

Utjecaj načina sušenja na kvalitativna svojstva cvjetova krizantema te energetske iskoristivost stabljike i listova

Accad, Tea

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:615404>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-16**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**UTJECAJ NAČINA SUŠENJA NA KVALITATIVNA
SVOJSTVA CVJETOVA KRIZANTEMA TE ENERGETSKU
ISKORISTIVOST STABLJIKE I LISTOVA**

DIPLOMSKI RAD

Tea Accad

Zagreb, rujan, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Ukrasno bilje

**UTJECAJ NAČINA SUŠENJA NA KVALITATIVNA
SVOJSTVA CVJETOVA KRIZANTEMA TE ENERGETSKU
ISKORISTIVOST STABLJIKE I LISTOVA**

DIPLOMSKI RAD

Tea Accad

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Ana Matin

Zagreb, rujan, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Tea Accad**, JMBAG 0178104179, rođena 29.07.1996. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

UTJECAJ NAČINA SUŠENJA NA KVALITATIVNA SVOJSTVA CVJETOVA KRIZANTEMA TE ENERGETSKU
ISKORISTIVOST STABLIKE I LISTOVA

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta / studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Tea Accad**, JMBAG 0178104179, naslova

**UTJECAJ NAČINA SUŠENJA NA KVALITATIVNA SVOJSTVA CVJETOVA KRIZANTEMA TE ENERGETSKU
ISKORISTOVOST STABLIJKE I LISTOVA**

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. izv. prof. dr. sc. Ana Matin mentor

2. izv. prof. dr. sc. Vanja Jurišić član

3. izv. prof. dr. sc. Vesna Židovec član

Zahvala

Zahvaljujem se mentorici izv. prof. dr. sc. Ani Matin na pomoći i razumijevanju prilikom izrade ovog diplomskog rada. Najveće zahvale mojoj obitelji na neprekidnoj podršci tijekom mojih studenskih dana.

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1 Cilj istraživanja.....	2
2. Pregled literature	3
2.1 Porijeklo i botanička pripadnost.....	3
2.2 Morfološke karakteristike.....	4
3. Primjena krizantema	4
3.1. Krizanteme kao jestiva vrsta	4
4. Suho cvijeće za dekorativnu primjenu	5
5. Metode i način sušenja	6
5.1 Kondukcijsko sušenje.....	6
5.2 Konveksijsko sušenje	7
5.3 Sušenje na zraku.....	7
5.4 Sušenje zračenjem	7
5.5 Liofilizacija	7
6. Materijal i metode	8
6.1 Materijali	8
6.1.1 Uzorci korišteni u istraživanju.....	8
6.2 Metode	8
6.2.1 Utjecaj načina sušenja na kvalitativna svojstva latica krizantema	8
6.2.2 Provođenje analiza	9
6.2.3 Određivanje sadržaja vode	10
6.2.4 Sušenje uzorka.....	11
6.2.5 Kolorimetrija	13
6.2.6 Određivanje sadržaja pepela.....	13
6.2.7 Određivanje sadržaja koksa.....	14
6.2.8 Određivanje ogrjevne vrijednosti	14
6.2.9 Određivanje sadržaja C (ugljika),H (vodika), N (dušika) i S (sumpora), kisika (O) i proteina	15
7. Rezultati i rasprava	16
7.1. Rezultati određivanje udjela vode latica, lista i stabljike krizanteme.....	16
7.2. Rezultati određivanja sadržaja pepela i koksa svježi uzorak i pepela suhog uzorka.....	17
7.3 Rezultati otpuštanje vlage iz cvjetova krizantema pri sušenju u dehidratoru.....	20
7.4 Rezultati otpuštanje vlage iz cvjetova krizantema pri sušenju u vakuumu	23
7.5 Određivanje ogrjevne vrijednosti krizanteme.....	26
7.6 Kolorimetrija	27

7.7 Rezultati ugljika (C), vodika (H), dušika (N), sumpora (S), kisika (O) i proteina u cvjetovima krizanteme	31
8. Zaključak	37
9. Literatura	38
10. Prilog	41
10.1 Slike.....	41
10.2 Tablice.....	42
10.3 Dijagrami.....	43
Životopis	44

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Tea Accad**, naslova

Utjecaj načina sušenja na kvalitativna svojstva cvjetova krizantema te energetske iskoristivost stabljike i listova

Krizanteme su jedna od omiljenih cvjetnih vrsta za rez zbog svojeg oblika i raznih boja cvjetne glavice, zeljaste su trajnice koje spadaju pod rod (*Asteraceae*). Smatraju se kraljicom jeseni, krizanteme su tradicionalna cvjetna vrsta za ukrašavanje groblja u Hrvatskoj i vrlo dekorativna vrsta tijekom jesenskih dana. Za potrebe ovog istraživanja korištene su kultivari krizanteme bijele, žute i ljubičaste boje. Utvrdio se utjecaj temperatura i način sušenja na kvalitativna svojstva cvjetova krizantema. Provedena je termička dorada sušenjem pri podtlaku na temperaturi od 50°C, 60°C, 70°C te konvencijskim sušenjem u dehidratoru na temperaturama od 50°C, 60°C i 70°C do vlažnosti od 12 %. Iz dobivenih rezultata odredila se brzina otpuštanja vode iz cvjetova, udio pepela i koks u svježim i suhim uzorcima stabljike i lista krizanteme, promjene boje cvjetova prije i nakon sušenja, prosječna ogrjevna vrijednost lista i stabljike te udio proteina u cvjetovima.

Ključne riječi: krizantema, sušenje, kvalitativna svojstva, temperatura

Summary

Of the master's thesis – student **Tea Accad**, entitled

The influence of drying metode's on the qualitativ properties of chrysanthemums flower petals and the energy utilization of the stem and leaves

Chrysanthemums are one of the most populare cut flowers because of their shape and various colors of their flower heads, they are herbaceous perennials that belong to the genus (*Asteraceae*). Considered the queen of autumn, chrysanthemums are traditional flower for decorating cemeteries in Croatia and are a very decorative species during autumn days. White, yellow and purpul chrysanthemum cultivars were used for the purposes of this research. The influence of temperature and drying methods on the qualitative propertis of chrysanthemum flowers was determined. Thermal finishing was carried out by suppressed drying at temperatures of 50 °C, 60 °C and 70 °C and convection drying with the help of a dehydrator at temperatures of 50 °C, 60 °C, 70 °C to a humidity of 12 %. From the obtained results, the rate of water release from the flowers, the proportional of ash and coke in fresh and dry samples of chrysanthemum stems and leaves, color changes of the flowers before and after drying, the average calorific value of the leaves and stems, and the proportion of protein in the flowers were determined.

Keywords : chrysanthemum, drying, qualitativ properties, temperatur

1. Uvod

Krizantema je poznata u Hrvatskoj kao cvjetna vrsta koja služi kao ukras grobova za blagdan Sivih svetih. U Japanu krizantema predstavlja nacionalni cvijet, a u Kini simbol dugog života. U svjetskim razmjerima zauzima prvo mjesto u uzgoju rezanog cvijeća, ispred ruža i gerbera (Ostojić, 2005).

Predstavlja važnu cvjetnu vrstu za rez, koja se može neprekidno uzgajati u otvorenom i zaštićenom prostoru (Kantoci, 2010). Uzgaja se često u vrtovima koji su sastavni dio gradskih zelenih površina (Židovec i sur., 2023). Krizantema (*Cysanthemum sinense*) predstavlja genetsku osnovu za varijante s krupnim cvatovima. Ima ih u velikom broju varijeteta i kultivara. Boja cvijeta je bijela, žuta, ružičasta, svijetlo ljubičasta, crvena te mogu biti i dvobojne (Kantoci, 2010). Vrtne krizanteme lijepe su pojedinačno i u grupi, a dekorativne su u kombinaciji s drugim biljkama, osobito s crnogoričnim biljkama koje vrtu daju atraktivni zimski izgled. Također pridonose i izgledu grupacije listopadnih biljka koje zimi znaju izgledaju beživotno. Krizantema je osobito pogodna za jesensku proizvodnju, iako se cvatuće biljke mogu proizvesti tijekom cijele godine. Krizantema se uzgaja prije svega za rez, za aranžiranje buketa, cvjetnih košara i vijenca. Sve više se uzgajaju kao lončanice za dekoraciju prostora, osobito za dekoraciju groblja (Kantoci, 2010).

Današnja proizvodnja krizantema znatno se razlikuje od proizvodnje koja je prevladavala prije nekoliko desetaka godina. Oplemenjivači su intenzivno radili na dobivanju novih kultivara koji bi zadovoljili povećane zahtjeve tehnologije i tržišta. Dolazi do promjene u asortimanu, posljednjih godina opada potražnja za kultivarima velikocvatnih krizantema. Velikocvatne krizanteme se u načelu traže samo u jesen za blagdan Svih Svetih. Za ostale prigode sve se više traže sitnocvatni kultivari rezanih krizantema i lončanica. Koncem 70-tih na tržištu se pojavljuju, osim rezanih krizantema duge stabljike tako zvane Mikrosante s kraćom, dobro razgranatom stabljikom. Imaju male listove i više sitnih glavica, primjenjuju se za pravljenje kratkih okruglih kitica te za ukrašavanje stolova u raznim prigodama (Pagliarini i sur., 1997).

Na tržištu je poznato preko pet tisuća kultivara krizanteme. Krizantemu čine interesantnom cvatne glavice različitih oblika i boja. Dije se u nekoliko skupina, prema veličini, obliku i boji cvatne glavice. Na području Hercegovine najpoznatije su i najviše se uzgajaju krizanteme koje imaju loptasti izgled glavice. Takav oblik glavice krizanteme je najtraženiji no nažalost i najkratkotrajni. Vrlo brzo dolazi do otpadanja cvjetova pa se pri kupovini biraju cvatovi kod kojih je središnji dio glavice još uvijek zatvoren (Rotim, 2019).

Od početka čovječanstva cvijeće je povezano s kulturom koristi se kao ukras za razne prigode te ima simbolični značenje. Najčešće se primjenjuje kao svježe rezano, no unaprjeđenjem tehnologije razvijene su nove metode sušenja koje omogućuju da se čuva duži period (Koley, 2020).

Međutim, nakon korištenja dijela biljke (latice i pupovi) u dekorativnoj industriji ostaju velike količine ostatka (listovi i stabljike) koji predstavljaju vrijednu sirovinu energetskog gledališta.

1.1 Cilj istraživanja

Cilj ovog diplomskog rada je :

1. Utjecaj temperature i načina sušenja na kvalitativna svojstva cvjetova krizantema za potrebe dekorativne industrije.
2. Korištenje ostatka stabljike i listova kao obnovljivi izvor.
3. Utvrditi optimalnu metodu sušenja (podtlačno i konvekcijsko sušenje) za dekorativne svrhe.

2. Pregled literature

Krizanteme su višenamjenske biljke, zbog lijepog cvata najviše se koriste kao ukrasne biljke, sade se u vrtove, koriste se kao cvjetna vrsta za rez ili kao lončanice. U Hrvatskoj se tradicionalno koriste kao cvijeće za kićenje grobova, biljke su kratkog dana koje cvjetaju uoči blagdana Svih svetih (Drvodelić, 2011). Krizantema spada u porodicu glavočika (*Asteraceae*), podrijetlom je s Dalekog Istoka. Vrtna krizantema je posljednje vrsta koje cvate prije zime, otporna je na hladnoću i jesenske mrazove (Bejuk Matanović i Srukić, 2014).

Rezane krizanteme i lončanice koriste se za uređenje unutrašnjeg prostora (za ukrašavanje stolova u različitim prigodama). Na otvorenom prostoru posađene su u lonce ili drugim posudama, oživljavaju trgove, terase i balkone (Pagliarini i sur, 1997). Danas su krizanteme jedna od najpopularnijih ukrasnih vrsta u cijelom svijetu, posebno u umjerenom pojasu zemaljske kugle (Drvodelić, 2011). Očuvanje biljnog materijala u suhom obliku stoljećima se smatra oblikom umjetnosti. Aranžmani sa suhim cvijećem u Europi popularni su već dugi niz godina. Amerikanci su koristili suho cvijeće u dekorativne svrhe još od 1700. godine kako bi uljepšali svoje domove tijekom tamnih zimskih mjeseci (Shailza i sur., 2018). Sušenjem cvijeća održava se ljepota i postojanost cvijeća tijekom cijele godine neovisno o sezoni.

2.1 Porijeklo i botanička pripadnost

U ovom istraživanju koristila se krizantema multiflora (*Chrysanthemum × morifolium* Ramat). Naziv krizantema potječe iz grčkog jezika, a znači „zlatan cvijet“. Krizanteme pripadaju porodici (*Asteraceae*). Simbol je dugog života, mira, žetve, odmora i jeseni kao godišnje doba (Drvodelić, 2011).

Potječe iz Istočne Kine u kojoj je poznata dulje od 2000 godina. Iz Kine je u četvrtom stoljeću prenesena u Japan i u ovim zemljama danas je nacionalni simbol (Japan) i simbol dugog života (Kina). Koncem 17. stoljeću krizantema je prenesena u Europu (Rotim, 2019).

Europljani su krizanteme najprije upoznali s oslikanih svilenih kimona. U 17. stoljeću došli su prvi oblici krizantema no oni se nisu zadržali. Od tada je prošlo stotinu godina do početka širenja krizantema u Europi. Poticaj su dali prvi kultivari izloženi 1796 godine u vrstu Chelsea u Engleskoj. Nakon izložbe u Chelseu povećava se uvođenje krizantema u Europu, a od polovice 19. stoljeća započinje i oplemenjivanje. Križanja su najprije provedena u Francuskoj a zatim u Engleskoj, koncem 19. stoljeća križanje krizantema provedeno je i u Americi. U 20. stoljeću provodi se intenzivan oplemenjivački rad u više europskih zemalja. Rezultat takvog rada je mnoštvo kultivara krizanteme kojih danas ima više od 5 000 (Pagliarini i sur, 1997).

