

# Makronutritivni sastav brašna rogača s različitih lokaliteta hrvatskog priobalja

---

**Prevendar, Morana**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Pharmacy and Biochemistry / Sveučilište u Zagrebu, Farmaceutsko-biokemijski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:163:057337>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-26**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Pharmacy and Biochemistry University of Zagreb](#)



**Morana Prevendar**

**Makronutritivni sastav brašna rogača sa  
različitih lokaliteta hrvatskog priobalja**

**DIPLOMSKI RAD**

Predan Sveučilištu u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijskom fakultetu

Zagreb, 2015.

Ovaj diplomski rad je prijavljen na kolegiju Biokemija prehrane Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i izrađen na Zavodu za kemiju prehrane pod stručnim vodstvom dr.sc. Lovorke Vujić.

Zahvaljujem dr. sc. Lovorki Vujić na stručnoj pomoći, razumijevanju i savjetima prilikom rada u laboratoriju i pomoći prilikom pisanja ovog rada. Veliko hvala i svim djelatnicima Zavoda za kemiju prehrane, osobito gospođi Blažinić i gospođi Brođanac na potpori i pomoći prilikom rada u laboratoriju.

Ovaj rad posvećujem mojoj majci kao mali znak zahvale za strpljenje, razumijevanje i slušanje mojih jadikovki tijekom studija. Veliko hvala i mojem ocu i sestri, bez čije potpore bi sve ovo bilo teže i dosadno.

## SADRŽAJ

1.UVOD .....	1
1.1. Pravilna prehrana .....	2
1.2. Makronutrijenti .....	3
1.2.1. Lipidi .....	3
1.2.2. Proteini .....	6
1.2.3. Ugljikohidrati .....	9
1.2.4. Voda .....	12
1.2.5. Pepeo .....	13
1.3. Rogač (Ceratonia siliqua L.) .....	13
1.3.1. Podrijetlo, geografska raširenost i uzgoj .....	13
1.3.2. Izgled i kemijski sastav ploda rogača .....	14
1.3.3. Primjena rogača u farmaciji .....	16
2. Obrazloženje teme .....	18
3. Metode i materijali .....	20
3.1. Materijali .....	21
3.2. Metode .....	21
3.2.1. Određivanje lipida .....	21
3.2.2. Određivanje proteina .....	23
3.2.3. Određivanje udjela vode .....	26
3.2.4. Određivanje pepela .....	27
3.2.5. Određivanje ugljikohidrata .....	28
3.2.6. Statistička obrada podataka .....	28
4. Rezultati i rasprava .....	29
4.1. Udio vode u uzorcima .....	30
4.2. Udio lipida u uzorcima .....	31
4.3. Udio proteina u uzorcima .....	33
4.4. Udio pepela u uzorcima .....	35
4.5. Udio ugljikohidrata u uzorcima .....	37
5. Zaključak .....	42
6. Literatura .....	44
7. Sažetak / Summary .....	47
Temeljna dokumentacijska kartica .....	50
Basic documentation card .....	51



## 1.1. PRAVILNA PREHRANA

Raznolika i uravnotežena prehrana osigurava nutrijente potrebne za pravilno funkcioniranje i zdravlje ljudskog organizma. Oko 45 nutrijenata smatra se esencijalnim za čovjeka. *Esencijalni nutrijenti* su oni koje tijelo nije u stanju sintetizirati ili ih nije u stanju sintetizirati u dovoljnoj količini (vitamini, minerali, neke amino kiseline te esencijalne masne kiseline) pa ih je potrebno unositi hranom. Za razliku od esencijalnih, *neesencijalni nutrijenti* su nutrijenti koje je organizam u stanju sintetizirati (masti, proteini te ugljikohidrati). *Uvjetno esencijalni* nutrijenti su neesencijalni nutrijenti koji su zbog nastupa bolesti ili manjka njihovih prekursora postaju esencijalni. Nutritivne komponente se dijele u 6 skupina nutrijenata : lipidi, proteini, ugljikohidrate, vodu, vitamine i minerale. Sve što se ne može svrstati u jednu od tih skupina spada u *nenutritivne komponente* (polifenoli, flavonoidi, karotenoidi i drugi). Fitokemikalije i zookemikalije su tvari prisutne u biljkama odnosno hrani



Slika 1. Prehrambena piramida

životinjskog podrijetla koje imaju moguće zaštitno djelovanje za zdravlje, iako nisu esencijalne (Štalić 2008.).

Glavne funkcije nutrijenata su osigurati energiju, izgraditi tjelesna tkiva i organe te regulirati metabolizam. Pravilna prehrana je pravilno izbalansirana prehrana. Ona osigurava potrebe organizma za navedenim funkcijama nutrijenata te je karakterizirana kontroliranim energetske unosom. Bitni faktori pravilne prehrane su raznolikost,

uravnoteženost, nutritivna gustoća i umjerenost (Alebić 2008.).

Pravilna prehrana je najčešće prikazana grafički u obliku piramide (slika 1), koja nas upućuje na konzumaciju većih količina prehrambenih namirnica baziranih na cjelovitim žitaricama, ograničen unos trans i zasićenih masti, odnosno odabir kvalitetnih izvora masti, te veći unos voća i povrća.

## 1.2. MAKRONUTRIJENTI

Makronutrijenti čine veći dio prehrane pojedinca, oni svojom razgradnjom osiguravaju potrebnu energiju u organizmu (Vranešić Bender i Krstev 2008.). Dijele se na ugljikohidrate, proteini i lipidi. Ugljikohidrati trebaju osigurati 45 – 65%, lipidi 20 – 35 % i proteini 10 – 35 % ukupne dnevne energije (slika 2). Energija makronutrijenata sadržana je u kemijskim vezama i oslobađa se tijekom metabolizma hrane. Iako sva energija naposljetku prelazi u toplinu koja odlazi u atmosferu, jedinstveni procesi stanica omogućuju prethodnu upotrebu energije za obavljanje svih zadataka potrebnih za održavanje života. Ukupna efikasnost organizma pri konverziji energije iz hrane u rad je 25% ostalih 75 % se gubi kao toplina (Šatalić 2008.).

Za razliku od makronutrijenata, mikronutrijenti su potrebni u znatno manjoj količini te su manje zastupljeni u hrani. Mikronutrijenti se uglavnom odnose na vitamine i minerale. Njihova uloga u prevenciji bolesti i očuvanju zdravlja je neophodna.

Jedna od osnovnih sastojaka namirnica je voda. Voda čini oko 60 % ljudske mase, te je njena dnevna potreba između 1,5 – 2 L dnevno, ovisno o tjelesnoj aktivnosti i fiziološkim potrebama. Iako nije izvor energije izrazito je bitna za održavanje normalnih fizioloških funkcija u tijelu.

### 1.2.1.LIPIDI

Sve do 1918. godine masti nisu smatrane esencijalnim za normalan rast i razvoj životinja, no to mijenja Araon. Godine 1927. Evans i Burr dokazuju da nedostatak masti značajno smanjuje i rast i reprodukciju eksperimentalnih životinja, bez obzira na dodatak u masti topivih vitamina A, D i E u prehranu. Ovi autori su smatrali da mast sadrži novu esencijalnu tvar, nazvanu vitamin F (Shils i Shike,2006.). Danas se masti definiraju kao u vodi netopive biomolekule koje su vrlo topive u organskim otapalima. Lipidi imaju raznoliku

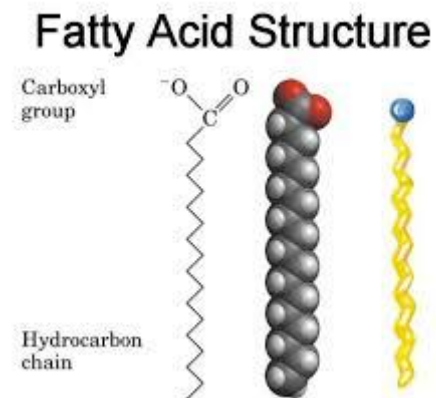


Slika 2. Preporučeni dnevni unos makronutrijenata

biološku ulogu – služe kao gorivo, odnosno visoko koncentrirane zalihe energije, signalne molekule te dijelovi membrana (Berg, Tymoczko i Stryer, 2011.).

### ***Građa lipida***

Masti su zapravo podskupina nutrijenata koji se nazivaju lipidi, ali termin masti se češće koristi i pri tome se misli na lipide općenito. Kemijski (slika 3), masti su esteri karboksilnih kiselina i alkohola glicerola, te su poznate i pod nazivom triacilgliceroli. Svaka mast sastoji se od triglicerida te neke mnogih različitih karboksilnih kiselina. Udjeli pojedinih kiselina mijenjaju se od masti do masti. Svaka mast ima svoj vlastiti karakteristični sastav, koji se samo neznatno mijenja kod različitih uzorka (Morrison i Boyd, 1979.). 95% lipida prisutnih u hrani su masti i ulja, dok se kod lipida spremljenih u tijelu udio triglicerida u ukupnim lipidima penje na 99%. Masti su lipidi koji su u čvrsto agregatnom stanju pri sobnoj temperaturi, dok su ulja lipidi koji su u tekućem agregatnom stanju pri sobnoj temperaturi (25°C) (Whitney i Rolfes, 2011.). Različita agregatna stanja lipida pri istoj temperaturi rezultat su različitog kemijskog sastava, pa tako je kod masti veća zastupljenost zasićenih masnih kiselina, dok je kod ulja veća zastupljenost nezasićenih masnih kiselina.



Slika 3. Struktura masnih kiselina

### ***Uloga lipida***

Lipidi su u tijelu prvenstveno izvor energije. Važan su sastavni dio staničnih struktura i lipoproteina, dok masno tkivo služi kao toplinski izolator i pruža zaštitu zglobova i organa od mehaničkih udaraca. Ishodišni su materijal za mnoge značajne hormone. Nosioци su mikronutrijenata te omogućuju apsorpciju vitamina topljivih u mastima kao što su vitamin A, D, E i K, te karotenoida koji imaju antioksidativno djelovanje (Morris i Tangney, 2014.). Također pomažu tijelu da bolje iskoristit energiju iz ugljikohidrata i proteina. Oksidacijom masti nastaje 9 kcal (37 kJ) što je gotovo dvostruko više kalorija nego što ih nastane oksidacijom ugljikohidrata.

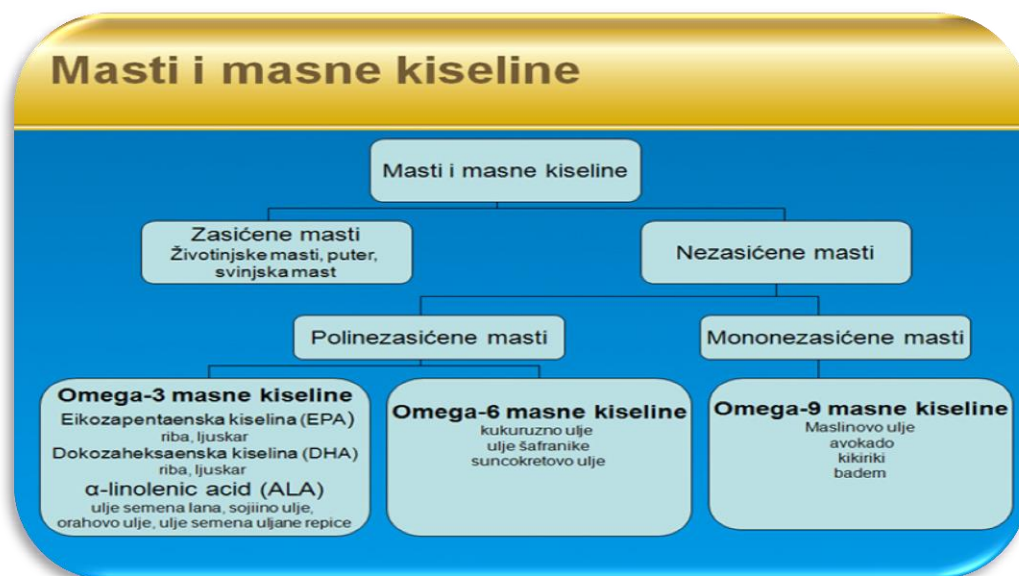


## Klasifikacija lipida

Jestive masti su po svom kemijskom sastavu esteri glicerola i masnih kiselina: triacilgliceroli. Masne kiseline su s obzirom na zasićenost veza između ugljika s drugim atomima, podijeljene na zasićene i nezasićene.

**Zasićene masne kiseline** ne sadržavaju dvostruke veze. Pri sobnoj temperaturi su krute te su najvažniji dio životinjskih masti. Primjeri zasićene masne kiseline su: laurinska, miristinska i stearinska. Zasićene masne kiseline tvore ravne lance atoma i kao rezultat toga mogu se zgusnuto skladištiti u organizmu, dozvoljavajući veću količinu energije po jedinici volumena. Masno tkivo čovjeka i životinja sadržava velike količine dugolančanih zasićenih masnih kiselina.

**Mononezasićene (jednostruko nezasićene) masne kiseline** sadrže jednu dvostruku vezu u molekuli. Primjer mononezasićene masne kiseline je oleinska kiselina. Nalazimo je u prirodnom maslinovom ulju te ulju repice.



Slika 4. Podjela masnih kiselina

**Polinezasićene (višestruko nezasićene) masne kiseline** sadrže dvije ili više dvostrukih veza u molekuli. Primjer polinezasićenih masnih kiselina su linolna i alfa-linolenska kiselina. Te kiseline se smatraju esencijalnim. Esencijalne masne kiseline su neophodne za normalno funkcioniranje organizma i moraju se unijeti hranom jer se u organizmu ne mogu sintetizirati. One su polazne tvari za sintezu dugolančanih trostruko i višenezasićenih masnih kiselina (slika 4).

