

Kemijski sastav kamenica uzgajanih na ušću rijeke Krke

Brkić, Lucija

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zadar / Sveučilište u Zadru**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:162:182426>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-30**



Sveučilište u Zadru
Universitas Studiorum
Jadertina | 1396 | 2002 |

Repository / Repozitorij:

[University of Zadar Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zadru

Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu
Održivo upravljanje vodenim ekosustavima



Lucija Brkić

Kemijski sastav kamenica uzgajanih na ušću rijeke

Krke

Diplomski rad

Zadar, 2023.

Sveučilište u Zadru
Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu

Održivo upravljanje vodenim ekosustavima

Kemijski sastav kamenica uzgajanih na ušću rijeke Krke

Diplomski rad

Studentica:
Lucija Brkić

Mentor:
Izv. prof. dr. sc. Tomislav Šarić

Komentor:
Izv. prof. dr. sc. Ivan Župan

Zadar, 2023.



Izjava o akademskoj čestitosti

Ja, **Lucija Brkić**, ovime izjavljujem da je moj **diplomski** rad pod naslovom **Kemijski sastav kamenica uzgajanih na ušću rijeke Krke** rezultat mojega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na izvore i radove navedene u bilješkama i popisu literature. Ni jedan dio mojega rada nije napisan na nedopušten način, odnosno nije prepisan iz necitiranih radova ine krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem da ni jedan dio ovoga rada nije iskorišten u kojem drugom radu pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj, obrazovnoj ili inoj ustanovi.

Sadržaj mojega rada u potpunosti odgovara sadržaju obranjenoga i nakon obraneuređenoga rada.

Zadar, 2023.

Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. PREGLED LITERATURE.....	2
2.1. Biologija i građa školjkaša	2
2.1.1. Vanjska građa školjkaša	2
2.1.2. Unutarnja građa školjkaša	3
2.2. Kamenice.....	5
2.3. Kemijski sastav školjkaša.....	6
2.3.1. Važnost kemijskog sastava školjkaša za konzumiranje	6
2.3.2. Kemijski sastav kamenica	8
2.4. Tehnologija uzgoja kamenica.....	10
2.5. Uzgoj kamenica na ušću rijeke Krke	11
3. CILJ I SVRHA RADA	13
4. MATERIJALI I METODE.....	14
5. REZULTATI.....	21
6. RASPRAVA	30
7. ZAKLJUČAK	32
POPIS LITERATURE	33
POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA	36

Kemijski sastav kamenica uzgajanih na ušću rijeke Krke

U ovom diplomskom radu kroz tri mjeseca praćeni su biometrijski pokazatelji te kemijski sastav kamenica, toćnije kolićina bjelanćevina, masti, ugljikohidrata i vode. Cilj istraćivanja bio je utvrditi pogodnost ušća rijeke Krke za uzgoj kamenica u svrhu diversifikacije uzgoja školjkaša na području Krke, a posljedićno tome i daljnjem razvoju marikulture u Republici Hrvatskoj. Istraćivanja sastava školjkaša mogla bi proizvođaćima prućiti korisne informacije koje bi takodćer mogle poslućiti potrebama potrošaća koji ųele procijeniti zdravstvene prednosti konzumacije školjkaša, ųto je svrha rada. Rezultati kemijskog sastava mesa kamenica s ušća rijeke Krke pokazuju vrijednosti koje odgovaraju vrijednostima utvrćenim ranijim istraćivanjima. U odnosu na ranija istraćivanja postoje pozitivna odstupanja koja ukazuju na pozitivan utjecaj na kvalitetu mesa kamenica s područja ušća rijeke Krke. Sukladno rezultatima istraćivanja utvrćuje se kako je ušće rijeke Krke pogodno za uzgoj kamenica i daljnji razvoj marikulture na ovom području. Rezultati o sastavu kamenica takodćer prućaju korisne informacije proizvođaćima, ali i potrošaćima kod procjene zdravstvene prednosti konzumacije školjkaša, posebno kamenica.

Ključne rijeći: *Ostrea edulis*, kemijski sastav, kamenice, ušće rijeke Krke

Chemical composition of oyster *Ostrea edulis* of the Krka River

In this thesis, biometric indicators and the chemical composition of oysters, specifically the amount of protein, fat, carbohydrates and water, were monitored for three months. The aim of the research was to determine the suitability of the Krka River for growing oysters in order to diversify the cultivation of shellfish in the Krka area, and consequently for the further development of mariculture in the Republic of Croatia. This research could provide manufacturers with useful information that could also serve the needs of consumers who want to assess the health benefits of shellfish consumption. The results of the chemical composition of the meat of oysters from the Krka River show values that correspond to the values determined in earlier research. Compared to earlier research, there are positive deviations that indicate a positive effect on the meat quality of oysters from the area of the Krka River. According to the results of the research, it is determined that the Krka River is suitable for growing oysters and the further development of mariculture in this area. The results on the composition of oysters also provide useful information to producers and consumers when assessing the health benefits of shellfish consumption, especially oysters.

Keywords: *Ostrea edulis*, chemical composition, oyster, Krka river

Zahvala

Veliko hvala svome mentoru Izv. prof. dr. sc. Tomislavu Šariću i komentoru izv. prof. dr. sc. Ivanu Županu na strpljenju, pomoći i vodstvu kroz proces pisanja diplomskog rada. Hvala što ste mi pružili priliku i vaše povjerenje koje sam, nadam se, opravdala.

Neizmjerne hvala svojoj obitelji te supргу koji su bili najveća podrška, sa puno razumijevanja, strpljenja i ljubavi. Zahvaljujem i svom najboljem četveronožnom prijatelju, labradoru Bobiju koji je ovaj rad čuo nebrojeno puta i jako dobro zna sve o kamenicama!

1. UVOD

Akvakultura je dio ribarstva koja se bavi uzgojem vodenih organizama poput riba, mekušaca, školjkaša i algi u različitim vodenim medijima te kao takva spada u jednu od najbrže rastućih grana prehrambene industrije čija prosječna godišnja stopa rasta iznosi 6-8%. Pojam marikulture u Republici Hrvatskoj odnosi se prvenstveno na uzgoj lubina (*Dicentrarchus labrax*) i komarče (*Sparus aurata*), atlantske tune (*Thunnus thynnus*) te školjkaša, gdje dagnja (*Mytilus galloprovincialis*) i kamenica (*Ostrea edulis*) čine najvažniju komercijalno uzgajanu vrstu (Katavić, 2004). Malostonski zaljev poznat je prema uzgoju kamenica, posebice europske plosnate kamenice (*Ostrea edulis*) te ga svrstavamo u zonu najveće produktivnosti na Jadranu (Tomšić i Lovrić, 2004). Na godišnjoj se razini u Republici Hrvatskoj proizvede oko milijun kamenica (Zelić, 2015). Njen rast i preživljavanje ovisni su o mnogim prirodnim čimbenicima u koje ubrajamo temperaturu, salinitet, pH, koncentraciju otopljenog kisika, dostupnost hrane, prozirnost mora, priljev slatke vode, zaštitu od jačih udara mora, strujanje mora i prisutnost predatora, posebno u prvoj godini uzgoja kada je njihova ljuštura mekana i samim time jako osjetljiva (Gavrilović i sur., 2015). Nutritivna vrijednost mesa kamenica je vrlo visoka, posebno zbog udjela bjelančevina, esencijalnih aminokiselina, vitamina A, C, D i E, vitamina iz B- kompleksa te mineralnih tvari zbog kojih su od velike važnosti za ljudski organizam i zdravlje (Mašić, 2004).

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Biologija i građa školjkaša

Školjkaši čine bitan dio vodenih ekosustava, bilo morskih ili slatkovodnih. Nakon puževa, najraznovrsnija su kategorija mekušaca. Školjkaši su vrlo bogata skupina organizama koje nalazimo u većini obalnog morskog okruženja. Školjkaši (*Bivalvia*) spadaju u koljeno mekušaca (*Mollusca*). Mekušci su koljeno beskralježnjaka koji imaju dvostruko simetrično tijelo odnosno bilateralnu simetriju (Brusca i Brusca, 2003). Školjkaši naseljavaju različite vrste morskih ekosustava, pa ih nalazimo u umjerenim, polarnim i tropskim morima, ali i bočatim ušćima dok su neke vrste prilagođene slatkovodnim staništima. Različite vrste školjkaša žive u različitim staništima, pa tako postoje one vrste koje žive zakopane u mekom dnu, neke su pričvršćene na tvrdj podlozi dok tek rjeđi dio živi slobodno (nepričvršćeno) u bentalu, a manji dio školjkaša živi kao nametnik. (Arapov i sur., 2010).

2.1.1. Vanjska građa školjkaša

Školjkaši imaju bilateralnu simetriju tijela koje ima vanjski skelet koji prepoznajemo kao njihove ljuštore (Slika 1).



Slika 1 Vanjska građa ljuštore

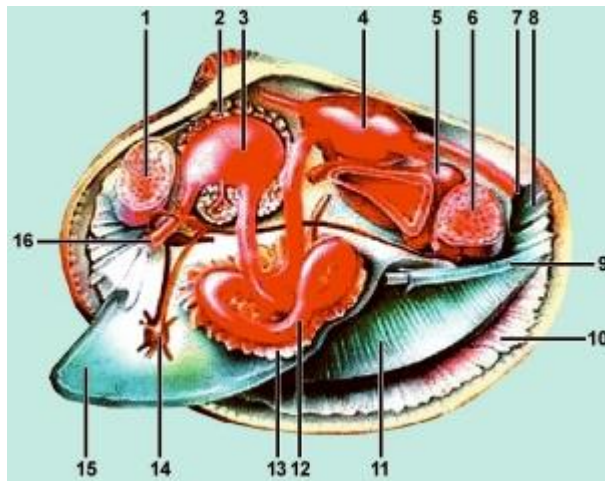
(Izvor: Habdija i sur., 2011).