2.2 Morfološke karakteristike

Vrtna krizantema raste u obliku grma. Listovi su srebrno zelene boje, mogu biti cijeli, nazubljeni, perasti na čvrstim ili drvenastim stabljikama. Osnovna karakteristika je okrugla, loptasta forma promjera 45 do 50 cm s mnoštvom cvatova (Kantoci, 2010). Cvijet krizantema je zapravo cvat sastavljen od dvije vrste cvjetova (vanjski i unutrašnji). Vanjski su širi, jezičasta oblika i raspoređeni u jedan ili više krugova oko unutrašnjih cvjetova, koji su uski, cjevasti i čine ploču ili jastučice u sredini cvata. Takav se cvat zove glavica (Slika 1.). Glavice krizanteme raspoređene su u gornjem dijelu stabljike u sastavljenom cvatu (gronji). Boja glavica krizantema je različita. Danas se najviše traže bijela, žuta, ružičasta, ljubičasta, bakreno-smeđa, crvena i zelena. Krizanteme se prema vremenu cvatnje dijele na: rani kultivar za cvatnju od srpnja do rujna, srednje rani kultivar za cvatnju od listopada do početka studenog i na kasni kultivar za cvatnju u studenom i prosincu (Pagliarini i sur, 1997).



Slika 1. Glavica krizanteme (vlastiti izvor)

3. Primjena krizantema

3.1. Krizanteme kao jestiva vrsta

Cvatovi i stabljika krizanteme imaju poznato antibakterijsko i antigljivično djelovanje. U Tajvanu, Kini i Japanu uzgajaju se svijetložute jednogodišnje garland krizanteme takozvane povrtne krizanteme (*Crysanthemum coronarium*). Mlado lišće povrtne krizanteme koristi se za prehranu, dok se u Koreji proizvodi rižino vino aromatizirano cvatovima krizanteme. Kuhani cvjetovi krizanteme koriste se kao slatkasto piće obično zvano krizantemin čaj, koristi se u tradicionalnoj medicini za snižavanje temperature te oporavak nakon prehlade i groznice. Povrtna krizantema spada u najpopularnija povrća u Japanu. Mladi listovi upotrebljavaju se za salate, lišće se isjecka na sitno i pirja s malo šećera i šerija. Servira se kao špinat, ako se lišće prekuha dobiva gorkasti okus. Lišće s cvjetovima je također jestivo, te upotrebljava se za garniranje (Drvodelić, 2011).

4. Suho cvijeće za dekorativnu primjenu

U viktorijansko doba sušenje cvijeća i biljnog materijala bio je vrlo popularan oblik umjetničkog izražavanja. Sušeno cvijeće i biljni materijal kao što su korijen, lišće, stabljika, kora ili cijela biljka koristiti se za dekorativne svrhe. Sušenje biljnog materijala najvažnija je tehnika nakon berbe za bolje održavanje kvalitete cvijeća. Metodom sušenja smanjuje se sadržaj vlage u cvijeću (Wilson i sur., 2013).

Osušeni biljni materijali nude široki raspon oblika, tekstura i boja za stvaranje prekrasnih dekoracija. Suhi cvjetni aranžmani posebno su prikladni za uredske prostore i predvorja, popularne ukrasne namjene uključuju aranžmane kao što su viseći grozdovi, šare i vijenci. Priroda je možda najbolji vodič pri stvaranju aranžmana od suhog cvijeća. Suho cvijeće izgleda prekrasno obješeno u grozdovima uz zid, sa stropa ili greda te viseći sa regala. Osušeno cvijeće treba se skupljati u grozdove prema boji, obliku i teksturi (Vidhya i sur., 2021).

Osušeni biljni ukrasni proizvodi nude široki raspon kvalitete kao što su dugotrajnost, estetska svojstva, fleksibilnost i dostupnost tijekom cijele godine. Potražnja za suhim cvijećem raste impresivnom stopom od 8 % do 10 % godišnje. Asortiman suhog cvijeća poprilično je opsežan koriste se razni dijelovi biljka kao što su stabljika, korijen, izdanci, sjemenke, kora, latice itd. Krizanteme, karanfili, narcisi, maćuhice, neven, ruža i ljiljani dobro reagiraju na metode sušenja (De i sur., 2016). Osušeni biljni materijal koriste se u vazama, košarama, staklenkama sa svježim aranžmanima te kao ukrasi na čestitkama i poklon kutijama (slika 2.). Uokvireno prešano cvijeće i lišće pod staklom poprima svjež i živahni izgled (Bhalla i Sharma, 2002). Potražnja za suhim cvijećem povećala se višestruko tijekom posljednjih desetljeća (Singh, 2009).



Slika 2. Suho cvijeće kao dekoracija (<https://frezija.com/suho-cvijece/>)

5. Metode i način sušenja

Proces sušenja ima jedinstvenu sposobnost smanjenja sadržaja vlage u cvijeću do točke u kojoj su biokemijske promjene svedene na minimum uz održavanje stanične strukture, razine pigmentacije i oblika cvijeta (Singh i Dhaduk, 2005). To je najstarija primjenjivana metoda konzerviranja prehrambenih proizvoda koja se temelji na uklanjanju većine vode iz svježeg proizvoda isparavanjem u kontroliranim uvjetima primjenom topline. Da bi se neka tvar osušila potrebno ju je zagrijati do temperature pri kojoj će parcijalni tlak vodene pare na površini sušene tvari biti veći od parcijalnog tlaka vodene pare u plinu (Krička i sur., 2022).

Glavna svrha sušenja je odvajanje prekomjerne vode od proizvoda bez narušavanja njegove kvalitete u procesu. Ovaj postupak osigurava određeno vrijeme za očuvanje proizvoda nepromijenjenim, te mogućnost upotrebe proizvoda tijekom cijele godine (Matin i sur., 2018)

Prema načinu dovođenja topline materijalu koji se suši razlikujemo po sljedećim metodama sušenja:

- Kondukcijsko ili konstantno sušenje – kod kojeg se materijal suši u doticaju sa zagrijanom površinom
- Konvekcijsko sušenje – kod kojeg se materijal suši u doticaju sa strujom plina (najčešće zrakom)
- Sušenje smrzavanjem – kod kojeg se materijal suši u zamrznutom stanju pod visokim vakuumom (prema načinu prijenosa topline ovo sušenje je analogno kontaktnom sušenju)
- Radijacijsko sušenje – kod kojeg se suši posredstvom polja visoke učestalosti (Tomas, 2000).

5.1 Kondukcijsko sušenje

Kondukcijsko sušenje doprinosi boljoj i jedinstvenoj kvaliteti okusa, teksture i izgleda biljnog materijala kao i njegovoj boji. Ovakav način sušenja odlikuje se fizikalno- kemijskim promjenama, prije svega izmjenom topline kao i kemijskim reakcijama (Matin, 2012). Radni medij je radna površina povišene temperature, temperatura je u rasponu od 80 °C do 250 °C u vremenu od 5 do 60 minuta ovisno o sirovini koja se suši (Özdemir i sur., 2001). Materijal se kod kondukcijskog sušenja suši u kontaktu s grijanom površinom te se određena količina topline s radnog medija predaje biljnom materijalu koji se suši, da bi se odvela vlaga koja je isparila iz materijala koristi se okolni zrak (Matin, 2013).

5.2 Konvekcijsko sušenje

Konvekcijsko sušenje je postupak pri kojem se određena količina topline s radnog medija predaje konvekcijom proizvoda koji se suši. Radni medij je okolni vlažan zrak, jer ga kao sirovine ima u izobilju. Vlažan zrak pri ovom načinu sušenja ima još jednu funkciju, a to je prihvaćanje i odvođenje određene mase vlage iz sustava (Matin i sur., 2022). Procesom konvekcijskog sušenja smanjuje se udio vlage, omogućava se fizikalno-kemijska stabilnost materijala te se štiti od nutritivnih promjena tijekom vremena skladištenja (Krička, 2017).

5.3 Sušenje na zraku

Kod zračnog sušenja biljnog materijala vrlo je bitno održati niski postotak vlage u prostoriji, ako je zrak izvan biljaka vlažniji nego unutar njih one se neće sušiti te može doći do razvoja mikroorganizma (to je idealan medij za njihov razvoj). U prostorijama za sušenje potrebna je cirkulacija zraka koja potiče evaporaciju i suši biljni materijal, ovakvo sušenje može trajati i do nekoliko tjedana (Matin i sur., 2021).

5.4 Sušenje zračenjem

Sušenje zračenjem je prenošenje određene količine topline elektromagnetskih valova različitih valnih duljina koji nose nevidljive obroke energije (fotone), vlažan zrak se koristi kao nositelj mase vlage koja isparava iz sustava (Krička, 2022). Sušenje zračenjem nije prikladno za cvijeće s nježnim i tankim laticama ili cvjetove s dlakavim i ljepljivim površinama. Sušenje zračenjem je najbolje za glavičaste cvatove nevena, dalije i cinija ili cvjetove s mnogo latica (ruže, karanfile i maćuhice) (Shailza i sur., 2018).⁵ Liofilizacija

5.5 Liofilizacija

Proces liofilizacije provodi se na temperaturi i tlaku ispod trojne točke te se koristi za uklanjanje viška vode iz osjetljivih proizvoda koji su većinom biološkog podrijetla. Tijekom procesa liofilizacije ne dolazi do oštećenja biljnog materijala, takvi se proizvodi mogu trajno skladištiti (Šimić, 2015). Odsutnost tekuće vode prilikom dehidracije sprječava neželjene kemijske reakcije, zbog čega se boja i miris zadržavaju u osušenom proizvodu. Cvijeće se stavlja u rashladnu komoru pri temperaturi manjoj od nule. U komori se stvara vakuum, zbog čega vlaga u cvjetovima sublimira (prelazi iz krutog u plinovito stanje). Para se skuplja u odvojenu komoru i osušeno cvijeće se ostavlja da se polagano zagrije na sobnu temperaturu (Singh i Laishram, 2010).

6. Materijal i metode

6.1 Materijali

6.1.1 Uzorci korišteni u istraživanju

Za svrhu ovog istraživanja korišteni su cvjetovi, listovi i stabljika krizanteme. Istraživanje je provedeno na tri različite uzorka krizanteme (*Chrysanthemum* × *morifolium* Ramat) – žute, bijele i ljubičaste boje. Biljke su uzgojene u Hrvatskoj u vanjskoj proizvodnji. Za istraživanje odabrane su krizanteme različitih boja i gustog cvata.



Slika 3. Bijela krizantema (*Chrysanthemum* × *morifolium* Ramat) (vlastiti izvor)

6.2 Metode

6.2.1 Utjecaj načina sušenja na kvalitativna svojstva latica krizantema

Ispitivanje kvalitativnih svojstva krizantema je proces koji je obavljen u laboratoriju u dužem periodu s više metoda:

1. Odvajanje cvjetova od cvata, rezanje stabljike i usitnjavanje listova krizanteme za ispitivanje.
2. Sušenje cvjetova, stabljike i listova krizanteme u laboratorijskoj sušnici nakon čega se uspoređuje vlaga u svježem uzorku i osušenom (određivanje vlage uzorka).
3. Određivanje pepela cvjetova, stabljike i lista dobivene iz mufolne peći.
4. Određivanje koksa stabljike i lista dobivenih iz mufolne peći.

5. Sušenje svježeg uzorka cvjetova krizantema u dehidratoru pri temperaturama od 50°C, 60°C i 70°C u više ciklusa u kojim se vade iz dehidratora svakih 15 min i važu te određuje vlaga cvjetova do 12 %.
6. Sušenje svježeg uzorka cvjetova krizantema u vakuumu pri temperaturama od 50°C, 60°C i 70°C u više ciklusa u kojim se vade iz vakuuma svakih 15 min i važu te određuje vlaga cvjetova do 12 %.
7. Određivanje kvalitete boje svježih i osušenih u vakuumu i dehidratoru cvjetova krizanteme uz pomoć kolorimetra, uspoređivanje kvalitete boje svježeg uzorka cvjetova i osušenog uzorka cvjetova.
8. Određivanje ogrjevne vrijednosti dobivene iz osušene stabljike i lista krizanteme u kalorimetru.
9. Određivanje ugljika, vodika, dušika, sumpora i proteina (CHNS) iz uzorka osušenih u dehidratoru pri temperaturi od 50°C, 60°C i 70°C te određivanje CHNS iz uzorka osušenih u vakuumu pri temperaturi 50°C, 60°C i 70°C.

6.2.2 Provođenje analiza

Sve analize provedene su na Sveučilištu u Zagrebu Agronomskom fakultetu u Laboratoriju Zavoda za održive tehnologije i obnovljive izvore energije, Laboratorij za istraživanje biomase u poljoprivredi. Laboratorijske analize rađene su na svježim uzorcima te zatim na osušnim uzorcima cvjetova, stabljike i lista krizanteme. Koristile su se dvije metode sušenja cvjetova do ravnotežne vlažnosti od 12%. Prva metoda je provedena sušenje svježih cvjetova u dehidratoru pri temperaturama od 50°C, 60°C i 70°C s odležavanjem radi uravnoteženja vlage. Druga metoda sušenja provodila se na svježim cvjetovima u vakuumu pri temperaturama od 50°C, 60°C i 70°C s odležavanjem radi uravnoteženja vlage. Analiza započinje vaganjem i određivanjem vlage u svježim uzorcima usitnjenih cvjetova, stabljike i lista krizanteme.

Od kvalitativnih metoda utvrđen je sadržaj vlage i pepeo cvjetova, stabljike i lista. Određen je sadržaj koks i ogrjevna vrijednost lista i stabljike krizanteme te pepeo cvjetova osušenih u vakuumu i dehidratoru. Dobiva se i određuje sadržaj C,H,N, i S uz pomoć uređaja Vario Macro CHNS analizator (Elementar Analysensysteme GmbH, Njemačka) metodom suhog spaljivanja cvjetova krizantema osušenih u vakuumu i dehidratoru.

Uspoređuju se boje svježih uzorka cvjetova s bojom cvjetova osušenih u vakuumu i dehidratoru, utvrđuje se koja je najbolja metoda sušenja i pri kojoj temperaturi je boja cvjetova najbolje opstala.

