnjeve slobode (engl. *degrees of freedom*), SS zbroj kvadrata (engl. *sum of squares*), MS srednju vrijednost kvadrata (engl. *mean squares*), F F-omjer (engl. *F-ratio*), a p p-vrijednost (engl. *p-value*).

Utjecaj	Df	SS	MS	F	p
Sezona	1	0,0051	0,0051	7,316	0,01212
Kultura	2	0,007392	0,003696	5,303	0,01203
Upravljanje	1	0,00678	0,00678	9,726	0,00453
Kultura:Upravljanje	1	0,007475	0,007475	10,724	0,00309

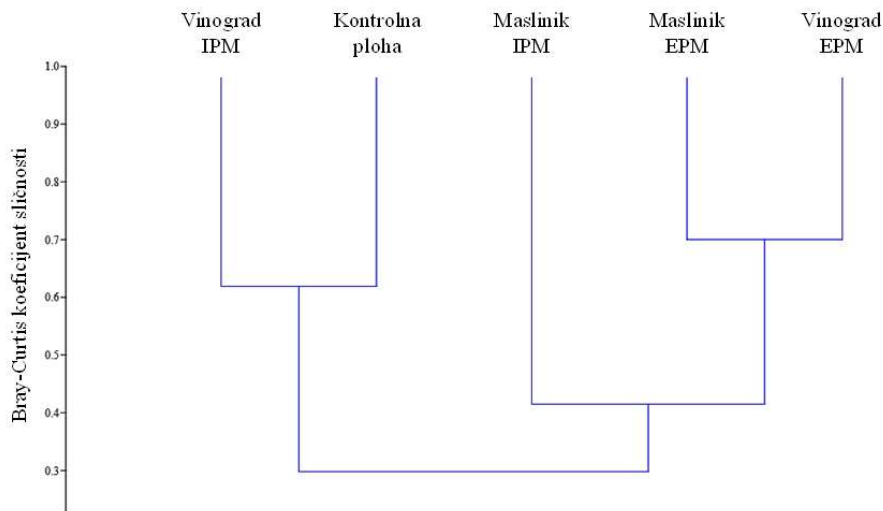
Iako je vrste *Ph. opilio* bilo dvostruko više u vinogradu s ekološkom zaštitom bilja nego na ijednoj drugoj plohi, utjecaj kombinacije poljoprivredne kulture i načina upravljanja na njihovu brojnost nije bio statistički značajan ( $F_1 = 1,179$ , p-vrijednost = 0,2880). Slično je bilo i s raspodjelom po sezonama – iako su bili dvostruko brojniji u jesen nego u proljeće, nije bilo statistički značajne razlike ( $F_1 = 1,588$ , p-vrijednost = 0,2193). Utjecaj načina upravljanja imao je veći utjecaj od sezone ( $F_1 = 3,386$ , p-vrijednost = 0,0777).

Sakupljeno je premalo jedinki vrsta *A. dinaricus* i *L. horridus* kako bi se statistički analizirala njihova brojnost po sezonama i plohama.



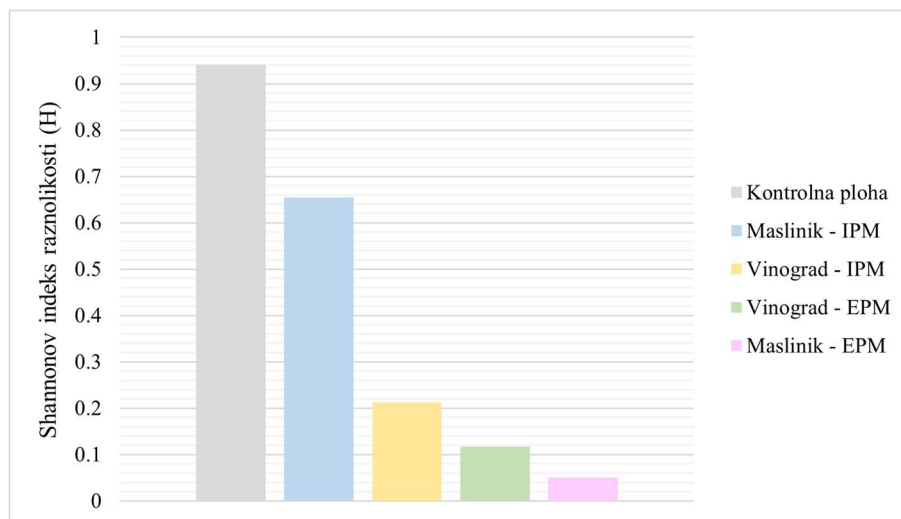
Slika 5. Brojnost jedinki vrste *L. dentiger* po plohama i sezonama. IPM označava integriranu, a EPM ekološku zaštitu bilja.

Najveća sličnost ploha po brojnosti i raznolikosti vrsta lažipauka (Bray-Curtis koeficijent sličnosti) zabilježena je između maslinika i vinograda s ekološkim upravljanjem. Ove su plohe grupirane s maslinikom s integriranim upravljanjem, dok su vinograd s integriranim upravljanjem i kontrolna ploha grupirani zasebno (Slika 6).



Slika 6. Plohe istraživanja grupirane prema sličnosti s obzirom na brojnost i raznolikost vrsta lažipauka (korišteno je hijerarhijsko klasteriranje UPGMA algoritmom i Bray-Curtis koeficijentom sličnosti). IPM označava integriranu, a EPM ekološku zaštitu bilja.

Prema Shannonovom indeksu raznolikosti, najveća je alfa raznolikost zabilježena na kontrolnoj plohi ( $H = 0,9411$ ), nakon koje je slijedio maslinik s integriranom zaštitom bilja ( $H = 0,6542$ ) (Slika 7). Ovo je slično ukupnoj raznolikosti ostalih skupina beskralješnjaka sakupljenih lovnim zamkama na istraživanim plohama, gdje je najveća raznolikost bila u masliniku s integriranim upravljanjem ( $H = 2,093$ ). Najmanja raznolikost lažipauka zabilježena je u masliniku s ekološkom zaštitom bilja ( $H = 0,0507$ ), dok je najmanja ukupna raznolikost ostalih beskralješnjaka u vinogradu s integriranim upravljanjem ( $H = 1,792$ ) i masliniku s ekološkim upravljanjem ( $H = 1,872$ ) (Tablica P3).



Slika 7. Raznolikost lažipauka po plohama, izražena Shannonovim indeksom raznolikosti. IPM označava integriranu, a EPM ekološku zaštitu bilja.

## 4.2. DNA metabarkodiranje probavila

### 4.2.1. Rezultati sekvenciranja i analiza prehrane lažipauka

Sve osim jedne jedinke čije je probavilo analizirano, morfološki su određene kao vrsta *Ph. opilio*. Ovo je potvrđeno i sekvenciranjem jer se u svim uzorcima nalazilo najviše očitavanja koja su pretraživanjem GenBank baze podataka pripisana ovoj vrsti (Benson i sur. 2012). Međutim postotak identičnosti umnoženih sekvenci i onih u bazi podataka bio je samo 91,63 % te je i uzorak jedinke koja se morfološki razlikovala od ostalih (pregledavanjem je određeno da pripada vrsti *L. dentiger*) također sadržavao najviše očitavanja ove sekvence (NCBI pristupni broj: KY270433.1).

Seqvenciranje je ukupno dalo 4 325 126 sekvenci prije filtriranja.

Od 41 sekvenciranog uzorka, 20 je bilo pozitivno na DNA drugih vrsta (48,78 %). Svih je 20 jedinki morfološki i molekularno određeno kao *Ph. opilio*. Jedan je uzorak bio s kontrolne plohe, sedam iz maslinika s ekološkom zaštitom bilja, jedan iz maslinika s integriranom zaštitom bilja, devet iz vinograda s ekološkom zaštitom i dva iz vinograda s integriranom zaštitom. Četiri su jedinke sakupljene u proljeće, a 16 u jesen.

Nakon bioinformatičke obrade, utvrđeno je 10 vrsta i dvije porodice u probavilu analiziranih lažipauka. U Tablici 10 navedene su pronađene vrste, odnosno porodice u pojedinačnim uzorcima lažipauka, a u Tablici P1 nalazi se njihova taksonomska klasifikacija.

Tablica 10. Vrste pronađene u probavilu jedinki lažipauka. IPM označava integriranu, a EPM ekološku zaštitu bilja.

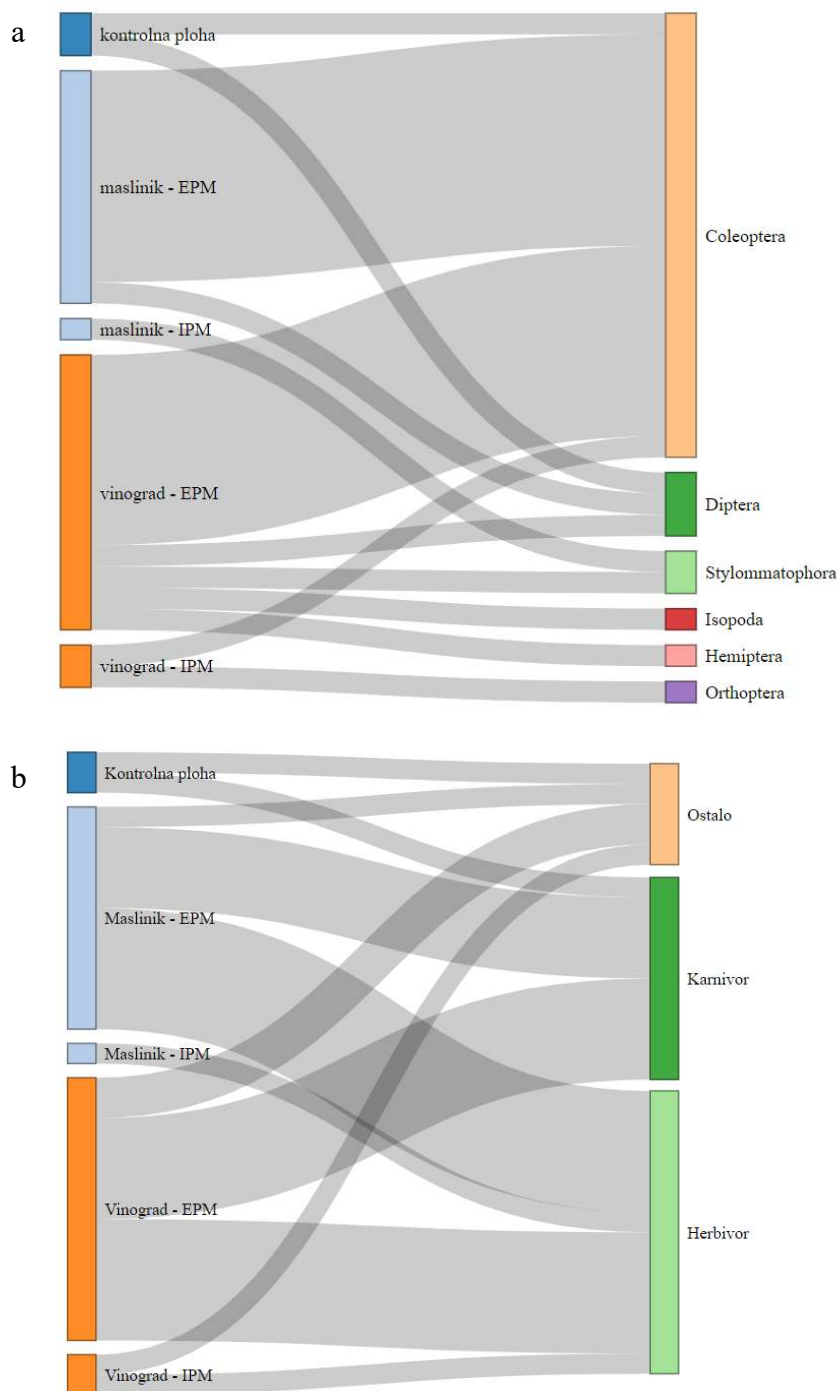
Uzorak	Sezona	Ploha	Vrste
MT3000	Jesen	Maslinik – EPM	<i>Cerutuella virgata</i> (Da Costa, 1778)
MT3003	Jesen	Maslinik – EPM	<i>Aedes (Stegomyia) albopictus</i> (Skuse, 1894), <i>Cerutuella virgata</i> (Da Costa, 1778)
MT3004	Jesen	Maslinik – EPM	<i>Abax parallelus</i> (Duftschmid, 1812), <i>Anchomenus dorsalis</i> (Pontoppidan, 1763), <i>Cerutuella virgata</i> (Da Costa, 1778), <i>Harpalus dimidiatus</i> (P. Rossi, 1790)
MT3005	Jesen	Maslinik – IPM	<i>Cerutuella virgata</i> (Da Costa, 1778)
MT3006	Jesen	Vinograd – EPM	<i>Aedes (Stegomyia) albopictus</i> (Skuse, 1894)
MT3007	Jesen	Maslinik – EPM	<i>Harpalus dimidiatus</i> (P. Rossi, 1790)
MT3008	Jesen	Kontrolna ploha	<i>Aedes (Stegomyia) albopictus</i> (Skuse, 1894), <i>Anchomenus dorsalis</i> (Pontoppidan, 1763)
MT3009	Proljeće	Vinograd – EPM	<i>Harpalus dimidiatus</i> (P. Rossi, 1790)
MT3011	Proljeće	Vinograd – EPM	<i>Abax parallelus</i> (Duftschmid, 1812), Camaenidae
MT3012	Proljeće	Vinograd – EPM	<i>Abax parallelus</i> (Duftschmid, 1812), Curculionidae
MT3013	Proljeće	Vinograd – EPM	<i>Abax parallelus</i> (Duftschmid, 1812)
MT3016	Jesen	Vinograd – IPM	Curculionidae
MT3024	Jesen	Vinograd – IPM	<i>Ruspolia nitidula</i> (Scopoli, 1786)
MT3028	Jesen	Maslinik – EPM	<i>Ocypus olens</i> (O. F. Müller, 1764)
MT3031	Jesen	Maslinik – EPM	<i>Pterostichus melas</i> (Creutzer, 1799)
MT3032	Jesen	Maslinik – EPM	Curculionidae
MT3033	Jesen	Vinograd – EPM	<i>Ocypus olens</i> (O. F. Müller, 1764)
MT3035	Jesen	Vinograd – EPM	<i>Armadillidium vulgare</i> Latreille, 1804, <i>Capitophorus elaeagni</i> (Del Guercio, 1894), <i>Ocypus olens</i> (O. F. Müller, 1764)
MT3041	Jesen	Vinograd – EPM	Curculionidae
MT3043	Jesen	Vinograd – EPM	Curculionidae

Najviše je sekvenci bilo iz reda Coleoptera (6), a bili su prisutni još redovi Stygommatophora (2), Diptera (1), Isopoda (1), Hemiptera (1) i Orthoptera (1). Na Slici 8a prikazana je njihova raspodjela po plohama.

Taksoni pronađeni u probavilu podijeljeni su po tipu prehrane na herbivore, karnivore i „ostale“ vrste (omnivori i detritivori). Pet ih je bilo herbivorno, četiri karnivorno, a tri su svrstana u kategoriju „ostalo“ (Slika 8b).

Porodica Curculionidae pronađena je u probavilu pet jedinki lažipauka, a sekvence su grupirane u dvije različite operativne taksonomske jedinice te su se nalazile u različitim jedinkama. I sekvence vrste *Ocybus olens* pronađene su u probavilima četiri različite jedinke te su grupirane u dvije različite operativne taksonomske jedinice. U Tablici P2 navedene su sve četiri sekvence i jedinke u čijim su probavilima pronađene.

