Utjecaj temperature sušenja na intenzitet obojenja cvatova nevena za potrebe prehrambene industrije

Maričić, Magdalena

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:422060

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Magdalena Maričić

UTJECAJ TEMPERATURE SUŠENJA NA INTENZITET OBOJENJA CVATOVA NEVENA ZA POTREBE PREHRAMBENE INDUSTRIJE

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Hortikultura – Ukrasno bilje

Magdalena Maričić

UTJECAJ TEMPERATURE SUŠENJA NA INTENZITET OBOJENJA CVATOVA NEVENA ZA POTREBE PREHRAMBENE INDUSTRIJE

DIPLOMSKI RAD

Mentor: doc.dr.sc. Ana Matin

Zagreb, 2016.

Ovaj diplomski rad je obranjen na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, dana _____ s ocjenom _____ pred Povjerenstvom u sastavu:

1. Mentorica: doc. dr. sc. Ana Matin _____

2. Članica povjerenstva: prof. dr. sc. Tajana Krička _____

3. Članica povjerenstva: prof. dr. sc. Vesna Židovec _____

Zahvala:

Zahvaljujem svojoj mentorici doc. dr. sc Ani Matin na strpljenju, pomoći i vodstvu pri izradi ovog diplomskog rada. Srdačno zahvaljujem Mateji Grubor, asistentici na Zavodu za Poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport Agronosmkog fakulteta na susretljivosti i pomoći pri izvedbi laboratorijskih istraživanja.

Također se zahvaljujem prof. dr. sc. Tajani Krički i prof. dr. sc Vesni Židovec koje u pristale biti članovi povjerenstva.

Veliko hvala mojim roditeljima na razumjevanju i podršci tijekom studiranja.

I na kraju želim se zahvaliti svim kolegama koji su mi vrijeme provedeno na fakultetu uljepšali svojim prisutstvom i pomogli da to vrijeme smatram najljepšim dijelom svog života.

SAŽETAK

Neven (*Calendula officinalis* L.) je jednogodišnja, rijetko dvogodišnja biljna vrsta. Pripada porodici Asteraceae i rodu *Calendula*. Listovi su u rozeti i dlakavi su. Cvjetovi su žute- narančaste boje, uveseljavaju i daju prekrasno šarenilo vrtovima od proljeća pa sve do kasne jeseni. Neven se u Europi pa tako i kod nas uzgaja zbog svoje ukrasne vrijednosti, ljekovitosti, ali se sve više upotrebljava i u prehrambenoj industriji. Cvijetovi i listovi su jestivi te se mogu konzumirati svježi ili osušeni. Za neven se čak može reći kako je riječ o jednoj od najdragocjenijih biljaka zapadnoeuropske biljne medicine. Officinalis znači ljekovit, a caledus- nebesko, nešto lijepo.

Cvijetovi nevena vrlo brzo nakon ubiranja gube svoja svojstva, te ih je potrebno što prije termički obraditi. Sve je veća potražnja za sušenim cvijećem, stoga je i cilj ovog rada bio istražiti utjecaj različitih temperatura dehidriranja na kvalitativna svojstva cvjetova nevena.

U ovom radu su korišteni cvatovi nevena narančaste i žute boje. Sušeni su na tri različite temperature (41°C, 52°C i 63°C), te su utvrđene kemijske karakteristike prije i nakon procesa konvekcijskog sušenja dehidriranjem.

Konvekcijskim sušenjem jezičastih cvjetova nevena na tri temperature do zahtjevane vlažnosti od 12% utvrđeno je da između istraživanih kultivara ne postoje značajne razlike u odnosu na temperaturu dehidriranja i početne vlažnosti.

U istraživanju su praćeni i sadržaj pepela, masti,škroba te promjene u intenzitetu boje.

Ključne riječi: neven , ljekovit, dehidracija, temperatura, kemijske karakteristike

SUMMARY

Cammon marigold (*Calendula officinalis* L.) is an annual plant, rarely a biennial one. It is a plant in the genus *Calendula* of the family Asteraceae. Leaves are randomly distributed and hairy. Flowers are yellow and orange, they blossom from spring till late autumn, cheering up and giving gardens their beautiful colourfulness. Marigold is cultivated in Europe, and in our country also, for it's ornamental value and curative properties but it is more and more used in food industry. Flowers and leaves are edible and they can be consumated fresh or dried. Marigold is considered one of the most valuable plants of western european herbal medicine. Officinalis means medicinally, and calendus means heavenly, something beautiful.

Marigold flower lose their properties after plucking so they need to be thermally treated as soon as possible. Demand for dried flowers is getting bigger so the purpose of this paper is to explore the influence of different dehydration temperatures to qualitative properties of marigold petals.

Orange and yellow marigold flowers are used for this paper. They are dried on three different temperatures (41°C, 52°C and 63°C), and chemical characteristics are defined before and after process of convection drying by dehydration.

Convection drying flowers at three temperatures to the required moisture content of 12% was found that among the studied cultivars, there are no significant differences in relation to the temperature of dehydration and initial humidity.

The study tracked the ash content, fat, starch and changes in intensity of color.

Key words: marigold , medicinally, dehydration, temperature, chemical characteristics

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. CILJ RADA 3

3. PREGLED LITERATURE 4

3.1. Porijeklo i botanička pripadnost nevena 4

3.2. Morfološke karakteristike 4

3.3. Ekološki uvjeti i biološke karakteristike 7

3.4. Tehnologija uzgoja 7

3.4.1. Plodored 7

3.4.2. Gnojidba i priprema tla 7

3.4.3 Sjetva i njega usjeva 8

3.4.4. Berba cvijeta 8

3.5. Kemijski sastav djelovanje i upotreba 9

3.5.1. Upotreba nevena u ljekovite svrhe 10

3.5.2. Jestivo cvijeće i upotreba nevena u prehrambrenoj industriji 10

3.5.3.Upotreba nevena u veterini 13

4. VRSTE I THNOLOGIJA SUŠENJA 14

4.1. Vrste sušenja 15

4.1.1. Konvencijsko sušenje 15

4.1.2. Kondukcijsko sušenje 16

4.1.3. Sušenje zračenjem 16

4.2. Ostali načini sušenja 16

4.2.1. Sušenje zamrzavanjem ili liofilizacija 17

4.2.2. Dehidriranje 17

4.2.3. Desikanti 18

4.2.4. Mikrovalno sušenje 19

4.2.5. Sušenje na zraku 19

5. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA 20

5.1. Žuti neveni 20

5.2. Narančasti neveni 21

5.3. Istraživanje otpuštanja vode tijekom konvekcijskog sušenja 21

5.4. Analitičke metode 22

5.4.1. Određvanje ukupne vlage 22

5.4.2. Određivanje sadržaja pepela 23

5.4.3. Određivanje sadržaja škroba 24

5.4.4. Određivanje sadržaja masti 27

5.4.5. Određivanje intenziteta boje 28

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA 30

6.1. Otpuštanje vode tijekom konvekcijskog sušenja 30

6.2. Kemijske karakteristike nevena prije i nakon konvekcijskog sušenja dehidriranjem 34

6.2.1. Određivanje udjela vlage u cvjetovima nevena 34

6.2.2. Određivanje udjela pepela u cvjetovima nevena 36

6.2.3. Određivanje udjela škroba u cvjetovima nevena 37

6.2.4. Određivanje udjela masti u cvjetovima nevena 38

6.2.5. Određivanje intenziteta boje u cvjetova nevena 39

7. ZAKLJUČAK 41

8. LITERATURA 42

9. ŽIVOTOPIS 47

1. UVOD

Od mnogih biljnih vrsta koje rastu na našoj planeti samo je njih nekoliko stotina zanimljivo u gospodarskom pogledu, osobito radi dobivanja sirovina za farmaceutske proizvode. Potrebe čovjeka oduvijek potiču razvoj pojedinih industrijskih grana, među ostalim industrije hrane, te farmaceutske i kozmetičke industrije. Tako se u posljednje vrijeme prednost daje uzgoju pojedinih vrsta ljekovitih i aromatičnih biljaka čiji su biološki aktivni sastojci osnovne sirovine za proizvodnju mnogih lijekova, aroma za prehrambene proizvode i kozmetičkih preparata (Šilješ i sur., 1992).

Ljeti je nezamislivo zamisliti vrt bez žutih i narančastih nevenovih cvatova koji nas uveseljavaju sve do jeseni. Njegova omiljenost u vrtu u nekim se zemljama središnje i sjeverne Europe nadmeće s omiljenošću primjene u medicini, što je doista i opravdano. Prve iznimno lijepe slike nevena nalazimo u znamenitom biljnom kodeksu Benedicta Rinija. (Toplak-Galle, 2009).

Neven (*Calendula officinalis* L.) pripada porodici Asteraceae (glavočike), narodnog imena žutelj, zimorod,ognjac. Najviše se proizvodi u Rusiji, Češkoj, Slovačkoj, Poljskoj, Švicarskoj, Austriji, Egiptu i nekada u Siriji, dok se u našoj zemlji proizvodi uglavnom kao ukrasna biljka, a manje kao ljekovita. Jednogodišnja je biljka žarkih narančastih i žutih cvjetova. Zanimljivost cvjetova nevena je što su danju otvoreni i u punom cvatu,a noću i prilikom tmurnog i oblačnog vremena su zatvoreni. Postoje visoki kultivari nevena čiji uzgoj potječe iz Afrike,ali i niski kultivari koji su uzgojeni na francuskom području. Neven koji je kod nas najrasprostranjeniji je srednje visine i zapravo je nastao križanjem visokog afričkog i patuljastog francuskog kultivara. Korištenje nevena seže daleko u povijest, koristio se kao ljekovito sredstvo protiv žutice, kuge i nekih lakših oboljenja, primjerice bradavica. U narodnoj medicini primjenjuje se izvana kod raznih oboljenja kože, posjekotina, bradavica te iznutra za pojačavanje znojenja, kod neredovitih mjesečnih ciklusa (menstruacija) i bolesti jetre. Kao „biljka kože“ neven i danas nosi taj epitet jer gotovo da nema kožne bolesti kod koje neven ne pomaže. Neven liječi i bolesti živčanog sustava, želuca, žuči, djelotvoran je kod boesti vena, koristi se za razna vanjska i unutarnja ispiranja i nadasve djeluje antikancerogeno kod raka kože, maternice, želuca i grla.

Kao ukrasna biljka neven je u Europi poznat od 12. stoljeća, dok su njegova ljekovita svojstva bila manje poznata. Danas se suhi cvijet sve više upotrebljava za izradu boja za

prehrambenu industriju, kao sastojak masti za liječenje upala sluznica i obnavljanje epitelnih stanica te kao antiseptik (Šilješ i sur., 1992).

U svježem stanju cvijet nevena vrlo brzo gubi svoja svojstva, odnosno boju i kao takve treba ih se doraditi optimalnim postupcima sušenja.

U Republici Hrvatskoj nema proizvodnje sjemena cvjetnih vrsta. Proizvodnja cvijeća je mala, a većina potreba zadovoljava se uvozom usprkos povoljnim klimatskim prilikama za proizvodnju. Najveći proizvođač cvijeća u EU je Nizozemska, a slijedi je Italija na godišnjim proizvodnim razinama. Isto tako u nekim zemljama sjeverozapadne Europe kao Engleskoj, Njemačkoj i Belgiji proizvodnja cvijeća se smanjuje. Procjenjuje se da je Europska unija potrošač više od 50% svjetske proizvodnje cvijeća (Horvat i sur., 2011).