6.2.3 Određivanje sadržaja vode

Određivanje sadržaja vode kod svježeg uzorka provodi se u laboratorijskoj sušnici (Memmert) prema protokolu (HRN ISO 654:2002) s mogućnošću regulacije temperature od 40 do 240°C. Biljni uzorci krizanteme suše na temperaturi od 105 °C. Proces određivanja vode započinje usitnjavanjem cvjetova, listova i stabljika krizanteme. Uzorci se važu na laboratorijskoj vagi i zapisuje se masa svježeg uzorka. Svježi uzorci se suše u laboratorijskoj sušnici nakon čega se ponovo važu (slika 4.).



Slika 4. Svježi uzorci cvjetova krizanteme (vlastiti izvor)

Određen je sadržaj vode kod cvjetova, listova i stabljike krizanteme 3 boje – žuta, ljubičasta i bijela (slika 5.). Količina vlage određuje na temelju osnovne razlike mase prije (svježi uzorak) i poslije sušenja prema formuli:

$$W^1 = \frac{(B - C) \times 100}{B - A} (\%)$$

W_1 = udio vlage (%)

A = odvagana prazna posudica (g)

B = odvagana prazna posudica + uzorak prije sušenja (g)

C = odvagana prazna posudica + uzorak nakon sušenja (g)



Slika 5. Laboratorijska sušnica (vlastiti izvor)

6.2.4 Sušenje uzorka

Provedena su dva načina sušenja svježih cvjetova krizantema 3 različitih boja. Prvi način sušenja provodi se u laboratorijskom dehidratoru pri temperaturama od 50°C, 60°C i 70°C u više ciklusa od 15 minuta (više ili manje ovisno o sadržaju vlage) sušenje uzorka do vlage od 12 % (slika 6 i slika 7).



Slika 6. Sušenje cvjetova u laboratorijskom dehidratoru (vlastiti izvor)



Slika 7. Žute, bijele i ljubičaste cvjetova osušene pri 50°C u dehidratoru (vlastiti izvor)

Drugi način sušenja svježeg uzorka cvjetova je provedena u vakuum sušionici. Vakuum sušenje odvija se pri sniženim tlakovima i sniženoj temperaturi vrelišta vode što pridonosi očuvanju toplinskih osjetljivih nutritivnih sastojka i senzorskih svojstva hrane, posebno boje. Cvjetovi se suše pri temperaturama od 50°C, 60°C i 70°C u više ciklusa od 15 minuta (više ili manje ovisno o sadržaju vlage) do vlage približne 12 % (slika 8).



Slika 8. Sušenje cvjetova u laboratorijskoj vakuum sušnici na temperaturi od 50 °C (vlastiti izvor)

6.2.5 Kolorimetrija

Određivanje boje cvjetova krizanteme provodi se uz pomoć kolorimetra LC 100 Spectrocolorimeter. Očitane su vrijednosti L, a, b, C i h. Određuje se standard svježih cvjetova žute, bijele i ljubičaste boje koji se uspoređuje s bojom cvjetova nakon sušenja u dehidratoru pri temperaturama od 50 °C, 60°C i 70 °C i bojama cvjetova osušenih u vakuum sušionici pri 50°C, 60°C i 70°C (slika 9).



Slika 9. Kolorimetar LC 100 Spectrocolorimeter(vlastiti izvor)

6.2.6 Određivanje sadržaja pepela

Određivanje sadržaj pepela cvjetova, lista i stabljike krizanteme provodi se u mufolnoj peć Neberthem B170 (Lilienthal, Njemačka) na visokim temperaturama od 500 do 600°C u trajanju od 5 do 6 sati. Sadržaj pepela određuje se prema standardnoj metodi (CENT/TS 144775:2009). U procesu sagorijevanja uzorka u posudici je ostao pepeo. Posudice se vade iz peć i zatim hlade u eksikatoru. Kada se posudice ohlade vade se iz eksikatora i ponovo se važu (Slika 10).



Slika 10. Uzorka pepela u posudicama (vlastiti izvor)

6.2.7 Određivanje sadržaja koksa

Određivanje sadržaja koksa stabljike i lista krizanteme provodi se u mufolnoj peć Neberthem B170 (Lilienthal, Njemačka) na visokim temperaturama od 800 do 900°C (Slika 11.). Prema standardnoj metodi za određivanje koksa (CEN/TS 15148:2009). Posudice s svježim uzorkom ostavljaju se u zagrijanu mufolnu pećnici nakon čega se posudice vade iz peć i hlade. Kada se posudice ohlade, ponovo se važu.



Slika 11. Sagorijevanje uzorka krizanteme u mufolnoj pećnici (vlastiti izvor)

6.2.8 Određivanje ogrjevne vrijednosti

Određivanje gornje i prosječne ogrjevne vrijednosti obavlja se uz pomoć kalorimetra, eksperimentalnim postupkom – kalorimetrijom. Kalorimetrija se obavlja uz pomoć laboratorijskog uređaja kalorimetra (IKA C200 Analysentechnik GmbH, Njemačka) standardnom metodom ISO (HRN EN 14918:2010) (slika 12).

Kalorimetrija je postupak kojim se mjeri količina toplinske energije koja se veže ili oslobađa pri nekom fizikalnom ili kemijskom procesu, služi za određivanje vrijednosti goriva i hrane. Toplina koja se oslobađa pri izgaranju goriva s kisikom pri standardnim uvjetima predstavlja ogrjevnju vrijednost koja je najznačajnija značajka svakog goriva (McKendry, 2002).



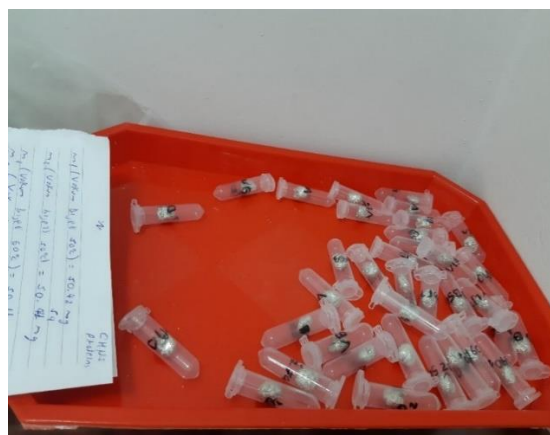
Slika 12. Određivanje ogrjevne vrijednosti uz pomoć kalorimetar (vlastiti izvor)

6.2.9 Određivanje sadržaja C (ugljika), H (vodika), N (dušika) i S (sumpora), kisika (O) i proteina

Određuje se ukupni ugljik, vodik, dušik, sumpor i kisik u osušenom uzorku cvjetovima krizantema uz pomoć uređaja Vario Macro CHNS analizatoru (Elementar Analysensysteme GmbH, Njemačka) metodom suhog spaljivanja. Uzorci se spaljuju u struji kisika na 1150 °C. Analize osušenih cvjetova krizantema provedene su prema protokolu za ugljik, vodik i dušik (HRN EN 15104:2011) te sumpor (HRN EN 15289:2011) (slika 13).

Količina kisika dobiva se matematičkim izračunom :

$$O(\text{kisik}) = 100 - C(\text{ugljik}) - H(\text{vodik}) - N(\text{dušik}) - S(\text{sumpor})\%$$



Slika 13. Priprema uzorka za CHNS analizu (vlastiti izvor)

7. Rezultati i rasprava

7.1. Rezultati određivanja udjela vode latica, lista i stabljike krizanteme

U tablici 1. prikazan je sadržaj vode određen na svježim uzorcima stabljike, lista i cvjetova žute krizanteme (*Chrysanthemum × morifolium* Ramat).

Tablica 1. Udio vode stabljike, lista i cvjetova žute krizanteme

Žuta krizantema	Udio vode (%) u svježem uzorku
Stabljika	53,83 ± 2,71
List	87,35 ± 0,22
Cvjetovi	88,25 ± 0,51

U tablici 2. prikazani je sadržaj vode u stabljike, lista i cvjetova ljubičaste krizanteme (*Chrysanthemum × morifolium* Ramat).

Tablica 2. Udio vode stabljike, lista i cvjetova ljubičaste krizanteme

Ljubičasta krizantema	Udio vode (%) u svježem uzorku
Stabljika	64,57 ± 0,92
List	80,70 ± 5,15
Cvjetovi	87,50 ± 0,16

U tablici 3. prikazani je sadržaj vode u stabljike, lista i cvjetova ljubičaste krizanteme (*Chrysanthemum × morifolium* Ramat).

Tablica 3. Udio vode stabljike, lista i cvjetova bijele krizanteme

Bijela krizantema	Udio vode (%) u svježem uzorku
Stabljika	63,15 ± 2,54
List	79,37 ± 3,21
Cvjetovi	90,48 ± 1,90

Dobiveni rezultati prikazuju početni sadržaj vlage žute, ljubičaste i bijele krizanteme. Najveći početni sadržaj vlage u stabljici bio je 64,57% kod ljubičaste krizanteme, a najmanji 53,17% kod bijele krizanteme. Najveći sadržaj vlage lista bio je 87,35% kod žute krizanteme, a najmanji 79,37% kod bijele krizanteme. Početni sadržaj vlage kod svježih cvjetova bio je najveći kod bijele krizanteme 90,48%, nakon toga kod žute krizanteme 88,25% a najmanji početni sadržaj vlage bio je kod ljubičaste krizanteme 87,50%. Prema dobivenim rezultatima vidljivo je da sadržaj vlage premašuje željene vrijednosti te ne pogoduje proizvodnji biogoriva. Vlaga se u gorivu nalazi kao negorivi sastojak i izravno utječe na ogrjevnu vrijednost biomase zbog količine topline koja se troši na njeno isparavanje (Jurišić i sur., 2016). Visoki sadržaj vlage u biomasi uzrokuje smanjenje njezine ogrjevne vrijednosti i ukupni pad učinkovitosti izgaranja pa je niži sadržaj vlage poželjno svojstvo. Prema Jurišić i sur., (2016) optimalni sadržaj vlage kreće se između 10% i 15% uzevši u obzir izgaranje biomase.

7.2. Rezultati određivanja sadržaja pepela i koksa svježi uzorak i pepela suhog uzorka

U tablici 4. prikazani je sadržaj pepela i koksa kod svježeg uzorka žute krizanteme

Tablica 4. Prosječni sadržaj pepela i koksa žute krizanteme

Žuta krizantema	Udio pepela u svježe uzorku %	Koks %
Stabljika	1,87 ± 0,99	3,85 ± 0,57
List	1,99 ± 0,13	1,32 ± 0,08
Cvjetovi	0,96 ± 0,15	Koks se određivao samo kod stabljike i lista

U tablici 5. prikazani je sadržaj pepela i koksa kod svježeg uzorka ljubičaste krizanteme.

Tablica 5. Prosječni sadržaj pepela i koksa ljubičaste krizanteme

Ljubičaste krizantema	Udio pepela u svježe uzorku %	Koks %
Stabljika	1,07 ± 0,05	4,87 ± 5,77
List	2,24 ± 0,23	1,82 ± 0,15
Cvjetovi	0,69 ± 0,02	Koks se određivao samo kod stabljike i lista

U tablici 6. prikazani je sadržaj pepela i koksia kod svježeg uzorka bijele krizanteme.

Tablica 6. Prosječni sadržaj pepela i koksia bijele krizanteme

Bijela krizantema	Udio pepela u svježe uzorku %	Koks %
Stabljika	1,77 ± 0,49	1,69 ± 0,07
List	3,12 ± 0,44	1,15 ± 0,02
Cvjetovi	0,92 ± 0,11	Koks se određivao samo kod stabljike i lista

U tablici 7. prikazan je dobiveni sadržaj pepela suhog uzorka cvjetova dobivenog procesom sušenja u dehidratoru pri temperaturama od 50°C, 60°C i 70°C.

Tablica 7. Prosječni sadržaj pepela cvjetova osušenih dehidratorom

Pepeo (%) cvjetova osušenih u dehidratoru			
	50°C	60°C	70°C
Žuta krizantema	6,27 ± 0,05	5,84 ± 0,65	6,95 ± 0,11
Ljubičasta krizantema	5,81 ± 0,28	5,82 ± 0,42	5,89 ± 0,32
Bijela krizantema	6,72 ± 0,67	5,77 ± 0,76	8,90 ± 0,25

Tablica 8. Rezultati ANOVA testa (analiza varijanca) cvjetova latica osušenih u dehidratoru

ANOVA						
Pepeo (%) cvjetova osušenih u dehidratoru						
	SS	n-1	s ²	F _{exp}	F _{exp5%}	F _{exp1%}
Između	2,53	2	1,26	1,31	5,14	10,92
Unutar	5,78	6	0,96			
Ukupno	8,31	8				

Provedena je analiza varijance na uzorcima u tablici 7., a sukladno s rezultatima dobivenim u tablici 8. prihvaća se nulta hipoteza (nulta hipoteza je pretpostavka da nema razlike između uzorka). Ne postoji značajna statistička razlika između uzorka žute, bijele i ljubičaste krizanteme osušene u dehidratoru pri temperaturama od 50°C, 60°C i 70°C.

U tablici 9. prikazani je dobiveni sadržaj pepela suhog uzorka cvjetova dobivenog procesom sušenja u vakuumu pri temperaturama od 50°C, 60°C i 70°C.

Tablica 9. Prosječni sadržaj pepela cvjetova osušenih vakuumom

Pepeo (%) cvjetova osušenih vakuumom			
	50 °C	60 °C	70 °C
Žuta krizantema	6,70 ± 0,48	6,63 ± 0,44	5,64 ± 0,34
Ljubičasta krizantema	5,88 ± 0,09	5,55 ± 0,22	4,85 ± 0,50
Bijela krizantema	7,17 ± 0,99	6,13 ± 0,25	7,38 ± 0,43

Provedena je analiza varijance na uzorcima u tablici 9., a sukladno s rezultatima dobivenim iz tablice 10. prihvaća se nulta hipoteza (pretpostavka da nema razlike između uzorka). Ne postoji značajna statistička razlika između uzorka žute, bijele i ljubičaste krizanteme osušene u vakuumu pri temperaturama od 50°C, 60°C i 70°C.

