

# Utjecaj temperature sušenja na iskoristivost biljke nevena u kozmetičke i energetske svrhe

---

Jelaš, Marta

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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:204:731632>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-03**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



# **UTJECAJ TEMPERATURE SUŠENJA NA ISKORISTIVOST BILJKE NEVENA U KOZMETIČKE I ENERGETSKE SVRHE**

DIPLOMSKI RAD

Marta Akmadžić

Zagreb, rujan, 2020.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Hortikultura - Ukrasno bilje

# **UTJECAJ TEMPERATURE SUŠENJA NA ISKORISTIVOST BILJKE NEVENA U KOZMETIČKE I ENERGETSKE SVRHE**

DIPLOMSKI RAD

Marta Akmadžić

Mentor:

izv.prof.dr.sc. Ana Matin

Zagreb, rujan, 2020.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Marta Akmadžić**, JMBAG **0178100603**, rođen/a **4.8.1995.** u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

### UTJECAJ TEMPERATURE SUŠENJA NA ISKORISTIVOST BILJKE NEVENA U KOZMETIČKE I ENERGETSKE SVRHE

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

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## IZVJEŠĆE O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Marta Akmadžić**, JMBAG 0178100603, naslova

### UTJECAJ TEMPERATURE SUŠENJA NA ISKORISTIVOST BILJKE NEVENA U KOZMETIČKE I ENERGETSKE SVRHE

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana  
\_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. izv. prof. dr. sc. Ana Matin mentor \_\_\_\_\_
2. prof. dr. sc. Tajana Krička član \_\_\_\_\_
3. izv. prof. dr. sc. Vesna Židovec član \_\_\_\_\_

## **Zahvala**

Ovime zahvaljujem mentorici izv. prof. dr. sc. Ani Matin na pomoći i strpljenju prilikom izrade ovog rada.

## 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
2.3. Tehnologija uzgoja .....	6
2.3.1. Plodored .....	6
2.3.2. Priprema tla.....	6
2.3.3. Sjetva i njega usjeva .....	7
2.3.4. Berba cvjetova .....	7
2.3.5. Ekološki uvjeti i biološke karakteristike .....	8
2.4. Kemijski sastav .....	8
2.5. Djelovanje i uporaba .....	8
2.5.1. Uporaba nevena u ljekovite svrhe.....	9
2.5.2. Uporaba nevena u prehrambenoj industriji .....	10
2.5.3. Uporaba nevena u vrtlarstvu i hortikulturi.....	10
2.5.4. Uporaba nevena u veterini .....	11
2.6. Pripravci od nevena .....	12
2.6.1. Nevenova mast .....	12
2.6.2. Nevenovo ulje .....	13
2.6.3. Čaj od nevenovih cvjetova .....	14
2.6.4. Tinktura od nevena .....	14
3. Obnovljivi izvori energije.....	16
3.1. Biomasa .....	17
3.2. Bioplin.....	17
3.2.1. Sastav bioplina.....	18
3.2.2. Proces nastanka bioplina .....	18
3.2.3. Mogućnost korištenja bioplina.....	18
3.2.4. Sirovine za proizvodnju bioplina.....	19

4. Materijali i metode.....	20
4.1. Materijali .....	20
4.1.1. Žuti neveni .....	20
4.1.2. Narančasti neveni .....	20
4.2. Metode .....	21
4.2.1. Priprema nevenove masti .....	21
4.2.2. Provođenje analiza .....	22
4.2.3. Određivanje prosječne duljine i mase biljaka .....	22
4.2.4. Sušenje uzoraka .....	23
4.2.5. Određivanje sadržaja vlage .....	24
4.2.6. Određivanje sadržaja pepela .....	25
4.2.7. Određivanje sadržaja koksa, fiksiranog ugljika te hlapivih tvari .....	25
4.2.8. Određivanje gornje i donje ogrjevne vrijednosti .....	26
4.2.9. Određivanje sadržaja C, H, N i S .....	26
5. Rezultati i rasprava.....	28
5.1. Rezultati određivanja prosječnih masa .....	28
5.2. Rezultati određivanja sadržaja vlage .....	29
5.3. Rezultati određivanja sadržaja pepela, koksa, fiksiranog ugljika i hlapivih tvari.....	30
5.4. Rezultati određivanja gornje i donje ogrjevne vrijednosti.....	34
5.5. Rezultati određivanja sadržaja C,H,N i S.....	35
6. Zaključak.....	37
7. Popis literature.....	38
7.1. Prilog .....	42
8. Životopis .....	43



# Sažetak

Diplomskog rada studentice **Marta Akmadžić**, naslova

## UTJECAJ TEMPERATURE SUŠENJA NA ISKORISTIVOST BILJKE NEVENA U KOZMETIČKE I ENERGETSKE SVRHE

Zbog svojih ljekovitih svojstava neven (*Calendula officinalis*) je poznata i tražena biljna vrsta u svijetu. Neven pripada u skupinu ljekovitog, jestivog te ukrasnog bilja. Na tržištu je najatraktivniji cvat nevena u svježem obliku, međutim njegov vijek trajanja je vrlo kratak te se stoga mora sušiti. Zbog široke primjene cvjetova nevena posebno u kozmetičkoj industriji ostaje značajna količina njegovih ostataka (stabljika i lišće) koja se može koristiti kao sirovina u proizvodnji bioplina. Gledano sa aspekta sadržaja vode, sadržaja koks, fiksiranog ugljika te hlapive tvari sušeni uzorci naspram svježih, pokazali su se boljom sirovinom za proizvodnju bioplina. Analizom gornje ogrjevne vrijednosti te gorivih tvari dokazano je da neven predstavlja potencijalnu sirovinu u energetske proizvodnji.

**Ključne riječi:** neven, sušenje, kozmetika, energija

# Summary

Of the master's thesis – student **Marta Akmadžić**, entitled

## **Influence of drying temperature on usability of marigold in cosmetic and energy purpose**

Thanks to its medical characteristics marigold (*Calendula officinalis*) is a well-known and sought-after plant species in the world. Marigold belongs to the group of medical, edible and decorative plants. Fresh form of marigold inflorescence is the most attractive on the market, however, its lifetime is very short and therefore it has to be dried. Due to the wide applications of marigold flowers, especially in the cosmetics industry, a significant amount of its residues (stems and leaves) remains, those can be used as a raw material in biogas production. Viewed from the aspect of water content, coke content, fixed carbon and volatile matter, dried samples compared to fresh ones, proved to be a better raw material for biogas production. Analysis of the upper calorific value of combustible substances has shown that marigold represent a potential raw material in energy production.

**Keywords:** marigold, drying, cosmetics, energy

## 1. Uvod

Na našem planetu postoji veliki broj biljnih vrsta koje čovjek upotrebljava u različite svrhe. Dio biljaka koristi se u prehrambene, farmaceutske, industrijske, hortikulture ili kozmetičke svrhe. Od velikog broja biljnih vrsta samo nekoliko stotina zanimljivo je u gospodarskom smislu, a naročito je malo onih koje možemo uspješno iskoristiti na više područja. Neven je upravo jedna od tih vrsta.

Iako nije našao značajno mjesto u kulinarstvu, neven se u nekim kulturama koristi kao začin raznim varivima te kao dekoracija jer svojim jarkim bojama oživljava svaki tanjur. Pogodan je za proizvodnju jestivih boja za industriju hrane i kozmetike.

Od pamtivijeka neven je rado sađena biljna vrsta u mnogim vrtovima. Njegova prisutnost u vrtu ima mnoge prednosti. 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). Osim što predivnim cvatovima obogaćuje svaki vrt, sadnja nevena uz različite povrtne vrste rastjeruje različite insekte i nametnike.

Korištenje nevena u ljekovite svrhe seže daleko u povijest kada se koristio kao ljekovito sredstvo protiv žutice, kuge i nekih lakših oboljenja, primjerice bradavica. Upravo je njegova ljekovitost uz ljepotu najčešće korišteno svojstvo nevena. Nije slučajnost da je neven poznat kao „biljka kože“. Taj epitet dobio je jer pomaže u liječenju gotovo svih kožnih bolesti, ali i bolesti živčanog sustava, želuca, žuči, jetre, djelotvoran je kod bolesti vena, koristi se za razna vanjska i unutarnja ispiranja i djeluje antikancerogeno kod raka kože, maternice, želuca i grla, pojačava znojenje te pomaže kod neredovitih mjesečnica (menstruacija).

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). Unatoč tomu proizvodnja cvijeća, a tako i nevena, u Republici Hrvatskoj je mala i ne iskorištava ponuđeni potencijal. Većina potreba zadovoljava se uvozom usprkos povoljnim uvjetima za proizvodnju. Najveći proizvođač cvijeća u EU je Nizozemska, a slijedi je Italija.

Unatoč širokoj primjeni nevena veliki dio ove biljke ostaje neiskorišten i postaje otpad. Postavlja se pitanje može li se ostatak koji zaostaje nakon primjene nevena u različitim industrijama iskoristiti u energetske proizvodnji.

## **1.1. Cilj istraživanja**

Cilj ovog diplomskog rada je istražiti mogućnost korištenja cijele biljke nevena i to cvjetova za kozmetičku industriju za proizvodnju krema te ostatka (stabljika i lišće) za proizvodnju bioplina.

## 2. Pregled literature

*Calendula officinalis* L. (ljekoviti neven) je zeljasta jednogodišnja, rijetko dvogodišnja biljka. Njegovo autohtono stanište je Sredozemlje, međutim, njegov veliki značaj i široka primjena pridonijeli su rasprostranjenosti nevena po cijelom svijetu.

Zbog svojih narančastih ili žutih glavica jedna je od omiljenim ukrasnih biljnih vrsta u vrtovima širom svijeta. Kao takvu, počeli su je koristiti u Indijskim i Arapskim kulturama nakon čega su njegovu ljepotu otkrili drevni Egipćani i Grci. Njegovo ime dolazi od latinske riječi *kalende* što znači prvi dan u mjesecu. Tako su ga nazvali Rimljani zbog vjerovanja da neven cvate svaki mjesec. Još su stari Egipćani uvidjeli blagodati ove ljekovite biljke. Od davnina, njegovi pripravci predstavljali su lijek za razne kožne bolesti, upalne procese te bolesti organa za probavu. Osim ljekovitih svojstava za čovjeka, neven pomaže u liječenju tla zaraženog nematodama (Toplak-Galle, 2009). Medonosna je biljka koja osim nektara daje i polen. S obzirom na to da cvate od lipnja pa do kasne jeseni, predstavlja poseban značaj za pčele koje u to doba godine teško dolaze do cvjetnog praha. Svoj doprinos neven ima i u vrtlarstvu gdje se zbog svog karakterističnog mirisa koristi kao repelent te rastjeruje insekte i druge štetočine. 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). Ova biljka u narodu se naziva kalendula, prstenčac, bilec, ognjac, vrtni ognjač, zimorod, žutelj ali ono najpoznatije ime - neven, dobio je jer nikada ne vene. Još jedna od prednosti ove biljke je i njegova sposobnost samozasijavanja, naime nakon cvatnje njegovi cvjetovi sami raspršuju svoje sjeme.