2. CILJ RADA

Cilj ovog diplomskog rada je:

1. Istražiti optimalne uvijete konvekcijskog sušenja dehidriranjem cvatova nevena žute i narančaste boje na različitim temperaturama:
    - sušenje na temperaturi od 41°C
    - sušenje na temperaturi od 52°C
    - sušenje na temperaturi od 63°C
    - pomoću dobivenih rezultata izraditi će se krivulje sušenja za navedene temperature

2. Uvrditit kemijske karaktaristike prije i nakon procesa konvekcijskog sušenja dehidriranjem. Tako osušenim cvatovima utvrditi će se:
    - ukupan sadržaj pepela, škroba, masti i boja
    - te postoji li promjena u navedenim parametrima u ovisnosti o temperaturi dehiriranja

3. PREGLED LITERATURE

3.1. Porijeklo i botanička pripadnost nevena

Neven je omiljena ukrasna biljna vrsta u vrtovima, bilo s jednostavnim ili punim, narančastim ili žutim glavicama. Cvate od lipnja pa do kasne jeseni. Često se samozasijava. Pomaže u liječenju tla zaraženog nematodama (Toplak-Galle, 2009).

Neven jednogodišnja rijetko, dvogodišnja, autohtona biljka na području Mediterana i u Iranu. Diljem svijeta je rasprostranjena kao vrtna biljka. Počeo se koristiti u Indijskim i Arapskim kulturama, a zatim su ga otkrili drevni Egipćani i Grci. Rimljani su vjerovali da neven cvate svakog mjeseca pa su mu dali ime Calendula, što znači prvi dan u mjesecu. Iako je jednogodišnja biljka neven se sam pobrinuo za svoju rasprostranjenost jer sam rasijava svoje sjeme i neometano raste. Za neven je karakteristično da nikad ne vene, otkuda mu i potječe ime. Neven je dobar za predviđanje vremena jer se u narodu govori da ako neven ne procvjeta nakon 7 sati ujutro, znači da će padati kiša (McVicar, 2006).

Pripada porodici Asteraceae (glavočike) i u rod *Calendula*. Porodica Asteraceae obuhvaća više od 1.600 rodova i oko 23.000 vrsta. Specifična je po biljnim vrstama čiji su cvjetovi skupljeni u glavičaste cvatove. U glavičastim cvatovima postoje dva tipa pojedinačnih cvjetova: jezičasti cvjetovi ili *flos ligulata*, koji se kolokvijalno nazivaju latice i raspoređeni su po obodu glavice, te cjevasti cvjetovi ili *flos tubulata* prisutni u centralnom dijelu glavice. Jezičasti cvjetovi najčešće su sterilni, dok su cjevasti plodni. Rod *Calendula* broji oko 25 jednogodišnjih i višegodišnjih vrsta, od kojih su i kod nas najpoznatije *C.officinalis* i *C. arvensis* (Šilješ i sur., 1992).

3.2. Morfološke karakteristike

Korijen nevena je vretenast koji raste duboko u tlo. Iz njega rastu zeljaste, lako lomljive stabljike visoke 30-60 cm. Sposobnost prodiranja u dublje slojeve tla omogućuje bolju apsorpciju hranjivih tvari iz tla za bolje zakorjenjivanje. Zbog dobro razvijenog korijena, biljka lakše podnosi sušna razdoblja. **Stabljike** su u gornjoj polovici razgranate, svjetlo-zelene boje, kao i sjedeći duguljasti listovi, posute kratkim dlačicama. (Šilješ i sur., 1992). **Listovi** su sjedeći, duguljasti i lancetasti, također svjetlo-zelene boje (slika 1). Rub lista može biti slabo nazubljen i obrastao dlačicama.

Slika 1. Listovi nevena (izvor: http://www.val-znanje.com)

Cvjetna glavica je velika, narančasto-žute boje, promjera 5-10cm (slika 2). U središtu se nalaze cjevasti, plodni cvjetovi, a uz rub, u 2-3 reda jezičasti, neplodni, žuti do narančasti cvjetovi. Selekcija se provodi radi dobivanja kultivara sa što više jezičastih cvjetova, tzv. latica. Cvijet sadrži flavonoide, karotenoide (3%), eterično ulje (0,02%) i gorke tvari (Šilješ i sur., 1992).

Slika 2. Cvat nevena (izvor: http://www.jardimdeflores.com.)

Plod nevena je roška, duga 0,5 do gotovo 2 cm. (slika 3.) Svjetlosmeđe do tamnosmeđe boje koja se u agronomskoj praksi tretira kao sjemenka. Srpasto je savijen, a vanjski je rub nazubljen. (Šilješ i sur., 1992).

Kod ploda nevena javlja se heterokarpija. To je pojava kada je plod sa iste biljke različitog oblika. Kod nevena se javljaju razlike u jačini savijenosti ploda, intenzitetu boje,

odnosno svjetlini koje mogu biti svjetlo do tamno sive, smećkaste ili zelenkaste. Također je razlika u ovojnoj ljusci koja može biti fino ili grubo hrapava. Masa 1000 plodova je između 4 i 10g. Masa pojedinačnog ploda je različita kod različitih genotipova. Istraživanja su potvrdila da sjeme većih dimenzija i veće mase ima veći klijavost. (Baciu i Sestras, 2008).

Sjeme je klijavo 5-6 godina, a posijano niče za 4-5 dana. Biljka raste vrlo brzo, pa već 40 dana nakon nicanja procvatu prvi cvjetovi, a cvate sve do jačih mrazova. Pri visokim temperaturama u srpnju naglo procvjeta i daje sjeme, ali s prvom kišom biljka se obnavlja. Redovitom berbom cvatova, biljka se pomlađuje i produžuje se tijek vegetacije. (Šilješ i sur., 1992).

Slika 3. Plod nevena (izvor: http://svartberg.org/biljke/sjemenke/calendula_officinalis.jpg)

3.3. Ekološki uvjeti i biološke karakteristike

Toplina- Neven voli fotofilna, osunčana staništa. Ima srednje zahtjeve za toplinom. Sjeme klije već pri 8-10°C (4-5 dana). Mlade biljke nisu osjetljive na mraz. Optimalna tempertura rasta i razvoja u vegetaciji je između 17-20°C.

Vlaga- nije osteljiv na sušu. U humidnim uvjetima javlja se pepelnica.

Tlo- rastresita, topla tla, bogata humusom (černozemi, smeđa tla i crnice) (Šilješ i sur.,1992).

3.4. Tehnologija uzgoja

Za kvalitetan uzgoj bilo koje kulture pa tako i nevena, bitno je poznavati ekološke čimbenike, tehnologiju uzgoja te njegu usjeva. Šiljes i sur. (1992) su tehnologiju uzgoja opisali kao jednostavnu, ali je potrebno znanje i trud.

3.4.1. Plodored

Kao jednogodišnja biljka neven se dobro uklapa u plodored. Bolji prinos postiže se zimskim dubokim oranjem. Na isto tlo smije se posijati nakon 2 godine. Plodoredom se smanjuje rizik od napadanja bolesti i štetnika. U plodoredu treba izbjegavati izmjenu usjeva nevena sa biljkama iz iste porodice (*Asteraceae*) zbog moguće pojave nedostataka hranjivih tvari u tlu te napada istih stetnika i bolesti koje ostaju u tlu. Najbolji predusjevi su strne žitarice i jednogodišnje leguminoze kao grašak i grahorica. Budući da rano napušta tlo, neven je dobar predusjev za druge kulture (Šilješ i sur., 1992).

3.4.2. Gnojidba i priprema tla

Na prinos cvijeta nevena negativno utječe dodavanje dušika, a fosfor i kalij poboljšavaju prinos i kakvoću cvijeta. Tlima srednje opskrbljenim gnojivom nije potrebna prihrana, već samo jesenska osnovna gnojidba, kojom po hektaru valja osigurati 40-50 kg dušika, 60-80 kg fosfora i 80-100 kg kalija. Prihrana dušikom provodi se samo iznimno, ako to zahtjeva stanje usjeva.

Nakon obaveznog zimskog oranja, tlo se u proljeće popravlja i usitni, te osigura zbijena posteljica radi sigurnog i jednoličnog nicanja usjeva (Šilješ i sur., 1992).

3.4.3. Sjetva i njega usjeva

Mlade biljke nevena nisu osjetljive na proljetne mrazove, pa sjetvu treba obavljati što prije tijekom ožujka, kako bi se što prije mogla početi berba cvijeta, čime se osigurava veći prinos cvijeta po jedinici površine. Sije se izravno, strojevima za sjetvu pšenice, na međuredni razmak 50 cm, u neprekinutom nizu, na dubinu 3-4 cm. za 1 ha dovoljno je 5-6 kg sjemena. Neven se može uzgajati iz presadnica, ali je takav način ekonomski opravdan samo ako se uzgaja kao ukrasna biljka.

Zaštita od korova započinje zajedno sa sjetvom. Pošto se pojavi 3-5 pravih listova, gust usjev prorjrđuje se na razmak 6-8 cm. obavezno valja obaviti dvije do tri kultivacije, ovisno o karakteristikama tla i zakorovljanosti širokolisnim korovima (Šilješ i sur., 1992).

3.4.4. Berba cvijeta

Berba cvijeta započinje već tijekom svibnja, kada procvjeta dovoljan broj cvjetnih glavica. Berba se obavlja ručno, sukcesivno, najbolje dva puta u tjednu, a traje do kraja listopada. Bere se cijela glavica, a nakon tog se otkidaju jezičasti cvjetovi, jer je takvo sušenje ekonomičnije (McVicar, 2006).

Osušeni cvijet je vrlo higroskopan, pa ga odmah nakon sušenja valja pohraniti u natron-vreće i uskladištiti u suhoj prostoriji. Mogu se postići prinosi od 0,8-1 t jezičastih cvjetova po hektaru (Šilješ i sur., 1992).

3.5. Kemijski sastav, djelovanje i upotreba

Kod biljke nevena se koristi suhi cvat, jer sadrži aktivne tvari zbog kojih se koristi u različite svrhe. (slika 4.) Suhi cvjetovi sadrže triterpenske saponine (2-10%), osobito glikozide oleanolne kiseline. Osim toga u drogi se nalaze i triterpenski alkoholi, osobito faradioli i 4 tarakstasterol. Cvjetovima žutu boju daju flavonoidi glikozidi (0,2-1%) i različiti karotenoidi (1,5-3%). Flavonoidi djeluju protuupalno. U narančastim cvjetovima nalazi se više B-karotena i likopina, a u žutim više ksantofila. Eterično ulje (0,2-0.3%) sadrži najviše seskviterpenskih alkohola. Sastavni su dijelovi droge i kumarin skopoletin, umbeliferon i eskuletin, kao i poliacetilen i 15% polisaharida toplivih u vodi.

Neveno eterično ulje djeluje protiv mnogih mikroba, saponini sprečavaju nastaljivanje gljivica (fungistatično djelovanje) na koži. Triterpenski alkoholi, osobito faradiol i 4-taraksasterol sprječavaju upale, pa stoga pripravke od nevena koristimo za liječenje kožnih oštećenja kao i u kozmetici. Važan je i utjecaj nevena za zacjeljivanje rana. On naime , potiče djelovanje fagocita i nastanak novih stanica (granulacija). Potiče optok krvi i tonus kože. Pritim pored drugih faktora djeluju i karotenodi. Polisaharidi stimuliraju imunološki sustav. Saponini nevena kod pokusa na životinjima snižavaju količinu lipida u krvi. (Toplak-Galle, 2009).

Slika 4. Osušeni cvat nevena (izvor: http://www.24sata.hr/)

3.5.1. Upotreba nevena u ljekovite svrhe

Neven je sastavni dio mnogim ljekovitih i aromatičnih pripravaka, koji se prevenstveno koriste za liječenje i njegu kože. Koristi se za liječenje akni, bradavica, cista, psorijaze, seboreje, hemeroida, kožnih upala, masne kože, ljuštenje kože, osipa, ugriza raznih insekata i kod rana (Duke, 2009).