Tablica 10. Rezultati ANOVA testa (analiza varijanica) pepela cvjetova osušenih u vakuumu

ANOVA						
Pepeo (%) cvjetova osušenih u vakuumu						
	SS	n-1	s ²	F _{exp}	F _{exp5%}	F _{exp1%}
Između	3,28	2	1,64	4,55	5,14	10,92
Unutar	2,15	6	0,36			
Ukupno	5,43	8				

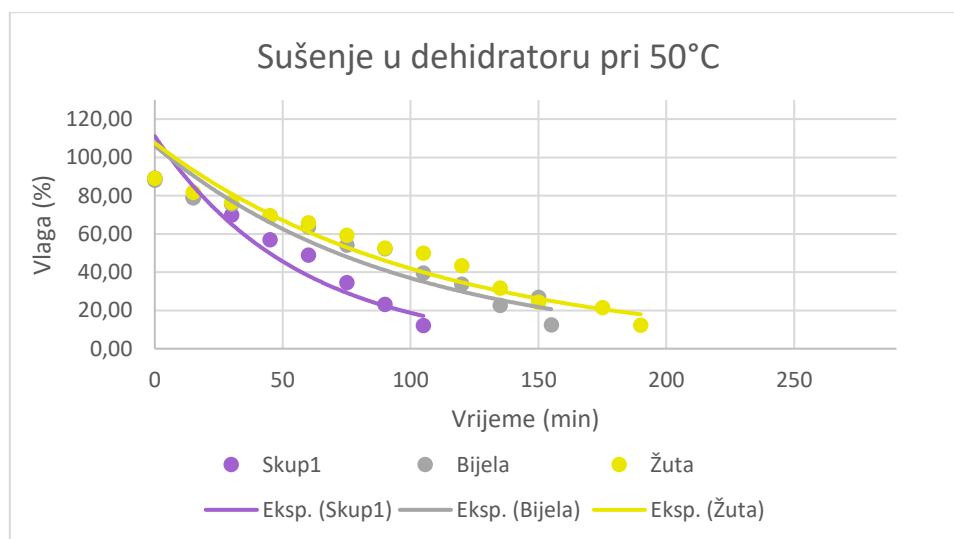
Određivanjem sadržaja pepela u svježim uzorcima utvrđeno je da cvjetovi žute krizanteme sadrži 0,96% pepela, 0,69% cvjetovi ljubičaste krizanteme i 0,92% cvjetovi bijele krizanteme. Nakon sušenja sadržaj pepela u cvjetovima se povisio, a najviše kod sušenja u dehidratoru na temperaturi od 70°C. Tako se kod ljubičaste krizanteme sadržaj pepela u cvjetovima se povisi na 5,89%, žute na 6,95% te najviše bijele na 8,90%. Pepeo je anorganski ostatak nakon izgaranja fiksiranog ugljika, te zajedno sa sadržajem fiksiranog ugljika predstavlja kruti ostatak nakon gorenja. Nepoželjan je u gorivu jer smanjuje njegovu toplinsku vrijednost, povećava troškove transporta goriva te u neposrednoj okolini veliki potrošač može predstavljati ekološki problem zbog nagomilavanja veće količine (Šilić i sur., 2012). Sadržaj pepela u poljoprivrednim biomasi kreće se od 2 do 25% (Francescato i sur., 2008). Visoki sadržaj pepela u suhim uzorcima čini ovaj oblik latica nepovoljan za korištenje u proizvodnji biogoriva. Sadržaj koksa predstavlja ostatak suhe destilacije, što je njegov udio viši to je gorivo kvalitetnije (Jurišić i sur., 2014). Sadržaj koksa stabiljike krizanteme najveći je kod ljubičaste krizanteme 4,87%, a

najmanji kod stabljike bijele krizanteme 1,69%. Sadržaj kosa lista najveći je kod ljubičaste krizanteme 1,82% a najmanji kod bijele krizanteme 1,15%.

Dobiveni rezultati istraživanja su suglasju sa istraživanjem Marin i sur., (2019) u kojem je dobiveno da prosječni sadržaj pepela u prirodnim uzorcima listova lizijantusa bio 1,50%, a stabljike 1,30%. Jednako tako, Bukal, (2018) je u svojim istraživanjima dobila sadržaj pepela u listovima lizijantusa 18,50% te stabljike oko 8%, dok je Akmadžić (2020) u listovima nevena dobila 1,46% pepela i 1,39% kosa, dok je u stabljikama dobila 1,12% pepela te 1,22% kosa što su slični rezultati kao i u ovome istraživanju.

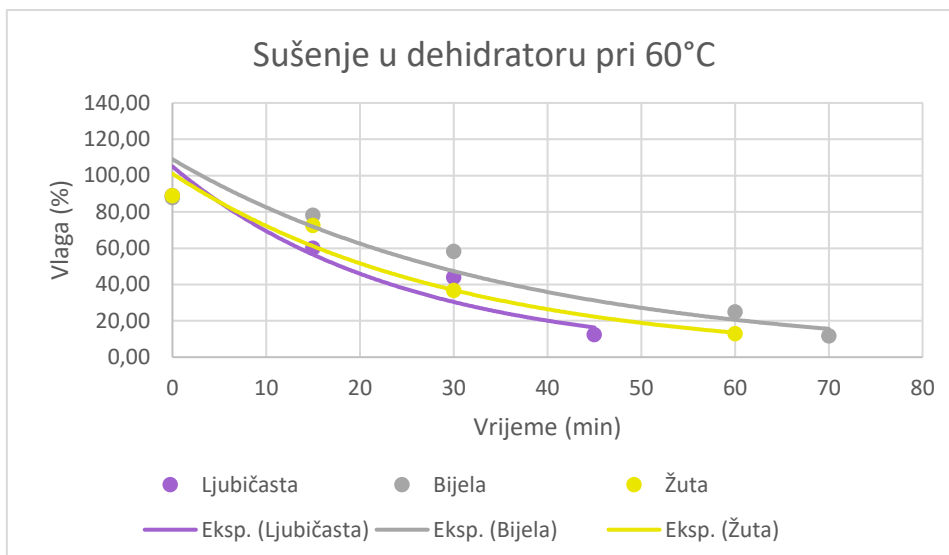
7.3 Rezultati otpuštanje vlage iz cvjetova krizantema pri sušenju u dehidratoru

Svježi cvjetovi krizanteme sušene su u dehidratoru pri temperaturi od 50°C, 60°C i 70°C. Izrađena je krivulja sušenja (dijagram 1, 2 i 3) na osnovi dobivenih podatka vaganjem.



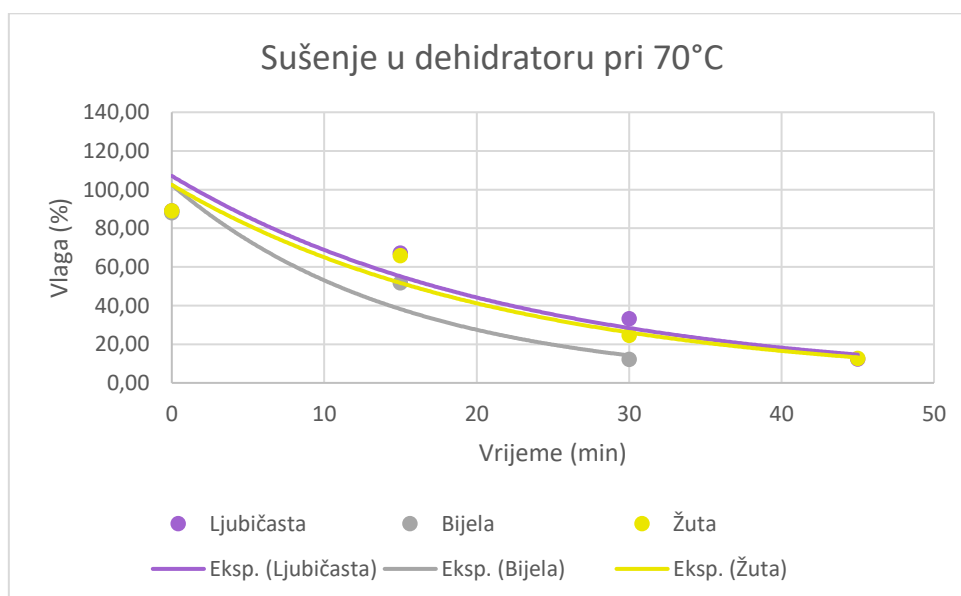
Dijagram 1. Krivulja otpuštanja vlage iz cvjetova krizantema sušenih u dehidratoru pri temperaturi od 50°C

Na dijagramu 1. prikazano je koliko je trebalo vremena da se cvjetovi osuše do ravnotežne vlažnosti od 12%. Može se uočiti da je žutoj krizantemi trebalo najviše vremena i to 190 minuta, bijeloj krizantemi je bilo potrebno malo manje vremena 155 minuta, a ljubičastoj krizantemi najmanje 105 minuta. Na temperaturi od 50°C pad vlažnosti kod bijele i žute krizanteme je sličan, no pad vlažnosti kod ljubičaste krizanteme je znatno brži.



Dijagram 2. Krivulja otpuštanja vlage iz cvjetova krizantema sušenih u dehidratoru pri temperaturi od 60°C

Povećavanjem temperatura sušenja na 60°C (dijagram 2) vidljivo je da se smanjuje vrijeme potrebno da se dostigne ravnotežna vlažnost cvjetova od 12%. Najviše vremena je bilo potrebno bijeloj krizantemi 70 minuta, a najmanje ljubičastoj krizantemi 45 minuta.



Dijagram 3. Krivulja otpuštanja vlage iz cvjetova krizantema sušenih u dehidratoru pri temperaturi od 70°C

Iz dijagrama 3 vidi se da na temperaturi od 70°C cvjetovima krizanteme je bilo potrebno najmanje vremena za otpuštanje vlage do vlažnosti od 12%. Najduže vremena je trebalo žutoj i ljubičastoj krizantemi 45 minuta, dok je bijela dostigla ravnotežnu vlažnost za 30 minuta.

U tablici 11. prikazani su dobivenih podaci o opuštanju vlage iz cvjetova i gubitka mase.

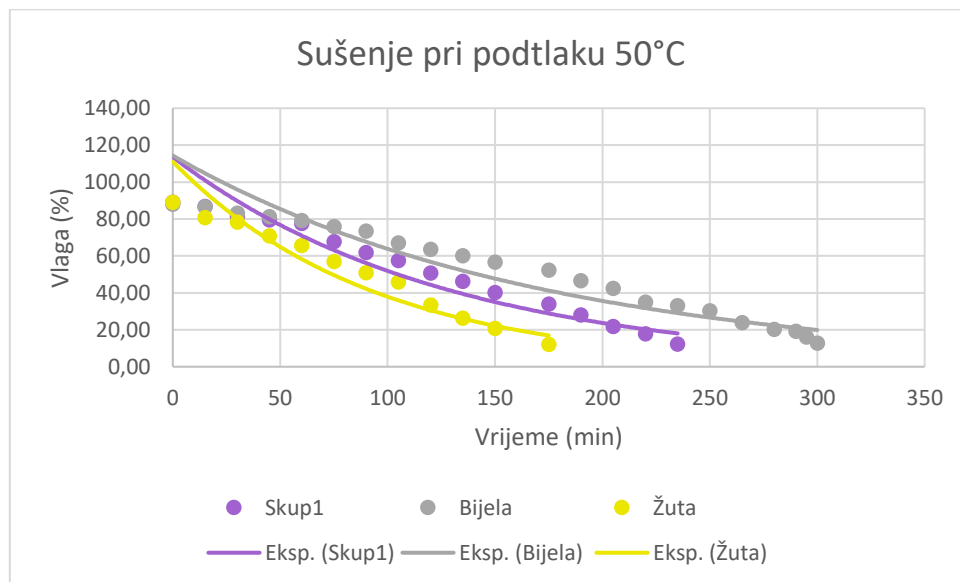
Tablica 11. Eksponencijalne jednadžbe otpuštanja vlage iz cvjetova krizantema sušenih u dehidratoru

Temp. sušenja		Ljubičasti kultivar (<i>Chrysanthemum</i> × <i>morifolium</i> Ramat)	Žuti kultivar (<i>Chrysanthemum</i> × <i>morifolium</i> Ramat)	Bijeli kultivar (<i>Chrysanthemum</i> × <i>morifolium</i> Ramat)
50 °C		$y = 111,06e^{-0,018x}$	$y = 107,447e^{-0,009x}$	$y = 106,06e^{-0,011x}$
	R ²	0,9156	0,9290	0,9138
60 °C		$y = 10,98e^{-0,041x}$	$y = 101,06e^{-0,034x}$	$y = 108,95e^{-0,028x}$
	R ²	0,9168	0,9362	0,9031
70 °C		$y = 107,07e^{-0,044x}$	$y = 102,47e^{-0,046x}$	$y = 102,44e^{-0,066x}$
	R ²	0,9143	0,9222	0,9220

Koeficijent determinacije (R²) nam ukazuje na ujednačenost sušenja. U tablici 12. prikazani su koeficijenti determinacije nakon sušenja cvjetova krizanteme u dehidratoru. Što je koeficijent determinacije uzorka bliži 1 to je model bolji. Koeficijent determinacije najbliži 1 je kod cvjetova žute krizanteme sušenih pri 60°C koji iznosi 0,9362. Najmanji koeficijent determinacije iznosi 0,9031 kod osušenih cvjetova bijele krizanteme pri temperaturi od 60°C. Slične koeficijente determinacije pri sušenju cvjetova krizantema u dehidratoru dobili su Li i sur. (2019). Analizirajući rezultate koeficijenata može se zaključiti da su dobiveni rezultati međusobno usporedivi te da su analize otpuštanja vode iz cvjetova krizantema vođena precizno te je najbolje bilo provedeno sušenje bijele krizanteme na 70°C jer ukoliko koeficijent ima veću apsolutnu vrijednost sušenje je brže.