### 2.1. Porijeklo i botanička pripadnost

*Calendula officinalis* autohtona je biljka s područja Mediterana i Irana. Ova jednogodišnja biljka česta je u vrtovima diljem svijeta gdje se i koristi u mnoge svrhe, a ponajviše ljekovite.

Pripada porodici *Asteraceae* (glavočike) i rodu *Calendula*. Porodica *Asteraceae* obuhvaća više od 1.600 rodova i oko 23.000 vrsta te je najzastupljenija porodica u Hrvatskoj. Specifičnost ovog roda je u glavičastim cvatovima sačinjenim od mnoštva cvjetova. Glavičasti cvatovi sačinjeni su od 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, a često ih se krivo doživljava kao tučak. 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). Iako postoje razlike između vrsta, njihova je ljekovitost podjednaka.

## 2.2. Morfološke karakteristike

Neven je zeljasta vrsta, drvenasta samo pri dnu stabljike (slika 1). Na vrhu svake stabljike formira se žuto-narančasti glavičasti cvat.

Cvjetna glavica je velika, promjera 5-10 cm. Sastavljena je od cjevastih, plodnih cvjetova u središtu i 2-3 reda jezičastih, neplodnih cvjetova na rubu - često nazivanih laticama. Pošto su za većinu pripravaka od nevena potrebne njegove „laticice“, provodi se selekcija kako bi se dobili kultivari sa što više jezičastih cvjetova. Cvijet sadrži flavonoide, karotenoide (3%), eterično ulje (0,02%) i gorke tvari (Šilješ i sur., 1992).



Slika 1. Cvjetna glavica nevena

<https://www.anniesannuals.com/plants/view/?id=4472>

Plod je srpasto uvijen, nazubljenog vanjskog ruba, svijetlosmeđe do tamnosmeđe boje. U praksi, ova 0,5-2 cm duga roška tretira se kao sjemenka. Iako se nalaze na istoj jedinci, plodovi nevena razlikuju se po obliku (savijenosti ploda), nijansi i intenzitetu boje (svijetlo do tamno siva, smečkasta, zelenkasta), vidljiva je razlika i u ovojnoj ljusci koja može biti fino ili grubo hrapava. Pojava kod koje se javljaju različiti plodovi na istoj biljci naziva se heterokarpija.

Masa pojedinačnog ploda različita je ovisno o genotipu, a masa 1000 plodova je između 4 i 10 g. Istraživanja su potvrdila da sjeme većih dimenzija i veće mase ima veću klijavost (Baciu i Sestras, 2008).

Sjeme je klijava 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 tijekom vegetacije (Šilješ i sur., 1992). Upravo je njegova sposobnost samozasijavanja zaslužna za široku rasprostranjenost i mnoge „divlje“ jedinke izvan vrtova uz puteve. Uklanjanjem ocvalih cvjetova koje sadrže mnoštvo sjemena sprječava se prekomjerno zasijavanje, a produžuje se aktivni rast (slika 2).



Slika 2. Plod nevena (sjeme)

<http://www.agaclar.net/forum/1012433-post5148.htm>

Korijen nevena prodire duboko u tlo čime je omogućena bolja apsorpcija hranjivih tvari iz tla te bolje zakorjenjivanje. Vretenastog je oblika, a iz njega rastu lako lomljive, razgranate, svijetlozelene stabljike dugo 30-60 cm. Sposobnost prodiranja korijena u dublje slojeve tla osigurava biljci dovoljne količine vode i hranjiva u sušnim razdobljima.

Stabljike su u gornjoj polovici razgranate, svjetlo-zelene boje, kao i sjedeći duguljasti listovi, posute kratkim dlačicama (Šilješ i sur., 1992).

Listovi su naizmjenično postavljeni, sjedeći, duguljasti i lancetasti. Donji listovi su lopatasti, postupno se sužavaju u krilastu peteljku. Gornji listovi su suličasti. Rub lista može biti obrastao dlačicama i nazubljen (slika 3).



Slika 3. Grača nevena

<http://www.zenasamja.me/zdravlje/744/neven---biljka-za-sto-bolesti>

## 2.3. Tehnologija uzgoja

Zbog svog jednostavnog uzgoja i skromnih zahtjeva neven je jedna od omiljenih i često uzgajanih biljaka. Ipak, kako bi uzgoj bio uspješan potrebno je poznavati ekološke čimbenike, tehnologiju uzgoja i njege usjeva. Kao i za uzgoj svake biljke, potrebno je znanje i trud unatoč jednostavnom uzgoju.

### 2.3.1. Plodored

Plodored kao sistem biljne proizvodnje ima mnoge prednosti. Jedna od njih je smanjenje rizika od napada štetnika, nametnika i bolesti. Kako bi se smanjio rizik od napada štetnika i bolesti koje zaostaju u tlu nakon usjeva te kako ne bi došlo do manjka hranjivih tvari u tlu nije preporučljivo kombinirati neven u izmjeni sa drugim vrstama iz iste porodice (*Asteracea*). Neven vrlo dobro funkcionira u plodoredu. Na isto tlo smije se saditi svake 2 godine. 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).

### 2.3.2. Priprema tla

Tlima srednje opskrbljenim gnojivima nije potrebna prihrana već samo jesenska osnovna gnojidba pošto dodavanje dušika štetno utječe na prinos dok fosfor i kalij pospješuju prinos i kakvoću nevena. Osnovnom gnojidbom osigura se 40-50 kg N, 60-



80 kg P i 80-100 kg K po hektaru. Prihrana N provodi se samo ako to zahtjeva stanje usjeva. Tlo se nakon obaveznog zimskog oranja (25-30 cm) u proljeće popravija i usitni kako bi se osigurala zbijena posteljica. Time se po Šilješu i sur., (1992) osigura sigurno i jednolično nicanje usjeva.

### 2.3.3. Sjetva i njega usjeva

Sjetva započinje vrlo rano, još u ožujku kada srednja dnevna temperatura doseže 13-16°C i traje sve do lipnja. Tako ranu sjetvu omogućava otpornost mladica na proljetne mrazove. Ranijom sjetvom dolazi do ranije berbe čime se osigurava veći prinos cvijeta po jedinici površine. Direktna sjetva ekonomski je prihvatljivija od proizvodnje i sadnje presadnica koja je prihvatljiva jedino ako se neven uzgaja kao ukrasna biljka. Sjeme se sije strojevima za sjetvu pšenice. Sije se na dubinu od 3-4 cm na međuredni razmak od 50 cm u neprekinutom nizu. Za jedan hektar potrebno je 5-6 kg sjemena (Maričić, 2016).

Zaštita od korova obavlja se skupa sa sjetvom. Nakon pojave nekoliko (3-5) pravih listova, potrebno je prorijediti usjev tako da razmak bude 6-8 cm. Ovisno o karakteristikama tla te pojavi širokolisnih korova, potrebno je obaviti dvije do tri kultivacije. Važno je da usjev cijelo vrijeme bude slobodan od korova. Mladice iz pregustog nasada lako je premjestiti na drugo mjesto (slika 4).



Slika 4. Nasad nevena

<http://biljnamedicina.com/neven/>

### 2.3.4. Berba cvjetova

U klimatskim uvjetima koji vladaju na našem podneblju sjeme niče za 10-15 dana, ovisno o temperaturi. Rast i razvoj biljke vrlo je brz pa su već 40 dana nakon nicanja vidljivi prvi cvjetovi. Kada procvjeta dovoljan broj cvjetnih glavica započinje berba. To obično bude već tokom svibnja. Berba se odvija ručno, najbolje dva puta tjedno ili svaki treći dan, a traje sve do mrazeva u jesen. Na većim površinama berba se može obaviti i mehanizirano, tako da se biljke pokose na 15 cm iznad površine tla i odnesu s oranice.

Prinos nevena se kreće od 0,5 do 2 t/ha suhих cvjetova. Bere se cijela glavica, a nakon tog se otkidaju jezičasti cvjetovi, jer je takvo sušenje ekonomičnije (McVicar, 2006).

Osušeni cvijet je vrlo higroskopian, 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).

### 2.3.5. Ekološki uvjeti i biološke karakteristike

Neven je fotofilna biljna vrsta pa najbolje uspijeva na osunčanim staništima. Ipak, raste i na polusjenovitim područjima s obzirom na to da ima srednje zahtjeve za toplinu. Temperatura koja pogoduje rastu i razvoju u vegetaciji kreće se između 17-20 °C. Sjeme će proklijati na temperaturi već od 8-10 °C (4-5 dana). Mlade biljke nisu osjetljive na mraz pa se sjetva odvija već u ožujku.

Iako nije zahtjevan u pogledu tla, najveće prinose imati će na rastresitim tlima bogatim humusom (černozeми, smeđa tla i crnice).

Neven nije osjetljiv na sušu, ali traži često zalijevanje. U pretjerano humidnim uvjetima javlja se pepelnica. Ukoliko se na listovima javi „brašnasta“ prevlaka, zaražene listove potrebno je ukloniti i udaljiti od zdravih biljaka.

## 2.4. Kemijski sastav

Kao droga kod nevena koristi se njegov cvijet (*Calendulae flos*). Cvijet se koristi jer sadrži mnoštvo aktivnih tvari koje djeluju ljekovito. Osušeni cvijet sadrži triterpenske saponine (2-10%), osobito glikozide oleanolne kiseline osim toga sadrži triterpenski alkohol, osobito faradioli i 4 tarakstasterol. Narančastu boju neven ima zbog sadržaja karotenoida (1,5-3%) i flavonoida glikozida (0,2-1%). U narančastim cvjetovima nalazi se više B-karotena i likopina, a u žutim više ksantofila. Flavonoidi štite biljku od ultraljubičastog zračenja, a djeluju protuupalno kao i kumarini. U sastav droge ulaze i kumarin skopoletin, umbeliferon i eskuletin, kao i poliacetilen i 15% polisaharida toplivih u vodi, kalendulin, albumin, organske kiseline: jabučna, salicilna, palmitinska (Maričić, 2016).

## 2.5. Djelovanje i uporaba

Zbog svojih široko primjenjivih svojstava ova biljna vrsta bila je cijenjena još kod starih civilizacija Zapada i Istoka. Tada se vjerovalo kako neven ima sposobnost pomlađivanja, da podiže raspoloženje, liječi bolesti kože, probavnih organa, upalnih i infektivnih bolesti, te žuticu i kugu. Osim cvijeta koristili su se i listovi i to za zacjeljivanje rana, a sušenim laticama začinjavala su se zimska variva. Danas, zahvaljujući znanstvenim analizama postoje saznanja o protuupalnim, antivirusnim i antibakterijskim svojstvima.