Neven je sinonim za liječenje različitih bolesti. U narodu se naziva biljkom za sto bolesti. Zbog visokog udjela aktivnih tvari, domaći pripravci od nevena poznati su za liječenje svih oboljenja i oštećenja (Bristow, 2005). Najpoznatiji su nevenova mast, čaj od nevena, nevenovo ulje i tinktura (slika 5).

Slika 5. Pripravci od cvijeta nevena (izvor: http://www.koval.hr/)

3.5.2. Jestivo cvijeće i upotreba nevena u prehrambenoj industriji

Jestivo cvijeće doprinosi većinom ljepšem estetskom izgledu hrane, koristi se tijekom kuhanja, ali često se spominje u vezi s biološkim aktivnim tvarima. Konzumacija cvijeća se proteže kroz povijest. U Aziji se pupoljci ljiljana jedu već nekoliko stotina godina, cvijeće se konzumiralao i u antičkoj Grčkoj i Rimu. U tablici 1 dat je prikaz jestivog cvijeća.

Sa nutritivnog stajališta, cvijeće se može podijeliti u tri veće skupine, ovisno o tome koji dio ima ulogu u ljudskoj prehrani. U prvu skupinu ubrajaju se vrste koje su značajne zbog polena, vrlo sitnog ali jako hranjivog, dobrog izvora proteina, aminokiselina i ugljikohidrata (Parkinson i Pacini, 1995), zasićenih i nezasičenih ulja, karotenoida (Lunau, 1995), flavonoida (Wiermann, 1992) itd. Druga skupina obuhvaća vrste važne zbog nektara nektar. To je slatkasta tekućina koja sadrži mješavinu šećera (glukoza, fruktoza, saharoza), aminokiseline (prolin), proteine, lipide, fenole, organske kiseline, terpene itd. (Nicolson i Nepi, 2007). U treću skupinu spadaju vrste zanimljive zbog latica i ostalih dijelova cvijeta koji mogu biti dobar izvor vitamina, minerala, antioksidansa.

Okus cvjetova povezan je s količinom saharoze u pojedinim dijelovima, a količina saharoze ovisi o sintezi eteričnog ulja koje je zasluženo za miris cvjetova. Tijekom starenja, količina saharoze se može povećati zbog povećanja hidrolize fruktana. Ta reakcija se očituje u povećanju osmotskog tlaka i otvaranju cvijeta. Proces je genetički kodiran, tako da promjene u okusu i teksturi ovise o vrsti cvijeta. Okus cvijeta nevena opisan je kao lagano kiseo, blago oporan.

Boja cvijeta je također jedno od važnih orgnoleptičkih svojstava jestivog cvijeća. To je svojstvo određeno mnogim kemijskim spojevima, ali najvažniji su karotenoidi i antocijani. U jestivom cvijeću povećan sadržaj antocijana povezan je s većim sadržajem ukupnih flavonoida (Friedman i sur., 2007).

U tablici 1. Biljne vrste čiji su cvjetovi jestivi (Mlcek i Rop, 2011).

LATINSKI NAZIV	**HRVATSKI NAZIV**
Agastache foeniculum	Anisov miloduh
Aloysia triphylla	Limun spriš
Althaea officinalis	Sljez
Antirrhium majus	Zijevalica
Begonia x tuberhybrid	Begonija
Bellis perennis	Tratinčica
Borago officinalis	Borač
Calendula officinalis	**Neven**
Calluna vulgaris	Vrijesak
Carthamus tinctorius	Šafranka

Cersis canadensis	Judić
Chamomilla chamomilla	Kamilica
Chrysanthemum ssp.	Krizantema
Dianthus ssp.	Karanfil
Fuchsia x hybrida	Fuksija
Gardenia jasminoides	Gardenija
Gladiolus ssp.	Gladiola
Helianathus annus	Suncokret
Hemerocallis ssp.	Dnevni ljiljan
Hibiscus ssp.	Hibiskus
Impatiens ssp.	Vodenika
Jasminum ssp.	Jasmin
Lavandula officinalis	Lavanda
Lonicera pileata	Lonicera
Mentha piperita	Paprena metvica
Nasturium offiniale	Potočarka
Passiflora incarnata	Pasiflora
Pelargonium graveolens	Pelargonija
Primula vulgaris	Jaglac
Rosa ssp.	Ruža
Sambucus ssp.	Bazga
Tagetes patula	Kadifica
Taraxacum ssp.	Maslačak
Thymus serpyllum	Majčina dušica
Tilia ssp.	Lipa
Trifolium pratense	Djetelina
Tropaeolum majus	Dragoljub
Tulipa ssp.	Tulipan
Viola odrata	Ljubičica
Viola x wittrockiana	Maćuhica

Neven u kulinarstvu nije našao svoje značajno mjesto, ali se ipak ponegdje upotrebljava. Cvjetovi sadržavaju gorke tvari pa se mogu korisiti kao začin. Radi boje i okusa dodaje se salatama, juhama, omletima i sirevima. Koriste se svježi ili osušeni. Kilogram jezičastih cvjetova sadrži više od 8 g karotenoida u kojem dominira lutein (više od 80%). Prirodna boja lutein je u obliku oleorezina koji s dobiva ekstrakcijom s organskim otapalima. Koristi se za bojanje stočne hrane i za ljudsku prehranu. Lutein je pogodan i za bojanje tjestenina, biljnih ulja, mliječnih i pekarskih proizvoda pa je neven značajan prirodan izvor boje koja se korisiti u prehrambenoj industriji (Toplak-Galle, 2009).

3.5.3.Upotreba nevena u veterini

Neven se općenito upotrebljava za obloge, ispiranje i dezinfekciju rana, za kupke kod upale kože, sunčanih opeklina, uboda insekata i drugih kožnih tegoba. Kod životinja prilikom lizanja i češkanja često dolazi do dodatnih infekcija kože i nastanka grinja. Kod kožnih gljivičnih bolesti upotrebljava se čaj od svježih cvjetova. Šamponu se dodaje tinktura. 10-20%. Kao kod ljudi nevenova mast ili uljni ekstrakti kod životinja liječe sve vrste rana i gnojnih tvorbi (Toplak-Galle, 2009).

4. VRSTE I THNOLOGIJA SUŠENJA

Sušenje je najstariji, ali i najjednostavniji način konzerviranja proizvoda. Zadatak sušenja je smanjenje suviška vode, odnosno očuvanje samo one količine vode koja je sirovini potrebna za latentni život (Krička, 1994.; Niketić, 1988).

Sušenje je tehnološki proces od posebnog značenja u prehrambenoj industriji. Provodi se s ciljem prerade ili konzerviranja hrane, pri čemu produkt sušenja predstavlja sekundarnu sirovinu za daljnju proizvodnju ili gotov proizvod, odnosno zamjenu za svježu naminicu (u rehidriranom obliku). Sušenje je u praksi najčešće upotrebljavana metoda uklanjanja vlage iz čvrstog materijala, a podrazumjeva proces isparavanja vlage i njeno odvođenje s površine materijala što se može odvijati pod vakuumom ili češće uz posredovanje fluida koji struji kroz ili preko vlažnog materijala. Ovaj proces nalazi široku primjenu u cjelokupnoj industriji, od sušenja drvene mase u drvnoj industriji sve do sušenja prehrambenog materijala u prehrambenoj industriji (Lončarić, 2011).

Brzina i kvaliteta sušenja sirovine ovisi o karakteristikama okoline, fizikalnim i kemijskim osobinama sirovine koja se suši i debljini sloja kroz koji voda difundira u režimu sušenja. Tako je tempearatura zraka kod prirodnog sušenja približna samoj temperaturi latice te je proces sušenja sporiji. Ukoliko se povisi temperatura zraka kojom se suši, sušenje se odvija brže (Krička, Plieastić, 1997; Krička i sur., 2007).

Opće je poznato da je sušenje energetski zahtjevna operacija (7-10% ukupne svjetske energetske potrošnje u industriji) te je zbog ekonomske opravdanosti ovaj proces potrebno provesti u što kraćem vremenu, uz što manji utrošak energije i uz ispunjenje primarnog cilja tj. dobivanje kvalitetnog produkta s manjim akvitetom vode i produženim vijekom trajanja (Lončarić, 2011).

Danas se u komercijalne svrhe, ali i kod sušenja biljaka primjenjuju razne metode, koje se razlikuju kako po medijima koji se koriste, tako i po učinkovitosti. Današnja kemijska industrija proizvodi različite medije za očuvanje i konzerviranje biljnog materijala, koji su vrlo učinkoviti, ali i čine skupljim sam proces proizvodnje suhog cvijeća (www.elemson.edu).

U inženjerskoj praksi i pored velikg broja vrlo različitih metoda sušenja prehrambenih proizvoda ipak najčešće primjenjuju uređaji za konvekcijsko sušenje (Mujumdar, 1995).

4.1. Vrste sušenja

Postoje 3 temeljna načina sušenja (Krička, 2011) :

1. Konvekcijsko
2. Kondukcijsko
3. Zračenjem

4.1.1. Konvecijsko sušenje

Konvekcija predstavlja izjednačavanje temeraturnih razlika unutar tvari u molarnom razmjeru. Može biti prirodna ili prisilna. Kod prirodne konvekcije razlike u temperaturama uzrokuju razlike gustoća, koje zatim dovode do kretanja većih masa fluida. Kod prisilne konvekcije se kretanje fluida postiže mehaničkim putem. Toplina se vlažnom materijalu dovodi strujanjem zraka ili nekog dugog plina iznad njegove površine. Toplina potrebna za isparavanje konvekcijom se predaje izloženoj površini materijala, a isparena vlaga se potom odvodi pomoću medija za sušenje (Lončarić, 2011).

Konvekcijsko sušenje je postupak pri kojem se određena količina topline sa radnog medija predaje konvekcijom proizvodu koji se suši. Radni medij je okolni vlažni zrak, jer ga kao sirovine ima u izbilju. Vlažan zrak pri ovom načinu sušenja ima još jednu funkciju – prihvaćanje i odvođenje određene mase vlage iz sustava (Krička, 2011).

Sušenjem se smanjuje udio vlage te se omogućavaju kemijsko-fizikalne stabilne latice. Ovim postupkom se omogućava da ne dođe do nutritivnih promjena tijekom određenog vremena čuvanja (Krička i sur., 2007).

U periodu konstantne brzine sušenja površina materijala ima temperaturu koja odgovara temperaturi mokrog medija kojim se suši, dok se u periodu padajuće brzine sušenja temperatura materijala približava temperaturi suhog medija kojim se provodi sušenje. O tome se mora voditi računa kada se suše materijali osjetljivi na povišene temperature, kao što su prehrambeni materijali (Lončarić, 2011).

4.1.2. Kondukcijsko sušenje

Kod kondukcijskog se sušenja određena količina topline sa radnog medija kondukcijom predaje proizvodu koji se suši. Radni medij u ovom je slučaju neka radna površina povišene temperature. Za odvođenje mase vlage koja je isparila iz materijala koristi se okolni vlažni zrak.

Posljednjih nekoliko godina u svijetu se počinju istraživati razni postupci pripreme i dorade proizvoda čiji je glavni cilj dobivanja proizvoda bolje kvalitete i probavljivosti. Jedan od takvih postupaka je i kondukcijsko sušenje – tostiranjem. Kondukcijsko sušenje tostiranjem, mjenja i poboljšava okus i izgled ploda koji se tostira. Rezultat je proizvod delikatan i jedinstven po okusu i izgledu u odnosu na netretirane (prirodne) proizvode (Matin, 2012).