Tijelo je građeno na način da ga obavlja kožnati plašt mekane teksture koji uglavnom, u skoro svim slučajevima izlučuje i tvrdu vanjsku ljušturu. Glavna uloga ljušture je da podržava tijelo i štiti ga od mogućih utjecaja. Tvrda vapnenasta ljuštura školjkaša je uvijek parna, što znači kako se sastoji od lijeve i desne školjke, dok na primjer kod puževa ta je ljuštura neparna, odnosno u jednom dijelu (Brusca i Brusca, 2003). Najstariji, dio ljušture naziva se umbo oko kojeg su koncentrično raspoređene zone prirasta (Slika 1). Unutar plaštane nalazimo škrge, usne lapove i stopalo. Iznad stopala nalazi se utroba (Wallace, 1996). Ljuštura je građena od tri sloja. Prvi sloj je onaj tanki, vanjski sloj koji nazivamo periostrakum koji je zaslužan za rast školjke jer izlučuje sloj karbonata gdje se nakupljaju ioni koji omogućuju kristalizaciju i posljedično tome dolazi i do rasta same školjke. Drugi sloj je deblji od prvoga i izgrađen je od kalcijeva karbonata te ga nazivamo strakum. Treći i posljednji sloj hipostrakum je listićavi vapnenački sloj građen od pločastih slojeva vapnenca (sedef) (Habdija i sur., 2011). Ljušture školjkaša međusobno su povezane ligamentom koji se nalazi na leđnoj strani ljušture. Ligament predstavlja elastičnu vezu čijim stezanjem se ljuštura otvara, a zatvara se uz pomoć dvaju snažnih mišića, tzv. zatvarača. Kod nekih vrsta ispod ligamenta smještena je brava koju čine izbočeni zubići i odgovarajuće udubine. Pomoću brave ljuštura ima mogućnost čvrstog prijanjanja što sprječava njeno klizanje (Wallace, 1996).

2.1.2. Unutarnja građa školjkaša

Između tijela i plašta smještena je plaštana šupljina čiji je epitel trepetljivak. Neki od najupečatljivijih organa koje nalazimo unutar plaštane šupljine su stopalo te škrge (Slika 2). Stopalo je posebnog oblika, a glavna uloga mu je ukapanje u pijesak i mulj te rjeđe služi i za puzanje po dnu. Kretanje se odvija na način da se stopalo opušta i steže. U stopalu su smještene žlijezde koje izlučuju sluz koja omogućava olakšano kretanje. Školjkaši sadrže unutrašnju i vanjsku škrge koje su zaslužne za izmjenu plinova i prikupljanje hrane. Probavni sustav počinje na prednjoj strani tijela odakle se usnik nastavlja u jednjak te zatim želudac oko kojeg je smještena probavna žlijezda. Na želudac se nastavlja crijevo. Ono završava izmetnim otvorom koji potom ulazi u tzv. izmetni sifon čija je glavna uloga izbacivanje vode koja je u školjku dospjela preko škrge, izbacivanje urina filtriranog u bubregu, fecesa i gameta. Krvožilni sustav je otvoren, a srce se sastoji od jedne klijetke te jedne ili više pretklijetki (Brusca i Brusca, 2003). Od osjetnih organa

školjkaši imaju oči jednostavne građe koje se nalaze u nizu duž plaštenog ruba i organe za ravnotežu- statocite (Wallace, 1996).



Slika 2 Unutarnja građa školjkaša

(Izvor: Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, 2021)

Dišni sustav sastoji se od dva reda škržnih listića koje nazivamo lamele, a nalaze se ispod plašta. Kroz lamele ulazi voda koja se zatim prenosi kroz vodene kanaliće. Protok vode omogućen je zbog trepetljika koje su smještene na površini lamela. Većina školjkaša su odvojena spola, no postoje i hermafroditne vrste odnosno dvospolci. Školjkaši imaju vanjsku oplodnju iako je kod nekih vrsta utvrđena unutarnja oplodnja, a odvija se unutar plaštane šupljine. Zrela jaja slatkovodnih školjkaša smještena su na škragama, a u međuškržnim prostorima se razvijaju ličinke pa zatim i mladi školjkaši. Kod nekih vrsta prisutan je obligatorni parazitski stadij. Tada se njihova ličinka (glohidija) prihvaća za slatkovodnu ribu što takvim vrstama omogućuje jednostavno i puno brže rasprostranjivanje na nova područja. Većina mišića nalazi se u stopalu no postoje i mišići koji služe za zatvaranje ljuštore – zatvarači. Razlikujemo prednje i zadnje zatvarače. Postoji i manji mišić koji se nalazi u blizini zatvarača koji omogućuju stopalu da se pomiče (Wallace, 1996).

2.2. Kamenice

Kamenica je školjkaš čija je ljuštura grube površine, a građena od mnoštva karbonatnih slojeva. Najčešće je sive boje te se dobro uklopi u okoliš. Njene ljušture su različite – desna je ravna dok je lijeva udubljena, što joj omogućava čvrsto prijanjanje za podlogu. Plosnata europska kamenica je protoandrični hermafrodit, što znači da mijenja spol dva puta u reproduktivnom ciklusu. Gamete ženke nalaze se unutar plaštane šupljine, a do oplodnje dolazi kada spermij iz vodenog stupca ulazi u plaštanu šupljinu. Nakon oplodnje oplođene jajne stanice se zadržavaju unutar plaštane šupljine 8 do 10 dana nakon čega ličinka odlazi u vodeni okolni stupac gdje se zadržava 2 do 3 tjedna kao slobodnoplivajuća ličinka koja se potom nastani na čvrstu podlogu gdje nastavlja svoj daljnji rast i razvoj. Kako je ljuštura kamenice u prvoj godini mekana i osjetljiva na vanjske utjecaje, temperatura bi trebala biti iznad 25 °C, a salinitet ispod 20 (OIKON, 2019). Od brojnih vrsta kamenica (*Ostreidae*) samo oko 6 ili 7 vrsta iskorištava se na komercijalnoj razini. Dvije glavne skupine komercijalnih kamenica su čašaste kamenice iz roda *Crassostrea* i srodnih rodova te pljosnate kamenice iz roda *Ostrea*. U usporedbi s drugim školjkašima, europska kamenica (*Ostrea edulis*) predstavlja proizvod veće nutritivne vrijednosti te je stoga znatno skuplja od ostalih školjkaša (Bonham i Roberts, 2018). europska kamenica je eurihalina vrsta što joj omogućuje naseljavanje priobalnih voda i estuarija, što znači da se, unatoč tome što je manje tolerantna na sedimentaciju od kamenica iz roda *Crassostrea*, može uzgajati diljem svijeta (Bonham i Roberts, 2018).

U Europi se izlov kamenica povijesno u potpunosti temeljio na europskoj kamenici sve do njihova općeg pada izlova krajem devetnaestog stoljeća. Pad izlova kamenica kakav je zabilježen u Europi bio je evidentiran i drugdje, posebice u SAD-u, a bio je uvelike posljedica pretjeranog izlova, uništavanja staništa i onečišćenja. Pokušaji da se ispravi pad populacije kamenica u Europi, koji su u početku uključivali rasprostranjivanje populacije europske kamenice (*Ostrea edulis*) i portugalske kamenice (*Crassostrea angulata*), te uvoz virginijske kamenice (*Crassostrea virginica*) iz SAD-a, rezultiralo je pojavom bolesti kamenica i rastom populacije grabežljivaca te ubrzalo smanjenje autohtonih kamenica (Spencer, 2002). Dvadeseto stoljeće obilježilo je početak znanstvenog istraživanja uzgoja europske kamenice što je dovelo do uspješnog uzgoja mikroalgi za hranjenje ličinki kamenica i povećanog uspjeha u proizvodnji kamenica. Do 1960-ih razvijene su tehnologije za uzgoj ličinki školjkaša, uključujući europsku kamenicu, a ova tehnologija čini

temelj suvremene proizvodnje školjkaša za akvakulturu (Bonham i Roberts, 2018).

Uzgoj kamenica datira još iz sedamnaestog stoljeća u Japanu, ranije u Kini i preko 2000 godina u Europi pod Rimljanima. Proizvodnja iskorištavanjem divljih populacija mnogih vrsta kamenica tijekom posljednjih stotinu godina smanjivala se, s postupnim povećanjem proizvodnje akvakulture između 1950. i 1990. i velikim porastom akvakulture kamenica, osobito u Aziji, od 1990. (Spencer, 2002).

2.3. Kemijski sastav školjkaša

Školjkaši su dobar izvor hranjivih tvari jer imaju visoku nutritivnu vrijednost, a smatraju se dobrim izvorom proteina, lipida i minerala. Zbog svojih visokih bioloških i nutritivnih svojstava, školjkaši predstavljaju komercijalno vrijedne proizvode koji su povezani s prisutnošću specifičnih proteina i vitamina, kao i njihovim mineralnim sastavom (Vatslavovna Tabakaeva i sur., 2018). Proteinske frakcije i njihov aminokiselinski sastav jedan su od najvažnijih pokazatelja nutritivne kvalitete proteina. Elementarni i mineralni sastav školjkaša uglavnom je uvjetovan biologijom i genetikom. Međutim, neki čimbenici okoliša, kao što su temperatura, salinitet i drugi parametri kvalitete vode, također utječu na mineralni sastav (Elegbede i sur., 2022).

Indeks kondicije prikazuje odnos mase i ljušture školjkaša. U teoriji pojam kondicija odnosi se na sposobnost organizma da podnese biološki, kemijski ili fizički stres. Praćenjem indeksa kondicije dolazi se do saznanja dinamike promjene mase mesa kamenice koja se mijenja kroz godinu ovisno o prisutnosti hrane, periodu spolne aktivnosti, stresa nastalog od različitih vanjskih čimbenika. Indeks kondicije je važan pri određivanju kvalitete školjkaša i njihovog plasmana na tržište –veći udio mesa kamenice znači i veća kvaliteta (Hamer i sur., 2008.).