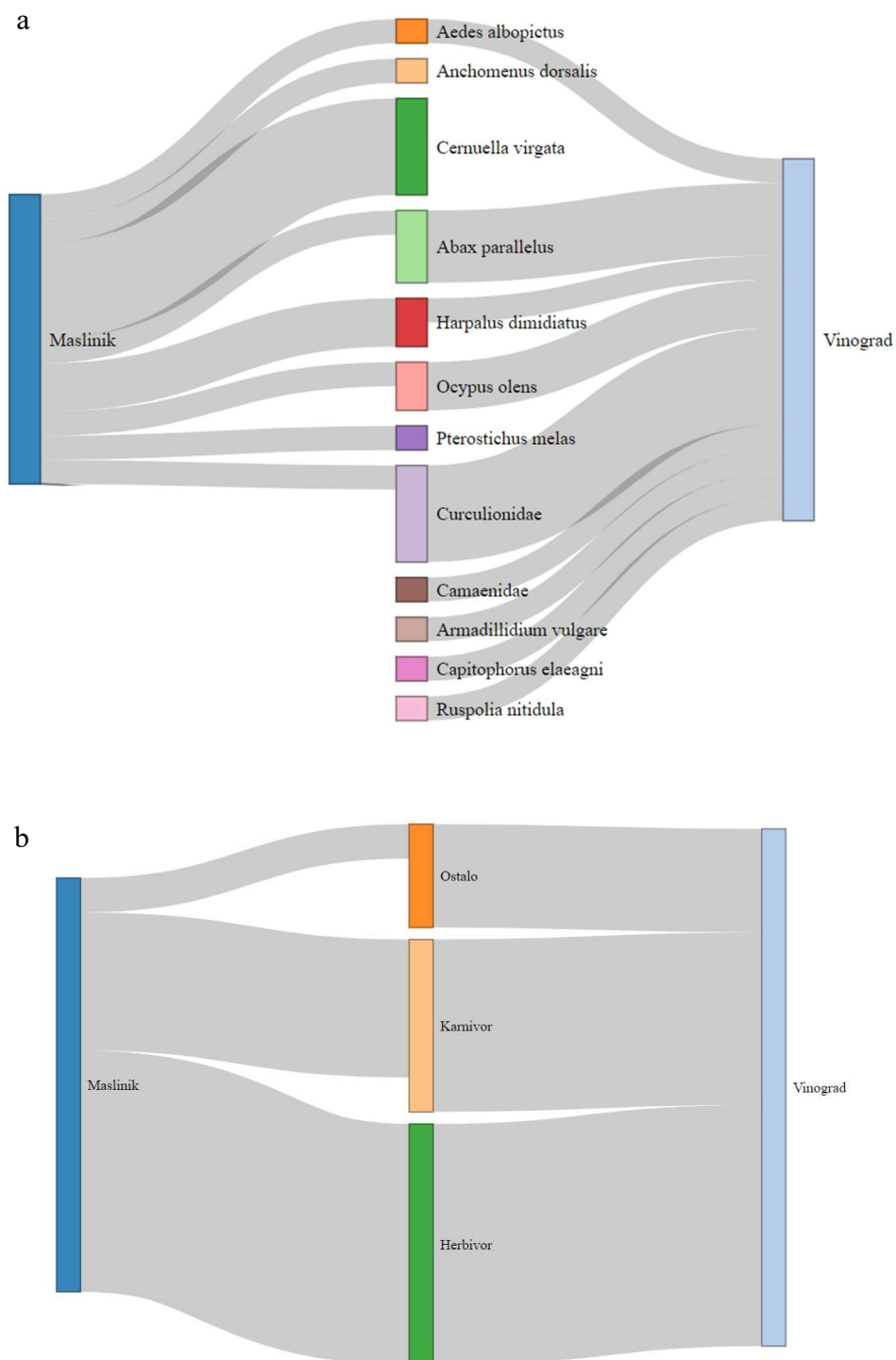




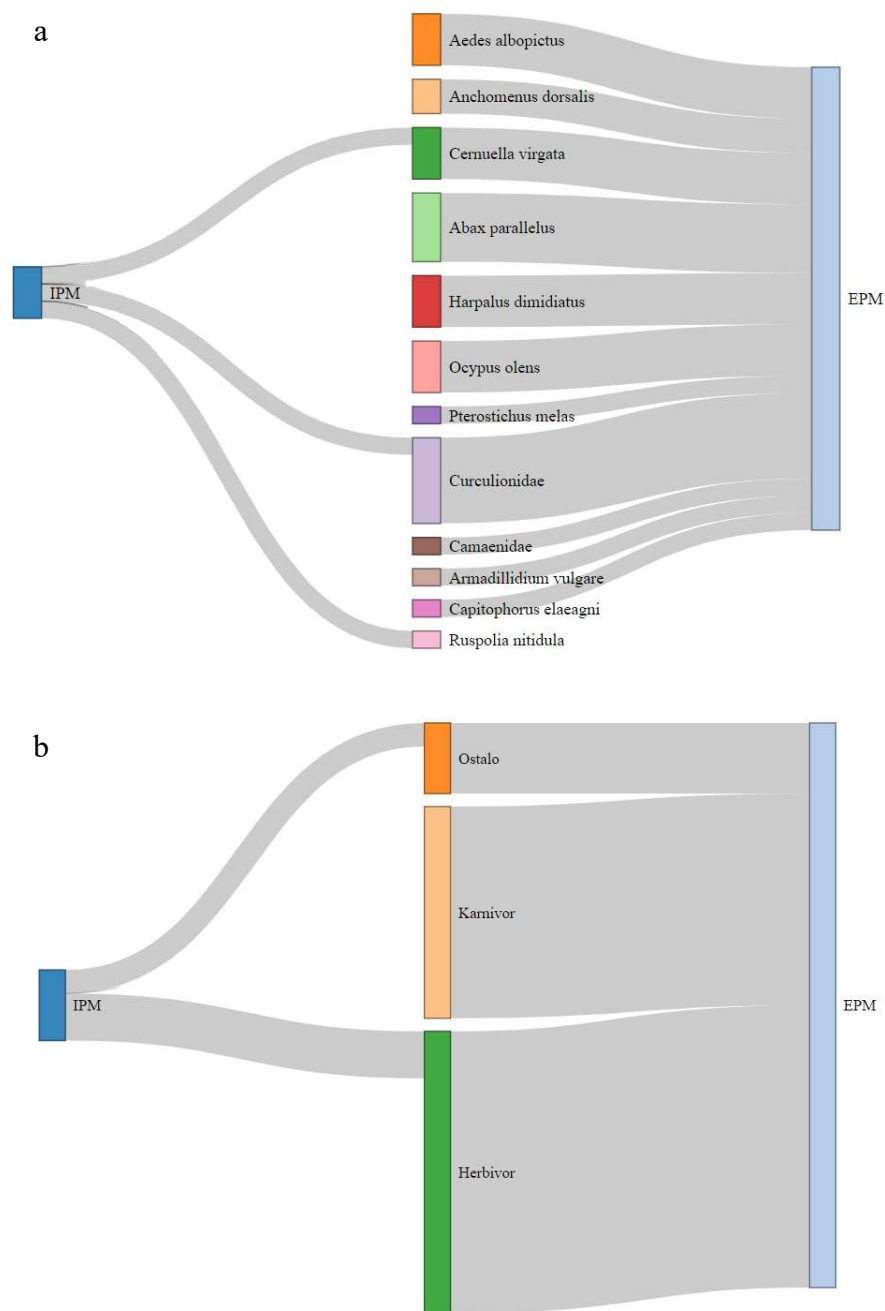
Slika 8. Sankey dijagram redova (a), odnosno taksona grupiranih prema tipu prehrane (b) zabilježenih u probavilu lažipauka, podijeljenih po istraživanim plohama. IPM označava integriranu, a EPM ekološku zaštitu bilja. Širina oznaka za plohe i redove, odnosno tipove prehrane označava njihovu relativnu važnost u ukupnoj prehrani analiziranih lažipauka, a širina linija između njih označava relativnu važnost pojedinog reda i tipa prehrane u prehrani lažipauka na pojedinoj plohi.

Lažipauci u maslinicima i vinogradima imali su pet zajedničkih taksona u probavilu, dok su tri bila prisutna samo u maslinicima, a četiri samo u vinogradima. Sva su tri tipa prehrane (herbivori, karnivori i „ostale“ vrste (omnivori i detritivori)) bila prisutna u probavilima lažipauka na obje kulture, ali je veći udio svih skupina bio u vinogradima. Obje kulture karakteriziralo je najviše herbivora u probavilu lažipauka, čemu je primarno pridonijela porodica Curculionidae. Usporedba ovih ploha Sankey dijagramima prikazana je na Slici 9a-b.

Lažipauci na plohama s integriranom i ekološkom zaštitom bilja u prehrani su dijelili dva taksona. Samo je jedna vrsta (*Ruspolia nitidula*) bila specifična za plohe s integriranim upravljanjem, dok ih je devet zabilježeno samo na plohama s ekološkim upravljanjem. Lažipauci na plohama s integriranim upravljanjem nisu se hranili karnivorima, dok su se oni na plohama s ekološkim upravljanjem hranili organizmima iz sve tri skupine po načinu prehrane. Kao i u usporedbi maslinika i vinograda, najveći je udio herbivora na obje plohe jer ih je ukupno najviše bilo u prehrani lažipauka. Pripadajući Sankey dijagrami nalaze se na Slici 10a-b.

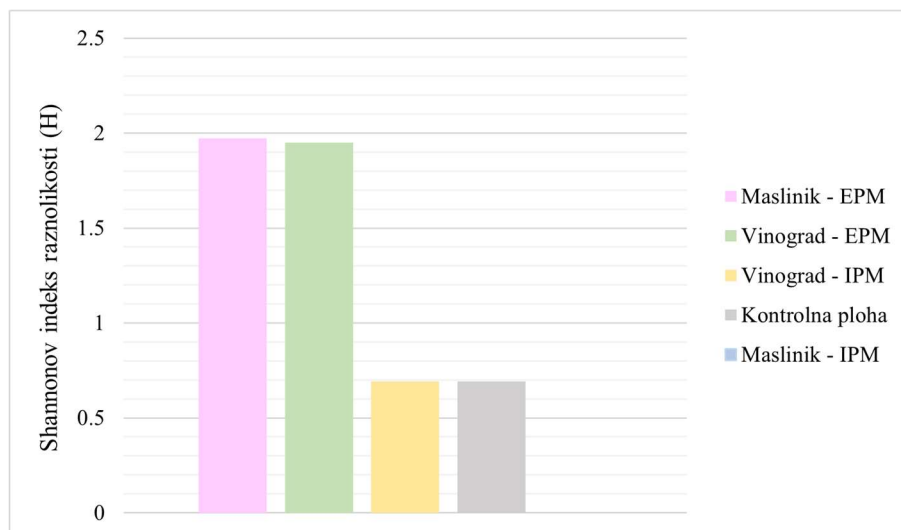


Slika 9. Usporedba zabilježenih taksona (a) i taksona grupiranih prema tipu prehrane (b) u probavilima lažipauka u maslinicima i vinogradima. Širina linija između ploha i taksona ili tipova prehrane označava relativnu važnost pojedinog taksona i tipa prehrane u prehrani lažipauka na pojedinoj kulturi.



Slika 10. Usporedba zabilježenih taksona (a) i taksona grupiranih prema tipu prehrane (b) u probavilima lažipauka na plohama s integriranim i ekološkom zaštitom bilja. Širina linija između ploha i taksona ili tipova prehrane označava relativnu važnost pojedinog taksona i tipa prehrane u prehrani lažipauka na plohama s određenim načinom zaštite bilja.

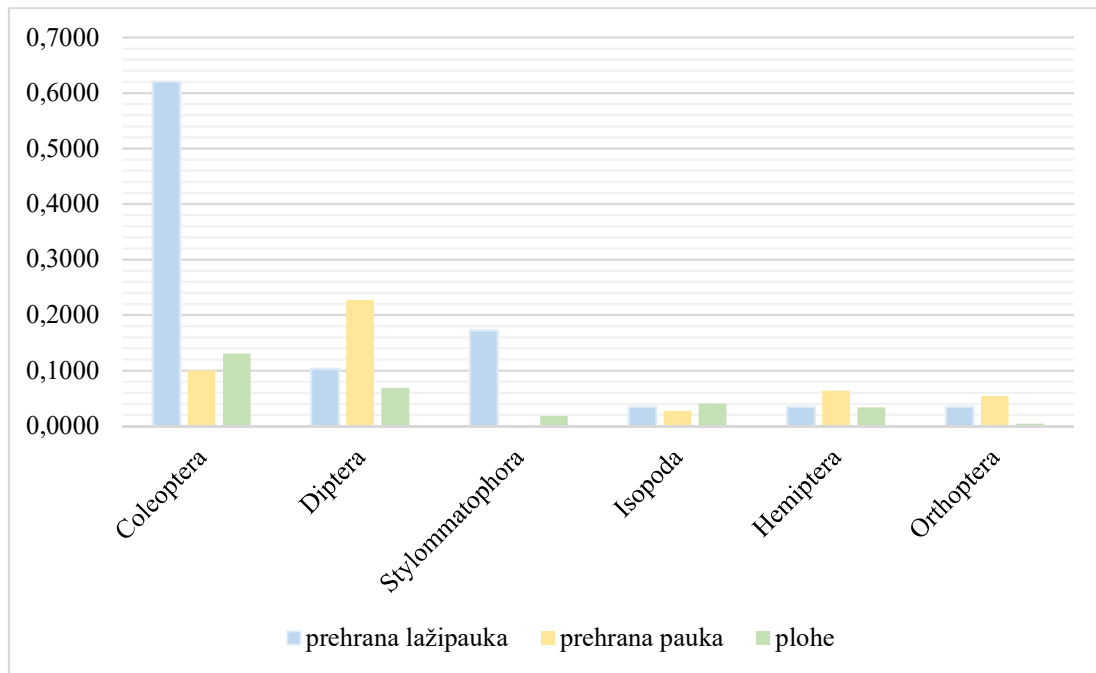
Najveća je raznolikost prehrane (Shannonov indeks raznolikosti) zabilježena u masliniku i vinogradu s ekološkim upravljanjem ( $H = 1,972$  i  $H = 1,951$ ), a najmanja u masliniku s integriranim upravljanjem ( $H = 0$ ) (Slika 11).



Slika 11. Raznolikost prehrane lažipauka po plohama. IPM označava integriranu, a EPM ekološku zaštitu bilja.

#### 4.2.2. Usporedba s prijašnjim rezultatima

Usporedbom udjela redova beskralješnjaka pronađenih u probavilu lažipauka s onima pronađenim u probavilu pauka (Tablica P4) te skupljenim lovnim zamkama na istraživanim plohama (Tablica P5) dobiven je graf na Slici 12. Na plohama je pronađeno više skupina, ali su prikazane samo one koje su se nalazile i u probavilu lažipauka. Od ovih je najviše bilo kornjaša (Coleoptera), što se poklapalo s najvećim udjelom kornjaša u probavilu lažipauka. U probavilu pauka pronađeno je više pripadnika reda Diptera, dok je red Coleoptera bio drugi po brojnosti. Ostalih je skupina bilo značajno manje u probavilima i na plohama.



Slika 12. Udjeli redova beskraljješnjaka pronađenih u probavilima lažipauka uspoređeni s njihovim udjelima na istraživanim plohama i u probavilima pauka.

## 5. Rasprava

### 5.1. Raznolikost lažipauka u istraživanim mediteranskim agroekosustavima

#### 5.1.1. Opisi pronađenih vrsta lažipauka

Sve pronađene vrste lažipauka pripadaju podredu Eupnoi. Glavna su obilježja jedinki ove skupine duge noge i boravak na otvorenim prostorima poput lišća i kore stabala, zidova i sl. (Cokendolpher i Holmberg 2018). Vrste koje pripadaju ovom podredu najpoznatiji su predstavnici lažipauka. Ovome je uzrok njihova brojnost, raznolikost, kozmopolitska rasprostranjenost te česta pojavnost u Europi i Sjevernoj Americi. Prva vrsta lažipauka imenovana binomnom nomenklaturom, *Ph. opilio*, također pripada ovoj skupini. Skupina je brojna, ali i prilično homogena, sa samo šest porodica, od kojih su na istraživanim područjima pronađene Phalangiidae i Sclerosomatidae (Pinto-da-Rocha i sur. 2007).

Porodici Phalangiidae pripadale su tri pronađene vrste, *L. dentiger*, *L. horridus* i *Ph. opilio*, od kojih je *Ph. opilio* kozmopolit. Ova porodica sadrži više od 380 vrsta. Česta je u hladnim i umjerenim dijelovima sjeverne hemisfere, posebno u antropogenim staništima, poput polja, vrtova i urbanih područja. Jedna je od rijetkih porodica koja je bolje prilagođena suhim staništima s malo vegetacije. Međutim, neke vrste nastanjuju samo područja bez većih antropogenih utjecaja, poput šuma i planina. Jedinke su srednje veličine (oko 5, a najviše 12 mm), okruglih tijela koja nisu pretjerano sklerotinizirana i ne ističu se obojenjem. Neka su od morfoloških obilježja koja se mogu koristiti za određivanje vrsta ove skupine kukovi nogu bez rubnih redova zubića i glatke pandžice pedipalpa, iako postoji i par iznimki. Često imaju trident, odnosno tri bodlje na početku glavopršnjaka, a otvori mirisnih žlijezda nalaze se blizu baza prvog para nogu te su vidljivi s leđne strane. Kod nekih vrsta mužjaci imaju uvećana kliješta, s izduljenim izraslinama na drugom segmentu. Trbušna je strana često svjetlije obojena ili bijela. Na leđnoj strani često imaju obojenje u obliku sedla, koje se uglavnom jasnije vidi kod mužjaka. Sva vanjska obilježja koja se koriste za utvrđivanje vrsta i rodova ove skupine (leđni pokrov, udovi i sl.) često su vrlo varijabilna između populacija iste vrste, a ponekad i unutar jedne populacije, što otežava određivanje. Autohtoni su u Euroaziji, Africi i Sjevernoj Americi, a introducirani u Australiji i na Novom Zelandu (Pinto-da-Rocha i sur. 2007; Cokendolpher i Holmberg 2018).

