

Dinamika populacije i značaj šimširovog moljca - *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera) na području Splitsko-dalmatinske županije

Cecić, Marina

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Chemistry and Technology / Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:167:948054>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-28**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of chemistry and technology - University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU
KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET**

**DINAMIKA POPULACIJE I ZNAČAJ ŠIMŠIROVOG MOLJCA - *CYDALIMA
PERSPECTALIS* (Walker, 1859.) (LEPIDOPTERA) NA
PODRUČJU SPLITSKO - DALMATINSKE ŽUPANIJE**

DIPLOMSKI RAD

MARINA CECIĆ

Matični broj: 50

Split, listopad 2022.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

DINAMIKA POPULACIJE I ZNAČAJ ŠIMŠIROVOG MOLJCA - *CYDALIMA*
***PERSPECTALIS* (Walker, 1859.) (LEPIDOPTERA) NA**
PODRUČJU SPLITSKO - DALMATINSKE ŽUPANIJE

DIPLOMSKI RAD

MARINA CECIĆ

Matični broj: 50

Split, listopad 2022.

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY
GRADUATE STUDY
FOOD TECHNOLOGY

POPULATION DYNAMICS AND SIGNIFICANCE OF THE BOX TREE MOTH –
***CYDALIMA PERSPECTALIS* (Walker, 1859.) (LEPIDOPTERA) ON AREA OF SPLIT**
- DALMATIA COUNTY

DIPLOMA THESIS

MARINA CECIĆ

Parent number: 50

Split, October 2022.

Sveučilište u Splitu
Kemijско-tehnološki fakultet
Diplomski studij prehrambene tehnologije

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija
Tema rada je prihvaćena na 25. sjednici Fakultetskog vijeća Kemijско-tehnološkog fakulteta

Mentor: Doc. dr. sc. Mario Bjeliš

**DINAMIKA POPULACIJE I ZNAČAJ ŠIMŠIROVOG MOLJCA - *CYDALIMA PERSPECTALIS*
(Walker, 1859.) (LEPIDOPTERA) NA
PODRUČJU SPLITSKO - DALMATINSKE ŽUPANIJE**

Marina Cecić, 50

Sažetak:

Šimširov moljac, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859.) invazivan je štetnik sa izrazitim utjecajem na okoliš i ekonomiju. Cilj ovog istraživanja, provedenog tijekom 2022. godine, bio je istražiti pojavu odraslih jedinki, dužinu života, trajanje leta, dinamiku smrtnosti te strukturu populacije šimširovog moljca na priobalnom području i unutrašnjosti Splitsko-dalmatinske županije. Za potrebe istraživanja, na područjima Kaštela i Sinj-Brnaze, sakupljene su razvijene gusjenice te su razvijene do odraslih jedinki u polupoljskim uvjetima. Rezultati istraživanja dinamike izlaska odraslih jedinki i dinamika mortaliteta pokazuju razlike između istraživanih područja. Izlazak odraslih leptira na području Kaštela počinje ranije u odnosu na područje Sinj-Brnaze za oko 30 dana. Razvidno je da postoji razlika u dužini trajanja leta odraslih na istraživanim područjima. Na području Kaštela let odraslih traje do 50 dana dok je na području Sinj-Brnaze dužina leta značajno kraća i iznosi 32 dana. Istraživanja strukture populacije i odnosa spolova su potvrdila prisustvo dvaju morfoloških tipova: bijela forma i melanična (smeđa) forma odraslih leptira. Udio bijele forme u ukupnoj populaciji je dominantan i varira od 88% (Sinj-Brnaze) do 95% (Kaštela). Udio melaničnih ženki značajnije je zastupljen na području Sinj-Brnaze i iznosi 9% dok na području Kaštela iznosi 3% od ukupne populacije oba spola. Istovremeno, udio melaničnih mužjaka je u granicama od 2-3% na oba istraživana područja. Značajno je istaknuti dominaciju udjela mužjaka u odnosu na ženke na oba područja. Rokovi suzbijanja se mogu odrediti prema specifičnostima pojave i dužine trajanja leta leptira. Tako na obalnom području Splitsko-dalmatinske županije, prva tretiranja treba provesti početkom srpnja, a na području Sinj-Brnaze početkom drugog tjedna kolovoza. Detaljni podaci o razdoblju leta i polaganju jaja od velike su važnosti za suzbijanje štetnika.

Ključne riječi: šimširov moljac, pojava odraslih jedinki, dinamika populacije

Rad sadrži: 21 stranicu, 13 slika, 1 tablicu, 4 grafikona, 18 literaturnih referenci

Jezik izvornika: hrvatski

Sastav Povjerenstva za obranu:

- | | |
|---------------------------------|-------------|
| 1. Prof. dr. sc. Tea Bilušić | predsjednik |
| 2. Doc. dr. sc. Danijela Skroza | član |
| 3. Doc. dr. sc. Mario Bjeliš | član-mentor |

Datum obrane: 6. listopad 2022.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Kemijско-tehnološkog fakulteta Split, Ruđera Boškovića 35.

BASIC DOCUMENTATION CARD

DIPLOMA THESIS

University of Split
Faculty of Chemistry and Tehnology Split
Graduate study Food technology

Scientific area: Biotechnical Sciences

Scientific field: Food Technology

Thesis subject was approved by the Council of the Faculty of Chemistry and Technology, session no. 25

Supervisor: PhD, Mario Bjeliš, assistant prof.

POPULATION DYNAMICS AND SIGNIFICANCE OF THE BOX TREE MOTH – *CYDALIMA PERSPECTALIS* (Walker, 1859.) (LEPIDOPTERA) ON AREA OF SPLIT - DALMATIA COUNTY

Marina Cecić, 50

Abstract:

The box tree moth, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) is an invasive pest with a significant impact on the environment and economy. The aim of this research conducted in 2022 was to assess the appearance of adults, length of life, duration of flight, mortality dynamics and population structure in the coastal area and interior of the Split-Dalmatia County. The purpose of the research was to collect developed caterpillars in the areas of Kaštela and Sinj-Brnaze and transform them into adults under semi-field conditions. The results of the research on the dynamics of adult exit and the dynamics of mortality show differences between the researched areas. The emergence of adult butterflies in the Kaštela area starts about 30 days earlier than in the Sinj-Brnaze area. It is clear that there is a difference in the duration of the flight of adults in the researched areas. Thus, in the area of Kaštela, the flight of adults lasts up to 50 days, while in the area of Sinj-Brnaze, the length of the flight is significantly shorter and amounts to 32 days. Research into population structure and gender relations confirmed the presence of two morphological types: the white form and the melanic (brown) form of adult butterflies. The share of the white form in the total population is dominant and varies from 88% (Sinj-Brnaze) to 95% (Kaštela). The share of melanic females is more significant in the area of Sinj-Brnaze and is 9%, while in the area of Kaštela it is 3% of the total population of both sexes. At the same time, the share of melanic males is in the range of 2-3% in both researched areas. It is important to point out the dominance of the share of males compared to females in both areas. Pest control deadlines can be adjusted according to the specifics of the appearance and duration of the butterfly's flight. Thus, in the coastal area of the Split-Dalmatia County, the first treatments should be carried out at the beginning of July, and in the area of Sinj-Brnaze, at the beginning of the second week of August. Detailed data on the flight period and egg-laying are of great importance for pest control.

Key words: box tree moth, appearance of adult moths, population dynamics

Thesis contains: 21 pages, 13 figures, 1 table, 4 graphs, 18 references

Original in: Croatian

Defence committee:

- | | |
|--|--------------|
| 1. PhD, Tea Bilušić, full prof. | chair person |
| 2. PhD, Danijela Skroza, assistant prof. | member |
| 3. PhD, Mario Bjeliš, assistant prof. | supervisor |

Defence date: October 6th 2022.

