

Buhač (*Chrysanthemum cinerariifolium* (Trevir.) Vis.) - morfološka obilježja, uzgoj i insekticidna svojstva

Višić, Mario

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:359794>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-05**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Mario Višić

Prediplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

**Buhač (*Chrysanthemum cinerariifolium* (Trevir.) Vis.) -
morfološka obilježja, uzgoj i insekticidna svojstva**

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Mario Višić

Prediplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

**Buhač (*Chrysanthemum cinerariifolium* (Trevir.) Vis.) -
morfološka obilježja, uzgoj i insekticidna svojstva**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. doc. dr. sc. Sanda Rašić, mentor
2. izv. prof. dr. sc. Jelena Ilić, član
3. prof. dr. sc. Suzana Kristek, član

Osijek, 2019.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Bilinogojstvo

Završni rad

Mario Višić

Buhač (*Chrysanthemum cinerariifolium* (Trevir.) Vis.) - morfološka obilježja, uzgoj i insekticidna svojstva

SAŽETAK: Cilj rada bio je istraživanje i opisivanje morfoloških obilježja i insekticidnih svojstava koje posjeduje dalmatinski buhač (*Chrysanthemum cinerariifolium* (Trevir.) Vis.), te uvjeti potrebni za uzgoj dalmatinskog buhača. Dalmatinski buhač je ekonomski važna biljka koje je u našem području često zanemarena iako je u prošlosti bila bitna u hrvatskoj poljoprivrednoj proizvodnji. Glavni razlog uzgoja dalmatinskog buhača je proizvodnja piretrina koji su sekundarni metaboliti biljke. Piretrin je kontaktni insekticid širokog spektra djelovanja, te se koristi u raznim područjima ljudske djelatnosti, primjerice zaštita usjeva, skladišnih proizvoda, u javnoj higijeni i zdravstvu i u kontroli štetnika na životinjama. Piretrin posjeduje mnoga pozitivna svojstva, ali i nekoliko negativnih gledano s aspekta učinkovitosti i sigurnosti. Pozitivna svojstva su niska toksičnost prema toplokrvnim životinjama i vrlo brzo i učinkovito suzbijanje štetnih kukaca, brza razgradnja i neperzistentnost u okolišu, te kratko vrijeme karence. Negativno svojstvo je neselektivno djelovanje prema korisnim kukcima i upravo ona brza razgradnja koja onemogućuje dugotrajnu i u potpunosti učinkovitu zaštitu. Također je u radu opisan i način djelovanja piretrina u živim organizmima, njegovo toksikološko djelovanje, te uporaba i neke druge stavke koje se odnose na buhač.

Ključne riječi: dalmatinski buhač, morfologija, uzgoj, piretrin, insekticid

50 stranica, 2 tablice, 17 slika, 61 literaturni navod

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Plant production

BSc Thesis

Mario Višić

Dalmatian pyrethrum (*Chrysanthemum cinerariifolium* (Trevir.) Vis.) – morphological characteristics, cultivation and insecticidal properties

SUMMARY: Objective of thesis was research and depiction of morphological characteristics and insecticidal properties which dalmatian pyrethrum (*Chrysanthemum cinerariifolium* (Trevir.) Vis.) possesses and conditions required for cultivation of dalmatian pyrethrum. Dalmatian pyrethrum is economically important plant which is in our area often neglected although it was important in the past of croatian agricultural production. Main reason for cultivation of dalmatian pyrethrum is pyrethrin production which is secondary metabolite of plant. Pyrethrin is contact insecticide with wide spectrum of action, and it is used in diverse domain of human activity, for example protection of crop, storage produce, public hygiene and public health and control of pests on animals. Pyrethrin possesses many positive properties, but also few negative observed from aspect of effectiveness and safeness. Positive properties are low toxicity to warm-blooded animals and rapid and effective kill of adverse insects, rapid degradation and nonpersistence in environment, and short waiting period. Negative property is nonselective activity toward useful insects and rapid degradation which prevents long lasting and completely effective protection. Also in the paper is described mode of action of pyrethrin in living organisms, his toxicological impact, use and some other items related to pyrethrum.

Keywords: dalmatian pyrethrum, morphology, cultivation, pyrethrin, insecticide

50 pages, 2 tables, 17 figures, 61 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. MATERIJAL I METODE	3
3. TAKSONOMSKA PRIPADNOST	4
4. POVIJEST DALMATINSKOG BUHAČA U SVIJETU I HRVATSKOJ	6
5. MORFOLOŠKE ZNAČAJKE	9
5.1. Korijen	9
5.2. Stabljika	9
5.3. List	10
5.4. Cvjetna glavica i cvijet	11
5.5. Plod	14
6. INSEKTICIDNA SVOJSTVA.....	16
6.1. Sinteza piretrina	17
6.2. Način djelovanja piretrina	18
6.3. Sadržaj piretrina u biljnim dijelovima	19
7. AGROEKOLOŠKI UVJETI UZGOJA	20
7.1. Tlo.....	20
7.2. Temperatura i svjetlost.....	21
7.3. Oborine i vjetar.....	22
8. AGROTEHNIKA.....	23
8.1. Plodored	24
8.2. Obrada tla	24
8.3. Gnojidba.....	24
8.4. Sjetva i sadnja.....	25
8.5. Njega.....	27
8.6. Berba	28
9. ŠTETOČINJE BUHAČA	31
9.1. Štetnici	31
9.2. Uzročnici bolesti.....	32
10. UPORABA PIRETRINA	36
10.1. Način primjene piretrina	36
10.2. Spekter djelovanja piretrina	37
11. PRERADA BUHAČA	38

12. TOKSIKOLOŠKO DJELOVANJE PIRETRINA.....	39
12.1. Toksikološko djelovanje na sisavce.....	39
12.1.1. Toksikološko djelovanje na životinje.....	39
12.1.2. Toksikološko djelovanje na ljude	40
12.2. Toksikološko djelovanje na ptice i ribe	41
12.3. Toksikološko djelovanje na kukce	42
13. POSTIGNUĆA NASTALA OPLEMENJIVANJEM BUHAČA.....	43
14. ZAKLJUČAK	44
15. POPIS LITERATURE	45

1. UVOD

Dalmatinski buhač (*Chrysanthemum cinerariifolium* (Trevir.) Vis.) u Dalmaciji raste samoniklo na kamenitim pašnjacima i zapuštenim terasama. Jedna je od najvažnijih vrsta roda *Chrysanthemum*. Glavni razlog uzgoja dalmatinskog buhača je proizvodnja cvjetnih glavica u kojima se nalaze ekonomski važni kemijski spojevi zvani piretrini. Piretrini posjeduju iznimno insekticidno djelovanje, stoga spadaju u ekonomski najvažnije prirodne insekticide, te se ponajviše koriste zbog svoje neškodljivosti (Nikolić, 2013.).

Korištenje biljke je široko rasprostranjeno u svijetu jer se njezini kemijski spojevi koriste kao sredstvo za zaštitu bilja u poljoprivredi, te se također koriste u šumarstvu, kućanstvima i komunalnoj higijeni. Zbog svojih karakteristika i neškodljivosti prema ljudima piretrin se vrlo često koristi u ekološkoj poljoprivredi industrijaliziranih zemalja (Grdiša i Gršić, 2013.). Piretrini se mogu pronaći u pripravcima koji se koriste u svakodnevnoj uporabi, primjerice aerosol za suzbijanje insekata, repelent za odbijanje komaraca, šampon za suzbijanje insekata na tijelu, šamponi za kupanje kućnih ljubimaca, pripravci za suzbijanje štetnika vrtnog i sobnog bilja, prašivo za tretiranje insekata na peradi i slično (Macan i sur., 2006.).

Biljka se u južnom dijelu Hrvatske koristi za napasivanje stoke u vegetativnoj fazi rasta, kada još ne dolazi do pojave cvjetova, jer je tada količina piretrina u biljci zanemariva. Nadzemni dio bez cvjetova može se koristiti u narodnoj medicini, a sam cvijet se koristi za spravljanje botaničkog insekticida. Dalmatinski se buhač osim za kultivaciju koristi kao i ukrasna biljka.

Važnost biljke seže u daleku prošlost (Perzija prije više od 2000 godina) kada su ljudi otkrili njeno suzbijajuće i repelentno djelovanje na kukce. U Europu je iz Perzije donesena perzijska vrsta *Tanacetum coccineum* početkom 19. stoljeća i tada je započela komercijalna proizvodnja. Godine 1840. zamijenila ju je vrsta *C. cinerariifolium* zbog većeg sadržaja piretrina. Tijekom sredine 18. i početkom 19. stoljeća prah buhača je bio vrlo značajan i korišten u vojsci za suzbijanje uši na ljudima.

Kenija, koja je najveći svjetski proizvođač buhača uz Tasmaniju, posjeduje površine prosječne veličine od 0,25 do 2 hektara, što upućuje da se većina buhača proizvodi na malim poljoprivrednim gospodarstvima (Pethybridge i sur., 2008a.). Procjenjuje se da se proizvodnjom dalmatinskog buhača u svijetu bavi 200 do 250 tisuća obitelji, a samo u Keniji oko 85 tisuća. Prosječna godišnja svjetska proizvodnja buhača iznosi oko 15000 tona, ali

točan podatak ne može se navesti zbog toga što neke države s manjom proizvodnjom ne vode statistiku o proizvodnji buhača. Sadržaj piretrina u suhim cvjetnim glavicama kreće se u intervalu od 1 do 2 %, odnosno prosječno oko 1,3 %, što dovodi do zaključka da se u svijetu godišnje proizvede oko 150 do 200 tona čistog piretrina (Casida, 1980.).

Prirodni botanički insekticidi alternativna su zamjena za toksične sintetičke insekticide koji djeluju negativno na živi svijet i okoliš, te zbog toga imaju veliki potencijal korištenja u budućnosti jer ljudi postaju sve više ekološki osvješteniji i više brinu za vlastito zdravlje.

Cilj završnog rada je opisati morfološka svojstva buhača, navesti mogućnosti i način uzgoja ove biljke, te naglasiti njegova insekticidna svojstva.

2. MATERIJAL I METODE

Za izradu završnog rada pregledavana je i korištena većina dostupne domaće i strane stručne i znanstvene literature. Korištene su različite vrste radova, doktorske disertacije, završni radovi, radovi iz različitih stručnih časopisa i knjige. Pretraživane su i internetske stranice povezane s istraživanom tematikom. U radu su opisane morfološke karakteristike vrste *Chrysanthemum cinerariifolium* (Trevir.) Vis. Navedene su mogućnosti uzgoja ove vrste i značaj vrste kao insekticidnog sredstva.

3. TAKSONOMSKA PRIPADNOST

Dalmatinski buhač (Slika 1.) (*Chrysanthemum cinerariifolium* (Trevir.) Vis.) je višegodišnja zeljasta endemična biljka iz porodice Asteraceae (glavočike) koja potječe s prostora istočne obale Jadranskog mora (Ambrožič Dolinšek i sur., 2007., Grdiša i sur., 2009., Grdiša i Gršić, 2013., Groom, 2013., Hulina, 2011., Kovačić i sur., 2008., Nikolić i sur., 2015., Osredečki, 2019., Sladonja i sur., 2014.).

U Europi je rasprostranjeno 17 vrsta roda *Chrysanthemum*, a u Hrvatskoj 6 vrsta (Domac, 2002.). Sinonimi su *Tanacetum cinerariifolium* i *Pyrethrum cinerariifolium* (Nikolić i sur., 2015., Rogošić, 2011., Šilić, 1988.). U Tablici 1. prikazana je taksonomska pripadnost vrste *C. cinerariifolium*. Hrvatski nazivi su dalmatinski buhač, buhač, divlji pelin, buvač i dalmatinska hrisantema (Nikolić i sur., 2015., Šilić, 1988.).

Tablica 1. Taksonomska pripadnost dalmatinskog buhača

Carstvo	Plantae
Koljeno	Magnoliophyta
Potkoljeno	Magnoliophytina
Razred	Magnoliopsida
Podrazred	Asteridae
Red	Asterales
Porodica	Asteraceae
Potporodica	Asteroidae
Rod	<i>Chrysanthemum</i>
Vrsta	<i>Chrysanthemum cinerariifolium</i> (Trevir.) Vis.

Dalmatinski buhač je tijekom prošlosti svrstavan u rodove *Pyrethrum*, *Tanacetum* i *Chrysanthemum*, te se mnogo puta premještao iz jednog roda u drugi. Razlike među ta 3 roda su vrlo male. Za ime vrste mogu se pronaći dva naziva, a to su *cinerariifolium* i *cinerariaefolium*.

Godine 1742. Haler je osmislio ime roda *Pyrethrum* i svrstao u njega biljke za koje je mislio da proizvode piretrin, a rod je kasnije bio uključivan i isključivan iz roda *Chrysanthemum*

(Groom, 2003.). U današnje vrijeme znanstvenici buhač najčešće svrstavaju u rod *Tanacetum* i nešto manje u rod *Chrysanthemum*.

Buhač je rasprostranjen u Hrvatskoj, Bosni i Hercegovini i u Crnoj Gori. U našoj zemlji raste od Istre na sjeveru do poluotoka Prevlaka na jugu. Najviše se javlja na području Dalmacije. Najčešće raste od morske obale pa sve do 500 m nadmorske visine, ali može ga se pronaći i na većim nadmorskim visinama u našem području (Nikolić i sur., 2015.). Najbrojnije populacije su na degradiranim staništima i kamenitim tlima, zatim kamenjarskim pašnjacima, suhim travnjacima, ali i u svijetlim šumama alepskog bora, vinogradima i maslinicima (Kovačić i sur., 2008., Grdiša, 2017., Nikolić i sur., 2015., Šilić, 1988.). Zbog svojih insekticidnih svojstava raširen je po zemljama Sredozemlja (Italija, Francuska, Španjolska), a raste i u Australiji i SAD- u. Buhač je strogo zaštićena vrsta (<http://biologija.com.hr>).



Slika 1. Dalmatinski buhač

Izvor: <https://www.alamy.com/stock-photo-pyrethrum-or-dalmatian-chrysanthemum-tanacetum-cinerariifolium-chrysanthemum-102723405.html>

4. POVIJEST DALMATINSKOG BUHAČA U SVIJETU I HRVATSKOJ

Glavice dalmatinskog buhača koristile su se u Perziji prije mnogo stoljeća za suzbijanje ušiju na ljudima (Casida, 1980.). Buhačem se trgovalo putem svile iz Kine u Europu prije 2000 godina (Ban i sur., 2019., Greenhill, 2007.). Prva komercijalna proizvodnja odvijala se u Armeniji 1828. godine gdje se proizvodio prah od glavica *Tanacetum coccineum* koji nije bio učinkovit kao prah *C. cinerariifolium*. Glavna komercijalna proizvodnja 1840. godine premjestila se u autohtono područje dalmatinskog buhača, odnosno u Dalmaciju (Pavlič, 2010.). Prah dalmatinskog buhača mogao se miješati sa perzijskim insekticidom *Zacherlin*, kako bi se poboljšala učinkovitost (Penava, 2013.).

Tradicionalna proizvodnja buhača u Hrvatskoj odvija se već nekoliko stoljeća i njegov prah se tijekom tog vremena koristio u biljnoj proizvodnji i u kućanstvima (Grdiša i sur., 2009.). Prah buhača se prodavao u europskim drogerijama tijekom 19. stoljeća pod nazivom „Flores chrisanthemi“ ili „Flores pyrethri“ (Šilić, 1988.).

Tvornica za preradu dalmatinskog buhača proizvedenog u Hrvatskoj nalazila se u Zagrebu (Penava, 2013.). Proizvodnja buhača se za vrijeme Prvog svjetskog rata preselila u Japan, koji je tada započeo s proizvodnjom vrlo kvalitetnog praha (Ramirez, 2013.). Vrhunac proizvodnje buhača u Dalmaciji dogodio se 20-ih godina 20. stoljeća, odnosno najveći obujam proizvodnje ostvaren je 1925. godine.