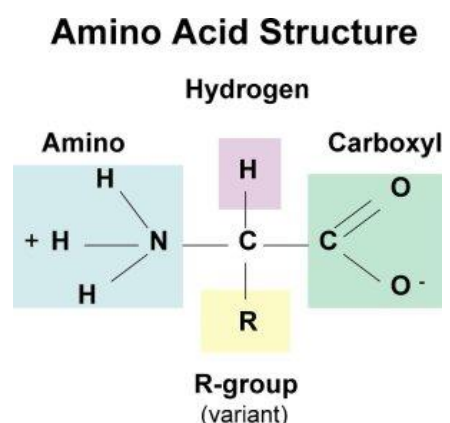
Svinjska mast, mast peradi, loj i maslac su trigliceridi, esteri zasićenih masnih kiselina i glicerola. Ulja se dobivaju iz namirnica biljnoga podrijetla, kao što su: plodovi maslina i različite vrste sjemenja (suncokreta, uljane repice, lana, tikve, kukuruznih i pšeničnih klica). Sva biljna ulja, osim palmina i kikirikijeva, pretežno sadržavaju nezasićene masne kiseline. Iznimka je palmino ulje, koje sadržava pretežno zasićenu palmitinsku kiselinu

### ***Omega 3- i 6- masne kiseline***

Podskupina polinezasićenih masnih kiselina su omega masne kiseline. One se sintetiziraju iz esencijalnih masnih kiselina, linolne i alfa-linolenske. Broj iza oznake omega predstavlja udaljenost dvostruke veze od posljednjeg ugljikovog atoma u lancu, omega. Omega 3- i 6- masne kiseline su potrebne za normalno funkcioniranje svih tkiva u tijelu. Nedostatak dovodi do različitih simptoma i poremećaja, koji uključuju promjene jetre i bubrega, smanjen rast, smanjenu funkciju imunološkog sustava, depresiju, promjene na koži i mnoge druge. Smanjena učestalost srčanih bolesti i udara, prevencija ateroskleroze, smanjenje simptoma koji su povezani s ulceroznim kolitisom, menstrualnom boli te upalnom boli zglobova samo su neke od dobrobiti redovitog unosa omega masnih kiselina.

### **1.2.2. PROTEINI**

Proteini se dovode u vezu sa svim oblicima života, te je mnogo truda uloženog u otkrivanje kako je počeo život, upravo usmjereno na istraživanja o tome kako su nastali prvi proteini. Proteis, riječ od koje dolazi naziv proteini, na grčkom znači „prvi“. Proteini su građeni od aminokiselina. Aminokiseline su spojene u duge lance peptidnim vezama (slika 5). Ti dugi lanci se pak okreću i preklapaju u 3D prostoru i stvaraju središta koja omogućavaju biokemijske reakcije prijeko potrebne za život (Shils i Shike, 2012.).



Slika 5. Peptidna veza

## *Građa proteina*

Prosječni kemijski sastav proteina je: ugljik (50-55 %), vodik (6.5-7.3 %), kisik (19-24 %), dušik (15-18 %) i sumpor (0-2.4 %). Za razliku od ostalih sastojaka hrane, proteini sadrže ~16 % dušika, pa se njihovo laboratorijsko utvrđivanje temelji na određivanju postotka dušika. Prema definiciji EU, količina proteina u hrani računa se kao ukupni dušik (određen metodom po Kjeldahlu) pomnožen s faktorom 6.25 (Katalinić 2011.). Ta metoda određivanja proteina je poznata po nazivom indirektna metoda određivanja, no ima još mnogo drugih metoda kojima se može odrediti količina proteina.

Proteini su građeni od 20 različitih aminokiselina. One su međusobno povezane peptidnim vezama u sljedove te nastaju polipeptidni lanci koji su međusobno povezani u kompaktne oblike. Kemijska svojstva i struktura svakog proteina definirana je aminokiselinskim sastavom, njihovim redoslijedom, međusobnim položajem te brojem polipeptidnih lanaca.

## *Klasifikacija proteina*

Aminokiseline su svrstane u 3 kategorije – esencijalne, neesencijalne i uvjetno esencijalne aminokiseline (Reed 2000.).

**Esencijalne aminokiseline** su one aminokiseline koje se u organizmu ne mogu sintetizirati ili ih organizam ne sintetizira u dovoljnoj količini pa ih je potrebno unijeti hranom. U esencijalne kiseline ubrajamo histidin, leucin, izoleucin, lizin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan i valin.

ESENCIJALNE AMINOKISELINE	NEESENCIJALNE AMINOKISELINE
Histidin	Alanin
Izoleucin	Arginin
Leucin	Asparagin
Lizin	Asparaginska kiselina
Metionin	Glicin
Fenilalanin	Glutaminska kiselina
Treonin	Glutaminska kiselina
Triptofan	Serin
Valin	Tirozin
	Prolin

Slika 6. Podjela aminokiselina

**Neesencijalne aminokiseline** su one aminokiseline koje organizam može sam sintetizirati. Neesencijalne kiseline su: alanin, arginin, asparagin, asparaginska kiselina, glutamin, glutaminska kiselina, cistein, glicin, prolin, serin i tirozin.

**Uvjetno esencijalne aminokiseline** su one koje tijekom posebnog stanja (bolesti) postaju esencijalne. Tako na primjer arginin u stanju stresa postaje esencijalna, glutamin postaje esencijalan nakon trauma i tijekom bolesti, a važan je za brzo djelovanje stanica i transport dušika među stanicama. Uz glutamin i arginin uvjetno esencijalnim kiselinama se još smatraju i tirozin (fenilketonurija) te cistein (za čiji nastanak je potrebna dovoljna količina metionina).

### *Osnovne funkcije proteina u organizmu*

**Rast i razvoj** su ključne funkcije proteina. Oni su strukturni elementi koji se nalaze u mišićima, krvi, koži, tetivama, membranama, unutrašnjim organima. Dakle oni omogućuju rast i obnovu tjelesnih tkiva.

**Enzimi** su proteini, biološki katalizator koji po završetku kemijske reakcije ostaju nepromijenjeni. Oni su odgovorni za pretvorbu jedne tvari u drugu (npr. aminokiselina u glukozu), za izgradnju (npr. kosti) te razgradnju tvari.

**Hormoni** reguliraju tjelesne procese i imaju funkciju tjelesnih glasnika. Hormone luče endokrine žlijezde te se oni krvlju prenose do ciljnog tkiva gdje reguliraju poremećene uvjete i vraćaju ih u normalno stanje. Važnu ulogu imaju i u regulaciji metaboličkih procesa. Neki od hormona su proteinske građe. Kao na primjer inzulin, čije lučenje potiče unos glukoze u stanice.

**Antitijela (protutijela)** su molekule koje su proizvod imunološkog sustava organizma a odgovorne su za obranu od stranih tvari, bakterija i virusa. Antitijela toliko efikasno vrše svoje funkcije da kod normalne, zdrave osobe većina bolesti nema mogućnost razvoja.

**Ravnoteža elektrolita i tekućina** se također regulira pomoću proteina. Oni pomažu održati volumen i sastav tjelesnih tekućina. Proteini se primarno nalaze unutar krvnih žila, no zbog poremećaja prehrane ili bolesti mogu izaći iz stanice, te ih nalazimo u međustaničnom prostoru. Kako proteini nakupljaju vodu, dolazi do naticanja i stvaranja edema čime se remeti normalan rad stanica.

**Acido - bazna ravnoteža** (pH 7.4) se održava pomoću proteina koji djeluju kao pufferi. Održavanje acidobazne ravnoteže sprječava nastanak acidoze ili alkaloze, kao krajnosti koje su posljedica poremećaja ravnoteže a mogu dovesti do kome i smrti.

Poremećajem acidobazne ravnoteže dolazi do denaturacije proteina koji su potrebni za normalnu funkciju ljudskog organizma.

**Transporteri** su oni proteini koji tijelom prenose tvari poput lipida, vitamina, minerala i kisika. Mnogi od transportera su prisutni u staničnoj membrani gdje imaju funkciju pumpi. Najpoznatija je Na/K pumpa pomoću koje se održava visoka koncentracija kalija i niska natrija unutar stanica.

**Energetski izvor** postaju u vrijeme gladovanja ili nedovoljnog unosa ugljikohidrata. Energetski prinos proteina je 4 kcal/g. Dobivanje energije iz proteina može imati teške zdravstvene posljedice jer je ugrožena njihova osnovna uloga u sintezi i regeneraciji tkiva (Whitney 2011.).

### 1.2.3. UGLJIKOHIDRATI

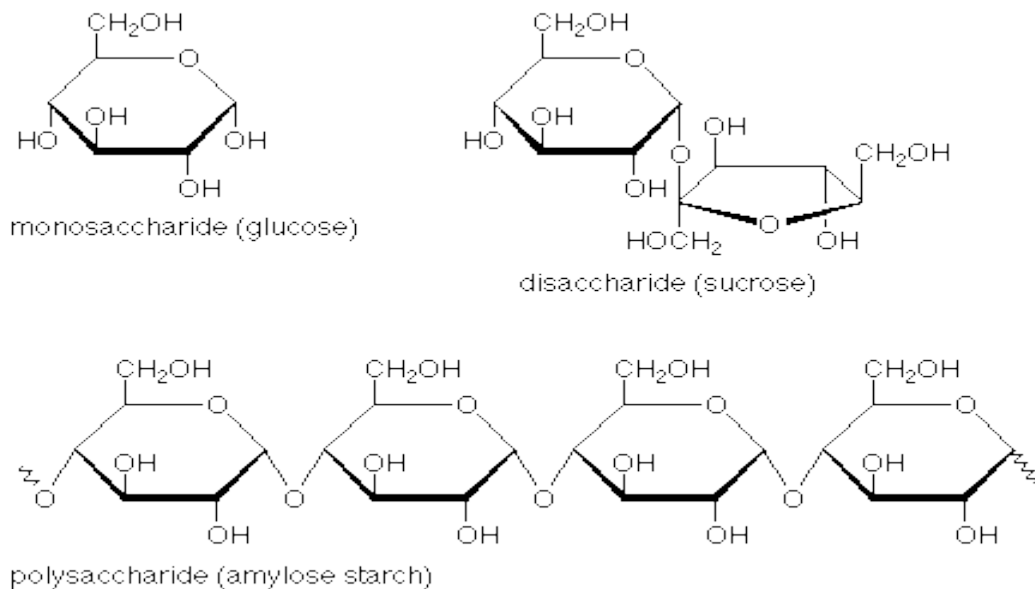
Ugljikohidrati su najrašireniji prirodni organski spojevi na Zemlji. Ključnu ulogu su imali u uspostavljanju i evoluciji života na Zemlji stvarajući vezu između energije Sunca i kemijske energije. Ugljikohidrati koji glukoneogenezom nastaju tijekom procesa fotosinteze, u kojem se energija Sunca pretvara u kemijsku energiju i spajajući ugljikov dioksid i vodu kako bi nastala molekula kisika i ugljikohidrata. Kemijska formula ugljikohidrata sintetiziranog procesom fotosinteze je  $C_6H_{12}O_6$ . U 19. stoljeću se došlo do zaključka da je opća formula ugljikohidrata  $C_n(H_2O)_n$ , pa iz te formule slijedi i ime *ugljikohidrati* (Robyot 1998.).

#### 1.2.3.1. GRAĐA UGLJIKOHIDRATA

Za razliku od drugih skupina makronutrijenata, ugljikohidrati su karakterizirani složenošću građe. Svaka monosaharidna jedinica ima višestruko moguća mjesta pomoću kojih se može vezati na sljedeću jedinicu (slika 7). K tome svaka glikozidna veza koja spaja dvije molekule šećera može poprimiti jedan od dva moguća izomerna oblika. Bogatstvo varijacije sljedova komplicira sintezu ugljikohidrata i po tome se znatno razlikuju od drugih makronutrijenata (Horton 2003.).

**Monosaharidi** su polihidroksialdehidi ili polihidroksiketoni. Ovisno o položaju karbonilne skupine ih dijelimo na aldoze i ketoze. Mogu imati tri do sedam ugljikovih atoma,

u organizmu su najzastupljeniji oni sa šest ugljikovih atoma (heksoze) – glukoza, galaktoza i fruktoza. Pojam krvni šećer se odnosi na *glukoza*, s obzirom da mozak ovisi o redovnoj opskrbi glukozom su razvijeni mnogi fiziološki putevi pomoću kojih se održava razina glukoze u normalnim vrijednostima. Mozak odraslog čovjeka za normalnu funkciju troši oko 140 g dnevno. Kako je glukoneogenezom moguće proizvesti oko 130 g glukoze dnevno, dnevni minimum unosa glukoze kroz hranu je 50 g. *Fruktoza* je najslađi monosaharid poznat i pod nazivom voćni šećer. Povećan unos fruktoze može doprinjeti razvoju pretilosti i drugih metaboličkih problema, jer fruktoza zaobilazi vrlo bitnu kontrolnu točku u glikolizi. Glikoliza je anaeroban proces u kojem se glukoza razgrađuje do piruvata i u tom procesu oslobađa 2 molekule ATP-a. *Galaktoza* nastaje hidrolitičkim cijepanjem laktoze tokom probave.



Slika 7. Strukturna građa ugljikohidrata

**Disaharidi** nastaju kovalentnim povezivanjem dvije molekule monosaharida. Veza među šećernim jedinicama se naziva glikozidna veza, koja može biti u jednoj od dvije konformacije. Najpoznatiji disaharidi su saharoza, laktoza i maltoza. *Saharoza* se prirodno nalazi u mnogim namirnicama te je poznata i pod nazivom stolni šećer. *Laktoza* nastaje u mliječnim žlijezdama, pa se stoga naziva mliječni šećer. *Maltoza* se rijetko nalazi prirodno u hrani, ona nastaje hidrolizom škroba u probavnom sustavu.