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Chemistry and Technology Split, Ruđera Boškovića 35.

Diplomski rad je izrađen u Zavodu za prehrambenu tehnologiju i biotehnologiju, Kemijsko-tehnološkog fakulteta u Splitu pod mentorstvom doc. dr. sc. Maria Bjeliša, u razdoblju od veljače 2022. do rujna 2022. godine.

ZAHVALA

Zahvaljujem mentoru doc. dr. sc. Mariu Bjelišu na predloženoj temi diplomskog rada kao i na pomoći prilikom izrade samoga rada. Također zahvaljujem asistentici Ani Romani Armandi na pomoći oko praktičnog dijela rada.

ZADATAK

Zadatak ovog diplomskog rada je:

- Istražiti biološke i ekološke elemente šimširovog moljca – *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859.) (Lepidoptera, Carambidae) u Splitsko-dalmatinskoj županiji (obalno područje u okolici Splita i Kaštela te područje u zaleđu u okolici Sinja i Brnaza).
- Utvrditi vrijeme pojave odraslih jedinki, dinamiku izlazaka i dinamiku mortaliteta odraslih jedinki, dužinu trajanja leta prve generacije te udio različitih morfoloških tipova (bijeke i smeđe forme) u ukupnoj populaciji.
- Na osnovu dobivenih rezultata istraživanja, izraditi preporuku i odrediti vrijeme pravovremenog suzbijanja šimširovog moljca na klimatski različitim područjima Splitsko-dalmatinske županije.

SAŽETAK

Šimširov moljac, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859.) invazivan je štetnik sa izrazitim utjecajem na okoliš i ekonomiju. Cilj ovog istraživanja, provedenog tijekom 2022. godine, bio je istražiti pojavu odraslih jedinki, dužinu života, trajanje leta, dinamiku smrtnosti te strukturu populacije šišmirovog moljca na priobalnom području i unutrašnjosti Splitsko-dalmatinske županije. Za potrebe istraživanja, na područjima Kaštela i Sinj-Brnaze, sakupljene su razvijene gusjenice te su razvijene do odraslih jedinki u polupoljskim uvjetima. Rezultati istraživanja dinamike izlaska odraslih jedinki i dinamika mortaliteta pokazuju razlike između istraživanih područja. Izlazak odraslih leptira na području Kaštela počinje ranije u odnosu na područje Sinj-Brnaze za oko 30 dana. Razvidno je da postoji razlika u dužini trajanja leta odraslih na istraživanim područjima. Na području Kaštela let odraslih traje do 50 dana dok je na području Sinj-Brnaze dužina leta značajno kraća i iznosi 32 dana. Istraživanja strukture populacije i odnosa spolova su potvrdila prisustvo dvaju morfoloških tipova: bijela forma i melanična (smeđa) forma odraslih leptira. Udio bijele forme u ukupnoj populaciji je dominantan i varira od 88% (Sinj-Brnaze) do 95% (Kaštela). Udio melaničnih ženki značajnije je zastupljen na području Sinj-Brnaze i iznosi 9% dok na području Kaštela iznosi 3% od ukupne populacije oba spola. Istovremeno, udio melaničnih mužjaka je u granicama od 2-3% na oba istraživana područja. Značajno je istaknuti dominaciju udjela mužjaka u odnosu na ženke na oba područja. Rokovi suzbijanja se mogu odrediti prema specifičnostima pojave i dužine trajanja leta leptira. Tako na obalnom području Splitsko-dalmatinske županije, prva tretiranja treba provesti početkom srpnja, a na području Sinj-Brnaze, početkom drugog tjedna kolovoza. Detaljni podaci o razdoblju leta i polaganju jaja od velike su važnosti za suzbijanje štetnika.

Ključne riječi: šimširov moljac, pojava odraslih jedinki, dinamika populacije

ABSTRACT

The box tree moth, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) is an invasive pest with a significant impact on the environment and economy. The aim of this research conducted in 2022 was to assess the appearance of adults, length of life, duration of flight, mortality dynamics and population structure in the coastal area and interior of the Split-Dalmatia County. The purpose of the research was to collect developed caterpillars in the areas of Kaštela and Sinj-Brnaze and transform them into adults under semi-field conditions. The results of the research on the dynamics of adult exit and the dynamics of mortality show differences between the researched areas. The emergence of adult butterflies in the Kaštela area starts earlier than in the Sinj-Brnaze area by about 30 days. It is clear that there is a difference in the duration of the flight of adults in the researched areas. Thus, in the area of Kaštela, the flight of adults lasts up to 50 days, while in the area of Sinj-Brnaze, the length of the flight is significantly shorter and amounts to 32 days. Research into population structure and gender relations confirmed the presence of two morphological types: the white form and the melanic (brown) form of adult butterflies. The share of the white form in the total population is dominant and varies from 88% (Sinj-Brnaze) to 95% (Kaštela). The share of melanic females is more significant in the area of Sinj-Brnaze and is 9%, while in the area of Kaštela it is 3% of the total population of both sexes. At the same time, the share of melanic males is in the range of 2-3% in both researched areas. It is important to point out the dominance of the share of males compared to females in both areas. Pest control deadlines can be adjusted according to the specifics of the appearance and duration of the butterfly's flight. Thus, in the coastal area of the Split-Dalmatia County, the first treatments should be carried out at the beginning of July, and in the area of Sinj-Brnaze, at the beginning of the second week of August. Detailed data on the flight period and egg-laying are of great importance for pest control.

Key words: box tree moth, appearance of adult moths, population dynamics

SADRŽAJ

UVOD	1
1. OPĆI DIO	2
1.1. Sistematska pripadnost	2
1.2. Raspostranjenost u svijetu i Europi	2
1.3. Biljke domaćini šimširovog moljca	3
1.4. Biologija štetnika	5
1.5. Mogućnosti suzbijanja	7
2. EKSPERIMENTALNI DIO	10
2.1. Geografski položaj područja istraživanja	10
2.2. Klimatske karakteristike istraživanih područja	11
2.3. Materijali i metode	13
3. REZULTATI I RASPRAVA	15
4. ZAKLJUČCI	19
5. LITERATURA	20