U razdoblju od 1920. do 1930. godine na području Dalmacije buhač se proizvodio na površinama od 1000 do 6000 hektara (Nikolić i sur., 2015.). Vrhunac proizvodnje u Dalmaciji zbio se 1926. godine kada je proizvedeno približno 1350 tona suhoga cvijeta (Nikolić i sur., 2015.). Prosječna godišnja proizvodnja buhača između 1929. i 1939. godine obavlja se na oko 2000 hektara sa prosječnim prinosom od 430 do 800 kilograma po hektaru (Pavlič, 2010.).

Prah biljke koji se proizvodio na različitim lokalitetima nije imao istu kvalitetu, pa je tako najkvalitetniji prah dolazio s otoka Hvara i prah vrlo dobre kvalitete iz Trogira i Šibenika (Penava, 2013.). Jedno od mjerila kvalitete praha proizvedenog od buhača jest kolika je brzina obaranja (knock down effect) ili koliko brzo dolazi od ugibanja insekta tretiranog insekticidom.

Većina hrvatske proizvodnje nije se prerađivala u različite formulacije (aerosol, gel, tekućina, emulzija, prašivo) niti ekstrahirala kako je zahtijevalo tržište SAD-a, nego je buhač dolazio na tržište u obliku čitavih cvjetnih glavica, što je otežavalo prodaju (Penava, 2013.).

S obzirom da je SAD preferirao prerađeni proizvod i insekticid odmah spreman za uporabu, a hrvatski proizvod je bio u obliku sirovine i neprerađen, proizvodnja prerađenog buhača u Japanu je počela rasti. Japansko pakiranje koje je bilo kvalitetnije napravljeno bolje je čuvalo kvalitetu buhača i ljepše je izgledalo. Japanski je proizvod također bio jeftiniji od hrvatskog što je značajno utjecalo na smanjenje hrvatske proizvodnje. Hrvatska proizvodnja se također smanjivala zbog primitivnog načina proizvodnje gdje se nisu koristila gnojiva i berba se obavljala ručno, te je svaki radnik dnevno mogao ubrati samo 25 kilograma cvjetova (Penava, 2013.).

Pojava krivotvorenog proizvoda pod nazivom dalmatinskog buhača imala je također znatan utjecaj na smanjenje prodaje hrvatskog buhača. Berba glavica buhača odvijala se sporo, te je ponekad trajala i do 30 dana, stoga je berba bila zakašnjela, što je za posljedicu imalo prezrele glavice lošije kvalitete s otpalim laticama. Vrlo često se događalo da poljoprivrednici buhač skladište u prostorima s viskom vlagom zraka, suše na velikim ljetnim vrućinama, ostavljaju cvjetove nepokrivene preko noći, te tako na njih pada rosa i vlaži biljni materijal, pregrubo metu buhač, te sa njega otpada dragocjen prah i miješaju cvjetove sa prljavštinom što je prouzrokovalo smanjenje kvalitete (Penava, 2013.). Jedan od razloga smanjenja proizvodnje buhača u Hrvatskoj bio je neudruženost proizvođača koji su samostalno trgovali s otkupiteljima, te su na taj način bili manje konkurentni.

Strani otkupljivači buhača bili su zainteresirani samo za kvalitetan buhač, koji je trebao sadržavati minimalno 0,90 % piretrina, dok je hrvatski buhač s područja Šibenika i Trogira, koji je slovio kao najbolji, sadržavao od 0,80 do 0,85 % piretrina, a glavnina buhača iz Hrvatske je sadržavala od 0,40 do 0,60 % piretrina (Penava, 2013.).

Početak korištenja insekticida piretrina u SAD-u dogodio se 1855. godine, a u Japanu 1886. godine (Matsuo i Mori, 2012.). Uvoz piretrina iz Europe u SAD 1885. godine iznosio je oko 270 000 kilograma, a 1919. godine 1 360 000 kilograma, te je zbog toga SAD pokušao proizvoditi vlastiti piretrin u Kaliforniji (Matsuo i Mori, 2012.). To je rezultiralo dobrom kvalitetom buhača koji je sadržavao preko 1 % piretrina, ali je proizvodnja propala 1920-ih godina (Matsuo i Mori, 2012.).

Vrhunac proizvodnje buhača u Japanu zbio se 1938. godine, kada je obujam proizvodnje iznosio oko 13000 tona suhoga cvijeta, što je tada predstavljalo 70 % svjetske proizvodnje (Matsuo i Mori, 2012.).

Početak proizvodnje buhača u Keniji započeo je 1928. godine kada su Britanci donijeli buhač u svoju koloniju (Ban i sur., 2019., www.fao.org/docs). Do kraja 2. svjetskog rata vodeći proizvođač bio je Japan, ali nakon 1945. to mjesto preuzela je Kenija i od tada do prije nekoliko godina zadržavala ga je uz manje oscilacije u proizvodnji (Casida, 1973., Ramirez, 2013.).

Početak uporabe sintetičkih insekticida kao što su DDT (dikloro-difenil-trikloroetan), organofosforni, organoklorinski insekticidi i metilkarbamat nakon 2. svjetskog rata zaustavljena je proizvodnja piretrina u Hrvatskoj (Grdiša i sur., 2009.). Od 1960-ih pa do danas u nekoliko navrata uloženi su napori znanstvenika u ponovno pokretanje proizvodnje dalmatinskog buhača na području Hrvatske, ali uvijek s neuspjehom jer je uvozni buhač jeftiniji, te je stoga proizvodnja buhača u Hrvatskoj bila nerentabilna.

Prema podacima FAOSTAT-a najveća zabilježena proizvodnja u Africi dogodila se 1976. godine kada je buhač uzgajan na 110 204 hektara. Od tada se površine pod proizvodnjom smanjuju uz manje oscilacije, te su u 2017. godini iznosile oko 23 406 hektara (www.fao.org/faostat).

Proizvodnja buhača u Australiji započela je 1890. godine, ali prva veća komercijalna proizvodnja započela je 1981. godine od kada se redovito kultivira dvije do četiri tisuće hektara buhača ponajviše u Tasmaniji (Moslemi, 2017., Pethybridge i sur., 2008a.).

Prosječne godišnje svjetske površine na kojima je bio zasađen buhač tijekom 1990-ih su se kretale oko 25100 hektara sa prosječnim prinosom od 600 kilograma po hektaru, što znači da je ukupna prosječna godišnja proizvodnja suhoga cvijeta u tom razdoblju iznosila 15165 tona (Kolak i sur., 1999.)

Glavnina današnje svjetske proizvodnje buhača odvija se u istočnoj Africi (Kenija, Ruanda, Tanzanija,), Južnoj Americi (Ekvador, Čile), Australiji (Tasmanija), Francuskoj, Kini i Papua Novoj Gvineji (Casida, 1973., Grdiša i sur., 2009., Toth i sur., 2012.).

5. MORFOLOŠKE ZNAČAJKE

Dalmatinski buhač je višegodišnja zeljasta, vitka i bokorasta biljka koja raste u visinu od 30 do 100 cm, ovisno o kultivaru, tlu i agrotehnici (Grdiša i sur., 2009., Osredečki, 2019.). Visinu biljke predstavlja dužina centralne stabljike koja se proteže od površine tla do najgornjeg cvijeta (Kolak i sur., 1999.). Biljka je uobičajeno sivo zelene do tamnozelene boje, što ovisi o raznim čimbenicima kao što su vrsta kultivara, agrotehnika, tip tla i sl.

Svi nadzemni dijelovi biljke prekriveni su sitnim gusto poredanim svilenkastim dlačicama sive do zeleno sive boje koje biljci daju srebrnkast izgled (Nikolić i sur., 2015., Kolak i sur., 1999., Greenhill, 2007., Šilić, 1988., Tutin i sur., 1976.). Dlačice na biljci imaju sposobnost izlučivanja smolaste tvari koja sadrži eterična ulja. Svi dijelovi biljke posjeduju ugodan, lijepi, intenzivan i specifičan miris (Hulina, 2011., Nikolić i sur., 2015., Osredečki, 2019.).

5.1. Korijen

Korijen biljke je jak, razgranat, vrlo dobro razvijen, te je vrlo dubok jer prodire u tlo od 30 do 35 cm dubine (Kolak i sur., 1999., Kovačić i sur., 2008., Nikolić i sur., 2015., Šilić, 1988.). Debljina korijenovog vrata se kreće u rasponu od 0,8 do 1,5 cm, a iz korijenovog vrata izbija 15 do 20 dugih korijenova smeđe boje, cilindričnog oblika i vrlo jake upojne moći (Kolak i sur., 1999.). U proljeće biljka započinje rast, te iz korijenovog vrata izbijaju brojni vitki jednogodišnji izboji koji odmah počinju rasti u visinu od 30 do 70 cm, te kasnije svaki izboj formira svoju cvjetnu glavicu (Nikolić i sur., 2015., Šilić, 1988.).

5.2. Stabljika

Duge stabljike dalmatinskog buhača se brazdaste i puzenaste, te su prekrivene sivkastim do sivo zelenim kratkim dlačicama (Kolak i sur., 1999., Kovačić i sur., 2008.). Svaka stabljika (Slika 2.) buhača na vrhu nosi po jednu krupnu cvjetnu glavicu i po sebi vrlo rijetko prostorno raspoređene listove jer listovi rastu pretežno na koljencu stabljike i poprilično su razmaknuti jedan od drugoga po visini (Kovačić i sur., 2008.). Listovi na stabljici su sjedeći jer ne posjeduju peteljku i manji su od prizemnih listova (Kovačić i sur., 2008., Nikolić i sur., 2015.). Jedna biljka može formirati 300 do 400 sekundarnih stabljika s cvjetnim glavicama (Kolak i sur., 1999., Osredečki, 2019.).



Slika 2. Stabljika

Izvor: <https://api.tela-botanica.org/img:000175695O.jpg>

5.3. List

Listovi se nalaze izmjenično postavljeni na stabljici i perastog su izgleda. Po obodu lista se nalaze relativno velika udubljenja i izbočenja koja mogu biti zaobljena ili ušiljena, a udubljenje se pruža sve do blizine centralne provodne žile (Greenhill, 2007.). Listovi su lancetasti do duguljasto lancetastog oblika (Pethybridge i sur., 2008a., Hulina, 2011., Moslemi, 2017.). Donju trećinu visine biljke čine prizemni listovi koji su dugi 10 – 20 cm (Greenhill, 2007., Nikolić i sur., 2015., Šilić, 1988., Tutin i sur., 1976.). Prizemni listovi su izmjenični, dvostruko perasti s dugačkom peteljkom, te su duboko iscijepani ili urezani i nepravilno razdijeljeni (Nikolić i sur., 2015., Šilić, 1988.). Rast peteljke lista odvija se na vrhu peteljke gdje se mali urezani listovi uvećavaju i stare, te list (Slika 3.) na taj način raste. Zbog prostornog rasporeda gdje je većina listova u prizemnoj trećini visine i čini lisnu rozetu, biljka poprima polugrmolik oblik (Kolák i sur., 1999., Groom, 2003.).



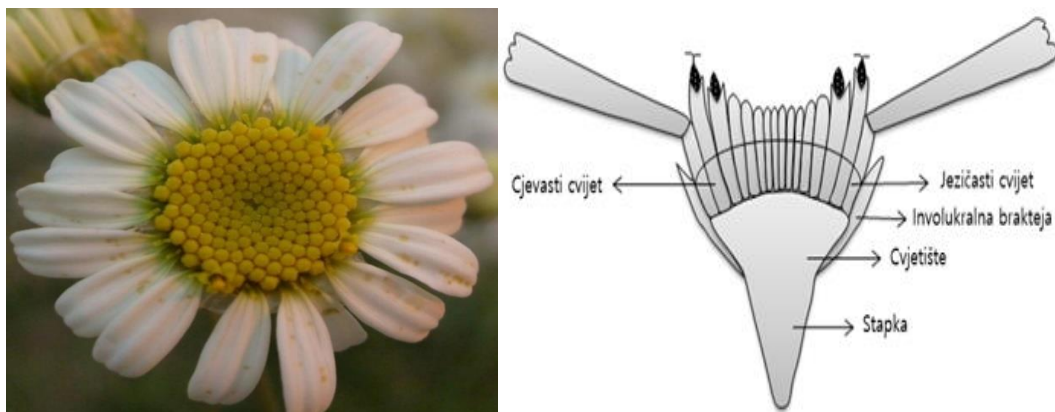
Slika 3. List

Izvor: <https://www.biolib.cz/en/image/id179539/>, <http://www.floracatalana.net/tanacetum-cinerariifolium-trevir-schultz-bip->

5.4. Cvjetna glavica i cvijet

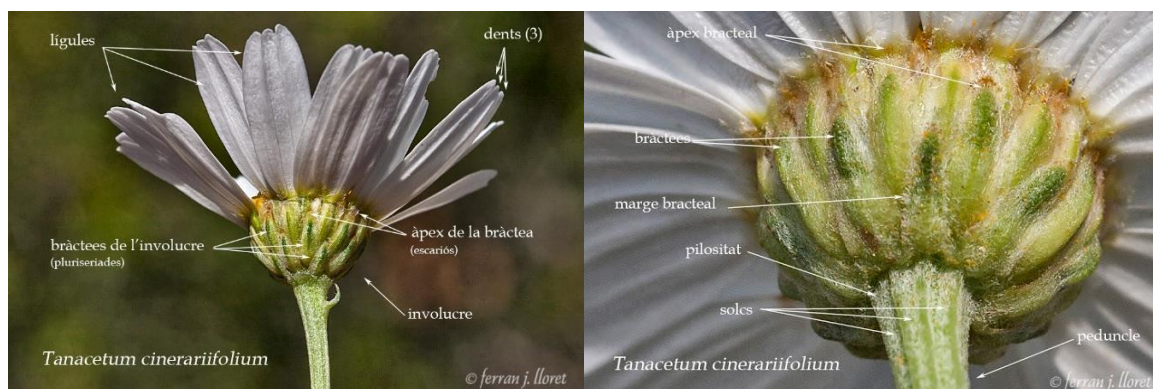
Dalmatinski buhač posjeduje jednostavnu grozdastu (racemoznu) cvat. Na cvjetnoj glavici prvo se otvaraju vanjski cvjetovi koji su na posljetku i razvijeniji od unutarnjih. Cvjetna glavica izgledom je slična onoj koju posjeduje ivančica i nalazi se na vrhu vitke stabljike.

Cvat (Slika 4.) dalmatinskog buhača, odnosno cvjetna glavica (kapitula) sastavljena je od mnogo malih zbijenih cvjetova koji se nalaze smješteni na konveksnom ili blago izbočenom cvjetištu (prošireni vrh cvjetne glavice na kojem se nalaze cvjetovi) izduženo sferičnoga oblika, a cvjetišće (Slika 6.) se nalazi na cvjetnoj stapki (Šilić, 1988.). Cvjetovi na cvjetnoj glavici okruženi su s 3 reda mnogobrojnih i tvrdih involukralnih brakteja (ovojni listići) koje su poredane poput crijepova na krovu, s unutarnjom stranom glatkom i bjeličastom, a vanjskom stranom dlakavom (Kovačić i sur., 2008., Nikolić i sur., 2015., Šilić, 1988.). Promjer involukralnih brakteja (Slika 5.) kreće se od 12 do 18 mm (Grdiša i sur., 2009., Pethybridge i sur., 2008a., Tutin i sur., 1976.).



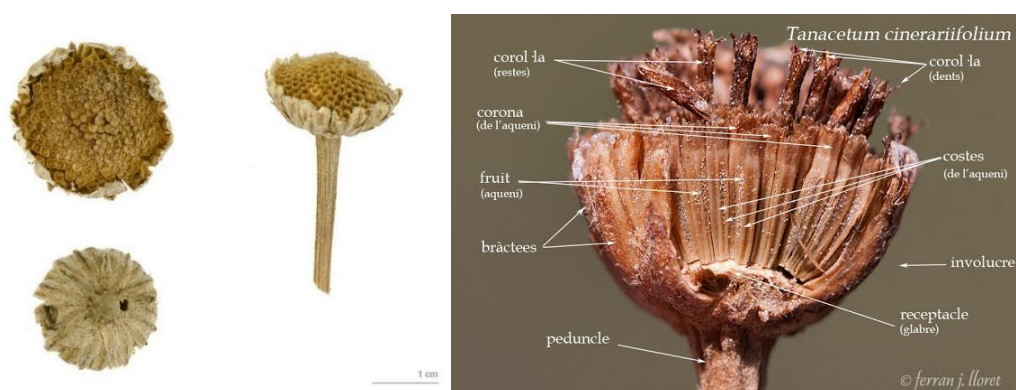
Slika 4. Cvat

Izvor: O'Malley, 2012., Ramirez, 2013.