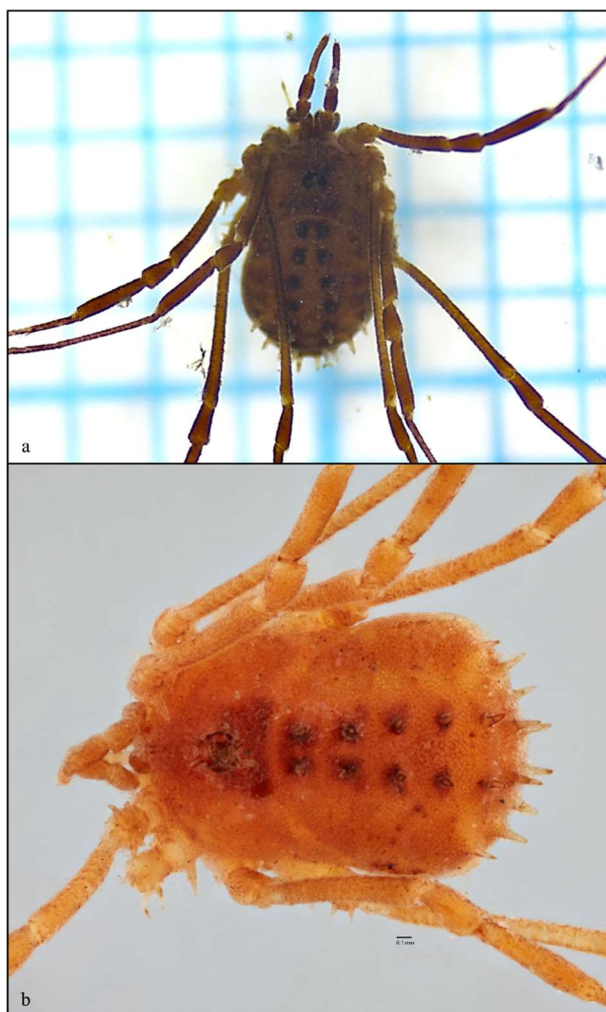
Četvrta pronađena vrsta, endemski *A. dinaricus*, pripada porodici Sclerosomatidae. Ova porodica prije je bila dio porodice Phalangiidae, ali se zadnjih 30-ak godina klasificiraju kao

dvije različite skupine. Ovo je najveća porodica lažipauka, s više od 1300 vrsta rasprostranjenih diljem svijeta. Vrste iz porodice Sclerosomatidae veličinom tijela variraju od oko 2 do 10 i više mm. Tijelo im je ovalno i uglavnom zaobljeno. Tergiti su spojeni, ali ponekad se može uočiti djelomično udubljenje između četvrtog i petog tergita te iza okularija. Pedipalpi su tanki i izduženi, s kratkim češljicom na stopalu. Pandžice su nazubljene. Seksualni dimorfizam vidljiv je po različitom obojenju i uzorku tijela. Mužjaci su uglavnom manji i skleriti su im uže raspoređeni nego kod ženki. Rasprostranjeni su u Sjevernoj i Južnoj Americi, Euroaziji i Africi (Pinto-da-Rocha i sur. 2007).

### ***Astrobunus dinaricus* Roewer, 1915**

Imaju kratke noge i dorzoventralno spljošteno tijelo. Kliješta su im mala i robusna. Okularij je velik, udaljen od prednjeg dijela glavopršnjaka, s po tri bodlje na lijevoj i desnoj strani. Leđna im je strana žuto-smeđe boje, s dva longitudinalna reda velikih bodlji. U svakom se redu nalazi po sedam bodlji. Na stražnjem kraju zatka, uz zadnje tri nalazi se po još jedna bodlja sa svake strane (Slika 13a-b). Na nogama imaju samo sitne dlačice (Martens 1978).





Slika 13. *Astrobunus dinaricus*: leđna strana prikupljenog uzorka (a) i uzorka iz zbirke Sveučilišta u Hamburgu (Universität Hamburg 2023).

Nije puno poznato o ovoj vrsti jer je vrlo slabo istražena. Naseljava submediteranska i mediteranska staništa sjevernog Jadrana te vazdazelene šume na nadmorskim visinama do 1200 m. Moguće je da se pojavljuju i na višim lokacijama, ali nisu dovoljno istraženi da bi bilo poznato (Martens 1978). Ova je vrsta endem zapadne jugoistočne Europe, a prvi je put zabilježena u Rijeci (Martens 1978).

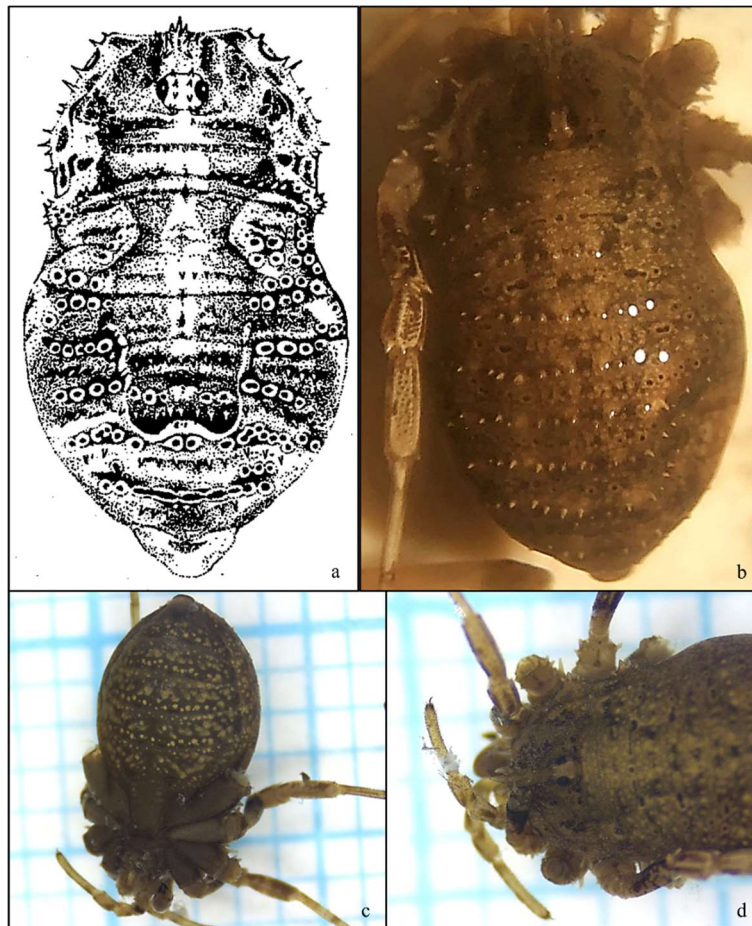
#### ***Lacinius dentiger* (C. L. Koch, 1848)**

Tijelo im je spljošteno, duljine od 4,5 do 8 mm. Mužjaci su manji i gotovo kvadratnog oblika. Na zglobovima nogu i rubovima glavopršnjaka nalaze se svijetle bodlje. Noge su im relativno kratke, prekrivene bodljama i tamnim točkama (Machač 2017).

Boja tijela varira od sive do smeđe-sive sa zelenim tonovima. Uzorak u obliku sedla na leđnoj strani malen je i slabo vidljiv, a stražnji mu je dio obrubljen redovima točkaka. Na leđnoj strani nalaze se i poprečni redovi bodlji (Martens 1978).

Glavopršnjak mediofrontalno ima tri male bodlje, od kojih je središnja najdulja. Prisutne su još i manje bodljice ispred očiju te bočno na glavopršnjaku. Okularij je relativno malen i s obje strane ima po četiri velike bodlje (Martens 1978).

Noge za hodanje razmjerno su dugačke. Bedra i koljena prekrivena su dlačicama, a na gnjatu se nalaze redovi malih bodljica ili oštih dlačica (Martens 1978). Prvi i treći par nogu deblji je od ostalih. Pedipalpi su svjetliji, a bedra, koljena i gnjatovi prekriveni su smeđim točkama (Kurt i sur. 2021). Na Slici 14a-d nalaze se fotografije jedinke s trbušne i leđne strane te slika iz jednog od ključeva za određivanje vrsta za usporedbu (Martens 1978).



Slika 14. *Lacinius dentiger*: leđna strana (a i b), trbušna strana (c) i glavopršnjak s leđne strane (d) (slika a preuzeta i prilagođena prema: Martens 1978).

Nastanjuju nizinska i gorska područja jugoistoka središnje Europe te submediteransku regiju (Martens 1978). Preferiraju otvorena staništa, a u središnjoj se Europi mogu naći u svijetlim šumama, parkovima i vrtovima (Martens 1978).

Male juvenilne jedinke žive na tlu, ispod kamenja i otpalog lišća. Ponekad ih se može naći i na suhim izoliranim mjestima. Adolescentne i odrasle jedinke obitavaju u nižim slojevima na deblima, kamenju i zidovima, a aktivne su noću (Martens 1978; Rozwałka i sur. 2010).

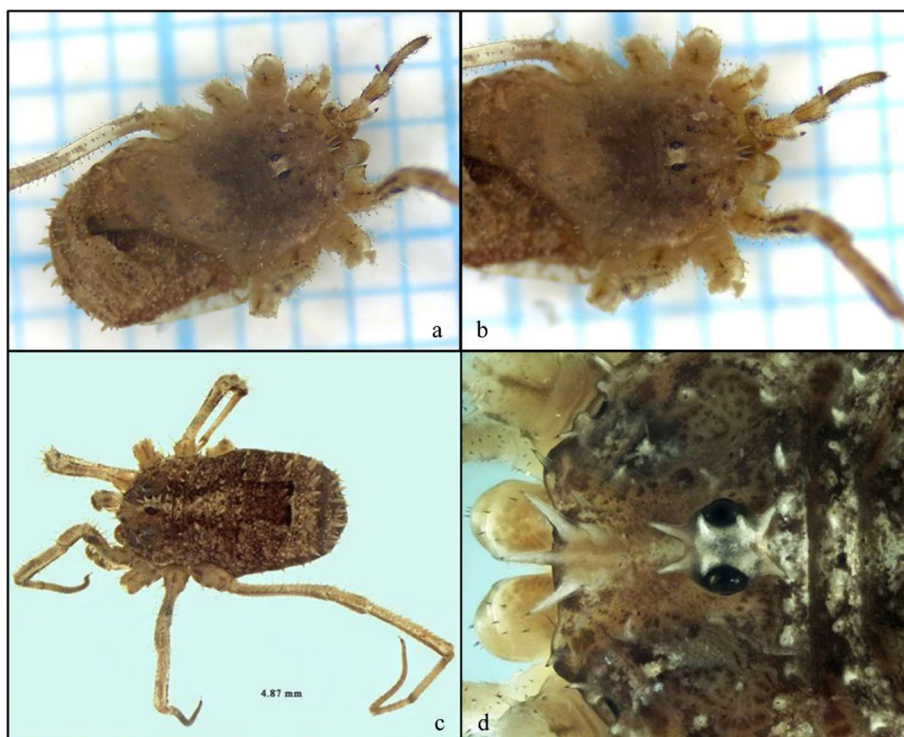
Odrasle jedinke prisutne su od kraja lipnja do listopada (Machač 2017). U GBIF (Global Biodiversity Information Facility) bazi najviše ih je zabilježeno u listopadu (GBIF 2023b).

### ***Lacinius horridus* (Panzer, 1794)**

Imaju tijelo duljine 4-7 mm. Leđno obojenje u obliku sedla slabo je raspoznatljivo, a okruženo je mramornim uzorkom (Wijnhoven 2009). Noge su prekrivene bodljama, a na leđnoj strani tijela raspoređene su u poprečnim redovima. Na prednjem dijelu glavopršnjaka nalaze se tri duge, uske bodlje jednake veličine (trident). Ostatak glavopršnjaka lateralno je okružen grupama manjih bodlji. Okularij s obje strane ima četiri duge, oštre bodlje (Martens 1978).

Kliješta su uglavnom glatka, s pokojom dlakom. Pedipalpi su robusni, sa snažnim bodljama na bedru, koljenu i gnjatu. Noge za hodanje snažne su i relativno kratke (Martens 1978).

Samo je jedna jedinka ove vrste bila dovoljno očuvana da bi joj se mogla odrediti vrsta, a prikazana je na Slici 15a-d.



Slika 15. *Lacinius horridus*: tijelo s leđne strane i glavopršnjak s vidljivim tridentom. Uzorak s istraživanog područja prikazan je na slikama a i b, dok su slike leđne strane tijela i glavopršnjaka bolje očuvane jedinke (c i d) preuzete i prilagođene prema: Oger 2005.

Pronalaze se uglavnom u kserotermnim uvjetima i jedna su od rijetkih termofilnih vrsta prisutnih u središnjoj Europi. Preferiraju otvorena područja poput suhих travnjaka, izloženih padina, stepa i vriština te svijetle šume bez puno vlage. Naseljavaju i antropogena staništa, kao što su nasipi, ruderalna područja, ruševine i sl. Žive uglavnom na tlu, ispod kamenja, grana i otpalog lišća (Martens 1978).

Rasprostranjeni su najviše u jugoistočnoj Europi i na Mediteranu, ali mogu se pronaći i u središnjoj i sjevernoj Europi, na skoro svim nadmorskim visinama (Martens 1978).

### ***Phalangium opilio* Linnaeus, 1758**

Imaju izduženo tijelo i duge noge (Martens 1978). Mužjaci su dugi do 7 mm, a ženke su uglavnom veće, oko 8 mm (Shultz 2018).

Obojenje varira ovisno o staništu – populacije na vrištinama su crveno-smeđe, dok su one u parkovima i na poplavnim ravnicama tamnije (Wijnhoven 2009). Uzorak sedla na leđnoj strani u većini je slučajeva jasno vidljiv, dok je trbušna strana bijele boje. Kod mužjaka je leđni uzorak više varijabilan, u rasponu od dobro vidljivog do gotovo nepostojećeg. Ženke imaju

tamnije, bolje vidljivo sedlo, s prednje strane s bijelim obrubom i okruženo sitnim bodljama (Martens 1978).

Seksualni dimorfizam izražen je u izgledu kliješta – bazalni je segment kod mužjaka dorzalno izdužen u obliku bodlje (Martens 1978). Pedipalpi su im dugi i tanki, oblikom slični nogama za hodanje, a kod mužjaka su posebno izduženi (Wijnhoven 2009). Noge za hodanje sa svake strane bedra imaju jedan red pravilno poredanih bodlji dok su ostali dijelovi prekriveni dlačicama (Martens 1978).

Nemaju trident (tri roščića na prednjem dijelu glavopršnjaka) niti izražene bodlje na prednjim rubovima tijela i pedipalpima (Shultz 2018). Međutim, za ovu su vrstu karakteristične dvije male bijele bodlje na prednjem rubu glavopršnjaka, iznad kliješta (Wijnhoven 2009). Ispred očiju na glavopršnjaku nalazi se puno malih bodlji, a ostatak leđne strane prekriven je poprečnim redovima bodlji. Zadak je uglavnom gladak. Okularij je zaobljen, s po četiri do šest bodlji s lijeve i desne strane (Martens 1978). Jedinke oba spola prikazane su na Slici 16a-f.



Slika 16. *Phalangium opilio*: trbušna strana (a), leđna strana, ♂ (b), glavopršnjak s prepoznatljivim bijelim izraslinama na vrhu (c), bočna strana, (d), leđna strana, ♀ (e), leđna strana s jasno vidljivim uzorkom sedla, ♂ (f).

*Ph. opilio* jedan je od rijetkih europskih lažipauka koji preferiraju otvorena i svijetla staništa te se redovito izlažu intenzivnoj svjetlosti tijekom dana. Mogu se pronaći na različitim antropogeno nastalim otvorenim staništima, poput vrtova, polja, travnjaka, rubova šuma, čistina i sl. Izbjegavaju hladovita staništa s malo svjetla, a posebno zatvorene šume. Čak se i u svijetlim šumama pojavljuju rijetko, većinom u perifernim zajednicama i na čistinama (Martens 1978).

Autohtona su vrsta u Europi, ali široko su rasprostranjeni i u umjerenim područjima drugih kontinenata, posebno na staništima pod antropogenim utjecajem (Wijnhoven 2009). Mogu se pronaći na gotovo svim nadmorskim visinama, a na području Mediterana zauzimaju prostor od obale do planina i mjestimično prelaze u šumski pojas (Martens 1978).

Dobro podnose visoke temperature i sušne uvjete. Uglavnom borave u sloju zeljastih biljaka, ali i na zidovima, deblima i grmlju (Shultz 2018). Jaja liježu u tlo, a juvenilni stadiji mogu se naći u i na listincu. Subadultne jedinke gotovo su uvijek u višim slojevima, poput grmlja, panjeva, stijena i zidova. Za razliku od većine vrsta, aktivni su i tijekom dana (Martens 1978).

Jedna su od najranijih „ljetnih vrsta“ (one čije su odrasle jedinke najbrojnije tijekom ljeta). Odrasli se mogu pronaći od sredine svibnja do ranog prosinca, a tijekom blagih zima i do siječnja. Glavno razdoblje aktivnosti je od kolovoza do listopada. Juvenilne i subadultne jedinke mogu se naći tijekom cijelog perioda aktivnosti. Ovo je djelomično zbog prisutnosti više od jedne generacije. Prezimljavanje juvenilnih jedinki još nije zabilježeno (Shultz 2018). Najviše ih se bilježi u kolovozu (GBIF 2023a).