2.3.1. Važnost kemijskog sastava školjkaša za konzumiranje

Školjkaši se konzumiraju kao tradicionalna hrana u mnogim zemljama i smatraju se ukusnim i hranjivim. Potrošnja školjkaša u nekim je zemljama porasla posljednjih godina kao odgovor na veću dostupnost proizvoda akvakulture na tržištu (Vatslavovna Tabakaeva i sur., 2018). Stoga je, s prehrambenog gledišta, proučavanje kemijskog sastava školjkaša iznimno važno. Biokemijska analiza također je poznata kao postotni sastav nekih temeljnih elemenata kao što su voda, proteini,

lipidi, ugljikohidrati i minerali za ljudsku prehranu. Glavni morski beskralješnjaci koji se konzumiraju su one skupine koje se konvencionalno nazivaju „plodovi mora“, koje predstavljaju rakovi (uglavnom jastozi, kozice, rakovi), školjkaši i manjim dijelom puževi. Jestivi školjkaši i puževi predstavljaju netradicionalnu i jeftinu opskrbu proteinima u mnogim zemljama, stoga se ove skupine mogu smatrati odličnim izvorima hrane (El Mekawy i sur., 2021). Općenito, školjkaši su hranjive namirnice jer sadrže značajne količine probavljivih bjelančevina, esencijalnih aminokiselina, bioaktivnih peptida, dugolančanih višestruko nezasićenih masnih kiselina, astaksantina i drugih karotenoida, vitamina B12 i drugih vitamina, minerala uključujući bakar, cink, anorganski fosfat, natrij, kalij, selen, jod i također druge hranjive tvari, koje potrošačima nude niz zdravstvenih prednosti.

Školjkaši su glavni udio ribolova mekušaca u obalnom području akvakulture diljem svijeta. Poznavanje biokemijskog sastava školjkaša važno je kao aspekt kvalitete plodova mora i senzorskih svojstava. Proteini, lipidi, minerali i glikogen doprinose nutritivnoj vrijednosti mekih tkiva školjkaša. Te makromolekule zajedno s mineralima i manjim komponentama hidrofilne i lipofilne prirode doprinose njegovoj nutritivnoj vrijednosti i organoleptičkim karakteristikama (Orban i sur., 2007). To znači da školjkaši imaju dobar okus za konzumiranje od strane životinja ili ljudi. Glavna činjenica koja se može pronaći u rezultatima većine istraživanja o biokemijskom sastavu školjkaša jest da je promjena razine proteina, kao glavne komponente, varirala unutar određenih granica ovisno o vrsti, području, reproduktivnom stanju i vremenskim uvjetima (El Mekawy i sur., 2021).

Ovdje je važno spomenuti i činjenicu kako se industrijska proizvodnja školjkaša posljednjih godina brzo razvila na globalnoj razini. Što je još jedan razlog važnosti kemijskog sastava i istraživanja kemijskog sastava školjkaša iz razloga što bi, osim hranjivih tvari, školjkaši mogli biti potencijalni izvor organskih i anorganskih zagađenja što predstavlja rizik za potrošače. Taj se rizik povećao u posljednjih nekoliko desetljeća zbog sve veće globalne potražnje za školjkašima, koja se oslanja na farmsku proizvodnju. U visoko razvijenim industrijskim zemljama, poput Južne Koreje, Kine i Japana, koje imaju tradiciju velike potrošnje i proizvodnje školjkaša, uzgajališta školjkaša mogu se nalaziti u blizini velikih industrijskih kompleksa i gradova, a incidenti vezani uz sigurnost hrane događali su se zbog kemijskih, bioloških i fizičkih opasnosti i drugih izvora.

Kemijske opasnosti uglavnom su uzrokovane pesticidima, teškim metalima, ostacima lijekova, toksinima prirodno prisutnima u moru ili pretjeranom upotrebom aditiva. Biološke opasnosti uključuju kontaminaciju bakterijama koje se prenose hranom, dok fizičke opasnosti uglavnom uključuju nejestive materijale, poput plastike, stakla ili metala (Mutić i sur., 2021).

2.3.2. Kemijski sastav kamenica

U usporedbi s drugim školjkašima, kamenica (*Ostrea edulis*) predstavlja proizvod veće nutritivne vrijednosti te je stoga znatno skuplja od ostalih školjkaša (FAO, 2011). Gullian i Aguire-Macedo (2009) istaknuli su da, iako su kamenice tolerantne na širok raspon prirodnih varijabli, ovaj školjkaš je osjetljiv na različite oblike fizičkih i kemijskih poremećaja, koji uzrokuju ekstremne promjene u njihovom metabolizmu, fiziologiji i obrambenim funkcijama. Dosadašnja istraživanja sezonskih promjena u biokemijskom sastavu organizama omogućuju razumijevanje na koji način okoliš, ekologija i fiziologija mogu utjecati na njihov sastav. Kao takve, poznato je da su sezonske promjene u biokemiji školjkaša povezane sa složenom interakcijom biotičkih čimbenika (npr. rast, reprodukcija i dostupnost hrane) i abiotskih čimbenika (npr. temperatura i salinitet) (Gabbott, 1983). Pokazalo se da razine proteina, lipida i ugljikohidrata (glikogen) variraju s dostupnošću hrane i reproduktivnim ciklusom. Obilje hrane omogućuje nakupljanje proteina i lipida u tkivima školjkaša (Bressan i Marin, 1985). Ruiz i sur. (1992) također u svom istraživanju dolaze do zaključka kako koncentracija lipida i ugljikohidrata u školjkašu *O. edulis* ovisi o reproduktivnom ciklusu. Autor Šoša (prema Mašić, 2004), u knjizi iz 1989. godine objavio je kemijski sastav kamenica i dagnji (tablica 1).

Tablica 1. Kemijski sastav kamenica i dagnji

Sastav (%)	Kamenica	Dagnja
Voda	78,5 - 85,3	85,0
Masti	1,1 – 2,1	1,5
Proteini	7,2 – 10,3	8,0
Soli	1,9 - 4,1	3,0
Ugljikohidrati	3,9 - 5,6	2,3

(Izvor: Šoša, 1989, prema Mašić, 2004)

Tablica 1. ukazuje kako kamenice i dagnje imaju sličan kemijski sastav kada se gleda postotak vode, masti, proteina i soli. Razlika je jedino u ugljikohidratima gdje je kod kamenica vidljiv znatno veći udio u odnosu na dagnje. Također, autor Šoša je dao jedan zanimljiv usporedni prikaz kemijskog sastava kamenice i govedine (Tablica 2).

Tablica 2. Razlike između kemijskog sastava kamenice i govedine

Sastav (%)	Kamenica	Govedina
Voda	77,47	77,50
Organske tvari	21,57	21,79
Mineralne tvari	0,96	0,71

(Izvor: Šoša, 1989, prema Mašić, 2004)

Iz prikaza u tablici 2 je vidljivo kako je kemijski sastav kamenica i govedine gotovo identičan, a udio mineralnih tvari kod kamenica je nešto veći u odnosu na govedinu.

Pleadin i sur. (2019) proveli su istraživanje kemijskog i nutritivnog sastava europske kamenice (*Ostrea edulis*), male kapice (*Chlamys varia*) i glatke kapice (*Flexopecten glaber*) u 108 uzoraka iz Jadranskog mora, prikupljenih jednom mjesečno tijekom cijele godine. Od tri vrste školjkaša najmanji udio zasićenih masnih kiselina, najpovoljniji omjer višestruko nezasićenih u odnosu na

zasićene masne kiseline, najpovoljniji indeks aterogenosti i trombogenosti te najpovoljniji omjer hipokolesterolemičnih i hiperkolesterolemičnih masnih kiselina zabilježen je kod uzorkovanih kamenica tijekom proljeća. Također, nisu utvrđene statistički značajne međusezonske razlike između osnovnih kemijskih parametara i indeksa kakvoće masti.

2.4. Tehnologija uzgoja kamenica

Kamenice se proizvode u mnogim zemljama svijeta. Različite vrste uzgajaju se pomoću mnogih metoda koje su često prilagođene lokalnim uvjetima te se mogu uzgajati na mjestima gdje ih inače nema i u mnogo većim količinama nego što bi se mogle naći u prirodi. Autor Brooks (prema Webster, 2007), 1891. opisao je kulturu kamenica razvijenu u rimskom razdoblju koja se sastojala od snopova štapova povezanih zajedno i utegnutih kamenom. Postavljeni su u područja poznata po prirodnom razmnožavanju sa snopovima štapića koji su plutali usidreni za stijenu. Slobodno plutajuće ličinke bi se pričvrstile za štapiće, gdje su rasle do izlova. Brooks je dao mnoge prijedloge za proširenje uzgoja kamenica koji su i danas relevantni. Uzgoj kamenica ovisi o redovitoj opskrbi ličinkama koje se primarno mogu dobiti na jedan od dva načina, ili iz prirodnih ličinki u planktonu ili umjetno, u mrijestilištima (Laing i Bopp, 2018).

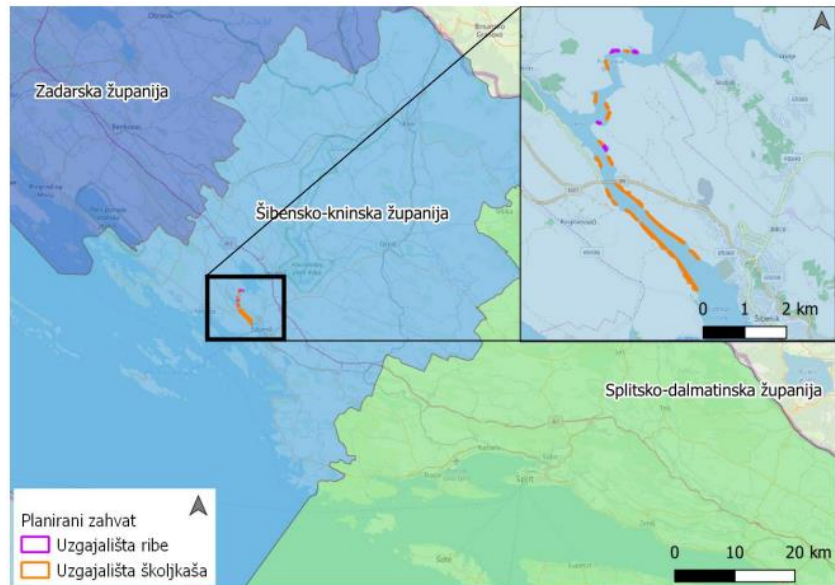
Uzgoj kamenica prakticira se od davnina u Aziji. Metode uzgoja prilagođene su mnogim područjima kako bi se u njima proizvele kamenice stoga se izvorni materijali poput bambusa često koriste za stvaranje struktura za podupiranje kamenica dok rastu. Kultura splavi tipična je za ovu vrstu inovacije. Plutajući sustavi kulture koriste se u mnogim zemljama i izgrađeni su od različitih vrsta materijala ovisno o dostupnosti i cijeni. Još jedna inovacija koja se koristi u Aziji je kultura štapa, koja je uzgajivačima omogućila korištenje muljevitog dna koje inače ne bi bilo produktivno. Štapovi se postavljaju okomito u meko muljevito dno, hvatajući ličinke. Kamenice rastu na štapovima, koji se na kraju pakuje. Zatim se iz njih vade kamenice za konzumaciju. Stavljanje kamenica u vodeni stupac praksa je koja se koristi u mnogim područjima za pospješivanje rasta (Webster, 2007).