UVOD

Šimširov moljac *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859.) (Lepidoptera, Carambidae) je strana invazivna vrsta koja se proširila po čitavoj Europi i čini značajnu štetu autohtonim i introduciranim biljnim vrstama. Invazivna strana vrsta je organizam koji se, najčešće pod utjecajem čovjeka, preselio sa svog prirodnog područja rasprostranjenosti na novo mjesto gdje se uspješno nastanjuje, preživljava, hrani, razmnožava i širi. Strane vrste jedna su od glavnih prijetnji bioraznolikosti. Uzrokuju narušavanje ekosustava, ekonomske i gospodarske gubitke te se stoga smatraju globalnim problemom. Brojne strane vrste kukaca šire se svijetom, a najčešće se premještaju na nova područja kroz sve brži međunarodni transport robe, putnika, sadnog materijala i biljaka. Zbog toga većina novih i invazivnih vrsta u Europi i Hrvatskoj dolazi iz Azije, koja je prometno čvorište prema Europi. Organizmi koji dopijaju na novo područje mogu postići različite razine invazivnosti, a samo jedan dio stranih vrsta će se udomaćiti na novom staništu. Većina ne spadaju pod štetnike te se rijetko zapažaju. Ipak, dio ovih organizama će postati ozbiljni štetnici i kao takvi uzrokovati negativne posljedice na bioraznolikost sustava. Jedan od načina na koji se očituje njihova štetnost je širenje bolesti, ali i izravan utjecaj na autohtonu biološku raznolikost područja. Primjer takvih štetnika su neke fitofagne vrste koje se hrane biljkama, predatori koji napadaju domaćina ili pak strane vrste koje se križaju s autohtonim vrstama. Posljednjih godina brojne strane vrste kukaca su se uspješno udomaćile na područje Europe pa tako i Hrvatske. Ukupno 101 strana vrsta fitofagnih kukaca i grinja utvrđena je na drvenastom bilju u hrvatskoj entomofauni [1]. Šimširov moljac prirodni je štetnik šimšira (*Buxus sp.*) u Aziji odakle je unesen u Europu kojom se brzo proširio, a njegova prisutnost bilježi se i na području Hrvatske od 2013. godine. Šimširov moljac prvenstveno je estetski štetnik, a njegov napad može uzrokovati potpunu defolijaciju ili gubitak lišća šimšira, važne hortikulturene biljke. Narušavanje izgleda ove ukrasne vrste predstavlja problem u povijesnim vrtovima, u kojima se često nalazi šimšir koji se godinama sadi i oblikuje kao dekorativna biljka. Također je popularna biljka i u našim vrtovima, parkovima i grobljima.

1. OPĆI DIO

1.1. Sistematska pripadnost

Prema sistematskoj klasifikaciji šimširov moljac pripada (Walker, 1859):

domena: Eukarya;

carstvo: Animalia;

koljeno: Artropoda;

potkoljeno: Hexapoda;

razred: Insecta;

red: Lepidoptera;

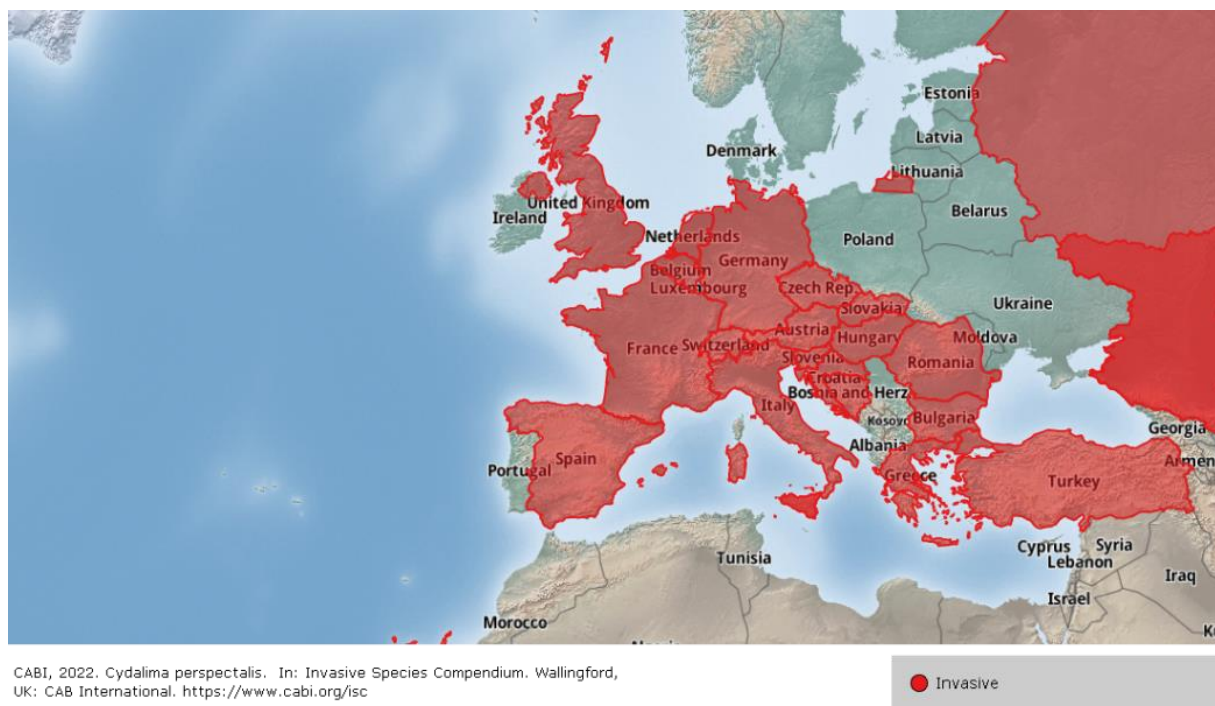
porodica: Crambidae;

rod: *Cydalima*;

vrsta: *Cydalima perspectalis*

1.2. Raspostranjenost u svijetu i Europi

Stotine stranih vrsta prenosi se po svijetu namjernim ili nenamjernim putem zahvaljujući velikoj prometnoj povezanosti. Tako je veliki broj stranih vrsta kukaca unesen u Hrvatsku u posljednjih 20 godina, a brojni kukci su se i udomaćili na naše prostore odnosno ekosustave. Šimširov moljac tek se nedavno pojavio u Europi i u Hrvatskoj. Porijeklom je iz Azije, njenog istočnog dijela koji uključuje Kinu, Japan i Koreju. Obitava u umjerenom pojasu i subtropskim područjima. Široko je rasprostranjen u Južnoj Koreji te se pretpostavlja da je vjerojatno rasprostranjen i u Sjevernoj Koreji. Po jednom starijem nalazu smatra se i autohtonom vrstom u Indiji, a također je uočen na Ruskom dalekom istoku. Prva pojava u Europi zabilježena je 2007. godine u Njemačkoj, a od tada se može naći u većini europskih zemalja [2].



Slika 1. Karta rasprostranjenosti šimširovog moljca u Europi [3]

Točna povijest unošenja *C. perspectalis* iz Azije u Europu je nepoznata, ali se smatra da je rezultat međunarodne trgovine *Buxus* biljkama. U Njemačkoj je šimširov moljac uočen u centru za otpremu robe uvezene iz Kine. Smatra se da je unesen putem zaraženih sadnica biljke domaćina, šimšira, koji se široko koristi kao ukrasna biljka u javnim i privatnim vrtovima, parkovima, grobljima i drugim zasadima [4]. Od prvog nalaza šimširovog moljca u Njemačkoj do nalaza u Hrvatskoj je prošlo samo 6 godina. Prve jedinice pronađene su u lipnju 2012. godine u Istri tijekom istraživanja noćnih leptira [5], a prve štete su utvrđene 2013. u arboretumu Opeka u okolici Varaždina na biljci šimšira (*B. sempervirens*). Štetnik se brzo proširio prema istoku i jugu Hrvatske, a do kraja 2016. godine uočen je u svim dijelovima zemlje [6]. Nalaz iz Hrvatske, nakon nalaza iz Slovenije i Mađarske, ukazuje na širenje ove vrste prema južnoj Europi (Slika 1).

1.3. Biljke domaćini šimširovog moljca

Cydalima perspectalis primarni je štetnik biljke šimšir (*Buxus spp.*) iz porodice Buxaceae (Slika 2). Pokazalo se da se šimširov moljac hrani svim najčešće zasađenim vrstama i sortama šimšira u središnjoj Europi, a zabilježeni domaćini su:

- *Buxus balearica*
- *Buxus bodinieri*
- *Buxus harlandii*
- *Buxus megistophylla*
- *Buxus microphylla*
- *Buxus rugulosa*
- *Buxus sempervirens* (vazdazeleni šimšir)
- *Buxus sinica*

Također, na područjima Europe gdje je šimšir uklonjen šimširov moljac se premjestio na druge biljke kao što su veprina (*Ruscus aculeatus* i *Ruscus colchicus*) i nabrana kupina (*Rubus plicatus*). Ovaj štetnik u svom prirodnom staništu u Aziji također napada prethodno navedene biljke šimšira, a zabilježen je kao domaćin i na japanskoj kuriki (*Euonymus japonica*), okriljenoj kuriki (*Euonymus alatus*) i nekim vrstama iz roda božikovina (*Ilex*) [2].