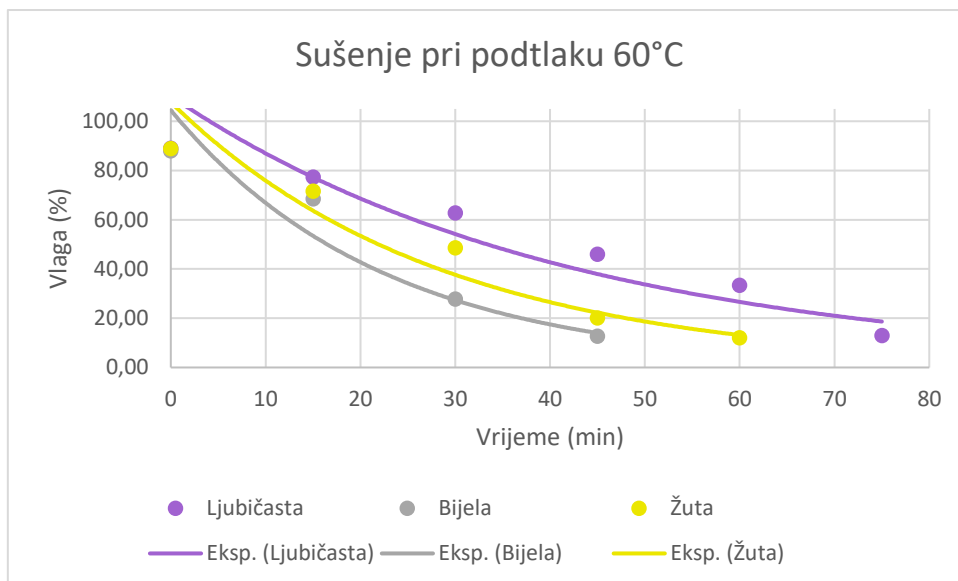
7.4 Rezultati otpuštanje vlage iz cvjetova krizantema pri sušenju u vakuumu

Cvjetovi žute, ljubičaste i bijele krizanteme sušene su u vakuum sušnici na temperaturi od 50°C, 60°C i 70°C pri tlaku od 33,3 bara. Izrađena je krivulja sušenja (dijagram 4, 5 i 6) na osnovi dobivenih podatka vaganjem.



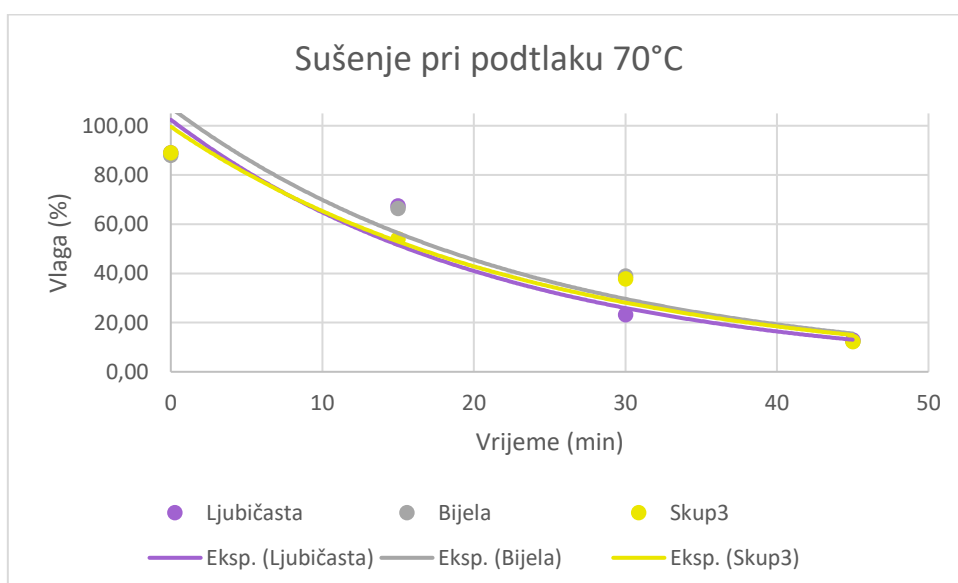
Dijagram 4. Krivulja otpuštanja vlage iz cvjetova krizantema sušenih u vakuum sušnici pri temperaturi od 50°C

Na dijagramu 4. prikazano je koliko je vremena potrebno da se cvjetovi krizanteme osuše do ravnotežne vlažnosti od 12%. Potrebno je duže vrijeme za sušenje cvjetova u vakuum sušnici u usporedbi s sušenjem u dehidratoru pri temperaturi od 50°C. Najduže je trebalo bijeloj krizantemi da se osuše svježi uzorci, čak 300 minuta, a najkraće žutoj 175 minuta.



Dijagram 5. Krivulja otpuštanja vlage iz cvjetova krizantema sušenih u vakuum sušnici pri temperaturi od 60°C

Na dijagramu 5. prikazano je sušenje na 60°C do ravnotežne vlažnosti od 12%. Najbrže su se sušili cvjetovi bijele krizanteme 45 minuta, a najduže cvjetovi ljubičaste krizanteme 75 minuta.



Dijagram 6. Krivulja otpuštanja vlage iz cvjetova krizantema sušenih u vakuum sušnici pri temperaturi od 70°C

Na dijagramu 6. prikazano je sušenje cvjetova na 70 °C. Cvjetovima ljubičaste, žute i bijele potrebno je jednako vremena (45 min) kako bi se vlaga spustila na željenih 12%.

U tablici 12. prikazani su dobivenih podaci o opuštanju vlage iz cvjetova i gubitka mase.

Tablica 12. Eksponencijalne jednadžbe otpuštanja vlage iz cvjetova krizantema sušenih u dehidratoru

Temp. sušenja		Ljubičasti Kultivar (<i>Chrysanthemum</i> × <i>morifolium</i> Ramat)	Žuti kultivar (<i>Chrysanthemum</i> × <i>morifolium</i> Ramat)	Bijeli kultivar (<i>Chrysanthemum</i> × <i>morifolium</i> Ramat)
50 °C		$y=113,57e^{-0,008x}$	$y=111,05e^{-0,011x}$	$y=114,32e^{-0,006x}$
	R ²	0,9221	0,9137	0,9078
60 °C		$y=110,18e^{-0,024x}$	$y=107,75e^{-0,035x}$	$y=104,51e^{-0,045x}$
	R ²	0,9056	0,9160	0,9006
70 °C		$y=102,44e^{-0,046x}$	$y=99,572e^{-0,042x}$	$y=107,32e^{-0,043x}$
	R ²	0,9083	0,9632	0,9037

U tablici 12. prikazani je koeficijent determinacije nakon sušenja cvjetova krizanteme u vakuum sušnici. Najveći koeficijent determinacije (R²) iznosi 0,9632 kod ljubičastih cvjetova sušenih pri temperaturi od 70°C a najmanji koeficijent determinacije iznosi 0,9006 kod bijele krizanteme sušene na temperaturi od 60°C. Ovi koeficijenti dokazuju da je sušenje provedeno kvalitetno i da su pokusi ponovljivi. Slične koeficijente determinaciji prilikom vakuum sušenja dobili su i Xu i sur., (2022). Analizirajući jednadžbe sušenja može se uočiti da eksponencijalni koeficijent ima negativan predznak što znači da pokazuje tendenciju brzine sušenja tj. krivulja je u padu. Ukoliko koeficijent ima veću apsolutnu vrijednost sušenje te je najbolje sušenje bilo kod cvjetova ljubičaste krizanteme sušenih pri 70°C.

7.5 Određivanje ogrjevne vrijednosti krizanteme

U tablici 13. prikazana je gornja ogrjevna vrijednost i srednja ogrjevna vrijednost lista i stabljike žute, ljubičaste i bijele krizanteme.

Tablica 13. Gornja ogrjevna vrijednost i srednja ogrjevna vrijednost lista i stabljike žute, ljubičaste i bijele krizanteme

Žuta krizantema	Gornja ogrjevna vrijednost	Prosječna Ogrjevna vrijednost MJ/kg
List	17,072 MJ/kg	17,218 ± 0,200
	17,364 MJ/kg	
Stabljika	17,400 MJ/kg	17, 465 ± 0,100
	17,529 MJ/kg	
Ljubičasta krizantema	Gornja ogrjevna vrijednost	Prosječna Ogrjevna vrijednost MJ/kg
List	15,958 MJ/kg	15,956 ± 0,002
	15,954 MJ/kg	
Stabljika	17,452 MJ/kg	17,455 ± 0,003
	17,457 MJ/kg	
Bijela krizantema	Gornja ogrjevna vrijednost	Prosječna Ogrjevna vrijednost MJ/kg
List	15,533 MJ/kg	15,449 ± 0,1200
	15,364 MJ/kg	
Stabljika	16,898 MJ/kg	16,978 ± 0,1100
	17,057 MJ/kg	

Tablica 14. Rezultati ANOVA testa (analiza varijanca) gornje ogrjevne vrijednost lista

ANOVA						
Gornja ogrjevna vrijednost list						
	SS	n-1	s ²	F _{exp}	F _{exp5%}	F _{exp1%}
Između	3,32	2	1,66	83	9,55	30,82
Unutar	0,06	3	0,02			
Ukupno	3,38	5				

Sukladno s dobivenim rezultatima prikazanim u tablici 14. odbacuje se nulta hipoteza (pretpostavka da nema razlike između uzorka) sa 99% sigurnosti. Postoji značajna statistička razlika između uzorka lista krizantema žute, ljubičaste i bijele boje.

Tablica 15. Rezultati ANOVA testa (analiza varijanaca) gornje ogrjevne vrijednost lista

ANOVA						
Gornja ogrjevna vrijednost stabljike						
	SS	n-1	s ²	F _{exp}	F _{exp5%}	F _{exp1%}
Između	0,31	2	0,155	25,83	9,55	30,82
Unutar	0,02	3	0,006			
Ukupno	0,33	5				

Sukladno dobivenim rezultatima prikazanim u tablici 15. odbacuje se nulta hipoteza (pretpostavka da nema razlike između uzorka) sa 95% sigurnosti. Postoji razlika između uzorka lista krizantema žute, ljubičaste i bijele boje.

Prema podacima iz tablice 13. najveću ogrjevna vrijednost lista 17,218 MJ/kg i stabljike 17,465 MJ/kg ima je žuta krizantema, a najmanju bijela krizantema i to lista 15,449 MJ/kg, a stabljike 16,978 MJ/kg. Dobiveni rezultati su u skladu sa istraživanjima Dutta i Kumara, (2022) koji su istraživali biomasu krizantema i dobili gornju ogrjevnu vrijednost od 15,80 do 17,50 MJ/kg. Slične podatke su dobili i drugi istraživači koji su u svoji istraživanjima poljoprivrednih kultura. Tako su, Matin i sur., (2019) dobili su rezultate u kojima se gornja ogrjevna vrijednost (HHV) kreće se od približno 16,50 MJ/kg kod stabljike te 14,50 MJ/kg kod listova lizijantusa, što su nešto više vrijednosti nego dobivene u ovome istraživanju.

Proizlazi da listovi i stabljika krizanteme u su povoljne sirovine za proizvodnju biogoriva zbog visoke ogrjevne vrijednosti.

7.6 Kolorimetrija

Kolorimetrom određuje se vrijednost L, a, b, C i h. L (koeficijent obojenosti) označava intenzitet svijetla ili tame. Vrijednost (a) definira intenzitet zelene ili crvene boje, pozitivna vrijednost (+a) označava prisustvo crvene boje a negativna vrijednost (-a) označava prisustvo zelene boje. Brojčana vrijednost (b) definira intenzitet plave ili žute boje, pozitivna vrijednost (b) označava prisustvo žute boje a negativna vrijednost (-b) označava prisustvo plave boje. Vrijednost C predstavlja intenzitet boje te vrijednost h predstavlja vizualni doživljaj tona boje (McGuire, 1992).

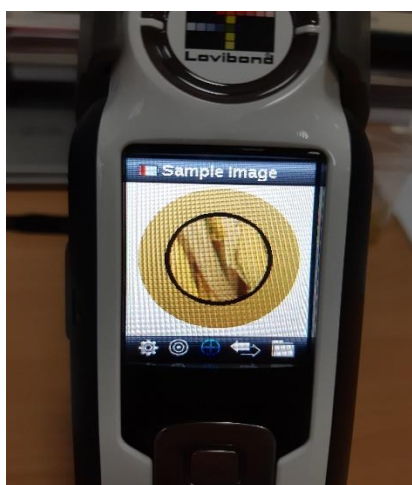
U tablicama 17, 18 i 19. prikazane su dobivene vrijednosti L, a, b, C i h uzorka cvjetova krizantema osušenih u dehidratoru pri temperaturama od 50°C, 60°C i 70°C te uzorka cvjetova krizanteme osušenih u vakuum sušnici pri temperaturama od 50°C, 60°C i 70°C.