Slika 5. Involukralne brakteje

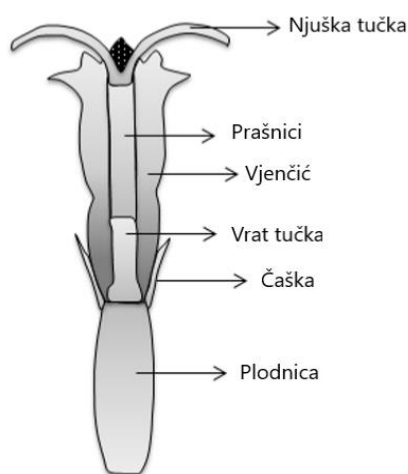
Izvor: <http://floraebre.blogspot.com/2013/09/pelitre-i.html>



Slika 6. Cvjetišće

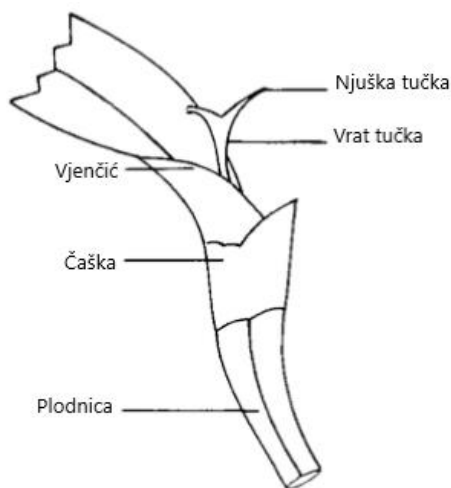
Izvor: <https://wikivisually.com/wiki/Pyrethrum>,
<http://floraebre.blogspot.com/2013/09/pelitre-i.html>

Na cvjetnoj glavici nalaze se 2 vrste cvjetova: cjevasti (Slika 7.) i jezičasti (Slika 8.) (Kovačić i sur., 2008.). Cvjetna glavica prosječne veličine sadrži maksimalno dvjestotinjak cvjetova u 3 do 10 redova (Ardelean i sur., 2011., Groom, 2003.). Zbijeni cjevasti cvjetovi koji se nalaze u sredini cvjetne glavice su plodni i žute su boje, dužine 3 do 5 mm, te su spiralno poredani na cvjetištu (Ambrožič Dolinšek i sur., 2007., Grdiša i sur., 2009., Greenhill, 2007., Groom, 2003.). Plodni cvjetovi su aktinomorfni, građeni su na bazi broja 5, te se sastoje od 5 lapova koji čine čašku, 5 malih sraslih latica koje čine sulatičan vjenčić, 5 prašnika, te ploda koji se razvija nakon oplodnje (Kolak i sur., 1999., Rogošić, 2011.).



Slika 7. Cjevasti cvijet

Izvor: Ramirez, 2013.



Slika 8. Jezičasti cvijet

Izvor: Casida, 1973.

Skupljeni prašnici smješteni na kratkim filamentima nalaze se obavijeni vjenčićem s njegove unutarnje strane (Grdiša i sur., 2009.). Izdužene antere prašnika su spojene, te zbog toga tvore zajedno cijev, a filamentu rastu iz baze vjenčića (Ramirez, 2013.). Bijeli jezičasti cvjetovi posjeduju izdužen vjenčić u obliku trake koji je najčešće trostruko nazubljen (Moslemi, 2017.). Bijeli jezičasti cvjetovi dugi su od 8 do 16 milimetara i razlikuju se u boji pri bazi vjenčića, jer je baza obično žuto do zelenkasto žuto obojena (Tutin i sur., 1976.). Vjenčić jezičastih cvjetova usmjeren je prema vanjskoj strani cvjetne glavice. Baza vjenčića obje vrste cvjetova je sužena i cjevasta, te obavija dvostruko rascijepani valjkasti tučak koji se nalazi smješten na vrhu podrasle plodnice u središtu cvijeta (Grdiša i sur., 2009., Šilić, 1988.).

Tijekom razvoja cvjetova i početkom cvatnje cvijeta dvostruko rascijepani tučak se izdužuje i raste prema gore kroz cijev koju tvore pet prašnika skupljenih jedan do drugoga (Grdiša i sur., 2009.). Cjevasti cvjetovi su okruženi jednim do dva reda jezičastih cvjetova koji su se tijekom dugog evolucijskog razdoblja preobrazili u jednospolne cvjetove koji posjeduju samo tučak (Pethybridge i sur., 2008a.). Zeleno obojena čaška cvijeta povezuje vjenčić i plodnicu koja je uspravna i peterokutna, te posjeduje samo jedan sjemeni zametak (Grdiša i sur., 2009., Moslemi, 2017.). Svaki cvijet posjeduje samo jednu jednogradnu plodnicu (Nikolić i sur., 2015.).

Tipična cvjetna glavica buhača sadrži od 40 do 100 dvospolnih cjevastih cvjetova okruženih s 18 do 22 bijela jezičasta cvijeta (Pethybridge i sur., 2008a.). Promjer u potpunosti otvorene cvjetne glavice kreće se od 2 do 5 (3 do 4) cm, dok se promjer središnjeg dijela cvjetne glavice, odnosno promjer zbijenih žutih cjevastih cvjetova kreće od 1 do 2 cm (Kolak i sur., 1999., Fulton, 1998.). Otvaranje cvijeta slijedi mjesec dana nakon pojave cvjetnog pupa, a tijekom otvaranja cvjetova utječe na veću stranooplodnju (Grdiša i sur., 2009.). Mlade biljke starosti od 1 do 2 godine stvaraju od 200 do 400 cvjetnih glavica, dok starije biljke starosti od 3 do 6 godina mogu formirati od 800 do 900 cvjetnih glavica (Kolak i sur., 1999.).

5.5. Plod

Nakon oplodnje formira se i sazrijeva plod. Plod dalmatinskog buhača je tamnožuta ili sivožuta izdužena, tvrda, suha, pomalo sjajna i cilindrična peterorubna ahenija (roška) u čijim se brazdicama nalaze žljezdaste dlačice i koja u sebi sadrži sitno rebrasto sjeme (Kolak i sur., 1999., Groom, 2003.). Ahenije osim što skladište piretrin u sekrecijskim žlijezdama

na površini, mogu ga skladištiti i u sekrecijskom kanalićima unutar zida ahenije (Ambrožič Dolinšek i sur., 2007., Groom, 2003.).

Ahenija (Slika 9.) razvijena iz monokarpne plodnice nakon sazrijevanja se suši i ne razdvaja se, odnosno ne ispušta sjeme iz sebe, te sjeme ostaje priljubljeno uz zid ahenije. Ahenija buhača je smještena na cvjetištu i nalazi se okružena okružena čašićnim listićima, a razvija se iz vanjskog dijela plodnice priljubljenog uz čašku, te stoga ona ne sadrži oplodno tkivo. Ahenije buhača posjeduju krunasti papus dužine 0,6 do 1 mm, jednosjemene su i uske, te su stalno istog oblika uz varijacije u veličini i zakrivljenosti (Kovačić i sur., 2008., Šilić, 1988., Tutin i sur., 1976.). Prosječna dužina ahenije je 3 do 4 mm, širina se kreće oko 1,5 mm, zakrivljenost može biti manje ili više izražena uz čestu ušiljenost baze (Fulton, 1998.). Obje vrste cvjetova i jezičasti i cjevasti posjeduju aheniju. Morfoloških razlika između ahenija jezičastih i cjevastih cvjetova nema ili postoje male varijacije u veličini (Groom, 2003.).



Slika 9. Ahenija

Izvor:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.197.4324&rep=rep1&type=pdf>,
<http://floraebre.blogspot.com/2013/09/pelitre-i.html>

Sjeme buhača je vrlo sitno i male mase, pa se tako masa 1000 sjemenki kreće od 0,8 do 1,1 g (Osredečki, 2019.). Ukoliko plod sazrije do kraja dolazi do osipanja ahenija po tlu, odnosno samozasijavanja. Sjeme buhača posjeduje vrlo tanku sjemenu lupinu.

6. INSEKTICIDNA SVOJSTVA

Sinteza piretrina je kroz evolucijski period nastala zbog potrebe obrane od štetnih organizama koji imaju namjeru oštetiti biljku. Jednom oštećena biljka od strane kukaca šalje signal pomoću različitih volatilnih (VOC) i nevolatilnih kemikalija koje potiču sintezu piretrina unutar ranjene biljke i susjednih zdravih biljaka (Matsuo i Mori, 2012.).

Piretrin je kontaktni insekticid, te posjeduje sposobnost brzog djelovanja tako što nekoliko minuta nakon dolaska u kontakt s kukcem izaziva obaranje ili takozvani „knock down“ efekt, a nekoliko sati nakon kontakta izaziva uginanje kukca (Gunasekara, 2005.).

Neka od pozitivnih svojstava piretrina su repelentno djelovanje, obaranje i suzbijanje velikog broja vrsta insekata, gotovo nikakvo negativno djelovanje na ljude i životinje, brza razgradnja i razlaganje rezidua, vrlo mala ili nikakva pojava rezistentnosti kukaca, selektivnost i mogućnost miješanja sa sinergistima koji uvelike pojačavaju djelovanje (Delač i sur., 2018., Dev i Koul, 1997., Grdiša i sur., 2009., Greenhill, 2007.).

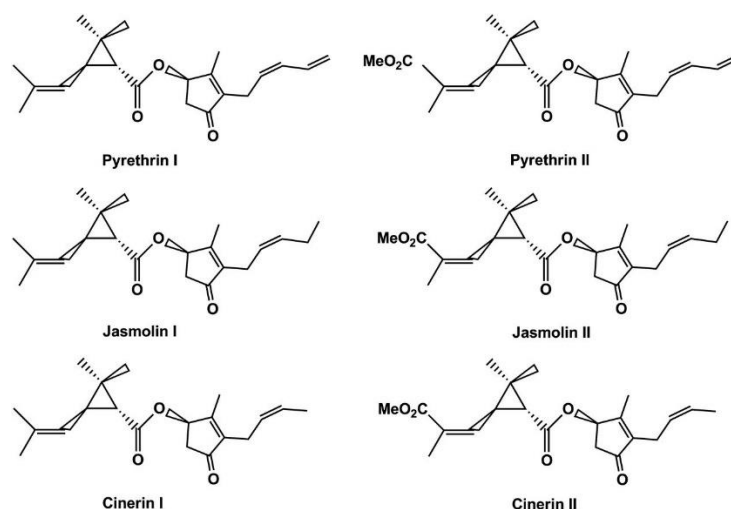
Sinergisti djeluju na način da sprječavaju ili usporavaju oksidativne i metaboličke reakcije (Casida, 1980.). Kao sinergisti mogu se koristiti piperonil butoksid, piperonil sulfoksid, sezamin, sezamolin, piperin, elemicin, pongapin, dilapiol, safrol i miristicin (Casida, 1973., Groom, 2003., Gunasekara, 2005., Joffe, 2011., Kumar, 2018.). Godine 1949. nakon otkrića piperonil butoksida započinje njegova komercijalna uporaba, a velika mu je prednost niska cijena u usporedbi s piretrinom. Iako nije insekticid, on pojačava djelovanje piretrina najmanje četverostruko, a dodaje se u dozi 2 do 10 puta većoj od doze piretrina koja se primjenjuje (Casida, 1980.). Iako je vjerojatnost pojave rezistentnosti mala, ipak je zabilježena pojava rezistentnosti nekih štetnika nakon učestalog prskanja s piretrinom (Casida, 1973., Gunasekara, 2005.).

Jedna od najznačajnijih karakteristika piretrina je da nije otrovan za sisavce i ostale toplokrvne životinje, ostale karakteristike su brza razgradnja ili vezanje za koloide tla, što utječe na nemogućnost ispiranja u podzemne vode, nepostojanost akumulacije u tkivima ljudi i životinja, nestabilnost na svjetlosti, nestabilnost u prisutnosti kisika, nestabilnost pri povećanoj vlažnosti, te je također nestabilan na povišenoj temperaturi, što ga čini izuzetno biorazgradivim (Barimani i sur., 2013., Grdiša i sur., 2009., Grdiša i Gršić, 2013.). Zbog navedenih karakteristika vrlo često se koristi u ekološkoj poljoprivredi.

Otkrivanje kemijske strukture piretrina i njezinom preinakom omogućeno je stvaranje sintetičkih insekticida piretroida koji imaju značajnu prednost u odnosu sa piretrinom, a to je dugotrajnija razgradnja i duže djelovanje, te su stoga piretroidi učinkovitiji, ali i perzistentniji u okolišu i toksičniji za ljude i životinje. Razgradnja piretrina u prirodnim uvjetima odvija se većinom unutar nekoliko tjedana, ali najčešće od 1 do 5 dana (Casida, 1973.). Grdiša i Gršić (2013.) navode kako je za poluraspad piretrina 1 i 2 u poljskim uvjetima potrebno manje od 2 sata, te navode kako se piretrin sporo degradira u mraku, ali na svjetlu se sa 100 % sadržaj piretrina smanji na manje od 1 % unutar 5 sati.

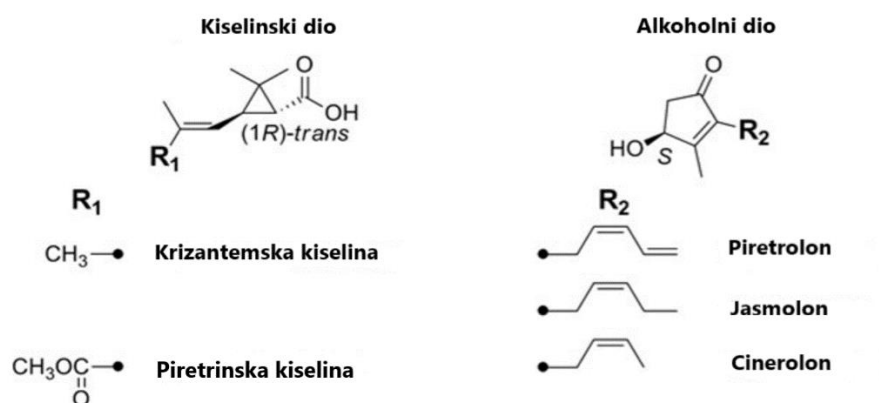
6.1. Sinteza piretrina

Piretrin se sastoji od 6 aktivnih tvari (Slika 10.): Piretrin 1; Piretrin 2; Cinerin 1; Cinerin 2; Jasmolin 1; Jasmolin 2. Od svih komponenti najviše zastupljeni su Piretrin 1 i Piretrin 2. Svih 6 aktivnih tvari skupno zvani retrini su monoterpenški esteri koji su strukturno vrlo slični (Ambrožič Dolinšek i sur., 2007.). Buhač pored 6 aktivnih tvari sadrži i eterična ulja i glikozide (Hulina, 2011.). Piretrini nastaju kemijskom reakcijom u kojoj se 2 monoterpenške kiseline (krizantemska i piretrinska) esterificiraju sa 3 ketonska alkohola (piretrolon, cinerolon, jasmolon) koji se skupno nazivaju retroloni (Casida, 1973., Khan i sur., 2017., Hitmi i sur., 2000., Ramirez, 2013.). Razlika između krizantemske i piretrinske kiseline i među retrolonima (Slika 11.) je vrlo mala jer se svih 6 komponenti razlikuju samo u terminalnom izmjenjivom dijelu (supstituenti R1 i R2) (Casida, 1980., Dronjak, 2016.). Krizantemska kiselina je prekursor za sintezu piretrinske kiseline (Hitmi i sur., 2000.).