Temperature koje se kreću kod takvog načina sušenja su u rasponu od 80 do 250°C i to u vremenu od svega 5 do 60 minuta (Özdemir, 2000).

4.1.3. Sušenje zračenjem

Kada se određena količina topline predaje elektromagnetskim valovima različitih valnih dužina, koji su nosioci nedjeljiih obroka energije-fotona ili svjetlosnih kvantova, govorimo u sušenju zračenjem. I u ovom slučaju vlažni zrak se koristi da odnese masu vlage koja je isparila iz sustava (Krička,2011).

4.2. Ostali načini sušenja

1. Zamrzavanje ili liofilizacija,
2. Dehidriranje,
3. Desikantima,
4. Mikrovalno sušenje,
5. Sušenje na zraku (Krička 2011).

4.2.1. Sušenje zamrzavanjem ili liofilizacija

Liofilizacija je jedinstven postupak sušenja predhodno smrznutih proizvoda, pri čemu voda iz krutog stanja prelazi direktno u plinovito. Takav se prijelaz leda u paru naziva sublimacija. Neki materijali kao cvjetovi osjetljivi su na povišenu temperaturu te može doći do negativnih posljedica u kontaktu materijala i vrućeg zraka. Tada se sušiti može metodama gdje je materijal vrlo kratko u doticaju sa toplim zrakom. Cvijeće se duboko zamrzne pa se vakuumom izvlači voda iz biljaka u obliku vodene pare. Vodena se para zatim odvaja u susjednu prostoriju i vraća ponovno u led. Temperatura se u prostoriji sa biljkama postupno vraća u normalu. Sublimacija se koristi i kao fizikalna metoda razdvajanja smjese na sastavne dijelove. Za održavanje vode u obliku leda treba je hladiti od -10° C do -40°C. Obično se ukloni i do 95% vode za 80% vremena, dok se u preostalih 20% vremena ukloni ostalih 5% vode (Krička 2011).

Ova metoda sušenja je razvijena prvenstveno za potrebe farmaceutske i prehrambene industrije, ali se s vremenom pokazalo da je pogodna za sve biljne vrste neovisno i namjeni. Na ovaj se način suše gotovo sve cvjetne vrste, kao i list i plod. Cijeli ovaj proces traje do nekoliko tjedana, bez mogućnosti ubrzavanja. Cvijetovi imaju intenzivniju boju, aromu i okus. Jedini nedostatak ove metode je relativno visoka cijena cijelog procesa.

4.2.2. Dehidriranje

Dehidriranje je jedan od oblika sušenja. To je proces u kojem se primjenjue toplina u kontroliranim uvjetima s ciljem uklanjanja glavnine prisutne vode u svježem proizvodu. Najčešće se provodi ispod temperature vrelišta, stoga moraju biti prisutni plinovi (najčešće zrak) koji daje razliku parcijalnog tlaka tekućine od ukupnog tlaka, odnose uparenu tekućinu, a ujedno mogu služiti kao donosioci topline potrebne za sušenje.

Da bi se neka tvar sušila mora se zagrijati do temperature pri kojoj će parcijalni tlak vodene pare na površini sušene tvari biti veći od parcijalnog tlaka vodene pare u plinu. Ako je taj tlak manji, vlaga iz plina će se apsorbirati u tvari (Krička 2011).

Kod dehidriranja je specifično to da se proizvodi suše nižim temperaturama te tako zadržavaju nutritivne vrijednosti po kojima su značajni. U tu svrhu koriste se dehidratori koji najčešće imaju police po kojima se slažu proizvodi koji se žele dehidrirati. Tako se

vodoravnim protokom zraka i jakim venilatorom omogućuje ravnomjerno sušenje. Većinom imaju raspon temperatura od 30°C do 70° C.

4.2.3. Desikanti

Desikanti su sredstva za apsorpciju vode. Cvjetni materijal se polaže u različite granulirane materijale za sušenje. Može se koristiti nekoliko materijala, koji variraju cijenom i rezultatima koji se njima postižu (Thomler, 1997).

Postoji više vrsta desikanata:

- Oolitski pijesak
- Zidarski pijesak
- Silica gel
- Glicerol.

Oolitski pijesak služi za čuvanje izvorne forme i ne oštećuje cvjetove. Zidarski pijesak ne aporbira vodu na sebe, nego voda odlazi u zračne prostore između zrnaca pijeska (Matin, 2014). Najboji sušeći mediji je silica gel (slika 6) u formi granula, apsorbira vodu u 40% svoje mase, samostalno ili u kombinaciji s pijeskom. Vrlo je pogodan za sušenje ruža radi gusto raspoređenih latica. Posude u kojima se silika gel drži zajedno s biljnim materijalom moraju biti hermetički zatvorene (Krička 2011).

Slika 6: Silica gel (izvor: http://www.silicagel-desiccant.com/)

4.2.4. Mikrovalno sušenje

Razvoj mikrolvalne tehnologije, a naročito projektiranje tunela s kontinuiranim procesom, omogućava primjenu i postupcima sušenja cvijeća, voća i povrća te ljekovitog i začinskog bilja. Osnovne prednosti korištenja mikrovalne energije su uniformno temperaturno polje u materijalu i mogućnost kontroliranog zagrijavanja djelića materijala po želji. Jedini nedostatak je visoka cijena, tako da je finalni proizvod skuplji u odnosu na one sušene nekim drugim načinom. Mikrovalno sušenje još uvijek nije našlo svoju širu primjenu (Krička 2011).

4.2.5. Sušenje na zraku

Sušenje na zraku je najstarija i najjdnostavnija metoda konzerviranja proizvoda koja se još uvijek često koristi (slika 7). Cvjetovi se izlažu toplom i suhom zraku na tamnom mjestu, te voda evaporira iz njih. Kada se količina vlage u biljci izjednači sa količinom vlage u zraku prostora sušenja, znači da je biljka suha, koliko je u tim uvjetima moguće. Vrlo je važno održavanje niskog postotka vlage u prostoru sušenja. Ako zrak sadrži više vlage, nego što je ima u biljci nastaje pogodan medij za razvoj mikroorganizama koji uzrokuju blijeđenje i truljenje biljaka. Potrebno je ukloniti nepotrebno lišće i cvijeće grupirati u kitice, vezati gumenom trakom i objesiti prema dolje. Cvijeće je potrebno držati na prozračnom, tamnom, toplom i suhom mjestu. Pomagala koja se mogu korisiti su ventilatori, grijalice, police za sušenje, puhala i dr. Sušenje traje do nekoliko tjedana (Krička,2011).

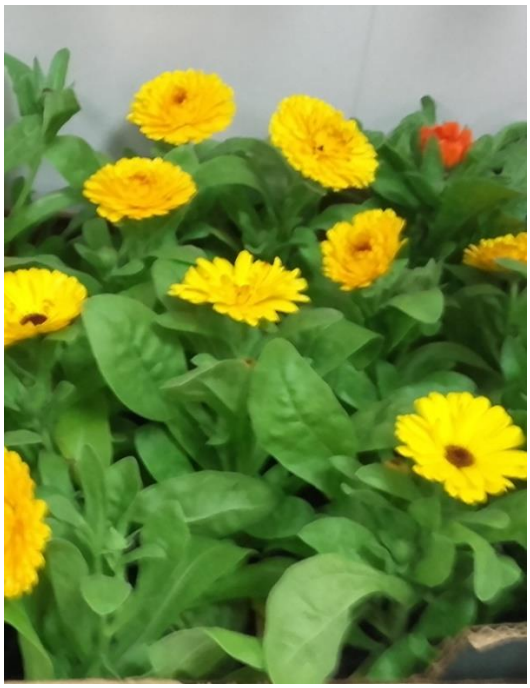
Slika 7: Sušenje cvijeća na zraku (izvor: http://www.dizajndoma.hr)

5. MATERIJALI I METODE I STRAŽIVANJA

U svrhu ovog istraživanja korišteni su žuto i narančasto obojeni cvatovi nevena (*Calendula officinalis* L.*)*, proizvedeni u Hrvatskoj u vanjskoj proizvodnji. Birane su glavice koje imaju čvršće i veće cvjetove, te samo one koje su potpuno procvjetale. Uzorci su uzgojeni tijekom mjeseca svibnja. Sve provedene analize rađene su netom nakon berbe, najprije na svježim (nesušenim uzorcima),a zatim na uzorcima sušenim na tri različite temperature . Istraživanje je provedeno u labaratoriju Zavoda za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport na Sveučilištu u Zagrebu na Agronomskom fakultetu.

5.1. Žuti neveni

Žuti neveni su ljekovita i ukrasna biljna vrsta, izraženog mirisa, porijeklom iz južne Europe. Visine su 30-60 cm, cvate od lipnja do listopada. Odgovaraju mu sunčana staništa. Moguć je uzgoj u stakleniku od prosinca, ali se u našim krajevima ne prakticira (slika 8).



Slika 8: Žuti neveni

Snimila: Magdalena Maričić

5.2. Narančasti neveni

Narančasti neveni su također ljekovita i ukrasna biljka, porijeklom iz južne Europe i dostižu visinu 30-40 cm. Također cvate od lipnja do kasne jeseni. Sije se na sunčane gredice gdje i cvate. Nakon nicanja traži dosta svijetla da se ne izduži (slika 9).

Slika 9: Narančasti neveni

Snimila: Magdalena Maričić

5.3. Istraživanje otpuštanja vode tijekom kondukcijskog sušenja

Dehidriranje je provedeno na dehidratoru (Exalibur dehydrator 4926T, USA) (slika 10.). Uzorci su bili sušeni na tri različite temperature i to 41° C, 52° C i 63° C. Prije dehidriranja određen je sadržaj vode u jezičastim cvjetovima. Cvjetovi obje boje odvagani su prije te nakon različitih temperatura sušenja i utvrđen je gubitak mase kao mogući indikator daljnjeg korištenja u prehrambenoj industriji.

Slika 10: Dehidrator Excacalibur 4926 T (izvor: http://www.revopros.org)

5.4. Analitičke metode

5.4.1. Određvanje ukupne vlage

Određivanje sadržaja vode provodi se prema protokolu (CEN/TS 14774-2:2004) u labaratorijskoj sušnici (INKO ST – 40, Hrvatska) s mogućnošću regulacije temerature od 40 do 240° C (slika 11.). Vlaga se određuje metodom sušenja u sušnici na 105° C (±2ºC) tijekom tri sata od konstantne mase, kada se pretpostavlja da uzorak osim vlage ne sadrži nikakve druge hlapive sastojke ili produkte koji mogu izazvati promjenu mase istraživanog uzorka. Najprije smo odvagali prazne posudice,a nakon toga u njih stavili do 1 grama uzorka i ponovno ih vagali. Napola poklopljene posudice stavili smo sušiti na temperaturu od 105° C na tri sata. Točnost mjerenja je (±0,1ºC), a volumen radnog prostora 20l.

Količina vlage računa se na osnovu razlike mase prije i poslije sušenja i to uzoraka poznate mase prema formuli:

$$\mathbf{W_1 = \frac{B - C \cdot 100}{B - A}} \ (\%)$$

w1 = udio vlage (%)

A = odvaga prazne posudice (g)

B = odvaga prazne posudice + uzorak prije sušenja (g)

C = odvaga prazne posudice + uzorak nakon sušenja (g)

Slika 11: Laboratorijska sušnica

Snimila: Magdalena Maričić

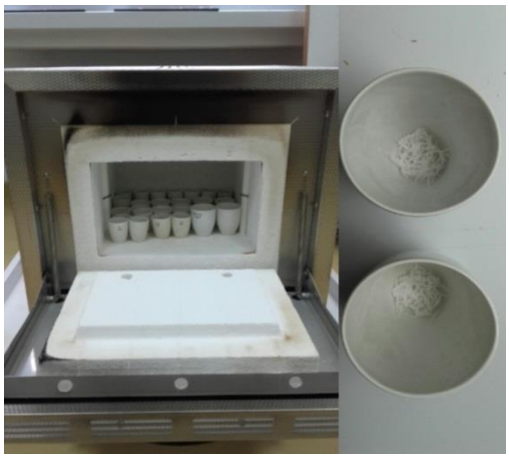
Nakon sušenja od tri sata od konstantne mase i vaganja, staklene posudice s uzorkom se stavljaju eksikator (slika 12.).