**Oligosaharidi** sadrže nekoliko najčešće raznovrsnih šećernih jedinica povezanih glikozidnom vezom. Uglavnom su građeni od 3 do 10 monosaharidnih jedinica, najčešće su to glukoza, galaktoza i fruktoza.

**Polisaharidi** su ugljikohidrati s više od 10 monosaharidnih jedinica, najčešće je to glukoza. Polisaharidi se ubrajaju u rezervne ugljikohidrate. Kod biljaka je rezerva *škrob* koji se sastoji od polimera glukoze, amiloze i amilopektina. Tekstura, okus i apsorpcija škroba iz pojedine biljne vrste ovisi o broju jedinica glukoze u amilazi i amilopektinu i stupnju dostupnosti probavnim enzimima. Kod životinja i ljudi se glukoza sprema u obliku glikogena. *Glikogen* se sprema hidriran, pa postaje velika molekula koja je nestabilna za dugoročnu pohranu energije. Tako prosječan čovjek od 70 kg ima zalihu glikogena za period od 18 sati. Oko 150 g glikogena je spremljeno u mišićima, ali nije direktno dostupan kao izvor glukoze. Glikogen spremljen u jetri (90 g) se koristi za hormonalnu kontrolu razina šećera u krvi. Gradivnu ulogu imaju *hitin* i *celuloza*, a polisaharidi još dolaze i u obliku biljnih vlakana (Mahan i Escott – Stump, 2012.).

### ***Klasifikacija ugljikohidrata***

Prema probavljivosti ugljikohidrati se dijele na probavljive i neprobavljive.

**Probavljivi ugljikohidrati** su škrob i ostali ugljikohidrati koji se u tijelu hidroliziraju do jednostavnih monosaharida glukoze, fruktoze i galaktoze. Oni se upijaju u tankomu crijevu i metaboliziraju na način kojim se postiže razmjerno stalna koncentracija glukoze u krvi. Višak ugljikohidrata se pohranjuje kao glikogen u jetri i mišićima. Nakon punjenja glikogenskih zaliha sve što preostaje pretvara se u mast te odlaze u masno tkivo. U ovu skupinu se ubrajaju i poliolli, odnosno šećerni alkoholi: sorbitol, manitol i inozitol (Katalinić 2011.).

**Neprobavljivi ugljikohidrati (prehrambena vlakna)** su polimeri, uglavnom biljnoga podrijetla koji se u tijelu pod utjecajem probavnih enzima ne mogu hidrolizirati i iskoristiti kao izvor energije te se u potpunosti ili djelomično razgrađuju djelovanjem crijevne mikroflore u debelom crijevu (Šebečić i Dragojević, 2007.). Preporuke za unos prehrambenih vlakana su 38 g za muškarce dobi do 50 godina, dok je za žene to 25 g (Bender i Krstev, 2008.).

Prehrambena vlakna uključuju velik broj neškrobnih polisaharidnih ugljikohidrata kao što su celuloza, hemiceluloza,  $\beta$ -glukani, pektini, lignin i ostali (Burton – Freeman 2000.). S obzirom na topljivost dijele se na topljiva i netopljiva prehrambena vlakna. *Topljiva*

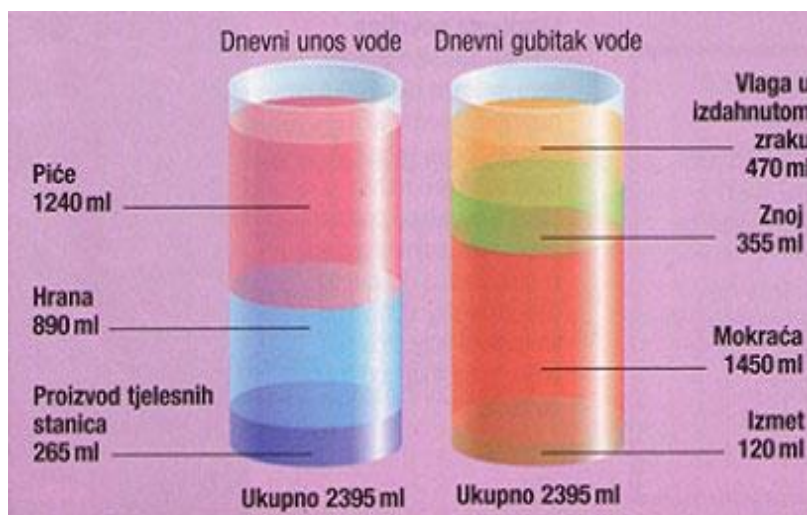
*prehrambena vlakna* vežu se na glukozu, nastaju viskozne otopine koje postupno otpuštaju glukozu i tako reguliraju razinu šećera u krvi. *Netopljiva prehrambena vlakna* vežu na sebe vodu i bubre te izazivaju osjećaj sitosti. Prolaskom kroz gastrointestinalni sustav na sebe vežu otpadne tvari i ubrzavaju njihovo lučenje.

### 1.2.3.3. ULOGA UGLJIKOHIDRATA

Ugljikohidrati su rezervne supstance u biljnim (škrob) i životinjskim (glikogen) vrstama. Potporne su tvari u biljkama te čine dio gradivnih elemenata (celuloza, pentozain i pektini). Sastavni su dio nukleinskih kiselina, glikozida, mukopolisaharida te glikolipida. Zadovoljavaju 45-60% ukupnih energetske potrebe. Energetski prinos je 4 kcal/g. Ne smatraju se esencijalnim makronutrijentima jer se mogu glukoneogenezom sintetizirati iz neugljikohidratnih preteča. Nužni su za pravilan rad centralnog živčanog sustava i funkcioniranje živčanog tkiva. Kao što je prethodno navedeno mozak ne sadrži zalihu glukoze te je ovisan o opskrbi glukoze pomoću krvi. Pad šećera u krvi, hipoglikemija, može dovesti do oštećenja mozga. Iskustva su pokazala da svi ugljikohidrati, uključujući rafinirani šećer i škrob, u pravilu djeluju kao umirujuća sredstva koja izazivaju opuštanje i pospanost. Zato se njihova primjena preporučuje kod svakog stresa i tjeskobnog stanja, a to su svakako i stanja nakon različitih trauma i opeklina (Adam Perl i Perl, 2003.).

### 1.2.4. VODA

Voda je bitna za pravilan rad organizma te je itekako bitan dovoljan dnevni unos. Organizam odrasla čovjeka sadrži 45-60 % vode i već samo gubitak od 10 % izaziva znatan umor. Voda se gubi mokrenjem, znojenjem i stolicom, i to 2-2,5 l/dan (slika 8).



Općenite preporuke za unos tekućine (nezavisno o zacjeljivanju rane) iznose za osobe između 18 i 55 godina 35 ml/kg tjelesne mase, odnosno za starije od 55 godina  $\geq 30$  ml/kg tjelesne mase ili minimalno 1500

Slika 8. Dnevni unos i dnevni gubitak vode



ml/dan, osim ako to nije kontraindicirano kao kod bolesti srca i bubrega. (Adam Perl i Perl, 2003.) U organizmu voda cirkulira u obliku krvi i drugih tjelesnih izlučevina te tkivnih tekućina. Tako po tijelu putuju mnogi nutrijenti, metaboliti i druge tvari koje su potrebne raznim tjelesnim stanicama (Vranešić Bender i Krstev, 2008.).

### 1.2.5. PEPEO

Anorganski ostatak koji zaostaje nakon potpunog spaljivanja organskog uzorka u prisustvu oksidirajućeg agensa nazivamo pepeo. Prikazuje udio mineralnog sastava hrane i vrlo je važan zbog određivanja nutritivne vrijednosti neke namirnice, određivanja kvalitete namirnice, mikrobiološke stabilnosti, određivanja onečišćenja u namirnicama te utjecaja na zdravlje (prisutnost odnosno neprisutnost toksičnih minerala).

## 1.3. ROGAČ (*Ceratonía siliqua* L., Fabaceae)

### 1.3.1. PODRIJETLO, GEOGRAFSKA RAŠIRENOST I UZGOJ

Rogač (*Ceratonía siliqua* L., Fabaceae), raste samostalno na području Mediterana, koristi se još od doba antičke Grčke. Europom se proširio iz dva pravca. Preko Srednje Azije dopijeva u Grčku i Italiju, dok preko Arapa i Sjeverne Afrike dopijeva u Španjolsku i Portugal. Iz navedenih zemalja se širi dalje u tzv. novi svijet, na područja Kalifornije, Arizone, Meksika pa sve do Australije i Južne Afrike. Uspijeva na blagim i suhim mjestima sa siromašnim tlom (Battle i Tous 1997.). Slatka pulpa mahune rogača od davnina se koristi u prehrani domaćih životinja, daje djeci kao slatkiš te je bila značajna komponenta prehrane ljudi u vrijeme gladi. Prema predaji njime se hranio sveti Ivan Krstitelj tijekom boravka u pustinji zbog čega ga se često naziva i „Kruh sv.Ivana“. Sjemenka rogača (grč. = keration) se u antičko doba koristilo kao mjera za vaganje zlata, jedna sjemenka = 1 karat obzirom da sjemenka rogača, bez obzira na veličinu i uvjete čuvanja, uvijek ima jednaku masu od 0,18 grama, pa se naziv zadržao do danas za 0,18 g zlata (zdravlje.hzjz.hr).

*Ceratonía siliqua* dio je potporodica *Caesalpinioide* porodice *Leguminose*(Fabaceae). Do unazad 25 godina ona je smatrana jedinom vrstom, no onda je otkrivena *Ceratonía oreothauma* koja se sastoji od dvije podvrste: *C.oreothauma*, porijeklom iz Arabije i *C.somalensis*, porijeklom iz Somalije (Iipumbu 2008.). Stablo rogača sa široko razgranatom krošnjom u obliku polukugle, deblom smeđe kore i čvrstim granama, raste kao zimzelen grm

ili stablo visine do 10 m. Listovi su zimzeleni i kožasti s debelim jednoslojnim gornjim epidermisom. U donjem epidermisu se nalaze puči i velike vakuole (Battle i Tous 1997.). Vrsta *Ceratonia siliqua* je trodomna biljka, postoje stabla s muškim ili ženskim cvijetom, te stabla s obje vrste cvijeta. Dugački životni vijek i minimalna pažnja pri uzgoju daju rogaču veliku prednost. Pri vrhuncu proizvodnje daje veliku količinu plodova, do 800 kg po stablu. Sam plod ima odlične nutritivne vrijednosti, te se koristi u prehrani životinja ali i ljudi (Iipumbu 2008.). Tradicionalno se stablo rogača sadi zajedno uz masline, grožđe, bademe i ječam. Samoniklo ga nalazimo među makijom, maslinicima, po šumama i kamenitim mjestima. Drvo rogača se koristi jer stvara hlad te se sadi se kao ukras, zaštita je od vjetra te štiti tlo od erozije. Lišće se koristi kao hrana za stoku, dok drvo može služiti za ogrjev. Mahune, lišće rogača kao i sjemenke mogu se koristiti u različite svrhe – kao hrana, krmna biljka, te kao sirovina u industriji guma, papirnoj i tekstilnoj industriji, proizvodnji šećera i alkohola (Battle i Tous 1997., Kuštrak 2005., Iipumbu 2008., Musa Özcan i sur.,2007.).

Uzgoj rogača u našoj zemlji ograničen je na pojedine manje oaze, a najrašireniji je u području Dubrovačkog primorja, na području poluotoka Pelješca te na otocima Šipanu, Lopudu i Mljetu. Nadalje osim južne Dalmacije rogač se uzgaja i u području otoka Korčule, Lastova, Brača, Visa, Šolte i Drvenika (Strikić i Čmelik 2006.). U Hrvatskoj još uvijek ne postoji organizirana proizvodnja rogača. U svijetu su najveći proizvođači rogača je Europska Unija (poglavito Španjolska, Italija, Portugal, Grčka i Cipar) koji proizvode više od 70 % svjetskih usjeva. Trenutno se procjenjuje da je riječ oko 300 000 t mahuna, s time da Španjolska, kao najveći proizvođač, proizvodi oko 100 000 t godišnje. Ostalih 30 % proizvodnje otpada uglavnom na Maroko, Tursku, Alžir i Tunis (Tous i Romero 2009.).

### 1.3.2. IZGLED I KEMIJSKI SASTAV PLODA ROGAČA



Mahune rogača su izdužene, spljoštene, ravne ili zavijene sa zadebljalim šavovima i tupim krajem (slika 9). Dužina im je 10- 30 cm, širina 1,5 – 3,5 cm a debljina oko 1 cm. Tamnosmeđe su boje sa zgužvanom površinom koja postaje kožasta kada mahuna dozre. Pulpa se sastoji od

Slika 9. Grančica rogača i 4 mahune  
(Samaržija 2013.)

vanjskog kožnog dijela (perikarpa) i meke unutarnje regije (mezokarpa). Na pulpu otpada 90% ukupne mase, dok ostatak od 10 % otpada na sjemenke ploda rogača. Sjemenke se nalaze poprečno i omeđene su mezokarpom, ovalno – jajolikog su oblika i sjajne smeđe boje. Dužina im je 8 – 10 mm, širina 7 – 8 mm a širina 3 – 5 mm (Battle i Tous 1997.).

Pulpa mahune je bogata šećerima, čiji raspon je od 48 – 56 % i taninima čiji raspon je od 16 – 20 % (Markis i Kefalas 2004.). Uz to je bogata su i celulozom i hemicelulozom čiji sastav je oko 18 %. Mljeveni rogač se sastoji od pulpe i sjemenki što dovodi do nešto drugačijeg makronutritivnog i mikronutritivnog sastava (slika 10) . Mljeveni rogač se sastoji od ugljikohidrata (75.92 %), proteina (6.34 %) i masti (1.99 %). Također je bogat prehrambenim vlaknima (7.03 %) te vitaminima i mineralima, od kojih su značajniji Fe, Ca, Na, K, P i S te vitamini E D, C, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub> i B<sub>9</sub>.