Slika 10. Aktivne tvari

Izvor: https://www.researchgate.net/figure/Structural-formulas-of-pyrethrin-i-pyrethrin-ii-cinerin-i-cinerin-ii-jasmolin-i-and_fig1_261595448



Slika 11. Razlika između krizantemske i piretrinske kiseline i razlika među retrolonima

Izvor: Matsuo i Mori, 2012.

Sinteza piretrina je vrlo složena, jer da bi se dobio piretrin potrebno je proći mnogo koraka i različitih kemijskih tvari. Za sintezu piretrina potrebno je prvo sintetizirati krizantemsku kiselinu i ketonski alkohol.

6.2. Način djelovanja piretrina

Dolaskom piretrina u blizinu živčanih stanica nastaje njegovo vezivanje za membrane živčanih stanica (Joffe, 2011.). Zbog navedenog dolazi do ponavljajućeg slanja signala duž živčanih stanica i kukac gubi kontrolu nad vlastitim živčanim sustavom, što uzrokuje tremore, paralizu i u konačnici smrt (Casida, 1980., Gunasekara, 2005., Joffe, 2011., Macan i sur., 2006.).

Piretrini su kemijske tvari koje su teško topive u vodi, ali vrlo dobro se otapaju u organskim otapalima i ugljikovodicima, a u organizmu sisavaca vrlo brzo se razgrađuju na vodotopive komponente. Nakon razgradnje piretrina na sastavne dijelove ne pojavljuju se znakovi bilo kakvog oboljenja, te se neaktivne tvari nastale raspadom piretrina lako izlučuju putem mokraćne u sisavaca.

Piretrini se hidroliziraju u lumenu crijeva i u tkivima u koja dopiju, a ubrzo nakon hidrolize izlučuju se iz tijela (Macan i sur., 2006.). Razgradnju piretrina u organizmu obavlja enzim

karboksiesteraza (Cox, 2002.). Organofosforni insekticidi utječu na inhibiciju karboksiesteraze, te na taj način pojačavaju djelovanje piretrina (Cox, 2002.).

6.3. Sadržaj piretrina u biljnim dijelovima

Piretrini su sekundarni metaboliti biljke i bivaju proizvedeni u malim količinama (Dev i Koul, 1997., Kikuta i sur., 2011.). Najveća koncentracija piretrina nalazi se u uljnim žlijezdama na površini sjemena koje se nalazi na cvjetnoj glavici. Ostali dijelovi biljke sadrže piretrin, ali u mnogo manjoj koncentraciji.

Kolak i suradnici (1999.) navode da osušene stabljike buhača sadrže od 0,1 do 1,15 % piretrina i da jezičasti cvjetovi sadrže relativno malu količinu piretrina koja se kreće od 0,2 do 0,4 %. Također navode da sjeme buhača uključujući i plodnicu sadrži od 2,2 do visokih 4,5 % piretrina, iako se selekcijom stvaraju kultivari koji mogu imati i do 4,8 % piretrina u sjemenu. Cvjetne glavice autohtonog samoniklog buhača sa područja Hrvatske sadrže 0,7 % piretrina, dok osušene cvjetne glavice kultiviranog buhača sa područja Kenije sadrže do 2,8 % piretrina (Kolak i sur., 1999.).

Glavnina piretrina, odnosno oko 94 % biva proizvedena u sekrecijskim kanalićima i uljnim žlijezdama plodova koji se nalaze na zrelih cvjetovima, te su tamo izolirani i zaštićeni od svjetlosne razgradnje (Gunasekara, 2005.). Također postoje i uljne žlijezde i sekrecijski kanalići na ostalim dijelovima biljke, odnosno lišću, stabljici i korijenu, ali oni sadrže vrlo malo piretrina (Grdiša i Gršić, 2013., Gunasekara, 2005., Pethybridge i sur., 2008a.). Kumar (2018.) navodi kako od ukupnog sadržaja piretrina ahenije sadrže 93,7 %, cvjetište 2,6 %, cjevasti cvjetovi 2,0 %, a jezičasti cvjetovi 1,7 % piretrina. Izoliranost piretrina osim što štiti iste od razgradnje, omogućava insektima skupljanje nektara i oprašivanje cvijeta (Casida, 1980.).

Dlačice dalmatinskog buhača produkt su djelidbe epidermalnih stanica, te se sastoje od stapke i glave u kojoj se nalaze seskviterpen laktone koji služe biljci za obranu od napada drugih organizama (Ramirez i sur., 2012.). Najveća koncentracija ovih dlačica nalazi se na plodu buhača. Dlačice na zrelih ahenijama često su povezane sa proizvodnjom piretrina, jer se pretpostavlja da te žljezdaste dlačice sadrže biosintetički enzim krizantemil difosfat sintazu (Moslemi, 2017.).

7. AGROEKOLOŠKI UVJETI UZGOJA

Za proizvodnju dalmatinskog buhača od kojeg bi se mogao dobiti kvalitetan proizvod potrebna je mediteranska klima, te upravo zbog toga ta biljka nije uzgajana u bilo kojem dijelu svijeta.

Na prinos svježeg cvijeta dalmatinskog buhača utječu genotip, klimatski uvjeti (količina oborina, temperatura), tlo (plodnost, navodnjavanje, plijevljenje korova, nagrtanje i sl.) sklop, bolesti i štetnici, dok na prinos piretrina u cvijetu utječe genotip, učestalost branja, faza razvoja cvijeta, klima i način sušenja cvijeta (Ambrožič Dolinšek i sur., 2007., Moslemi, 2017., Pethybridge i sur., 2008a., Roest, 1976.).

7.1. Tlo

Idealna tla za uzgoj dalmatinskog buhača su kamenjari, kraška područja, pjeskovita tla siromašna vapnencem. Buhaču najviše odgovaraju osunčana, prozirana i procjedna tla koja nisu zbijena i pretjerano vlažna. Kultura postiže dobre prinose na laganim pjeskovitim ili kamenitim tlima koja nisu izrazito plodna, može se također uzgajati i na tlima koja su erodirana, isprana, na terasama ili ugarima (Kolak i sur., 1999.).

Na tlima koja nisu propusna i na kojima se često zadržava voda, vrlo često dolazi do smanjenja suhe tvari korijena i nadzemnog dijela biljke, te do učestalije pojave bolesti (Moslemi, 2017.). Pretjerano plodna tla uzrokuju smanjenje sadržaja piretrina u biljci (www.infonet-biovision.org).

Tla za uzgoj buhača trebaju biti dobre opskrbljenosti fosforom, kalcijem i magnezijem, te pH tla ne bi trebao biti niži od 5,2 (5,6) i viši od 7,5 jer tada dolazi do smanjenja uroda (www.fao.org/docs).

Sladonja i suradnici (2014.) proveli su istraživanje utjecaja istarskih tipova tala na klijanje dalmatinskog buhača u kojem su ispitivali teksturu tla, pH tla, sadržaj hranjiva i ostale parametre. Istraživanjem klijavosti na 6 vrsta tala korištenjem sjemena autohtonog divljeg buhača ispostavljeno je da sjeme najbolje klija na ilovasto glinenom tlu sa klijavosti većom od 55 %, a najslabije na crvenici (crveno glinasto tlo) gdje je klijavost bila oko 25 %. Istraživanjem je zaključeno da tekstura tla, pH tla i sadržaj hranjiva značajno utječu na klijanje jer je najveći postotak klijavosti bio na tlu sa blago alkalnom pH vrijednosti,

skromnim sadržajem hranjiva i većim sadržajem praha koji omogućuje bolju hidrataciju sjemena.

7.2. Temperatura i svjetlost

Na količinu piretrina u aheniji i cvjetnoj glavici, te broj cvjetova po biljci utječe tip tla, suma toplinskih jedinica i količina svjetlosti, te je zbog toga preporučeno buhač uzgajati na toplim i osunčanim terenima. Najpogodnija područja za uzgoj buhača su semiaridna područja s hladnijom zimom (www.infonet-biovision.org).

Jedan od glavnih čimbenika koji utječe na pokretanje cvatnje u dalmatinskog buhača je period niskih noćnih temperatura, odnosno razdoblje vernalizacije (Brown, 1992.). Visoke temperature ($>30\text{ }^{\circ}\text{C}$) tijekom cvatnje nepovoljno utječu na nakupljanje piretrina u cvjetovima (Greenhill, 2007.). Povećanjem nadmorske visine i hladnije prosječne temperature povećavaju sadržaj piretrina u biljci (www.infonet-biovision.org). Duže razdoblje vernalizacije utječe na povećanje broja cvjetova po biljci, dužu cvjetnu stabljiku i brže pokretanje i razvoj cvatnje. Temperature potrebne za vernalizaciju su niže od $18\text{ }^{\circ}\text{C}$, odnosno kako bi se postigao učinak vernalizacije potrebno je da biljka bude izložena 2 tjedna na $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ili 3 tjedna na $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ u uvjetima kratkih dana pri dnevnim temperaturama od 20 do $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Brown, 1992.). Dalmatinski buhač je dnevno neutralna biljka gledajući sa stajališta fotoperiodičnosti (Brown, 1992.).

Dolaskom proljeća i dužim trajanjem dnevne svjetlosti počinje formiranje vitkih stabljika. Dalmatinski buhač je termofilna biljna vrsta i dobro podnosi sušu, nedostatak vlage i visoke temperature (Pavlič, 2010.). Unatoč zahtjevima za sunčanom i toplom klimom, dalmatinski buhač može podnijeti mraz i ekstremno niske temperature koje se kreću od $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Kolak i sur., 1999., Pavlič, 2010.).

Na području Afrike buhač se uzgaja na minimalno 1900 m nadmorske visine zbog izrazito tople klime tog područja koja negativno utječe na cvatnju, odnosno biljka u pretjerano toplom klimatu razvija samo vegetativni dio, te nema razvoja cvjetova (Roest, 1976.). Tasmanijska proizvodnja odvija se najčešće na visokim nadmorskim visinama, ali i na niskim nadmorskim visinama do 300 m (Pethybridge i sur., 2008a.).

Buhač uzgajan na području gdje prevladava tropska klima cvate u nekoliko navrata godišnje. Cvatnja dalmatinskog buhača u našim se uvjetima odvija u svibnju i završava koncem lipnja

(Kolac i sur., 1999., Kovačić i sur., 2008., Nikolić i sur., 2015., Šilić, 1988.). Cvatnja u tropskoj klimi na visokoj nadmorskoj visini traje neprekidno od 7 do 11 mjeseci, te zbog toga buhač stvara visoke prinose po jedinici površine, dok se u našem umjerenom toplom klimatu cvatnja odvija na nižim nadmorskim visinama jednom godišnje i traje do 2 mjeseca. U pojedinim područjima Afrike berba se obavlja do 14 puta godišnje na istoj površini (Moslemi, 2017., Greenhill, 2007.).

Najintenzivnija cvatnja buhača u tropskim zemljama odvija se pri nadmorskoj visini od približno 2100 m. Buhač se u tropima uzgaja na nadmorskim visinama od 1800 do 4800 m (Casida, 1980.). Uzgoj buhača na višim nadmorskim visinama osigurava bolje iskorištavanje spektralnog sastava svjetlosti, korištenje boljeg intenziteta svjetlosti i manju učestalost pojave magle. Uzgoj dalmatinskog buhača na području Dinarida obavlja se na oranicama do 700 m nadmorske visine (Kolac i sur., 1999.).

7.3. Oborine i vjetar

Prosječni životni vijek biljke se kreće od 6 do 12 godina, ali na vlažnim tlima u uvjetima humidne klime i visoke plodnosti tala vijek života se skraćuje na 1 do 3 godine (Kolac i sur., 1999.). Polja za uzgoj buhača trebaju biti zaštićena od naleta vjetra, visokih podzemnih voda, poplava i jakih okolišnih stresova (Kolac i sur., 1999.). Jaka pojava vjetra za vrijeme cvatnje može utjecati i na polijeganje cvjetnih glavica ako je stabljika visoka i cvjetna glavica teška.

Minimalna količina oborina raspoređenih kroz vegetaciju za proizvodnju buhača iznosi 750 mm godišnje (www.fao.org/docs). Količina oborina za uzgoj buhača u područjima gdje vegetacija traje dulje od pola godine trebala bi biti od 500 do 2 000 mm i to s ravnomjernom raspodjelom kroz vegetacijski period kako bi oborine bile što bolje iskorištene (Casida, 1980.).

Nedostatak oborina pred cvatnju uzrokuje manji broj sjemena po cvjetnoj glavici, a nedostatak oborina tijekom razvoja cvjetova utječe na smanjenje broja cvjetova po cvjetnoj glavici i smanjenje njihove kvalitete (Fulton, 1998.).

8. AGROTEHNIKA

Buhač se najčešće uzgaja kao čisti usjev, odnosno bez podusjeva ili nadusjeva jer ne podnosi zasjenjivanje. S obzirom na tu konstataciju, buhač je potrebno plijeviti ili okopavati kako bi se riješili korova jer je on veliki konkurent, stvara veliku zasjenu, te smanjuje kvalitetu i visinu prinosa. Posljedica zasjenjenosti buhača je pojava manjeg broja cvjetova po biljci koji su sitniji, te manji prinos cvjetova i piretrina po jedinici površine (Kolak i sur., 1999.). Uspješna proizvodnja buhača temelji se na izboru kvalitetnih tala, klime i sadnog materijala koji utječe na buduću kondiciju biljke.

Uzgoj buhača je poprilično zahtjevan, upravo zbog toga što buhač često formira cvjetne glavice i cvjeta nesinkronizirano, pa je potrebno na jednoj površini u jednoj sezoni više puta ubirati cvjetne glavice.

U Australiji se sadnja buhača iz sjemena obavlja od srpnja do rujna, te se prva berba obavlja u prosincu ili siječnju iduće godine (15 do 17 mjeseci nakon sadnje) (Moslemi, 2017., Pethybridge i sur., 2008a.).

Tasmanijska i Kenijska proizvodnja buhača na istoj površini obavlja se najčešće od 3 do 4 godine, te nakon tog perioda proizvođači mijenjaju proizvodnu površinu (Ban i sur., 2019.).

Razmnožavanje dalmatinskog buhača za potrebe uzgoja može biti provedeno na nekoliko načina. Razmnožavanje može biti generativno pomoću sjemena ili vegetativno dijeljenjem korijenova vrata (busa) i in vitro produkcijom pomoću mikropropagacije. Dijeljenje busa obavlja se na 5 do 10 komada, ovisno o veličini biljke (Grdiša, 2017.). Važno je da svaki rascijepani dio busa posjeduje svoj korijen, stabljiku i list, a za dijeljenje busena koriste se starije dobro razvijene biljke kojima je završilo razdoblje produkcije cvjetova (10 i više godina starosti) (Kolak i sur., 1999., <http://pyrdiv.agr.hr>).

Za potrebe proizvodnje u Keniji koriste se presadnice ili male biljčice nastale iz in vitro proizvodnje od matične biljke nastale iz sjemena (Moslemi, 2017.). Proizvodnjom biljaka direktno iz sjemena na proizvodnoj površini prinos nastaje tek iduće godine, dok uzgojem biljaka iz presadnica formiranje prinosa nastaje već nakon 3 mjeseca (Moslemi, 2017., Pethybridge i sur., 2008a.).

8.1. Plodored

Proizvodnja buhača se na istoj površini može odvijati od 8 do 10 godina iznimno 12 godina, uz najveći prinos nakon 3 ili 4 godine eksploatacije (Kolak i sur., 1999.).

Buhač zahtjeva predkulture koje nakon sebe ostavljaju tlo nezakorovljeno. To su najčešće strne žitarice, okopavine, djetelinsko-travne smjese, povrtlarske kulture. Kao dobar predusjev može biti i ugar, odnosno tlo oslobođeno od kulture određeno vrijeme gdje se uništavaju korovi prije nego se osjemene ili dovoljno razviju za širenje. Nakon završene proizvodnje buhača na pojedinoj površini mogu se uzgajati mnoge kulture, a to su najčešće povrtne vrste. U Australiji nakon proizvodnje buhača na parceli često se sadi krumpir, luk, mrkva, kupusnjače i mak (Greenhill, 2007.). Vremensko razdoblje koje mora proći da bi se buhač sadio na istu površinu je minimalno 2 godine.