### 2.5.1. Uporaba nevena u ljekovite svrhe

U narodu neven nosi naziv biljka za sto bolesti koji je dobio zahvaljujući svome širokom spektru djelovanja. Neupitno je njegovo blago djelovanje na kožu zbog čega ulazi u sastav mnogih pripravaka za njegu, ali i liječenje kožnih bolesti. 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). Zbog visokog udjela aktivnih tvari, domaći pripravci od nevena poznati su za liječenje svih oboljenja i oštećenja (Bristow, 2005). Od davnina pripremaju se razni pripravci od nevena kao što su masti, ulja, tinkture čajevi i drugo. Ipak neven se ne koristi samo u narodnoj medicini već je njegovo djelovanje priznato u više svjetskih farmakopeja.

Za vanjsku primjenu koristi se mast i ulje nevena. Neizostavna je biljna vrsta u dermatološkim pripravcima. Neven potiče obnovu epitelnog tkiva te stimulira stvaranje kolagena pa se koristi za zacjeljivanje rana i oporavak kože nakon operacija. Nanosi se lokalno na opekline, ubode, osipe i otekline, proširene vene, čireve na nogama i modrice. Pošto sadrži triterpenoide ima jako protuupalno djelovanje te ga se još u prvom svjetskom ratu upotrebljavalo kao antiseptik za ranjenike. Osim kod oštećenja kože pomaže i kod konjunktivitisa te štiti oči od UV zračenja i isušivanja.

Za unutarnju primjenu koriste se čajevi i tinkture koji pomažu kod grčeva crijeva, želuca i glatkih mišića pa ga se može koristiti i kod astmatičnih napada jer opušta mišiće dišnog sustava. Grgljanjem čaja od nevena u usnoj šupljini smiruje se iritacija sluznice grla a zbog antimikrobnih i antiseptičkih djelovanja koristi se kao lijek za upale grla. Također sprječava infekciju mokraćnih puteva, pomaže kod neredovite mjesečnice. Učinkovit je kod probavnih tegoba i smiruje gastritis, a stimulira i rad jetre i bubrega jer potiče izlučivanje mokraćne. Koristi se i kod povišene tjelesne temperature jer pospješuje znojenje. Smanjuje razinu kolesterola u krvi (u kombinaciji sa maslačkom, glogom ili resnikom). Pomaže kod zarazne žutice jer ima sposobnost pročišćavanja krvi i krvnih žila (slika 5). Na osnovi novijih istraživanja preporuča se kod angine pektoris jer snižava krvni tlak i opušta krvne žile.



Slika 5. Pripravci od nevena

<https://narodni-lijekovi.info/mast-ulje-i-caj-od-nevena-priprema-upotreba-i-za-sta-su-dobri/>

### 2.5.2. Uporaba nevena u prehrambenoj industriji

Danas je sve popularnije korištenje jestivog bilja pa tako i nevena kojeg sve češće možemo vidjeti u različitim kombinacijama ugodnim nepsima, ali i oku. Njegove latice žarke boje pridonijet će dekorativnom izgledu svakog tanjura. Svojom bojom i okusom obogaćuje sireve, omlete, kolače, salate i juhe. Jezičasti cvjetovi se koriste u svježem ili sušenom obliku, sadrže visoki udio karotenoida, a posebno luteina (više od 80%). Prirodna boja lutein je u obliku oleorezina koji se 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 koristi u prehrambenoj industriji (Toplak-Galle, 2009).

Osim cvjetova, jestivi su i listovi nevena. Bogati vitaminima i mineralima, a po sastavu slični maslačku mogu se upotrebljavati svježi, kao dodatak salatama. Zbog ugodnog mirisa i blago paprenog okusa sušeni cvjetovi nevena upotrebljavaju se kao začini različitim jelima kojima daju otmjenu boju kao i drugi skupocjeni začini zbog čega je nazvan sirotinjski šafran.

### 2.5.3. Uporaba nevena u vrtlarstvu i hortikulturi

Neven je biljka karakterističnog mirisa zbog kojeg ima važnu ulogu u vrtovima, osobito onima uzgajanim u skladu s ekološkim načelima. Upravo zbog jakog mirisa koristi se za obranu tla od nematoda. Svojim mirisom privlači nematode bliže svom korijenu te ih odvrćaju od korijenja drugih biljaka. Nematode tada napadaju korijen nevena koji luči otrovne tvari pa se one otuju. Uz to neven je dobar susjed raznim vrtnim biljkama. Tako u kombinaciji sa peršinom u blizini rotkvice, rajčice ili luka pozitivno utječe na njihov rast i razvoj. Osim na nematode, svojim mirisom djeluje i na mnoge insekte kao što je muha cvjetara, mrkvina muha, bijela mušica i druge štetočine. Neovisno o principu uzgoja vrt (ekološki ili konvencionalni) uporaba nevena u zaštiti

bilja puno je bolja opcija od uporabe kemijskih preparata koji truju tlo, a osim štetnih kukaca ubijaju i one korisne.

#### 2.5.4. Uporaba nevena u veterini

Kao i kod čovjeka, neven se upotrebljava za obloge, ispiranje i dezinfekciju rana, uboda, upale kože i druge kožne bolesti i oštećenja kod životinja. Zbog okruženja u kojem žive, ali i čestih lizanja i češkanja kod životinja dolazi do dodatnih infekcija kože i pojave grinja. Za ispiranje rana, ali i kožnih gljivičnih infekcija upotrebljava se čaj od svježih cvjetova. Kao kod ljudi, nevenova mast ili uljni ekstrakti kod životinja liječe sve vrste rana i gnojnih tvorbi (Toplak-Galle, 2009).

## 2.6. Pripravci od nevena

### 2.6.1. Nevenova mast

Priprema nevenove masti vrlo je jednostavan proces u koji su uključeni samo domaći sastojci (slika 6). Ova mast, od davnina je nezamjenjiv dio svakog domaćinstva.

Sastojci:

- 200 g svinjske neslane masti
- 3 šake nevenovog cvijeta
- 40 g pčelinjeg voska
- par kapi ekstra djevičanskog maslinovog ulja
- par kapi eteričnog ulja po želji.

Postupak:

Prvi korak je rastopiti baznu masnoću neovisno o tome koristi li se svinjska mast, kokosovo ulje ili kozji maslac. Mast se rastapa na laganoj vatri u vatrostalnoj posudi, nikako u metalnoj jer se gube svojstva masti. Potrebno je pažljivo zagrijavati mast kako ona ne bi prokuhala. Kada mast pređe u tekući oblik i zagrije se, umiješaju se prethodno oprani, svježi, nasjeckani cvjetovi. Mješavina se lagano miješa narednih 15 minuta na „tihom“ vatri nakon čega se prekrije i ostavi na hladnom preko noći. Sljedeći dan pripravak se zagrijava toliko da pređe u tekuće stanje te se ocijedi kroz gazu. U dobivenu nevenovu mast po želji je moguće dodati par kapi ekstra djevičanskog maslinovog ulja, nerafinirani pčelinji vosak ili par kapi eteričnog ulja (ne dodavati ako će se mast koristiti na osjetljivoj koži ili kod beba). Nakon cijedenja, mast u tekućem obliku prelije se u staklene ili plastične posudice te pohranjuje u hladnjak. Ovako pripremljena mast ima rok trajanja godinu dana.



Slika 6. Nevenova mast

<https://www.krenizdravo.rtl.hr/ljepota/njega-tijela/nevenova-mast-napravite-svoju-od-samo-3-sastojka>

## 2.6.2. Nevenovo ulje

Kao i kod nevenove masti, postupak dobivanja nevenovog ulja, odnosno macerata nevena vrlo je jednostavan, ali ipak dugotrajan proces. Ulje nevena ima snažno protuupalno djelovanje pa je odlično sredstvo za umirivanje kože kod crvenila na koži, akni, ekcema i drugih upalnih procesa (slika 7). Potrebno je nanijeti samo nekoliko kapi jednom ili dva puta dnevno na područje lica i vrata.

Sastojci:

- osušene cvjetove nevena (poželjno organski uzgojene)
- hladno prešano maslinovo, bademovo ulje, ulje avokada ili jojbe

Ukoliko će se ulje primjenjivati na koži, osobito onoj osjetljivijoj preporuča se upotreba nekomedogenih ulja kao što su bademovo ulje i ulje avokada, makadamije ili jojbe jer ona za razliku od maslinovog i kokosovog (komedogena ulja) ne začepuju pore i nema pojave prištića. U svakom slučaju poželjno je koristiti što kvalitetnije ulje za maceriranje cvjetova.

Postupak:

Čista staklena tegla rahlo se napuni sušenim cvjetovima nevena do vrha tegle. Nakon toga cvjetove je potrebno preliti odabranim uljem te malo promiješati. Tegla se zatvori te ostavi na toplom mjestu, na primjer, prozorskoj dasci. Preporuča se teglu pokriti papirnatom vrećicom kako sunčeva svjetlost ne bi negativno utjecala na ulje. Svakih nekoliko dana potrebno je protresti teglu. Proces maceracije traje 4-6 tjedana. Nakon što se ulje izmaceriralo potrebno ga je procijediti kroz nekoliko puta presavijenu gazu ili gusto sito te ga pohraniti u boce od tamnog stakla.



Slika 7. Macerat nevenovih cvjetova

<https://prirodna.hr/macerat-od-nevenovih-latica>

### 2.6.3. Čaj od nevenovih cvjetova

Kao i drugi pripravci tako i čaj od nevenovih cvjetova nije zahtjevan za pripremu (slika 8).

Sastojci :

- 1-2 čajne žličice osušenih ili svježih cvjetova nevena
- 1 šalica vruće vode

Postupak :

Zagrijanom vodom prelije se 1-2 čajne žličice nevenovih cvjetova. Nakon toga ostavi ih se 10-15 minuta pa se čaj procijedi kroz sito.



Slika 8. Sušeni cvjetovi nevena (sirovina za pripremu čaja)

<https://pampatea.com/proizvod/neven-caj-35g/>

Ovisno o tegobama piju se 3-4 šalice čaja dnevno. Vrlo je djelotvoran za ublažavanje menstrualnih bolova ali i za reguliranje menstrualnog ciklusa. Oblozima od mlakog čaja ispire se lice i oči, a koriste se i za previjanje rana.

### 2.6.4. Tinktura od nevena

Tinkture su tekući, alkoholni ekstrakti ljekovitog bilja.

Sastojci:



- šaka cvjetova nevena
- 1l rakije

Postupak:

Puna šaka cvjetova nevena prelije se jednom litrom rakije te se ostavi 14 dana na toplom mjestu (oko 20 °C) te se nakon toga procijedi.

Tinkture nevena koriste se tako što se njima namoče oblozi za rane, otekline, podljeve, nagnječnja, modrica, itd (slika 9).