Slika 2. Šimšir (*Buxus* spp.) [7]

1.4. Biologija štetnika

Razvoj šimširova moljca traje šest do osam tjedana. Ciklus započinje tako što ženke leptira odlažu nakupine od pet do dvadeset jajašaca na donju stranu lista, a razvoj ličinki može potrajati 17 do 87 dana, ovisno o temperaturi [4]. Tek izlegle ličinke su zelenkasto-žute s crnom glavom. Odrasle gusjenice su zelene s karakterističnim debelim crnim i tankim bijelim prugama uzduž tijela te crnim točkama bijelog obruba (Slika 3).



Slika 3. Gusjenica [8]

Kukuljice su smeđe boje, oko 2 cm duge i omotane čahurom od svilenih niti, a mogu se pronaći među listovima i grančicama šimšira (Slika 4). Odrasle jedinke šimširovog moljca imaju raspon krila od oko 4 cm, bijelog su tijela i tamno smeđe glave. Krila su bijela sa smeđim rubom i dugačkim ticalima (Slika 5). Osim bijele forme postoji i melanična (smeđa) forma koju odlikuju potpuno smeđa krila (Slika 6).



Slika 4. Kukuljica. Izvor: M.Cecić



Slika 5. Leptir, bijela forma. Izvor: M.Bjeliš



Slika 6. Leptir, melanična forma. Izvor: M.Bjeliš

Zimu šimširov moljac provodi u stadiju ličinke zaštićene čahurom, a nastavlja se razvijati u proljeće. U ožujku gusjenica postaje aktivna te se počinje hraniti listovima šimšira, što se nastavlja sve do listopada. U tom periodu može prouzročiti značajne štete na biljkama šimšira, a kako se mlade gusjenice zadržavaju u unutrašnjosti biljaka, teže je uočiti početni napad. Mlade gusjenice hrane se samo donjom stranom lista ostavljajući gornju epidermu netaknutu. Odrasle gusjenice pak proždiru čitave listove, zelene izbojke i koru čime ostavljaju za sobom samo centralne žile listova. Gusjenica tijekom svog razvoja može pojesti četrdesetak listova, a sami grmovi mogu imati par stotina listova što upućuje da mogu prouzrokovati velike

estetske štete na biljkama domaćinima. Šimširov moljac u svom nativnom staništu razvija pet do sedam stadija ličinke u ovisnosti o temperaturi i izvoru hrane, a sama brzina rasta ličinki ima linearni porast pri temperaturama između 15 °C i 30 °C [2]. Na području Europe te u Hrvatskoj uočene su dvije do tri generacije godišnje. U Hrvatskoj je 2014. godine proučavan razvoj ovog štetnika i njegovih generacija [4]. Gusjenice nakon prezimljavanja započinju hranjenje koje traje sve do kraja svibnja. Zatim započinju proces čahurenja te iz kukuljica izrastaju leptiri tijekom mjeseca lipnja. Mlade su gusjenice uočene ponovno u srpnju, leptiri u kolovozu, a gusjenice su opet pronađene na listovima već u kolovozu te odrasli leptiri u listopadu.

1.5. Mogućnosti suzbijanja

Suzbijanje štetnika može se provesti na više načina. Kako je riječ o novoj invazivnoj vrsti na našim područjima za sada ne postoje prirodni neprijatelji koji mogu smanjiti populaciju šimširovog moljca. Čak ni ptice ne napadaju ovu vrstu gusjenica zbog toksičnih alkaloida u sastavu biljke domaćina [9]. Mehaničke metode suzbijanja predstavljaju ekološki najprihvatljiviji način pri čemu se kukuljice mogu ručno uklanjati, a zatim prikladno uništiti. Kada se uoče mlade gusjenice moguće ih je ukloniti protresanjem grmova prilikom čega one padaju na tlo te ih se može sakupiti i uništiti. Još jedna od mehaničkih metoda je primjena visokotlačnih čistača ili jakih mlazova vode na grmove kojima se također mogu ukloniti različiti stadiji šimširovog moljca.

Štetnik se može suzbiti primjenom kemijskih sredstava za zaštitu bilja, odnosno insekticida. Budući da za novog nametnika u Hrvatskoj ne postoje službeno registrirani insekticidi, preporuča se upotreba djelatnih tvari za tretiranje ukrasnog bilja i/ili trajnica protiv nekih drugih neželjenih organizama. Ministarstvo poljoprivrede preporuča protiv mladih gusjenica šimširovog moljca primjenu *tiakloprida* (Calypso 480 SC 0,02-0,03 %) + *alfacipermetrin* (Fastac EC 0,015 %) ili *deltametrin* (Decis 2.5 EC 0,03 %) i/ili *metoksifenzoida* (Runner SC 0,04-0,05 %) [10].

Dugoročna primjena insekticida kemijskog djelovanja može imati negativne posljedice na zemlju, vodu i zrak pa se nastoji koristiti alternativa koja podrazumijeva primjenu bioinsekticida. Oni se temelje na upotrebi proizvoda na bazi virusa, bakterija, gljivica i drugih prirodnih materijala u cilju smanjenja populacije štetnika. Preparati koji sadrže bakteriju *Bacillus thuringiensis* su visoko učinkoviti protiv ličinki šimširovog moljca. Mnogi sojevi ove bakterije proizvode endotoksine koji nakon razlaganja u probavnom sustavu utječu na

metabolizam domaćina te uzrokuju ugibanje. Primjena proizvoda koji se na tržištu nalaze kao XenTari, DiPel i Lepidocid CK-M, koji sadrže različite sojeve *Bacillus thuringiensis*, pokazala je značajno smanjenje štete uzrokovane šimširovim moljcem [11]. Smatra se jedinom zamjenom kemijskih pesticida i komercijalno dostupnom biološkom metodom za kontrolu ovog štetnika. Ipak, dugoročna upotreba može uzrokovati rezistenciju pa se nastoje pronaći alternativni bioinsekticidi. Istraživan je utjecaj drugih bioloških tvari kao što je Azadirachtin A, aktivna komponenta iz plodova biljke nim (*Azadirachta indica* A. Juss (Meliacea)) te entomopatogene nematode vrste *Steinernema carpocapsae* [12]. Pokazalo se da imaju potencijal, ali potrebno je češće i pravovremeno tretiranje biljaka koje pomaže povećati efikasnost ovih bioloških pripravaka.

Biotehničke metode podrazumijevaju primjenu zamjenskih, nepesticidnih, ekološki prihvatljivih metoda suzbijanja, temeljenih na poznavanju biologije, ponašanja i reagiranja odraslih kukaca na ponuđene im stimulanse. Osnovni cilj je zamjena metoda suzbijanja koje se temelje na tretiranju biljaka, drugim mogućnostima koje najčešće uključuju primjenu atraktanata, repelenata, simbioticida i slično. Kada je riječ o invazivnim vrstama monitoring, odnosno praćenje vrste, važan je kako bi se moglo procijeniti širenje same vrste, razina populacije te aktivnost vrste tijekom godine. Na taj način može se ciljano primjenjivati sredstvo za suzbijanje štetnika i razviti efikasniji sustav kontrole. Za detekciju šimširovog moljca pokazala se učinkovitom primjena svjetlosnih lovki te seksualnih atraktanata tj. feromonskih lovki [13].