Chemical constituent	Concentration (g.100 g <sup>-1</sup> )
Mpisture	3.6 – 18.0
Ash	1.0 – 6.0
Fat	0.2 – 2.3
Protein	1.0 – 7.6
Carbohydrates	48.0 – 88.9
Total sugars	32.0 – 60.0
Dietary fibre	2.6 – 39.8
Polyphenols	0.5 – 20.0

Slika 10. Tablični prikaz sastava mahune rogača (Iipumbu 2008., Battle i Tous 1997., Marakis 1996., Yousif i Alghzawi 2000., Avallone et al. 1997.)

Antioksidativno djelovanje rogačeva brašna ne potječe samo od vitamina i minerala, nego i od spojeva poznatih pod nazivom fenoli. Od 11 prisutnih fenolnih spojeva najznačajniji su cimetna, ferulična i vanilinska kiselina (Youssef i Moshera 2013.). Sjemenka rogača se sastoji od ovojnice (30-33 %) i endosperma (42-46 %), te klice (23-25 %). Visoku viskoznost kao fizikalno svojstvo mljevenog rogača sa sjemenkama zahvaljujemo galaktomananu. Galaktomanan je polisaharid sastavljen od manoze i galaktoze u omjeru 4:1, a u vodi stvara otopine visoke viskoznosti a nalazimo ga u endospermu sjemenke. Klica je izrazito bogata proteinima, dok ovojnica sjemena sadrži antioksidanse (Battle i Tous, 1997.).

### 1.3.3. UPOTREBA ROGAČA S FARMACEUTSKOM PRIMJENOM

Od ploda rogača moguće je napraviti sirup, med, alkohol i brašno. Brašno rogača je prirodni zaslađivač izgleda i okusa kao kakao te se zbog toga često koristi kao zamjena za kakao u čokoladi. Prednost mu je što nema kofeina, teobromina ni oksalne kiseline, te ima manji kalorijski sadržaj. U Egiptu je raširena upotreba napitak od sirupa rogača. Koji se priprema zagrijavanjem vodenog ekstrakta mahune rogača do konzistencije sirupa. Zbog visokog sadržaja šećera i relativno niske cijene rogač je bio jedna od prvih biljnih vrsta korištenih za industrijsku proizvodnju alkohola fermentacijom (Batal i Hasib 2013.).

Danas se rogač najviše upotrebljava za dobivanje LBG (*karuba guma*) ili prehrambeni aditiv E410. Pod tim nazivom se krije galaktomanan iz endosperme sjemenke rogača. Koristi se kao dodatak raznim prehrambenim proizvodima, kao gelirajuće sredstvo, stabilizator, ugušćivač ili sredstvo za dispergiranje u proizvodnji sokova, sladoleda, dječje hrane i dr. Također se primjenjuje i u kozmetici, farmaceutskoj industriji, industriji boja i lakova (Battle i Tous 1997.).

Prirodni antioksidansi koji se nalaze u sjemenoj ovojnici i srži voća su potencijalne nove sirovine u prehrambenoj industriji (Barracosa i sur., 2007). Zadnjih godina raste interes za rogačem kao jeftinom izvorom različitih produkata. Neka istraživanja su pokazala da se može koristiti kao polazna sirovina u proizvodnji bioetanola te kao polazna tvar u proizvodnji limunske kiseline, dok je ekstrakt rogača promatran u studijama utjecaja i djelovanja na centralne i periferne benzodiazepinske receptore u ljudskom organizmu (Makris i Kefalas, 2004).



Slika 11. Brašno rogača

Rogačevo brašno se od davnina koristi kao antidijarij (slika 11). Za antidijarijsko djelovanje je zaslužan visok sadržaj ugljikohidrata, od kojih dominiraju fruktoza i saharoza, te lignin i pektin, tvari koje imaju veliku molekularnu masu. Sve to doprinosi detoksifikacijskom svojstvu brašna rogača (Fortier 1953.).

Plod rogača sadržava tanine koje posjeduju adstringentno djelovanje. Adstringentno djelovanje je reakcija trjeslovina s proteinima, odnosno taloženje proteina i stvaranje zaštitnog sloja na sluznici. Sluzi oblažu sluznicu i tako smanjuju podražaj u crijevima (Kalođera 2010.).

## **2. OBRAZLOŽENJE TEME**

Rogač je samoniklo drvo ili grm široko rasprostranjeno na Mediteranu, pa tako i na obali i otocima hrvatskog Jadrana. Stoljećima je imao važnu ulogu u ljudskoj prehrani, no danas je u našim krajevima gotovo potpuno zanemaren. Iako rogač predstavlja visokovrijednu kulturu bogatih prinosa, tek se u novije vrijeme ponovno otkrivaju njegova hranjiva i ljekovita svojstva. Danas postoje vrlo oskudna istraživanja o sortama rogača samoniklog na području Jadrana koja se baziraju prvenstveno na istraživanju njegovih morfoloških osobina. Obzirom na pojavu organiziranog uzgoja tradicionalnih sorti rogača u našim krajevima, koji se sve više koristi u prehrane svrhe, javlja se potreba za sustavnom nutritivnom analizom domaćih sorti rogača.

Stoga je cilj ovog diplomskog rada analizirati makronutritivni sastav ploda rogača samoniklog na 14 lokacija na području koje obuhvaća na otoke i obalu srednje i južne Dalmacije.

Rezultati ovog istraživanja će pridonijeti saznanjima o nutritivnom potencijalu rogača samoniklog na području Republike Hrvatske koji se danas sve više koristi kao neizostavni dio zdrave prehrane.

### **3. MATERIJALI I METODE**



### 3.1. MATERIJALI

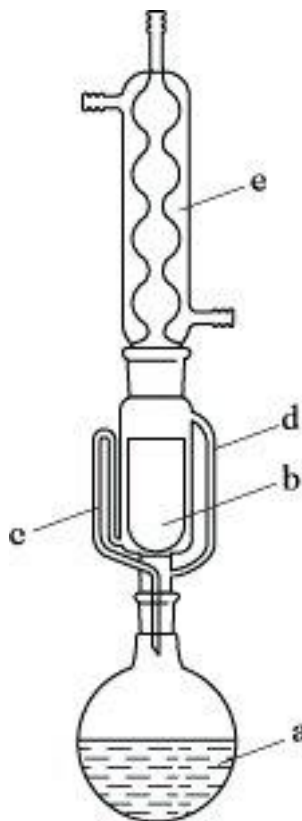
Istraživanje makronutritivnog sastava provedeno je na uzorcima brašna rogača. Određen je udio proteina, lipidi, vlage, pepela te razlika ugljikohidrata. Mjerenja su provedena na brašnu rogača dobivenog od mljevenih mahuna rogača skupljenih sa 14 različitim lokacija. Sve analize su rađene u duplikatu.

### 3.2. METODE

#### 3.2.1. ODREĐIVANJE UDJELA LIPIDA

U analitici i praktičnoj kontroli namirnica pod pojmom lipidi u hrani smatraju se sve tvari koje se ekstrahiraju bezvodnim eterom i nakon jednosatnog sušenja u sušioniku na 100 °C ne ispare.

Za određivanje udjela masti korištena je semikontinuirana ekstrakcija po Soxhlet-u (slika 12).



#### Princip metode:

Lipidna komponenta iz namirnica se izdvaja semikontinuiranom ekstrakcijom suhog ili zračno suhog uzorka pomoću petroletera, vrelišta 40 – 70 °C, u specijalnoj aparaturi po Soxhlet-u, a nakon uklanjanja otapala izolirana mast se odredi gravimetrijski.

Semikontinuirana ekstrakcija je ekstrakcija koja se odvija u zatvorenom sustavu čime je omogućeno kontinuirano isparavanje i kondenziranje otapala, a u svrhu povećanja učinkovitosti ekstrakcije masnih komponenata iz uzorka.

Slika 12. Soxhletova aparatura: (a) tikvica po Soxhletu, (b) čahura s uzorkom, (c) destilacijska cijev, (d) odvodna cjevčica (teglica), (e) vodeno hladilo

Zagrijavanjem tikvice otapalo isparava, odlazi u hladilo gdje se kondenzira i kapanjem puni ekstraktor do točke prelijeva, kada se nastali ekstrakt posebno konstruiranom kapilarnom cijevi (teglica) prelijeva po principu spojenih posuda u ekstrakcijsku tikvicu, odnoseći dio masti iz uzorka. Kontinuiranim isparavanjem i kondenziranjem otapala, ekstraktor se kontinuirano puni svježim otapalom, a ekstrakt se prelijeva u ekstrakcijsku tikvicu gdje masti zaostaju zbog slabe hlapivosti na temperaturi vrenja otapala. Na kraju ekstrakcije, čiji se kraj određuje metodom masne mrlje, ispari se otapalo iz ekstrakta i zaostala mast u tikvici suši, tikvica zatim hladi u eksikatoru i važe.

#### Postupak:

5 g ( $\pm 0.001$ ) suhog sitno usitnjenog uzorka se odvaže u papirnatu odmašćenu čahuru. Čahura se pokrije slojem odmašćene suhe vate i stavi u srednji dio Soxhletovog aparata – ekstraktor, zatim spoji s hladilom i ekstrakcijskom tikvicom, koja je s nekoliko kuglica za vrenje prethodno sušena 1 sat kod 105 °C, ohlađena u eksikatoru pola sata i odvaguta ( $\pm 0.001$  g).

Količina otapala ovisi o volumenu ekstraktora i tikvice. Kroz hladilo se preko lijevka ulije toliko otapala, da se ekstraktor napuni i pomoću teglice isprazni u tikvicu. Zatim se doda još toliko otapala da se napuni otprilike još polovica ekstraktora računajući od dna do vrha teglice i uzimajući u obzir veličinu ekstrakcijske tikvice. Kroz hladilo aparature pušta se jaka struja vode i počinje zagrijavanje. Zbog zapaljivosti otapala, grije se na pješčanoj kupelji.

Ekstrakcija traje dva sata, a kraj ekstrakcije odredi se testom masne mrlje, kada je on negativan, odnosno kada nakon hlapljenja otapala s filter papira ne ostane masna mrlja. Tikvica se suši jedan sat kod 105 °C i nakon pola sata hlađenja u eksikatoru, važe. Iz razlike pune i prazne tikvice izračuna se količina masti u ispitivanoj odvagi uzorka i izrazi kao postotak u uzorku.

#### Račun:

*Izračunavanje udjela masti:*

$$\% \text{ petroleteraskog ekstrakta} = (b - a) * 100 / c$$

a = masa prazne ekstrakcijske tikvice s kuglicama za vrenje (g)

b = masa tikvice s mašću (g)

c = odvaga uzorka (g)

### 3.2.2. ODREĐIVANJE PROTEINA

Udio proteina u uzorku brašna rogača određuje se indirektnom metodom. Takva metoda podrazumijeva određivanje dušika kao karakterističnog i referentnog sastojka proteina. Jedna od indirektnih metoda određivanja proteina je *makro-mikro metoda po Kjeldahlu* koja je referentna metoda za određivanje proteina namirnicama, a primijenjena je u izradi ovog rada.

#### Princip metode:

Metoda se temelji na vlažnom spaljivanju uzorka s koncentriranom sumpornom kiselinom uz dodatak katalizatora i soli za povišenje vrelišta do nastanka potpuno bistre i bezbojne otopine. Organska se supstanca razgradi a cjelokupni proteinski dušik se prevede u amonijev sulfat, iz kojeg se destilacijom oslobođeni amonijak odredi titrimetrijski.

Koncentrirana sumporna kiselina djeluje kao jaki antioksidans te u kombinaciji s visokom temperaturom dovodi do razgradnje organske tvari. Razgradnjom organske tvari organski vezani vodik isparava iz smjese u obliku vodene pare, ugljik u obliku ugljik (IV) oksida dok se sumporna kiselina dijelom reducira u  $\text{SO}_2$ . Prisutni nitriti i nitrati isparavaju u obliku nitroznih plinova s  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  i parama  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pa se spaljivanje mora provoditi u zatvorenom sustavu. Organski dušik se reducira i izdvaja u obliku amonijaka koji se u kiseloj otopini nalazi kao nehlapivi amonijev sulfat. Zaostala sumorna kiselina se neutralizira i otopina alkalizira dodatkom jake lužine pri čemu se oslobađa amonijak i destilacijom s vodenom parom uvodi u kiselinu poznate koncentracije. Organski vezan dušik, odnosno dušik iz proteina ostaje u otopini vezan kao amonijev sulfat, tj. količina nastalog amonij sulfata je proporcionalna količini organskog dušika.

Titracijom sa standardnom lužinom odredi se količinu nevezane kiseline. Iz količine vezane kiseline izračuna se količina dušika u uzorku i množenjem s faktorom za preračunavanje dušika u proteine izrazi se kao udio (postotak) ukupnih ili sirovih proteina u namirnici.