Slika 9. Tinktura nevena

<https://hr.maryinstead.org/publication/128658/>

### 3. Obnovljivi izvori energije

Prema Zakonu Republike Hrvatske (NN 100/2015), obnovljivi izvori energije definiraju se kao: „Izvori energije koji su sačuvani u prirodi i obnavljaju se u cijelosti ili djelomično, posebno energija vodotoka, vjetra, neakumulirana sunčeva energija, biodizel, biomasa, bioplina, geotermalna energija itd.“. Obnovljivi izvori energije dijele se na energiju vjetra, energiju sunca, hidroenergiju, geotermalnu energiju, energiju biomase te nespecificirane i ostale obnovljive izvore energije. Pod neobnovljive izvore energije uvrštavaju se prirodni izvori koji nastaju dugotrajnim procesima, a ne mogu se obnavljati dovoljnom brzinom u odnosu na koju ih čovjek koristi. Ovdje ubrajamo: fosilna goriva - nafta, ugljen, zemni plin i uljni škriljevci. Neobnovljive prirodne resurse nije moguće koristiti na održiv način i njihovu eksploataciju je nužno smanjiti ili potpuno obustaviti (Jelčić, 2016).

Korištenje biomase kao obnovljivog izvora energije nije samo zahtjev EU, nego i ekonomski opravdan način ulaganja u proizvodnju električne i toplinske energije (Raguzin, 2011.). Biomasa je najvažniji obnovljivi izvor energije u Europskoj uniji s najvećim udjelom proizvodnje i potrošnje toplinske energije, zauzimajući 46% (41% za grijanje i hlađenje, 5% za električnu energiju) od ukupne proizvodnje obnovljivih izvora energije (Jelčić, 2016).

Povećanje korištenja biomase i ostalih obnovljivih izvora energije ima mnoge pozitivne učinke, a neki od njih su:

- smanjenje emisije stakleničkih plinova te troškova proizišlih iz globalnih i lokalnih učinaka onečišćenja,
- smanjenje onečišćenja koje utječe na zdravlje ljudi iz konvencionalnih postrojenja za proizvodnju električne energije i pripadnih troškova liječenja,
- povećanje prihoda lokalnih zajednica kroz lokalno zapošljavanje i izgradnju infrastrukture,
- povećanje sigurnosti opskrbe kroz diversifikaciju izvora i proizvodnih lokacija,
- poštovanje međunarodnih obveza i sporazuma.

Europska unija donosi nove ciljeve za razdoblje do 2030. godine, a to su smanjenje emisije stakleničkih plinova za najmanje 40% u odnosu na 1990. godinu, najmanje 27% ukupne potrošnje energije iz obnovljivih izvora u EU te povećanje energetske učinkovitosti za najmanje 27%. Do 2050. godine, cilj je smanjenje ukupne emisije stakleničkih plinova za najmanje 80% (Jelčić, 2016). Strategija energetske razvoja Republike Hrvatske navodi obvezatni cilj korištenja energije iz obnovljivih izvora energije u Republici Hrvatskoj u 2020. godini, a određuje se kao minimalni udjel energije iz obnovljivih izvora energije u ukupnoj neposrednoj potrošnji energije, koji izražen u postotku iznosi 20% (NN 100/2015) (Budimir, 2018).

### **3.1. Biomasa**

Izvori biomase obilni su diljem svijeta, a jedan od njih je poljoprivreda. Poljoprivreda je jedna od važnijih gospodarskih grana u Europskoj uniji i Hrvatskoj, a dobro gospodarenje poljoprivredom, a time i poljoprivrednom biomasom od strateške je važnosti (Krička i sur., 2017; Matin i sur., 2020). Iako je poljoprivreda veliki potrošač energije, korištenjem ostataka proizvodnje može biti i veliki proizvođač s obzirom na to da svake godine ostanu velike količine neiskorištene biomase koja bi se mogla upotrijebiti u energetske svrhe. Postoje velike mogućnosti iskorištenja poljoprivredne biomase, kao što su proizvodnja humusa (zaoravanjem), stajnjaka, hrane za životinje, transportnih goriva te toplinske i/ili električne energije (Brkić, 2007).

U pravilu biomasa je najsloženiji oblik obnovljivih izvora energije. Osim što obuhvaća vrlo široku sirovinsku osnovu, iz iste biomase mogu se proizvesti različiti oblici korisne energije ovisno o tehnologiji pretvorbe. Također, mogu se proizvesti sva tri oblika korisne energije, a nalazi se u sva tri agregatna stanja. Jedna od prednosti korištenja biomase u odnosu na druge izvore energije je što se mjesto korištenja energije iz biomase može odvojiti od mjesta nastanka biomase (Matin i sur., 2019).

Pretvorba biomase u energiju obuhvaća širok spektar različitih izvora i vrsta biomase, mogućnosti pretvorbe, načine upotrebe te tehnološke mogućnosti. U svakom slučaju potrebno je obaviti žetvu i/ili prikupljanje, transport i eventualno skladištenje prije biranja same tehnologije pretvorbe. Biomasu je moguće pretvoriti u energiju različitim procesima ovisno o vrsti i kvaliteti sirovine; željenom obliku energije; načinu upotrebe, okolišnim normama, ekonomskim mogućnostima i drugim (Kontek, 2016).

### **3.2. Bioplin**

Uz sva poznata zagađenja okoliša iz raznih industrija, veliki zagađivač je i poljoprivreda. Ona značajno doprinosi emisiji stakleničkih plinova. Od ukupne emisije stakleničkih plinova 10 % dolazi od metana i dušikovog dioksida proizvedenih upravo u poljoprivredi. Oko 49% metana i 63% dušikovog dioksida potječe iz poljoprivredne proizvodnje. Korištenjem obnovljivih izvora energije smanjuje se emisija stakleničkih plinova. Jedan od oblika obnovljive energije je i bioplin za čiju se proizvodnju koristi poljoprivredna biomasa. Uz samu proizvodnju bioplina dodatna prednost je i smanjenje biootpada. Po definiciji (Direktiva 2003/30EC-članak 2), bioplin je plinsko gorivo koje se proizvodi od biomase i/ili od biorazgradivog dijela otpada, koji se mogu pročistiti do kvalitete prirodnog plina, da bi se koristili kao biogorivo ili generatorski plin. Proizvodnjom bioplina dosežu se visoki prinosi energije po hektaru, a istodobno se smanjuje emisija stakleničkih plinova.

Bioplin se koristi kao gorivo u kogeneracijskim postrojenjima ili pak kao zamjena za zemni plin metan. Osim bioplina koji je u plinovitom stanju, postoje i biogoriva u čvrstom i tekućem obliku. U čvrsta biogoriva spadaju sječka, briket i pelet, a u tekuća bioetanol koji služi kao zamjena ili dodatak benzinu u benzinskim motorima i biodizel koji služi kao zamjena ili dodatak mineralnom gorivu u dizelskim motorima. Biogoriva su najvrjedniji oblik obnovljivih izvora energije. Oko 84% ukupnih obnovljivih izvora dolazi iz biomase šumskog i poljoprivrednog porijekla (Krička i sur., 2009).

### 3.2.1. Sastav bioplina

Sastav bioplina kao i njegova ogrjevna vrijednost ovise o biomasi korištenoj za proizvodnju, odnosno sastavu tvari iz kojih se dobiva bioplin. Volumni udio metana ( $\text{CH}_4$ ) i ugljičnog dioksida ( $\text{CO}_2$ ) u bioplinu prelazi 90%. U sastav ulaze još i dušik ( $\text{N}_2$ ), kisik ( $\text{O}_2$ ) i voda ( $\text{H}_2\text{O}$ ) te u tragovima plinovi kao što su sumporovodik ( $\text{H}_2\text{S}$ ) ili amonijak ( $\text{NH}_3$ ).

### 3.2.2. Proces nastanka bioplina

Ključni kemijski proces u proizvodnji bioplina je fermentacija koju provode određene vrste bakterija. Za mogućnost dobivanja plina sa svojstvima sličnim zemnom plinu pomoću anaerobne fermentacije znalo se još u 18. stoljeću. Mikroorganizmi koje sudjeluju u fermentaciji su metanogene bakterije i pripadaju rodovima *Clostridium*, *Methanobacterium* i *Methanosarcina*. One zajednički razgrađuju biomasu u anaerobnim uvjetima čime nastaje bioplin.

Proces se odvija u 4 stupnja:

1. hidroliza: odvija se pomoću hidrolitičkih i fermentativnih bakterija. One ugljikohidrate, bjelančevine i masti razgrađuju do šećera, aminokiselina i masnih kiselina.
2. acidogeneza: šećeri, aminokiseline i masne kiseline razgrađuju se pomoću acidogenih bakterija do hlapivih masnih kiselina, alkohola, vodika ( $\text{H}_2$ ), amonijaka ( $\text{NH}_3$ ) i ugljikovog dioksida ( $\text{CO}_2$ ).
3. acetogeneza: produkti acidogeneze (2) razgrađuju se u octenu kiselinu, vodik i ugljikov dioksid, pomoću acetogenih bakterija.
4. aetanogeneza: (na posljetku) metanogene bakterija razgrađuju nastale produkte u metan i ugljikov dioksid, tj. nastaje bioplin.

### 3.2.3. Mogućnost korištenja bioplina

Bioplin se može koristiti za proizvodnju toplinske energije u ložištu kotla. Ipak, najučinkovitiji oblik iskorištavanja bioplina izvodi se u kogeneracijskim postrojenjima gdje se koristi za proizvodnju električne i toplinske energije istodobno. Ondje se može postići iskoristivost i do 90%. Otprilike jedna trećina utroši se za proizvodnju električne,

a ostatak na proizvodnju toplinske energije. Na ovaj način smanjuje se potrošnja goriva za 30 % u odnosu na potrošnju u odvojenoj proizvodnji. Kogeneracijska postrojenja primjenjuju se u sustavima gdje se odvedena toplina koristi za proizvodnju pare ili vruće vode kojima se griju zatvoreni bazeni, sportski centri, bolnice, škole, stambena naselja, staklenici i drugi, ili za proizvodnju ohlađene vode koja se koristi u procesu hlađenja pomoću apsorpcijskih hladnjaka. Treća opcija je proizvodnja pare i topline potrebne za tehnološke procese u procesu sušenja.

Korištenje kogeneracijskih postrojenja u proizvodnji električne i toplinske energije doprinijelo bi očuvanju okoliša, ali i ekonomije. Tako bi se umanjila energetska ovisnost o drugim državama, povećala bi se zaposlenost te bi Republika Hrvatska ispunila dio obvezi prema Europskoj uniji tako što bi zamijenila konvencionalna goriva s obnovljivim gorivima.

#### 3.2.4. Sirovine za proizvodnju bioplina

Sirovine za proizvodnju bioplina mogu biti različitog porijekla. Neovisno o tome koriste li se kao biomasa otpadne vode, životinjski ili ljudski izmet, različite vrste energetskih usjeva ili biootpad različitog porijekla, supstrat za proizvodnju plina mora zadovoljavati nekoliko parametara. Prvi je da zadovolji kemijski sastav koji omogućava efikasnu i ekonomičnu proizvodnju te da ne sadrži tvari koje djeluju toksično ili nepovoljno na proces fermentacije. Važno je i da je sirovina dostatna u odgovarajućim količinama tokom cijele godine.

## 4. Materijali i metode

### 4.1. Materijali

U svrhu ovog istraživanja korišteni su cvatovi, stabljika i lišće nevena (*Calendula officinalis*) žutog i narančastog obojenja. Biljke su uzgajane u Hrvatskoj u vanjskoj proizvodnji. Kako bi se obuhvatile prosječne karakteristike populacije nije provedena selekcija na veličinu cvata ili visinu biljke.