Kamenice se također uzgajaju u mnogim zemljama Europe. Na nekim mjestima izgrađeni su mali sustavi nasipa koji zadržavaju vodu tijekom plime, zadržavajući je iznad kamenica tijekom oseke. Voda se zagrijava u ovim plitkim jezercima, što pomaže cvjetanju fitoplanktona koji hrani

kamenice stoga su one iznimne kvalitete te postižu visoku cijenu na tržištu. Tehnike uzgoja iznad dna također se koriste u Europi. Tehnikom uzgoja iznad dna koriste se „police“ u kojima kamenice rastu. Smještanje u međuplimna područja omogućuje im da se osuše tijekom oseke što pomaže u smanjenju bioobraštanja, koje predstavlja značajan problem s mnogim tehnikama uzgoja kamenica. Bioobraštajem se smanjuje količina hrane koja je dostupna kamenicama jer su mnogi obraštajući organizmi konkurenti za istu hranu. Čišćenje kamenica također zahtijeva rad, a rad uzgajivaču predstavlja dodatni trošak. Metode kojima se kamenice mogu uzgajati uz minimiziranje rada znače profitabilnije poslove (Webster, 2007). U Sjevernoj Americi postoje četiri osnovne metode za uzgoj kamenica: „Bottom or Beach“ metoda uzgoja gdje su kamenice uzgajaju na plimnim plažama pješčanog ili kamenitog dna. Kamenice uzgajane ovom metodom su navikle opirati se plimi i oseki stoga je njihova ljuštura čvršća te imaju sposobnost da se čvrsto zatvore što im produljuje vijek trajanja. „Rack-and-bag“ je metoda uzgoja gdje se kamenice stavljaju u vreće koje se zatim pričvrste na velike armaturne nosače. Metoda suspenzije očituje se odvajanjem kamenica u mreže te su na taj način zaštićene od predatora, pijeska i mulja. „Bag to Beach“ metoda uzgoja je kombinacija metode „Rack-and-bag“ i „Bottom or Beach“ na način da se kamenice posljednjih 6 mjeseci vade iz vreća i sigurnog okruženja kako bi dodatno očvrstnule. Svaki postupak različito utječe na profil okusa, teksturu i značajke kamenica (Fernandes, 2022).

2.5. Uzgoj kamenica na ušću rijeke Krke

Godišnja proizvodnja europske kamenice (*Ostrea edulis*) u Hrvatskoj je oko 50 do 65 tona i ima dugu tradiciju. Ušće rijeke Krke označava duboki kanjon visok 40 m, širok od 200 m do 1,8 km koji se proteže 12 km. Uzvodno završava Prokljanskim jezerom, a na nizvodno sa Šibenskim kanalom (Slika 3). Cijelo područje obuhvaća slatka voda. Područje ušća spada u područje najveće produktivnosti istočnog Jadrana. Dio ušća nizvodno od grada Šibenika nije pogodno za uzgoj zbog visokog sadržaja teških metala unutar sedimenta. Područje za uzgoj nalazi se uzvodno te se smatra čistim, bez utjecaja otpadnih voda (NN 53/2005).



Slika 3 Lokacija uzgoja školjkaša na ušću rijeke Krke

(Izvor: OIKON, 2019)

Prema Izmjenama i dopunama zahvata akvakulture u zoni ušća rijeke Krke (OIKON, 2019), površina namijenjena za uzgoj obuhvaća 234 756 m² te je predviđena je na 54 uzgojna polja. Maksimalna količina kamenica za konzumaciju iznosi 3 690 tona na godišnjoj razini. Uzgoj na ušću rijeke Krke obuhvaća šest vrsta (*Mytilus galloprovincialis*, *Ostrea edulis*, *Pecten jacobaeus*, *Mimachlamys varia*, *Aequipecten opercularis*, *Flexopecten flexuosus*). Sustav za uzgoj školjkaša sastoji se uglavnom plastičnih plutača dužine 1 m koje su na udaljenosti od 7 m, a povezane su nosivom užadi koja se koristi za postavljanje kolektora za mlađ te postavljanje pergolara sa već nasađenom mlađi ili starijim školjkašima, ovisni o kojoj fazi uzgojnog ciklusa se radi.

3. CILJ I SVRHA RADA

Cilj istraživanja je utvrditi pogodnost ušća rijeke Krke za uzgoj kamenica u svrhu diversifikacije uzgoja školjkaša na području Krke, a posljedično tome i daljnjem razvoju marikulture u Republici Hrvatskoj. Istraživanja sastava školjkaša mogla bi proizvođačima pružiti korisne informacije koje bi također mogle poslužiti potrebama potrošača koji žele procijeniti zdravstvene prednosti konzumacije školjkaša, što je svrha rada.

4. MATERIJALI I METODE

Primarni izvori podataka u istraživanju temelje se na prikupljenim uzorcima kamenica iz ušća rijeke Krke. Uzorci su prikupljeni tri mjeseca, od veljače do travnja 2021. godine, te je prikupljeno 24 uzorka koji su se sastojali od 10 jedinki kamenica (Slika 4). Kamenice su transportirane u hladnjaku i nakon vađenja su žive izmjerene (Slika 5) i izvagane (Slika 6). Praćeni su biometrijski pokazatelji te kemijski sastav kamenica, točnije količina bjelančevina, masti, ugljikohidrata i vode.



Slika 4 Kamenice prije vaganja i mjerenja

(Izvor: slike autorice)



Slika 5 Mjerenje kamenica

(Izvor: slike autorice)



Slika 6 Vaganje kamenica

(Izvor: slike autorice)

Kamenice su potom miksane i duboko zamrznute do provođenja daljnjih laboratorijskih analiza.



Slika 7 Uzorkovanje kamenica

(Izvor: slike autorice)

Prilikom svakog mjesečnog uzorkovanja pripremljeno je 8 kompozitnih uzoraka u kojima je bilo sedam tkiva kamenice što daje rezultate kemijskog sastava za 24 kompozitna uzorka. Dobiveni rezultati su podijeljeni na S1-S8 za mjesec veljača, S9-S16 za mjesec ožujak i S17-S24 za mjesec travanj.

Sadržaj vode određen je gravimetrijskom analizom. Od oko 5 do 10 grama homogeniziranog uzorka kamenica važe se u izvagane i osušene posudice te se suši u sušioniku na $105\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ kroz 24 sata. Potom se uzorci stavljaju u eksikator (vrsta laboratorijskog pribora namijenjena sušenju i čuvanju higroskopskih tvari) na hlađenje do sobne temperature. Nakon hlađenja do sobne temperature, homogenizirane smjese se ponovno izvažuju na analitičkoj vagi te se, iz gubitka težine izračuna suha tvar, odnosno dobije se postotak vode.

Izračun:

a) Određivanje suhe tvari

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

a – težina prazne posudice

b – težina posudice s uzorkom prije sušenja

c – težina posudice s uzorkom poslije sušenja

b) Određivanje vode

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

a – težina prazne posudice

b – težina posudice s uzorkom prije sušenja

c – težina posudice s uzorkom poslije sušenja

Za određivanje količine bjelančevina potrebno je odrediti količinu dušika. Metoda određivanja dušika po Kjeldahlu te izračunavanje količine bjelančevina u uzorcima hrane je postupak koji se sastoji od mokrog spaljivanja uzorka i redukciji dušika do amonijaka. Organska tvar u uzorku kuha se (digestija) u sumpornoj kiselini uz prisutstvo katalizatora pri čemu se organska tvar razori u ugljikov dioksid i vodu, a dušik oslobođen u obliku amonijaka, zajedno sa sumpornom kiselinom, stvara amonijev sulfat. Produkt reakcije se kuha uz dodatak natrijeve lužine. Destilacijom se oslobođeni hvata u otopinu borne kiseline. Produkt destilacije titrira se otopinom klorovodične kiseline, a količina amonijaka nastala razgradnjom određuje se volumetrijski titracijom sa sumpornom kiselinom. Iz utrošenog volumena titranta izračuna se količina dušika u uzorku. Sadržaj dušika pomnoži se s faktorom pretvorbe kako bi se izračunala količina bjelančevina u uzorku. Ukupni sadržaj bjelančevina određen je Kjeldahl metodom (HRN ISO 937:1999)

korištenjem 8-Basic Digestion Unit (Foss, Höganäs, Švedska) za probavu uzorka i automatiziranog uređaja za titraciju i destilaciju (Vapodest 50s, Gerhardt, Njemačka).

Izračun:

$$W_N = \frac{(V_1 - V_0) * 2c * M}{m}$$

V_1 – mL utrošenog titranta za standard /uzorak

V_0 -volumen uzorka (mL)

c- koncentracija sumporne kiseline (mol/L) korištene za titraciju

M- molarna masa dušika (14,01 g/mol)

m- odvaga uzorka (g)

Ukupni sadržaj masti određen je Soxhlet metodom (HRN ISO 1443:1999) koja podrazumijeva digestiju uzorka pomoću kiselinske hidrolize, nakon čega slijedi ekstrakcija masti pomoću petrolej etera i automatiziranog uređaja Soxtherm 2000 (Gerhardt, München, Njemačka). U papirnatu čahuru odvaže se prethodno osušeni uzorak koja se zatim prekriva suhom vatom i polaže u središnji dio Soxhletove aparature koji se naziva ekstraktor. Ekstraktor se potom spaja s hladilom i prethodno osušenom, ohlađenom i izvaganom tikvicom. Petrolej eter se zatim ulijeva pomoću lijevka kroz hladilo i kroz cjevčicu prazni u tikvicu do $\frac{3}{4}$ njena volumena. Zatim se uzorak sa otapalom zagrijava, a do ekstrakcije dolazi kada otapalo dosegne temperaturu ključanja (Slika 8). po završetku ekstrakcije tikvica se stavlja u eksikator i suši se na temperaturi od 105 °C 30 minuta. Nakon hlađenja tikvica sa uzorkom se važe (Min i Ellefson, 2009; Koprivnjak, 2014).