Legenda: L – koeficijent obojenosti, a-intenzitet zelene ili crvene boje, b-intenzitet plave ili žute boje, C-intenzitet boje, h-vizualni doživljaj tona boje

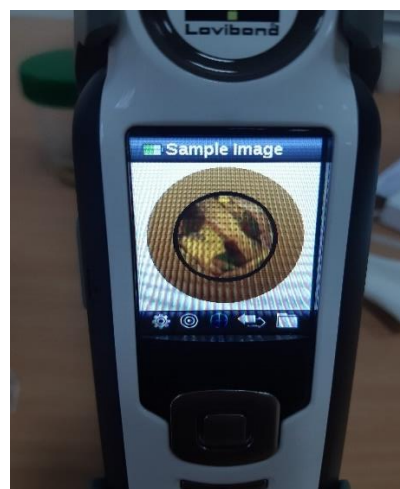
Tablica 16. Rezultati L, a, b, C, h žute krizanteme dobivenih sušenjem u dehidratoru i vakuum sušnici

Žuta krizantema (<i>Chrysanthemum</i> × <i>morifolium</i> Ramat)	Temperatura sušenja		L	a	b	C	h
		Standard	75,6	-0,1	51,5	51,5	90,1
	50 °C	Dehidrator	52,4	6,6	40,0	40,5	80,6
	60 °C		53,4	6,1	40,6	41,1	81,5
	70 °C		61,8	3,5	41,0	41,1	85,1
	50 °C	Vakuum	47,7	7,8	38,0	38,8	78,5
	60 °C		68,2	3,9	45,4	45,6	85,1
	70 °C		56,4	5,2	43,0	43,3	83,1

U tablici 16. vidljiva je razlika između rezultata standarda koeficijenta obojenosti L i dobivenog koeficijenta obojenosti uzorka osušenih u laboratorijskom dehidratoru i vakuum sušnici. Uzorci sušeni u vakuumu bliži su rezultatu uzorka L standarda u usporedbi s uzorkom cvjetova sušenih u dehidratoru. Najbliži rezultat standardu L je dobiven kod sušenja cvjetova u vakuumu pri temperaturi od 60°C te vrijednost L najmanja je na temperaturi sušenja 50°C u vakuumu. Intenzitet zelene ili crvene boje (a) u standardnom uzorku je negativna te ukazuje na prisustvo zelene boje no u sušenim uzorcima a vrijednost je pozitivna što ukazuje na prisustvo crvene boje. Intenzitet plave ili žute boje (b) je pozitivan te ukazuje na prisustvo žute boje u uzorcima. Porastom temperature vrijednost C se smanjuje, a najviše se smanjio intenzitet boje kod uzorka osušenih u vakuumu na temperaturi od 50°C. Sve očitane vrijednosti h su u prvom kvadrantu koordinatnog sustava (0°- 90°) koje je područje crveno – purpurne boje, dok vrijednost h standarda spada u drugu kvadrantu koordinatnog sustava (90°- 180) koje je područje žute boje (slika 14. i 15.).



Slika 14. Žuta krizantema sušena u vakuumu
pri 60°C (vlastiti izvor)



Slika 15. Žuta krizantema sušena u vakuumu
pri 50 °C (vlastiti izvor)

Tablica 17. Rezultati L, a, b, C i h cvjetova ljubičaste krizanteme dobiveni sušenjem u dehidratoru i vakuum sušnici

Ljubičasta krizantema (<i>Chrysanthemum</i> × <i>morifolium</i> Ramat)	Temperatura sušenja		L	a	b	C	h
		Standard	57,6	15,5	-1,7	15,6	353,8
	50 °C	Dehidrator	45,3	8,7	20,3	22,1	67,0
	60 °C		48,2	8,6	21,6	23,2	68,2
	70 °C		56,0	7,0	17,0	18,4	68,9
	50 °C	Vakuum	38,2	9,4	9,8	13,5	46,1
	60 °C		40,3	7,5	12,7	14,7	59,3
	70 °C		47,2	7,3	19,7	21,0	69,8

U tablici 17. L koeficijent obojenosti najbliži standardnoj vrijednosti je u uzorku sušenom u dehidratoru pri temperaturi od 70°C koji iznosi 56,0, a najmanji kod uzorka cvjeta sušenog u vakuumu pri temperaturi od 60°C koji iznosi 40,3. Intenzitet zelene ili crvene boje (a) ukazuje da u uzorcima prevlada crvena boja. Intenzitet plave ili žute boje (b) u standardnom uzorku je negativan što ukazuje na prisustvo plave boje, no kod osušenih uzorka b vrijednost je pozitivan, cvjetovi osušenih uzorka pokazuju veće prisustvo žute boje. Kod ljubičastih cvjetova vidljivo je boja s ljubičaste postepeno prelazi na smeđu zbog prisustva žute boje b vrijednosti. C vrijednost kod osušenih uzorka znatno varira. Vrijednost h kod standardnog uzorka spada u drugu kvadrantu koordinatnog sustava (90°-180°) u području žute boje, dok vrijednost h osušenih uzorka spada u prvu kvadrantu koordinatnog sustav (0°- 90°) koje je područje crveno-purpurne boje (slika 16. i 17.).



Slika 16. Ljubičasta krizantema sušena u dehidratoru pri 70°C (vlastiti izvor)

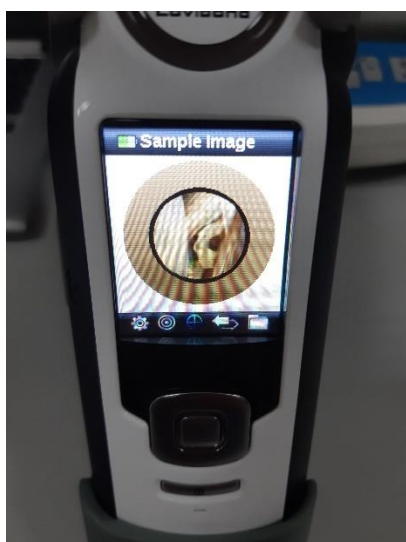


Slika 17. Ljubičasta krizantema sušena u vakuumu pri 60 °C (vlastiti izvor)

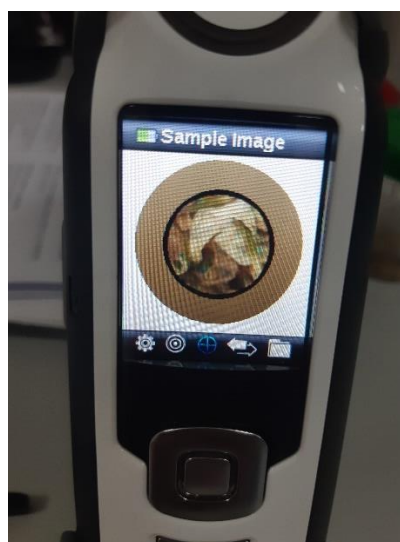
Tablica 18. Rezultati L, a, b, C i h cvjetova bijele krizanteme dobiveni sušenjem u dehidratoru i vakuum sušnici

	Temperatura sušenja		L	a	b	C	h
	Bijela krizantema <i>(Chrysanthemum × morifolium Ramat)</i>		Standard	83,0	-2,3	13,0	13,2
50 °C		Dehidrator	54,0	2,6	22,8	22,9	83,5
60 °C			68,2	-0,1	22,6	22,6	90,2
70 °C			50,1	6,0	21,7	22,5	74,5
50 °C		Vakuum	49,8	4,0	24,1	24,4	80,5
60 °C			52,6	2,5	21,6	21,8	83,5
70 °C			60,2	2,8	23,7	23,9	83,2

U tablici 18. L koeficijent osušenih uzorka znatno je manji u usporedbi s standardnim uzorkom. L koeficijent koji je najbliži standardu je uzorak sušen u dehidratoru na temperaturi od 60°C, a najmanji sušen u vakuumu. Brojčana vrijednost a ukazuju na prisustvo crvene (a) boje u svim osušenim uzorcima osim kod uzorka sušenog u dehidratoru pri temperaturi od 60°C. Vrijednost C se povećava kod svih osušenih uzorka. h vrijednost se smanjuje i spada u područje prvog kvadranta (0°- 90°) crveno-purpurna boja, kod svih vrijednosti osim kod standardnog uzorka i uzorka osušenog u dehidratoru koji se nalaze u području drugog kvadranta koordinatnog sustava (90°- 180°) u kojem prevladava žuta boja. Uzorak osušen u dehidratoru pri 60°C najbolje se podudara s standardnim uzorkom, dolazi do najmanje promjene boje uzorka u odnosu na standardnu (slika 18. i 19.).



Slika 18. Bijela krizantema sušena u dehidratoru
dehidratoru pri 60°C (vlastiti izvor)



Slika 19. Bijela krizantema sušene u
vakuumu pri 60 °C (vlastiti izvor)

7.7 Rezultati ugljika (C), vodika (H), dušika (N), sumpora (S), kisika (O) i proteina u cvjetovima krizanteme

U tablicama od 19 do 21. prikazani su rezultati CHNS svježeg uzorka cvjetova i biomase bijele, žute i ljubičaste krizanteme. Navedeni elementi određivani su iz razloga što imaju glavnu ulogu u stvaranju kemijskih spojeva cvijeća i ljekovitog bilja. U biološkom sustavu ovi minerali imaju značajnu ulogu u aktivaciji metaboličkih procesa, značajni su također i u dekorativne svrhe (Haque i sur., 2019.; Merlin, 2022). Jednako tako vrlo su važni i u energetske smislu jer veća količina ugljika i dušika daje kvalitetnije gorivo.

U tablici 19. prikazani je prosječni sadržaj dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodik (H) i kisika (O) žute krizanteme

Tablica 19. Prosječni sadržaj dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodik (H) i kisika (O) žute krizanteme

Žuta krizantema	Dušik %	Ugljik %	Sumpor %	Vodik %	Kisik %
Stabljika	2,080± 0,005	44,260 ± 0,011	0,026 ± 0,001	6,086 ± 0,005	48,002 ± 0,001
List	1,750± 0,002	43,251 ± 0,010	0,020 ± 0,001	6,352 ± 0,001	48,830 ± 0,005
Cvjetovi	0,917 ± 0,002	33,170 ± 0,015	0,086 ± 0,002	7,002 ± 0,001	58,830 ± 0,016

U tablici 20. prikazani prosječni sadržaj dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodik (H) i kisika (O) ljubičaste krizanteme.

Tablica 20. Prosječni sadržaj dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodik (H) i kisika (O) ljubičaste krizanteme

Ljubičaste krizantema	Dušik %	Ugljik %	Sumpor %	Vodik %	Kisik %
Stabljika	2,130± 0,008	43,3301 ± 0,005	0,026 ± 0,001	6,986 ± 0,005	47,242 ± 0,007
List	1,691± 0,002	44,320 ± 0,001	0,014 ± 0,001	6,180 ± 0,001	47,610 ± 0,009
Cvjetovi	0,907 ± 0,001	33,290 ± 0,040	0,077 ± 0,002	4,905 ± 0,003	60,860 ± 0,046

U tablici 21. prikazani prosječni sadržaj dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodika (H) i kisika (O) bijele krizanteme.

Tablica 21. Prosječni sadržaj dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodika (H) i kisika (O) bijele krizanteme

Bijela krizantema	Dušik %	Ugljik %	Sumpor %	Vodik %	Kisik %
Stabljika	2,290± 0,001	43,490 ± 0,001	0,022 ± 0,001	7,036 ± 0,005	46,862 ± 0,001
List	1,750± 0,002	43,251 ± 0,010	0,028 ± 0,001	6,352 ± 0,001	48,830 ± 0,005
Cvjetovi	1,207 ± 0,002	42,140 ± 0,017	0,094 ± 0,003	6,455 ± 0,003	50,100 ± 0,019

Ugljik je glavni, a ujedno i najvažniji element u svim vrstama goriva. Sadržaj ugljika određuje kvalitetu goriva te se proporcionalno udjelu ugljika povećava i kvaliteta goriva (Vassilev i sur., 2010). Vodik je poslije ugljika, druga po važnosti komponenta goriva. Biomasa ima manji sadržaj dušika i sumpora (u usporedbi sa ostalim gorivima) što ujedno znači i manje emisije štetnih plinova (NO_x i SO₂) prilikom izgaranja. Dušik je negorivi element i negativno utječe na aktivnost elemenata s kojima je u spoju te smanjuje ogrjevnu vrijednost goriva. Sumpor je najmanje zastupljen element te se on obično u biomasi nalazi u tragovima (Matin i sur., 2013). Cvjetovi bijela krizanteme sadrže najveći udio dušika (1,207%), ugljika (42,140%) i sumpora (0,094%) u odnosu na ostale, dok najveći udio vodika (7,002%) sadrže cvjetovi žute krizanteme, a najveći udio kisika (60,860%) nalazi se u cvjetovima ljubičaste krizanteme. Ljubičasta krizantema sadrži najmanji udio dušika (0,907%), sumpora (0,037%) i vodika (4,905%), dok bijela krizantema sadrže najmanji udio kisika (50,100%). Bijela krizantema sadrži najviše dušika (2,290%), ugljika (43,490%) i vodika (7,036%) u stabljici i listu, a najbolja je i po tome što sadrži najmanji udio sumpora. Prema istraživanju Bukarica (2018) srednja vrijednost gorivih tvari biomase ciganskog perja iznosi za ugljik 42,90%, vodik 6,24%, sumpor 0,38% i kisika 47,39%. U pogledu elementarne analize biomasa krizanteme pogodna je sirovina za proizvodnju biogoriva zbog visokog sadržaja ugljika.

U tablici 22, 23 i 24. prikazani su rezultati CHNS-a cvjetova sušenih u dehidratoru pri temperaturama od 50°C, 60°C i 70°C.