#### 4.1.1. 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. Najbolje prinose imati će na sunčanim staništima. Iako se ne prakticira u našim krajevima, moguć je uzgoj u stakleniku od prosinca (slika 10).



Slika 10. Žuti neven

Snimila: Marta Akmadžić

#### 4.1.2. 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. Kao i žuti neven i ovaj najbolje uspijeva na sunčanim gredicama (slika 11).



Slika 11. Narančasti neveni

Snimila: Marta Akmadžić

## 4.2. Metode

### 4.2.1. Priprema nevenove masti

Priprema nevenove masti vrlo je jednostavan proces koji je obavljen u laboratoriju te je izvršen u nekoliko koraka:

1. oprane i nasjeckane su 3 šake nevenovih „latica“;
2. rastopljeno je 200 g bazne masnoće u vatrostalnoj posudi. U ovom slučaju korištena je domaća svinjska mast. Masnoća je otapana do prelaska u tekuće stanje;
3. u otopljenu masnoću dodane su „latice „ nevena;
4. mješavina je kuhana 15 min na laganoj vatri uz stalno miješanje;
5. mješavina je prekrivena kuhinjskom krpom i ostavljena preko noći;
6. sljedeći dan mješavina je ponovno zagrijana do tekućeg stanja kako bi prešla u tekuće stanje;
7. otopljena mješavina procijeđena je kroz gazu.;
8. u mješavinu je dodano par kapi eteričnog ulja limuna i ružmarina.;
9. procijeđena otopina raspoređena je u plastične kutijice te pohranjena u hladnjak (slika 12).



Slika 12 Nevenova mast

Snimila: Marta Akmadžić

#### 4.2.2. Provođenje analiza

Sve analize provedene su na Sveučilištu u Zagrebu Agronomskom fakultetu u Laboratoriju Zavoda za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport. Analize su rađene na svježim, a zatim na osušanim uzorcima oba obojenja nevena. Sušenje je provedeno u dehidratoru na temperaturi od 40°C s odležavanjem radi uravnoteženja vlage. Istraživanje je započelo vaganjem mase cijele biljke (bez korijena), mase cvatova i pupoljaka, mase stabljike i mase listova te mjerenjem dužine stabljike, a sve u svrhu utvrđivanja količine ostataka koji ostaju kao otpad nakon korištenja cvata.

Od kvalitativnih metoda utvrđen je sadržaj vlage u cvatovima, a na stabljici i listovima određen je sadržaj vode, pepela, koksa, fiksnog ugljika i hlapivih tvari. Također je određena i gornja i donja ogrjevna vrijednost te sadržaj C, H, N i S stabljike i listova oba obojenja nevena.

#### 4.2.3. Određivanje prosječne duljine i mase biljaka

Određivanje prosječne duljine i mase biljaka odrađeno je u svrhu utvrđivanja ostataka koji ostaju nakon upotrebe cvata nevena u različite kozmetičke, ljekovite ili prehrambene svrhe, a najčešće se tretiraju kao otpad.

Prvi korak u ovome istraživanju bilo je mjerenje duljine cijele biljke (bez korijena) te određivanje prosječne duljine biljaka.

Drugi korak ovog istraživanja bilo je određivanje prosječne mase biljaka te njenih zasebnih dijelova (slika 13). Najprije je odvagana prosječna masa 30 cijelih biljaka (bez korijena). Nakon toga uklonjeni su cvatovi i pupoljci te određene njihove prosječne mase te njihov prosječan broj na jednoj biljci kao i prosječna masa stabljika. Sljedeći



korak bilo je uklanjanje listova te određivanje zasebno prosječne mase i broja svih listova na jednoj biljci te prosječne mase same stabljike.



Slika 13. Zasebno vaganje lišća i stabljika

Snimila: Marta Akmadžić

#### 4.2.4. Sušenje uzoraka

Za potrebe daljnjih analiza provedena je termička dorada sušenja na temperaturi od 40 °C na polovici stabljika i lišća kako žuto tako i narančasto obojenih nevena. Sušenje je provedeno u dehidratoru (Excalibur dehydrator 4926T, USA) (slika 14).



Slika 14. Dehidrator

<https://www.amazon.com/Excalibur-2900ECB-Dehydrator-Adjustable-Temperature/dp/B001NZPP6U>

#### 4.2.5. Određivanje sadržaja vlage

Određivanje sadržaja vlage provodilo se prema protokolu (HRN ISO 6540:2002) u laboratorijskoj sušnici (INKO ST – 40, Hrvatska) s mogućnošću regulacije temperature od 40 do 240 °C (slika 15).

Određen je sadržaj vlage kod svježih uzoraka (latice, stabljika i lišće) te sadržaj vlage na osušenim uzorcima (stabljike i lišće).

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

$$W_1 = \frac{B - C * 100}{B - A}$$

Gdje je:

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 15. Laboratorijska sušnica

Snimila: Marta Akmadžić

#### 4.2.6. Određivanje sadržaja pepela

Određivanje sadržaja pepela provodilo se prema protokolu (HRN ISO 2171:1999) u mufolnoj pećnici Neberthem B170 (Lilienthal, Njemačka) na visokim temperaturama od 500-600°C, ovisno o uzorku, u trajanju od 5-6 sati. Tijekom procesa sagorijevanja uzoraka, u posudicama je ostao pepeo (mineralna tvar), zatim se posudice vade iz pećnice i hlade u eksikatoru, kada se ohlade, ponovno se važu (slika 16).



Slika 16. Mufolna peć

Slikala: Marta Akmadžić

#### 4.2.7. Određivanje sadržaja koksa, fiksiranog ugljika te hlapivih tvari

Kao i određivanje sadržaja pepela, analiza sadržaja koksa odvija se u mufolnoj peći (Naberthem Controller B170, Njemačka) po standardnoj metodi za određivanje koksa (CEN/TS 15148:2009).

Ukupni sadržaj fiksnog ugljika određuje se računski (CEN/TS 15148:2009). Fiksnim ugljikom smatra se čvrsta frakcija koja ostaje nakon isparavanja hlapivih tvari. Njegova glavna komponenta je ugljik, ali sadrži i određene količine vodika, sumpora i dušika.

Sadržaj hlapivih tvari određuje se računski (CEN/TS 15148:2009). Ovaj pojam odnosi se na dio uzorka koji se oslobađa pri visokim temperaturama, uključujući i vodenu paru. Biomasa općenito ima vrlo visoki sadržaj hlapivih tvari, s vrijednostima oko 75%, ali one mogu narasti do 90%, ovisno o uzorku (Khan i sur., 2009).

#### 4.2.8. Određivanje gornje i donje ogrjevne vrijednosti

Gornja ogrjevna vrijednost određuje se eksperimentalnim postupkom koji se naziva kalorimetrija pomoću standardne ISO (HRN EN 14918:2010) metode u adijabatskom kalorimetru (IKA C200 Analysentechnik GmbH, Njemačka) (slika 18).

Kalorimetar s kalorimetrijskom bombom (slika 17) je tip kalorimetra za mjerenje pri konstantnom volumenu koji se koristi za mjerenje topline izgaranjem uzorka u čistom kisiku. Sastoji se od hermetički zatvorene čelične bombe uronjene u vodu. Izvagana količina tvari koja se ispituje spali se u bombi pod visokim tlakom u prisutnosti kisika, a razvijena toplina pokazuje toplinsku vrijednost.



Slika 17. Kalorimetar

Slikala: Marta Akmadžić

#### 4.2.9. Određivanje sadržaja C, H, N i S

Određivanje ukupnog dušika, ugljika, sumpora i vodika provedeno je na Vario, Macro CHNS analizatoru (Elementar Analysensysteme GmbH, Njemačka) metodom suhog spaljivanja (slika 18). Analize su provedene prema protokolima za ugljik, vodik i dušik (HRN EN 15104:2011) te sumpor (HRN EN 15289:2011).



Slika 18. C,H,N,S analizator

Slikala: Marta Akmadžić

## 5. Rezultati i rasprava

### 5.1. Rezultati određivanja prosječnih masa

Prije svih analiza izvagana je masa cijele biljke, masa stabljike, masa listova i masa cvatova i pupoljaka, te je određena dužina stabljike. Masa je odvagana pomoću digitalne vage Sartorius GM 1502. U tablici 1 prikazana je prosječna vrijednost narančasto obojenih nevena, a u tablici 2 žuto obojenih nevena u svežem uzorku

Tablica 1. Prosječne mase narančasto obojenih nevena

	Masa (g)
Cijela biljka	62,87±6,34
Stabljika	32,17±5,56
Listovi	23,82±5,76
Cvatovi	5,91±4,17
Pupoljci	0,97±1,03

Tablica 2. Prosječne mase žutog obojenih nevena

	Masa (g)
Cijela biljka	48,06±7,03
Stabljika	25,75±4,95
Listovi	18,03±3,26
Cvatovi	3,46±4,32
pupoljci	0,82±1,43

Mjerenje je izvršeno na 50 biljaka žutog te 50 biljaka narančastog nevena u svrhu određivanja postotka koji se nakon korištenja određenih dijelova biljke (cvata i pupoljaka) u industrijske svrhe tretira kao otpad. Usporedbom prosječnih masa narančasto i žuto obojenih nevena uz to da je u obzir uzeta i standardna devijacija vidljivo je da narančasto obojen neven ima veću masu. Kod narančasto obojenih biljaka, 85% biljke postaje biomasa (stabljika - 51%, listovi - 34%). Kod žuto obojenih biljaka ne iskoristi se čak 90% biljke (stabljika - 53%, listovi - 37%). Za potrebe proizvodnje silaže kao sirovine za proizvodnju bioplina iskorištava se veći postotak žuto obojenih nego narančasto obojenih nevena (slika 19).



Slika 19 Žuto obojeni neveni

Snimila: Marta Akmadžić

## 5.2. Rezultati određivanja sadržaja vlage

Proces sušenja oba obojenja provodio se na temperaturi 40°C u dehidratoru. Nadalje, sadržaj vlage je određen i na svježim uzorcima u laboratorijskoj sušnici.

U tablici 3 prikazan je sadržaj vlage određen na svježim i osušanim uzorcima listova i stabljika narančasto obojenih nevena, dok su u tablici 4 prikazani rezultati žuto obojenih nevena.

Tablica 3. Prosječni sadržaj vlage narančasto obojenih nevena

	Vlaga (%), svježi uzorci	Vlaga (%), osušeni uzorci
List	92,04±0,12	12,57±0,28
Stabljika	90,70±3,22	10,64±0,98

Tablica 4. Prosječni sadržaj vlage žuto obojenih nevena

	Vlaga (%), svježi uzorci	Vlaga (%), osušeni uzorci
List	91,96±0,28	11,12±1,02
Stabljika	90,32±2,19	10,97±0,78

Analizom sadržaja vlage u svježim i suhim uzorcima listova narančasto obojenih nevena dobiveni su rezultati koji iznose: 92,04% (list- svježi uzorci), 90,70% (stabljika- svježi uzorci), 12,57% (list- osušeni uzorci), 10,64% (stabljika-osušeni uzorci). Sadržaj vode kod žuto obojenih nevena iznosi: 91,96% (list- svježi uzorci), 90,32% (stabljika- svježi uzorci), 11,12% (list-osušeni uzorci), 10,97% (stabljika-osušeni uzorci).