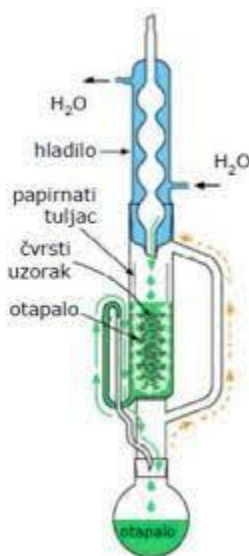
Izračun:

$$w(\text{masti}) = \frac{m_2 - m_1}{m} * 100$$

m_1 - masa prazne tikvice (g)

m_2 - masa tikvice i ekstrahirane masti (g)

m - masa uzorka uzetog za analizu (g)



Slika 8 Princip rada ekstrakcije masti

(Izvor: Nikolić, 2018.)

Udio pepela određen je prema normi ISO 936:1998 uz korištenje peći LV9/11/P320 Nobertherm (Lilienthal, Njemačka). Sve kemikalije korištene za analize bile su *Pro-analysi* (p.a.) čistoće. Postupak određivanja ukupnog pepela spaljivanjem temelji se na gravitacijskoj metodi. Pepeo se određuje mjerenjem ostatka koji ostaje nakon suhog spaljivanja te se iz mase uzorka prije i nakon spaljivanja izračuna sadržaj ukupnog pepela. U porculanske posudice važe se između 4,9 g i 5,1 g homogeniziranog uzorka s točnošću 0,1 mg. Posudice se potom suše u sušioniku na 105°C pa

zatim idu na predspaljivanje na plamenu ili električnoj ploči. Pripremljeni uzorak stavlja se u hladnu peć za spaljivanje. Peć se zagrijava na ciljanoj temperaturi od 550°C u razdoblju od najmanje 4 sata. Nakon navedenog vremena, potrebno je vizualno provjeriti ima li u spaljivanom uzorku karbonatnih čestica te ako ima, nastaviti spaljivanje još sat vremena. Na kraju se posudice sa spaljenim uzorkom vade iz peći te stavljaju u eksikator kako bi dostigle sobnu temperaturu. Čim se postigne sobna temperatura posudica se važe s točnošću od 0,1 mg (Marshall, 2009).

Izračun:

$$w(\text{pepeo}) = \frac{m_3 - m_2}{m_1} * 100$$

m_1 - masa uzorka uzetog za analizu (g)

m_2 - masa prazne porculanske zdjelice (g)

m_3 - masa porculanske zdjelice i pepela (g)

Udio ugljikohidrata određuje se računskim putem na temelju određivanja sadržaja vode, pepela, masti i bjelančevina. Srednja vrijednost podataka dobivena iz dva paralelna mjerenja u obliku masenog udjela (%) i s točnošću od 0,01% smatrana je rezultatom koji opisuje jedan uzorak.

5. REZULTATI

U tablici 3 prikazani su rezultati biometrijskog mjerenja kamenica pri čemu svaki uzorak čini prosjek mjera 7 kamenica.

Tablica 3. Biometrije kamenica

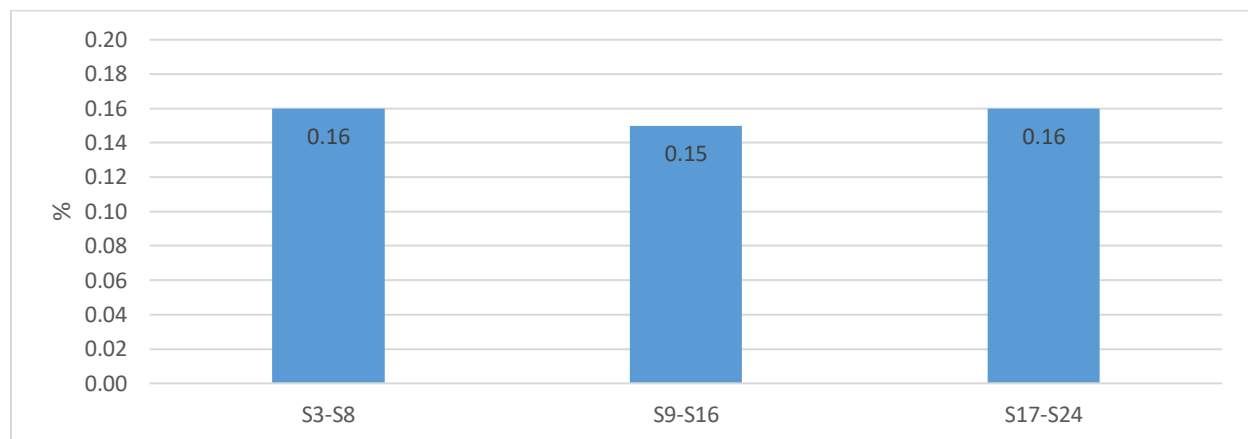
Uzorak	Težina (g)	Težina ljuštore (g)	Težina mesa (g)	Dužina (mm)	Širina (mm)	Indeks kondicije
S3	151.22 g	121.70 g	40.95 g	Nije moguće zbog nepravilnog oblika		0.20 g
S4	65.91 g	28.50 g	10.51 g	77,1 mm	67,57 mm	0.18 g
S5	78.00 g	57.40 g	12.56 g	77,43 mm	67,14 mm	0.18 g
S6	74.97 g	54.97 g	11.85 g	76,86 mm	66,29 mm	0.18 g
S7	97.23 g	73.57 g	13.76 g	84.71 mm	69,14 mm	0.16 g
S8	90.06 g	74.19 g	11.19 g	83,14 mm	70,57 mm	0.14 g
S9	70.30 g	52.83 g	11.52 g	73 mm	66,85 mm	0.18 g
S10	87.96 g	66.67 g	11.29 g	81,14 mm	72,14 mm	0.14 g
S11	83.56 g	65.84 g	11.61 g	77.86 mm	69.14 mm	0.15 g
S12	138.96 g	110.53 g	17.81 g	93 mm	76.14 mm	0.14 g
S13	92.47 g	71.43 g	12.64 g	75.86 mm	66.43 mm	0.15 g
S14	91.90 g	71.73 g	13.51 g	79.71 mm	68.86 mm	0.16 g
S15	107.17 g	88.07 g	15.07 g	86 mm	80.57 mm	0.15 g
S16	95.39 g	76.11 g	13.61 g	87.57 mm	75.57 mm	0.16 g
S17	82.77 g	63.15 g	13.00 g	74.86 mm	69.57 mm	0.17 g
S18	73.49 g	57.11 g	10.78 g	77.14 mm	66.57 mm	0.16 g
S19	147.42 g	117.97 g	16.38 g	87.14 mm	78.43 mm	0.12 g
S20	73.93 g	55.38 g	9.88 g	73.29 mm	69.14 mm	0.15 g
S21	68.56 g	52.54 g	10.67 g	74,71 mm	68,86 mm	0.17 g
S22	74.84 g	57.94 g	10.63 g	77.14 mm	61.57 mm	0.15 g
S23	67.18 g	49.68 g	12.47 g	73.71 mm	64.71 mm	0.20 g
S24	69.15 g	53.63 g	10.28 g	72.86 mm	64.00 mm	0.16 g

Izvor: samostalna izrada autorice

Iz rezultata mjerenja biometrije kamenica može se uočiti da kod uzoraka postoje oscilacije u težini i veličini kamenica, što rezultira i oscilacijama u indeksu kondicije. Ukupne prosječne vrijednosti kamenica iznosile su:

- Težina: 90,00 grama
- Težina ljuštore: 69,13 grama
- Težina mesa: 13,70 grama
- Dužina: 79,25 milimetara
- Širina: 69,49 milimetara.

Uzorci su podijeljeni u tri kategorije po mjesecima uzorkovanja kako je prikazano grafikonom 1 u nastavku.



Grafikon 1 Prosječne vrijednosti indeksa kondicije u uzorcima kamenica (%)

Izvor: samostalna izrada autorice

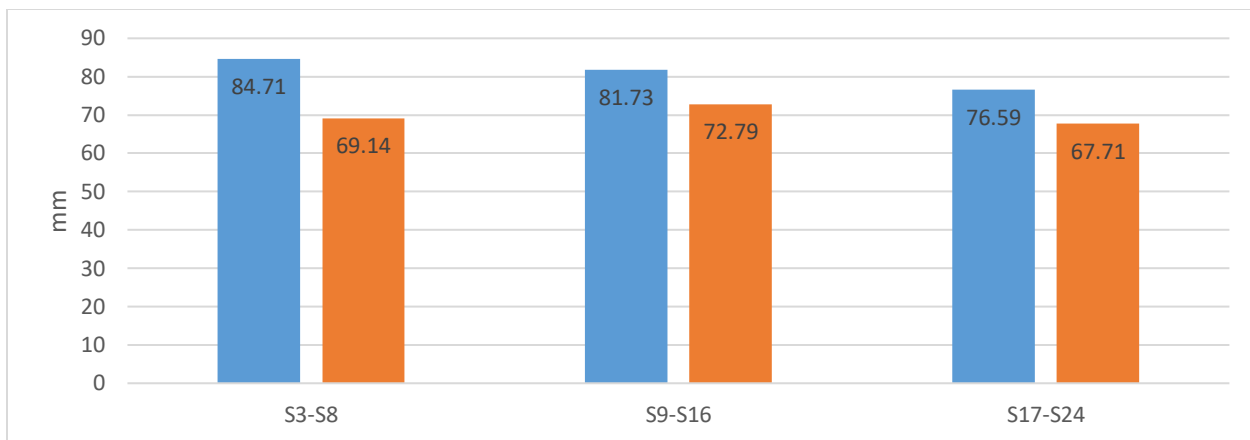
Prosječna vrijednost indeksa kondicije u tri uzorkovanja prikazuje kako nema značajnih razlika u vrijednosti. Najniža prosječna vrijednost indeksa kondicije zabilježena je na uzorcima S9-S16, dok uzorci S3-S8 i S17-S24 bilježe jednake vrijednosti indeksa kondicije. Također, napravljena je korelacijska analiza indeksa kondicije i ukupne mase kamenica (Tablica 4).