Slika 7. Svjetlosna lovka [14]



Slika 8. Feromonska lovka lijevkastog tipa [15]

Svjetlosne lovke sastavljene su od izvora svjetlosti ispod kojeg se nalazi glavna komora u čijem je središtu posuda za sakupljanje jedinki (Slika 7). Prednost svjetlosnih lovki je što privlače oba spola pa je moguće prikupiti podatke o biološkim karakteristikama tj. vremenu pojave i omjeru spolova na području istraživanja. Feromonske lovke zasnivaju se na umjetno sintetiziranim feromonima koje ispušta ženka kako bi privukla suprotni spol. Osim za detekciju štetnika koriste se i za njihovo suzbijanje. Kod suzbijanja šimširovog moljca veću učinkovitost pokazale su lijevkaste lovke (Slika 8) u odnosu na trokutaste (delta) [13].

2. EKSPERIMENTALNI DIO

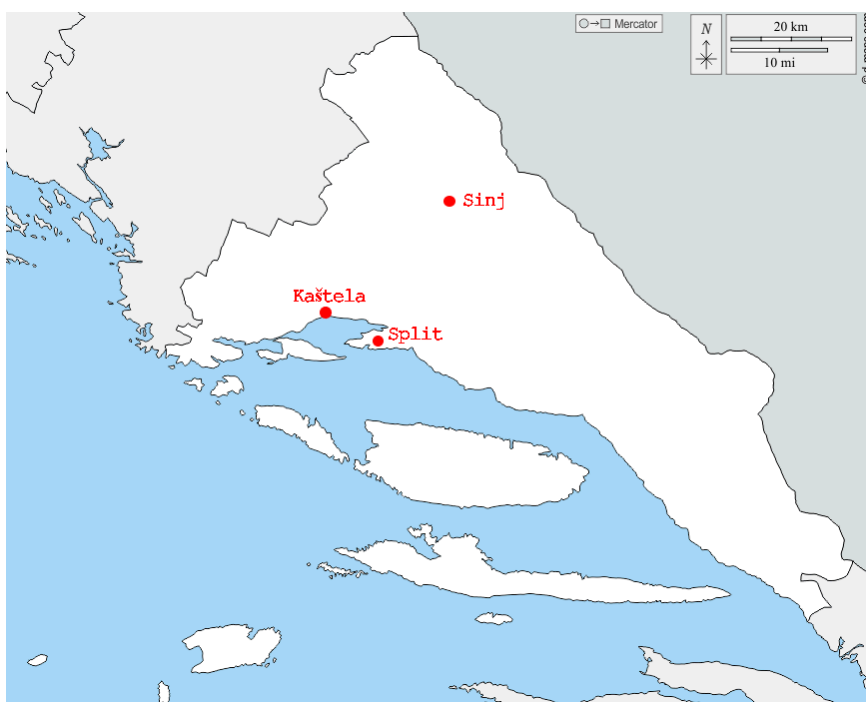
2.1. Geografski položaj područja istraživanja

Područje na kojem se vršilo istraživanje obuhvaćalo je obalni dio Splitsko-dalmatinske županije (Slika 9), Split i Kaštela, te Sinj i Brnaze kao dio zaleđa Splitsko-dalmatinske županije.



Slika 9. Karta smještaja Splitsko-dalmatinske županije

Grad Split smješten je na jadranskoj obali, u srednjoj Dalmaciji, na Splitskom (Marjanskom) poluotoku koji s otokom Čiovom zatvara Kaštelanski zaljev (Slika 10). Premda s tri strane okružen morem, Split je obilježen i okolnim planinama, Mosorom na sjeveroistoku, Kozjakom na sjeverozapadu te brdom Marjan. Grad Kaštela prostire se sjevernom obalom istoimenog zaljeva (Slika 10). Nalazi se između gradova Splita i Trogira, a zaštićen je planinom Kozjak sa sjevera i okružen srednjodalmatinskim otocima s juga. Sinj je grad u Zagori, 36 km udaljen od Splita. Leži na sjeverozapadnom rubu Sinjskoga polja (Slika 10). Nalazi se na 320 m nadmorske visine. Pripadaju mu i okolna naselja uključujući i Brnaze, jedno od najrazvijenih i najgušće naseljenih naselja u sastavu grada Sinja.



Slika 10. Geografski položaj Splita, Kaštela i Sinja

Na navedenim područjima biljka šimšira široko je rasprostranjena, a može se naći kao samostalna biljka ili grm te u kombinaciji sa drugim biljnim vrstama. Najčešće je nalazimo u okućnicama gdje služi odjeljivanju površina i osiguravanju privatnosti prostora. Također se koristi i na javnim površinama, parkovima, vrtovima i šetnicama za odjeljivanje ili ukrašavanje prostora.

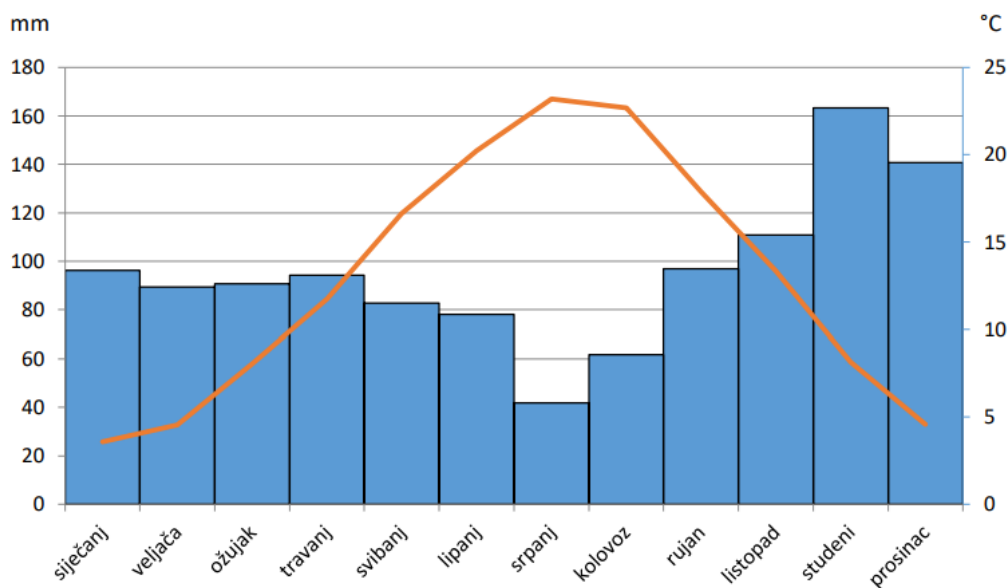
2.2. Klimatske karakteristike istraživanih područja

Splitsko-dalmatinska županija nalazi se u mediteranskom klimatskom pojasu jadranskog tipa koji karakteriziraju topla i suha ljeta te blage i vlažne zime. Od otoka preko obale do zaobalnog područja, prosječne godišnje temperature opadaju, a ukupna količina oborina raste. Klima na otočnom području je topla i sunčana, s temperaturama rijetko ispod nule i vrlo malo oborina. Klima priobalja je karakterizirana maksimalnim oborinama u hladno doba godine te vrućim, suhim i izrazito vedrim ljetom. Najhladniji mjesec ima temperaturu između $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$, dok je prosječna temperatura najtoplijeg mjeseca iznad $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Tablica 1).