#### 5.1.2. Raznolikost lažipauka sakupljenih lovnim zamkama

Iako je lovnim zamkama sakupljen prilično velik broj jedinki, glavni cilj postavljanja zamki nije bila inventarizacija bioraznolikosti lažipauka (projekt se bavio raznolikosti i prehranom puno šireg raspona beskralješnjaka), zbog čega vjerojatno nisu ulovljene sve vrste prisutne na istraživanim područjima. Manji broj jedinki, koji nije uključen u analizu, ulovljen je stresanjem i korištenjem žutih ljepljivih ploča. Uključivanjem ovih uzoraka i potencijalnim nadopunjavanjem ulova ovim metodama, očekuje se veći ukupni broj vrsta zbog onih koje borave u višim slojevima vegetacije (Pinto-da-Rocha i sur. 2007). Također, zbog starosti uzoraka više od četvrtine ih nije bilo moguće odrediti, što je vjerojatno dodatno pridonijelo smanjenju zabilježene raznolikosti.

Najbrojnije su bile jedinke vrsta *Ph. opilio* i *L. dentiger*. Dok *Ph. opilio* nastanjuje više slojeve vegetacije, ujedno je i jedna od najšire rasprostranjenih i najbrojnijih vrsta lažipauka (Pinto-da-Rocha i sur. 2007; Wijnhoven 2009; iNaturalist 2023a) što značajno povećava vjerojatnost ulova u lovne zamke. S druge strane, *L. dentiger* primarno boravi u slojevima uz tlo, zbog čega su jedinke pronađene u većem udjelu (Rozwałka i sur. 2010). Kod ove je vrste primijećen i ulov velikog broja jedinki u istu zamku, što se može objasniti društvenim ponašanjem, odnosno životom u većim skupinama, zabilježenim kod nekih vrsta ovog reda (Chelini i sur. 2012; Escalante i sur. 2022). Vrsta *L. horridus* nastanjuje prizemne slojeve (Martens 1978) suhих i toplih područja, međutim na istraživanim je plohama zabilježena samo jedna jedinka. Mogući su uzroci ovome uzorkovanje u periodu kad su ove jedinke manje

aktivne, općenito manja brojnost ove vrste na istraživanim plohama i raspad prikupljenih jedinki tijekom čuvanja u alkoholu prije određivanja vrste. Slična je situacija i s jedinkama vrste *A. dinaricus*, ali o ekologiji ove vrste još je manje poznato zbog njezine endemične rasprostranjenosti (Martens 1978).

Iako nije statistički značajna, najveća je alfa raznolikost lažipauka (Shannonov indeks raznolikosti) bila na kontrolnoj plohi te u masliniku s integriranim upravljanjem, a najmanja u masliniku s ekološkom zaštitom bilja. Ovo se djelomično podudara s raznolikosti ostalih beskralješnjaka sakupljenih lovnim zamkama, koja je bila najveća u masliniku s integriranom zaštitom bilja, a najmanja u vinogradu s integriranom i masliniku s ekološkom zaštitom bilja. Za sad je provedeno relativno malo istraživanja u kojima se uspoređivala bioraznolikost člankonožaca na plohama s integriranim i ekološkim upravljanjem te se iz njih ne može donijeti jednoznačan zaključak. Dio istraživanja zabilježio je veću raznolikost vrsta na plohama s ekološkim upravljanjem (Gaigher i Samways 2010; Stašiov i sur. 2011; Liantraki i sur. 2017), dok su drugi dobili suprotne rezultate (Ruano i sur. 2004) ili pak nije bilo statistički značajne razlike (Gkisakis i sur. 2016). U istraživanju iz 2019., Happe i sur. primijetili su da su lažipauci brojniji u voćnjacima s integriranim upravljanjem nego u onima s ekološkim, dok je istraživanje iz 2021. pokazalo male razlike u brojnosti lažipauka u voćnjacima s ekološkim i integriranim upravljanjem (Hambäck i sur. 2021).

Samo su sezone sakupljanja imala statistički značajan utjecaj na ukupnu raznolikost lažipauka. Sličan je slučaj zabilježen u istraživanju grčkih maslinika 2016. godine te su kao moguće objašnjenje predložene razlike između načina upravljanja na različitim ekološkim, odnosno integriranim plohama, koje su prisutne i na plohama istraživanim u ovom radu (Gkisakis i sur. 2016). Značajno je više jedinki sakupljeno tijekom jesenskih terenskih izlazaka nego tijekom proljetnih, što odgovara maksimumima aktivnosti zabilježenim za vrste *L. dentiger* (Machač 2017; GBIF 2023b) i *Ph. opilio* (Shultz 2018; GBIF 2023a), koje su činile najveći dio uzoraka.

Jedina vrsta čija je prisutnost na različitim plohama i tijekom različitih perioda uzorkovanja bila statistički značajna bila je *L. dentiger*. Razlike u raspodjeli jedinki ove vrste prvenstveno proizlaze iz njene velike brojnosti u masliniku s integriranom zaštitom bilja tijekom jesenskog uzorkovanja. Ova ploha nije obrađivana oranjem i plitkim tanjuranjem, već samo malčiranjem. Na ovaj se način manje remetila fauna u prizemnim slojevima, kojoj pripada



i *L. dentiger*, a malčiranjem je stvoren i dodatan sloj ispod kojeg su juvenilne jedinke mogle boraviti (Martens 1978; Rozwałka i sur. 2010), što može objasniti veću brojnost.

Za razliku od *L. dentiger*, jedinke *Ph. opilio* bile su najbrojnije u vinogradu s ekološkom zaštitom bilja. Na ovoj je plohi bilo korišteno najmanje pesticida (samo sredstva na osnovi bakrenih spojeva) te nije bila malčirana, ali je najviše obrađivana oranjem i plitkim tanjuranjem. Brojnost *Ph. opilio* na ovoj plohi može se objasniti visokom otpornošću na antropogene utjecaje te sklonošću otvorenim, kserotermnim staništima (Martens 1978; Wijnhoven 2009). Subadultne i odrasle jedinke ove vrste borave u višim slojevima vegetacije nego *L. dentiger*, što je također moglo pridonijeti njihovoj većoj brojnosti na plohi čije je tlo više remećeno mehaničkom obradom (Martens 1978; Shultz 2018).

Uspoređivanjem ploha Bray-Curtisovim koeficijentom sličnosti zajedno su grupirani vinograd s integriranim upravljanjem i kontrolna ploha, zbog najmanjeg ukupnog broja jedinki. Uz njih se nalazio maslinik s integriranim upravljanjem, s najviše jedinki vrste *L. dentiger*. Maslinik i vinograd s ekološkim upravljanjem grupirani su zasebno zbog najvećeg broja jedinki vrste *Ph. opilio*. Posljednja grupacija može se povezati s prethodno navedenim biološkim značajkama vrste *Ph. opilio* i načinom obrade tla na plohama s ekološkom zaštitom bilja, koji odgovaraju njenim populacijama.

Prikupljeni podaci upućuju na postojanje razlika u sastavu faune lažipauka između poljoprivrednih kultura s različitim načinom zaštite bilja, ali potrebna su dodatna istraživanja koja će uključivati više ploha i dulji vremenski period kako bi se ovo potvrdilo.

### 5.1.3. Lažipauci korišteni za metabarkodiranje probavila

Nedovoljno poznavanje lažipauka vidljivo je i iz rezultata sekvenciranja. Sve su jedinke čije je probavilo analizirano molekularno određene kao vrsta *Ph. opilio*. Ovo se podudaralo s morfološki utvrđenim vrstama za većinu jedinki osim jedne. Ona se očito morfološki razlikovala od ostalih te je određena kao *L. dentiger*, međutim sekvenciranjem je grupirana sa svim ostalim uzorcima kao *Ph. opilio*. Postotak identičnosti dobivene sekvence s onima u bazi bio je prilično nizak (91,63 %), što ostavlja dovoljno mjesta za pogrešno određivanje vrste. Raspon interspecijskih razlika *COI* gena do sad barkodiranih i istraženih lažipauka je između 7 i 30,1 % (Astrin i sur. 2016). Moguće je da ova regija nije dovoljno varijabilna za razlikovanje sakupljenih vrsta, ali i da je red Opiliones još uvijek premalo barkodiran te u bazama nema dovoljno sekvenci prema kojima bi se moglo odrediti vrste.

## 5.2. Prehrana analiziranih lažipauka

### 5.2.1. Uspješnost početnica i sekvenciranja

Odabrane početnice BF3 i BR2 (Elbrecht i Leese 2017; Elbrecht i Leese 2019) umnožile su svih 45 uzoraka. Kako su ovo opće početnice, koje ne isključuju umnažanje DNA predatora, odnosno vrste čija se probava analizira, umnoženo je najviše sekvenci samih lažipauka. Činile su i do 40 puta više očitavanja po uzorku nego ostali redovi. Ovo je, u kombinaciji s degradacijom DNA tijekom probave, ali i zbog dugog stajanja uzoraka vjerojatno negativno utjecalo na broj vrsta detektiranih sekvenciranjem. Za buduća bi se istraživanja trebala koristiti kombinacija općih početnica s onima koje ne umnažaju DNA lažipauka. Dizajniranjem i testiranjem takvih isključujućih početnica, DNA lažipauka ne bi se umnažala već bi se umnožilo više sekvenci plijena prisutnih u uzorku, odnosno probavilu, uključujući i one manje brojne i djelomično degradirane. Bitna je i što ranija obrada uzoraka nakon sakupljanja te njihova pravilna pohrana u međuvremenu (Lafage i sur. 2020; Cuff i sur. 2022).

Od 12 različitih sekvenci detektiranih u probavilu, 10 je moglo biti određeno do razine vrste, a dvije samo do porodice. Do porodice su bili određeni Curculionidae i Camaenidae. Pipe, odnosno Curculionidae, jedna su od najraznolikijih skupina organizama. Pretpostavlja se da još barem 2/3 vrsta nije opisano, a ni sistematika onih opisanih nije potpuno razriješena (Oberprieler i sur. 2007; UK Beetles 2023a). Zbog velikog raspona intraspecijskih razlika u sekvencama *COI* gena (do 18 %), koje se preklapaju s interspecijskim razlikama (oko 20 %), ne postoji općeprihvaćena razlika za određivanje vrsta, što dodatno otežava molekularno razrješavanje taksonomije (Ma i sur. 2022). Porodicu Camaenidae čini veliki broj široko rasprostranjenih kopnenih puževa, također s nerazriješenom taksonomijom, što stvara slične probleme pri molekularnom određivanju kao i za prethodnu skupinu (Cuezzo 2003; iNaturalist 2023b).

### 5.2.2. Svojte detektirane u probavilu

*Abax parallelus* karnivorna je vrsta trčka (Carabidae, red Coleoptera) koja se nalazi primarno u starim šumama s dovoljno vlage (Assmann 1999; Vom Hofe i Gerstmeier 2001; Tuf i sur. 2012; Šerić Jelaska i sur. 2014a). Ovo ne odgovara uvjetima na istraživanim plohama te je moguće da dobivena očitavanja zapravo pripadaju vrsti *Abax carinatus* (Duftschmid, 1812), koja nastanjuje i otvorena staništa (Magura i sur. 2001), a zabilježena je u ulovu lovničkih zamki u vinogradu s integriranom zaštitom bilja (Šerić Jelaska i sur. 2022a). Međutim, obje su vrste

pronađene i na poljoprivrednim površinama i travnjacima (Baranová i sur. 2018), zbog čega se nijedna opcija ne može u potpunosti isključiti. Obje su vrste u prosjeku znatno veće od lažipauka u čijem su probavilu nađene te se može zaključiti da je konzumirana već uginula ili juvenilna jedinka (Šerić Jelaska i Durbešić 2009; UK Beetle Recording 2023).

*Aedes albopictus* invazivna je strana vrsta komarca (Culicidae, red Diptera) te prijenosnik većeg broja bolesti (Merdić i sur. 2008; Klobučar 2017; Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja 2023). Prethodno je zabilježeno hranjenje lažipauka ovom vrstom, iako njihov doprinos suzbijanju populacija vjerojatno nije značajan (Bonds i sur. 2022). Ova je vrsta također zabilježena u probavilu pauka na istraživanim plohama (Anđelić Dmitrović i sur. 2023).

*Anchomenus dorsalis* široko je rasprostranjena, karnivorna vrsta trčka (Carabidae, red Coleoptera) koja se uglavnom nalazi na otvorenim staništima (Brygadyrenko i sur. 2021; UK Beetles 2023b). Zabilježeni su i u mediteranskim vinogradima i maslinicima te na istraživanim plohama (Letardi i sur. 2015; Pizzolotto i sur. 2018; Šerić Jelaska i sur. 2022a). Zbog predacije nad manjim beskralješnjacima, pridonose suzbijanju populacija poljoprivrednih nametnika (Zaller i sur. 2009; Frank i Bramböck 2016). Ova je vrsta veličinom i masom u prosjeku jednaka ili manja od analiziranih lažipauka te je moguće da je bila plijen (Knapp i Uhnava 2014; Knapp 2016).

*Armadillidium vulgare* je kopneni jednakonožac (red Isopoda) autohton za mediteransku faunu tla, ali rasprostranjen diljem svijeta (Brody i Lawlor 1984). Omnivori su, ali se većinom hrane detritivorno, dok se na nekim poljoprivrednim kulturama smatraju nametnicima (Faber i sur. 2011; Johnson i sur. 2012; Douglas i sur. 2017). Odrasle su jedinke u prosjeku veće od istraživanih lažipauka, iz čega se može pretpostaviti da je konzumirana jedinka vjerojatno bila već uginula ili juvenilna (Wang i sur. 2023).

*Capitophorus elaeagni* lisna je uš (Aphididae, red Hemiptera) globalno rasprostranjena u umjerenom klimatskom pojasu. Hrani se primarno na čičku (Asteraceae), ali i na rodovima *Elaeagnus* i *Polygonum* (AphID 2014; EPPO Global Database 2023). U više je istraživanja već zabilježeno hranjenje lažipauka lisnim ušima te je moguće i u ovom slučaju (Leathwick i Winterbourn 1984; Chiverton 1987; Allard i Yeargan 2005).

*Cernuella virgata* kopneni je puž iz porodice Geomitridae (red Stylommatophora) autohton na Mediteranu, dok je u Sjevernoj Americi i Australiji strana invazivna vrsta i nametnik na poljoprivrednim kulturama (Baker 1988; Lin i sur. 2016). *Ph. opilio* nije

specijaliziran za hranjenje puževima te je *C. virgata* u prosjeku veća od analiziranih lažipauka (Baker 1988). Iz ovih je razloga vjerojatnije da su konzumirane jedinice bile već uginule ili tek izlegle.

*Harpalus dimidiatus* herbivorna je vrsta trčka (Carabidae, red Coleoptera) autohtona za Europu (Chapman 2014; Gaba i sur. 2019). Nastanjuje suša i umjerena staništa, a zabilježena je i u maslinicima i vinogradima te na istraživanim plohama (Chapman 2014; Letardi i sur. 2015; Rusch i sur. 2016; Šerić Jelaska i sur. 2022a). U nekoliko je radova predstavljena kao značajna vrsta za suzbijanje neželjenih biljnih vrsta na poljoprivrednim površinama (Rusch i sur. 2016; Carbonne i sur. 2020). U prosjeku su veće od analiziranih lažipauka te su vjerojatno bile konzumirane juvenilne ili uginule jedinice (Deroulers i sur. 2020).

*Ocypus olens* karnivorni je kornjaš iz porodice kusokrilaca (Staphylinidae, red Coleoptera) koji nastanjuje većinu palearktičke regije (Bonacci i sur. 2011; UK Beetles 2023c). Mogu se naći u širokom rasponu staništa, među kojima su vinogradi i maslinici, gdje se hrani i poljoprivrednim nametnicima (Daccordi i Zanetti 1989; Albertini i sur. 2018; UK Beetles 2023c). Odrasle su jedinice značajno veće od analiziranih lažipauka, što znači da su vjerojatno konzumirali juvenilne ili uginule jedinice (Albertini i sur. 2018).

*Pterostichus melas* karnivorni je trčak (Carabidae, red Coleoptera), rasprostranjen u Europi, najčešće na otvorenim staništima poput travnjaka (Avtaeva i sur. 2020). Nastanjuju i maslinike i vinograde, a ulovljeni su i na istraživanim plohama (Giglio i sur. 2011; Letardi i sur. 2015; Šerić Jelaska i sur. 2022a). Kao i većina predatorskih kornjaša, važni su u suzbijanju populacija poljoprivrednih nametnika (Giglio i sur. 2011). U prosjeku su veći od analiziranih lažipauka te su vjerojatno konzumirane juvenilne ili već uginule jedinice (Giglio i sur. 2011).

*Ruspolia nitidula* je ravnokrilac iz porodice Tettigoniidae (red Orthoptera). Vrsta je termofilna i široko rasprostranjena na Mediteranu (Kaláb i sur. 2021). Omnivorni su, a hrane se primarno travama (Nagy i sur. 2023). Nije zabilježeno da uzrokuje štetu na poljoprivrednim kulturama, ali je značajna jer se koristi u ljudskoj prehrani (Ssepuyaya i sur. 2017). Odrasle su jedinice značajno veće od analiziranih lažipauka te je vjerojatno konzumirana juvenilna ili već uginula jedinka (iNaturalist 2023c).