Tablica 22. udio dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodika (H) i kisika (O) u cvjetovima krizantema sušenih u dehidratoru na temperaturi od 50°C

Uzorak	Dehidrator 50 °C				
	Dušik %	Ugljik %	Sumpor %	Vodik %	Kisik %
Bijela	0,907 ± 0,002	38,180 ± 0,030	0,046 ± 0,004	5,807 ± 0,002	54,060 ± 0,036
Žuta	0,905 ± 0,004	32,150 ± 0,030	0,039 ± 0,002	6,057 ± 0,002	60,850 ± 0,033
Ljubičasta	0,854 ± 0,002	31,150 ± 0,030	0,033 ± 0,002	4,504 ± 0,003	63,460 ± 0,037

Tablica 23. udio dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodika (H) i kisika (O) u cvjetovima krizantema sušenih u dehidratoru na temperaturi od 60°C

Uzorak	Dehidrator 60 °C				
	Dušik %	Ugljik %	Sumpor %	Vodik %	Kisik %
Bijela	0,919 ± 0,002	34,670 ± 0,036	0,034 ± 0,001	5,704 ± 0,003	58,670 ± 0,039
Žuta	0,856 ± 0,004	35,240 ± 0,038	0,043 ± 0,002	6,006 ± 0,003	57,860 ± 0,042
Ljubičasta	0,845 ± 0,003	34,870 ± 0,038	0,034 ± 0,002	4,509 ± 0,002	59,750 ± 0,041

Tablica 24. udio dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodika (H) i kisika (O) u cvjetovima krizantema sušenih u dehidratoru na temperaturi od 70°C

Uzorak	Dehidrator 70 °C				
	Dušik %	Ugljik %	Sumpor %	Vodik %	Kisik %
Bijela	0,914 ± 0,002	36,360 ± 0,015	0,033 ± 0,002	5,696 ± 0,003	56,999 ± 0,015
Žuta	0,848 ± 0,0011	35,190 ± 0,006	0,043 ± 0,002	5,995 ± 0,003	57,930 ± 0,006
Ljubičasta	0,835 ± 0,003	33,950 ± 0,035	0,033 ± 0,001	4,493 ± 0,002	60,690 ± 0,031

Prema rezultatima iz tablica 22, 23 i 24. najveći udio dušika (0,919%) nalazi se kod bijele krizanteme sušene na 60°C, a najmanji udio dušika koji iznosi 0,835% nalazi se kod ljubičaste krizanteme sušene na 70°C. Bijeli cvjetovi sušene na 50°C imaju najveći udio ugljika (38,180%), najmanji udio ugljika (31,150%) imaju ljubičasti cvjetovi sušene na 50°C. Kod sumpora najveći udio (0,046%) sadrže bijeli cvjetovi sušeni na 50°C, a najmanji udio koji iznosi 0,033% nalazi se kod bijelih i ljubičastih cvjetova sušenih na 70°C te kod ljubičastih cvjetova sušenih na 70°C. Tri uzorka imaju isti rezultat koji je također i najmanji udio sumpora u odnosu na ostale uzorke. Žuti cvjetovi sušeni na 50°C sadrže najveći udio vodika (6,057%), a najmanji udio vodik (4,493%) sadrže cvjetovi ljubičaste boje sušene na 70°C. Kod kisika najveći udio (63,460%) nalazi se kod cvjetova ljubičaste boje sušenih na 50°C, a najmanji udio (54,060%) kod cvjetova bijele boje sušenih na 50°C. Slične rezultate dobila je i Merlin (2022) u svojim istraživanjima pri čemu joj se sadržaj dušika kretao od 0,89% do 1,29%, ugljika od 32,74% do 42,56%, sumpora od 0,28% do 0,99%, vodika od 1,78% do 7,04% te kisika od 48,78% do 60,72%. Može se utvrditi da obzirom na dobivene vrijednosti, cvjetovi krizantema sušenih u dehidratoru mogu se koristiti u dekorativne svrhe.

U tablici 25, 26 i 27. prikazani su rezultati CHNS-a latica sušenih podtlačno pri temperaturama od 50°C, 60°C i 70°C.

Tablica 25. udio dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodika (H) i kisika (O) u cvjetovima krizantema sušenih u vakuum sušnici na temperaturi od 50°C

Uzorak	Vakuum 50 °C				
	Dušik %	Ugljik %	Sumpor %	Vodik %	Kisik %
Bijela	1,105 ± 0,003	41,170 ± 0,021	0,056 ± 0,002	6,215 ± 0,003	51,450 ± 0,023
Žuta	0,913 ± 0,001	33,080 ± 0,010	0,074 ± 0,001	6,730 ± 0,004	59,200 ± 0,010
Ljubičasta	0,903 ± 0,002	32,940 ± 0,038	0,033 ± 0,001	4,895 ± 0,003	61,230 ± 0,040

Tablica 26. udio dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodika (H) i kisika (O) u cvjetovima krizantema sušenih u vakuum sušnici na temperaturi od 60°C

Uzorak	Vakuum 60 °C				
	Dušik %	Ugljik %	Sumpor %	Vodik %	Kisik %
Bijela	1,038 ± 0,003	41,030 ± 0,021	0,044 ± 0,002	6,123 ± 0,002	51,770 ± 0,023
Žuta	0,908 ± 0,002	32,970 ± 0,010	0,069 ± 0,002	6,482 ± 0,008	59,570± 0,014
Ljubičasta	0,895 ± 0,002	31,830 ± 0,010	0,029 ± 0,001	4,852 ± 0,001	62,390 ± 0,009

Tablica 27. udio dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodika (H) i kisika (O) u cvjetovima krizantema sušenih u vakuum sušnici na temperaturi od 70°C

Uzorak	Vakuum 70 °C				
	Dušik %	Ugljik %	Sumpor %	Vodik %	Kisik %
Bijela	1,087 ± 0,003	40,570 ± 0,038	0,040 ± 0,001	6,033 ± 0,002	52,270 ± 0,038
Žuta	0,897 ± 0,002	32,760 ± 0,015	0,062 ± 0,001	5,562 ± 0,001	60,720 ± 0,014
Ljubičasta	0,852 ± 0,001	30,570 ± 0,010	0,026 ± 0,002	4,758 ± 0,002	63,790 ± 0,008

Prema rezultatima iz tablica 25, 26 i 27. najveći udio dušika (1,105 %) nalazi se kod bijelih cvjetova sušenih na 50°C, a najmanji udio dušika koji iznosi 0,852% nalazi se kod ljubičastih cvjetova sušenih na 70°C. Bijeli cvjetovi sušeni na 50°C imaju najveći udio ugljika (41,170 %), a najmanji udio ugljika (30,570 %) imaju ljubičasti cvjetovi sušeni na 70°C. Kod sumpora najveći udio (0,074 %) sadrže žuti cvjetovi sušeni na 50°C, a najmanji udio koji iznosi 0,026% nalazi se kod ljubičastih cvjetova sušenih na 70°C. Žuti cvjetovi sušeni na 50°C sadrže najveći udio vodika (6,730%), a najmanji udio vodik (4,758 %) sadrže cvjetovi ljubičaste boje sušene na 70°C. Kod kisika najveći udio (63,790 %) nalazi se kod cvjetova ljubičaste boje sušenih na 70°C, a najmanji udio (51,450 %) kod cvjetova bijele boje sušenih na 50°C. Ljubičasti cvjetovi sušeni na 70°C imaju najmanji udio dušika, ugljika, sumpora i vodika u usporedbi ostalim cvjetovima, a najveći udio kisika. Suglasne rezultate dobili su Haque i sur. (2019.) u svojim istraživanjima jasmína pri čemu su tvrdili je da je udio kisika od 50,16%, ugljika iznosila je 41,32%, vodika 6,6%, dušika 1,82%, a udio sumpora 0,40% što su rezultati slični dobivenima u ovome istraživanju. Može se utvrditi da su cvjetovi krizantema sve tri boje nakon podtlačnog sušenja na svim temperaturama pogodne za korištenje u dekorativne svrhe.

U tablici 28. prikazan je sadržaj proteina u cvjetovima sušenih na oba načina pri temperaturama od 50°C, 60°C i 70°C.

Tablica 28. Rezultati sadržaja udjela proteina kod cvjetova krizantema sušenih u dehidratoru i vakuumu te statistički prikaz standardne devijacije

Temperatura	Uzorak	Sadržaj proteina		p – vrijednost
		Dehidrator	Vakuum	
50 °C	Bijeli	5,671 ± 0,013	6,906 ± 0,019	p < 0,05
	Žuti	5,654 ± 0,022	5,706 ± 0,006	p < 0,05
	Ljubičasti	5,340 ± 0,013	5,646 ± 0,010	p < 0,05
60 °C	Bijeli	5,744 ± 0,013	6,490 ± 0,016	p < 0,05
	Žuti	5,325 ± 0,024	5,673 ± 0,010	p < 0,05
	Ljubičasti	5,279 ± 0,019	5,596 ± 0,010	p < 0,05
70 °C	Bijeli	5,710 ± 0,010	6,794 ± 0,017	p < 0,05
	Žuti	5,302 ± 0,004	5,606 ± 0,013	p < 0,05
	Ljubičasti	5,221 ± 0,016	5,325 ± 0,006	p < 0,05

U tablici 28. prikazan je sadržaj proteina u uzorku cvjetova krizanteme sušenih u vakuumu i dehidratoru na temperaturama od 50°C, 60°C i 70°C. Proteini su veoma važni parametri za brzinu odumiranja cvijeća. Kada je razina proteina kod cvijeća niža ono brže odumire, a to je loša konotacija za dekorativne svrhe. Najveća očitana razina proteina sušenih u dehidratoru iznosi 5,744% kod bijelih cvjetova sušenih na 60°C, a najmanja 5,221% kod ljubičastih cvjetova sušenih na 70°C. Najveća razina proteina sušenih u vakuumu iznosi 6,906% kod cvjetova bijele boje sušene na 50°C, a najmanje (5,325%) kod ljubičastih cvjetova sušenih na 70°C. Provodi se analiza varijanca uzorka proteina koji su sušeni u vakuum i u dehidratoru pri temperaturama od 50°C, 60°C i 70°C, iz kojih se dobiva p- vrijednost (empirijska razina značajnost). Budući da je p-vrijednost manja od 0,05, nulta hipoteza se odbacuje. p – vrijednost kod uzorka je manja od 0,05 čime možemo zaključiti postoji razlika između uzorka sušenih u vakuumu i dehidratoru na temperaturi od 50°C, 60°C i 70°C, odnosno p-vrijednost se definira kao empirijska razina značajnosti (Arnerić i sur., 2019).

8. Zaključak

Na temelju vlastitog istraživanja, iz rezultata dobivenih laboratorijskom analizom kultivara krizanteme bijele, žute i ljubičaste boje može se zaključiti sljedeće:

- Određivanjem početne vlažnosti kultivara krizanteme bijele, žute i ljubičaste boje postotak vlažnosti kod cvjetova znatno se ne razlikuje, najveći sadržaj vlage nalazi se kod cvjetova bijele krizanteme.
- Sadržaj vlage listovi i stabljike bijele, žute i ljubičaste krizanteme kreće se iznad 50%, analiza je pokazala da svježiji uzorci sadrže viši udio vode. Poželjan sadržaj vlage kreće se u okviru od 10 do 15 % u ovom obliku ne predstavljaju dobru sirovinu za biogorivo.
- Sušenjem cvjetova krizanteme došlo je do povećanja sadržaja pepela.
- Sadržaj kokska svježih uzorka stabljike i lista najveći je kod stabljike ljubičaste krizanteme 4,87 %.
- Sušenjem u dehidratoru sadržaj vlage smanjio se u svim cvjetovima krizanteme. Kod bijelih i žutih cvjetova ne dolazi do prevelike promjene u boji dok kod ljubičastih cvjetova boja se promijenila. Sušenje cvjetova pri temperaturi od 70°C kod bijele krizanteme pokazalo se kao najpovoljnija temperatura sušenja.
- Rezultati koeficijenta determinacije prikazuje nam da je sušenje u vakuumu provedeno kvalitetno i da su pokusi ponovljivi Najbolje sušenje bilo je kod cvjetova ljubičaste krizanteme sušenih pri 70°C. Sušenje u vakuum sušnici pokazalo se povoljnije za dekorativne svrhe.
- Gornja ogrjevna vrijednost uzorka stabljike i lista krizantema slična je kao druge energetske sirovine. Stabljike i listove krizanteme moguće je iskorištavati kao energetske sirovine.
- Uspoređujući vrijednosti kolorimetrije cvjetova određenih standardom prije sušenja (na svježim uzorcima) s cvjetovima određenih nakon sušenja može se zaključiti da bijeli cvjetovi prelaze na krem boju, ljubičasti cvjetovi zadržali su boju s blagom naznakom smeđe boje, a žuti cvjetovi prelaze s svijetlo žute u tamno žutu boju.
- Rezultati sadržaja ugljika u pogledu elementarne analize biomasa, krizantema se pokazala kao povoljna sirovina za proizvodnju biogoriva. Cvjetovi krizanteme sušene u dehidratoru i vakuum sušnici pogodne su za korištenje u dekorativne svrhe.
- Analizom udjela proteina kod cvjetova krizanteme bijele, žute i ljubičaste boje možemo zaključiti da postoji razlika između cvjetova sušenih u dehidratoru i vakuumu.

9. Literatura

1. Akmadžić M. (2020). Utjecaj temperature sušenja na iskoristivost biljke nevena u kozmetičke i energetske svrhe, diplomski rad, Agronomski fakultet Zagreb
2. Arnerić J., Protrka K. (2019). Modeli analize varijance (ANOVA), Matematičko fizički list, Vol 70 No. 277
3. Bejuk Matanović M., Strukić M. (2014). 200 najpopularnijih biljka koje ćete lako uzgojiti, Večernji list d.o.o. Zagreb
4. Bhalla R., Sharma B. (2002.) Dry flowers status, scope and potential. In: Choudhary M L et al (eds). Production and management of flower crops. Division of Floriculture and Landscaping, IARI, New Delhi, p.p. 162-171. [online] Pristupljeno 25.svibanj.2024
5. Bukal, N. (2018). Utjecaj temperature sušenja na kvalitativna svojstva latica lizijantusa (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Agriculture. Department of Agricultural Technology, Storage and Transport.).
6. Bukarica I. (2018). Energetski potencijal invazivne biljne vrste cigansko perje (*Asclepias syriaca* L.), diplomski rad, Agronomski fakultet Zagreb
7. De L.C., Rai W., Singh D.R., Suman T. (2016) Drying technologies of commercial flowers—an overview. Int. "J Res. Appl. Nat. Social Sci., 111-120. [online] Pristupljeno 24.lipnja.2024
8. Drvodelić D. (2011). Jestiva krizantema, Gospodarski list, Zagrebu, 19-25. [online] Pristupljeno 10.lipnja.2024
9. Dutta S., Kumar M. S. (2022). Characterization of floral waste as potential candidates for compost and biofuel production. Biomass Conversion and Biorefinery, 1-13.
10. Francescato V., Antonini E., Bergomi L. Z. (2008). Priručnik o gorivima iz drvne biomase, Reggionalna energetska agencija Sjeverozapadne Hrvatske, Zagreb
11. Haque, M. M., Sultana, N., Abedin, S. M. T., Kabir, S. E. (2019). Phytochemical screening and determination of minerals and heavy metals in the flowers of *Nyctanthes arbor-tristis* L. Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research, 54(4), 321-328.
12. Jurišić V., Bilandžija N., Krička T., Leto J., Matin A., Kuže I. (2014). Fuel properties' comparison of allochthonous *Miscanthus x giganteus* and autochthonous *Arundo donax* L.: a study case in Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 79(1), 7-11.
13. Jurišić V., Krička T., Matin A., Bilandžija N., Antonović A., Voća N., Torić T. (2016). Proizvodnja energije i proizvoda dodane vrijednosti pirolizom koštica trešnje i višnje. Izvorni znanstveni rad. 51st Croatian and 11th International Symposium on Agriculture, Opatija, 475-479.
14. Kantoci, D. (2010). Krizanteme – kraljice jeseni, pregledni rad, Glasnik Zaštite Bilja, Vol. 33 No. 5 [online] Pristupljeno 20.studeni.2023
15. Koley P. (2020). An overview of dehydration techniques. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 9(4): 228-233. [online] Pristupljeno 5.ožujak.2024
16. Krička T., Matin A., Horvatić T., Kiš G., Voća N., Jurišić V., Grubor M. (2017). Nutritivni sastav oljuštenog zrna ječma nakon termičke dorade sušenjem i uparavanjem. *Krmiva: Časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme*, 59(2), 51-60.