#### Aparatura:

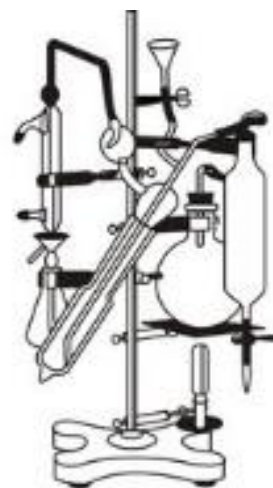
##### 1. Jedinica za digestiju

Kao jedinica za digestiju korišten je Büchi – Kjeldahl sistem za spaljivanje. Spaljivanje se vrši u zatvorenom sustavu, a kiseli plinovi koji nastaju tijekom spaljivanja

sistemom cijevi se odvođe u tzv. „scrubber“ – zatvorenu posudu s lužnatom otopinom  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  u kojoj se neutraliziraju. Optimalna temperatura digestije ( $370^\circ\text{C}$ ) postiže se dodatkom  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (sol za povišenje vrelišta), dok se dodatkom  $\text{CuSO}_4$  snizuje energija aktivacije te se on koristi kao katalizator.  $\text{K}_2\text{SO}_4$  i  $\text{CuSO}_4$  se dodaju u tabletama, gdje im je međusobni omjer 50:1. Prevelika količina  $\text{K}_2\text{SO}_4$  bi digla temperaturu reakcijske smjese na  $390^\circ\text{C}$ , pri čemu bi došlo do gubitaka organski vezanog dušika u obliku elementarnog dušika. Nakon postignute optimalne temperature digestije potrebno je oko 60 minuta za potpuno spaljivanje.

## 2. Jedinica za destilaciju

Mikro destilacija se izvodi u specijalno konstruiranoj aparaturi po Parnas – Wagneru. Aparatura (slika 13) se sastoji od posebno konstruirane destilacijske tikvice koja je s jedne strane povezana s posudom za proizvodnju vodene pare, a s druge strane preko hladila, s predloškom s poznatom količinom kiseline u kojoj će se vezati amonijak oslobođen destilacijom. Između destilacijske tikvice i posude za proizvodnju vodene pare uklopljena je sabirna posuda (recipijent) u koju se izlijeva uzorak nakon destilacije i voda za ispiranje destilacijske tikvice, pa se aparatura može oprati i pripremiti za sljedeću destilaciju bez rastavljanja.



Slika 13. Jedinica za destilaciju  
(Aparatura po Parnas – Wagneru)

### Postupak :

1 g uzorka ( $\pm 0.001$  g) odvaži se na papir bez dušika te kvantitativno prenese u kivetu za spaljivanje po Kjeldahlu, doda se smjesa za spaljivanje (2 tablete) i 20 mL koncentrirane sumporne kiseline. Kivete u kojima se nalazi smjesa se spoje sa staklenom cijevi koja odvodi plinove, koji su nastaju tijekom spaljivanja, u lužnatu otopinu u kojoj se neutraliziraju (tzv. scrubber).

Nakon spaljivanja se dobivena smjesa prenese u tikvice od 250 mL te se razrijedi destiliranom vodom do oznake.

Prije početka same destilacije zagrije se do vrenja voda u tikvici za proizvodnju pare destilacijskog aparata. Preko malog lijevka se u destilacijsku tikvicu trbušastom pipetom ulije 10 ml prethodno razrijeđenog uzorka i lijevak ispere malom količinom destilirane vode.

U Erlenmeyerovu tikvicu od 100 ml pipetom se doda 25 ml HCl ( $c = 0.01 \text{ mol/L}$ ) i 0.5 mL indikatora po Taschiru i pod hladilo destilacijskog aparata namjesti tikvica tako da je vrh cijevi hladila uronjen u predloženu kiselinu. Količina i koncentracija kiseline izabrana je tako da bude u suvišku u odnosu na očekivanu količinu amonijaka, kako bi se osiguralo vezanje ukupne količine amonijaka. Potom se preko lijevka ulije 20 mL 33 % -tne NaOH, u destilacijsku tikvicu, lijevak ispere s malom količinom destilirane vode koja se također ispusti u tikvicu i nakon toga odvodna gumena cijev lijevka dobro zatvori štipaljkom.

Zatvaranjem gumenog čepa na destilacijskoj tikvici počinje destilacija. Vrh cijevi hladila ostaje uronjen u predložak s kiselinom da se spriječi gubitak plinovitog amonijaka dok ne počne u predložak kapati destilat, što se uočava po naglom povišenju temperature staklene cjevčice kojom para iz destilacijske tikvice odlazi u hladilo gdje se kondenzira. Sada se predložak spusti tako da cijev hladila ne bude više uronjena u kiselinu i nastavi destilaciju kroz daljnjih 5 minuta. Završetak destilacije kontrolira se indikator papirom – kada je destilacija završena, indikator papir će pokazati neutralan pH destilirane vode.

### *3. Titracija nevezane kiseline*

Kada je destilacija završena, vršak cijevi koji je bio uronjen u kiselinu pažljivo se ispere s malo destilirane vode. Količina amonijaka oslobođena destilacijom 10 mL otopine uzorka i vezana na HCl ( $c = 0.01 \text{ mol/L}$ ) odredi se indirektno, određivanjem količine nevezane kiseline titracijom s NaOH ( $c = 0.01 \text{ mol/L}$ ) do promjene boje Tashiro indikatora.

Količina vezane kiseline izračuna se iz razlike predložene kiseline (25 mL) i nevezane kiseline, pri čemu je 1 mL vezane HCl ( $c = 0.01 \text{ mol/L}$ ) ekvivalentan 0.14 mg N.

### *4 Slijepa proba*

Istovremeno se određuje slijepa proba. Spaliti paralelno s uzorkom 2 tablete smjese za spaljivanje i 20 mL konc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Razrijediti i destilirati na isti način kao uzorak.

Račun:

*Udio dušika se izračuna prema formuli*

$$\text{udio dušika (\%)} = ( (P-S) * 0.14 ) / a * 100$$

gdje je:

a = količina uzorka koja se nalazi u alikvotnom dijelu razrijeđenog uzorka (mg)

P = mL vezane HCl (c = 0.01 mol/L) za glavni pokus

S = mL vezane HCl (c = 0.01 mol/L) za slijepi pokus

*Udio proteina izračuna se prema formuli*

$$\text{udio proteina (\%)} = \text{udio dušika (\%)} * 6.25$$

### 3.2.3. ODREĐIVANJE UDJELA VODE

Voda utječe na fizikalna svojstva uzorka kao što su masa, gustoća, viskoznost, indeks refrakcije, električna provodljivost i dr.

Princip:

Određivanje vode sušenjem je termogravimetrijska metoda koja se definira kao razlika odvage uzorak prije i nakon sušenja. Za određivanje vode primijenjena je metoda sušenja na 105 °C do konstantne mase.

Postupak:

Aluminijske posudice za sušenje s poklopcima se suše na 105 °C 1 sat, ohlade u eksikatoru i izvažu na vagi s točnošću ± 0.001 g. U posude se izvaže 3 g (± 0.001 g) uzorka, pokriju se s poklopcima, prenesu u sušionik i suše 1 sat na 105 °C. Nakon toga se prenesu u eksikator, hlade te ponovno važu. Postupak se ponavlja dok razlika između odvaga ne bude manja od 0.1 mg. Iz razlike mase prije i poslije sušenja izračuna se udio vode.

Račun:

$$\% (\text{udio vode}) = ( (a - b) * 100 ) / c$$

a = masa lončića s uzorkom prije sušenja

b = masa lončića s uzorkom nakon sušenja

c = masa uzorka

### 3.2.4. ODREĐIVANJE UDJELA PEPELA

Pepeo je anorganski ostatak koji zaostaje kada se voda i organska tvar ukloni iz namirnice zagrijavanjem u prisutnosti oksidirajućih agensa.

#### Princip:

Određivanje udjela pepela metodom suhog spaljivanja (AOAC Official Methods, 2005.) provodi se spaljivanjem uzorka u lončićima za spaljivanje u mufolnoj peći pri temperaturi od 525 °C. Voda i druge hlapive komponente ispare, a organska supstancija se spali u prisutnosti kisika iz zraka do CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O i N<sub>2</sub>.

#### Postupak:

2 g ( ± 0.001 g) uzorka se važe u porculanski lončić koji je prethodno izaren i vagan. Lončić s uzorkom se najprije spaljuje na plameniku nakon čega se stavlja u mufolnu peć na 525 °C kroz 5 sati. Nakon spaljivanja lončići se prenesu u eksikator gdje se hlade 40 minuta. Ohlađeni lončići se izvažuju i iz razlike mase prije i poslije spaljivanja odredi se udio pepela.

#### Račun:

$$\% (\text{udio pepela}) = ( a * 100 ) / b$$

a = razlika masa lončića prije i poslije spaljivanja

b = masa uzorka ( g )

### 3.2.5. ODREĐIVANJE UDJELA UGLJIKOHIDRATA

Ukupni ugljikohidrati u uzorcima brašna rogača određeni su metodom razlike. Određivanje ugljikohidrata razlikom podrazumijeva da su ostali makronutrijenti određeni direktnim metodama. Zbrajanjem svih sastojaka (vode, masti, pepela i proteina) i oduzimanjem zbroja od 100 dobiju se vrijednosti ugljikohidrata. Ovako izračunati ugljikohidrati se izražavaju kao ukupni ugljikohidrati.

#### Račun:

$$100 - \text{masa u g ( voda + proteini + pepeo + masti ) u 100 g uzorka}$$

### 3.2.6. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

Sve analize su provedene u duplikatu, a rezultati prikazani kao srednja vrijednost ( $\bar{X}$ ), standardna devijacija (SD) i relativna standardna devijacija (RSD) obzirom da je prethodno statistički utvrđena normalnost raspodjele dobivenih podataka. Za daljnju analizu i interpretaciju rezultata korištena je jednosmjerna analiza varijance te *post hoc* Bonferroni test (test multiple usporedbe).

Za izračunavanje srednje vrijednosti, standardne devijacije i relativne standardne devijacije korišten je programski paket Microsoft® Office Excel 2007 (Microsoft, Seattle, WA, SAD), a za ispitivanje normalnosti razdiobe i analizu varijance korišten je programski paket GraphPad Prism ver. 3.02 (GraphPad Software, SAD).



### **3. REZULTATI I RASPRAVA**

#### 4.1. UDIO VODE U UZORCIMA

Rezultati određivanja udjela vode na uzorcima brašna rogača ubranog na 14 različitim lokaliteta prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Udio vode u ispitivanim uzorcima

LOKALITET	udio vode g/100g	$\chi^*$	SD	RSD (%)
1.	7.949	<b>7.977<sup>AE</sup></b>	0.028	0.357
	8.006			
2.	8.196	<b>8.191<sup>B</sup></b>	0.005	0.058
	8.186			
3.	7.607	<b>7.674<sup>CGI</sup></b>	0.067	0.877
	7.741			
4.	7.085	<b>7.124<sup>D</sup></b>	0.039	0.548
	7.163			
5.	7.772	<b>7.800<sup>AI</sup></b>	0.028	0.364
	7.828			
6.	8.068	<b>8.002<sup>BE</sup></b>	0.066	0.824
	7.936			
7.	7.535	<b>7.570<sup>CG</sup></b>	0.035	0.468
	7.606			
8.	7.980	<b>8.007<sup>BE</sup></b>	0.027	0.335
	8.033			
9.	7.505	<b>7.484<sup>C</sup></b>	0.021	0.275
	7.464			
10.	6.933	<b>7.028<sup>D</sup></b>	0.095	1.351
	7.123			
11.	10.849	<b>10.836<sup>F</sup></b>	0.013	0.123
	10.823			
12.	8.110	<b>8.100<sup>BE</sup></b>	0.010	0.127
	8.089			
13.	7.702	<b>7.737<sup>GI</sup></b>	0.035	0.449
	7.772			
14.	8.533	<b>8.486<sup>H</sup></b>	0.046	0.548
	8.440			

\* Vrijednosti označene istim slovom pripadaju istom statističkom skupu (P>0.05)

Udio vode u analiziranom brašnu kreće se od 7.028 g/100 g originalnog uzorka (lokalitet 10) do 10.836 g/100 g originalnog uzorka (lokalitet 11) uz relativnu standardnu devijaciju (RSD) čiji raspon iznosi od 0.058 % do 1.351 % što ukazuje na visoku preciznost metode (Tablica 1).

Najveća varijacija utvrđena je između lokaliteta 10 i 11 koja iznosi 54.180 %, dok je najmanja varijacija između lokaliteta 10 i 4 te iznosi 1.366 %.

Iako je statističkom analizom utvrđeno da postoje značajne razlike među analiziranim uzorcima brašna, iz tablice 1 vidljivo je da su se udjeli vlage u svim uzorcima (osim uzorka s lokaliteta 11) kretali u užem rasponu od 7.028 – 8.486 g/ 100 g. Lokalitet 11 značajnije odstupa od ostalih s udjelom vode od 10.836 g /100 g originalnog uzorka.

#### **4.2. UDIO LIPIDA U UZORCIMA**

Udio lipida u uzorcima brašna rogača kretao se od 0.175 g/100 g originalnog uzorka (lokalitet 14) do 0.455 g/100 g originalnog uzorka (lokalitet 2) uz RSD od 0.006 % do 25.052 % (Tablica 2).