Tablica 1. Srednje mjesečne vrijednosti za Split u razdoblju 1948-2020 [16]

	siječanj	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj	srpanj	kolovoz	rujan	listopad	studen	prosinac
TEMPERATURA ZRAKA												
Srednja [°C]	7.9	8.4	10.8	14.4	19.1	23.2	26.1	25.8	21.6	17.1	12.7	9.3
Aps. maksimum [°C]	17.4	22.3	24.3	27.7	33.2	38.1	38.6	38.5	34.2	27.9	25.8	18.6
Datum(dan/godina)	20/1974	22/1990	30/2017	21/2000	26/1953	14/2003	5/1950	13/2015	7/2008	2/2011	2/2004	1/2014
Aps. minimum [°C]	-9.0	-8.1	-6.6	0.3	4.8	9.1	13.0	11.2	8.8	3.8	-4.5	-6.3
Datum(dan/godina)	23/1963	8/1956	1/1963	8/2003	11/1953	8/2005	9/1979	18/1949	9/1971	23/1972	30/1957	17/1961
TRAJANJE OSUNČAVANJA												
Suma [sati]	131.1	144.9	186.9	218.2	271.4	307.9	352.3	327.8	246.8	197.5	130.3	121.0
OBORINA												
Količina [mm]	77.9	66.2	63.3	62.6	57.3	50.1	27.6	38.6	71.6	78.8	113.4	103.3
Maks. vis. snijega [cm]	21	25	7	-	-	-	-	-	-	-	-	14
Datum(dan/godina)	4/1979	5/2012	12/1956	-/-	-/-	-/-	-/-	**/-	**/-	-/-	35/-	2/1973
BROJ DANA												
vedrih	7	7	7	6	6	8	15	16	12	9	6	7
s maglom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
s kišom	11	10	10	11	9	9	6	5	8	9	12	12

Temperatura najhladnijeg mjeseca u Sinju je 3,6 °C, dok sedam mjeseci u godini ima prosječnu temperaturu iznad 10 °C, što ga svrstava u umjereno tople kišne klime. Najtopliji mjesec ima prosječnu temperaturu od 23,2 °C, što znači da klimu Sinja karakteriziraju vruća ljeta. Najsušniji mjesec ima prosječnu količinu padalina od 41,9 mm i stoga se smatra da ima umjereno toplu i vlažnu klimu s vrućim ljetima (Slika 11) [17].



Slika 11. Godišnji hod temperature i padalina u Sinju za razdoblje 1981.-2010 [17]

2.3. Materijali i metode

Prikupljanje uzoraka: Na područjima istraživanja su provedeni vizualni pregledi grmova šimšira *B. sempervirens* s ciljem utvrđivanja grmova sa simptomima zaraze: oštećenja lišća, prisustvo dobro razvijenih gusjenica i kukuljica *C. perspectalis* (Slika 12). Na obalnom području Kaštela, uzorci dobro razvijenih gusjenica su sakupljeni u razdoblju od 15.06. do 20.06.2022. godine, a na području Sinj-Brnaze u razdoblju od 20.07. do 25.07.2022. godine. Sa zaraženih grmova su sakupljene dobro razvijene gusjenice i pospremljene u plastične posude 20 × 20 × 40 cm uz dodatak svježih grančica šimšira. Svježe grančice šimšira su dodavane svaki drugi dan, kako bi se osigurali uvjeti za razvoj gusjenica do faze pojave kukuljica. Prvom pojavom kukuljica, sav biljni materijal iz posuda je pregledavan te su kukuljice odvojene i prebačene u odvojene posude.



Slika 12. Zaraženi grm šimšira i gusjenica šimširovog moljca. Izvor: M.Cecić

Praćenje dinamike populacije u polu-poljskim uvjetima: Pregled kukuljica je provođen u dvodnevnom intarvalima, te je bilježeno vrijeme izlaska i broj izašlih odraslih jedinki kao i broj bijelih i smeđih formi *C. perspectalis*. Odrasle jedinke su upotrebom plastičnih čašica prebacivane u kaveze dimenzija 30 × 30 × 30 cm čije su stranice napravljene od mreže. U jednom kavezu smješteno je do 10 jedinki, kako bi se osigurao komforan prostor za život leptira [18]. U kavez su postavljene biljke - lončanice šimšira *B. sempervirens* kako bi se osigurali prirodni uvjeti, te izvor hrane i vode pomoću blazinica natopljenih 5%-tnom otopinom meda i vode u 4 Petrijeve zdjelice [18]. Blazinice su osvježavane dodavanjem otopine svakog dana. Kavezi su pregledavani jedan put dnevno, te je bilježen broj uginulih odraslih leptira.



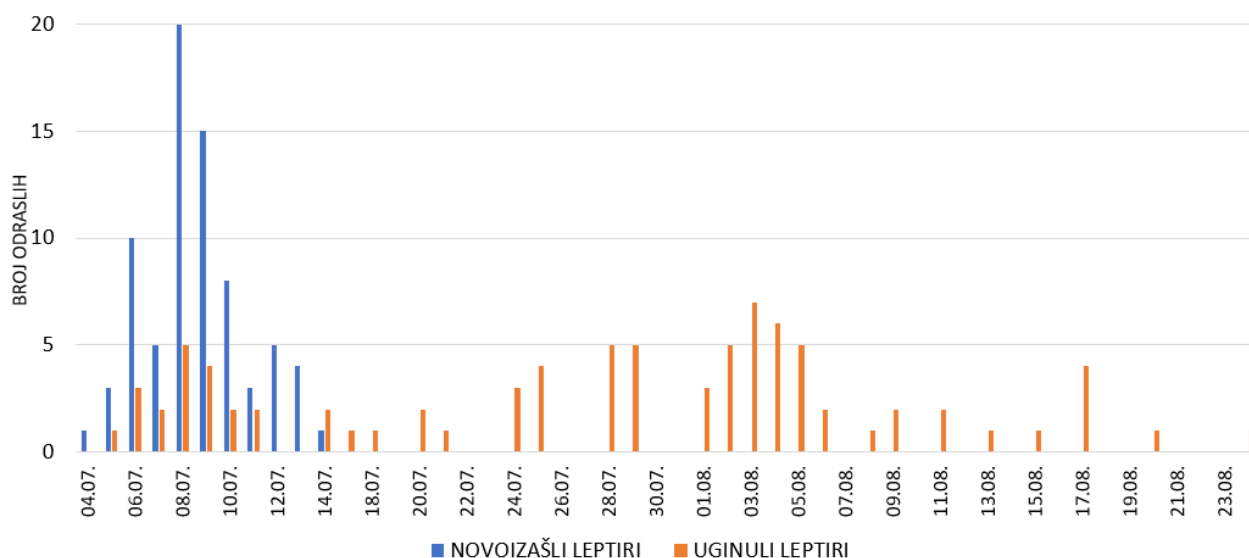
Slika 13. Kavez sa leptirima. Izvor: A.R. Armanda

3. REZULTATI I RASPRAVA

Iz sakupljenih gusjenica u prirodnim uvjetima sa područja Kaštela, ukupno se razvilo 84 odrasla leptira, od toga 48 mužjaka (♂) i 36 ženki (♀), dok je iz sakupljenih gusjenica sa područja Sinj-Brnaze se ukupno razvilo 70 leptira, od toga 41 mužjak (♂) i 34 ženke (♀). Ovaj podatak ukazuje da je brojnost mužjaka u ukupnoj populaciji *C. perspectalis* veća od ženki.