8.2. Obrada tla

Obrada tla za uzgoj buhača treba biti temeljita i dobra jer se on uzgaja više godina na istoj površini, te stoga površine ne smiju biti zakorovljene, a osnovna obrada obuhvaća duboku zimsku brazdu dubine od 25 do 35 cm. Zimsku brazdu treba što je više moguće preokrenuti kako bi se sjeme korova zatrpalo duboko u tlo i kako bi pojava korova u narednim godinama bila manja. Dodatak većine mineralnih gnojiva i stajskoga gnoja ako se planira dodavati obavlja se neposredno pred osnovnu obradu tla. Predsjetvena obrada tla uključuje tanjuranje ili sjetvospremanje gdje se površina tla usitnjava što je bolje moguće jer je sjeme buhača sitno. Ako tlo nije dobro pripremljeno, odnosno ima previše krupnih grudica sjeme niče neujednačeno i sporo, te može doći do većeg propadanja posijanog sjemena. Sadnja presadnica u takvo tlo je rizična jer zbog slabo razvijenog i kratkog korijena može doći do sušenja presadnice nakon sadnje u nedovoljno pripremljeno tlo. Predsjetvenom pripremom tla se također eliminiraju mikrodepresije koje mogu uzrokovati probleme prilikom sjetve i nicanja sjemena.

8.3. Gnojidba

Gnojidba utječe na mnogo čimbenika, kao što su dubina prodiranja korijena, razgranatost korijena, opseg biljke, visina biljke, broj cvjetova po jednoj biljci, prinos cvijeta po jedinici površine, koncentracija piretrina i dr. Dalmatinski buhač je biljka skromnih zahtjeva za

hranjivom i vrlo dobro iskorištava rezerve hranjiva iz tla, jer joj je prirodno stanište najčešće kamenjar ili pjeskovito tlo siromašno hranjivima.

Najveći utjecaj na povećanje prinosa cvijeta ima fosfor jer sudjeluje u formiranju cvijeta, dok kalij i dušik imaju utjecaja samo na tlima koja su izrazito deficitarna tim hranjivima (Rajeswara Rao i sur., 1982.). Uvijek treba pripaziti na količinu biljci pristupačnog fosfora u tlu jer dalmatinski buhač raste na umjereno do blago kiselim tlima gdje se može pojaviti imobilizacija fosfora zbog kiselosti, te tada dolazi do smanjenja prinosa.

Ovisno o svojstvima tla, rezervi hranjiva u tlu, izboru gnojiva i kemijskoj analizi tla potrebno je obaviti prihranu dušikom u količini od 70 do 90 kg/ha, prihranu fosforom u količini od 100 do 120 kg/ha i prihranu kalijem od 100 do 130 kg/ha (Kolak i sur., 1999.).

Cijela količina fosfora i kalija na kvalitetnim tlima dobre teksture i s većim sadržajem humusa može se dodati prilikom osnovne obrade tla, jer su fosfor i kalij vertikalno slabo pokretni u tlu i nisu podložni ispiranju. Na pjeskovitim tlima s niskim sadržajem humusa jedan dio fosfora i kalija može se dodati u početku vegetacija. Dušik se raspoređuje na 2 dijela, pola u osnovnoj obradi, a pola prilikom kretanja vegetacije. Proljetna prihrana usjeva obavlja se deponatorima između redova, desetak centimetara od biljaka na dubinu od 10 do 15 cm.

Dalmatinski buhač dobro podnosi organsku gnojidbu, te se stoga prije sadnje prilikom osnovne obrade može obaviti gnojidba organskim gnojivom u količini od 10 do 30 tona/ha (Kolak i sur., 1999.).

8.4. Sjetva i sadnja

Sjetva buhača može se obavljati direktno gdje se sjeme sije sa specijalnim sijačicama ili sadnjom presadnica ručno i strojevima za sadnju presadnica. Direktna sjetva obavlja se plitko zbog toga što je sjeme sitno i kreće se od 0,5 do 1,5 cm dubine (Kolak i sur., 1999., Fulton, 1998.). Direktna sjetva obavlja se rano u proljeće u ožujku ili travnju, ovisno o vremenskim uvjetima, te je to najučestaliji način sjetve u posljednje vrijeme. Direktnu sjetvu sjemena prate i neka negativna svojstva primjerice malo zrno koje sporo i nejednako klija i sporiji rast mladih biljaka (Delač i sur., 2018., Sladonja i sur., 2014.). Sjetva ili sadnja obavlja se na međuredni razmak od 50 cm i unutarredni razmak od 20 do 30 cm (Kolak i sur., 1999., Grdiša, 2017.).

Delač i suradnici (2018.) navode kako se sjeme prije sadnje može namočiti u 0,2 % KNO_3 otopinu kako bi se ubrzala aktivacija enzima i kako bi se hranjiva brže premještala u embrio, što u konačnici uzrokuje brže klijanje i bolji razvoj mlade biljke. Na klijavost sjemena, njegovu težinu i kvalitetu značajno utječu ekološki čimbenici (količina oborina, temperatura, vlažnost tla, dostupnost hranjiva) koji su djelovali na majčinsku biljku tijekom razvoja sjemena, jer ona osigurava hranu budućem embriju (Delač i sur., 2018.).

Sjemenke niču iz tla nakon 2 do 3 tjedna nakon sjetve. Za sjetvu jednog hektara koristi se 1 do 1,2 kg sjemena, a nakon sjetve provodi se regulacija sklopa kako bi se biljkama osigurao optimalni vegetacijski prostor, odnosno dovoljna količina svjetlosti i hranjiva (Fulton, 1998.). Optimalni sklop je važan jer omogućuje maksimalno iskorištavanja ekoloških čimbenika i osigurava postizanje maksimalnih prinosa. Sklop prilikom sadnje dalmatinskog buhača trebao bi se kretati oko 100 000 biljaka po hektaru. U posljednje vrijeme oplemenjivači su stvorili kultivare koji podnose gušći sklop od starijih kultivara, te su time utjecali na povišenje prinosa po jedinici površine.

Proizvodnja presadnica (Slika 12.) može se provoditi u grijanim klijalštima ili u hladnim lijehama. Optimalna temperatura za klijanje posađenog sjemena tijekom proizvodnje presadnica kreće se od 20 do 22 °C (Grdiša, 2017.). Proizvodnja u klijalštima koja se griju obavlja se rano u proljeće u veljači ili ožujku. Sjeme se sije u posudice gdje će sjemenka proklijati, te se presadnice nakon što narastu veće od 8 cm presađuju na otvoreno što uglavnom biva u travnju ili početkom svibnja (Pavlić, 2010.). Sadnja presadnica može se obaviti i u jesen u listopadu i studenom, a takve presadnice cvjetaju u svibnju i tvore prinos (Grdiša, 2017.). Za proizvodnju presadnica koje će biti sadene na površinu od jednog hektara treba osigurati 200 do 300 m² prostora u klijalštu. Proizvodnja u lijehama koje se ne griju obavlja se tijekom toplijeg vremenskog razdoblja, a dobivene presadnice se sade u jesenskom razdoblju. Presadnice koje su dobivene dijeljenjem busa ili proizvodnjom u klijalštima bivaju razvijene dolaskom na polje, te zbog toga imaju kraće vegetacijsko razdoblje.



Slika 12. Presadnice

Izvor: <http://pyrdiv.agr.hr/galerija.html>

Jedina komponenta prinosa koja se povećava tijekom gušće sjetve je broj stabljika koje nose cvat po jedinici površine, dok se ostale komponente kao što su broj cvjetnih stabljika po biljci i težina suhog cvijeta smanjuju (Fulton, 1998.). Širina, odnosno promjer biljke utječe na gustoću sadnje ili sjetve i na sklop biljaka po jedinici površine, a on se razlikuje ovisno o izboru kultivara.

Biljke koje imaju najkraće vrijeme klijanja i nicanja, odnosno one biljke koje prve niknu su u pravilu najveće i razvijaju najveću biljnu masu. Ahenije s oboda cvjetne glavice, bez obzira na veličinu cvjetne glavice redovito brže kličaju u usporedbi s ahenijama iz središnjeg dijela cvjetne glavice, te imaju veću masu i formiraju veće presadnice (Fulton, 1998.).

8.5. Njega

Njega usjeva buhača uključuje više radnji tijekom sezone. Zalijevanje ili navodnjavanje biljaka obavlja se nakon sjetve sjemena ili sadnje presadnica kako bi niknuo što veći broj biljaka ili kako bi se što više presadnica zakorjenilo (Fulton, 1998.). Prazna mjesta unutar redova potrebno je popuniti kako bi postigli odgovarajući sklop i prinos i kako se na praznim mjestima ne bi razmnožavali i širili korovi. Potrebno je provoditi kultivaciju, okopavanje ili plijevljenje s ciljem suzbijanja korova. Posebna briga oko suzbijanja korova treba se provoditi u prvoj godini kada su biljke buhača manje i nerazvijenije, sve do zatvaranja redova, odnosno šireg i razvijenijeg habitusa biljke.

Zagrtanje biljaka strojevima ili ručno pomaže biljkama da lakše prebrode razdoblje zime, te se na taj način biljke štite od izmrzavanja, štetnika i bolesti. Ukoliko su kultivirane površine velike, a ručno okopavanje skupo ili se ne može provesti kultivacija, mogu se primijeniti herbicidi za suzbijanje korova prije početka vegetacije u proljeće ili u jesen pred kraj vegetacije (Kolak i sur., 1999.). U zaštiti buhača od bolesti uglavnom se primjenjuju fungicidi.

8.6. Berba

Branje cvjetnih glavica je zahtjevno jer buhač cvate nesinkronizirano u razdoblju od mjesec do mjesec i pol dana u našem podneblju. Ručna berba podrazumijeva branje cvati rukama, češljevima i stacionarnim kidačima koji čupaju cvijet (Kolak i sur., 1999.). Ručna berba zahtjeva mnogo rada, te se odvija sporo i nije ekonomična kao mehanizirana berba. Pozitivno svojstvo koje se ostvaruje kod ručne berbe je selektivno branje glavica sa većim sadržajem piretrina, te veći prinos ubrane djelatne tvari po jedinici površine, što se ne može postići kod mehanizirane berbe jer stroj bere sve cvjetne glavice.

Na većim površinama i u područjima gdje je poljoprivreda razvijenija koriste se kombajni za berbu cvjetnih glavica. Kombajn odsjeca cvat i dio peteljke, te se pokošena masa odnosi na sušenje. Nakon sušenja obavlja se odstranjivanje stabljika, listova dijelova cvijeta kako bi se dobila očišćena masa. Skladištenje cvjetova i sjemena obavlja se u jutanim ili papirnatim vrećama.

Kada je količina piretrina u cvjetnoj glavici najveća, započinje berba cvjetnih glavica. Cvjetovi se ručno beru kada se otvori $\frac{1}{2}$ do $\frac{3}{4}$ cjevastih cvjetova (3 do 4 dana nakon početka cvatnje), odnosno 4 do 5 redova cjevastih cvjetova ili kada su jezičasti cvjetovi položeni horizontalno, tada svaka cvjetna glavica sadrži približno 3 do 4 mg piretrina (Casida, 1980., Grdiša, 2017.). Razdoblje berbe traje kratko i u više navrata, stoga je potrebno pravovremeno obaviti berbu kako se ahenije bogate piretrinom ne bi samousijale, odnosno poispadale po površini tla i kako bi cvat zadržala kvalitetu. Berbu treba obaviti do sušenja jezičastih cvjetova, pa tako berba može trajati od otvaranja prvih nekoliko redova cjevastih cvjetova do sušenja jezičastih što obično traje 6 do 10 dana (Kolak i sur., 1999.). Berba se obavlja za vrijeme suhog i vrućeg dijela dana. Glavice se potom suše na suncu ili umjetnim putem na temperaturama koje neće uzrokovati smanjenje kvalitete, a to su temperature ne veće od 50 °C. Sušenje na suncu može uzrokovati razgradnju piretrina na neaktivne spojeve jer je on

fotolabilan, pa je tako sušenje bolje obaviti u hladu pod nadstrešnicom ako ne postoji mogućnost sušenja u sušarama.

Pojedini manje razvijeni dijelovi svijeta poput istočne Afrike koriste ručnu berbu cvjetova i kultivare koje ne cvjetaju sinkronizirano, dok razvijenije zemlje poput Australije (Tasmanija) koriste sinkronizirano cvjetajuće kultivare i primjenjuju mehaniziranu berbu cvjetova. Berba buhača u Keniji obavlja se pretežito ručno, te se obavlja uzastopno svakih 7 do 14 dana u periodu od 6 mjeseci (Pethybridge i sur., 2008a.).

Sušenje sjemena obavlja se na temperaturi od 40 °C, nakon sušenja sjeme se skladišti u hladnim prostorijama na 0 do 5°C ako se skladišti na kraće vremensko razdoblje, odnosno na -15 do -18 °C ako se skladišti na dulje razdoblje (Kolak i sur., 1999.). Sjeme i cvjetne glavice čuvaju se pri vlazi od 10 do 12 %, reguliranoj relativnoj vlažnosti zraka i u tamnom prostoru. Na taj način sprječava se preveliko smanjenje piretrina, vlaženje, fermentacija i truljenje. Postoji i mogućnost dodavanja antioksidansa, kako bi se spriječili oksidacijski procesi prilikom skladištenja cvjetnih glavica i sjemena (Kolak i sur., 1999.).

Razvojem biljke povećavaju se prinosi, a nakon određene starosti prinosi počinju opadati. Prinos suhog cvijeta tijekom proizvodnog razdoblja prikazan je u tablici 2.

Tablica 2. Prinos suhoga cvijeta tijekom godina nakon zasnivanja nasada

Godina	Prinos
1. godina	100 do 150 kilograma/ ha
2. godina	400 do 800 kilograma/ ha
3. i 4. godina	600 do 1100 kilograma/ ha
5. i 6. godina	1000 do 1200 kilograma/ ha

Izvor: Pavlić, 2010.

Buhač može plodonositi i u prvoj godini, ali prinosi nisu veliki. Postoje navodi da u Africi zbog dugog razdoblja cvatnje, branja i povoljnih agroekoloških uvjeta stariji usjevi mogu postići prinos i do 2 000 kilograma suhog cvijeta godišnje po hektaru. U našim uvjetima prinosi se nakon 8. godine obično počinju smanjivati pa bi tada trebalo razmisliti o zasnivanju novog nasada.

Klijavost sjemena nakon berbe u prvoj godini kreće se od 90 do 80 %, u drugoj godini se smanjuje na 60 do 50 %, a nakon 3 do 5 godina klijavost iznosi od 10 do 0 % (Kolak i sur., 1999.). Prinos sjemena nakon berbe najčešće iznosi oko 50 do 150 kg/ha (Kolak i sur., 1999.).

Zakašnjela berba cvjetnih glavica ukoliko se one skupljaju za sjeme nije dobra jer dolazi do osipanja i ispadanja najkrupnijeg sjemena koje je najbolje za sjetvu uslijed slabijeg vjetra ili kiše. Položaj ahenije na cvjetnoj glavici značajno utječe na parametre klijanja sjemena. Sitnije cvjetne glavice često stvaraju manji broj sitnijih plodova.

9. ŠTETOČINJE BUHAČA

Bolesti i štetnici dalmatinskog buhača mogu izazvati značajno smanjenje visine prinosa i kvalitete. Razvoju bolesti pogoduje klima s mnogo oborina i visokom relativnom vlažnošću zraka. Bolesti i štetnici mogu napasti nadzemne i podzemne dijelove biljke te tako prouzrokovati propadanje određenih dijelova biljke, smanjenje asimilacijske površine, smanjenje usvajanja hranjiva, što se u konačnici negativno odražava na produktivnost biljke.

9.1. Štetnici

Zbog sposobnosti samoobrane pomoću kemijskih spojeva koje sintetizira, dalmatinski buhač je otporan na štetnike, ali ponekad se može dogoditi napad manjeg značaja od strane pojedinih štetnika. Štetnici koji napadaju buhač su tripsi (*Thrips nigropilosus*, *Thrips tabaci*, *Haplothrips gowdeyi*), uši (*Myzus persica*, *Brachycaudus helichrysi*), stjenice (*Nysius* sp.), grinje (*Tetranychus ludeni*) i nemaode (*Meloidogyne hapla*) (Hill, 2008.).