Slika 12: Posudice se osušenim uzorcima i eksikator

Snimila: Magdalena Maričić

5.4.2. Određivanje sadržaja pepela

Određivanje udjela pepela provodi se prema protokolu (CEN/TS 14775:2004) u mufolnoj pećnici (slika 13.). Provodi se na visokom temperaturama od 500 do 600°C u vremenu d 5-6 sati, zavisno o uzorku. Sastoji se od spaljivanja uzoraka analiziranog materijala poznat mase i mjerenja ostatka. Određivanje udjela pepela provedeno je na temperaturi od 500°C u vremenu od 5 sati u mufolnoj pećnici Neberthem B170 (Lilienthal, Njemačka). Posudica se zatim hladi u eksikatoru i važe.



Slika 13: Mufolna pećnica i porculaske posudice sa spaljenim uzorkom

Snimila: Magdalena Maričić

5.4.3. Određivanje sadržaja škroba

Za određivanje sadržaja škroba u uzorcima primjenjuje se polarimetrijska metoda po Eweresu (HRN ISO 6493:2001) na polarimetru (KRÜSS, P3001, Njemačka) (slika 14.). Škrob pokazuje visoku optičku aktivnost te se na osnovi toga može odrediti i polarimetrijski, nakon što se predhodno provede u topljivo stanje hidrolizom s kiselinom. U čašu od 100 ml se odvagne oko 5g uzorka ($\pm 0{,}01$), a zatim se uzorak na suho prenese preko staklenog lijevka u odmjernu tikvicu od 100ml, a čaša i lijevak se isperu s 50ml 1,124% HCl. Tikvica se uz povremeno lagano mučkanje, drži 15 minuta u kipućoj vodenoj kupelji na temperaturi od 95°C (slika 15.). Nakon toga se u tikvicu doda 10 ml 4%-tne fosfor-volframatne kiseline da se istalože otopljene bjelančevine, nadopuni se vodom te ostavi nekoliko minuta da se sadržaj slegne i profiltrira kroz filter papir (slika 16.). Bistrim filtratom napuni se polarizacijska cijev i polarimetrira (slika 17.). Sadržaj ukupnog škroba oderđuje se prema formuli:

$$\%\ \text{škroba} = \frac{100 \cdot \alpha \cdot 100}{(\alpha)^{20} D \cdot l \cdot m}$$

Gdje je:

α = očitani kut skretanja,

$\alpha^{20} D$ = specifični kut skretanja škroba,

L = dužina polarizacijske cijevi,

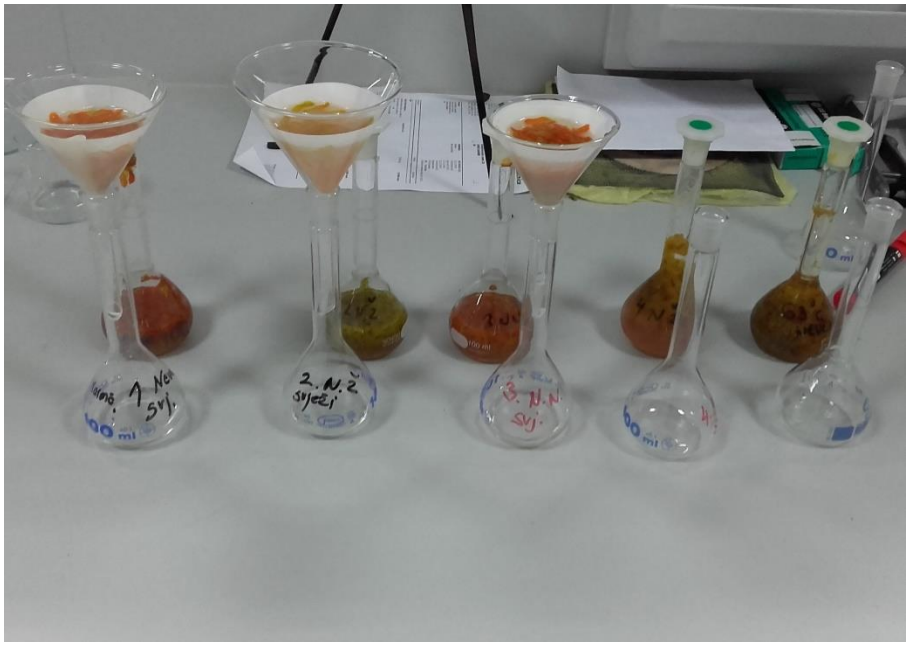
M = masa uzorka (g)

Slika 14: Polarimetar KRÜSS, P3001

Snimila: Magdalena Maričić

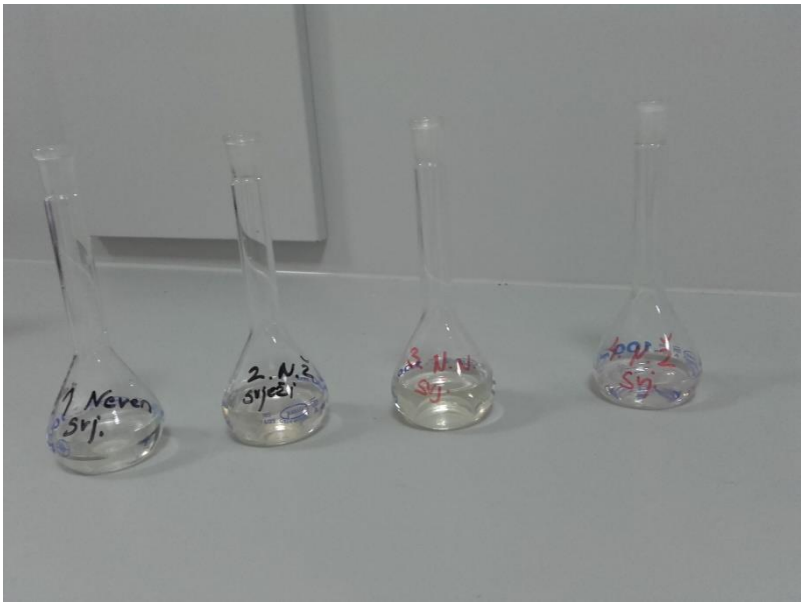
Slika 15: Prikaz kuhanja uzoraka u parnoj kupelji

Snimila: Magdalena Maričić



Slika 16: Prikaz filtriranja uzoraka za postupak određivanja škroba u polarimetru

Snimila: Magdalena Maričić



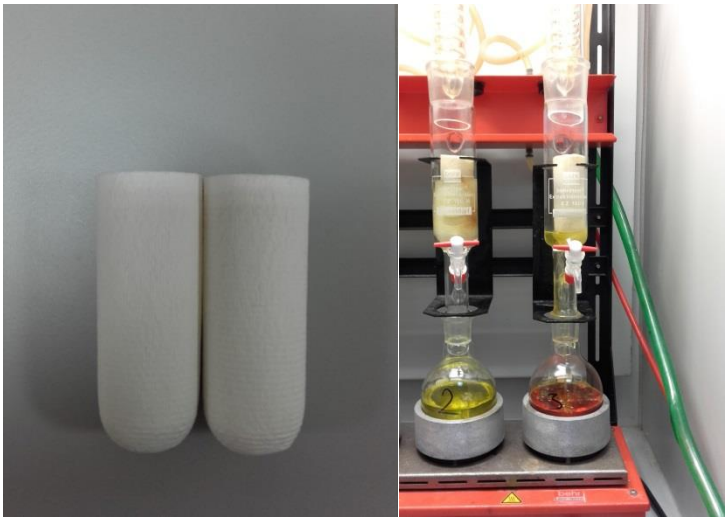
Slika 17: Bistri filtrat

Snimila: Magdalena Maričić

5.4.4. Određivanje sadržaja masti

Određivanje sadržaja masti provodi se prema protokolu (HRN ISO 6492: 2001). Osnova ove metode je ekstrakcija masti pomoću organskog otapala (petroletera) gdje se od 5-10 grama uzorka s točnošću od 0,1 mg odvaže u celulozni tuljac.

Celulozni tuljac se pokrije slojem odmašćene suhe vate i stavi u srednji dio Soxhlet aparata (ekstraktor) koji se zatim spoji s hladilom i praznom posudicom za sakupljanje tj. tikvicom. Tikvica sa nekoliko staklenih kuglica prethodno treba biti osušena na 105°C. Ovisno o uzorku postupak ekstrakcije traje oko 6 sati (slika 18.) Nakon postupka ekstrakcije tikvica sa uzorkom masti se suši 1 sat na 105°C, odnosno do konstantne mase kad se tikvica važe.



Slika 18: Celulozni tuljci i Soxhlet ekstraktor

Snimila: Magdalena Maričić

Sadržaj masti određen je na ekstraktoru Soxhlet R (Behr Labortechnik GmbH, Njemačka) te je određen prema formuli:

$$\textbf{\%}\ \text{masti} = \frac{(m_{1-m_0}) \cdot 100}{m_{uzorka}}$$

Gdje je:

m_1 = masa posudice nakon ekstrakcije (g)

m_0 = masa posudice prije ekstrakcije (g)

m_{uzorka} = masa uzorka u tuljcu (g)

5.4.5. Određivanje intenziteta boje

Kolorimetrijska analiza provedena je na uzorcima svježem stanju prije sušenja i na uzorcima nakon sušenja. Boja je određena kolorimetrom (Colortec PCM) po CIE LAB sistemu boja. Prije mjerenja kalorimetar je kalibriran (baždaren). Boja je opisana vrijednostima H,C,L.

Vrijednost H (ton boje, engl. Hue angle) predstavlja vizualni doživljaj prema kojem se procjenjuje boja sa sljedećim vrijednostima: 0° - 90° crvena purpurna, 90° - 180° žuta, 180° - 270° plavo-zelena, 270° - 360° plava boja (McGuire, 1992.).

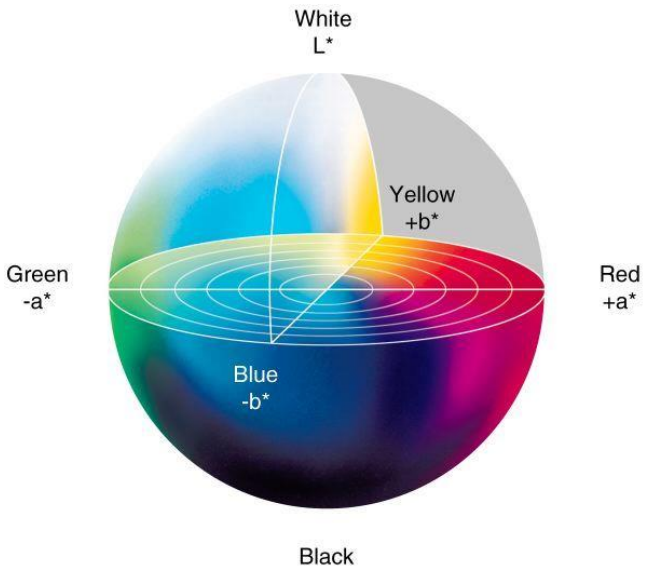
Vrijednost C (boja, engl. Chroma) predstavlja intenzitet boje koja se izračunava prema formuli:

$$C = (a^2 + b^2)^{*\,1/2}$$

a = plavo-zelena/crveno-purpurna komponenta (odnos zelena/crvena)

b = žuto –plava komponenta

Prikazana L vrijednost (koeficijent obojenost, engl. Lightness coefficient) označava intenzitet svjetla ili tame. Za crnu boju je L = 0, jer nema nikakve refleksije svjetlosti, dok je za bijelu boju L = 100, jer se ostvari potpuna refleksija. Brojčana vrijednos (a) predstavlja intetnzitet crvene ili zelene boje (slika 19.).