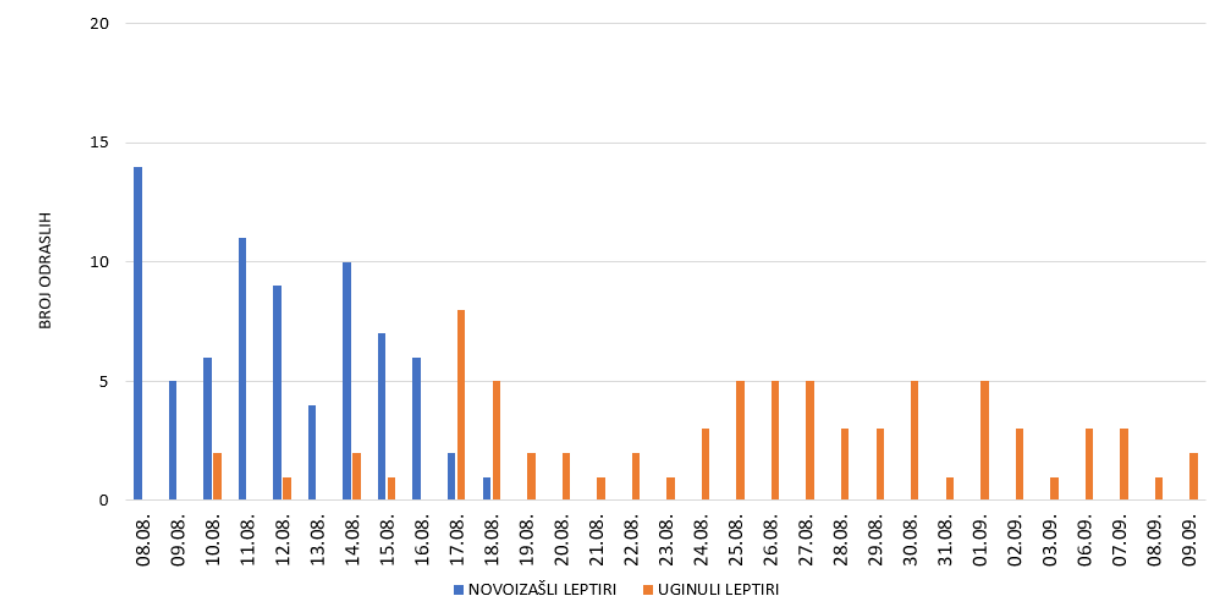
Rezultati istraživanja pokazuju da je let ljetne generacije *C. perspectalis* na području Kaštela (Grafikon 1) počeo 04.07. i trajao do 23.08. 2022. godine kada je uginuo posljednji odrasli leptir. Izlazak odraslih trajao je svega 10 dana (04-14.07.) no ukupna dužina leta ove generacije trajala je 51 dan.

Nasuprot kratkom razdoblju izlaska leptira od svega 10 dana, zabilježeno je da je mortalitet leptira počevši od 05.07. do 23.08. 2022. godine, značajno produžen u odnosu na sam izlazak odraslih. Također, na osnovi rezultata izlaska i mortaliteta odraslih leptira, razvidno je da manji dio leptira može živjeti duže od 40 dana.



Grafikon 1. Dinamika populacije druge (ljetne) generacije odraslih *C. perspectalis* u polupoljskim uvjetima obalnog područja na području Kaštela.

Rezultati istraživanja provedenih na području Sinj-Brnaze pokazuju da je let ljetne generacije *C. perspectalis* (Grafikon 2) počeo 08.08. i trajao do 09.09. 2022. godine kada je uginuo posljednji odrasli leptir. Izlazak odraslih trajao je 10 dana (08-18.08.) dok je ukupna dužina leta ove generacije trajala je 32 dana. Na ovom području, mortalitet odraslih leptira trajao je 30 dana počevši od 10.08. do 09.09.2022. godine. Na osnovi rezultata izlaska i mortaliteta odraslih leptira, razvidno je da manji dio leptira može živjeti do 30 dana.

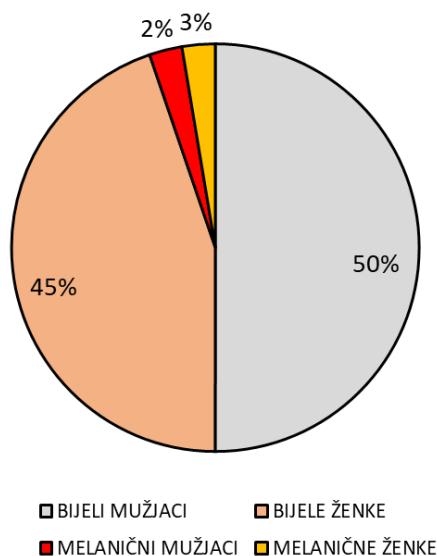


Grafikon 2. Dinamika populacije druge (ljetne) generacije odraslih *C. perspectalis* u poljnim uvjetima obalnog područja na području Sinj-Brnaze.

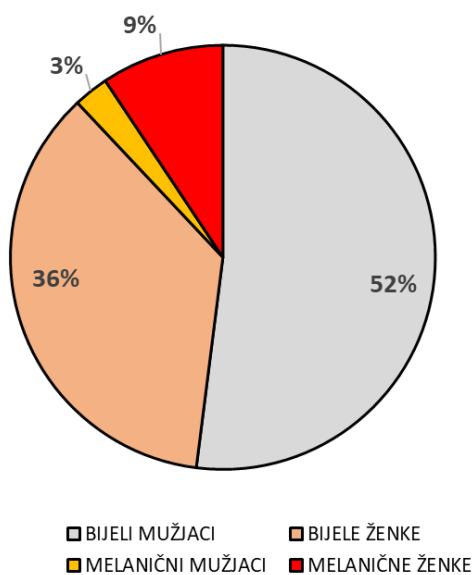
Rezultati istraživanja dinamike izlaska odraslih i dinamike mortaliteta pokazuju razlike između istraživanih područja. Tako na području Kaštela koja su klimatski toplija u odnosu na područje Sinj-Brnaze, pojava prvih odraslih leptira ljetne generacije počinje tijekom prvog tjedna srpnja za razliku od područja Sinj-Brnaze na kojem pojava prvih odraslih leptira počinje u drugom tjednu kolovoza što je značajno kasnije, čak više od 30 dana. Pretpostavka ovom su različiti klimatski uvjeti koji mogu značajno utjecati na brzinu razvoja preimaginalnih stadija (gusjenica i kukuljica) na istraživanim područjima, a time i na pojavu odraslih ljetne generacije *C. perspectalis*.

Također, razvidno je da postoji razlika u dužini trajanja leta odraslih na istraživanim područjima. Tako na području Kaštela let odraslih traje i do 50 dana dok je na području Sinj-Brnaze dužina leta značajno kraća i iznosi 32 dana.

Istraživanja strukture populacije i odnosa spolova populacija *C. perspectalis* na dva klimatski različita područja su potvrdila prisustvo dvaju morfoloških tipova: bijela forma i melanična (smeđa) forma odraslih leptir (Grafikon 3 i 4). Udio bijele forme u ukupnoj populaciji je dominantan i varira od 88% (Sinj-Brnaze) do 95% (Kaštela). Također, razvidno je da je u ukupnoj populaciji udio melaničnih ženki značajnije zastupljen na području Sinj-Brnaze gdje iznosi 9% dok na području Kaštela iznosi 3% od ukupne populacije oba spola. Istovremeno, udio melaničnih mužjaka je u granicama od 2-3% na oba istraživana područja. Također, značajno je istaknuti dominaciju udjela mužjaka u odnosu na ženke na oba područja.



Grafikon 3. Odnos spolova i morfoloških tipova *C. perspectalis* u populaciji na području Kaštela.