Buhačev trips (*Thrips nigropilosus*) se hrani sisanjem biljnih sokova iz lišća, te uzrokuje sitne ožiljke na listovima. Breskvina zelena uš (*Myzus persica*) i šljivina uš kovrčalica (*Brachycaudus helichrysi*) napadaju lišće, te se hrane biljnim sokovima. Stjenice (*Nysius* sp.) posjeduju usni ustroj za bodenje i sisanje kojim bodu biljno tkivo i sišu biljne sokove, te time slabe biljku. Duhanov trips (*Thrips tabaci*) uzrokuje štete bodenjem latica cvijeta i sisanjem sokova. Crveni pauk (*Tetranychus ludeni*) se hrani biljnim sokovima iz lišća, te na mjestima uboda nakon određenog vremena nastaju nekrotične pjegice koje zahvaćaju cijeli list, te se list suši ako je zaraza jaka. Pauk se u početku nalazi na naličju mlađeg lišća koje se kovrča i biva zapređeno paučinom, a kasnije se širi na stabljiku i zahvaća cijelu biljku (Bullock, 1963.). *Haplothrips gowdeyi* se hrani na lišću i na cvjetovima, a štete su prepoznatljive po nastanku nekrotičnih pjegica na mjestu uboda. Nematoda korijenovih guka (*Meloidogyne hapla*) napada korijen buhača, te se hrani na njemu sisanjem sokova pomoću usne bodlje (stilet). Nematoda uzrokuje nastanak sitnih kvržica (guka), te oslabljuje biljku. Također se pojavljuju i nematode smeđe pjegavosti korijena (*Pratylenchus penetrans* i *Pratylenchus crenatus*) koje uzrokuju lezije na korijenu, truljenje korijena, zaostajanje u rastu i defolijaciju (Moslemi, 2017.).

9.2. Uzročnici bolesti

Postoji nekoliko uzročnika bolesti koji napadaju dalmatinski buhač. Najčešći uzročnici bolesti koji se pojavljuju na dalmatinskom buhaču su *Stagonosporopsis tanacetii*, *Alternaria tenuissima*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea*, *Didymella tanacetii*, *Itersonilia perplexans*, *Stemphylium botryosum*, *Fusarium spp.* i u novije vrijeme *Colletotrichum tanacetii* (Barimani i sur., 2013., Moslemi, 2017., Moslemi i sur., 2016., Pethybridge i sur., 2008a., Pethybridge i sur., 2008b., Pethybridge i sur., 2010., Pethybridge i sur., 2013.).

Stagonosporopsis tanacetii je jedan od najvažniji uzročnika bolesti buhača. Gljiva može biti endofit u inficiranom sjemenu ili može parazitirati na lišću i stabljikama na način da uzrokuje nekrozu živih stanica i hrani se mrtvim stanicama (Moslemi, 2017., Pethybridge i sur., 2008b.). Patogen koji se nalazio na sjemenu može uzrokovati zarazu sadnice, te se zbog toga često pristupa tretiranju sjemena fungicidima (Pethybridge i sur., 2008a. Vaghefi i sur., 2015.). Napad na biljku popraćen je simptomom (Slika 13.) nekroze rubova lišća, koji ako se ne tretira često zahvaća i uništava cijeli list, te može doći do otpadanja lista i odumiranja biljke. Zaražene stabljike se savijaju pri vrhovima, te poprimaju oblik udice, cvjetni pupovi odumiru, a na cvjetnoj stapki se pojavljuju nekrotične lezije koje mogu opasati stabljiku (Pethybridge i sur., 2008a.). Na nekrotičnim mjestima na lišću i stabljikama pojavljuju se piknidi, a gljiva proizvodi i pseudosklerocije koje mogu preživjeti u tlu 30 tjedana (Moslemi, 2017., Pethybridge i sur., 2008a.). Bolest se pojavljuje rano u proljeće, ali uzrokuje najveću štetu u kasno proljeće i rano ljeto, te je većeg intenziteta u hladnijim i vlažnijim područjima (Moslemi, 2017.).



Slika 13. Simptom napada
Izvor: Pethybridge i sur., 2008a.

Didymella tanacetii (*Microsphaeropsis tanacetii*) djeluje kao saprofit nakon čega postaje parazit. Simptomi napada (Slika 14.) očitiju se u vidu nekroze lišća, cvjetnih stabljika i cvjetnih pupova, a gljiva djeluje sinergijski sa *S. tanacetii* (Pethybridge i sur., 2008c.).



Slika 14. Simptomi napada

Izvor: Pethybridge i sur., 2008c.

Colletotrichum tanacetii uzrokuje antraknozu na dalmatinskom buhaču. Gljiva napada lišće na način da probija list intercelularno sa hifama, uništava zdrave stanice, te se hrani (Barimani i sur., 2013.). Simptomi infekcije (Slika 15.) su vodenaste lezije koje se tijekom vremena pretvaraju u nekrotične lezije (Barimani i sur., 2013.).

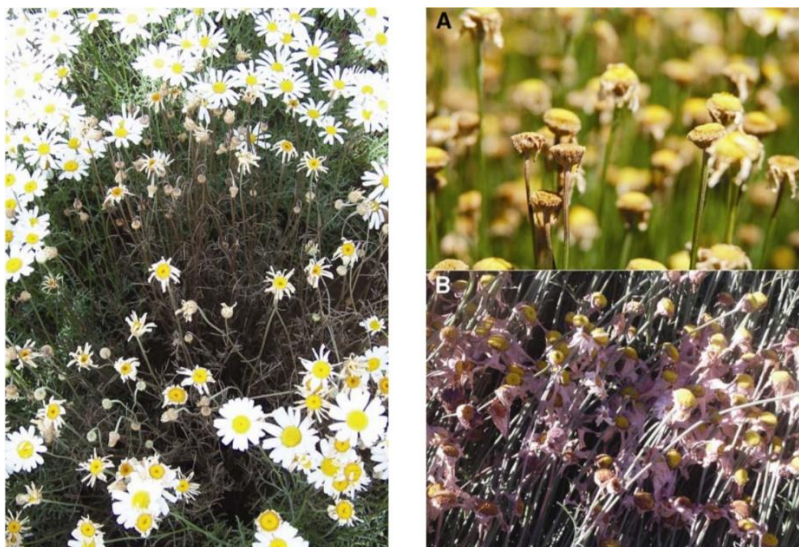


Slika 15. Simptomi infekcije

Izvor: Barimani i sur., 2013.

Sclerotinia sclerotiorum i *Sclerotinia minor* uzrokuju truljenje korijenovog vrata i truljenje cvjetova dalmatinskog buhača (Moslemi, 2017., Scott i sur., 2014.). Truljenje cvjetova (Slika 16.) odvija se za vrijeme cvatnje buhača, a truljenje korijenovog vrata može se pojaviti tijekom cijele vegetacije (Pethybridge i sur., 2008a.). Gljiva proizvodi pamučni micelij i sklerocije koje u tlu mogu dugo preživjeti (8 godina). Nakon klijanja sklerocija hife se ubušuju u biljno tkivo i izazivaju infekciju, te nastupa venuće i uginuće biljke (Scott i sur.,

2014.). Infekcija cvijeta nastaje nakon što sklerocije proizvedu apotecij i askospore koje lete zrakom i padaju na cvijet.



Slika 16. Truljenje cvjetova

Izvor: Pethybridge i sur., 2008a.

Alternaria tenuissima uzrokuje smeđe nekrotične mrlje na vrhovima lišća dalmatinskog buhača, a osim *A. tenuissima* koja uzrokuje točkice po listovima, pojavljuje se još u manjoj mjeri i *A. alternata* koja uzrokuje rubnu nekrozu lista (Moslemi, 2017.). Patogen uzrokuje smrt biljnih stanica, te se hrani na nekrotiranim stanicama.

Stemphylium botryosum uzrokuje nekrotične točkice po listovima koje su omeđene ružičastim do smeđim obrubom (Pethybridge i sur., 2004.) Bolest uzrokuje smanjenje asimilacijske površine listova, a time i potencijalni prinos. Simptomi napada mogu se pomiješati sa napadom *A. tenuissima*.

Fusarium spp. uzrokuje venuće, nekrozu i klorozu napadnutih biljaka, a simptomi koji karakteriziraju napad su diskoloracija provodnog tkiva stabljike i vrata korijena koja je u početku smeđa, a kasnije svijetlo ružičasta (Moslemi, 2017., Pethybridge i sur., 2008a). Patogen može uzrokovati venuće mladih presadnica nakon mekšanja i truljenja tkiva presadnica (stabljika i korijen) u blizini ili ispod tla (Moslemi, 2017., Pethybridge i sur., 2008a.).

Botrytis cinerea se pojavljuje za vrijeme cvatnje buhača i uzrokuje nekrozu cjevastih cvjetova (Slika 17.) na cvjetnoj glavici, te dolazi do njihovog spajanja, odnosno sljepljivanja (Moslemi, 2017., Pethybridge i sur., 2008a.). Bolest može uzrokovati značajno smanjenje

prinosa, a pojavljuje se pri višoj temperaturi i vlažnosti. Patogen uzrokuje smrt stanica i nekrozu tkiva, nakon čega dolazi do truljenja, a truljenje se može nastaviti i nakon berbe.



Slika 17. Nekroza cjevastih cvjetova

Izvor: O'Malley, 2012.

Na dalmatinskom buhaču pojavljuju se za njega još neki manje važni uzročnici bolesti kao što su *Paraphoma chrysanthemicola*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae*, *Ramularia bellunensis*, *Phytophthora spp.*, i virus TSWV (Tomato spotted wilt virus) koji ne pokazuje simptome napada (Pethybridge i sur., 2008a., Moslemi, 2017.).

O'Malley (2012.) navodi još poneke uzročnike bolesti buhača diljem svijeta koji mogu biti agresivniji ili slabiji, a to su: *Helminthosporium sp.*, *Septoria chrysanthemella*, *Phytophthora cambivora*, *Ulocladium atrum*, *Diplodia chrysanthemella*, *Mucorales sp.*, *Armillaria mellea*.

Nekim bolestima može se umanjiti utjecaj sadnjom otpornijih kultivara, manjim sklopom biljaka i sadnjom usjeva na mjesta primjerena za uzgoj buhača kao što su drenirana tla bez velikih depresija.

10. UPORABA PIRETRINA

10.1. Način primjene piretrina

Primjenu piretrina potrebno je obavljati u ranim jutarnjim ili kasnim popodnevnim satima kada nema direktne sunčeve svjetlosti ili je ona slaba kako se primijenjen piretrin ne bi brzo razgradio. Prskanje je potrebno obaviti u vremenu kada ne lete pčele, jer je piretrin vrlo toksičan za njih (Gunasekara, 2005., Osredečki, 2019.). Osim što je toksičan za pčele, negativno djeluje na životinje u vodi kao što su ribe i vodeni kralježnjaci, te je stoga potrebno obratiti pažnju prilikom prskanja kako sredstvo kojim prskamo ne bi dospjelo u vodu. Uz štetnike piretrin suzbija i neke korisne insekte, te je stoga potrebna odgovornost prilikom korištenja i provedba prskanja samo napadnutih biljaka ako je to moguće.

Piretrin je kontaktni insekticid zbog nemogućnosti dužeg opstajanja bez da se razgradi. Upravo zbog toga prilikom prskanja štetni kukci moraju biti prisutni na mjestu prskanja kako bi ih se moglo suzbiti. Zbog toga je potrebno odabrati pravo vrijeme dana za tretiranja kada je pojava kukaca najveća, primjerice u ranim jutarnjim satima dok su manje pokretni i ukočeni. Najbolje djelovanje piretrina postiže se za vrijeme relativno nižih temperatura i za vrijeme oblačnog dana.

Piretrin nije poželjno miješati sa vapnom, sumporom, otopinama koje sadrže sapune ili nekom drugom bazičnom ili kiselom otopinom jer se na taj način ubrzava njegova razgradnja (www.infonet-biovision.org). Dva najčešće načina korištenja piretrina je u obliku praha i tekućine za prskanje (Groom, 2003.). Tekuće formulacije za korištenje sadrže najčešće od 0,1 % do 6 % djelatne tvari (www.infonet-biovision.org). Ponekad je potrebno ponoviti tretiranje piretrinom jer ne uspiju uginuti svi kukci koji su tretirani zbog njegove brze razgradnje ili zbog slabije kvalitete pripravka.

Primjena piretrina može se obaviti miješanjem s nekim adjuvantom kako bi se postiglo dugotrajnije djelovanje zbog manje razgradnje od strane UV svjetlosti, ali tada je potrebno uzeti u obzir i štetnije djelovanje na korisne kukce. Za uspješnije tretiranje poželjnije je koristiti nedavno ubran buhač, jer se tijekom vremena koncentracije piretrina može smanjiti zbog degradacije ako je skladištenje obavljeno neadekvatno. Ponekad je moguće smanjenje koncentracije za 50 % u vremenu od 6 mjeseci.

Piretrini uglavnom nemaju razdoblje karence jer se vrlo brzo razgrađuju, te ako je potrebno moguće je tretirati usjev pred samu žetvu ili berbu. Najveći nedostaci piretrina su njegova

brza razgradnja, pa je ponekad uspješnost tretiranja upitna i njegova skupocjenost u odnosu na sintetičke insekticide. Upravo cijena piretrina utječe na njegovu smanjenu uporabu. Da bi se smanjila cijena piretrina potrebno je povećati prinos.

10.2. Spektar djelovanja piretrina

Piretrini se koriste za suzbijanje širokog spektra kukaca, a neki od njih su: biljne stjenice, cikade, gusjenice kupusnog bijelca, većina lisnih uši, pipe, krvave jabučne uši, mali i kestenjasti brašnar, crveni voćni pauk, ptičje grinje, ličinke trešnjine osice, cvrčci, tripsi, moljci, krpelji, buhe, komarci, žohari, muhe, obadi, stršljeni, ose, neke vrste lepidoptera i dr. (Arnason i sur., 1989., Casida, 1973., Casida, 1980., Grdiša, 2017., Gunasekara, 2005., Hulina, 2011., Joffe, 2011., Kovačić i sur., 2008., Pejić, 2019., www.infonet-biovision.org).

Prah dalmatinskog buhača može se koristiti i za unutarnju upotrebu za suzbijanje crijevnih nametnika i vanjskom primjenom za rješavanje svraba (Rogošić, 2011.). Grdiša i Gršić (2013.) i Casida (1980.) navode kako su se za uništavanje trakavice u crijevima koristile obložene tablete koje su sadržavale piretrin u količini od 5 ili 10 mg za djecu i 10 do 20 mg za odrasle. Tablete su se uzimale tri dana uzastopno i morale su biti obložene kako se piretrin ne bi razgradio dolazeći na ciljano mjesto probavnim traktom (Casida, 1973.).

Piretrini se koriste u kućanstvima, u zaštiti usjeva, tretiranju stoke protiv štetnih insekata, tretiranje ljudi kako bi se suzbili insekti i grinje, suzbijanju komaraca, u zaštiti skladišnih proizvoda i dr. (Greenhill, 2007., www.fao.org/docs). Korištenje piretrina moguće je obavljati u zatvorenim i otvorenim prostorima.

Upotreba piretrina:

- Javno zdravstvo: kontrola muha, komaraca, stjenica, ušiju, buha
- Kontrola zdravlja životinja: suzbijanje krpelja, muha i buha
- Zaštita usjeva: suzbijanje štetnika na povrću, voću, cvijeću i ukrasnicama
- Zaštita skladišnih proizvoda: sjemenska roba, koža i odjeća, duhan, riba

11. PRERADA BUHAČA

Za proizvodnju 1 kg suhih cvjetnih glavica potrebno je ubrati 3 do 5 kg svježih cvjetnih glavica (Kolák i sur., 1999., Grdiša i sur., 2009.). Nakon razdoblja skladištenja glavice se grubo melju i dobiva se prah. Prah se potom grubo prerađuje na način da se miješa s različitim otapalima kao što je heksan, kerozin, metanol, aceton, etanol i petroleum eter, te se zatim tekuća faza procjeđuje (Ramirez, 2013.).