O preostale dvije skupine koje nisu mogle biti određene do vrste ne može se puno zaključiti zbog njihove velike raznolikost.

### 5.2.3. Raznolikost prehrane

Najviše jedinki pronađenih u probavilu lažipauka pripadalo je redu Coleoptera, što odgovara velikom udjelu ovog reda u ukupnom broju beskralješnjaka skupljenih na istraživanim plohama (treći red po brojnosti nakon redova Collembola i Hymenoptera) (Šerić Jelaska i sur. 2022a). Ovo je također najbrojniji red kukaca općenito, što dodatno povećava mogućnost pronalaska u zamkama i probavilu (Gressitt 2023).

Jedno od ograničenja istraživanja prehrane člankonožaca, koje je zajedničko molekularnim i vizualnim metodama jest da je nemoguće sa sigurnošću znati je li hranjenje rezultat aktivnog ulova živih jedinki ili se životinja hrani nađenom strvinom (Nyffeler i Symondson 2001). Međutim, predacija na dijelu vrsta može se isključiti zbog njihove veličine, iako ne s potpunom sigurnošću. Samo su tri vrste dovoljno male da postoji mogućnost da su bile plijen lažipauka, dok su ostali beskralješnjaci vjerojatno bili rezultat oportunističkog hranjenja strvinama. Zbog malog broja potencijalnog plijena te raznolikosti redova kojima pripada, ne može se sa sigurnošću zaključiti ništa značajno o sklonosti lažipauka hranjenju određenom vrstom ili skupinom.

U najviše su jedinki, s tri različite plohe, utvrđene sekvence porodice Curculionidae. Sekvence su bile grupirane u dvije operativne taksonomske jedinice, s postotkom identičnosti 95,92 %, koje su utvrđene u različitim uzorcima. Moguće je da su se lažipauci hranili različitim vrstama iz ove porodice.

Na rezultate prehrane po plohama utjecao je mali broj uzorkovanih jedinki koje nisu bile jednako raspodijeljene. Najveća je raznolikost zabilježena u masliniku i vinogradu s ekološkim upravljanjem, gdje je sakupljeno i najviše lažipauka za analizu probavila. Maslinik s integriranim zaštitom bilja predstavljao je samo jedan uzorak te je Shannonov indeks raznolikosti zato bio 0.

Vinogradi i maslinici bili su većinom ujednačeni u raznolikosti prehrane po taksonima i tipu prehrane. Raznolikost vrsta i ukupna brojnost bila je nešto veća u vinogradima, ali od tamo je bilo i više uzoraka. Za razliku od poljoprivrednih kultura, plohe podijeljene po načinu zaštite bilja puno su se više razlikovale. Samo su tri vrste bile na plohama s integriranim upravljanjem, a od toga su dvije nađene i na plohama s ekološkim upravljanjem. Međutim, i ovo se može objasniti razlikom u broju uzoraka – plohama s integriranim upravljanjem pripadala su tri uzorka, a plohama s ekološkim upravljanjem 16.

Većina skupina nađenih u probavilu lažipauka, nađena je i u probavilu pauka, samo su se njihovi udjeli razlikovali. Iznimka je red *Stylommatophora* koji nije pronađen u probavilu pauka. Ovo su puževi koji su u prosjeku preveliki da bi bili aktivno ulovljen plijen obje skupine. Vjerojatno je da su ih lažipauci, kao oportunistički omnivori, konzumirali već uginule, dok se pauci, kao predatori, nisu hranili njima. Obrnuti udio redova Coleoptera i Diptera u prehrani lažipauka i pauka također se može slično objasniti – veća je vjerojatnost da su se lažipauci hranili uginulim kornjašima, koje je paucima teže uloviti zbog njihove veličine i čvrstog tijela, dok su dvokrilci bili lakši plijen pauka.

#### 5.2.4. Značaj prehrane lažipauka za poljoprivredne ekosustave

Zbog neselektivnog hranjenja lažipauka, način prehrane plijena vjerojatno nema utjecaj na njegov odabir, ali to ne znači i da je utjecaj prehrane ove skupine na ekosustav zanemariv.

Najviše zabilježenih vrsta bilo je herbivorno, od kojih su tri zabilježene kao štetnici na poljoprivrednim kulturama (*A. vulgare*, *C. elaeagni* i *C. virgata*). Dvije su vjerojatno bile konzumirane u uginulom obliku, ali *C. elaeagni* je lisna uš, koje su prethodno zabilježene kao plijen lažipauka. Iako je analizirano premalo jedinki da bi se mogao sa sigurnošću donijeti zaključak, ovo ukazuje na potencijalni doprinos lažipauka biološkom suzbijanju poljoprivrednih nametnika, što je prethodno raspravljano i u drugim radovima (Papura i sur. 2020; Hambäck i sur. 2021). Zbog još relativno slabog poznavanja lažipauka, ali i kompleksnosti biološkog suzbijanja, potrebna su dodatna istraživanja. Naglasak treba biti i na kvantifikaciji njihove uloge u biološkom suzbijanju, ali i u detritivornim i herbivornim hranidbenim mrežama (Halaj i Cady 2000).

Zabilježeno je i hranjenje vrstom *A. albopictus*, invazivnim komarcem i prijenosnikom mnogih bolesti, što širi potencijalni pozitivni utjecaj i na suzbijanje ostalih štetnika, a ne samo onih poljoprivrednih.

Većina karnivora, s iznimkom *A. dorsalis*, vjerojatno je konzumirana već uginula te je negativni utjecaj na zaštitu bilja drugim predatorskim beskralješnjacima zato minimalan. Konačno, nije zanemariv ni značaj hranjenja strvinama, koje doprinosi razlaganju organskih tvari i kruženju nutrijenata u ekosustavu. Hranjenje drugim predatorima također treba još istražiti jer je u istraživanju iz 2021. godine u nasadima jabuka metabarkodiranjem probavila lažipauka utvrđen širok raspon vrsta plijena, od kojeg su gotovo trećinu činili predatori (Hambäck i sur. 2021).

## 6. Zaključak

Ukupno su zabilježene četiri vrste lažipauka podreda Eupnoi sakupljene lovnim zamkama i rukom. Najviše jedinki pripadalo je kozmopolitskoj vrsti *Ph. opilio*, a zabilježena je i jedna endemska vrsta zapadne jugoistočne Europe, *A. dinaricus*.

Kako su za analizu raznolikosti vrsta na plohama korišteni samo uzorci ulovljeni lovnim zamkama, vjerojatno je izostavljen dio vrsta koje borave u višim slojevima vegetacije, a koje se mogu uzorkovati drugim metodama (metodom stresanja, žutim ljepljivim pločama i dr.).

Statistički je značajan bio jedino utjecaj sezone sakupljanja na raznolikost lažipauka. Više ih je sakupljeno u jesen, što se može povezati s razdobljima najveće aktivnosti vrsta *Ph. opilio* i *L. dentiger*, koje su činile najveći udio uzoraka. Značajna je još bila i najveća prisutnost vrste *L. dentiger* u masliniku s integriranim upravljanjem u odnosu na druge plohe. Ovo se može pripisati načinu obrade tla, koji odgovara ovoj prizemnoj vrsti.

Iz rezultata sekvenciranja i netočno molekularnog određivanja jedne jedinke lažipauka BLAST (engl. *Basic Local Alignment Search Tool*) metodom vidljivo je nedovoljno poznavanje ove skupine paučnjaka te potreba za dodatnim istraživanjima i barkodiranjem vrsta.

Za metabarkodiranje probavila isprobana su tri para početnica, LCO1490-HCO2198, LCO1490-chelicerate reverse 2 i BF3-BR2, a umnažanje svih uzoraka uspjelo je samo trećim parom. Zbog korištenja općih početnica, vjerojatno nije umnožen dio vrsta iz probavila te u budućim istraživanjima protokol treba prilagoditi kako bi se umnožilo više DNA plijena, a manje lažipauka. Porodice Curculionidae i Camaenidae nisu mogle biti određene do vrste zbog slabog poznavanja obje skupine. Za ove je porodice potrebno daljnje barkodiranje vrsta i nadopuna baza podataka.

Molekularnom su analizom zabilježene tri vrste koje su potencijalni poljoprivredni nametnici te jedna vrsta koja može negativno utjecati na ljudsko zdravlje. Većina vrsta vjerojatno je bila konzumirana kao već uginule jedinke, ali ovom se metodom ne može razlikovati hranjenje živim plijenom i strvinama. Međutim, ishrana već uginulim plijenom ne umanjuje doprinos lažipauka kruženju nutrijenata u ekosustavu.

Rezultati ishrane dobiveni na ovaj način su kvalitativni. Dobiven je uvid u samo mali dio raznolikosti prehrane i uloge lažipauka u poljoprivrednim ekosustavima. Daljnja

istraživanja, duljeg trajanja i većeg opsega, potrebna su kako bi se razjasnio doprinos ove skupine u biološkom suzbijanju nametnika, ali i u samim trofičkim mrežama čiji je dio.



## 7. Literatura

- Adams J. (1984): The Habitat and Feeding Ecology of Woodland Harvestmen (Opiliones) in England. *Oikos* 42: 361-370.
- Alberdi A., Aizpurua O., Gilbert M. T. P., Bohmann K. (2018): Scrutinizing key steps for reliable metabarcoding of environmental samples. *Methods in Ecology and Evolution* 9: 134-147.
- Albertini A., Marchi S., Ratti C., Burgio G., Petacchi R., Magagnoli S. (2018): *Bactrocera oleae* pupae predation by *Ocypus olens* detected by molecular gut content analysis. *BioControl* 63: 227-239.
- Allard C. M., Yeagan K. V. (2005): Effect of Diet on Development and Reproduction of the Harvestman *Phalangium opilio* (Opiliones: Phalangidae). *Environmental Entomology* 34: 6-13.
- Anđelić Dmitrović B., Gajski D., Kos T., Jelić M., Šerić Jelaska L. (2023): Insight into Trophic Interactions of Spiders in Olive Groves with Integrated and Ecological Pest Management Using DNA Metabarcoding. *Diversity* 15: 976.
- Antonelli M., Basile L., Gagliardi F., Isernia P. (2022): The future of the Mediterranean agri-food systems: Trends and perspectives from a Delphi survey. *Land Use Policy* 120: 106263.
- AphID (2014) *Capitophorus elaeagni*. [http://aphid.aphidnet.org/Capitophorus\\_elaeagni.php](http://aphid.aphidnet.org/Capitophorus_elaeagni.php) (pristupljeno 2.8.2023.).
- Assmann T. (1999): The ground beetle fauna of ancient and recent woodlands in the lowlands of north-west Germany (Coleoptera, Carabidae). *Biodiversity and Conservation* 8: 1499–1517.
- Astrin J. J., Höfer H., Spelda J., Holstein J., Bayer S., Hendrich L., Huber B. A., Kielhorn K.-H., Krammer H.-J., Lemke M., Monje J. C., Morinière J., Rulik B., Petersen M., Janssen H., Muster C. (2016): Towards a DNA Barcode Reference Database for Spiders and Harvestmen of Germany. *PLOS ONE* 11: e0162624.

- Avtaeva T., Skripchinsky A., Brygadyrenko V. (2020): Changes in the range of *Pterostichus melas* and *P. fornicatus* (Coleoptera, Carabidae) on the basis of climatic modeling. *Baltic J. Coleopterol.* 20: 109–124.
- Babić K. (1916): Opilioni hrvatskog zemaljskog zoološkog muzeja u Zagrebu. *Glasnik hrvatskog prirodoslovnog društva* 28: 169–179.
- Baker G. (1988): The Life History, Population Dynamics and Polymorphism of *Cerutuella virgata* (Mollusca, Helicidae). *Australian Journal of Zoology* 36: 497–512.
- Baranová B., Fazekášová D., Manko P., Jászay T. (2018): Variations in Carabidae assemblages across the farmland habitats in relation to selected environmental variables including soil properties. *Journal of Central European Agriculture* 19: 1-23.
- Barrett R. D. H., Hebert P. D. N. (2005): Identifying spiders through DNA barcodes. *Canadian Journal of Zoology* 83: 481-491.
- Benson D. A., Cavanaugh M., Clark K., Karsch-Mizrachi I., Lipman D. J., Ostell J., Sayers E. W. (2012): GenBank. *Nucleic Acids Research* 41: D36-D42.
- Bonacci T., Brandmayr P., Zetto Brandmayr T. (2011): Predator feeding choice on conspicuous and non-conspicuous carabid beetles: first results. *ZooKeys* 100: 171-179.
- Bonds J. A., Collins C. M., Gouagna L. (2022): Could species-focused suppression of *Aedes aegypti*, the yellow fever mosquito, and *Aedes albopictus*, the tiger mosquito, affect interacting predators? An evidence synthesis from the literature. *Pest Management Science* 78: 2729-2745.
- Boreau de Roince C., Lavigne C., Ricard J.-M., Franck P., Bouvier J.-C., Garcin A., Symondson W. O. C. (2012): Predation by generalist predators on the codling moth versus a closely-related emerging pest the oriental fruit moth: a molecular analysis. *Agricultural and Forest Entomology* 14: 260-269.
- Bristowe W. S. (1949): The Distribution of Harvestmen (Phalangida) in Great Britain and Ireland, with Notes on their Names, Enemies and Food. *The Journal of Animal Ecology* 18: 100–114.

- Brody, M. S., Lawlor, L. R. (1984): Adaptive variation in offspring size in the terrestrial isopod, *Armadillidium vulgare*. *Oecologia* 61: 55–59.
- Brust G. E., Stinneri B. R., McCartney D. A. (1986): Predation by soil inhabiting arthropods in intercropped and monoculture agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 18: 145-154.
- Brygadyrenko V., Avtaeva T., Matsyura A. (2021): Effect of global climate change on the distribution of *Anchomenus dorsalis* (Coleoptera, Carabidae) in Europe. *Acta Biologica Sibirica* 7: 237-260.
- Camacho C., Coulouris G., Avagyan V., Ma N., Papadopoulos J., Bealer K., Madden T. L. (2009): BLAST+: architecture and applications. *BMC Bioinformatics* 10: 421.
- Caraveli H. (2000): A comparative analysis on intensification and extensification in mediterranean agriculture: dilemmas for LFAs policy. *Journal of Rural Studies* 16: 231-242.
- Carbonne B., Bohan D. A., Petit S. (2020): Key carabid species drive spring weed seed predation of *Viola arvensis*. *Biological Control* 141: 104148.
- Chapman A. (2014): The Influence of Landscape Heterogeneity - Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) in Fthiotida, Central Greece. *Biodiversity Data Journal* 2: e1082.
- Chelini M.-C., Willemart R. H., Gnaspini P. (2012): Gregarious behavior of two species of Neotropical harvestmen (Arachnida: Opiliones: Gonyleptidae). *Journal of Arachnology* 40: 256-258.
- Chen S., Zhou Y., Chen Y., Gu J. (2018): fastp: an ultra-fast all-in-one FASTQ preprocessor. *Bioinformatics* 34: i884-i890.
- Chiverton P. A. (1987): Predation of *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) by polyphagous predatory arthropods during the aphids' pre-peak period in spring barley. *Annals of Applied Biology* 111: 257-269.
- Coissac E., Riaz T., Puillandre N. (2012): Bioinformatic challenges for DNA metabarcoding of plants and animals. *Molecular Ecology* 21: 1834-1847.

- Cokendolpher J. C., Holmberg R. G. (2018): Harvestmen of the family Phalangidae (Arachnida, Opiliones) in the Americas. Museum of Texas Tech University, Lubbock, Texas.
- Compson Z. G., McClenaghan B., Singer G. A. C., Fahner N. A., Hajibabaei M. (2020): Metabarcoding From Microbes to Mammals: Comprehensive Bioassessment on a Global Scale. *Frontiers in Ecology and Evolution* 8: 581835.
- Cross J., Fountain M., Markó V., Nagy C. (2015): Arthropod ecosystem services in apple orchards and their economic benefits. *Ecological Entomology* 40: 82-96.
- Cuezzo M. G. (2003): Phylogenetic analysis of the Camaenidae (Mollusca: Stylommatophora) with special emphasis on the American taxa. *Zoological Journal of the Linnean Society* 138: 449-476.
- Cuff J. P., Windsor F. M., Tercel M. P. T. G., Kitson J. J. N., Evans D. M. (2022): Overcoming the pitfalls of merging dietary metabarcoding into ecological networks. *Methods in Ecology and Evolution* 13: 545-559.
- Cuff J. P., Drake L. E., Tercel M. P. T. G., Stockdale J. E., Orozco-Terwengel P., Bell J. R., Vaughan I. P., Müller C. T., Symondson W. O. C. (2021): Money spider dietary choice in pre- and post-harvest cereal crops using metabarcoding. *Ecological Entomology* 46: 249-261.
- Daccordi M., Zanetti A. (1989): Carabid and Staphylinid Beetles in Two Vineyards in the Province of Verona (Italy). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 27: 307-313.
- Deiner K., Bik H. M., Mächler E., Seymour M., Lacoursière-Roussel A., Altermatt F., Creer S., Bista I., Lodge D. M., Vere N., Pfrender M. E., Bernatchez L. (2017): Environmental DNA metabarcoding: Transforming how we survey animal and plant communities. *Molecular Ecology* 26: 5872-5895.
- Deroulers P., Gauffre B., Emeriau S., Harismendy A., Bretagnolle V. (2020): Towards a standardized experimental protocol to investigate interactions between weed seeds and ground beetles (Carabidae, Coleoptera). *Arthropod-Plant Interactions* 14: 127-138.