Slika 19: CHE LAB Color Chart (izvor: http://colmat.icmse.csic.es/wp-content/uploads/2012/02/Color-CIELab.jpg)

Negativna vrijednost (-a) ukazuje ne prisunost zelene boje dok pozitivna vrijednost (+a) ukazuje na prisutnost crvene boje. Brojčana vrijednost b označava prisutnost žute ili plave boje. Negativa vijednost (-b) označava prisutnost plave boje, dok pozitivna vrijednost (+b) označava prisutnost žute boje. Pomoću vrijednosti (a) i (b) može se izračunati intenzitet tj. zasićenost boje (engl. chroma) prema formuli:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Pomoću vrijednosti (a) i (b) iz koordinatnog sustava može se iščitati vrijednost H (ton boje, engl. huc angle) koja predstavlja vizualni doživljaj boje.

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

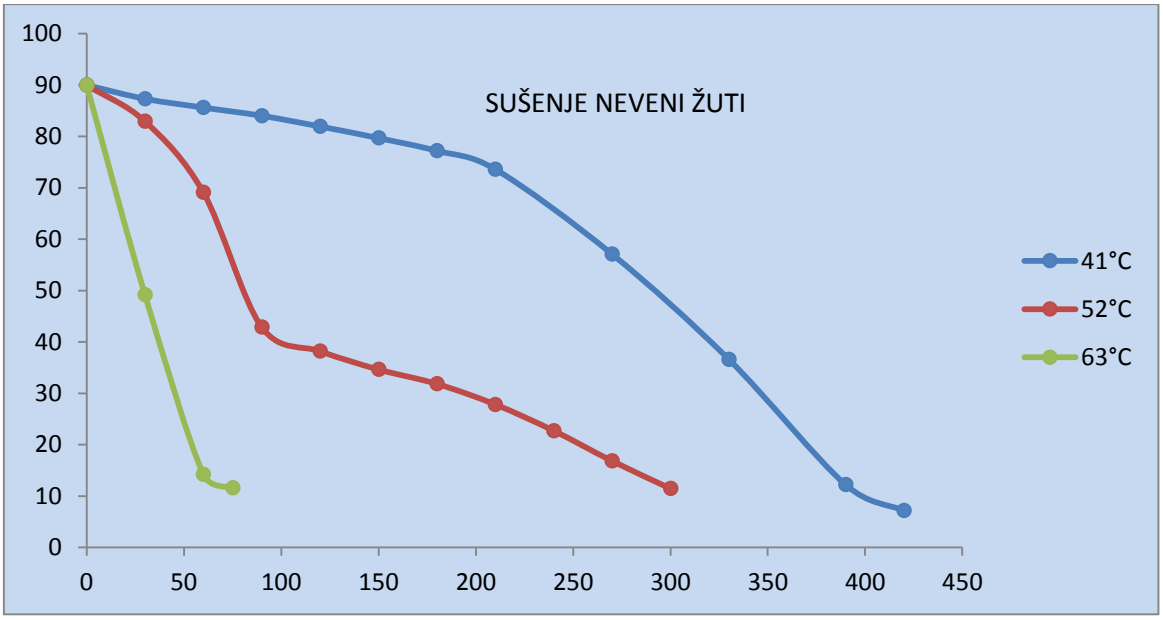
6.1. Otpuštanje vode tijekom konvekcijskog sušenja dehidriranjem

Otpuštanje vode iz jezičastih cvjetova nevena tzv. latica provedeno je u laboratorijskom dehidratoru (slika 20.). Neposredno prije početka dehidriranja uzorcima je određena vlažnost i njihova ukupna masa. Sušenje se vršilo na tri različite temperature (41°C, 52°C i 63°C). Tijekom procesa dehidriranja uzorcima se svakih 15 minuta određivala masa kako bi se ustanovio pad vlage, odnosno do zahtjevane vlažnosti od 12%.

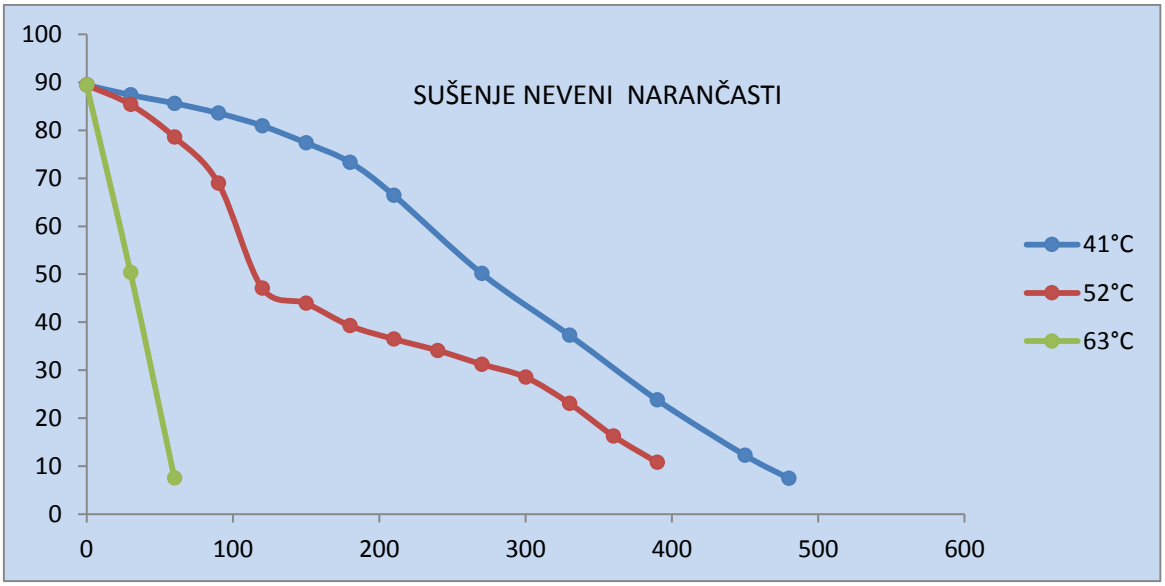
Slika 20: Dehidriranje cvjetova nevena u dehidratoru

Snimila: Magdalena Maričić

Na dijagramima su prikazane krivulje sušenja pojedinačno za žute i narančaste cvjetove. Kod toga je početna vlažnost žutog nevena iznosila 89,97%, a narančastog 89,45%.



Dijagram 1. Krivulja otpuštanja vode iz žuto obojenih cvjetova nevena do vlažnosti od 12% pri temperaturama od 41°C, 52°C i 63°C.



Dijagram 2. Krivulja otpuštanja vode iz narančasto obojenih cvjetova nevena do vlažnosti od 12% pri temperaturama od 41°C, 52°C i 63°C.

Povišenjem temperature zraka osigurala se veća brzina dehidriranja i na osnovi izmjerenih podataka o gubitku mase izrađene su eksponencijalne jednadžbe za pojedinu temperaturu do ciljane vlažnosti od 12%.

Pri temperaturi zraka od 41°C početna vlažnost iznosila je 89,97% za žute nevene i 89,45% za narančaste nevene. Kraći vremenski period za postizanje ravnotežne vlažnosti imali su žuti cvjetovi (420 minuta), dok je narančastima bilo potrebno nešto duže (480 minuta).

Prilikom sušenja cvjetova na 52°C vidljivo je da se s povišenjem temperature, ubrzava gubitak vlage iz uzoraka. Žuti cvjetovi ponovno su prije postigli ravnotežnu vlažnost i to nakon 300 minuta, dok je narančastima bilo potrebno 390 minuta.

Na temperaturi od 63°C, vidljivo je najbrže otpuštanje vlage iz cvjetova. Žutim cvjetovima bilo je potrebno 75 minuta, a narančastim 60 minuta.

Tablica 2. Eksponencijalne jednadžbe otpuštanja vode iz cvjetova nevena do ciljane vlažnosti od 12% uzoraka na tri različite temperature zraka

	Boja cvjetova	**Jednadžba otpuštanja vode**	**Koeficijent determinacije R^2**
Temperatura 41°C	Žuta	$y=139{,}9e^{-0{,}005x}$	0,76404
	Narančasta	$y=130{,}867e^{-0{,}005x}$	0,8552
Temperatura 52°C	Žuta	$y=139{,}9e^{-0{,}005x}$	0,7502
	Narančasta	$y=131{,}86e^{-0{,}005x}$	0,8669
Temperatura 63°C	Žuta	$y=97{,}492e^{-0{,}029x}$	0,9734
	Narančasta	$y=111{,}62e^{-0{,}041x}$	0,9126

Legenda = količina vode (%), x = vrijeme (min), R^2 = koeficijent determinacije

Kod dobivenih eksponencijalnih jednadžbi (tablica 2.) utvrđen je koeficjent determinacije 0,750 do 0,973. Analizirajući jednadžbe dehidriranja može se uočiti da eksponenti imaju negativan predznak što znači da pokazuju tendenciju brzine sušenja tj. krivulja je u padu. Ukoliko eksponent ima veću apsolutnu vrijednost sušenje je brže.

Slično istraživanje provela je i Dugandžić (2015) na laticama hortenzije. Konvekcijskim sušenjem dva kultivara hortenzije ´Endless Summer´ i ´Ami Pasquier´ na četiri temperature (30°C, 60°C, 80°C i 100°C) do ravnotežne vlažnosti od 8%, dobila je krivulju sušenja koja pokazuje ravnomjerno otpuštanje vlage pri sve četiri temperature. Time je dokazala da se izbor tih temperatura pokazao odgovarajućom metodom sušenja.

6.2. Kemijske karakteristike nevena prije i nakon konvekcijskog sušenja dehidriranjem

6.2.1. Određivanje udjela vlage u cvjetovima nevena

Proces dehidracije provodio se na tri temperature (41°C, 52°C i 63°C) u različitom vremenskom trajanju dok nije postignuta zahtjevana vlažnost od 12%. Sadržaj vlage utvrđen je i na svježim uzorcima u labaratorijskoj sušari (slika 21.).

Tablica 3. Udio vlage za istraživanu vrstu nevena u prirodnom (nesušenom) uzorku i udio vlage nakon konvekcijskog sušnja na tri temperature za dvije boje jezičastih cvjetova

Boja cvjetova	Vlaga prirodnog uzorka (%)	Temperatura sušenja (°C)	Vlaga (%) Nakon sušenja
Žuti neven	89,972%	41°C	12,78%
		52°C	12,49%
		63°C	11,59%
Narančasti neven	89,449%	41°C	12,42%
		52°C	12,25%
		63°C	12,01%

Iz rezultata u tablici 3. može se vidjeti kako je početna vlažnost kod oba obojenja vrlo slična. Malo veću početnu vlažnost ipak imaju žuto obojeni cvjetovi (89,97%), dok narančasti imaju tek nešto manju (89,45%). U jednoj fazi procesa dolazi do presušivanja i to kod žutog cvijeta na temperaturi od 63°C. Žuti i narančasti cvjetovi nakon sušenja na 41°C i 52°C postigli su željenu vlažnost od 12%.