Otklanjanjem heksana isparavanjem proizvodi se tamna, zelenkasto smeđa, gusta i viskozna uljasto smolasta tekućina sa sadržajem piretrina i do 30 % koja se kasnije može razrijediti mineralnim ili biljnim uljima na standardnu koncentraciju (najčešće 25 %) (Casida, 1980., Kerkut i Gilbert, 1985.). Kao zaštita od oksidacije rafiniranom piretrinu može se dodati butilirani hidroksitoluen (BHT) ili taninska kiselina (Angédu, 1994., Kumar, 2018., Ramirez, 2013.). Rafinirani ekstrakt buhača je blijedo žuto obojen, viskozan, uljne konzistencije, te posjeduje slabi cvjetni miris (Toth i sur., 2012.).

Uz 6 djelatnih tvari koje sadrži koncentrirana otopina, u njoj se nalaze još i voskovi, klorofil, masne kiseline, gliceridi, karotenoidi i terpeni koji su zaostali u otopini prilikom ekstrahiranja (Ramirez i sur., 2012.). Za uklanjanje tamne boje primjenjuje se tehnika aktivnog ugljena gdje se dodaje ugljikov dioksid i na taj način dobiva se fina viskozna žućkasto blijeda otopina s visokom koncentracijom piretrina, te se u tom obliku najčešće i izvozi piretrin (Moslemi, 2017.). Za pročišćavanje ekstrakta buhača i uklanjanje voskova i tamne boje može se osim ugljena koristiti i metanol (Casida, 1980.).

Pročišćeni i koncentrirani piretrini su bezbojni, viskozni, te imaju visoko vrelište i optički su aktivne tvari (Dronjak, 2016., Gunasekara, 2005.). Ekstrahirana otopina dobre kvalitete trebala bi sadržavati najmanje 45 %, te najviše 55 % piretrina 1 i piretrina 2 zajedno (Kolák i sur., 1999.).

Nakon svega provedenog u postupku prerade na kraju se dobiva nusproizvod od biljnih ostataka koji sadrži ostatke piretrina u koncentraciji do 0,08 %, te se njime u nekim dijelovima svijeta hrani stoka kod koje je zabilježen smanjen broj crijevnih nametnika, a može se također koristiti kao supstrat za pravljenje zapaljivog repelenata za komarce (Angédu, 1994.).

12. TOKSIKOLOŠKO DJELOVANJE PIRETRINA

12.1. Toksikološko djelovanje na sisavce

Mehanizam selektivnosti između sisavaca i člankonožaca očituje se u sposobnosti brze metaboličke razgradnje piretrina dospjelog u organizam životinje. Sigurnost piretrina za sisavce očituje se u njegovoj nestabilnosti i brzom razgradnji pri kojoj ne može uzrokovati veliku štetu. Liječenje nakon trovanja piretrinom je simptomatsko i ne postoji antidot (Macan i sur., 2006.). Unošenje piretrina u organizam može biti oralno (ingestija), dermalno (preko kože) i inhalacijom (udisanje). Najopasniji način unošenja je ingestija, zatim udisanje, a najmanje opasan je kontakt s kožom (Macan i sur., 2006.). Apsorpcija piretrina unutar probavnog sustava je vrlo slaba, a apsorpcija preko neoštećene kože je skoro zanemariva, ali može uzrokovati dermatitise i alergije (www.inchem.org).

12.1.1. Toksikološko djelovanje na životinje

Postoje mnogobrojna zabilježena istraživanja toksičnosti piretrina u pokusima na životinjama. Najčešće korišteni pokazatelj toksičnosti u istraživanjima na životinjama je LD₅₀ i LC₅₀. Najčešće korištene životinje za ispitivanje toksičnosti su miševi, štakori, zečevi, zamorci, te rjeđe psi i veće životinje.

Istraživanja navode različite simptome uzrokovane udisanjem piretrina u životinja. Najčešći simptomi su respiratorna iritacija, anemija, povećana jetra, smanjen prirast težine, tremori, otežano disanje i hiperaktivnost (www.atsdr.cdc.gov). Koncentracija ekstrakta buhača u zraku pri kojoj se postiže LC₅₀ za štakore je 3 400 mg/m³, a tremori se pojavljuju pri koncentraciji višoj od 2 100 mg/m³ (Casida, 1973.).

Doza nerazrijeđenog ekstrakta buhača koja uzrokuje akutno oralno trovanje kod muških štakora je 2 370 mg/kg, a kod ženskih štakora 1 030 mg/kg (www.atsdr.cdc.gov). U jednom istraživanju zabilježena je smrtnost u ponavljanom pokusu gdje se zečevima i štakorima u hranu dodavao piretrin u koncentraciji od 150 do 600 mg/kg/dan (www.atsdr.cdc.gov). U pokusu s četiri psa tri su umrla nakon što im se tijekom 8 tjedana piretrin davao oralno prilikom ishrane u ukupnoj količini od 6 000 ppm (100 mg/kg/dan) (www.atsdr.cdc.gov). U laboratorijskom pokusu gdje su štakori hranjeni sa piretrinom u dozi od 320 ili više mg/kg/dan u razdoblju od 90 dana došlo je do smanjenja težine bubrega

(www.atsdr.cdc.gov). Simptom oralnog unošenja piretrina je anemija, prolazan tremor, slinjenje, otežano disanje, zabacivanje glave, gubitak težine, povećana i blijeda jetra.

Piretrini ne djeluju kancerogeno, ali je Schoenig 1995. godine u svojem istraživanju uočio povećanu učestalost pojave tumora folikularnih stanica štitnjače u štakora koji su oralno konzumirali piretrin u koncentraciji od 1 000 ppm (43 mg/kg/dan). Piretrini također ne djeluju niti mutageno niti teratogeno (Casida, 1980.).

Casida (1973.) u svojem radu navodi rezultate nekoliko laboratorijskih pokusa koje su proveli različiti autori na životinjama. U nekim pokusima životinje su bile više osjetljive, a u nekima manje, što je vrlo vjerojatno uzrokovano različitom čistoćom piretrina.

Utjecaj piretrina na organizam uvelike ovisi o vrsti životinje, spolu i masi životinje, starosti i kondiciji životinje, načinu unosa, te čistoći i koncentraciji piretrina i dodatku synergista. Životinje koje prime subletalnu dozu piretrina, vrlo često se brzo oporave (Grdiša i Gršić, 2013.).

Cox (2002.) navodi kako su mačke izrazito osjetljive na piretrin zbog neefikasne detoksifikacije piretrina u jetri.

12.1.2. Toksikološko djelovanje na ljude

Unatoč ustaljenoj spoznaji da su piretrini u potpunosti sigurni, postoje pojedine iznimke koje ovu činjenicu opovrgavaju. U prošlosti je zabilježeno nekoliko slučajeva sa smrtnim ishodom i mnogo više slučajeva različitih lakših simptoma nakon izlaganja piretrinima. Piretrini se ne nakupljaju u mišićnim, masnim ili nekim drugim tkivima čovjeka. Toksični utjecaj piretrina može biti veći kod djece i starijih osoba koje su osjetljivije.

Simptomi koji se mogu pojaviti kod nekih ljudi koji često koriste piretrin u zatvorenom prostoru su hipersenzitivni pneumonitis, upala plućne maramice, kašalj i kratak dah. U kontaktu s kožom piretrin može izazvati umjerenu iritaciju kože, te također blagu iritaciju u kontaktu s očima. Ukoliko se piretrin ingestira u većoj količini može doći do mučnine, povraćanja, proljevi i bolova u abdomenu (Macan i sur., 2006.).

Najčešći simptomi koji se očituju na koži su različiti oblici dermatitisa, nateknuće lica, svrbež, perutanje, pucanje, peckanje i osjetljivost kože, gubitak težine, razni edemi i eritemi (www.atsdr.cdc.gov). Najčešće uzročnici simptoma nisu piretrini nego kemijski spojevi koje biljka sintetizira poput terpena, esencijalnih ulja i sl. Većina simptoma vrlo brzo

nestane, najčešće unutar nekoliko dana, ali postoje izuzetci kod kojih simptomi traju nekoliko mjeseci nakon inicijalnog kontakta (Casida, 1973.). Tretiranje zatvorenih prostorija može uzrokovati zaostajanje piretrina u pojedinim dijelovima sobe kao što je tepih, te se tamo može zadržati u izvornom obliku čak 75 dana (Cox, 2002.).

Macan i suradnici (2006.) navode kako su u nerafiniranom ekstraktu buhača identificirani glikoproteini, glikopeptidi i seskviterpen laktoni (najznačajniji piretrozin) koji izazivaju alergijske reakcije. Također navode kako je vjerojatnost pojave alergije veća kod ljudi koji su osjetljivi na pelud korova.

McCord i suradnici (1921.) navode kako je gotovo trećina radnika koji su radili u postrojenju za proizvodnju praha buhača zadobilo kožnu bolest zvanu *erythema venenstum* koja se pojavljivala na koži lica i podlaktica u obliku lezija. Radnici su također zadobili svrbež, ali svi su simptomi nestali nakon određenog perioda izbjivanja kontakta s prahom. Kod voditelja postrojenja prerade buhača pojavila se alergijska reakcija popraćena svrbežom, peckanjem i crvenom bojom kože lica, te naticanjem obraza i kapaka u tolikom intenzitetu da je bilo onemogućeno otvaranje očiju. Slučajna ili namjerna konzumacija piretrina može izazvati trnjenje jezika i usana zbog djelovanja piretrina na živčane stanice u površinskom dijelu kože.

Danas korišteni piretrin najčešće je pročišćen od nečistoća i ne sadrži primjese, te ne uzrokuje teške alergije koje su u prošlosti nastajale (Casida, 1980., Grdiša i Gršić, 2013.). Ako i nastupi alergija, velika je vjerojatnost da će brzo proći čim osoba provede određeno vrijeme bez doticaja s piretrinom. Uzrok nastanka astme kao posljedica uporabe piretrina su najčešće nečistoće koje se nalaze u smjesi. Piretrini najčešće nemaju kronični utjecaj, nego akutni koji brzo prolazi zbog brze degradacije.

12.2. Toksikološko djelovanje na ptice i ribe

Ptice kao i sisavci nisu pretjerano osjetljive na djelovanje piretrina. Casida (1973.) napominje kako je provedeno istraživanje na divljim patkama (*Anas platyrhynchos*) gdje je primijenjena 20 % otopina piretrina u količini od 10 000 mg/kg, te nije nastupila smrtnost, a u drugom istraživanju na prepelicama (*Coturnix coturnix*) jedna je uginula pri dodatku 5 000 mg/kg, a druga pri 10 000 mg/kg piretrina. Prskanje šuma i okoliša piretrinom nema velikog utjecaja na ptice, te je jedino značajno kod primjene prskanja što se smanjuje količina hrane koju konzumiraju ptice (kukci).

Piretrin se sporo razgrađuje u vodi, te zbog toga piretrin ima dugo i značajno toksično djelovanje na ribe i na hranu koju ribe konzumiraju (Grdiša i Gršić, 2013.).

Mauck i Olson (1976.) su proveli istraživanje toksičnosti piretrina na ribama. Ribe porijeklom iz hladnijih voda bile su osjetljivije na piretrin od riba koje obitavaju u toplijim vodama. U istraživanju su ispitivali i toksičnost piretroida koji su sintetički analozi piretrina i došli su do zaključka da piretroidi imaju više nego 10 puta jače djelovanje od piretrina. Također su ispitivali toksičnost piretrina pri pH 6,5 i 9,5, te su uočili da piretrin djeluje toksičnije pri pH 6,5.

12.3. Toksikološko djelovanje na kukce

Kukci ne posjeduju kao sisavci metabolizam brze razgradnje piretrina, te on na njih djeluje mnogo toksičnije. Ukoliko se piretrin često upotrebljava, povećava se rizik za pojavu rezistentnosti gdje počinju djelovati enzimi detoksifikatori, te je kukca nemoguće usmrtiti s prijašnjom dozom (Gunasekara, 2005.). Skupina piretrin 1 uzrokuje „knock down“ efekt unutar nekoliko minuta i djeluje toksično, a skupina piretrin 2 djeluje nekoliko sati i uzrokuje smrt (Grdiša i Gršić, 2013., Kumar, 2018.). Piretrini su izrazito toksični za pčele jer količina već od 0,2 µg za jednu pčelu može biti smrtonosna (Osredečki, 2019.).

13. POSTIGNUĆA NASTALA OPLEMENJIVANJEM BUHAČA

Suvremeni oplemenjivački procesi imaju za cilj stvoriti kultivare koje imaju veći prinos djelatne tvari po jedinici površine i koje su prilagođene mehaničkoj berbi. Visina stabljike, kao i njena razgranatost su bitna svojstva u oplemenjivačkim procesima jer značajno utječu na način berbe i kultivaciju biljaka (Ardelean i sur., 2011.).

Iako oplemenjivački procesi imaju za cilj povećanje aktivne tvari, u modernih kultivara stvara se i bolja klijavost u usporedbi s divljim kultivarima (Sladonja i sur., 2014.). Divlji kultivari se ne koriste mnogo u proizvodnji, ali oplemenjivačima mogu poslužiti kao izvori genetske varijabilnosti i podloga za stvaranje kultivara sa poželjnim svojstvima (Sladonja i sur., 2014.). Divlji kultivari posjeduju veću genetsku varijabilnost, te su otporniji na biotičke i abiotičke stresove, stoga mogu poslužiti u poboljšavanju postojećih kultivara (Ban i sur., 2019.).

Glavne komponente prinosa dalmatinskog buhača su broj i veličina cvjetnih glavica po biljci i sadržaj piretrina u suhoj tvari cvijeta. Prosječni prinos dalmatinskog buhača po jedinici površine od 1 hektar iznosi oko 560 kg suhih cvjetova, ali u današnje vrijeme suvremenim metodama oplemenjivanja postižu se prinosi od preko 900 kg/ha sa sadržajem piretrina u koncentraciji od 1,8 % ili čak više (Casida, 1980.).

Populacija divljeg hrvatskog buhača sadrži od 0,60 % do 0,79 % piretrina, dok neke linije oplemenjivačkih programa u Keniji i Australiji posjeduju sadržaj piretrina do 3,0 % (Grdiša i sur., 2009.).

U proizvodnji buhača postoji nekoliko različitih kultivara s obzirom na poliploidiju. Postoje diploidni ($2n$) kultivari sa 18 kromosoma, triploidni ($3n$) koji posjeduju 27 kromosoma i tetraploidni ($4n$) koji sadrže 36 kromosoma. Tretiranjem sjemena nekoliko dana s razrijeđenom otopinom kolhicina može se spriječiti rad mikrotubula i pravilna dioba stanice, te se tako dobiva dvostruki broj kromosoma u stanici, odnosno dobiva se tetraploidna biljka. Križanjem diploidine i tetraploidine biljke stvara se triploid koji ima poboljšana svojstva kao što su bujniji vigor i veći prinos.

14. ZAKLJUČAK

Najznačajnije svojstvo koje posjeduje dalmatinski buhač i svojstvo zbog kojega se uzgaja u velikim količinama i zbog kojega je poznat diljem svijeta je njegova sposobnost suzbijanja insekata. Spoznaja o insekticidnim svojstvima dalmatinskog buhača seže daleku u prošlost.

U današnje vrijeme u razvijenim zemljama svijeta poput Europe i SAD-a sve je stroža regulacija uporabe insekticida, sve je više legislativom zabranjenih insekticida koji imaju loša svojstva poput dugotrajne razgradnje, štetnosti za okoliš i više životinje kojima između ostalog pripada i sam čovjek. Upravo zbog toga i zbog sve većeg obujma ekološke proizvodnje pružaju se prilike korištenju botaničkih insekticida nastalih prirodnim putem. Buhač ne postiže većinu neželjenih efekata koje postižu sintetički insekticidi, te se upravo zbog toga povećava zdravstvena dobrobit i čistoća okoliša koja je važna za buduće generacije ljudi.