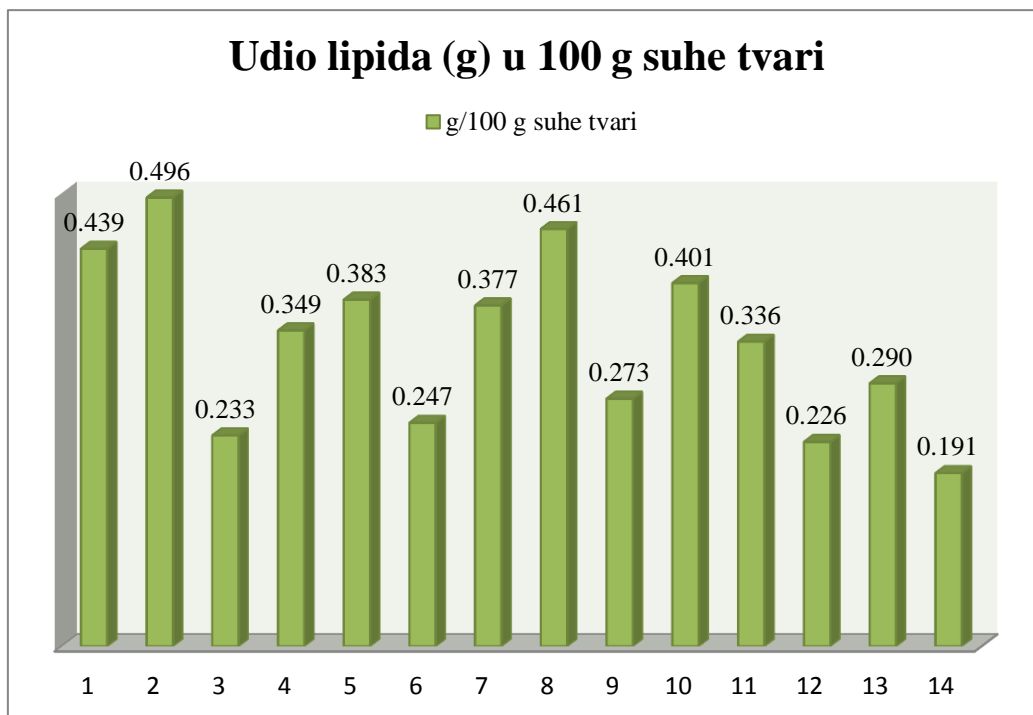
Najveća razlika u udjelima lipida utvrđena je između uzoraka s lokaliteta 14 i 2 te iznosi 160 %, dok je najmanja između uzoraka s lokaliteta 2 i 12 te iznosi 18.286 %.

Preračunato na suhu tvar (slika 14) vidljivo je da brašno rogača sadrži vrlo niske količine lipida s vrijednostima koje su se kretale od 0.191 g/100 g do 0.496 g/100 g uzorka. Nizak udio lipida u rogaču doprinosi njegovom duljem trajanju obzirom da je hrana s visokim udjelom lipida podložna oksidaciji (užeglosti) te se lako kvari. Također, prehrana bogata lipidima povisuje rizik od koronarnih bolesti, pretilosti i hiperlipidemije te stoga rogač i njegove prerađevine se sve više koriste u sklopu zdrave prehrane.

Tablica 2. Udio lipida u ispitivanim uzorcima

LOKALITET	udio masti %	$\chi^*$	SD	RSD (%)
1.	0.449	<b>0.404<sup>AC</sup></b>	0.065	16.094
	0.358			
2.	0.484	<b>0.455<sup>A</sup></b>	0.041	9.018
	0.426			
3.	0.216	<b>0.215<sup>BD</sup></b>	0.001	0.646
	0.214			
4.	0.314	<b>0.324<sup>ADC</sup></b>	0.014	4.368
	0.334			
5.	0.366	<b>0.353<sup>ADC</sup></b>	0.018	5.208
	0.340			
6.	0.226	<b>0.227<sup>BDE</sup></b>	0.001	0.612
	0.228			
7.	0.324	<b>0.348<sup>ADC</sup></b>	0.034	9.753
	0.372			
8.	0.402	<b>0.424<sup>AF</sup></b>	0.031	7.345
	0.446			
9.	0.280	<b>0.253<sup>BDE</sup></b>	0.038	15.085
	0.226			
10.	0.412	<b>0.373<sup>AEC</sup></b>	0.055	14.787
	0.334			
11.	0.294	<b>0.299<sup>CBF</sup></b>	0.008	2.831
	0.306			
12.	0.208	<b>0.207<sup>BD</sup></b>	0.001	0.427
	0.206			
13.	0.268	<b>0.268<sup>BC</sup></b>	1.525	0.006
	0.268			
14.	0.144	<b>0.175<sup>B</sup></b>	0.044	25.052
	0.206			

\* Vrijednosti označene istim slovom pripadaju istom statističkom skupu (P>0.05)



Slika 14. Udio lipida (g) u 100 g tvari

### 4.3. UDIO PROTEINA U UZORCIMA

Rezultati određivanja udjela ukupnih proteina u ispitivanim uzorcima su prikazani u tablici 3. U skladu s očekivanjima srednje vrijednosti ukupnih proteina u uzorcima brašna rogača se kreću od 2.569 g/100 g originalnog uzorka (lokalitet 3) do 5.303 g/100 g originalnog uzorka (lokalitet 14) s RSD vrijednostima od 0 % do 4.65 % (tablica 3).

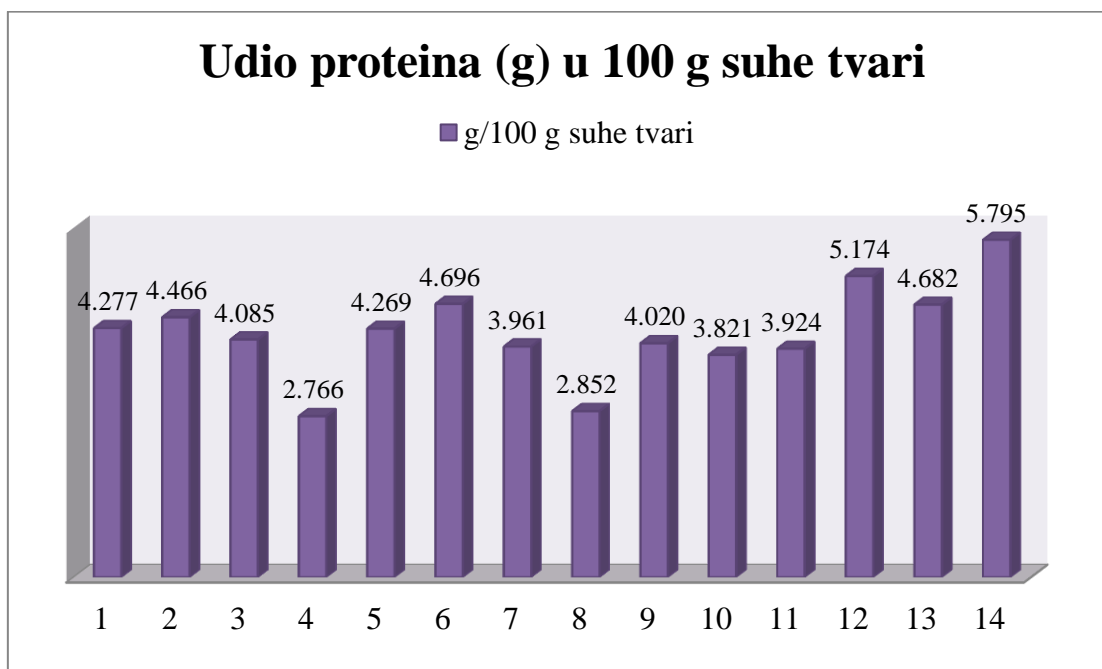
Najveća razlika u udjelima proteina utvrđena je između uzoraka s lokaliteta 4 i 14 te iznosi 106.423 %, dok je najmanja između uzorka s lokaliteta 4 i 8 te iznosi 2.141 %.

Izračunato na suhu tvar, udjeli proteina kreću se od 2.766 do 5.795 g /100g suhe tvari. Nižim vrijednostima se ističu lokaliteti 4 i 8 s 2.766 g/100 g, odnosno 2.852 g/100 g suhe tvari, dok se višim vrijednostima ističu lokaliteti 12 i 14 s 5.174 g/100 g, odnosno 5.795 g/100 g suhe tvari (slika 15).

Tablica 3. Udio proteina u ispitivanim uzorcima

LOKALITET	Udio proteina %	$\chi^*$	SD	RSD (%)
1.	4.045	<b>3.936<sup>ADE</sup></b>	0.109	2.763
	3.827			
2.	4.045	<b>4.100<sup>AE</sup></b>	0.055	1.353
	4.156			
3.	3.717	<b>3.771<sup>AF</sup></b>	0.054	1.444
	3.826			
4.	2.624	<b>2.569<sup>B</sup></b>	0.055	2.128
	2.515			
5.	3.827	<b>3.936<sup>AEF</sup></b>	0.109	2.778
	4.046			
6.	4.484	<b>4.320<sup>CE</sup></b>	0.164	3.802
	4.156			
7.	3.498	<b>3.661<sup>AF</sup></b>	0.164	4.468
	3.825			
8.	2.515	<b>2.624<sup>B</sup></b>	0.108	4.148
	2.733			
9.	3.719	<b>3.719<sup>AF</sup></b>	0	0
	3.719			
10.	3.718	<b>3.553<sup>DF</sup></b>	0.165	4.650
	3.389			
11.	3.500	<b>3.499<sup>DF</sup></b>	0.001	0.029
	3.498			
12.	4.919	<b>4.755<sup>C</sup></b>	0.164	3.458
	4.590			
13.	4.375	<b>4.320<sup>CE</sup></b>	0.055	1.271
	4.265			
14.	5.249	<b>5.303<sup>G</sup></b>	0.054	1.015
	5.357			

\* Vrijednosti označene istim slovom pripadaju istom statističkom skupu ( $P > 0.05$ )



Slika 15. Udio proteina (g) u 100 g suhe tvari

#### 4.4. UDIO PEPELA U UZORCIMA

Udio pepela, odnosno anorganske tvari koje zaostaje nakon spaljivanja uzorka u uzorcima brašna rogača kretao se od 2.423 g/100 g originalnog uzorka (lokalitet 1) do 2.779 g/100 g originalnog uzorka (lokalitet 12) uz RSD od 0.015 % do 3.504 % (Tablica 4).

Najveća razlika u udjelima pepela utvrđena je između uzoraka s lokaliteta 7 i 9 te iznosi 28.714 %, dok je najmanja između uzoraka s lokaliteta 7 i 1 te iznosi 4.937 %.

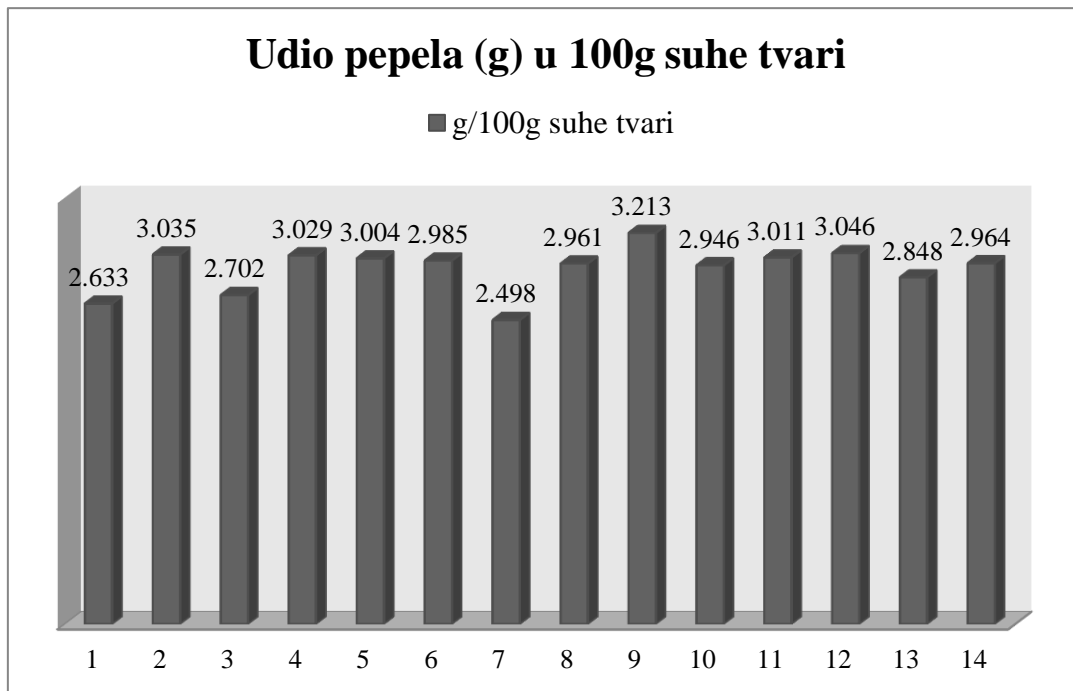
Iz rezultata je vidljivo da lokaliteti imaju relativno slične vrijednosti iako među njima postoje statistički značajne razlike (Slika 16).

Tablica 4. Udio pepela u ispitivanom uzorku

LOKALITET	Udio pepela %	$\chi^*$	SD	RSD (%)
1.	2.427	<b>2.423<sup>AC</sup></b>	0.005	0,189
	2.418			
2.	2,7863	<b>2,787<sup>BF</sup></b>	0,001	3,035
	2.7871			
3.	2.470	<b>2.494<sup>A</sup></b>	0.025	0.982
	2.519			
4.	2.826	<b>2.813<sup>B</sup></b>	0013	0.446
	2.800			
5.	2.760	<b>2.769<sup>BF</sup></b>	0.009	0.327
	2.779			
6.	2.752	<b>2.746<sup>BE</sup></b>	0.006	0.207
	2.741			
7.	2.309	<b>2.308<sup>C</sup></b>	0.001	0.015
	2.309			
8.	2.719	<b>2.724<sup>BE</sup></b>	0.005	0.163
	2.728			
9.	2.986	<b>2.972<sup>D</sup></b>	0.014	0.469
	2.958			
10.	2.756	<b>2.739<sup>BE</sup></b>	0.017	0.633
	2.722			
11.	2.667	<b>2.684<sup>EF</sup></b>	0.017	0.652
	2.702			
12.	2.702	<b>2.799<sup>BF</sup></b>	0.098	3.504
	2.898			
13.	2.627	<b>2.628<sup>E</sup></b>	0.001	0.022
	2.628			
14.	2.709	<b>2.712<sup>BE</sup></b>	0.002	0.094
	2.715			

\* Vrijednosti označene istim slovom pripadaju istom statističkom skupu ( $P > 0.05$ )





Slika 6. Udio pepela (g) u 100 g suhe tvari

#### 4.5. UDIO UGLJIKOHIDRATA U UZORCIMA

Vrlo visok udio ukupnih ugljikohidrata izračunat metodom razlike kretao se od 82.681 g/100 g originalnog uzorka (lokalitet 11) do 87.170 g/100 g originalnog uzorka (lokalitet 4) što odgovara očekivanim vrijednostima (Tablica 5). Relativna standardna devijacija kreće se u vrlo uskom rasponu od 0.011 % do 0.277 % .