- Dixon P. L., McKinlay R. G. (1989): Aphid Predation by Harvestmen in Potato Fields in Scotland. *The Journal of Arachnology* 17: 253-255.
- Douglas J., Macfadyen S., Hoffmann A., Umina P. (2017): Crop Seedling Susceptibility to *Armadillidium vulgare* (Isopoda: Armadillidiidae) and *Ommatoiulus moreletii* (Diplopoda: Iulidae). *Journal of Economic Entomology* 110: 2679-2685.
- Drake L., Cuff J., Young R. i sur. (2021a): Post-bioinformatic methods to identify and reduce the prevalence of artefacts in metabarcoding data. Authorea.
- Drake L. E., Cuff J. P., Young R. E., Marchbank A., Chadwick E. A., Symondson W. O. C. (2021b): An assessment of minimum sequence copy thresholds for identifying and reducing the prevalence of artefacts in dietary metabarcoding data. *Methods in Ecology and Evolution* 13: 694-710.
- Drummond F., Suhaya Y., Groden E. (1990): Predation on the Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) by *Phalangium opilio* (Opiliones: Phalangidae). *Journal of Economic Entomology* 83: 772-778.
- Edgar R. C. (2010): Search and clustering orders of magnitude faster than BLAST. *Bioinformatics* 26: 2460-2461.
- Elbrecht V., Leese F. (2015): Can DNA-Based Ecosystem Assessments Quantify Species Abundance? Testing Primer Bias and Biomass-Sequence Relationships with an Innovative Metabarcoding Protocol. *PLOS ONE* 10: e0130324.
- Elbrecht V., Leese F. (2017): Validation and Development of *COI* Metabarcoding Primers for Freshwater Macroinvertebrate Bioassessment. *Frontiers in Environmental Science* 5: 11.
- Elbrecht V., Braukmann T. W. A., Ivanova N. V., Prosser S. W. J., Hajibabaei M., Wright M., Zakharov E. V., Hebert P. D. N., Steinke D. (2019): Validation of *COI* metabarcoding primers for terrestrial arthropods. *PeerJ* 7: e7745.
- EPPO Global Database (2023) *Capitophorus elaeagni*. <https://gd.eppo.int/taxon/CAPIEL> (pristupljeno 2.8.2023.).

- Escalante I., Domínguez M., Gómez-Ruiz D. A., Machado G. (2022): Benefits and Costs of Mixed-Species Aggregations in Harvestmen (Arachnida: Opiliones). *Frontiers in Ecology and Evolution* 9: 766323.
- Faberi A. J., López A. N., Clemente N. L., Manetti P. L. (2011): Importance of diet in the growth, survivorship and reproduction of the no-tillage pest *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda). *Revista chilena de historia natural* 84: 407-417.
- Folmer O., Black M., Hoeh W., Lutz R., Vrijenhoek R. (1994): DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology* 3: 294–299.
- Frank T., Bramböck M. (2016): Predatory beetles feed more pest beetles at rising temperature. *BMC Ecology* 16: 21.
- Gaba S., Deroulers P., Bretagnolle F., Bretagnolle V. (2019): Lipid content drives weed seed consumption by ground beetles (Coleoptera, Carabidae) within the smallest seeds. *Weed Research* 59: 170-179.
- Gaigher R., Samways M. J. (2010): Surface-active arthropods in organic vineyards, integrated vineyards and natural habitat in the Cape Floristic Region. *Journal of Insect Conservation* 14: 595-605.
- Garrick R. C., Reppel D. K., Morgan J. T., Burgess S., Hyseni C., Worthington R. J., Ulyshen M. D. (2019): Trophic interactions among dead-wood-dependent forest arthropods in the southern Appalachian Mountains, USA. *Food Webs* 18: e00112.
- GBIF.org (2023a) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.9zvz42>
- GBIF.org (2023b) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.j3wr2c>
- GenBank [Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US), National Center for Biotechnology Information; [1982]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/> (pristupljeno 1.9.2023.).
- Giglio A., Giulianini P. G., Zetto T., Talarico F. (2011): Effects of the pesticide dimethoate on a non-target generalist carabid, *Pterostichus melas italicus* (Dejean, 1828) (Coleoptera: Carabidae). *Italian Journal of Zoology* 78: 471-477.

- Giribet G., Sharma P. P. (2015): Evolutionary Biology of Harvestmen (Arachnida, Opiliones). *Annual Review of Entomology* 60: 157-175.
- Gkissakis V., Kollaros D., Bärberi P., Livieratos I. (2014): Soil arthropod diversity in organic, integrated and conventional olive orchards in Crete. U: Rahmann G. i Aksoy U. (ur.) *Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference 'Building Organic Bridges', Organic World Congress 2014, Istanbul, e24037.*
- Gkissakis V., Volakakis N., Kollaros D., Bärberi P., Kabourakis E. M. (2016): Soil arthropod community in the olive agroecosystem: Determined by environment and farming practices in different management systems and agroecological zones. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 218: 178–189.
- Ozimec R. (2002): Arachnida. U: Gottstein Matočec S. (ur.) *An overview of the cave and interstitial biota of Croatia. Natura Croatica* 11 (dodatak 1): 49-59.
- Gressitt J. L. (2023). *Encyclopedia Britannica: coleopteran*  
<https://www.britannica.com/animal/beetle> (pristupljeno 3.8.2023.).
- Guenay Y., Trager H., Glarcher I., Traugott M., Wallinger C. (2021): Limited detection of secondarily consumed plant food by DNA-based diet analysis of omnivorous carabid beetles. *Environmental DNA* 3: 426-434.
- Hadži J. (1930): Opiliones. *Prirodoslovna istraživanja sjeverno-dalmatinskog otočja. I. Dugi I Kornati. JAZU* 16: 80–88.
- Hadži J. (1973a): *Novi taksoni suhих južin (Opilioneida) v Jugoslaviji. Razprave IV. razreda SAZU, Ljubljana.*
- Hadži J. (1973b): *Opilioneida. Catalogus Faunae Jugoslaviae, III/4. Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Ljubljana.*
- Halaj J., Cady A. B. (2000): Diet Composition and Significance of Earthworms as Food of Harvestmen (Arachnida: Opiliones). *The American Midland Naturalist* 143: 487-491.
- Hambäck P. A., Cirtwill A. R., García D., Grudzinska-Sterno M., Miñarro M., Tasin M., Yang X., Samnegård U. (2021): More intraguild prey than pest species in arachnid diets may compromise biological control in apple orchards. *Basic and Applied Ecology* 57: 1-13.

- Hammer Ø. (2018): PAST PAleontological STatistics Version 3.21 - Reference manual. Natural History Museum, University of Oslo.
- Hammer Ø, Harper D.A.T., Ryan P.D. (2001): PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 9.
- Happe A.-K., Alins G., Blüthgen N., Boreux V., Bosch J., García D., Hambäck P. A., Klein A.-M., Martínez-Sastre R., Miñarro M., Müller A.-K., Porcel M., Rodrigo A., Roquer-Beni L., Samnegård U., Tasin M., Mody K. (2019): Predatory arthropods in apple orchards across Europe: Responses to agricultural management, adjacent habitat, landscape composition and country. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 273: 141-150.
- HBSD (2023): Paučnjaci. <https://www.hbsd.hr/paucnjaci/> (pristupljeno 1.10.2023.).
- Hodge M. A. (1999): The Implications of Intraguild Predation for the Role of Spiders in Biological Control. *Journal of Arachnology* 27: 351-362.
- iNaturalist (2023a): Opiliones – Observations. [https://www.inaturalist.org/observations?place\\_id=any&taxon\\_id=47367&view=species](https://www.inaturalist.org/observations?place_id=any&taxon_id=47367&view=species) (pristupljeno 1.8.2023.).
- iNaturalist (2023b) Camaenid Land Snails (Family Camaenidae). <https://www.inaturalist.org/taxa/85654-Camaenidae> (pristupljeno 1.8.2023.).
- iNaturalist (2023c) Large Conehead (*Ruspolia nitidula*). <https://www.inaturalist.org/taxa/362292-Ruspolia-nitidula> (pristupljeno 2.8.2023.).
- IUCN (2021): Mediterranean Programme of IUCN Centre for Mediterranean Cooperation 2021 – 2024.
- IUCN (2023): Mediterranean. <https://www.iucnredlist.org/regions/mediterranean> (pristupljeno 5.8.2023.).
- Ivanković Tatalović L., Anđelić B., Jelić M., Kos T., A. Benítez H., Šerić Jelaska L. (2020): Fluctuating Asymmetry as a Method of Assessing Environmental Stress in Two Predatory Carabid Species within Mediterranean Agroecosystems. *Symmetry* 12: 1890.



- Johnson W. A., Alfaress S., Whitworth R. J., McCornack B. P. (2012): Crop Residue and Residue Management Effects on *Armadillidium vulgare* (Isopoda: Armadillidiidae) Populations and Soybean Stand Densities. *Journal of Economic Entomology* 105: 1629-1639.
- Kaláb O., Pyszko P., Kočárek P. (2021): Estimation of the Recent Expansion Rate of *Ruspolia nitidula* (Orthoptera) on a Regional and Landscape Scale. *Insects* 12: 639.
- Karaman I., Lienhard A., Niklos K., Raspotnig G. (2022): Two new species of the genus *Siro* Latreille, 1796 (Opiliones, Cyphophthalmi, Sironidae) in the European fauna. *European Journal of Taxonomy* 834: 1–21.
- King R. A., Read D. S., Traugott M., Symondson W. O. C. (2008): Molecular analysis of predation: a review of best practice for DNA-based approaches. *Molecular Ecology* 17: 947-963.
- Klobučar A. (2017): Širenje areala i vektorska uloga invazivnih vrsta komaraca. Doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb.
- Knapp M. (2016): Relative Importance of Sex, Pre-Starvation Body Mass and Structural Body Size in the Determination of Exceptional Starvation Resistance of *Anchomenus dorsalis* (Coleoptera: Carabidae). *PLOS ONE* 11: e0151459.
- Knapp M., Uhnová K. (2014): Body Size and Nutrition Intake Effects on Fecundity and Overwintering Success in *Anchomenus dorsalis* (Coleoptera: Carabidae). *Journal of Insect Science* 14.
- Kogan M. (1998): Integrated Pest Management: Historical Perspectives and Contemporary Developments. *Annual Review of Entomology* 43: 243-270.
- Kurt K., Elverici M., Kunt K. B. (2021): The first record of *Lacinius dentiger* (C. L. Koch, 1848) (Opiliones: Phalangidae) in Turkey.
- Kury A. B., Mendes A. C., Cardoso L., Kury M. S., Granado A. A., Yoder M. J., Kury I. S. (2021): WCO-Lite version 1.1: an online nomenclatural catalogue of harvestmen of the world (Arachnida, Opiliones) curated in TaxonWorks. *Zootaxa* 4908: 447–450.

- Lafage D., Elbrecht V., Cuff J. P., Steinke D., Hambäck P. A., Erlandsson A. (2020): A new primer for metabarcoding of spider gut contents. *Environmental DNA* 2: 234-243.
- Lamb P. D., Hunter E., Pinnegar J. K., Creer S., Davies R. G., Taylor M. I. (2018): How quantitative is metabarcoding: A meta-analytical approach. *Molecular Ecology* 28: 420-430.
- Leathwick D. M., Winterbourn M. J. (1984): Arthropod predation on aphids in a lucerne crop. *New Zealand Entomologist* 8: 75-80.
- Letardi A., Arnone S., Cristofaro M., Nobili P. (2015): Species composition of carabid communities (Coleoptera Carabidae) in apple orchards and vineyards in Val d'Agri (Basilicata, Italy). *Biodiversity Journal* 6: 11–16.
- Liantraki Z., Tzokas I., Kollaros D. (2017): Structure of soil biocoenosis and biodiversity in olive orchards of three eastern Mediterranean islands. *ENTOMOLOGIA HELLENICA* 23: 1–9.
- Lin J.-H., Zhou W., Ding H.-L., Wang P., Ai H.-M. (2016): The mitochondrial genome of the land snail *Cerzuela virgata* (Da Costa, 1778): the first complete sequence in the family Hygromiidae (Pulmonata, Stylommatophora). *ZooKeys* 589: 55-69.
- Liu M., Clarke L. J., Baker S. C., Jordan G. J., Burrige C. P. (2020): A practical guide to DNA metabarcoding for entomological ecologists. *Ecological Entomology* 45: 373-385.
- Ma Z., Ren J., Zhang R. (2022): Identifying the Genetic Distance Threshold for Entiminae (Coleoptera: Curculionidae) Species Delimitation via *COI* Barcodes. *Insects* 13: 261.
- Machač O. (2017) *Lacinius dentiger* - sekáč drobný. *Natura Bohemica*. <http://www.naturabohemica.cz/lacinius-dentiger/> (pristupljeno 1.7.2023.).
- Magura T., Tóthmérész B., Molnár T. (2001): Forest edge and diversity: carabids along forest-grassland transects. *Biodiversity and Conservation* 10: 287–300.
- Martens, J. (1978): Spinnentiere, Arachnida: Weberknechte, Opiliones. *Die Tierwelt Deutschlands*. G. Fischer Verlag, Jena.

- Merdić E., Zahirović Ž, Vručina I. (2008): Procjena rizika za bolesti koje prenose komarci u odnosu na klimatske promjene i ulaza egzotičnih vrsta. *Infektološki glasnik* 28: 17–21.
- Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (2023) Invazivne strane vrste: *Aedes albopictus* Skuse, 1894. <https://invazivnevrste.haop.hr/katalog/139> (pristupljeno 2.8.2023.).
- Mršić N. (1997): Živali naših tal : uvod v pedozoologijo - sistematika in ekologija s splošnim pregledom talnih živali. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
- Muller A., Schader C., El-Hage Scialabba N., Brüggemann J., Isensee A., Erb K.-H., Smith P., Klocke P., Leiber F., Stolze M., Niggli U. (2017): Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nature Communications* 8: 1290.
- Nagy A., Ósz A., Tóth M., Rácz I. A., Kovács S., Szanyi S. (2023): Nontarget catches of traps with chemical lures may refer to the flower-visitation, probable pollination, and feeding of bush crickets (Ensifera: Tettigoniidae). *Ecology and Evolution* 13: e10249.
- Neidel V., Wallinger C., Traugott M. (2023): Secondary predation by omnivores: Cereal aphid consumption bears no risk of misinterpretation in DNA-based diet analysis. *Journal of Applied Entomology* 147: 356-360.
- Newton B. L., Yeargan K. V. (2001): Predation of *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) Eggs and First Instars by *Phalangium opilio* (Opiliones: Phalangidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 74: 199-204.
- Novak T. (2004): An overview of harvestmen (Arachnida: Opiliones) in Croatia. *Natura Croatica* 13: 231–296.
- Novak T., Klokočovnik V., Lipovšek Delakorda S., Devetak D., Janželpvoč F. (2009): Preferences for different substrates in *Phalangium opilio* (Opiliones: Phalangidae) in natural environment. *Acta Biologica Slovenica* 52: 28-35.
- Nyffeler M., Symondson W. O. C. (2001): Spiders and harvestmen as gastropod predators: Gastropods as prey of arachnids. *Ecological Entomology* 26: 617-628.
- Oberprieler R. G., Marvaldi A. E., Anderson R. S. (2007): Weevils, weevils, weevils everywhere. *Zootaxa* 1668: 491-520.