Tablica 4. Korelacijska analiza indeksa kondicije i ukupne mase

	S3-S8	S9-S16	S17-S24	Korelacija svježeg indeksa kondicije i ukupne mase
svježi indeks kondicije	0,16	0,15	0,16	-0,67191
ukupna masa	92,90	95,96	82,17	

Izvor: samostalna izrada autorice

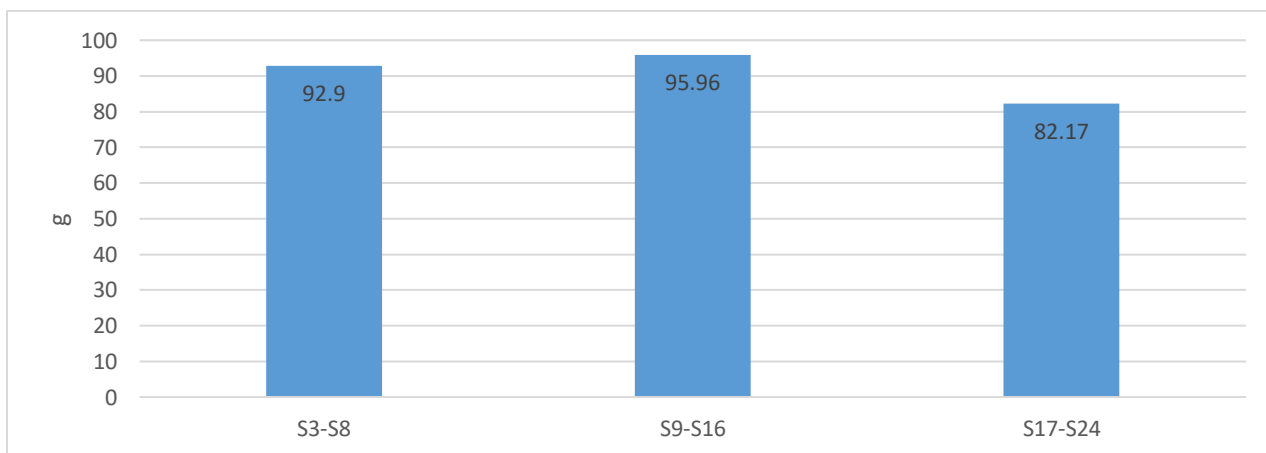
Rezultati ukazuju na srednje jaku negativnu korelaciju ukupne mase i svježeg indeksa kondicije (-0,67191). Drugim riječima, što je veća ukupna masa kamenice, svježi indeks kondicije je niži.



Grafikon 2 Prosječne vrijednosti dužine i širine u uzorcima kamenica (u milimetrima)

Izvor: samostalna izrada autorice

Prosječne vrijednosti dužine i širine ukazuju kako su uzorkovane kamenice u sve tri kategorije uzorka približno jednake veličine, a značajniji raspon veličina vidljiv je u uzorku S17-S24 gdje su zabilježene kamenice manje veličine u odnosu na ostale uzorke (Grafikon 2).



Grafikon 3 Prosječne vrijednosti mase u uzorcima kamenica (u gramima)

Izvor: samostalna izrada autorice

Odstupanje mase vidljivo je kod uzorka S17-S24, a isti uzorak je i nešto manji od prosjeka što je vidljivo iz grafikona 3. Ovdje treba napomenuti kako veličina ove kategorije kamenica nije utjecala na vrijednost indeksa kondicije kamenica, već je on bolji u odnosu na kamenice iz uzorka

S9-S16 gdje su izmjerene najteže kamenice.

Rezultati mjerenja udjela bjelančevina, masti, ugljikohidrata (glikogena) i vode prikazani su u nastavku. Prvih 8 uzoraka prikazano je u grupi 1, drugih 8 u grupi 2 i trećih osam u grupi 3, nakon čega su međusobno uspoređeni s obzirom na vrijeme uzorkovanja.

Normality Test: Passed (P = 0.230)

Equal Variance Test: Passed (P = 0.763)

Group Name	N	Missing	Mean	Std Dev	SEM
1G - voda	8	0	83.067	0.824	0.291
2G - voda	8	0	81.733	0.861	0.305
3G - voda	8	0	80.752	0.690	0.244

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Groups	2	21.605	10.802	17.091	<0.001
Residual	21	13.273	0.632		
Total	23	34.878			

The differences in the mean values among the treatment groups are greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference (P = <0.001).

Power of performed test with alpha = 0.050: 0.999

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Holm-Sidak method):
Overall significance level = 0.05

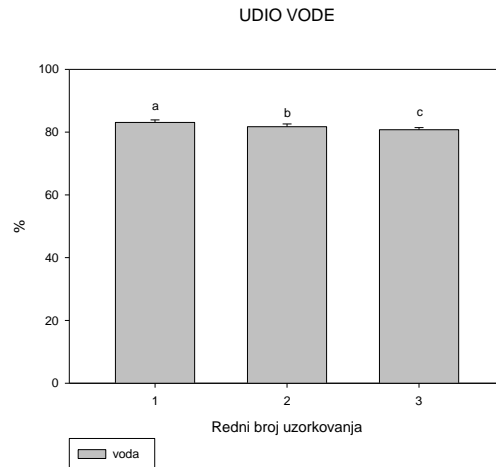
Comparisons for factor:

Comparison	Diff of Means	t	Unadjusted P	Critical Level	Significant?
1G - voda vs. 3G - voda	2.315	5.824	<0.001	0.017	Yes
1G - voda vs. 2G - voda	1.335	3.358	0.003	0.025	Yes
2G - voda vs. 3G - voda	0.980	2.465	0.022	0.050	Yes

Slika 9 Rezultati statističke analize određivanja masenog udjela vode u uzorcima kamenica

(Izvor: samostalna izrada autorice)

Meso kamenice sastoji se uglavnom od vode, što je vidljivo iz dosadašnjih prikaza rezultata. Najveći udio vode vidljiv je u uzorcima iz grupe 1, a najmanji u uzorcima iz grupe 3 (Slika 9). Promjena po mjesecima stoga ukazuje na smanjenje udjela vode. Rezultati pokazuju kako se udjeli vode u kamenicama razlikuju između uzorkovanja, a razlike su prikazane i grafički (Grafikon 4).



Grafikon 4 Udio vode u uzorcima kamenica

Izvor: samostalna izrada autorice

Normality Test: Passed (P = 0.897)

Equal Variance Test: Passed (P = 0.320)

Group Name	N	Missing	Mean	Std Dev	SEM
1G - bjelančevine	8	0	9.414	0.923	0.326
2G - bjelančevine	8	0	9.991	0.798	0.282
3G - bjelančevine	8	0	11.146	0.462	0.163

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Groups	2	12.451	6.225	10.975	<0.001
Residual	21	11.912	0.567		
Total	23	24.363			

The differences in the mean values among the treatment groups are greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference (P = <0.001).

Power of performed test with alpha = 0.050: 0.976

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Holm-Sidak method):

Overall significance level = 0.05

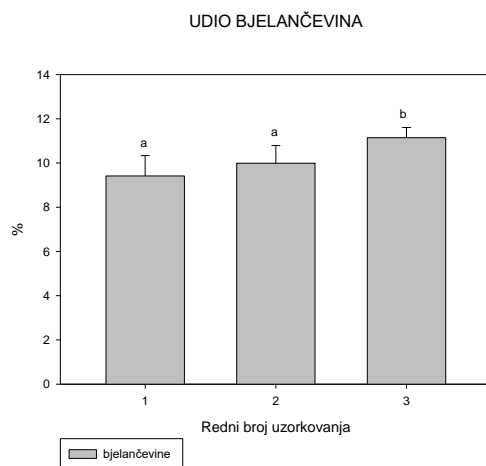
Comparisons for factor:

Comparison	Diff of Means	t	Unadjusted P	Critical Level	Significant?
3G - bjelanč vs. 1G - bjelanč	1.732	4.601	<0.001	0.017	Yes
3G - bjelanč vs. 2G - bjelanč	1.155	3.067	0.006	0.025	Yes
2G - bjelanč vs. 1G - bjelanč	0.578	1.534	0.140	0.050	No

Slika 10 Rezultati statističke analize određivanja masenog udjela bjelančevina u uzrocima kamenica

(Izvor: samostalna izrada autorice)

Rezultati pokazuju kako se udjeli bjelančevina u kamenicama razlikuju između uzorkovanja, a razlike su prikazane i grafički (Grafikon 5).



Grafikon 5 Udio bjelančevina u uzorcima kamenica

Izvor: samostalna izrada autorice

Normality Test: Passed (P = 0.383)

Equal Variance Test: Passed (P = 0.837)

Group Name	N	Missing	Mean	Std Dev	SEM
1G - ugljikohidrati	8	0	1.270	0.379	0.134
2G - ugljikohidrati	8	0	1.345	0.379	0.134
3G - ugljikohidrati	8	0	1.833	0.380	0.134

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Groups	2	1.492	0.746	5.190	0.015
Residual	21	3.020	0.144		
Total	23	4.512			

The differences in the mean values among the treatment groups are greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference (P = 0.015).