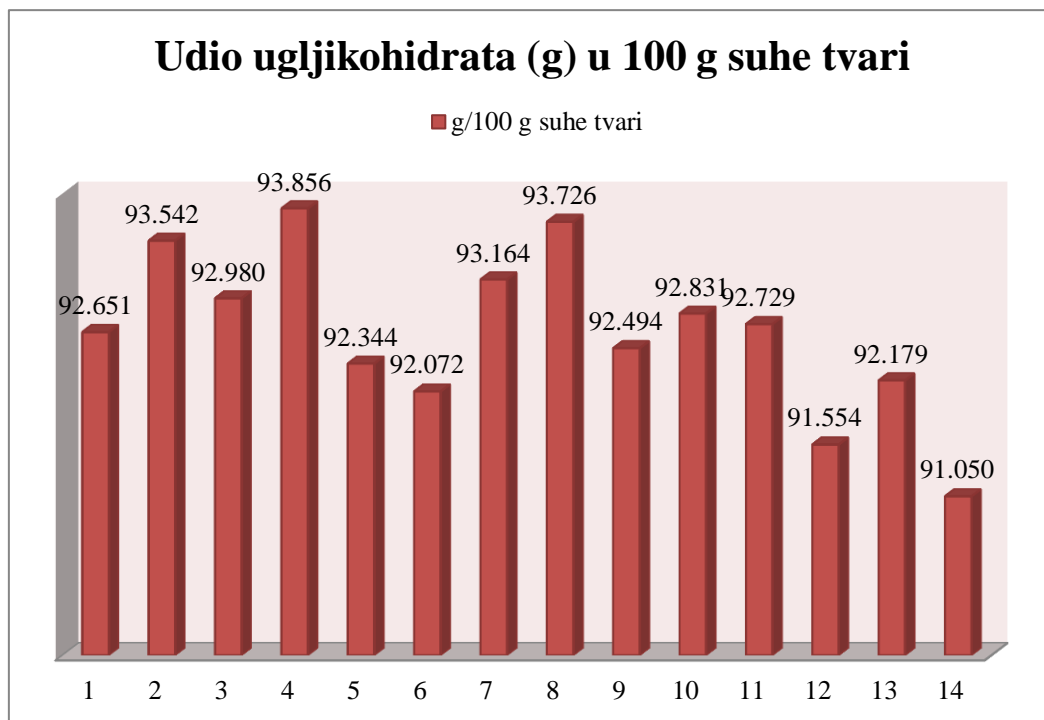
Najveća razlika utvrđena je između uzoraka s lokaliteta 11 i 4 te iznosi 5.429 %, dok je najmanja između uzoraka s lokaliteta 11 i 14 te iznosi 0.776 %.

Iz rezultata je vidljivo da lokaliteti imaju relativno slične vrijednosti iako među njima postoje statistički značajne razlike. Najniže vrijednosti od 91.050 g/100 g , odnosno 91.554 g/100 g suhe tvari imaju lokaliteti 14 i 12, dok lokaliteti 2, 4 i 8 imaju najviše vrijednosti koje se kreću od 93.542 do 93.856 g/100 g suhe tvari (Slika 17).

Tablica 5. Udio ugljikohidrata u istraživanom uzorku

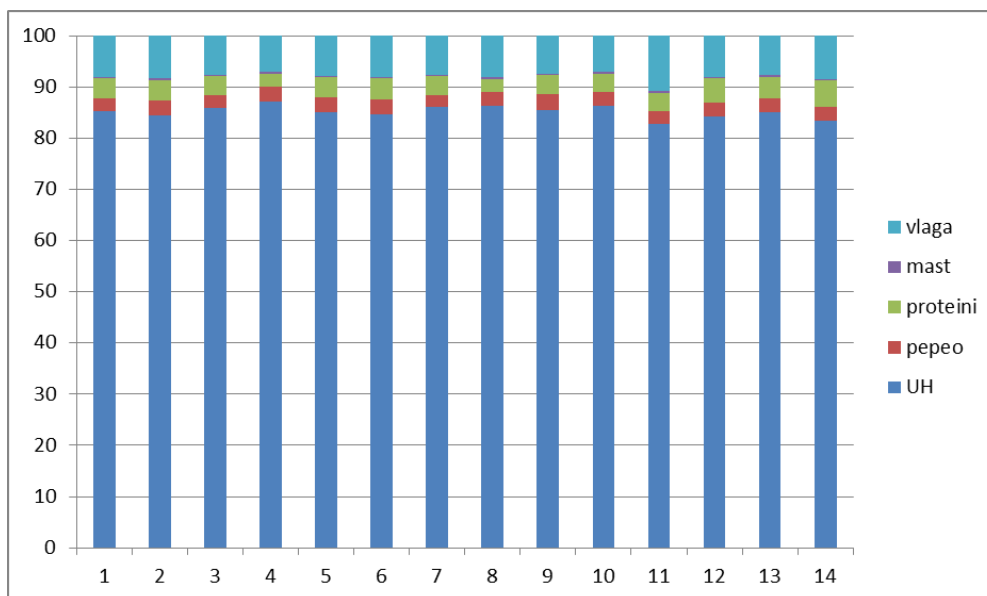
LOKALITET	Udio ugljikohidrata %	$\chi^*$	SD	RSD (%)
1.	85.129	<b>85.260<sup>A</sup></b>	0.131	0.153
	85.391			
2.	87.255	<b>85.879<sup>BF</sup></b>	1.376	1.602
	84.504			
3.	85.990	<b>85.845<sup>CH</sup></b>	0.146	0.169
	85.699			
4.	87.152	<b>87.170<sup>D</sup></b>	0.018	0.021
	87.188			
5.	85.274	<b>85.141<sup>AI</sup></b>	0.134	0.157
	85.007			
6.	84.469	<b>84.705<sup>BI</sup></b>	0.235	0.277
	84.939			
7.	86.334	<b>86.111<sup>CH</sup></b>	0.223	0.259
	85.888			
8.	86.384	<b>86.222<sup>C</sup></b>	0.162	0.188
	86.059			
9.	85.510	<b>85.572<sup>AH</sup></b>	0.062	0.072
	85.633			
10.	86.181	<b>86.307<sup>C</sup></b>	0.127	0.147
	86.434			
11.	82.689	<b>82.681<sup>E</sup></b>	0.009	0.011
	82.672			
12.	84.062	<b>84.139<sup>F</sup></b>	0.077	0.092
	84.216			
13.	85.028	<b>85.047<sup>AI</sup></b>	0.019	0.023
	85.067			
14.	83.364	<b>83.323<sup>G</sup></b>	0.041	0.049
	83.282			

\* Vrijednosti označene istim slovom pripadaju istom statističkom skupu ( $P > 0.05$ )



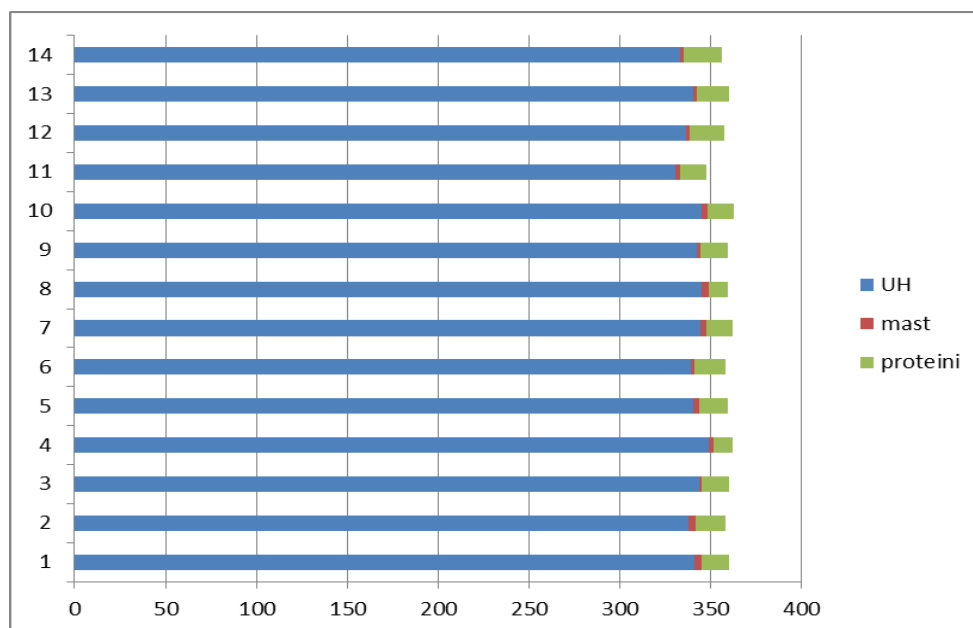
Slika 17. Udio ugljikohidrata (g) u 100 g suhe tvari

U makronutritivnom sastavu analiziranih brašna rogača dominiraju ugljikohidrati, zatim vlaga, proteini, pepeo i lipidi (Slika 18). Iako je rogačevo brašno vrlo bogato ukupnim ugljikohidratima, navedena frakcija uključuje i visok udio prehrambenih vlakana koja posjeduju brojne pozitivne učinke na zdravlje, među kojima su sniženje razine kolesterola te smanjenje rizika od karcinoma debelog crijeva. Također, većina ugljikohidrata uključuje sporoprobavljive ugljikohidrate (sporoprobavljivi škrob) koji snižava postprandijalnu razinu glukoze i inzulina u krvi. Prehrana bogata sporoprobavljivim ugljikohidratima može prevenirati kronične bolesti ili poremećaje kao što je pretilost, hiperlipidemija i rak.



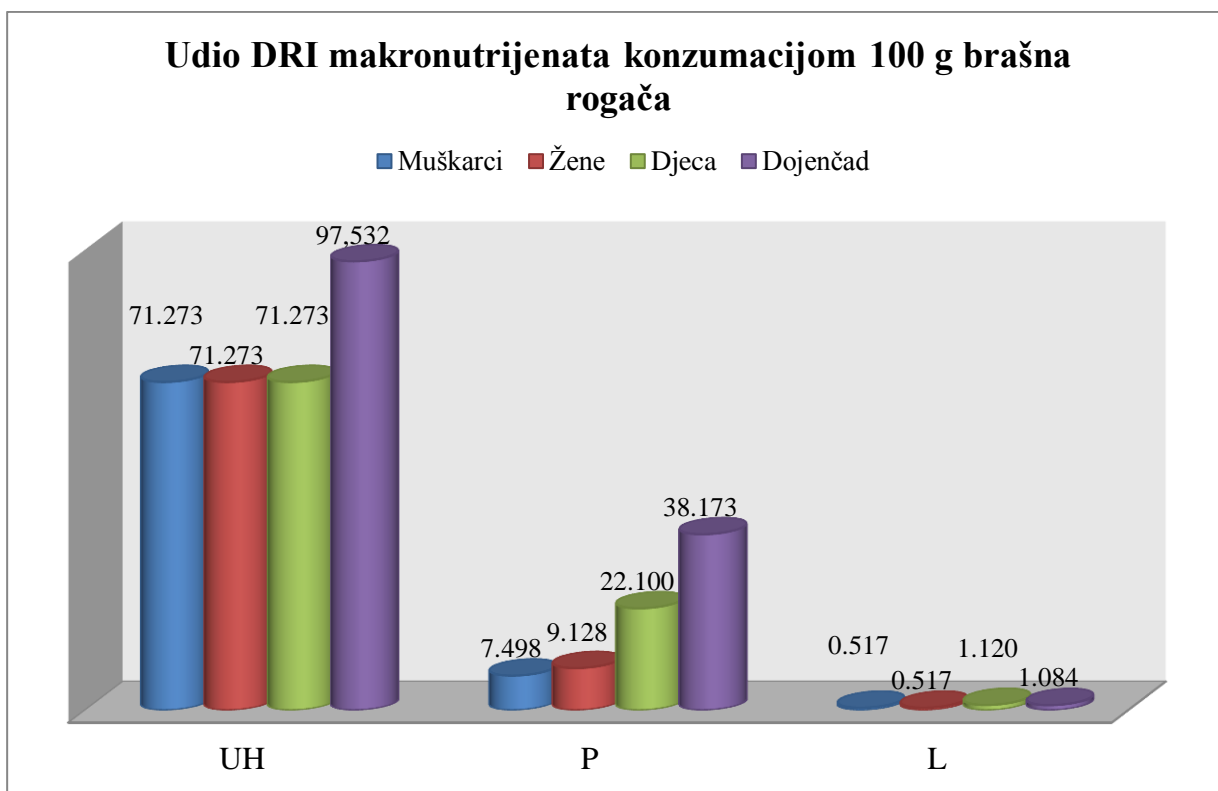
Slika 18. Prikaz makronutritivnog sastava brašna rogača

Energetski doprinosi pojedinih makronutrijenata izračunati su prema preporukama FAO (Food and agricultural organisation) primjenom sistema Atwaterovih konverzijskih faktora. Faktori konverzije koji su korišteni iznosili su  $4 \text{ kcalg}^{-1}$  za ugljikohidrate,  $4 \text{ kcalg}^{-1}$ , odnosno proteine i  $9 \text{ kcalg}^{-1}$  za lipide. Energiji koja se dobije iz rogačevog brašna najviše doprinose ugljikohidrati zbog toga što prevladavaju u makronutritivnom sastavu (Slika 19.) Lipidi, zbog izuzetno niskog udjela u brašnu rogača najmanje doprinose ukupnoj energiji iako se od njih dobije i više nego dvostruko energije nego od ugljikohidrata.