Slika 21: Prikaz jezičastih cvjetova nevena žute i narančaste boje prije konvekcijskog sušenja

Snimila: Magdalena Maričić

Iz tablice 3. može se zaključiti da se ovisno o boji cvjetova postiže dosljednost u postizanju ravnotežne vlage od 12%, te se dehiriranje pokazalo odgovarajućom metodom sušenja. Između istraživanih vrsta nevena u ovisnosti temperature dehidriranja i početnoj vlažnosti nema značajnijih razlika.

Slično istraživanje provela je Čale (2015) na dvije vrste maćuhica *Viola* x *wittrockiana* Gam i *Viola cornuta* te njihova tri kultivara u crvenoj, ljubičastoj i žutoj boji . Konvekcijskim sušenjem kultivara maćuhica *Viola* x *wittrockiana* Gam i rogatih ljubičica *Viola cornuta* na tri temperature do zahtijevane vlažnosti od 6% dobila je rezultat da između istraživanih kultivara odabranih vrsta nema značajnih razlika u odnosu na temperaturu dehidriranja i početne vlažnosti. Dehidriranje se pokazalo odgovarajućom metodom sušenja latica maćuhice i rogate ljubičice.

6.2.2. Određivanje udjela pepela u cvjetovima nevena

Proces dehidracije proveo se na tri temperature (41°C, 52°C i 63°C) u različitom vremenskom trajanju do konačne vlage od 12%. Pepeo u prirodnom uzorku i pepeo u uzorku nakon konvekcijskog sušenja, određen je u mufolnoj pećnici pri temperaturi od 550°C u trajanju od 5 h i 30 minuta.

Tablica 4 : Udio pepela za istraživanu vrstu nevena u prirodnom (nesušenom) uzorku i nakon konvekcijskog sušnja na tri temperature za dvije boje cvjetova

PEPEO U SUHOJ TVARI (%)				
	Prirodni uzorak	Temperatura 41°C	Temperatura 52°C	Temperatura 63°C
Žuti cvjetovi	8,54	7,83	7,58	6,27
Narančasti cvjetovi	10,72	10,27	9,50	6,53

Količina pepela u svježim cvjetovima nevena narančaste boje iznosi 10,72%, dok kod žutih iznosi 8,54% što je ujedno i najveća količina dobivenog pepela. Nakon postupka dehidracije na 41°C ponovno su više pepela imali narančasto obojeni cvjetovi (10,27%) dok su žuti cvjetovi imali nešto manje dobivenog pepela (7,83%). Pri temperaturi dehidriranja od 52°C narančasto obojeni cvjetovi su imali 9,50% dobivenog pepela, dok su žuti cvjetovi imali 7,58% pepela. Kako je temperatura dehidriranja rasla tako je i količina pepela padala te pri temperaturi dehidriranja od 63°C kod narančastih cvjetova iznosila 6,53%, a kod žutih 6,27%. Na temelju navedenog možemo zaključiti da temperatura dehidriranja utječe na količinu pepela u cvjetovima nevena, te je učinkovitije i bolje na nižim temperaturama. Također je vidljivo da se povećanjem temperature udi pepela smanjuje, te se uočava dosljednost u smanjenju količine udjela pepela pri povećanju temperature dehidriranja.

Maček (2015) je provela slično istraživanje na dva različita kultivara ljiljana *Lilium* ´ New Wave´ i *Lilium* ´ Yellow Country´ na tri temperature i također je ustanovila da sušenje u značajnoj mjeri utječe na količinu pepela u laticama ljiljana, te se pokazalo učinkovitije i bolje na višim temperaturama.

6.2.3. Određivanje udjela škroba u cvjetovima nevena

Škrob je polisaharid kojeg biljke koriste za skladištenje molekula glukoze. Škrobno zrnce sastavljeno je od amiloze i amilopektina. Nalazi se u obliku škrobnih zrnaca kao pričuvna tvar u sjemenkama žitarica, korijenju, gomoljima i drugim pričuvnim organima biljaka. Škrob je važan sastojak u prehrani, a široko se upotrebljava i u proizvodnji ljepila, farmaciji i medicini.

Tablica 5: Određivanje udjela škroba za istraživanu vrstu nevena u prirodnom (nesušenom) uzorku i nakon konvekcijskog sušnja na tri temperature za dvije boje cvjetova

ŠKROB (%)				
	Prirodni uzorak	Temperatura 41°C	Temperatura 52°C	Temperatura 63°C
Žuti cvjetovi	0,35			
Narančasti cvjetovi	0,37			
Mješavina boja		1,004	1,25	2,24

Iz tablice 5. vidi se da udio šroba u prirodnim uzorcima iznosi 0,37% za narančasti neven, dok za neven žutih cvjetova iznosi 0,35%. Nakon konvekcijskog sušenja udio šroba određivao se na mješavini oba obojenja. Najveći udio škroba dobiven je nakon konvekcijskog sušenja na 63°C (2,24%), dok je najmanji udio škroba dobiven na temperaturi od 41°C (1,004%). Na temperaturi sušenja od 52°C udio šroba bio je 1,25%.

6.2.4. Određivanje udjela masti u cvjetovima nevena

Ekstrakcija masti po Soxhlet-u, u svježim uzorcima jezičastih cvjetova nevena utvrdili smo da je sadržaj masti za narančaste cvjetove 0,47%, a za žute cvjetove 0,56% i utvdili da nema značajnih razlika između cvjetova različitog obojenja.

Tablica 6: Određivanje udjela masti za istraživanu vrstu nevena u prirodnom (nesušenom) uzorku i nakon konvekcijskog sušnja na tri temperature za dvije boje cvjetova

MASTI (%)				
	Prirodni uzorci	Temperatura 41°C	Temperatura 52°C	Temperatura 63°C
Žuti cvjetovi	0,57			
Narančasti cvjetovi	0,48			
Mješavina cvjetova		7,73	9,51	8,18

U prirodnom uzorku najveći sadržaj masti imao je neven žute boje cvjetova (0,57%), dok je neven narančaste boje cvjetova imao nešto manje masti tj. (0,48%).

Za istraživanje udjela sirovih masti nakon postupka dehidriranja na temperaturama 41°C, 52 °C i 63 °C koristilo se mješavinu boja. Cvjetovi dehidrirani na 41°C sadržavali su 7,73% masti, nakon dehidracije na 52°C zabilježeno je 9,51% masti, te nakon dehidracije na temperaturi od 63°C zabilježeno je 8,18% masti.

Porastom temperatura vidljiv je i veći postotak masti. Najveći sadržaj masti vidljiv je na temperaturi od 52°C (9,51%), dok je najmanji sadržaj zabilježen kod svježeg uzorka narančastih cvjetova (0,48%). Pri višim temperaturama veći je i postotak masti, što je dobar rezultat. Može se utvrditi da sušenje značajno utječe na količinu masti u cvjetovima nevena.

Slično istraživanje provela je i Dugandžić (2015) na laticama hortenzije. Konvekcijskim sušenjem dva kultivara hortenzije ´Endless Summer´ i ´Ami Pasquier´ na četiri temperature (30°C, 60°C, 80°C i 100°C) te ustanovila da se povećanjem temperature dehidriranja koncentracija masti oba kultivara povećala. Najveći sadržaj masti bio je u laticama dehidriranim pri temperaturi od 100°C.

6.2.5. Određivanje intenziteta boje u cvjetovima nevena

U tablicama 7., i 8., prikazane su vrijednosti koeficjenta obojenosti L i boje (C) u cvjetovima nevena prije sušenja i nakon obavjenog postupka dehidriranja na temperaturama 41°C, 52°C i 63°C.

Tablica 7. Vrijednost koeficijenta obojenja za istraživanu vrstu nevena u prirodnom (nesušenom) uzorku i nakon konvekcijskog sušenja na tri temperature za narančastu boju cvjetova

VRIJEDNOST KOEFICIJENTA OBOJENJA NARANČASTIH NEVENA							
	Temperatura	L	a	b	C	c	H
Prije sušenja	41°C	71,49	22,79	28,08	653,76	36,16	50,93688125
	52°C	80,91	6,71	0,85	22,89	6,77	7,21958109
	63°C	76,67	17,19	7,12	173,13	18,61	22,49905792
Poslije sušenja	41°C	80,50	5,19	-0,05	13,49	5,19	-0,55196538
	52°C	68,94	5,43	2,82	18,73	6,12	27,44452257
	63°C	75,78	3,43	2,64	9,38	4,33	37,58473396

Tablica 8. Vrijednost koeficijenta obojenja za istraživanu vrstu nevena u prirodnom (nesušenom) uzorku i nakon konvekcijskog sušenja na tri temperature za žutu boju cvjetova

VRIJEDNOST KOEFICIJENTA OBOJENJA ŽUTIH NEVENA							
	Temperatura	L	a	b	C	c	H
Prije sušenja	41°C	77,03	9,38	26,47	394,41	28,09	70,48753488
	52°C	79,63	9,07	10,60	97,38	13,96	49,44770655
	63°C	65,83	2,34	1,99	4,718	3,07	40,37874859
Poslije sušenja	41°C	82,20	0,41	4,17	8,79	4,19	84,38465029
	52°C	77,21	1,06	2,10	2,76	2,35	63,21709551
	63°C	63,55	1,02	1,12	0,58	0,23	47,6754266

Iz prikazanih vrijednosti u tablicama 7., i 8., vidljivo je kako je kod svih vrijednosti došlo do promjena. Kod obje boje cvjetova vrijednost L je veća na početku tj. prije sušenja dok se na nakon sušenja od 41°C vrijednost povećava. Nakon sušenja na temperaturama od 52°C i 63°C vidljiv je blagi pad L vrijednost odnosno došlo je do gubljelja intenziteta obojenosti.

Podaci dobiveni za (a) vrijednost prije sušenja na prirodnom uzorku upućuju na povećanu prisutnost crvene boje, dok podaci za (b) vrijednost upućuju na prisutnost žute boje kod obje boje cvjetova.

7. ZAKLJUČAK

Na temelju vlastitog istraživanja iz rezultata dobivenih analizom cvjetova nevena žute i narančaste boje može se zaključiti sljedeće:

- Postupak dehidriranja se pokazao odgovarajućom metodom sušenja cvjetova nevena, pri čemu su korištene temperature dehidriranja 41°C, 52°C i 63°C.

- Korištenjem eksponencijalne jednadžbe izrađene su krivulje ovisnosti otpuštanja vode iz cvjetova u ovisnosti temperatura sušenja. Može se zaključiti da kultivar žutih latica brže otpušta vodi pri temperaturi dehidriranja od 41°C i 52°C, dok kultivar narančastih nešto brže otpušta vodu pri temperaturi od 63°C.

- Sukladno očekivanom, cvjetovi obje istraživane vrste najbrže su otpuštale vodu pri temperaturi od 63°C te su postigle ravnotežnu vlažnost od 12% za 60 odnosno 75 minuta.

- Kod obje boje cvjetova najveća koncentracija pepela zabilježena je na prirodnim uzorcima, dok se postupcima sušenja koncentracija pepela lagano smanjuje s povećanjem temperature. Može se zaključiti da dehidriranje utječe na količinu pepela u cvjetovima nevena, te je učinkovitije i bolje na nižim temperaturama.

- Udio škroba za kultivar žutih cvjetova je iznosio 0,35% i 0,37% za narančasti. Nakon provedenog postupka dehidracije sadržaj škroba se povećava, te je najveća koncentracija zabilježena pri temperaturi od 63°C kod mješavine boja (2,23%).