17. Krička T., Matin A., Grubor M.(2022). Tehnologija dorade i skladištenja cvijeća. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.
18. Li B., Lin J., Zheng Z., Dua, H., Li D., Wu M. (2019). Effects of different drying methods on drying kinetics and physicochemical properties of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 12(3), 187-193.
19. Marelja M., Dujmić F., Ježek D., Škergo M., Bosiljkov T., Karlović S., Lasić M., Brnčić M. (2020). Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam, Vol. 15, No. 3-4
20. Matin, A. (2012). Kvalitativne promjene lješnjaka u procesu kondukcijskog sušenja, Doktorski rad, Agronomski fakultet, Zagreb.
21. Matin A., Krička T., Jurišić V., Bilandžija N., Kuže, I., Voća N. (2013). Kvalitativne i energetske promjene ploda lješnjaka u procesu konvekcijskog sušenja. *Krmiva: Časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme*, 55(1), 11-19.
22. Matin A., Majdak T., Grubor M., Vuković J., Krička T., (2018). Release of water by convective drying from rapeseed at different temperatures. *Poljoprivreda*,24(2), 50-56
23. Matin, A., Krička, T., Bukal, N., Grubor, M. (2019). Utjecaj temperature zraka sušenja na kvalitativna svojstva latica lizijantusa. sa54, 588
24. Matin A., Pakov I., Grubor M., Jurišić V., Kontek M., Jukić F., Krička T. (2021). Influence of Harvest Time, Method of Preparation and Method of Distillation on the Qualitative Properties of Organically Grown and Wild *Helichrysum italicum* Immortelle Essential Oil Separations, 8(10),
25. Matin A., Krička T., Kiš D., Grubor M., Kontek M., Kalamtura S., Radić T., Jurišić V. (2022). Usability of Pumpkin for Nutritional Purposes and Green Energy Production. *Tehnički vjesnik*, 29(3), 775-780.
26. McGuire R. G. (1992). Reporting of Objective Color Measurements. *HortScience* vol. 27 no. 12 1254-1255
27. McKendry, P. (2002). Energy production from biomass (part 1). Overview of biomass. *Bioresource Tehnology*, 83, 37-46 [online] Pristupljeno 15.sječanj.2024
28. Merlin L. (2022). Dorada latica karanfila za potrebe dekorativne industrije, diplomski rad, Agronomski fakultet Zagreb
29. Ostojić, I. (2005) Krizanteme - Tehnologija uzgoja, SJEMENARNA, Široki brijeg, Green Garden, broj 39 [online] Pristupljeno 2.prosinac.2023
30. Özdemir M., Açıktur F., Yıldız M., Biringen G., Gürcan Z, Löker M. (2001). Effect of roasting on some nutrients of hazelnuts (*Corylus avellana* L.), *Food Chemistry*, 73(2), 185-190.
31. Pagliarini N., Jurjević Ž., Vinceljak Toplak M., Ostojić Z., Vršek I. (1997). Sve o krizantemi, Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.
32. Ritz, J. (1997). Uskladištavanje ratarskih proizvoda, Zagreb. [online] Pristupljeno 12.travanj.2024
33. Rotim, N. (2019). Štetnici u nasadima krizantema na području Hercegovine, Federalni agromediteranski zavod Mostar, Bosna i Hercegovina, Glasnik Zaštite Bilja,, Vol. 42 No. 5. [online] Pristupljeno 10.studeni.2023

34. Shailza., Shalini, J., Gerwal H.S. (2018). Emerging Prospective of Floriculture Industry: Drying of Ornamental Plants and theirs Parts. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 7(07): 1619-1633. [online] Pristupljeno 5.svibnja.2024
35. Singh, A., Dhaduk, B. K. (2005). Effect of dehydration techniques in some selected flowers. *J. Orn. Hort.*, 8: 1155-156. [online] Pristupljeno 20.travnja.2024
36. Singh H.P. (2009). Floriculture industry in India: the bright future ahead. *Indian Horticulture*, 54(1): 3-8.
37. Singh, A., Laishram, N. (2010). *Drying of Flowers and Other Ornamental Plant Parts in India, Floriculture and Ornamental Biotechnology*, Global Science Books.
38. Šilić Đ., Stojković V., Mikulić D. (2012). *Goriva i maziva*, Veleučilište Velika Gorica, Velika Gorica
39. Šimić, S. (2015). diplomski rad, Izolacija antioksidativnih sastavnica biljke *Medicago sativa*. primjenom ciklodestrina, sveučilište u Zagrebu Farmaceutsko - biokemijski fakultet, Zagreb.
40. Tomas, S. (2000). *Sušenje, apsorpcija, Prehrambeno – tehnološki fakultet Osijek*, Osijek.
41. Vassilev S.V., Baxter D., Vassileva C.G., Andersen L.K. (2010). An overview of the chemical composition of biomass. *Fuel*, 89: 913-933. [online] Pristupljeno 5.svibnja.2024
42. Vidhya C., Senthilkumar S., Manivannan S. (2021.): Recent trends in production of dry flowers and foliages
43. Wilson D, Attri BL, Sharma SK. Evaluation of different methods for drying of *Chrysanthemum* flowers. *Asian J Horti* 2013;8:743-745. [online] Pristupljeno 15.svibnja.2024
44. Xu H., Wu M., Zhang T., Gao F., Zheng Z., Li Y. (2022). Effects of different pulsed vacuum drying strategies on drying kinetics, phenolic composition, and antioxidant capacity of chrysanthemum (*Imperial chrysanthemum*). *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 15(4), 236-242.
45. Židovec, V., Jarić, J., Poje, M., Dujmović Purgar, D. (2023). Poisonous and allergenic plant species in kindergarten gardens in Novi Zagreb city districts. *Journal of Central European Agriculture*, 24(1), 245-259.

10. Prilog

10.1 Slike

Slika 1. Glavica krizanteme (vlastiti izvor)

Slika 2. Suho cvijeće kao dekoracija (<https://frezija.com/suho-cvijece/>) Pristupljeno [online] 1.12.2023

Slika 3. Bijela krizantema (*Chrysanthemum × morifolium* Ramat) (vlastiti izvor)

Slika 4. Svježi uzorci cvjetova krizanteme (vlastiti izvor)

Slika 5. Laboratorijska sušnica (vlastiti izvor)

Slika 6. Sušenje cvjetova u laboratorijskom dehidratiru (vlastiti izvor)

Slika 7. Žute, bijele i ljubičasti cvjetovi osušene pri 50°C u dehidratoru (vlastiti izvor)

Slika 8. Sušenje cvjetova u laboratorijskoj vakuum sušnici na temperaturi od 50 °C (vlastiti izvor)

Slika 9. Kolorimetar LC 100 Spectrcolorimeter (vlastiti izvor)

Slika 10. Uzorka pepela u posudicama (vlastiti izvor)

Slika 11. Sagorijevanje uzorka krizanteme u mufolnoj pećnici (vlastiti izvor)

Slika 12. Određivanje ogrjevne vrijednosti uz pomoć kalorimetar (vlastiti izvor)

Slika 13. Priprema uzorka za CHNS analizu (vlastiti izvor)

Slika 14. Žuta krizantema sušena u vakuumu pri 60°C (vlastiti izvor)

Slika 15. Žuta krizantema sušena u vakuumu pri 50°C (vlastiti izvor)

Slika 16. Ljubičasta krizantema sušena u dehidratoru pri 70°C (vlastiti izvor)

Slika 17. Ljubičasta krizantema sušena u vakuumu pri 60°C (vlastiti izvor)

Slika 18. Bijela krizantema sušena u dehidratoru pri 60°C (vlastiti izvor)

Slika 19. Bijela krizantema sušene u vakuumu pri 60°C (vlastiti izvor)

10.2 Tablice

Tablica 1. Udio vode stabljike, lista i cvjetova žute krizanteme

Tablica 2. Udio vode stabljike, lista i cvjetova ljubičaste krizanteme

Tablica 3. Udio vode stabljike, lista i cvjetova bijele krizanteme

Tablica 4. Prosječni sadržaj pepela i koksa žute krizanteme

Tablica 5. Prosječni sadržaj pepela i koksa ljubičaste krizanteme

Tablica 6. Prosječni sadržaj pepela i koksa bijele krizanteme

Tablica 7. Prosječni sadržaj pepela cvjetova osušenih dehidratorom

Tablica 8. Rezultati ANOVA testa (analiza varijanca) pepela cvjetova osušenih u dehidratoru

Tablica 9. Prosječni sadržaj pepela cvjetova osušenih vakuumom

Tablica 10. Rezultati ANOVA testa (analiza varijanca) pepela cvjetova osušenih u vakuumu

Tablica 11. Polinomne jednadžbe otpuštanja vlage iz cvjetova krizanteme sušenih u dehidratoru

Tablica 12. Polinomne jednadžbe otpuštanja vlage iz cvjetova krizanteme sušenih u dehidratoru

Tablica 13. Gornja ogrjevna vrijednost i srednja ogrjevna vrijednost lista i stabljike žute, ljubičaste i bijele krizanteme

Tablica 14. rezultati ANOVA testa (analiza varijanca) gornje ogrjevne vrijednost lista

Tablica 15. rezultati ANOVA testa (analiza varijanca) gornje ogrjevne vrijednost lista

Tablica 16. Rezultati L, a, b, C, h žute krizanteme dobivenih sušenjem u dehidratoru i vakuum sušnici

Tablica 17. Rezultati L, a, b, C i h ljubičaste krizanteme dobiveni sušenjem u dehidratoru i vakuum sušnici

Tablica 18. Rezultati L, a, b, C i h bijele krizanteme dobiveni sušenjem u dehidratoru i vakuum sušnici

Tablica 19. Prosječni sadržaj dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodika (H) i kisika (O) žute krizanteme

Tablica 20. Prosječni sadržaj dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodika (H) i kisika (O) ljubičaste krizanteme

Tablica 21. Prosječni sadržaj dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodika (H) i kisika (O) bijele krizanteme

Tablica 22. udio dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodika (H) i kisika (O) u cvjetovima krizantema sušenih u dehidratoru na temperaturi od 50°C

Tablica 23. udio dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodik (H) i kisika (O) u cvjetovima krizantema sušenih u dehidratoru na temperaturi od 60°C

Tablica 24. udio dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodik (H) i kisika (O) u cvjetovima krizantema sušenih u dehidratoru na temperaturi od 70°C

Tablica 25. udio dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodik (H) i kisika (O) u cvjetovima krizantema sušenih u vakuum sušnici na temperaturi od 50°C

Tablica 26. udio dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodik (H) i kisika (O) u cvjetovima krizantema sušenih u vakuum sušnici na temperaturi od 60°C

Tablica 27. udio dušika (N), ugljika (C), sumpora (S), vodik (H) i kisika (O) u cvjetovima krizantema sušenih u vakuum sušnici na temperaturi od 70°C

Tablica 28. statistički prikaz standardne devijacije udjela proteina kod cvjetova krizantema sušenih u dehidratoru i vakuumu

10.3 Dijagrami

Dijagram 1. Krivulja otpuštanja vlage iz cvjetova krizantema sušenih u dehidratoru pri temperaturi od 50°C

Dijagram 2. Krivulja otpuštanja vlage iz cvjetova krizantema sušenih u dehidratoru pri temperaturi od 60°C

Dijagram 3. Krivulja otpuštanja vlage iz cvjetova krizantema sušenih u dehidratoru pri temperaturi od 70°C

Dijagram 4. Krivulja otpuštanja vlage iz cvjetova krizantema sušenih u vakuum sušnici pri temperaturi od 50°C

Dijagram 5. Krivulja otpuštanja vlage iz cvjetova krizantema sušenih u vakuum sušnici pri temperaturi od 60°C

Dijagram 6. Krivulja otpuštanja vlage iz cvjetova krizantema sušenih u vakuum sušnici pri temperaturi od 70°C

Životopis

Tea Accad rođena je 29. srpnja 1996. godine u Zagrebu. Pohađala je osnovnu školu Ive Andrića u Zagrebu u razdoblju od 2003. do 2011. godine te je zatim nastavila srednjoškolsko obrazovanje u Prirodoslovnoj školi Vladimira Preloga, smjera kemijski tehničar koje je završila 2015. godine. Nakon završetka srednje škole upisala je preddiplomski smjer Biljne znanosti na Agronomskom fakultetu, Sveučilišta u Zagrebu, koji je završila obranom završnog rada naslova „Potencijal smiljkita (*Lotus sp.*) u proizvodnji voluminozne krme“ u rujna 2020. godine pod mentorstvom prof. dr. sc. Josip Leto. Iste godine upisuje diplomski studij Hortikultura, smjera Ukrasno bilje.