Slika 19. Doprinosi pojedinih makronutrijenata ukupnoj E u %

Dnevna potreba za makronutrijentima varira ovisno o dobi i spolu. Dobiveni rezultati su pokazali da je rogač odličan izvor ugljikohidrata, te ovisno o dobi i spolu zadovoljava između 71.273 i 97.532 % ukupnih dnevnih potreba. Iz rezultata je vidljivo da je brašno rogača relativno dobar izvor proteina za dojenčad (38.173 %) i djecu (22.100 %), dok je relativno loš izvor proteina za žene (9.128 %) i muškarce (7.498%). Iz rezultata je vidljivo i da je brašno rogača loš izvor lipida za sve dobne i spolne skupine, jer zadovoljava tek 0.517 – 1.084 % dnevnih potreba (Slika 20).



Slika 20. Zadovoljavanje dnevnih potreba za makronutrijentima konzumacijom 100 g brašna rogača

#### **4. ZAKLJUČAK**

U okviru ovog diplomskog rada određen je makronutritivni sastav brašna rogača prikupljenog na 14 različitih lokalitetima hrvatskog priobalja. Za analizu makronutritivnog sastava korištene su standardne AOAC metode (Official Methods of analysis Association of Official Chemists).

Rezultati istraživanja pokazali su da se :

- udio vode u uzorcima brašna rogača kreće od 7.028 (lokalitet 10) do 10.836 g/100 g originalnog uzorka (lokalitet 11)
- udio lipida u uzorcima brašna rogača kreće od 0.175 (lokalitet 14) do 0.455 g/100 g originalnog uzorka (lokalitet 2)
- udio proteina u uzorcima brašna rogača kreće od 2.569 (lokalitet 3) do 5.303 g/100 g originalnog uzorka (lokalitet 14)
- udio pepela u uzorcima brašna rogača kreće od 2.423 (lokalitet 1) do 2.779 g/100g originalnog uzorka (lokalitet 12)
- udio ukupnih ugljikohidrata, dobivenih iz razlike, u uzorcima brašna rogača kreće od 82.681 (lokalitet 11) do 87.170 g/100 g originalnog uzorka (lokalitet 4)

Na temelju navedenog, može se zaključiti kako je rogač, odnosno brašno rogača vrlo dobar izvor ugljikohidrata te u manjoj mjeri proteina. Ugljikohidratna frakcija je bogata prehrambenim vlaknima i sporoprobavljivim škrobom koji imaju brojne pozitivne učinke na ljudsko zdravlje. Vrlo nizak udio lipida čini rogač ne samo namirnicom dugog vijeka trajanja, već i zdravom namirnicom budući da je visok udio lipida u prehrani povezan s povećanim rizikom za razvoj koronarnih bolesti i pretilosti.

## **5. LITERATURA**



6. Alebić IJ. Prehrambene smjernice i osobitosti osnovnih skupina namirnica. *MEDICUS*, 2008, 17, 37 – 46.
7. AOAC Official Methods of analysis Association of Official Chemists, Washington DC (18th,Ed), 2005. No.936.15
8. Battle I, Tous J. Carob tree. *Ceratonia siliqua* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops, 17. Rome, International Plant Genetic Resources Institute, 1997, str. 9-29.
9. Bender DV, Krstev S. Makronutrijenti i mikronutrijenti u prehrani čovjeka. *MEDICUS*, 2008, 17, 19-25.
10. Berg J, Tymoczko JL, Stryer L. Biochemistry (7th Ed). New York, W.H.Freeman and Company 2012, str. 375 – 383.
11. Burton – Freeman B. Dietary Fiber and Energy Regulation. *J Nutr*, 2000, 130, 272S – 275S.
12. Fortier R, Lebel G, Frechette A. Carob flour in the treatment of diarrhceal conditions in infants. *Canad M A J* 1953, 68, 557 – 561.
13. Hasib A, El Batal Hicham. Optimization of Production of Carob Pulp Syrup from Different Populations of Moroccan Carob (*Ceratonia siliqua* L.). *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2014, 4, 855 – 863.
14. Ilpumbu L. Compositional analysis of locally cultivated carob (*Ceratonia siliqua*) cultivars and development of nutritional food products for a range market sectors, Stellenbosch: Stellenbosch University, Master of science in food science, 2008, str. 2 – 42.
15. Katalinić V. Temeljno znanje o prehrani. Zagreb, Sveučilišni priručnik, 2011, str. 30 – 60.
16. Makris DP, Kefalas P. Carob Pod Polyfenolic Antioxidants. *Food Biotechnol Biotech* 2004, 42, 105 – 108.
17. Musa Özcan M, Arslan D, Gökçalik H. Some compositional properties and mineral contents of carob (*Ceratonia siliqua*) fruit, flour and syrup. *Int J Food Sci Nutr*, 2007, 58, 652 – 658.
18. Perl AM, Perl A. Rana i prehrana. *MEDIX*, 2003, 9, 71 – 74.
19. Reeds JP. Dispensable and Indispensable Amino Acids for Humans. *J Nutr*, 2000, 130, 1835S – 1840S.
20. Strikić F, Čmelik Z, Perica S. Morfološke osobine dva perspektivna tipa rogača (*Ceratonia siliqua* L.) s otoka Visa. *Pomologia Croatica*, 2006, 245 – 253.

21. Šatalić Z. Energetske i nutritivne potrebe. *MEDICUS*, 2008, 17, 5 – 17.
22. Tous J, Ferguson L. Mediterranean fruits. *Progress in new crops*, 1996, 416 – 430.
23. Tous J, Romero A, Hermoso JF, Ninot A, Palan J, Battle I. Agronomic and Commercial Performance of Four Spanish Carob Cultivars. *HortTechnology* 2009, 19, 465 – 470.
24. Rogač ( *Ceratonia siliqua* L. ), 2005., [zdravlje.hjzz.hr/članak.php?id=12823](http://zdravlje.hjzz.hr/članak.php?id=12823) pristupljeno 26.11.2014.
25. Youssef MKE, El-Manfaloty MM. Assessment of Proximate Chemical Composition Nutritional Status, Fatty Acid Composition and Phenolic Compounds of Carob (*Ceratonia siliqua* L.). *Food and Public Health* 2013, 3, 304 – 308.
26. Whitney E, Rolfes RS. *Understanding Nutrition* (12th Ed.). Boston, Cengage Learning 2011, str. 132 – 183.

## **7. SAŽETAK / SUMMARY**

Rogač, iako prisutan na Mediteranu već stoljećima gdje se koristi i kao hrana i kao lijek, u našim je krajevima neopravdano zapostavljen. U doba rastuće svjesnosti o utjecaju hrane na zdravlje, pravilna prehrana je jedan od načina na koji se borimo s raznim bolestima modernog društva. Stoga se i rogač ponovno afirmira kao nezaobilazan dio zdrave prehrane. Obzirom da danas postoje vrlo oskudna istraživanja o sortama rogača s područja hrvatskog dijela Jadrana, cilj ovog rada je bio odrediti makronutritivni sastav te nutritivni potencijal rogača samoniklog na području koje obuhvaća otoke i obalu srednje i južne Dalmacije. Makronutritivni sastav (proteini, masti, vlaga, pepeo i ugljikohidrati) rogačevog brašna određen je standardnim AOAC metodama. Udio vode je određen termogravimetrijski, udio masti metodom po Soxhletu, proteina metodom po Kjeldahu dok je udio pepela određen metodom suhog spaljivanja. Udio ugljikohidrata je izračunat metodom razlike. Rezultati analize pokazuju da u brašnu rogača prevladavaju ugljikohidrati, praćeni vodom, proteinima, pepelima te naposljetku mastima, čiji je udio iznimno nizak. Obzirom da je ovo istraživanje makronutritivnog sastava brašna rogača samonikog na području Hrvatske prvo ovakve prirode ono omogućava jasan uvid u nutritivni potencijal ove sve popularnije namirnice.

Carob, although present in the Mediterranean for centuries where it is used as a food and as a medicine, is in our region unduly neglected. In an era of growing awareness of the impact of food on health, proper nutrition is one of the ways to fight the various diseases of modern society. Therefore, carob is re-established as an essential part of a healthy diet. Given that there is very scarce research on varieties of carob in areas of the Croatian part of the Adriatic, the aim of this study was to determine the composition and macro nutritional potential of wild carob in the area that includes the islands and the coast of central and southern Dalmatia. Macro nutritional composition (protein, fat, moisture, ash and carbohydrates) of carob flour is determined by standard AOAC methods. Water content was determined by thermogravimetry, fat content by Soxhlet method, protein method by Kjeldah's method while ash content was determined by the method of dry burning. Carbohydrate content was calculated using the difference. The results show that the carob flour prevail carbohydrates, followed by water, protein, ash, and finally fats, whose share is extremely low. Given that this research of macro nutrient composition of wild carob flour on the Croatian territory is the first of its nature, it provides a clear insight into the nutritional potential of this increasingly popular food.

## Temeljna dokumentacijska kartica

Sveučilište u Zagrebu  
Farmaceutsko-biokemijski fakultet  
Zavod za kemiju prehrane  
Domagojeva 2, 10000 Zagreb, Hrvatska

Diplomski rad

### Markronutritivni sastav brašna rogača hrvatskog priobalja

**Morana Prevnedar**

#### SAŽETAK

Rogač, iako prisutan na Mediteranu već stoljećima gdje se koristi i kao hrana i kao lijek, u našim je krajevima neopravdano zapostavljen. U doba rastuće svjesnosti o utjecaju hrane na zdravlje, pravilna prehrana je jedan od načina na koji se borimo s raznim bolestima modernog društva. Stoga se i rogač ponovno afirmira kao nezaobilazan dio zdrave prehrane. Obzirom da danas postoje vrlo oskudna istraživanja o sortama rogača s područja hrvatskog dijela Jadrana, cilj ovog rada je bio odrediti makronutritivni sastav te nutritivni potencijal rogača samoniklog na području koje obuhvaća otoke i obalu srednje i južne Dalmacije. Makronutritivni sastav (proteini, masti, vlaga, pepeo i ugljikohidrati) rogačevog brašna određen je standardnim AOAC metodama. Udio vode je određen termogravimetrijski, udio masti metodom po Soxhletu, proteina metodom po Kjeldahu dok je udio pepela određen metodom suhog spaljivanja. Udio ugljikohidrata je izračunat metodom razlike. Rezultati analize pokazuju da u brašnu rogača prevladavaju ugljikohidrati, praćeni vodom, proteinima, pepelima te naposljetku mastima, čiji je udio iznimno nizak. Obzirom da je ovo istraživanje makronutritivnog sastava brašna rogača samoniklog na području Hrvatske prvo ovakve prirode ono omogućava jasan uvid u nutritivni potencijal ove sve popularnije namirnice.

Rad je pohranjen u Središnjoj knjižnici Sveučilišta u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta.

Rad sadrži: 49 stranica, 20 grafičkih prikaza, 5 tablica i 21 literaturnih navoda. Izvornik je na hrvatskom jeziku.

Ključne riječi: Makronutrijenti, rogač, brašno rogača, AOAC metode, nutritivni potencijal

Mentor: **Dr. sc. Lovorka Vujić**, viši asistent Sveučilišta u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta.

Ocjenjivači: **Dr. sc. Lovorka Vujić**, viši asistent Sveučilišta u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta.

**Dr. sc. Irena Vedrina-Dragojević**, redoviti profesor Sveučilišta u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta.

**Dr. sc. Dario Kremer**, kustos botaničkog vrta Sveučilišta u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta.

Rad prihvaćen: ožujak 2015.

## Basic documentation card

University of Zagreb  
Faculty of Pharmacy and Biochemistry  
Department of Food Chemistry  
Domagojeva 2, 10000 Zagreb, Croatia

Diploma thesis

### Macronutrient composition of carob flour from the Croatian coastline

**Morana Prevendar**

#### SUMMARY

Carob, although present in the Mediterranean for centuries where it is used as a food and as a medicine, is in our region unduly neglected. In an era of growing awareness of the impact of food on health, proper nutrition is one of the ways to fight the various diseases of modern society. Therefore, carob is re-established as an essential part of a healthy diet. Given that there is very scarce research on varieties of carob in areas of the Croatian part of the Adriatic, the aim of this study was to determine the composition and macronutritional potential of wild carob in the area that includes the islands and the coast of central and southern Dalmatia. Macronutritional composition (protein, fat, moisture, ash and carbohydrates) of carob flour is determined by standard AOAC methods. Water content was determined by thermogravimetry, fat content by Soxhlet method, protein method by Kjeldahl's method while ash content was determined by the method of dry burning. Carbohydrate content was calculated using the difference. The results show that the carob flour prevail carbohydrates, followed by water, protein, ash, and finally fats, whose share is extremely low. Given that this research of macronutrient composition of wild carob flour on the Croatian territory is the first of its nature, it provides a clear insight into the nutritional potential of this increasingly popular food.

The thesis is deposited in the Central Library of the University of Zagreb Faculty of Pharmacy and Biochemistry.

Thesis includes: 49 pages, 20 figures, 5 tables and 21 references. Original is in Croatian language.

Keywords: Macronutrients, carob, carob flour, AOAC methods, nutritional potencial

Mentor: **Lovorka Vujić, Ph.D.** *Senior Assistant*, University of Zagreb Faculty of Pharmacy and Biochemistry

Reviewers: **Lovorka Vujić, Ph.D.** *Senior Assistant*, University of Zagreb Faculty of Pharmacy and Biochemistry  
**Irena Vedrinar-Dragojević, Ph.D.** *Full Professor*, University of Zagreb Faculty of Pharmacy and Biochemistry  
**Dario Kremer, Ph.D.** *Curator of the botanical garden*, University of Zagreb Faculty of Pharmacy and Biochemistry

The thesis was accepted: March 2015.