- S porastom temperature vidljiv je i veći postotak masti. Najveći sadržaj masti vidljiv je u mješavini boja pri temperaturi od 52°C (9,51%), a najmanji je zabilježen kod kultivara narančastih cvjetova u svježem stanju (0,48%).

- Praćenjem promjena u boji cvjetova , pokazalo se da pri svim temperaturama dehidriranja (41°C, 52°C i 63°C) ne dolazi do značajnijih promjena.

8. LITERATURA

1. Baciu, A.D. (2008). Stady of the main characteristic of seeds belonging to different genotypes of Calendula. Bulletin UASVM, Horticulture 65(1): 116-121. Dostupno na: http://journals.usamvej.ro/horticulture/article/view/472 ; Pristupljeno 20.7.2016.
2. Bristow, S. (2005). Ljekovito bilje – priručnik. Vable Commerce, Zagreb.
3. CEN/TS 14774-2:2004 (2004). Solid biofuels – Methods for the determination of moisture content. European Committee for Standardization.
4. CEN/TS 14775:2004 (2004). Solid biofuels – Methods for the determination of ash content. European Committee for Standardization.
5. Čale, A. (2015). Utjecaj temperature dehidriranja na kvalitativa svojstva latica mačuhica, Diplomski rad, Agronomski fakultet,Zagreb.
6. Dugandžić, Z. (2015). Utjecaj temperature i vremena sušenja na kvalitataivna svojstva latica hortenzije, Diplomski rad, Zagreb.
7. Duke, J.A. (2009). Zelena ljekarna. Marjan tisak d.o.o. Split.
8. Friedman, H., Rot, I., Agami, O., Vinokur, Y., Radov, V., Reznick, N., Umiel, N., Dori, L., Ganot, L., Shumel, D., Matan E. (2007). Edible flowers: New crops whith potentional health benefits, ISHS Acta Horticulture 755: International Conference on Quality Management in Supply Chains of Ornamentals.
9. Horvat, D., Jaričević, S., Židovec, V. (2011). Cvjetne vrste za izradu suhih aranžmana- potrebe i dostupnost sjemena. Sjemenarstvo 28 (1-2): 53-66, Zagreb
10. HRN ISO 6492:2001 (2001). Determination of fat content. European Committee for Standardization.
11. HRN ISO 6493:2001 (2001). Determination of starch content -- Polarimetric method. European Committee for Standardization.
12. Krička, T. (1994). Promjena brzine sušenja zrna kukuruza u zavisnosti o hibridu, Agrnomski glasnik, 57 (5/6): 449 – 459, Zagreb
13. Krička, T., Pliestić, S. (1997). Utjecaj povišene vlažnosti na brzinu sušenja, dinamička svojstva i fluidizacija sjemenki suncokreta. "Savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja Zrnko" "9T I – 17, Zagreb.
14. Krička, T., Voća, N., Matin, A., Janušić, V. (2007). Utjecaj konvkcijskog sušenja na fizikalna svojstva zrna kukuruza hibrida Bc 462 uzgojenih na dvije razine

agrotehnike, Zbornik radova, " 42 Hrvatski i 2. Međunarodni simpozij agronoma" 341 – 345, Zagreb.

15. Krička, T.; Tomić, F.; Voća, N., Jukić, Ž.; Janušić, V.; Matin, A. (2007). Proizvodnja obnovljivih izvora energije u EU, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 9-16, Zagreb.
16. 26. Krička, T. (2011): Predavanja iz modula „Tehnologija dorade i skladištenja cvijeća“, Agronomski fakultet, Zagreb.
17. Lončarić, A., (2011). Optimiranje i racionalizacija sušenja jabuka, seminarski rad. Prehrambeno – tehnološki fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.
18. Lunau, K. (1995). Notes on the color of pollen, Plant Systematics and Evolution, Volume 198, Issue (235-252).
19. Maček, M. (2015). Utjecaj temperature sušenja na kvalitativna svojstva sušenja latica ljiljana, Diplomski rad, Agronomski fakultet Zagreb.
20. Matin, A. (2012). Kvalitativne promjene lješnjaka u procesu kondukcijskog sušenja, doktorski rad, Agronomski fakultet, Zagreb.
21. McGuire, R.G. (1992). Reporting of objective color measurements. HortiScience, 27(12), 1254 – 1255.
22. McVicar, J. (2006). Ljekovito i začinsko bilje. Naklada Uliks, Rijeka
23. Mlcek J., Rop, O. (2011). Fresh edible flowers of ornamental plants: A new sourse of nutraceutical foods; Trends in Food Science & Tehnology 22 (2011). 561-569
24. Mujumdar, S. (1995). Handbook of Industrial Drying. Marcel Decker Inc. New York, Basel, Hong – Kong, 2nd. Vol. 1, 605 – 739.
25. Niketić – Aleksić, G. (1988). Tehnologija voća i povrća, Naučna knjiga, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
26. Özdemir, M., Yildiz, M., Gürcan, T. (2000). Chemical composition of oils from hazelnuts (Corylus avellana L.) varieties cultivated in Turkey, (Unpublished).
27. Parkinson, B., Pacini, E.A. (1995). Comparision of tapetal structure and function in pteriophytes and angiosperms, Plant System and Evolution, 149, 155 - 185
28. Šilješ, I., Grozdanić, D., Grgesina I. (1992). Poznavanje, uzgoj i prerada ljekovitog bilja. Školska knjiga, Zagreb.
29. Thomer, J. (1997). Drying flowers and leaves. Web side: http://www.nectar.com au./ jascraig/craft/drieddf. htm.
30. Toplak-Galle, K. (2009). Domaće ljekovito bilje. Mozaik knjiga, Zagreb.

31. Wierman, R., Gubatz, S. (1992). Pollen wall and sporopollenum, International Review of Cytology, 140, 35-72.

WEB LITERATURA

1. http://www.val-znanje.com/images/stories/ljekovitobilje/37-neven2.jpg
2. http://www.jardimdeflores.com.br/DICAS/jpegs/A45calendula.jpg
3. http://svartberg.org/biljke/sjemenke/calendula_officinalis.jpg
4. http://www.24sata.hr/image/spasonosni-cvijet-neven-lijei-psorijazu-i-probleme-s-koom--504x335-20150935-20150903091651-9683a8bb4a97f8a77a22a9f6dc8328b9.jpg
5. http://cdn.coolinarika.net/image/eccbf0138c2d3b873c242a057e836ebf_view_l.jpg?v=2
6. http://www.najboljicajevi.com/wp-content/uploads/2014/07/caj-od-nevena.jpg
7. http://www.zenasamja.me/images/0743/nevenovo-ulje-v.jpg
8. www.elemson.edu
9. http://www.revopros.org/wp-content/uploads/2015/05/excalibur-dehydrator-4926t-9-tray-black-7598-95878-1-zoom-600x600.jpg
10. http://www.silicagel-desiccant.com/wp-content/uploads/2015/07/Blue-Silica-Gel.jpg
11. http://www.narodnilijek.com/web/wp-content/uploads/su%C5%A1enje-cvije%C4%87a.jpg
12. http://colmat.icmse.csic.es/wp-content/uploads/2012/02/Color-CIELab.jpg
13. http://www.dizajndoma.hr/dekor/ukrasite-ku%C4%87u-suhim-cvije%C4%87em

POPIS ILUSTRACIJA

Slika 1. Listovi nevena (izvor: http://www.val-znanje.com)

Slika 2. Cvat nevena (izvor: http://www.jardimdeflores.com.)

Slika 3. Plod nevena (izvor: http://svartberg.org)

Slika 4. Osušeni cvat nevena (izvor: http://www.24sata.hr)

Slika 5. Pripravci od cvijeta nevena (izvor: www.koval.hr/)

Slika 6. Silica gel (izvor: http://www.silicagel-desiccant.com)

Slika 7. Sušenje cvijeća na zraku (izvor: http://www.dizajndoma.hr)

Slika 8. Žuti neveni (izvor: Maričić, 2016)

Slika 9. Narančasti neveni (izvor: Maričić, 2016)

Slika 10. Dehidrator Excacalibur 4926 T (izvor: http://www.revopros.org)

Slika 11. Labaratorijska sušnica (izvor: Maričić, 2016)

Slika 12. Posudice se osušenim uzorcima i eksikator (izvor: Maričić, 2016)

Slika 13. Mufolna pećnica i porculaske posudice sa uzorkom (izvor: Maričić, 2016)

Slika 14. Polarimetar KRÜSS, P3001 (izvor: Maričić, 2016)

Slika 15. Prikaz kuhanja uzoraka u parnoj kupelji (izvor: Maričić, 2016)

Slika 16. Prikaz filtriranja uzoraka za postupak određivanja škroba u polarimetru (izvor: Maričić, 2016)

Slika 17. Bistri filtrat (izvor: Maričić, 2016)

Slika 18. Celulozni tuljci i Soxhlet ekstraktor (izvor: Maričić, 2016)

Slika 19. CHE LAB Color Chart i L vrijednost (izvor: http://colmat.icmse.csic.es)

Slika 20. Dehidriranje cvjetova nevena u dehidratoru (izvor: Maričić, 2016)

Slika 21 .Prikaz jezičastih cvjetova nevena žute i narančaste boje prije konvekcijskog sušenja (izvor: Maričić, 2016)

POPIS TABLICA

Tablica 1. Biljne vrste čiji su cvijetovi jestivi

Tablica 2. Eksponencijalne jednadžbe otpuštanja vode iz cvjetova nevena do ciljane vlažnosti od 12% uzoraka na tri različite temperature zraka

Tablica 3.Udio vlage za istraživanu vrstu nevena u prirodnom (nesušenom) uzorku i udio vlage nakon konvekcijskog sušnja na tri temperature za dvije boje jezičastih cvjetova

Tablica 4. Udio pepela za istraživanu vrstu nevena u prirodnom (nesušenom) uzorku i nakon konvekcijskog sušnja na tri temperature za dvije boje cvjetova

Tablica 5. Određivanje udjela škroba za istraživanu vrstu nevena u prirodnom(nesušenom) uzorku i nakon konvekcijskog sušnja na tri temperature za dvije boje cvjetova

Tablica 6. Određivanje udjela masti za istraživanu vrstu nevena u prirodnom (nesušenom) uzorku i nakon konvekcijskog sušnja na tri temperature za dvije boje cvjetova

Tablica 7. Vrijednost koeficijenta obojenja za istraživanu vrstu nevena u prirodnom (nesušenom) uzorku i nakon konvekcijskog sušenja na tri temperature za narančastu boju cvjetova

Tablica 8. Vrijednost koeficijenta obojenja za istraživanu vrstu nevena u prirodnom (nesušenom) uzorku i nakon konvekcijskog sušenja na tri temperature za žutu boju cvjetova

POPIS DIJAGRAMA

Dijagram 1. Krivulja otpuštanja vode iz žuto obojenih cvjetova nevena do vlažnosti od 12% pri temperaturama od 41°C, 52°C i 63°C.

Dijagram 2. Krivulja otpuštanja vode iz narančasto obojenih cvjetova nevena do vlažnosti od 12% pri temperaturama od 41°C, 52°C i 63°C.

9. ŽIVOTOPIS

Magdalena Maričić, rođena je 21.rujna 1991. godine u Zagrebu. Nakon završetka osnovne škole 2006. godine upisuje Grafičku školu, smjer grafički tehničar dorade u Zagrebu, koju završava 2010. godine. Te iste godine upisuje preddiplomski studij Ekološke poljoprivrede na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Preddiplomski studij je završila 2014. godine, te upisuje diplomski studji Hortikultura - Ukrasno bilje na istom fakultetu. Tema završnog rada bila je „ Mogućnosti korištenja autohtonih pasmina goveda u sustavima ekološke proizvodnje“