Power of performed test with alpha = 0.050: 0.672

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Holm-Sidak method):
Overall significance level = 0.05

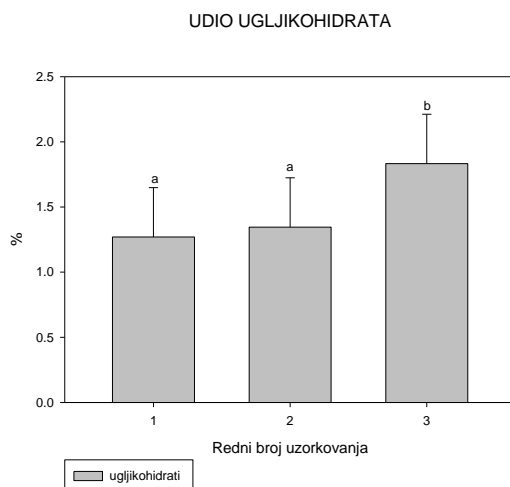
Comparisons for factor:

Comparison	Diff of Means	t	Unadjusted P	Critical Level	Significant?
3G - ugljiko vs. 1G - ugljiko	0.563	2.967	0.007	0.017	Yes
3G - ugljiko vs. 2G - ugljiko	0.488	2.571	0.018	0.025	Yes
2G - ugljiko vs. 1G - ugljiko	0.0750	0.396	0.696	0.050	No

Slika 11 Rezultati statističke analize određivanja masenog udjela ugljikohidrata u uzorcima kamenica

Izvor: samostalna izrada autorice

Udio ugljikohidrata u kamenicama iznimno je važan jer on značajno utječe na okus kamenice, a testiranje se obično ne radi rutinski pri kemijskoj analizi kamenica. Rezultati pokazuju kako se udjeli ugljikohidrata u kamenicama razlikuju između uzorkovanja (Slika 11), a razlike su prikazane i grafički. Grafikon 6 ukazuje kako udio ugljikohidrata s vremenom raste.



Grafikon 6 Udio ugljikohidrata u uzorcima kamenica

Izvor: samostalna izrada autorice

Normality Test: Passed (P = 0.703)

Equal Variance Test: Passed (P = 0.184)

Group Name	N	Missing	Mean	Std Dev	SEM
1G- masti	8	0	1.688	0.293	0.104
2G - masti	8	0	1.732	0.124	0.0440
3G - masti	8	0	1.923	0.254	0.0898

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Groups	2	0.249	0.124	2.247	0.131
Residual	21	1.163	0.0554		
Total	23	1.412			

The differences in the mean values among the treatment groups are not great enough to exclude the possibility that the difference is due to random sampling variability; there is not a statistically significant difference (P = 0.131).

Power of performed test with alpha = 0.050: 0.233

The power of the performed test (0.233) is below the desired power of 0.800.

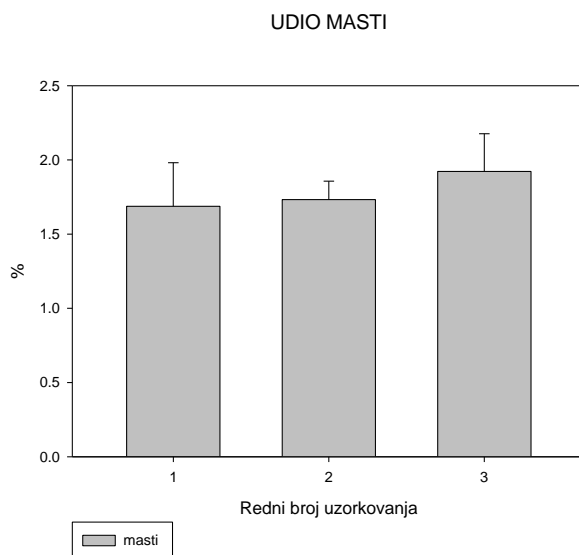
Less than desired power indicates you are less likely to detect a difference when one actually exists.

Negative results should be interpreted cautiously.

Slika 12 Rezultati statističke analize određivanja udjela masti u uzorcima kamenica

Izvor: samostalna izrada autorice

Rezultati pokazuju kako nema razlike u udjelima masti u kamenicama, a rezultat je prikazan i grafički (Grafikon 7).



Grafikon 7 Udio masti u uzorcima kamenica

Izvor: samostalna izrada autorice

U nastavku slijedi skupni grafički prikaz prosječnih vrijednosti kemijskog sastava kamenica, odnosno udjela bjelančevina, masti, ugljikohidrata (glikogena) i vode.

Najveći rast udjela u tri faze testiranja bilježe ugljikohidrati koji značajno utječu na okus kamenica, potom slijedi rast udjela bjelančevina, dok masti bilježe manji rast udjela. Udio vode kroz period se smanjuje. Također je provedena i korelacijska analiza udjela vlage i ugljikohidrata, vlage i masti, te vlage i bjelančevina.

Tablica 5. Korelacijska analiza udjela vlage i ugljikohidrata, vlage i masti, te vlage i bjelančevina

	1	2	3	Korelacija vlage i ugljikohidrata/masti/bjelančevina
Voda	83,07	81,73	80,75	
Ugljikohidrati	12,71	14,75	18,32	-0,97001
Masti	1,69	1,73	1,92	-0,90068
Bjelančevine	9,41	9,99	11,15	-0,96120

Izvor: samostalna izrada autorice

Promjene udjela ugljikohidrata, masti i bjelančevine u snažnom su negativnom odnosu s promjenom udjela vode. Sadržaj ugljikohidrata pokazuje najsnažniji obrnuto proporcionalan odnos sa sadržajem vlage, potom slijede bjelančevine, dok masti pokazuju najslabiji obrnuto proporcionalan odnos sa sadržajem vlage. Zaključno, smanjenje udjela vode u kamenicama najviše se očituje u povećanju udjela ugljikohidrata.

6. RASPRAVA

Svrha rada bila je ispitati kemijski sastav kamenica uzgajanih na ušću rijeke Krke te na temelju dobivenih rezultata utvrditi pogodnost tog područja za daljnji uzgoj. Prikazani pokazatelji rezultati su praćenja biometrijskih pokazatelja i kemijskog sastava kamenica točnije količine bjelančevina, masti, ugljikohidrata i vode kroz tri mjeseca.

Kamenice uzgajane na ušću rijeke Krke po veličini spadaju u kategoriju konzumnih kamenica. Kamenice namijenjene za tržište dijelimo prema veličini na tri skupine : male do 70 mm, srednje od 70 do 85 mm i velike od 85 mm (Mašić, 2004.), a rezultati dobiveni prilikom mjerenja iznosili su 79,25 mm. Indeks kondicije bitan je za određivanje kvalitete kamenica te nam može ukazati i na pogodnost nekog područja za uzgoj (Gavrilović 2010). Kvalitetna kamenica je ona sa visokim udjelom suhe tvari i malom količinom vode u tkivima. Takva kamenica ima visok indeks kondicije. Kvaliteta kamenica ovisi i o fazi reproduktivnog ciklusa. Nakon mrijesta kvaliteta mesa kamenica je najniža, posljedično tome je i indeks kondicije nizak (Gavrilović i Petrinec, 2003). Kamenice uzorkovane u ovom istraživanju imaju visok indeks kondicije jer su uzorkovane netom prije mrijesta, kada je njihov indeks kondicije najviši.

Rezultati također ukazuju na promjene u kemijskom sastavu, posebno u segmentu smanjenja udjela vode i povećanja udjela ugljikohidrata. Usporedbom rezultata s prethodno provedenim istraživanjem (Šoša, 1989) uočavaju se razlike u kemijskom sastavu (tablica 6).

Tablica 6. Usporedni prikaz kemijskog sastava kamenica

Sastav (%)	Šoša, 1989	Mjerenja autorice
Vlaga	78,5 - 85,3	80,75-83,07
Masti	1,1 – 2,1	1,69-1,92
Proteini	7,2 – 10,3	9,41-11,15
Soli	1,9 - 4,1	/
Ugljikohidrati	3,9 - 5,6 (%)	12,71-18,32 (mg/g)

Izvor: samostalna izrada autorice

Razlike u kemijskom sastavku kamenica ranijeg mjerenja i mjerenja provedenih u ovom istraživanju vidljive su u udjelu masti, gdje je manji raspon udjela masti određen u ovom istraživanju. Također, raspon udjela proteina veći je kod mjerenja provedenog u ovom radu. Što

se tiče udjela ugljikohidrata, on je također veći u ovom radu. Veće vrijednosti udjela masti i proteina u mjerenju provedenom za potrebe istraživanja ovom radu mogu se objasniti zaključcima iz ranijih istraživanja koja ukazuju kako obilje hrane omogućuje nakupljanje proteina i lipida u tkivima školjkaša (Bressan i Marin, 1985).

Rezultati istraživanja kojeg su proveli Pleadin i sur. (2019) ukazuju kako je prosječni udio proteina kod kamenica uzorkovanih u proljeće iznosio 10,99 %, masti 2,37 %, ugljikohidrata 4,29 %, a vlage 80,30 %, što je slučaj i u rezultatima dobivenim u ovom istraživanju. Iz rezultata je vidljivo kako nema značajnijih razlika u odnosu na rezultate u ovom radu. Pleadin i sur. (2019) Također su proveli korelacijsku analizu utjecaja promjena udjela vlage na ostale parametre kemijskog sastava te su zaključili kako sadržaj masti pokazuje najveći obrnuto proporcionalan odnos sa sadržajem vlage. Rezultati istraživanja u ovom radu ukazuju kako najveći obrnuto proporcionalan odnos sa sadržajem vlage imaju ugljikohidrati.

Rezultati više različitih istraživanja su pokazali kako reproduktivni ciklus školjkaša uključuje skladištenje, samim time i korištenje hranjivih tvari koji su usko povezani sa mnogim okolišnim parametrima poput temperature mora, dostupnosti hranjivih tvari, koncentracije otopljenih tvari te saliniteta. Gematogeneza zahtijeva visoku potražnju za energijom te zadire u rezerve akumulirane u tkivima (Beninger i Lucas, 1984). Prilikom istraživanja biokemijskog sastava pacifičke kamenice *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), koje su doživjele stres uzrokovan gladovanjem u kontroliranim uvjetima, ustanovljena je uska povezanost kako sezonske varijacije utječu na fiziološko i prehrambeno stanje kamenica tijekom reproduktivnog ciklusa. Istraživanje je rezultiralo smanjenjem udjela lipida, proteina i ugljikohidrata u mesu kamenica (Whyte i sur., 1990).