Usporedbom rezultata uz standardnu devijaciju vidljivo je da sadržaj vlage je nešto niži kod žuto obojenih nevena.

Prema dobivenim rezultatima vidljivo je da sadržaj vlage u svježim uzorcima premašuje željene vrijednosti te ne pogoduje proizvodnji biogoriva dok su rezultati dobiveni analizom suhih uzoraka u okviru željenih vrijednosti. Vлага 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. Svježe sakupljena biomasa, drvena i zeljasta, obično ima sadržaj vlage od 40% do 65%, ostaci poljoprivrednih usjeva (kukuruz, slama, itd.) koji su bili izloženi sušenju na zraku obično imaju 15% ili manje (Ross i sur., 2008.).

### 5.3. Rezultati određivanja sadržaja pepela, koksa, fiksiranog ugljika i hlapivih tvari

U tablici 5 prikazan je sadržaj pepela, koksa, fiksiranog ugljika i hlapive tvari u prirodnom uzorku i nakon sušenja narančasto obojenih nevena dok je u tablici 6 prikazan sadržaj pepela, koksa, fiksiranog ugljika i hlapive tvari u prirodnom uzorku i nakon sušenja žuto obojenih nevena.

Tablica 5. Prosječni sadržaj pepela, koksa, fiksiranog ugljika i hlapive tvari narančasto obojenih nevena

	Pepeo (%)	Koks (%)	Fiksirani ugljik (%)	Hlapive tvari (%)
List (svježi uzorak)	1,57±0,12	1,46±0,07	0,11±0,07	6,50±0,07
Stabljika (svježi uzorak)	1,15±0,02	1,23±0,03	0,08±0,03	8,07±0,03
List (osušeni uzorak)	20,43±1,92	22,12±0,98	1,71±0,98	65,31±0,98
Stabljika (osušeni uzorak)	12,84±0,61	20,35±0,92	5,51±0,92	69,1±0,92



Tablica 6. Prosječni sadržaj pepela, koksa, fiksiranog ugljika i hlapive tvari žuto obojenih nevena

	Pepeo (%)	Koks (%)	Fiksni C (%)	Hlapive tvari (%)
List (svježi uzorak)	1,46±0,08	1,39±0,12	0,01±0,12	5,98±0,12
Stabljika (svježi uzorak)	1,12±0,11	1,22±0,04	0,09±0,04	8,02±0,04
List (suhi uzorak)	18,35±1,04	21,95±0,21	1,54±0,21	64,95±0,21
Stabljika (suhi uzorak)	11,96±1,22	20,12±0,57	7,24±,5,57	67,39±0,57

Pepeo je anorganski ostatak nakon izgaranja fiksiranog ugljika, te zajedno sa sadržajem fiksiranog ugljika predstavlja kruti ostatak nakon gorenja. Određivanjem sadržaja pepela u uzorcima narančasto obojenih nevena dobivene su vrijednosti od 1,57% (list-svježi uzorci) te 1,15% (stabljika-svježi uzorci). Vrijednosti za pepeo kod žuto obojenih nevena iznose: 1,46% (list-svježi uzorci) i 1,12% (stabljika svježi-uzorci). Nakon sušenja sadržaj pepela je znatno narastao, naročito u listovima. Prema rezultatima dobivenim standardnom devijacijom u ovome istraživanju viši sadržaj pepela dobiven je u narančasto obojenim nevenima. Visoki udio pepela u suhim uzorcima čini ovaj oblik lista i stabljike nevena nepogodnim za korištenje u proizvodnji biogoriva. Pepeo je nepoželjan u gorivu jer smanjuje njegovu toplinsku vrijednost, povećava troškove transporta goriva i u neposrednoj okolini velikih potrošača može predstavljati ekološki problem zbog nagomilavanja većih količina (Šilić i sur., 2012).

Dobiveni rezultati istraživanja su suglasju sa istraživanjem Matin 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 sušenim uzorcima listova lizijantusa 18,50% te stabljike oko 8%. Ovi rezultati mogu se usporediti sa rezultatima dobivenim istraživanjem invazivne vrste cigansko perje prema kojima se udio pepela kreće u rasponu od 4,71 do 7,29% (Bukarica, 2018). Kod analize voćarskih kultura dobiveni rezultati kreću se u rasponu od 2,74% za maslinu do 7,85% za smokvu (Bilandžija i sur., 2017). McKendry, (2002) navodi da je udio pepela kod vrste *Mischantus x giganteus* 2,8%. Antonović i sur., (2017) navode da je udio pepela kod kukuruza 7,84%, pšenice 4,48%, ječma 4,58%, zobi 4,30%, pšenoraži 7,88%, uljane repice 2,88%, te suncokreta 3,54%. Prema Grubor i sur., (2015) sadržaj slame žitarica kreću se u granicama od 2,54 do 9,04%.

Pepeo se taloži na kotlovskim cijevima te smanjuje prijenos topline. Varijabilnost udjela pepela u biomasi pod utjecajem je različitog sastava hranjivih mineralnih tvari u tlu od kojih se pepeo i sastoji (Si, Al, Ti, Fe, Ca, Mg, K, S i P) te klimatskim uvjetima (kulture semiaridnih i aridnih područja sadrže veću koncentraciju silicija i aluminijska,

osnovnih komponenata pepela). Udio pepela također ovisi i o vrsti biljke, dijelu same biljke, dostupnosti hraniva, kvaliteti tla i gnojdbi (Kontek, 2016). Količina pepela ovisi o tipu biomase, a njegov sadržaj u biomasi poljoprivrednih kultura je veći od onog u drvnjoj biomasi, kao konvencionalnoj sirovini za izravno sagorijevanje. Prema Francescato i sur., (2008), sadržaj pepela u poljoprivrednoj biomasi kreće se od 2 % do 25 %.

Sadržaj koksa predstavlja ostatak suhe destilacije, te što je njegov udio viši, gorivo je kvalitetnije. Utjecajem standardne devijacije dobiveni prosječni sadržaj koksa kod narančasto obojenih nevena iznosi: 1,46% (list-svježi uzorci), 1,23% (stabljika-svježi uzorci), dok nakon sušenja sadržaj koksa raste i iznosi 22,12% u listu te 20,35% u stabljici. Kod žuto obojenih nevena sadržaj je nešto manji te iznosi 1,39% (list-svježi uzorci), 1,22% (stabljika-svježi uzorci), a kao i kod prethodnog obojenja sadržaj koksa raste nakon sušenja i iznosi 21,95% (list) te 20,12% (stabljika).

Jurišić i sur., (2016) navode sadržaj koksa u košticama višnje i trešnje oko 16%. Također slični rezultati su i kod voćarskih kultura (Bilandžija i sur., 2017) gdje je najmanja vrijednost kod masline 9,54%, a najviša kod smokve 16,38%. Prema Grubor i sur., (2015) vrijednost koksa za slamu žitarica iznosi od 15% kod slame zobi do 35% kod slame tritikala. Sadržaj koksa u biomasi ciganskog perja kretao se od 16,20 do 25,16% (Bukarica, 2018).

Usporedbom rezultata dobivenih analizom biomase listova i stabljike nevena sa navedenim kulturama možemo utvrditi da je sa aspekta koksa kvalitetniju sirovinu za proizvodnju biogoriva predstavljaju sušeni uzorci oba obojenja dok nema značajne razlike u sadržaju narančasto i žuto obojenih nevena.

Sadržaj fiksiranog ugljika predstavlja, uz pepeo, kruti ostatak nakon gorenja odnosno ispuštanja hlapivih tvari (Jurišić i sur., 2016). Povećanjem fiksiranog ugljika (Cfix) povećava se ogrjevna vrijednost, čime se poboljšava kvaliteta biomase. Biomasa općenito sadrži manje fiksiranog ugljika, pri čemu je prihvatljiva razina do 20% (Bukarica, 2018). Prema Jarihul i sur., (2012) veći sadržaj fiksiranog ugljika u biomasi pridonosi dobivanju većeg udjela biougljena u odnosu na biouglje i sintetski plin.

Prema analizi biomase nevena standardnom devijacijom dobiveni su prosječni udjeli fiksiranog ugljika kod narančasto obojenog nevena: 0,11% (list-svježi uzorak), 0,08% (stabljika-svježi uzorak), a nakon sušenja raste i iznosi 1,69% za list i 5,51% za stabljiku. Analizom biomase uzoraka žuto obojenih nevena dobiveni su prosječni udjeli od 0,01% (list-svježi uzorak), 0,1% (stabljika-svježi uzorak), 1,54% (list-osušeni uzorak) i 7,24% (stabljika-osušeni uzorak). Prema Jurišić i sur. (2016) vrijednosti fiksiranog ugljika za koštice višnje i trešnje iznose oko 15%. Vrijednosti fiksiranog ugljika u slami žitarica kreću se od oko 5 (slama zobi) do 13% (ostale slame) (Grubor i sur., 2015). Vrijednosti fiksiranog ugljika kod ciganskog perja iznose od 4,7 do 10,02% (Bukarica, 2018). Vrijednosti kod voćarskih kultura iznose od 5,94% za maslinu do

9,95% za badem (Bilandžija i sur., 2017). McKendry (2002) navodi da za slamu žitarica sadržaj fiksiranog ugljika iznosi 10,7%, te za *Miscanthus* 15,9%. Usporedbom analiza nevena sa različitim kulturama može se utvrditi da sa aspekta fiksiranog ugljika jedino stabljika nevena u sušenom obliku predstavlja odgovarajuću sirovinu za proizvodnju biomase. Nema značajnih razlika s aspekta različitih obojenja nevena.

Tijekom procesa gorenja, biomasa se razgrađuje na hlapive plinove i kruti ostatak. Za biomasu je tipično da ima visok sadržaj hlapivih tvari, do 80% (Jurišić i sur., 2016). Pri previsokoj koncentraciji hlapivih tvari, biomasa je izuzetno lako zapaljiva već i pri nižim temperaturama za razliku od fosilnih goriva, ali je to nepoželjno svojstvo zbog naglog oslobađanja energije pri nižim temperaturama pa takva goriva imaju nižu energetska vrijednost (Kontek, 2016). Očekivani raspon hlapivih tvari za biomasu je od 65 do 85%. Goriva koja imaju visoki sadržaj hlapivih tvari imaju manju energetska vrijednost (Jurišić i sur., 2016).