- Oger P. (2005) *Lacinius horridus* (Panzer, 1794) <https://www.galerie-insecte.org/galerie/ref-220944.htm> (pristupljeno 11.7.2023.).
- Omerzo E., Brković L. (2022): Poljoprivredna proizvodnja u 2021. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Zagreb.
- Ozimec R. (2009a): *Lola insularis* Kratochvil, 1937 (HRCP001100). U: „Crveni popis divljih vrsta Hrvatske“. Dostupno na: <https://crvenipopis.haop.hr/preglednik/1100>. Zavod za zaštitu okoliša i prirode Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja (pristupljeno 1.10.2023.).
- Ozimec R. (2009b): *Travunia anophthalma* Absolon & Kratochvil, 1927 (HRCP001176). U: „Crveni popis divljih vrsta Hrvatske“. Dostupno na: <https://crvenipopis.haop.hr/preglednik/1176>. Zavod za zaštitu okoliša i prirode Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja (pristupljeno 1.10.2023.).
- Papura D., Roux P., Joubard B., Razafimbola L., Fabreguettes O., Delbac L., Rusch A. (2020): Predation of grape berry moths by harvestmen depends on landscape composition. *Biological Control* 150: 104358.
- Pearsons K. A., Tooker J. F. (2021): Preventive insecticide use affects arthropod decomposers and decomposition in field crops. *Applied Soil Ecology* 157: 103757.
- Pinto-da-Rocha, R., Machado, G., Giribet, G. (2007): *Harvestmen: The Biology of Opiliones*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Pizzolotto R., Mazzei A., Bonacci T., Scalercio S., Iannotta N., Brandmayr P. (2018): Ground beetles in Mediterranean olive agroecosystems: Their significance and functional role as bioindicators (Coleoptera, Carabidae). *PLOS ONE* 13: e0194551.
- Pompanon F., Deagle B. E., Symondson W. O. C., Brown D. S., Jarman S. N., Taberlet P. (2012): Who is eating what: diet assessment using next generation sequencing. *Molecular Ecology* 21: 1931-1950.
- Potapov A. M., Beaulieu F., Birkhofer K., Bluhm S. L., Degtyarev M. I., Devetter M., Goncharov A. A., Gongalsky K. B., Klärner B., Korobushkin D. I., Liebke D. F., Maraun M., Mc Donnell R. J., Pollierer M. M., Schaefer I., Shrubovych J., Semenyuk

- I. I., Sendra A., Tuma J., Tůmová M., Vassilieva A. B., Chen T., Geisen S., Schmidt O., Tiunov A. V., Scheu S. (2022): Feeding habits and multifunctional classification of soil-associated consumers from protists to vertebrates. *Biological Reviews* 97: 1057-1117.
- Powell E. C., Painting C. J., Hickey A. J., Machado G., Holwell G. I. (2021): Diet, predators, and defensive behaviors of New Zealand harvestmen (Opiliones: Neopilionidae). *The Journal of Arachnology* 49: 122–140.
- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Ratnasingham S., Hebert P. D. (2007): BOLD: The Barcode of Life Data System (<http://www.barcodinglife.org>). *Molecular Ecology Notes* 7: 355-364.
- Rozwałka R., Sienkiewicz P., Staręga W. (2010): Distribution of *Lacinius dentiger* (C. L. Koch, 1847) (Arachnida: Opiliones) in Poland. *Annales UMCS, Biologia* 65: 67–72.
- Ruano F., Lozano C., Garcia P., Pena A., Tinaut A., Pascual F., Campos M. (2004): Use of arthropods for the evaluation of the olive-orchard management regimes. *Agricultural and Forest Entomology* 6: 111-120.
- Rusch A., Binet D., Delbac L., Thiéry D. (2016): Local and landscape effects of agricultural intensification on Carabid community structure and weed seed predation in a perennial cropping system. *Landscape Ecology* 31: 2163-2174.
- Schaider M., Novak T., Komposch C., Leis H.-J., Raspotnig G. (2018): Methyl-ketones in the scent glands of Opiliones: a chemical trait of cyphophthalmi retrieved in the dyspnoan *Nemastoma triste*. *Chemoecology* 28: 61-67.
- Scholz M. (2023): E-value & Bit-score - BLAST software tool. <https://www.metagenomics.wiki/tools/blast/evaluate> (pristupljeno 1.9.2023.).
- Schloss P. D., Westcott S. L., Ryabin T., Hall J. R., Hartmann M., Hollister E. B., Lesniewski R. A., Oakley B. B., Parks D. H., Robinson C. J., Sahl J. W., Stres B., Thallinger G. G., Van Horn D. J., Weber C. F. (2009): Introducing mothur: Open-Source, Platform-Independent, Community-Supported Software for Describing and Comparing Microbial Communities. *Applied and Environmental Microbiology* 75: 7537-7541.

- Schmaedick M., Shelton A. (2000): Arthropod predators in cabbage (Cruciferae) and their potential as naturally occurring biological control agents for *Pieris rapae* (Lepidoptera: Pieridae). *The Canadian Entomologist* 132: 655–675.
- Sharma A., Shukla A., Attri K., Kumar M., Kumar P., Suttee A., Singh G., Barnwal R. P., Singla N. (2020): Global trends in pesticides: A looming threat and viable alternatives. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 201: 110812.
- Sharma A., Kumar V., Shahzad B., Tanveer M., Sidhu G. P. S., Handa N., Kohli S. K., Yadav P., Bali A. S., Parihar R. D., Dar O. I., Singh K., Jasrotia S., Bakshi P., Ramakrishnan M., Kumar S., Bhardwaj R., Thukral A. K. (2019): Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. *SN Applied Sciences* 1: 1446.
- Sheppard S. K., Bell J., Sunderland K. D., Fenlon J., Skervin D., Symondson W. O. C. (2005): Detection of secondary predation by PCR analyses of the gut contents of invertebrate generalist predators. *Molecular Ecology* 14: 4461-4468.
- Shultz J. W. (2018): A Guide to the Identification of the Harvestmen (Arachnida: Opiliones) of Maryland. *Northeastern Naturalist* 25: 21-49.
- Slatko B. E., Gardner A. F., Ausubel F. M. (2018): Overview of Next-Generation Sequencing Technologies. *Current Protocols in Molecular Biology* 122: e59.
- Ssepuyya G., Mukisa I. M., Nakimbugwe D. (2017): Nutritional composition, quality, and shelf stability of processed *Ruspolia nitidula* (edible grasshoppers). *Food Science & Nutrition* 5: 103-112.
- Stašiov S., Uhorskaiová L., Svitok M., Hazuchová L., Vician V., Kočík K. (2011): Influence of agricultural management form on the species structure of harvestman (Opiliones) communities. *Biologia* 66: 149-155.
- Symondson W. O. C. (2002): Molecular identification of prey in predator diets. *Molecular Ecology* 11: 627–641.
- Šerić Jelaska L. (2016): Predation on epigeic, endogeic and anecic earthworms by carabids active in spring and autumn. *Periodicum Biologorum* 118: 281-289.

- Šerić Jelaska L. (2019): Procjena uloge člankonožaca predatora u mediteranskim poljoprivrednim ekosustavima putem DNA iz okoliša (eDNA). Br. projekta 10/19, UKF fond (Jedinstvo uz pomoć znanja) i Sveučilište u Cardiffu, UK.
- Šerić Jelaska L., Durbešić P. (2009): Comparison of the body size and wing form of carabid species (Coleoptera: Carabidae) between isolated and continuous forest habitats. *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)* 45: 327-338.
- Šerić Jelaska L., Franjević D., Jelaska S. D., Symondson W. O. C. (2014a): Prey detection in carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) in woodland ecosystems by PCR analysis of gut contents. *European Journal of Entomology* 111: 631–638.
- Šerić Jelaska L., Anđelić Dmitrović B., Ivanković Tatalović L., Resetnik I. (2022a): Meditera3. University of Zagreb Faculty of Science. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/5jkd4t> accessed via GBIF.org (pristupljeno 7.9.2023.).
- Šerić Jelaska L., Ivanković Tatalović L., Kostanjšek F., Kos T. (2022b): Ground beetle assemblages and distribution of functional traits in olive orchards and vineyards depend on the agricultural management practice. *BioControl* 67: 275-286.
- Šerić Jelaska L., Jurasović J., Brown D. S., Vaughan I. P., Symondson W. O. C. (2014b): Molecular field analysis of trophic relationships in soil-dwelling invertebrates to identify mercury, lead and cadmium transmission through forest ecosystems. *Molecular Ecology* 23: 3755-3766.
- Tercel M. P. T. G., Symondson W. O. C., Cuff J. P. (2021): The problem of omnivory: A synthesis on omnivory and DNA metabarcoding. *Molecular Ecology* 30: 2199-2206.
- Tshernyshev W. B. (1995): Ecological pest management (EPM): general approaches. *Journal of Applied Entomology* 119: 379-381.
- Tuf I. H., Dedek P., Veselý M. (2012): Does the diurnal activity pattern of carabid beetles depend on season, ground temperature and habitat? *Archives of Biological Sciences* 64: 721-732.
- Ubick D., Ozimec R. (2005): On the harvestman genus *Lola* Kratochvíl (Opiliones: Laniatores). *Natura Croatica* 14: 161–174.

- Ubick D., Ozimec R. (2019): A new critically endangered species of the harvestman genus *Lola* Kratochvíl, 1937 (Opiliones: Laniatores: Phalangodidae) from the Dalmatian karst, with notes on troglomorphy in European phalangodids. *Journal of Arachnology* 47:142–153.
- UK Beetles (2023a) CURCULIONIDAE. <https://www.ukbeetles.co.uk/curculionidae> (pristupljeno 1.8.2023.).
- UK Beetles (2023b) *Anchomenus dorsalis* (Pontoppidan, 1763). <https://www.ukbeetles.co.uk/anchomenus-dorsalis> (pristupljeno 3.8.2023.).
- UK Beetles (2023c) *Ocypus olens* (Müller, O.F., 1764). <https://www.ukbeetles.co.uk/ocypus-olens> (pristupljeno 3.8.2023.).
- UK Beetle Recording (2023) *Abax parallelus* (Duftschmid, 1812). <https://www.coleoptera.org.uk/node/13013> (pristupljeno 5.8.2023.).
- Universität Hamburg (2023) *Astrobunus dinaricus* Roewer, 1915 [https://www.fundus.uni-hamburg.de/en/collection\\_records/94154#pfad](https://www.fundus.uni-hamburg.de/en/collection_records/94154#pfad) (pristupljeno 1.8.2023.).
- Vamos E., Elbrecht V., Leese F. (2017): Short *COI* markers for freshwater macroinvertebrate metabarcoding. *Metabarcoding and Metagenomics* 1: e14625.
- Van Driesche R., Bellows T. S. (1996): *Biological control*. Springer New York, NY.
- Verschut V., Strandmark A., Esparza-Salas R., Hambäck P. A. (2019): Seasonally varying marine influences on the coastal ecosystem detected through molecular gut analysis. *Molecular Ecology* 28: 307-317.
- Vom Hofe H., Gerstmeier R. (2001): Ecological preferences and movement patterns of carabid beetles along a river bank. *Revue d'Écologie (La Terre et La Vie)* 56: 313-320.
- Wang S., Zhu Z., Yang L., Li H., Ge B. (2023): Body Size and Weight of Pill Bugs (*Armadillidium vulgare*) Vary between Urban Green Space Habitats. *Animals* 13: 857.
- Wijnhoven H. (2009): *De Nederlandse hooiwagens (Opiliones)*. Nederlandse Entomologische Vereniging, Museum Naturalis I EIS-Nederland, Leiden.



- Willemart R. H., Farine J.-P., Peretti A. V., Gnaspini P. (2006): Behavioral roles of the sexually dimorphic structures in the male harvestman, *Phalangium opilio* (Opiliones, Phalangidae). *Canadian Journal of Zoology* 84: 1763-1774.
- Willemart R. H., Osses F., Chelini M. C., Macías-Ordóñez R., Machado G. (2009): Sexually dimorphic legs in a neotropical harvestman (Arachnida, Opiliones): Ornament or weapon? *Behavioural Processes* 80: 51-59.
- Wolff J. O., Schönhofer A. L., Schaber C. F., Gorb S. N. (2014): Gluing the ‘unwetable’: soil-dwelling harvestmen use viscoelastic fluids for capturing springtails. *Journal of Experimental Biology* 217: 3535-3544.
- Zaller J. G., Moser D., Drapela T., Frank T. (2009): Ground-dwelling predators can affect within-field pest insect emergence in winter oilseed rape fields. *BioControl* 54: 247-253.

## 8. Životopis

Rođena sam 24. veljače 2000. godine u Zagrebu, gdje sam 2018. godine završila Prirodoslovnu školu Vladimira Preloga. Nakon gimnazije upisala sam preddiplomski sveučilišni studij Biologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, koji sam završila 2021. godine. Za diplomski sam studij odabrala smjer Ekologija i zaštita prirode, modul Kopno, na istom fakultetu. Tijekom studija sam bila aktivni član Udruge studenata biologije – BIUS. Kao voditeljica Sekcije za sisavce od 2020. do 2023. godine, provela sam nekoliko studentskih projekata, poput Male škole mamalogije 2020. i 2021. te projekta Dabar i voda 2021. Organizirala sam istraživačko-edukacijski projekt „Histrina 2022.“, a kao voditelj sekcije sudjelovala sam u projektima „Žumberak 2021.“ i „Zagorje zelene 2023“. Od 2022. do 2023. godine bila sam tajnica Udruge. Stručnu praksu odradila sam 2022. godine u Javnoj ustanovi Zeleni prsten Zagrebačke županije, za koju sam 2023. godine provela Istraživanja vidre (*Lutra lutra* L.) i dabra (*Castor fiber* L.) u Natura 2000 područjima Žutica i Odransko polje. Tijekom godina sam se uključila u razne edukacije za djecu i širu javnost, poput Noći biologije 2019, BIUS-ovih predavanja za učenike srednjih škola te radionica udruga Bioteka, Profesor Baltazar i Hyla. Sudjelovala sam u više edukativnih kampova i konferencija, kao što su Dinara back to LIFE, Ornitološki kamp Učka, Veliki letnji teren – Kučaj 2023, Četvrta konferencija studenata biologije, ekologije i zaštite životne sredine „EkoBioMorfa 2022“, Završna konferencija projekta „Neonikotinoide i bakar u mediteranskoj poljoprivredi – učinci na ne ciljšanu faunu beskralješnjaka kroz trofičke interakcije (MEDITERATRI, HRZZ UIP 2017-05-1046)“ i Simpozij studenata bioloških usmjerenja (SiSB) 2023.

### OBJAVLJENI RADOVI I KONGRESNA PRIOPĆENJA

Šašić P., Pahor E., Bertonec I., Vukušić M., Miličević M., Šafar Godinić L., Vuković T., Lisičić D. (2021): Istraživanje sisavaca Parka prirode Žumberak – Samoborsko gorje. U: Klarin A., Vizec P., Dupanović A., Požarić F. (ur.), Zbornik istraživačkih radova „Žumberak 2020.“ i „Žumberak 2021.“, Udruga studenata biologije – BIUS, Zagreb, str. 202-215.

Židak L., Vinković L., Pahor E., Šašić P., Brkić A., Sabolić I., Gulin V., Šumanović M. (2022): Utjecaj dabrovih brana na zajednicu makrozoobentosa i kakvoću vode. U: Bailović B., Vukčević A. (ur.), Knjiga izvoda sa Četvrte konferencije studenata biologije, ekologije i zaštite životne sredine „EkoBioMorfa 2022“, Naučno-istraživačko društvo studenata biologije i ekologije „Josif Pančić“, Novi Sad, str. 24-25.

## 9. Prilozi

Tablica P1. Taksonomska klasifikacija vrsta i porodica pronađenih u probavilima lažipauka.

Vrsta	Porodica	Red
<i>Abax parallelus</i>	Carabidae	Coleoptera
<i>Aedes albopictus</i>	Culicidae	Diptera
/	Camaenidae	Stylommatophora
<i>Anchomenus dorsalis</i>	Carabidae	Coleoptera
<i>Armadillidium vulgare</i>	Armadillidiidae	Isopoda
<i>Capitophorus elaeagni</i>	Aphididae	Hemiptera
<i>Cerneuella virgata</i>	Geomitridae	Stylommatophora
/	Curculionidae	Coleoptera
<i>Harpalus dimidiatus</i>	Carabidae	Coleoptera
<i>Ocypus olens</i>	Staphylinidae	Coleoptera
<i>Pterostichus melas</i>	Carabidae	Coleoptera
<i>Ruspolia nitidula</i>	Tettigoniidae	Orthoptera

Tablica P2. Popis operativnih taksonomskih jedinica (OTU) detektiranih u probavilu lažipauka s pripadajućim vrstama, DNA sekvencama i jedinkama lažipauka u čijim su probavilima pronađene.