Temperatura je također bitan prirodni faktor koji utječe na masu te već spomenuti reproduktivni ciklus odnosno intenzitet i vremensko razdoblje razmnožavanja. Porast temperature usko je vezan sa porastom koncentracije klorofila, posljedično tome i količinom fitoplanktona. Tada se povećava organski sadržaj što uvelike pridonosi i povećanju mase kamenica stoga najveći porast mase kamenica nastupa tijekom proljetnih dana. (Beninger i Lucas, 1984).

7. ZAKLJUČAK

Na temelju dobivenih rezultata i obrađenih rezultata može se zaključiti slijedeće:

- Udio vode određen u uzorcima kamenica bio je u najveći uzorcima iz grupe 1, zatim u uzorcima iz grupe 2, dok rezultati prikazuju najmanji maseni udio vode u uzorcima uzetim iz grupe 3.
- Rezultati statističke analize određivanja masenog udjela bjelančevina u uzorcima kamenica prikazuju kako uzorci iz grupe 1 imaju najmanji udio dok uzorci iz grupe 3 imaju najveći udio bjelančevina.
- Najveći maseni udio ugljikohidrata određen je u grupi 3 dok je najmanji udio uočen u grupi 1.
- Najveći udio masti prikazuju uzorci u grupi 3, a najmanji u grupi 1 no razlike nisu značajne.

Rezultati kemijskog sastava mesa kamenica uzorkovanih na ušću rijeke Krke pokazuju vrijednosti koje odgovaraju vrijednostima utvrđenim kod školjkaša uzgojenih na drugim lokacijama. Niti jedna vrijednost ispitanih pokazatelja ne ukazuje na odstupanja koja bi mogla negativno utjecati na razvoj i kvalitetu mesa školjkaša. Sukladno rezultatima istraživanja može se reći kako je ušće rijeke Krke pogodno za uzgoj kamenica i daljnji razvoj marikulture na ovom području, ali i u Republici Hrvatskoj.

POPIS LITERATURE

Arapov, J., Ezgeta-Bali}, D., Peharda, M. & Ninčević Gladan, Ž., 2010. Bivalve feeding-What and how do they eat. *Ribarstvo*, 68(3), pp. 105-116.

Beninger G.P., Lucas A. (1984). Seasonal variation in condition, reproductive activity and gross biochemical composition of two species of adult clam reared in a common habitat: *Tapes decussatus* L. (Jeffreys) and *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 79, 19-37.

Bonham, V. & Roberts, D., 2018. *Ostrea edulis* (European oyster). *CABI Compendium*.

Bressan, M. & Marin, M. G., 1985. Seasonal variations in biochemical composition and condition index of cultured mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) in the Lagoon of Venice. *Aquaculture*, Svezak 48, pp. 13-21.

Brusca, R. C. & Brusca, R. J., 2003. Invertebrates. *Systematic Biology*, 53(4), pp. 664-666.

Enciklopedija hr. 2021. Školjkaši. [Mrežno]
<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=59669> [5 veljače 2023].

El Mekawy, H. A., Amer, M. A., El-Sayed, A. M. & Sarhan, M. H., 2021. Biochemical composition of some bivalves collected from the western coasts of Suez Gulf, Red Sea, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 25(3), pp. 491-504.

Elegbede, I., Lawal-Are, A., Jolaosho, T. & Goussanou, A., 2022. Chemical compositions of bivalves shells: *Anadara senilis*, *Crassostrea gasar*, and *Mytilus edulis* and their potential for a sustainable circular economy. *SN Applied Sciences*, 5(44), pp. 1-13.

FAO, 2011. *Fisheries and Aquaculture*. [Mrežno]
<https://www.fao.org/fishery/en/global-search?q=statistics%20en&lang=en> [11 veljače 2023].

Fernandes, T., 2022. Oyster Farming and its Environmental Benefits. *Curr Synthetic Sys Biol*,

10(1), pp. 1-2.

Gabbott , P. A., 1983. *Developmental and seasonal metabolic activities in marine molluscs. Mollusca*. 2 ur. New York: Academic Press.

Gavrilović, A., Jug-Dujaković, J., Ljubičić, A. & Conides, A., 2015. *Testiranje efikasnosti različitih sustava za uzgoj mladi europske plosnate kamenice, Ostrea edulis (Linnaeus, 1758)*. Opatija, Zbornik radova 50. hrvatskog i 10. međunarodnog simpozija agronoma.

Gullian, M. & Aguire-Macedo, L., 2009. Seasonal variation of physiological parameters in the eastern oyster *Crassostrea virginica* from a tropical region of the Gulf of Mexico. *J. Shellfish Res.*, 28(3), pp. 439-446.

Habdija, I. i dr., 2011. *Protista-Protozoa i Metazoa-Invertebrata : Strukture i funkcije*. Zagreb: Alfa d.d..

Hamer B., Jakšić Ž., Pavičić-Hamer D., Perić L., Medaković D., Ivanković D., Pavičić J., Zilberberg C., Schröder H.C., Müller W.E.G., Smolaka N., Batel R. (2008) Effect of hypoosmotic stress by low salinity acclimation of Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* on biological parameters used for pollution assessment. *Aquatic Toxicology* 89(3): 137-151.

Katavić, I., 2004. Strateške smjernice za razvitak hrvatske marikulture. *Naše more: znanstveni časopis za more i pomorstvo*, 51(1-2), pp. 6-11.

Laing, I. & Bopp, J., 2018. Oysters-Shellfish Farming. U: *Encyclopedia of Ocean Sciences*. s.l.:Elsevier, pp. 480-492.

Marshall M R (2009) Ash Analysis. U: Nielsen S S (ured.) *Food Analysis*, 4. izd., Springer, New York, str.105-117.

Mašić, M., 2004. Higijena i tehnologija prerade školjaka. *Meso*, 6(4), pp. 40-45.

Min, B. D., Ellefson, W. C. (2009) Fat Analysis. U: Nielsen S S (ured.) *Food Analysis*, 4. izd., Springer, New York, str. 117-133

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva, NN 53/2005. *Plan praćenja kvalitete mora i školjkaša na područjima uzgoja, izlova i ponovnog polaganja školjkaša*, s.l.: an.

Mutić, J. i dr., 2021. Chemical Content of Five Molluscan Bivalve Species Collected from South Korea: Multivariate Study and Safety Evaluation. *Foods*, 10(2690), pp. 1-17.

Nikolić, E., 2018., Određivanje sadržaja masti u hrani za nesilice Soxhlet metodom, Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za kemiju

OIKON, 2019. *Elaborat zaštite okoliša: Izmjena i dopuna zahvata akvakulture u zoni ušća rijeke Krke, Šibensko-kninska županija*, Zagreb: Oikon d.o.o..

Orban, E. i dr., 2007. Nutritional and commercial quality of the striped venus clam, *Chamelea gallina*, from the Adriatic Sea. *Food Chem.*, Svezak 101, pp. 1063-1070.

Pleadin, J. i dr., 2019. Variations in nutritive composition of three shellfish. *Italian journal of food sciences*, Svezak 31, pp. 716-730.

Ruiz, C. i dr., 1992. Seasonal variations in condition, reproductive activity and biochemical composition of the flat oyster, *Ostrea edulis*, from San Cibrán (Galicia, Spain). *Marine Biology*, Svezak 112, pp. 67-74.

Spencer, B. E., 2002. *Molluscan Shellfish Farming*. Oxford, UK: Fishing News Books, Blackwell Publishing.

Tomšić, S. & Lovrić, J., 2004. Povijesni pregled uzgoja kamenica u malostonskom zaljevu. *Naše more: znanstveni časopis za more i pomorstvo*, 51(1-2), pp. 17-23.

Vatslavovna Tabakaeva, O., Vadimovich Tabakaev, A. & Piekoszewski, W., 2018. Nutritional composition and total collagen content of two commercially important edible bivalve molluscs from the Sea of Japan coast. *Journal of Food Science and Technology*, Svezak 55, pp. 4877-4886.

Wallace, R. L., 1996. *Invertebrate Zoology: A Laboratory Manual*. 5 ur. s.l.:Prentice Hall College Div.

Webster, D., 2007. *OYSTER AQUACULTURE PRODUCTION*, s.l.: University of Maryland.

Whyte, J.N.C., Englar, J.R., Carswell, B.L., 1990. Biochemical composition and energy reserves in *Crassostrea gigas* exposed to different levels of nutrition. *Aquaculture*. 90, 157–172.

Zelić, I., 2015. *Uzgoj školjkaša*. Split: Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Odjel za biologiju.

POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA

Slika 1 Vanjska građa ljuštore	2
Slika 2 Unutarnja građa školjkaša.....	4
Slika 3 Lokacija uzgoja školjkaša na ušću rijeke Krke.....	12
Slika 4 Kamenice prije vaganja i mjerenja	14
Slika 5 Mjerenje kamenica	14
Slika 6 Vaganje kamenica	15
Slika 7 Uzorkovanje kamenica	16
Slika 9 Rezultati statističke analize određivanja masenog udjela vode u uzorcima kamenica	24
Slika 8 princip rada ekstrakcije masti.....	19
Slika 10 Rezultati statističke analize određivanja masenog udjela bjelančevina u uzorcima kamenica.....	25
Slika 11 Rezultati statističke analize određivanja masenog udjela ugljikohidrata u uzorcima kamenica.....	26
Slika 12 Rezultati statističke analize određivanja udjela masti u uzorcima kamenica	27
Tablica 1. Kemijski sastav kamenica i dagnji	9
Tablica 2. Razlike između kemijskog sastava kamenice i govedine	9
Tablica 3. Biometrije kamenica	21

Tablica 4. Korelacijska analiza indeksa kondicije i ukupne mase.....	22
Grafikon 1 Prosječne vrijednosti indeksa kondicije u uzorcima kamenica (%).....	22
Grafikon 2 Prosječne vrijednosti dužine i širine u uzorcima kamenica (u milimetrima)	23
Grafikon 3 Prosječne vrijednosti mase u uzorcima kamenica (u gramima).....	23
Grafikon 4 Udio vode u uzorcima kamenica.....	25
Grafikon 5 Udio bjelančevina u uzorcima kamenica.....	26
Grafikon 6 Udio ugljikohidrata u uzorcima kamenica.....	27
Grafikon 7 Udio masti u uzorcima kamenica	28