Provedenim analizama biomase narančasto obojenih nevena dobiveni su rezultati za hlapive tvari u iznosu od: 6,50% (list-svježi uzorci), 8,07% (stabljika-svježi uzorci), 65,31% (list-suhi uzorci), 69% (stabljika-suhi uzorci). Analizom biomase žuto obojenih nevena dobiveni su prosječni udjeli od: 5,98% (list-svježi uzorci), 8,02% (stabljika- svježi uzorci), 64,95% (list-suhi uzorci), 67,39% (stabljika-suhi uzorci). Prema Bilandžija i sur. (2017) vrijednosti hlapivih tvari za voćarske kulture su od 77,19% za badem do 82,26% za maslinu. Vrijednosti za koštice višnje i trešnje se kreću između 67,47% i 74,25% (Jurišić i sur., 2016). Prema Grubor i sur., (2015) hlapive tvari za slamu tritikale iznose 34,62%. Sadržaj hlapivih tvari kod ciganskog perja kreće se od 61 do 71,41% (Bukarica, 2018). Prema Vassilev i sur., (2010) drvena biomasa ima 84,1% hlapivih tvari, dok prema McKendry (2002) drvena biomasa ima 82% hlapivih tvari. Također, prema McKendry slama pšenice sadrži 59% hlapivih tvari, a slama ječma 46%. Usporedbom dobivenih vrijednosti hlapivih tvari kod listova i stabljike nevena sa drugim kulturama vidljivo je da osušeni uzorci imaju visoki sadržaj hlapivih pogodnih za proizvodnju biogoriva, a razlika između narančasto i žuto obojenih nevena beznačajna je.

## 5.4. Rezultati određivanja gornje i donje ogrjevne vrijednosti

U tablicama 7 i 8 prikazana ogrjevna vrijednost listova i stabljike narančasto, odnosno žuto obojenih nevena u svježem uzorku.

Tablica 8. Gornja HHV i donja LHV ogrjevna vrijednost lista i stabljike kod narančasto obojenih nevena

	HHV MJ/kg	LHV MJ/kg
List	14,64±0,02	13,48±0,08
Stabljika	14,61±0,16	13,45±0,11

HHV-gornja ogrjevna vrijednost LHV – donja ogrjeva vrijednost

Tablica 8. Gornja HHV i donja LHV ogrjevna vrijednost lista i stabljike kod žuto obojenih nevena

	HHV MJ/kg	LHV MJ/kg
List	14,59±0,05	13,47±0,08
Stabljika	14,60±0,12	13,45±0,09

HHV-gornja ogrjevna vrijednost LHV – donja ogrjeva vrijednost

Kalorimetrija je postupak kojim se mjeri količina toplinske energije koja se veže ili oslobađa pri nekom fizikalnom ili kemijskom procesu, služi za određivanje ogrjevne vrijednosti goriva i hrane. Toplina koja se oslobađa pri izgaranju goriva s kisikom pri standardnim uvjetima predstavlja ogrjevnu vrijednost što je najznačajnija značajka svakog goriva. Određuje se mjerenjem u kalorimetru, pri čemu zrak i gorivo moraju doći u prostor za izgaranje s istom temperaturom, a nastali produkti izgaranja moraju biti ohlađeni na istu temperaturu. Gornja ogrjevna vrijednost je ukupna energija koja se dobiva izgaranjem goriva, tj. predstavlja najveću količinu energije koja se može dobiti izgaranjem goriva (McKendry, 2002).

Prosječni rezultati svježeg uzorka dobiveni analizom gornje ogrjevne vrijednosti HHV narančasto obojenog nevena iznose: 14,64MJ/kg (list), 14,61 MJ/kg (stabljika). Gornja ogrjevna vrijednost kod žuto obojenih nevena iznosi: 14,59 MJ/kg (list), 14,60 MJ/kg (stabljika). Prema standardnoj devijaciji boja nevena nema utjecaj ogrjevnu vrijednost biomase nevena.

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.

Gornje ogrjevne vrijednosti za voćarske kulture kreću se od 16,38 MJ/kg za maslinu do 18,22 MJ/kg za badem (Bilandžija i sur., 2017). Prema Bilandžiji i sur. 36 (2013) srednje vrijednosti za travu *Miscanthus x giganteus* iznose oko 18 MJ/kg. Gornja ogrjevna vrijednost za koštice višnje i trešnje iznosi oko 20 MJ/kg. Gornja ogrjevna

vrijednost za slamu ječma 16,41 MJ/kg, a za slamu zobi 18,21 MJ/kg (Grubor i sur., 2015). Kod biomase pira (stabljika) gornja ogrjevna vrijednost je 17,3% (Jovičić i sur., 2015). Gornje ogrjevne vrijednosti biomase ciganskog perja kreću se od 15,63 do 16,75 MJ/kg (Bukarica, 2018). Prema McKendry (2002) gornja ogrjevna vrijednost za slamu žitarica iznosi 17,3%, a za *Miscanthus x giganteus* iznosi 18,5%. Usporedbom nevena i drugih kultura vidljivo je da imaju slične ogrjevne vrijednosti te da su listovi i stabljike dobre sirovine za proizvodnju biogoriva. Razlika u rezultatima između različitih obojenja neznatna je.

## 5.5. Rezultati određivanja sadržaja C,H,N i S

U tablici 9 i 10 prikazani su rezultati analize sadržaja C,H,N i S kod narančasto, odnosno žuto obojenih cvjetova.

Tablica 9. vrijednosti sadržaja C,H,N,S narančasto obojenih nevena

	Ugljik (%)	Vodik (%)	Dušik (%)	Sumpor(%)	Kisik (%)
List	37,51±0,18	5,29±0,16	3,53±0,09	1,46±0,13	52,21±0,03
Stabljika	37,50±0,05	5,33±0,18	2,1±0,06	0,67±0,22	54,40±0,07

Tablica 10. vrijednosti sadržaja C,H,N,S žuto obojenih nevena

	Ugljik (%)	Vodik (%)	Dušik (%)	Sumpor (%)	Kisik (%)
List	37,44±0,21	5,40±0,32	2,91±0,02	1,35±0,23	53,47±0,01
Stabljika	37,59±0,07	5,22±0,27	3,27±0,07	0,78±0,31	53,43±0,08

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<sub>x</sub> i SO<sub>2</sub>) 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).

Prema Bukarica (2018) srednja vrijednost gorivih tvari biomase ciganskog perja za ugljika iznosi 42,90%, vodika 6,24%, sumpora 0,38 % i kisika 47,39%. Prema rezultatima analize biomase nevena srednje vrijednosti gorivih tvari biomase narančasto obojenih nevena za listove iznose: ugljik-37,51 %, vodik-5,29%, sumpor-1,46%, kisik-52,21%, dok vrijednosti za biomasu stabljika iznose ugljik-37,50%, vodik-5,33%, sumpor-0,67%, kisik-54,40%. Vrlo slične vrijednosti dobivene su i za biomasu nevena žutog obojenja pa tako rezultati za listove iznose: ugljik- 37,44%, vodik-5,40%,

sumpor-1,35% te za kisik-53,47%, dok vrijednosti za biomasu stabljika iznose: ugljik-37,59% vodik- 5,22%, sumpor- 0,78% te za kisik- 53,43%. Usporedbom dobivenih rezultata te vrijednosti dobivenih analizom ciganskog perja možemo zaključiti da je u pogledu elementarne analize biomasa nevena pogodna sirovina za proizvodnju biogoriva neovisno o obojenju zbog visokog sadržaja ugljika.

## 6. Zaključak

Nakon provedenih analiza na svježim i suhim uzorcima listova stabljika narančasto i žuto obojenih nevena može se zaključiti sljedeće:

- Analizom biomase vidljivo je da ne postoji razlika u sadržaju vlage, pepela, koksa, hlapivih tvari, gorivih tvari te ogrjevnoj vrijednosti između žuto i narančasto obojenih nevena.
- Poželjan sadržaj vlage kreće se u okviru od 15 do 60%, pošto je analiza pokazala da svježi uzorci imaju veliki udio vode (oko 90%), listovi i stabljika u ovom obliku ne predstavljaju dobru sirovinu za biogorivo. Analizom sušenih uzoraka dobivene su vrijednosti za sadržaj vode u željenom okviru.
- Analizom dobivenih rezultata možemo zaključiti da u pogledu sadržaja pepela samo svježi uzorci zadovoljavaju pretpostavku.
- Sadržaj koksa u ispitivanim uzorcima kreće se unutar željenim vrijednosti. Ipak, bolje vrijednosti dobivene su analizom sušenih uzoraka.
- S aspekta fiksiranog ugljika jedino stabljika u sušenom obliku ima zadovoljavajuće vrijednosti dobivene analizom.
- Usporedbom dobivenih rezultata analize hlapivih tvari nevena i drugih kultura možemo zaključiti da samo stabljika u sušenom obliku zadovoljava željene vrijednosti.
- Gornja ogrjevna vrijednost analiziranih uzoraka slična je kao kod drugih energetske sirovine iz čega proizlazi zaključak da je neven moguće iskorištavati kao energetske sirovine.
- Analizom gorivih tvari dobiveni su rezultati na čijoj osnovi možemo zaključiti da neven predstavlja pogodnu sirovinu za energetske iskorištavanje.

## 7. Popis literature

1. AEBIOM–The European Biomass Association (2015). Biomass Basic Facts. Advantages of biomass. [online] . Pristupljeno 20. kolovoza 2020
2. Antonović A., Krička T., Matin A., Voća N., Jurišić V., Bilandžija N., Grubor M., Stanešić J. (2017). Lignocellulosic composition of some important oilseeds and grains biomass in the Republic of Croatia. 52. hrvatski i 12. međunarodni simpozij agronoma, Dubrovnik.
3. Baci, A.D. (2008). Study of the main characteristic of seeds belonging to different genotypes of *Calendula*. Bulletin UASVM, Horticulture 65(1): 116-121. [online] . Pristupljeno 20.kolovoza 2020.
4. Bilandžija N. (2014). Perspektiva i potencijal korištenja kulture *Miscanthus x giganteus* u Republici Hrvatskoj. Inženjerstvo okoliša (2014) Vol.1/No. 2. [online]. Pristupljeno 13.lipnja 2020.
5. Bilandžija N., Jurišić V., Leto J., Matin A., Voća N. (2013). Energetske karakteristike trave *Miscanthus x giganteus* kao CO<sub>2</sub>-neutralnog goriva. Izvorni znanstveni rad. 48. hrvatski i 8. međunarodni simpozij agronoma, Dubrovnik. 55-59
6. Bilandžija N., Jurišić V., Matin A., Krička T., Grubor M., Antonović A., Voća N., Slipčević D. (2017). Proliza orezanih ostataka važnijih mediteranskih voćnih kultura – energetska karakterizacija biougljena. Izvorni znanstveni rad. 52nd Croatian and 12th International Symposium on Agriculture, Dubrovnik, Hrvatska. 632-636.
7. Božanić M. (2015). Cigansko perje-invazivni korov. [online] . Pristupljeno 2. srpnja 2020.
8. Bristow, S. (2005). Ljekovito bilje – priručnik. Vable Commerce, Zagreb.
9. Brkić M. (2007). Potencijali i mogućnosti briketiranja i peletiranja otpadne biomase na teritoriji pokrajine Vojvodine. *Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine*. Novi Sad, Srbija.
10. Budimir A. (2018) Energetski potencijal biomase pajasena (*Ailanthus altissima*), diplomski rad, Agronomski fakultet Zagreb
11. 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.).
12. Bukarica I. (2018). Energetski potencijal invazivne biljne vrste cigansko perje (*Asclepias syriaca* L.), diplomski rad, Agronomski fakultet Zagreb
13. Capareda C. Sergio (2014). Introduction to biomass energy conversions. Disadvantages of biomass. CRC Press. Taylor & Francis Group, SAD. [online] . Pristupljeno 15. rujna 2020.
14. CEN/TS 15148:2009 –određivanje hlapive tvari
15. Čakija, A. (2007). Značaj poljoprivrede u korištenju obnovljivih izvora energije. Zbornik radova, Obnovljivi izvori energije u Republici Hrvatskoj, Osijek, Republika Hrvatska. [online] 35/250. Pristupljeno 17.svibnja 2020.