Jedinka lažipauka	OTU	Vrsta	DNA sekvenca
MT3004, MT3011, MT3012, MT3013	Otu71	<i>Abax parallelus</i>	AAATAAGTGTTGATAGAGAATAGGATCTC CACCTCCAGCTGGGTCAAAAAATGAAGTA TTAAAATTTTCGATCTGTTAGAAGTATTGTG ATAGCTCCTGCTAATACAGGCAGTGATAA CAGTAGTAATAGGGCAGTAATTCCTACTG ATCAAACAAATAAAGGTATTCGATCAAAT GTTATACCTACTGATCGTATATTAATAATT GTGGTGATAAAATTTACAGCTCCTAAAATT GAGGAAATTCCAGCTAAATGAAGACTAAA AATAGCTAAATCAACCGAGGCTCCTCTAT GGGCAATATTACTAGAAAGGGGGGGGTAA ACTGTTTCATCCTGTGCCAGTACCTCTTTCA ACTATGCTGCTTATAAGGAGCAAGGTCAA TGAAGGAGGGAGCAGTCAAAATCTCATGT TATTCATT

MT3003, MT3006, MT3008	Otu121	<i>Aedes albopictus</i>	AAATAAATGTTGATATAAAATAGGGTCTC CCCCTCCAATTGGATCAAAAAAAGATGTA TTAAATTTTCGGTCTGTTAATAATATAGTA ATAGCTCCGGCTAATACGGGTAGAGAAAG AAGTAATAAAATAGCTGTAATTACTACTG ATCACACAAATAAAGGTAGTCGATCAAGA GTAATACCAGCTGATCGTATATTAATTACA GTTGTAATAAAATTTACTGCTCCTAAAATA GATGAGATTCCCGCTAAATGTAAAGAAAA AATTGCTAAATCAACTGAAGCCCCAGCAT GAGCTGTTCCAGAAGAAAGAGGAGGATAA ACCGTTCACCCTGTTCCAGCTCCGTTTTCT ACTATAGAACTAGAAAGCAGCAGTGTTAA AGAGGGGGGTAATATTCAAAAATTATAT TATTTATT
MT3011	Otu180	Camaenidae	CTTGAATAATATTAGCTTTTGGCTTTTGAT CCCTGCCTTGATTCTCTTGA CTCTTTCAAT AGTGGTTGGCTCTGGTGC GGGAACAGGAT GGACCTTTTATCCCCCTCTTAGCAGTGTGG GGCACCTGATGCAGCAGTTGATTTTATGC TTGTGAGCCTTCACTTGGCAGGCGCGTCT CCATTTTAGGGGCGATTAATTTTATTACAA CGATTTTAAATATGCGTGCCCTGGCATGA CGATGCACAACTGCCTCTTTTGTGGG GAATGCTCATTACTGCGTTTTACTCCTTT AGCCGTTCTGTTTTAGCGGGTGCTATTAC CATGCTCTTAACGGATCGAGGGTTTGAA CAAGTTTCTTTGAACCTGCCGGGGGAGGA GACCCGGTTCTCTTCCAACATCTCTTT
MT3004, MT3008	Otu243	<i>Anchomenus dorsalis</i>	AAATAAATGTTGATAAAGAATAGGGTCTC CTCCACCAGCTGGGTCAAAAAATGAAGTA TTAAATTTTCGATCTGTTAATAGTATTGTA ATAGCTCCTGCTAATACAGGTAAAGATAA AAGTAATAATAAGGCAGTAATTCCA ACTG ATCAAACAAATAATGGTATTCGATCAAAA GTTATTCCTACTGATCGTATGTTATTAATA GTTGTAATAAAATTTACAGCTCCTAAAATT GATGATGCTCCTGCTAAATGTAATCTAAA AATAGCTAAATCTACTGAAGCTCCTGCAT GTGCAATTCCTGATGATAGTGGGGGATAA ACTGTTCCATCCTGTTCCAGCTCCTCTTTCC ACTAACTTCTCATTAAAAGAAGCGTTAA TGAAGGGGGGAAGTAATCAGAACTTATAT TATTTATT

MT3035	Otu68	<i>Armadillidium vulgare</i>	GATAAATAATATAAGATTTTGACTTTTACC CCCTTCTTTAACTTTATTACTTAGAAGGGG ATTAGTTGAAAGAGGAGTAGGAACAGGGT GGACAGTATATCCTCCGCTGGCGTCGAGA ATTGCTCACAGAGGTGCATCTGTAGATTTA GGTATTTTTTCTCTCCACCTTGCTGGAGCT TCTTCTATTTTAGGGGCTGTAAATTTTATT ACTACTATAATTAATATACGAGCAGCTGG AATCATAATAGACCGTGTTCCTTTATTTGT TTGATCAGTAATAGTAACGGCTGTGCTTTT GCTTTTATCATTACCTGTACTAGCAGGAGC TATTACTATATTAACTGATCGAAATTT AAATACCTCTTTTTTTGACCCTAGCGGAGG TGGGGATCCTATCCTTTATCAACATTTATT C
MT3035	Otu351	<i>Capitophorus elaeagni</i>	ATTAAATAATATTAGATTCTGATTATTACC ACCATCATTAAATAATAAATTTGTAGATT TTTAATTAATAATGGAACAGGTACAGGAT GAACTATTTATCCTCCATTATCTAATAATA TTGCACACAATAATATCTCAGTTGATTTAA CTATTTTCTCTTTACATTTAGCAGGAATTT CTTCAATTTTAGGAGCAATTAATTTTATTT GTACAATTTTAAATATAAATACCTTATAATA TAAAATTAATCAAATCCCTCTTTTTCCAT GATCAATTTTAAATTACAGCAATTTTATTAA TTTTATCACTACCAGTTTTAGCAGGTGCTA TTACAATATTATTAACTGATCGAAATTTTA ATACCTCATTCTTTGATCCAGCAGGTGGAG GAGATCCAATCTTATATCAACATTTATTT
MT3000, MT3003, MT3004, MT3005	Otu134	<i>Cerneuella virgata</i>	TATAAATAATATAAGTTTCTGACTTTTACC ACCCTCATTTCTTTACTAATTAGAAGAAG ATTAGTTGAAGGGGGAGCTGGTACAGGTT GAACCGTTTACCCCCCTTTAAGGTCATTAA CTGGACACAGTGGGGCGTCAGTTGATCTT GCCATTTTTTCTTTACATTTGGCAGGTATA TCCTCAATTTTAGGTGCCATTAATTTTATT ACTACTATTTTTAACATACGATCACCTGGT ATAACAATAGAACGGGTTAGTTTGTGTTGTC TGATCAATTTTAGTTACGGTTTTTTTACTTT TATTATCTCTCCCTGTCTTAGCAGGAGCTA TTACTATGTTATTAACCGACCGAAATTTTA ACACATCCTTTTTTTGACCCTGCTGGTGGGG GTGACCCTATTTTATATCAACACTTATTT

MT3012, MT3016	Otu277	Curculionidae	GAAGATATGTTGGTATAGTACTGGGTCAC CACCTCCTGCTGCATCGAAGAATGATGTGT TGAAGTTACGGTCAGTTAGTAGCATTGTTA GACCACCTGCTAGTACAGGTACGGCTAGG ATAATAATAACTGATTGGAATAGCATAGC CCATACGAATAGTGGCATTGTTGTGTAGTGT CATTCCAGGAGCTCGCATGTTTAGAATAGT TGTAAGGATGTTTATTGATCCGAGCATTGA ACTAATACCTGAAAGGTGAAGAGCGAAAA TTGCTAGGTCAACTGATCCACCTGAGTGA GCTTGTACACCTGATAGAGGAGGGTAAAC TGCCATCCTGTACCTGCTCCTTGTCTAC GAAAGCACTAGCTAGTAGCAGAGTAATTG AAGGAATAAGTAACCAGAATGAAATGTTG TTTAGA
MT3032, MT3041, MT3043	Otu242	Curculionidae	GAAGATATGTTGGTATAGTACTGGGTCAC CACCTCCGGCTGCGTCGAAGAATGATGTG TTGAAGTTACGGTCAGTTAGTAGCATTGTT AGACCACCTGCTAGTACAGGAACGGCTAG AATGATAATAACTGATTGGAATAGCATAG CCCATACGAATAGTGGCATTGTTGTGTAGA GTCATTCCAGGAGCTCGCATGTTTAGAATA GTTGTAAGAATGTTTATTGAACCCAGCATT GAGCTAATACCTGAAAGGTGAAGAGCGAA GATAGCTAGGTCAACTGATCCACCTGAGT GAGCTTGTACACCTGATAGAGGAGGGTAA ACTGTCCATCCTGTACCTGCTCCTTGTCT ACGAAAGCGCTAGCTAGTAGTAGAGTGAT TGAAGGGATAAGTAACCAGAATGAGATGT TGTTTAGT
MT3004, MT3007, MT3009	Otu270	<i>Harpalus dimidiatus</i>	AAATAAATGTTGATATAAAATTGGATCTC CTCCTCCAGCAGGATCAAAAAAGAAGTA TTAAATTTTCGATCTGTAAATAGTATAGTA ATAGCTCCAGCTAATACTGGTAAAGATAA AAGTAAAAGTAATGCAGTAATTCCTACTG ATCATACAAATAATGGTATTCGATCAAAT GTTATTCCTACTGATCGTATATTAATAATT GTAGTAATAAAATTTACTGCACCTAAAATT GAAGAAACACCAGCTAAATGTAAGCTAAA AATTGCTAAATCTACTGAAGCTCCTCTATG AGCAATCCCAGATGATAAGGGGGGATAAA CTGTTTCATCCAGTACCAGCTCCTCTTTCTA CTATTCTTCTTATTAAGAAGAGTTAATG AAGGAGGAAGTAGTCAAAAATTATATTA TTTATA

MT3028, MT3033, MT3035	Otu34	<i>Ocypus olens</i>	AAATAAATGTTGGTACAGAATTGGATCAC CACCGCCGGATGGGTCAAAAAATGAGGTA TTAAGATTTCCGGTCAGTTAAAAGTATAGTA ATTGCTCCAGCTAAGACTGGCAAAGATAG GAGAAGCAATAGAGCGGTAATAACTACGG ATCAAACGAATAGTGGTATTCGATCAAAT GTTATTCCTGTTGATCGTATGTTGATTACA GAAGTAATGAAATTTACAGCACCCAAAAT TGATGAGATTCCAGCTAAATGTAATCTGA AAATAGCCAAATCAACAGAAGCACCTCTA TGGGCAATATTAGTGGAAAGCGGAGGATA CACAGTTCATCCTGTTCCCTGCACCTCTTTC AGCTATTCTTCTCATAAGCAGTAAAGTTAA TGACGGAGGGAGAAGTCAAAACCTTATGT TGTTTATT
MT3035	Otu156	<i>Ocypus olens</i>	AATAACAACATAAGGTTTTGACTTCTCCC TCCGTCATTAACTTTACTGCTTATGAGAAG AATAGCTGAGAGAGGTGCAGGAACAGGAT GAACTGTGTATCCTCCGCTTCCACTAATA TTGCCATAGAGGTGCTTCTGTTGATTTGG CTATTTTCAGATTACATTTAGCTGGAATCT CATCAATTTTGGGTGCTGTAAATTTTCAATTA CTTCTGTAATCAACATACGATCAACAGGA ATAACATTTGATCGAATACCACTATTCGTT TGATCCGTAGTTATTACCGCTCTATTGCTT CTCCTATCTTTGCCAGTCTTAGCTGGAGCA ATTACTATACTTTTAACTGACCGAAATCTT AATACCTCATTTTTTTGACCCATCCGGCGGT GGTGATCCAATTCTGTACCAACATTTATTT
MT3031	Otu226	<i>Pterostichus melas</i>	AATAAATAATATAAGTTCTTGATTACTACC TCCCTCTTTAACATTACTTTTAAATAAGTAG TATAGTTGAAAATGGATCTGGTACAGGAC GAACAGTGTACCCCCCTTTGTCATCAGGA ATTGCACATGCAGGAGCTTCAGTTGATTTA GCTATTTTITAGTTTACATTTAGCTGGAATT TCTTCTATTCTAGGAGCAGTAAATTTTATT ACTACAATTATTAATATACGATCTACAGG AATAACATTTGATCGAATACCATTATTTGT TTGATCTGTAGGAATTACTGCTTTATTATT ACTTCTTTCATTACCTGTATTAGCTGGTGC TATTACTATGTTATTAACAGATCGAAATTT AAATACTTCTTTTTTTGATCCAGCTGGAGG AGGAGACCCTATTTTATATCAACATTTATT T

---

MT3024

Otu178

*Ruspolia  
nitidula*

AAATAAGTGTTGATAGAGAATAGGGTCTC  
CTCCACCTGCAGGGTCAAAGAAAGATGTA  
TTTAAATTACGGTCTGTAAAAGTATTGTA  
ATTGCTCCGGCAAGAACGGGAAGAGAGAG  
GAGTAACAAGAGAGCTGTAATAGCAACAG  
CTCAAACAAATAAAGGTGTTTGATCTAAT  
GACATACCTGGTGCTCGTATATTAATTGTT  
GTAGTGATAAAGTTTACGGCCCCAAGAAT  
TGAAGAACTCCAGCTAGATGTAAAGAAA  
AAATAGCTAAATCAACTGAAGCCCCTGCA  
TGGGCAATCCCTGCAGAAAGCGGGGGATA  
AACCGTTCAACCTGTACCCGCGCCACTTTC  
CACTAATCTTCTGGCGAGTAAAAGGGTTA  
GTGATGGGGGGAGTAATCAAAACTTATA  
TTGTTTATT

---



Tablica P3. Normalizirani podaci o raznolikosti skupina beskralješnjaka sakupljenih lovnim zamkama na istraživanim plohama. K označava kontrolnu plohu, ME maslinik s ekološkom zaštitom bilja, MI maslinik s integriranom zaštitom bilja, VE vinograd s ekološkom zaštitom bilja, a VI vinograd s integriranom zaštitom bilja (preuzeto i prilagođeno prema: Šerić Jelaska i sur. 2022a).

Skupina	K	ME	MI	VE	VI
Acarina	0,931159	4,507246	7,347826	0,840580	2,920290
Araneae	1,253623	1,365942	4,695652	1,086957	1,956522
Blattodea	0,025362	0,000000	0,065217	0,003623	0,000000
Chilopoda	0,086957	0,032609	0,061594	0,036232	0,086957
Coleoptera	0,923913	1,344203	8,293478	9,960145	4,199275
Collembola	2,666667	4,115942	20,967391	1,144928	6,173913
Dermaptera	0,000000	0,003623	0,007246	0,000000	0,000000
Diplopoda	0,115942	0,123188	0,032609	0,003623	0,047101
Diptera	1,007246	1,721015	7,260870	1,528986	1,496377
Gastropoda	0,054348	2,565217	0,590580	0,018116	0,126812
Hemiptera	0,144928	0,565217	2,018116	1,699275	1,927536
Homoptera	0,112319	0,173913	0,398551	0,257246	0,148551
Hymenoptera	6,322464	15,141304	6,438406	2,394928	23,815217
Isopoda	0,231884	1,072464	3,286232	1,242754	1,851449
Lepidoptera	0,000000	0,000000	0,010870	0,007246	0,000000
Nerazvrstano	0,250000	0,489130	2,112319	5,007246	4,445652
Neuroptera	0,000000	0,003623	0,000000	0,000000	0,007246
Oligochaeta	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,003623
Opiliones	0,293478	0,539855	0,811594	0,956522	0,278986
Orthoptera	0,130435	0,036232	0,025362	0,503623	0,094203
Plecoptera	0,000000	0,000000	0,000000	0,003623	0,000000
Pseudoscorpiones	0,025362	0,000000	0,253623	0,007246	0,010870
Psocoptera	0,007246	0,014493	0,010870	0,014493	0,032609
Scorpiones	0,018116	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Strepsiptera	0,000000	0,000000	0,003623	0,000000	0,000000
Thysanoptera	0,007246	0,065217	0,050725	0,050725	0,057971

Tablica P4. Podaci korišteni za usporedbu ishrane lažipauka i pauka na istraživanim plohama (preuzeto i prilagođeno prema: Anđelić Dmitrović i sur. 2023).

	Broj jedinki	Udio
<b>Insecta</b>		
Coleoptera	11	0,1000
Diptera	25	0,2273
Hemiptera	7	0,0636
Orthoptera	6	0,0545
<b>Malacostraca</b>		
Isopoda	3	0,0273
<b>Gastropoda</b>		
Stylommatophora	0	0,0000

Tablica P5. Podaci korišteni za usporedbu ishrane lažipauka i raznolikosti beskralješnjaka na istraživanim plohama (preuzeto i prilagođeno prema: Šerić Jelaska i sur. 2022a).

	Broj jedinki	Udio
<b>Insecta</b>		
Coleoptera	6823	0,1304
Diptera	3592	0,0686
Hemiptera	1754	0,0335
Orthoptera	218	0,0042
<b>Malacostraca</b>		
Isopoda	2121	0,0405
<b>Gastropoda</b>		
Stylommatophora	926	0,0177

Tablica P6. Datumi sakupljanja uzoraka iz lovnih zamki po istraživanim plohama. Puni nazivi ploha su: kontrolna ploha (K), maslinik s ekološkom zaštitom bilja (ME), maslinik s integriranom zaštitom bilja (MI), vinograd s ekološkom zaštitom bilja (VE), vinograd s integriranom zaštitom bilja (VI).

K	ME	MI	VE	VI
12.5.2018.	11.5.2018.	12.5.2018.	12.5.2018.	11.5.2018.
2.6.2018.	1.6.2018.	2.6.2018.	2.6.2018.	1.6.2018.
19.6.2018.	19.6.2018.	20.6.2018.	20.6.2018.	19.6.2018.
11.7.2018.	12.7.2018.	10.7.2018.	10.7.2018.	11.7.2018.
2.10.2018.	2.10.2018.	1.10.2018.	2.10.2018.	1.10.2018.
25.10.2018.	25.10.2018.	26.10.2018.	26.10.2018.	25.10.2018.
20.11.2018.	20.11.2018.	19.11.2018.	19.11.2018.	19.11.2018.

Tablica P7. Broj jedinki lažipauka čije je probavilo analizirano, na pojedinačnim istraživanim plohama te prema sezonama sakupljanja. Puni nazivi ploha su: kontrolna ploha (K), maslinik s ekološkom zaštitom bilja (ME), maslinik s integriranom zaštitom bilja (MI), vinograd s ekološkom zaštitom bilja (VE), vinograd s integriranom zaštitom bilja (VI).

K		ME		MI		VE		VI	
Proljeće	Jesen	Proljeće	Jesen	Proljeće	Jesen	Proljeće	Jesen	Proljeće	Jesen
0	1	0	7	0	1	4	5	0	2