Grafikon 4. Odnos spolova i morfoloških tipova *C. perspectalis* u populaciji na području Sinj-Brnaze.

Rezultati istraživanja dinamike populacije *C. perspectalis*, razlike u vremenu pojave odraslih i dužine leta ukazuju da je u slučaju ovog štetnika moguće očekivati značajne razlike ne samo na području Splitsko-dalmatinske županije već i na cijelom obalnom području u odnosu na dalmatinsko zaleđe. Navedeno ukazuje i na potrebu izrade modela praćenja i prognoze pojave, a time i rokova suzbijanja koji su specifični za klimatski različita područja.

Poznato je da odrasle jedinke *C. perspectalis* postaju plodne već 1-2 dana nakon izlaska, nakon čega slijedi kopulacija i odlaganje jaja na biljke domaćina vrste *B. sempervirens* od strane ženki. Navedeni rezultati o ukupnoj dužini trajanja leta ukazuju na dugo razdoblje odlaganja jaja koje traje od 30 (Sinj-Brnaze) do 50 (Kaštela) dana, što ističe velik ekonomski značaj vrste *C. perspectalis* na području Splitsko dalmatinske županije.

Temeljem navedenog, rokovi suzbijanja se ne mogu generalizirati za područje cijele županije, već definirati prema specifičnostima pojave i dužine trajanja leta leptira. Tako na obalnom području Splitsko-dalmatinske županije, prva tretiranja treba provesti početkom srpnja i ponavljati u preporučenim intervalima ovisno o načinu djelovanja sredstava za zaštitu bilja koja su registrirana za suzbijanje vrste *C. perspectalis*. Općenito možemo govoriti o potrebi provođenja 2-3 insekticidna tretmana u intervalima od 10-12 dana. Za razliku od navedenog, na području Sinj-Brnaze, sa tretiranjem treba započeti početkom drugog tjedna kolovoza, te općenito možemo govoriti o 2 insekticidna tretmana.

U svakom slučaju, moguće je očekivati da postoje razlike u klimatskim uvjetima u pojedinim godinama, posebno govoreći o klimatskim uvjetima koji prevladavaju tijekom zime i ranog proljeća pa su gore navedene preporuke orijentacijske prirode. Za točno određivanje početka leta, a time i roka prvog insekticidnog tretmana, potrebno je postaviti feromonske lovke za praćenje početka leta, te na temelju dobivenih rezultata ulova definirati rokove suzbijanja.

4. ZAKLJUČCI

Na temelju provedenih istraživanja invazivnog štetnika šimširovog moljca, *C. perspectalis* na području Splitsko-dalmatinske županije uzimajući u obzir dobivene rezultate i raspravu ovog rada može se zaključiti sljedeće:

- Utvrđene su razlike između istraživanih područja Kaštela i Sinj-Brnaze na osnovi pojave odraslih jedinki i dužine leta.
- Na području Kaštela izlazak odraslih leptira zabilježen je u prvom tjednu srpnja, a na području Sinja u drugom tjednu kolovoza, više od trideset dana kasnije.
- Na području Kaštela ukupna dužina trajanja leta odraslih leptira trajala je 51 dan, dok je na području Sinj-Brnaze značajno kraća i trajala je 32 dana.
- Na oba područja utvrđena je veća brojnost mužjaka u ukupnoj populaciji *C. perspectalis* u odnosu na ženke.
- Utvrđeno je prisustvo dvaju morfoloških tipova: bijela forma i melanična (smeđa) forma odraslih leptira na oba područja istraživanja, uz dominantnost bijele forme u ukupnoj populaciji.
- Tretiranje na obalnom području potrebno je provesti početkom srpnja, barem 30 dana ranije u odnosu na područje Sinj-Brnaze gdje sa tretiranjem treba započeti tijekom drugog tjedna kolovoza.

5. LITERATURA

1. Matošević D, Pajač Živković I. Strane fitofagne vrste kukaca i grinja na drvenastom bilju u hrvatskoj. Šumarski list. 2013;137(3-4):191-203. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/101870>
2. Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International [Internet]. Leuthardt, F. *Cydalima perspectalis* (box tree moth) URL: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/118433> [pristupljeno 15.4.2022]
3. URL: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/118433#toDistributionMaps> [pristupljeno 15.4.2022]
4. Matošević D, Lukić I, Bras A, Lacković N, Pernek M. Spatial Distribution, Genetic Diversity and Food Choice of Box Tree Moth (*Cydalima perspectalis*) in Croatia. South-east Eur. for. 2017;8(1):41-46. <https://doi.org/10.15177/seefor.17-06>
5. Koren T, Črne M. The first record of the box tree moth, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera, Crambidae) in Croatia. Natura Croatica. 2017;21(2),507-510. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/94452>
6. Matošević D. Box Tree Moth (*Cydalima perspectalis*, Lepidoptera; Crambidae), New Invasive Insect Pest in Croatia. South-east Eur. for. 2013;4(2),89-94. <https://doi.org/10.15177/seefor.13-09>
7. URL: <https://www.plantea.com.hr/simsir/> [pristupljeno 28.3.2022]
8. URL: https://www.researchgate.net/figure/Cydalima-perspectalis-WALKER-1859-caterpillar-02052020-Markowa-EA94-photo-J_fig3_358798954 [pristupljeno 9.4.2022.]
9. Fora CG, Sasu L, Pošta D, Berar C. Chemical possibilities of *Cydalima perspectalis* Walk. (Lepidoptera: Crambidae) control. JOURNAL of Horticulture, Forestry and Biotechnology. 2016;20(3),31-34. <https://doi.org/10.17221/67/2022-JFS>

10. Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske [Internet]. Obavijest o mogućnostima zaštite ukrasnih šimšira (*buxus* spp.) od štetnih organizama! URL: <https://bit.ly/3zXCqL8> [pristupljeno 25.7.2022.]

11. Burjanadze M, Supatashvili A, Gorkturk T. Control strategies against invasive pest Box Tree Moth – *Cydalima perspectalis* in Georgia. SETSCI Conference Indexing System. 2019;4(1),1-4.

12. Göttig S, Herz A. Susceptibility of the Box tree pyralid *Cydalima perspectalis* Walker (Lepidoptera: Crambidae) to potential biological control agents Neem (NeemAzal®-T/S) and Entomopathogenic nematodes (Nemastar®) assessed in laboratory bioassays and field trials. Journal of Plant Diseases and Protection. 2018;125,365–375.
<https://doi.org/10.1007/s41348-018-0154-8>

13. Göttig S, Herz A. Observations on the seasonal flight activity of the box tree pyralid *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae) in the Rhine-Main Region of Hesse. Journal of Cultivated Plants. 2017;69(5)157-165.
<https://doi.org/10.1399/jfk.2017.05.01>

14. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Moth_trap [pristupljeno 25.7.2022.]

15. URL: <https://www.dragonfli.co.uk/products/box-tree-caterpillar-moth-pheromone-trap> [pristupljeno 25.7.2022.]

16. URL:
https://meteo.hr/klima.php?section=klima_podaci¶m=k1&Grad=split_marjan
[pristupljeno 10.8.2022.]

17. Ratković S. Klima kao faktor razvoja Sinja [Diplomski rad]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet; 2019 [pristupljeno 13.8.2022.] Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:640986>

18. Kawazu K, Nakamura S, Adati T. Rearing of the box tree pyralid, *Glyphodes perspectalis*, larvae using an artificial diet. Appl. Entomol. Zool. 2010;45(1) 163–168.
<https://doi.org/10.1303/aez.2010.163>