16. Čale, A. (2015). Utjecaj temperature dehidriranja na kvalitativna svojstva latica mačuhica, diplomski rad, Agronomski fakultet, Zagreb.
17. Dilita, B.S., Sharma, B.P., Kashyap, B. (2011). Flower drying techniques - A review, *International Journal of Farm Sciences* 1(2): 1-16.
18. Direktiva 2003/30EC-članak 2
19. Dugandžić, Z. (2015). Utjecaj temperature i vremena sušenja na kvalitativna svojstva latica hortenzije, diplomski rad, Zagreb.
20. Duke, J.A. (2009). Zelena ljekarna. Marjan tisak d.o.o. Split.
21. Francescato V., Antonini E., Bergomi L. Z. (2008). Priručnik o gorivima iz drvene biomase. Regionalna energetska agencija Sjeverozapadne Hrvatske, Zagreb.
22. 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 with potential health benefits, *ISHS Acta Horticulture 755: International Conference on Quality Management in Supply Chains of Ornamentals*.
23. Gelo I. (2017). Zbrinjavanje posliježetvenih ostataka uljarica procesom pirolize, diplomski rad, Zagreb.
24. Grubor M., Krička T., Jurišić V., Antonović A., Voća N., Bilandžija N., Matin A. (2017). Energetska iskoristivost posliježetvenih ostataka uljarica u Republici Hrvatskoj. 52. Hrvatski i 12. Međunarodni simpozij agronoma, 12. – 17. veljače 2017. Dubrovnik, Hrvatska
25. Grubor M., Krička T., Voća N., Jurišić V., Bilandžija N., Antonović A., Matin A. (2015). Iskoristivost slame žitarica za proizvodnju zelene energije. *Krmiva* 57, str. 63- 68. Zagreb.
26. HRN EN 14918:2010 (2010).-Određivanje kalorijske vrijednosti
27. HRN EN 15104:2011 (2011).- Određivanje ukupnoga udjela ugljika, vodika i dušika
28. HRN EN 15289:2011(2011).- Određivanje ukupnoga udjela sumpora i klora
29. HRN EN ISO 18122:2015 (2015). Čvrsta biogoriva -- Određivanje udjela pepela
30. HRN EN ISO 18134-2:2015 (2015). Čvrsta biogoriva -- Određivanje udjela vlage -- Metoda sušionika -- 2. Dio.
31. HRN EN ISO 2171:1999 (1999). Određivanje sadržaja pepela spaljivanjem.
32. HRN ISO 6540:2002 (2002). Određivanje sadržaja vlage
33. Jahirul, M. I., Rasul, M. G., Chowdhury, A. A., Ashwath, N. (2012). Biofuels production through biomass pyrolysis—a technological review. *Energies*, 5(12), 4952-5001.
34. Jelčić B. (2016). Energetski potencijal peleta proizvedenih iz poljoprivredne biomase u Hrvatskoj, diplomski rad, Agronomski fakultet, Zagreb.
35. Jovičić N., Matin A., Kalambura S. (2015.). Energetski potencijal biomase pira. Izvorni znanstveni članak. Zagreb, 1:23-28.
36. 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.
37. 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 case study in Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 79 (2014), 1; 7-11.
38. Khan A. A., de Jong W., Jansens P. J., Spliethoff H. (2009). Biomass Combustion in Fluidized Bed Boilers: Potential Problems and Remedies. *Fuel Process. Technol.*, 90: 21-50.
  39. Kontek M. (2016). Pirolitička svojstva važnijih poljoprivrednih energetskih kultura, diplomski rad, Agronomski fakultet, Zagreb.
  40. Krička T., Jurišić V., Matin A., Bilandžija N., Antonović A. (2016). Mogućnosti pretvorbe i iskorištenja ostataka poljoprivredne biomase nakon procesa pirolize. 51. hrvatski i 11. međunarodni simpozij agronoma, Opatija, Hrvatska, 485-488. 26.
  41. Krička T., Matin A., Bilandžija N., Jurišić V., Antonović A., Voća N., Grubor M. (2017). Biomass valorisation of *Arundo donax* L., *Miscanthus* × *giganteus* and *Sida hermaphrodita* for biofuel production. *International agrophysics*, 31(4), 575-581.
  42. Krička T., Voća N., Jurišić V., Matin A., Bilandžija N., Antonović A., Slipčević D. (2017). Pretvorba poljoprivrednih ostataka i energetskih kultura u energiju i proizvode dodane vrijednosti – bioulje i biougljen. 52. Hrvatski i 12. Međunarodni Simpozij Agronoma, Dubrovnik, Hrvatska, 659-662
  43. Krička, T., Bilandžija, N., Matin A., Jurišić V., Voća, N. (2014) Istraživački projekt. Pretvorba ostataka poljoprivredne proizvodnje i energetskih kultura u energiju i proizvode dodane vrijednosti – proizvodnja bioulja i biougljena, Zagreb. [online] . Pristupljeno 10. srpnja 2020.
  44. Krička, T., Voća, N., & Jurišić, V. (2009). Pojmovnik bioplina. Priručnik
  45. Krička, T., Voća, N., Bilandžija, N., Sito, S. (2010). Higher heating values estimation of horticultural biomass from their proximate and ultimate analyses data, *J. Food Agric. Environ.*, 8, 767-771.
  46. 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.
  47. Lendler M. (2018). Mogućnosti korištenja industrijskih ostataka važnijeg koštuničavog voća procesom pirolize u svrhu dobivanja energije, diplomski rad, Agronomski fakultet, Zagreb.
  48. Maček, M. (2015). Utjecaj temperature sušenja na kvalitativna svojstva sušenja latica ljiljana, diplomski rad, Agronomski fakultet, Zagreb.
  49. Maričić M. (2016) utjecaj temperature sušenja na intenzitet obojenja cvatova nevena za potrebe prehrambene industrije, diplomski rad, Agronomski fakultet, Zagreb.
  50. Matin, A. (2012). Kvalitativne promjene lješnjaka u procesu kondukcijskog sušenja, doktorski rad, Agronomski fakultet, Zagreb.
  51. Matin, A., Bilandžija, N., Voća, N., Leto, J., Bischof, S. (2020). Energy production from *Sida hermaphrodita* chips as solid biofuel. 55. *hrvatski i 15. međunarodni simpozij agronoma, 16.-21. veljače 2020. godine, Vodice, Hrvatska. Zbornik radova*, 573-577.

52. Matin, A., Krička, T., Bukal, N., Grubor, M. (2019). Utjecaj temperature zraka sušenja na kvalitativna svojstva latica lizijantusa. sa54, 588.
53. Matin, A., Majdak, T., Krička, T., Grubor, M. (2019). Valorization of sunflower husk after seeds convection drying for solid fuel production. *Journal of Central European Agriculture*, 20(1), 389-401.
54. McKendry P. (2002). Energy production from biomass (part 1). Overview of biomass. *Bioresource Tehnology*, 83, 37-46.
55. McVicar, J. (2006). Ljekovito i začinsko bilje. Naklada Uliks, Rijeka
56. Miličević I. (2016). Gorive karakteristike biomase kukuruza u proizvodnji biogoriva, diplomski rad, Zagreb.
57. Mlcek J., Rop, O. (2011). Fresh edible flowers of ornamental plants: A new source of nutraceutical foods; *Trends in Food Science & Tehnology* 22 (2011). 561-569
58. Radna skupina za biomasu (2005) Biomasa kao obnovljivi izvor energije. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva i Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva, Zagreb.
59. Raguzin I. (2011). Model analize troškova i dobiti uporabe biomase u proizvodnji električne energije. Magistarski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu
60. Ross C. J. (2008). Biomass Drying and Dewatering for Clean Heat and Power. Northwest CPH Application Center. USA.
61. Sušnik H., Benković Z. (2007). Energetska strategija Republike Hrvatske u kontekstu održivog razvitka šumarstva i poljoprivrede. II. Stručni skup s međunarodnim sudjelovanjem, Osijek.
62. Šilić Đ., Stojković V., Mikulić D. (2012). Goriva i maziva. Veleučilište Velika Gorica, Velika Gorica.
63. Šilješ, I., Grozdanić, D., Grgesina I. (1992). Poznavanje, uzgoj i prerada ljekovitog bilja. Školska knjiga, Zagreb.
64. Thomer, J. (1997). Drying flowers and leaves. [online]
65. Toplak-Galle, K. (2009). Domaće ljekovito bilje. Mozaik knjiga, Zagreb.
66. Vassilev S.V., Baxter D., Vassileva C.G., Andersen L.K. (2010). An overview of the chemical composition of biomass. *Fuel*, 89: 913-933.

## 7.1. Prilog

Popis korištenih izvora – poveznica:

<https://www.plantea.com.hr/neven/> - pristup 3.kolovoza 2020.

<https://gospodarski.hr/rubrike/ljekovito-bilje-pcelarstvo-teme/ljekoviti-neven-treba-cim-ranije-sijati/> - pristup 16.srpnja 2020.

<http://www.koval.hr/blageky/ljekovite%20biljke/neven.html>-pristup 16.srpnja 2020.

<https://www.agroklub.com/sortna-lista/ljekovito-bilje/neven-227/> -pristup 16.srpnja 2020.

<http://www.prirodnolijecenje.net/neven.htm> - pristup 17.srpnja 2020.

<https://agrosavjet.com/recept-za-nevenovu-mast-i-za-sta-je-sve-dobra/> -Pristup 14.kolovoza 2020.

## 8. Životopis

Marta Akmadžić rođena je 4. kolovoza 1995. godine u Zagreb. Pohađala je Osnovnu školu Luka u Sesvetama te istodobno glazbenu školu Zlatka Grgoševića te tako stekla vještinu sviranja klavira i tamburice. Svoje srednjoškolsko obrazovanje stekla je završivši Srednju školu Sesvete nakon čega 2014. godine upisuje Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Završava preddiplomski studiji Ekološka poljoprivreda završnim radom teme „Balans konja i jahača“, nakon čega upisuje diplomski studij Hortikultura - Ukrasno bilje također na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.