Hrvatska je zemlja relativno nezagađena pesticidima, te posjeduje djevičanska nezagađena tla i pedoklimatske uvjete odgovarajuće za ekološku proizvodnju. Upravo navedene činjenice ukazuju na mogućnost postizanja većeg obujma proizvodnje ekoloških proizvoda veće kvalitete korištenjem botaničkih insekticida poput piretrina.

U Hrvatskoj proizvodnje buhača danas nema ili je sporadična od strane pojedinih individualaca na malim površinama. Neiskorištavanje punog potencijala dalmatinskog buhača velika je propuštena prilika u Hrvatskoj zbog toga što je uzgoj buhača ekonomski poprilično isplativ, a potražnja u svijetu za ekstraktom buhača raste posljednjih godina.

Djelatne tvari koje sintetizira buhač zvane skupnim imenom retrini vrlo su učinkoviti i djelotvorni kemijski spojevi u borbi protiv štetnih insekata u različitim područjima ljudske djelatnosti. Pozitivna svojstva tih spojeva su brza razgradnja na zraku, pri povećanoj vlazi, temperaturi i svjetlosti. Dolaskom na tlo brzo se razgrađuju ili se vežu na koloide tla, te se ne ispiru u podzemne vode, a niti se bioakumuliraju u prehrambenom lancu. Pozitivna stvar je što brzo djeluju, imaju širok spektar djelovanja, djeluju repelentno, ne stvaraju rezistentnost kukaca i nemaju negativnog utjecaja na zdravlje ljudi i životinja. Djelotvorni su pri vrlo niskim dozama u usporedbi s drugim sintetičkim insekticidima.

Iz svega navedenog u radu može se zaključiti da je piretrin jedan od relativno sigurnih insekticida koji ima svoj potencijal u poljoprivredi budućnosti.

15. POPIS LITERATURE

Ambrožič Dolinšek, J., Kovač, M., Žel, J., Camloh, M. (2007.): Pyrethrum (*Tanacetum cinerariifolium*) from the northern Adriatic as a potential source of natural insecticide. *Annales: Series historia naturalis*, Vol. 1 No. 17: 39-46.

Ang'edu, C. A. The determination of the relationship between the pyrethrins and the yellow pigmentation in the pyrethrum flowers. *Doktorska disertacija*. University of Nairobi, Chemistry department, Nairobi, 1994.

Ardelean, A. E., Morar, G., Ciobanu, F., Matei, F. (2011.): Aspects regarding pyrethrum plant biology in its second year of vegetation. *Agricultura-Stiinta si practica*, Vol. 3-4 No. 79-80: 34-37.

Arnason, J. T., Philogene, B. J. R., Morand, P. („ur“) (1989.): *Insecticides of plant origin*. American Chemical Society, Washington DC, 213.

Ban, D., Sladonja, B., Dudaš, S., Oplanić, M., Perković, J., Goreta Ban, S. (2019.): Production potential and economic viability of Croatian pyrethrum ecotypes. *Journal of central European agriculture*, Vol. 20 No. 2: 598-608.

Barimani, M., Pethybridge, S. J., Vaghefi, N., Hay, F. S., Taylor, P. W. J. (2013.): A new anthracnose disease of pyrethrum caused by *Colletotrichum tanaceti* sp. nov. *Plant pathology*, Vol. 62: 1248-1257.

Brown, P. Morphological and physiological aspects of flower initiation and development in *Tanacetum cinerariifolium* L. *Doktorska disertacija*. University of Tasmania, Hobart, 1992.

Bullock, J. (1963.): The Occurrence, Sampling, and Control of *Tetranychus Ludeni* Zacher. (Acarina-Tetranychidae) on Pyrethrum. *East African Agricultural and Forestry Journal*, 28:4: 252-254.

Casida, J. (1973.): *Pyrethrum: the natural insecticide*. Academic press, New York i London, 329.

Casida, J. (1980.): Pyrethrum flowers and pyrethroid insecticides. *Environmental health perspectives*, Vol. 34, pp: 189-202.

Cox, C. (2002.): Insecticide factsheet: Pyrethrins/Pyrethrum. *Journal of pesticide reform*, Vol. 22, No. 1: 14-20.

- Delač, D., Gršić, K., Ninčević, T., Carović-Stanko, K., Varga, F., Grdiša, M. (2018.): The influence of hydropriming and osmopriming with KNO₃ on seed germination of dalmatian pyrethrum (*Tanacetum cinerariifolium* /Trevir./ Sch. Bip.). *Agriculturae Conspectus Scientificus*, Vol. 83 No. 3: 205-211.
- Dev, S., Koul, O. (1997.): *Insecticides of natural origin*. CRC Press, Amsterdam, 365.
- Domac, R. (2002.): *Flora Hrvatske. Školska knjiga*. Zagreb.
- Dronjak, D. (2016.): *Pesticidi – utjecaj i posljedice*. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb.
- Fulton, D. (1998.): *Agronomic and seed quality studies in pyrethrum Tanacetum cinerariaefolium Sch. Bip.* Doktorska disertacija. University of Tasmania.
- Grdiša, M., Carović-Stanko, K., Kolak, I., Šatović, Z. (2009.): Morphological and biochemical diversity of dalmatian pyrethrum (*Tanacetum cinerariifolium* (Trevir.) Sch. Bip.). *Agriculturae conspectus scientificus*, Vol. 74 No.2: 73-80.
- Grdiša, M., Gršić, K. (2013.): Botanical insecticides in plant protection. *Agriculturae conspectus scientificus*, Vol. 78 No. 2:85-93.
- Greenhill, M. (2007.): *Pyrethrum production: Tasmanian success story*. *Chronica Horticulturae*, Vol. 47 No.3: 5-8.
- Groom, K. (2003.): *An investigation of breeding methods applicable to Tasmanian-grown pyrethrum*. Doktorska disertacija. University of Tasmania, Hobart, 2003.
- Gunasekara, A. *Environmental fate of pyrethrins*. Doktorska disertacija. Environmental monitoring branch, Department of pesticide regulation, Sacramento, 2005.
- Hill, D. (2008.): *Pests of crops in warmer climates and their control*. Springer, Berlin, 704.
- Hitmi, A., Coudret, A., Barthomeuf, C. (2000.): The production of pyrethrins by plant cell and tissue cultures of *Chrysanthemum cinerariaefolium* and *Tagetes* species. *Critical reviews in biochemistry and molecular biology*, Vol 35 (5): 317-337.
- Hulina, N. (2011.): *Više biljke stablašice: sistematika i gospodarsko značenje*. *Golden marketing – Tehnička knjiga*, Zagreb, 344.
- Joffe, T. *Evaluation of potential pyrethrum synergists on agriculturally significant insect species*. Doktorska disertacija. University of Tasmania, School of Agricultural Science/TIAR, Hobart, 2011.

- Kerkut, G. A., Gilbert, L. I. („ur“) (1985): Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology: Volume 12, Insect control. Pergamon press, Oxford, 849.
- Khan, S., Upadhyay, S., Khan, F., Tandon, S., Shukla, R. K., Ghosh, S., Gupta, V., Banerjee, S., ur Rahman, L. (2017.): Comparative transcriptome analysis reveals candidate genes for the biosynthesis of natural insecticide in *Tanacetum cinerariifolium*. BMC genomics, Vol. 18: 54-66.
- Kikuta, Y., Ueda, H., Nakayama, K., Katsuda, Y., Ozawa, R., Takabayashi, J., Hatanaka, A., Matsuda, K. (2011.): Specific regulation of pyrethrin biosynthesis in *chrysanthemum cinerariaefolium* by a blend of volatiles emitted from artificially damaged conspecific plants. Plant & cell physiology, Vol. 52(3): 588-596.
- Kolak, I., Šatović, Z., Rukavina, H., Filipaj, B. (1999.): Dalmatinski buhač (*Tanacetum cinerariifolium* /Trevir./ Sch. Bip.). Sjemenarstvo, Vol. 16 No. 5: 425-440.
- Kovačić, S., Nikolić, T., Ruščić, M., Milović, M., Stamenković, V., Mihelj, D., Jasprica, N., Bogdanović, S., Topić, J. (2008.): Flora jadranske obale i otoka: 250 najčešćih vrsta. Školska knjiga, Zagreb. 559.
- Kumar, N. („ur“) (2018.): Biotechnical approaches for medicinal and aromatic plants: conservation, genetic improvement and utilization. Springer, Singapur, 665.
- Macan, J., Varnai, V., Turk, R. (2006.): Zdravstveni učinci piretrina i piretroida. Arhiv za higijenu rada i toksikologiju, Vol. 57 No. 2: 237-243.
- Matsuo, N., Mori, T. („ur“) (2012.): Pyrethroids: from Chrysanthemum to modern industrial insecticide. Springer, Berlin, 224.
- Mauck, W. L., Olson, L. E. (1976.): Toxicity of natural pyrethrins and five pyrethroids to fish. Archives of Environmental Contamination, Vol. 4: 18-29.
- McCord, C. P. Kilker, C. H., Minster, D. K. (1921.): Pyrethrum dermatitis: a record of the occurrence of occupational dermatoses among workers in the pyrethrum industry. The Journal of the American Medical Association, Vol. 77(6): 448-449.
- Moslemi, A. (2017.): The pathology of pyrethrum yield – decline in Australia. Doktorska disertacija. Faculty of Veterinary and Agricultural Sciences, The University of Melbourne, Melbourne.

- Moslemi, A., Ades, P. K., Groom, T., Crous, P. W., Nicolas M. E., Taylor, P. W. J. (2016.): Paraphoma Crown Rot of Pyrethrum (*Tanacetum cinerariifolium*). *Plant Disease*, Vol 100: 2363-2369.
- Nikolić, T. (2013.): *Sistematska botanika. Raznolikost i evolucija biljnog svijeta*. Alfa. Zagreb. 872.
- Nikolić, T., Milović M., Bogdanović S., Jasprica N. (2015.): *Endemi u hrvatskoj flori*. Alfa, Zagreb, 491.
- O'Malley, T. *Epidemiology and management of flower diseases of pyrethrum*. Doktorska disertacija. University of Tasmania, Burnie, 2012.
- Osredečki, A. *Biokemijska raznolikost prirodnih populacija dalmatinskog buhača (*Tanacetum cinerariifolium*)*. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, 2019.
- Pavlić, S. *Mogućnost proizvodnje dalmatinskog buhača (*Chrysanthemum cinerariifolium* VIS.) na području sjeveroistočne Hrvatske*. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 2010.
- Pejić, P. *Učinkovitost piretrina, eteričnog ulja čajevca i limunskog eukaliptusa u suzbijanju ličinki *Tribolium castaneum**. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, 2019.
- Penava, M. B. (2013.): Growing the pyrethrum and olives in Dalmatia in the interbellum. *Journal of International Scientific Publications: Ecology & Safety*, Vol. 7 Part 2: 130-137.
- Pethybridge, S. J., Hay, F. S., Gent, D. H. (2010.): Characterization of the spatiotemporal attributes of sclerotinia flower blight epidemics in a perennial pyrethrum pathosystem. *Plant Disease*, Vol. 94: 1305-1313.
- Pethybridge S. J., Jones, S. J., Shivas, R. G., Hay, F. S., Wilson, C. R., Groom, T. (2008c.): Tan spot: a new disease of pyrethrum caused by *Microsphaeropsis tanacetii* sp. nov. *Plant pathology*, Vol. 57: 1058-1065.
- Pethybridge, S. J., Gent, D.H., Groom, T., Hay, F. S. (2013.): Minimizing crop damage through understanding relationships between pyrethrum phenology and ray blight disease severity. *Plant Disease*, Vol. 97: 1431-1437.

Pethybridge, S. J., Hay, F. S., Groom, T., Wilson, C. R. (2008b.): Improving fungicide-based management of ray blight disease in Tasmanian pyrethrum fields. *Plant Disease*, Vol. 92: 887-895.

Pethybridge, S. J., Hay, F. S., Wilson, C. R. (2004.): Pathogenicity of fungi commonly isolated from foliar disease in Tasmanian pyrethrum crops. *Australasian plant pathology*, Vol. 33 No. 3: 441-444.

Pethybridge, S., Hay, F., Esker, P., Gent, D., Wilson, C., Groom, T., Nutter, F. (2008a.): Diseases of pyrethrum in Tasmania: challenges and prospects for management. *Plant disease*, Vol. 92 No. 9: 1260-1272.

Rajeswara Rao, B. R., Singh, S. P., Prakasa Rao, E. V. S. (1983.): N, P and K fertilizer studies in pyrethrum (*Chrysanthemum cinerariifolium*). *The Journal of Agricultural Science*, Vol. 100: 509-511.

Ramirez, A. (2013.): Pyrethrum Secondary Metabolism: Biosynthesis, Localization and Ecology of Defence Compounds. Doktorska disertacija. Wageningen University, Wageningen.

Ramirez, A. M., Stoop, G., Menzel, T. R., Gols, R., Bouwmeester, H. J., Dicke, M., Jongsma, M. A. (2012.): Bidirectional secretions from glandular trichomes of pyrethrum enable immunization of seedlings. *The plant cell*, Vol. 24: 4252-4265.

Roest, S. (1976.): Flowering and vegetative propagation of pyrethrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium* Vis.) in vivo and in vitro. Doktorska disertacija. Wageningen university, Wageningen.

Rogošić, J. (2011.): Bilinar cvjetnjača hrvatske flore s ključem za određivanje bilja: Svezak prvi. Sveučilište u Zadru. Zadar. 537.

Scott, J. B., Gent, D. H., Pethybridge, S. J., Groom, T., Hay, F. S. (2014.): Crop damage from sclerotinia crown rot and risk factors in pyrethrum. *Plant disease*, Vol. 98 No. 1: 103-111.

Sladonja, B., Krapac, M., Ban, D., Užila, Z., Dudaš, S., Dorčić, D. (2014.): Effect of soil type on pyrethrum seed germination. *Journal of plant protection research*, Vol. 54 No. 4: 421-425.

Šilić, Č. (1988.): Endemične biljke. Svjetlost, Sarajevo, 218.

Toth, Š., Stričik, M., Tyr, Š., Vereš, T. (2012.): The possibilities of Slovakian pyrethrum production. Pesticides and phytomedicine (Belgrade), Vol.27 No. 3: 245-252.

Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Moore, D.M., Valentine, D. H., Walters, S. M., Webb, D. A. („ur“) (1976.): Flora Europaea: Volume 4: Plantaginaceae to Compositae (and Rubiaceae). Cambridge University Press, Cambridge, 505.

Vaghefi, N., Hay, F. S., Ades, P. K., Pethybridge, S. J., Ford, R., Taylor, P. W. J. (2015.): Rapid changes in the genetic composition of *Stagonosporopsis tanacetii* population in Australian pyrethrum fields. Phytopathology, Vol. 105 No. 3: 358-369.

Izvori s internetskih stranica

Langford, N. J., Ferner, R.E.: Pyrethrin. Rujan 2001.

<http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/pimg026.htm#5.1%20Oral> (13.8.2019.)

Grdiša, M.: Dalmatinski buhač – koristan, a zanemaren. 20.7.2017.

<http://pyrdiv.agr.hr/Gospodarski%20list.pdf> (19.8.2019.)

Jug-Dujaković, M.: Buhač – naše blago. 28.3.2019.

http://pyrdiv.agr.hr/Jug-Dujakovic_Savez_izvidjaca_Splita.pdf (25.8.2019.)

Varga F.: Dalmatinski buhač – neiskorišteni potencijal hrvatske flore. 24.10.2018.

<http://biologija.com.hr/modules/AMS/article.php?storyid=10225/> (27.8.2019.)

Infonet biovision: Plant extract: Pyrethrum. 28.2.2018.

<https://www.infonet-biovision.org/PlantHealth/Plant-extract-Pyrethrum> (20.8.2019.)

Faostat: Crops. 18.1.2019.

<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (23.6.2019.)

Food and Agriculture organization of the United Nations: Registration for biocontrol agents in Kenya.

<http://www.fao.org/docs/eims/upload/agrotech/2008/1prelimpages.pdf> (25.8.2019.)

Agency for toxic substances & disease registry: Toxicological profile for pyrethrins and pyrethroids. 8.4.2019.

<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp155.pdf> (27.7.2019.)