

Pokazatelji kvalitete dagnji iz uzgoja: studija na primjeru uzgajališta u Limskom zaljevu

Bojan Hamer^{1*}, Kristina Grozić¹, Luca Privileggio¹, Ivan Balković¹, Korana Hamer², Tibor Janči², Maja Maurić Maljković^{1,3}, Andrej Jaklin¹, Dijana Pavičić-Hamer¹

Sažetak

Indeks kondicije je važan pokazatelj fiziološkog i zdravstvenog stanja te kvalitete školjkaša. Ujedinjeno uzorkovanje i adekvatna metodologija analize indeksa kondicije dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) ključni su temelj za dugoročno praćenje što omogućava vrednovanje proizvoda, lokacija i proizvodnih zona te usporedbu s drugim područjima, regionalno i šire. S obzirom na rastuću potrebu isticanja i definiranja kvalitete lokalno uzgojenih dagnji, provedena je studija sezonskog praćenja indeksa kondicije (2008. – 2024.) i određivanje nutritivnog sastava (svibanj 2023.) dagnji u uzgajalištu školjkaša u Limskom zaljevu – zona Navi. U tu svrhu određena je kvaliteta dagnji pomoću indeksa kondicije računatog na temelju odnosa osušenog mesa na masu ljuštura (CI), udjela mokrog (MYw), prokuhanog mesa (MYc) i ljuštura (SI) u ukupnoj masi dagnje, kao i osnovni kemijski sastav mesa dagnje (bjelančevine, masti, ugljikohidrata, pepeo i voda). Prilikom uzorkovanja dagnji izmjereni su osnovni hidrografski parametri (temperatura i salinitet) mora na uzgojnom području. Utvrđeno je sezonsko kolebanje indeksa kondicije (CI) 8,60 % – 18,28 %, udjela svježeg mokrog mesa (MYw) 16,54 % – 29,30 %, prokuhanog mesa (MYc) 14,92 % – 23,32 % i udjela ljuštura (SI) 30,17 % – 39,69 % uz prosječne godišnje vrijednosti (CI 10,96 ± 1,91; MYw 23,82 ± 2,91; MYc 19,06 ± 2,33 i SI 37,03 ± 2,87). Analiza svježeg mesa dagnji pokazala je sljedeći nutritivni sastav: 9,37 ± 0,45 % bjelančevina, 2,54 ± 0,43 % ugljikohidrata, 1,04 ± 0,22 % masti, 2,58 ± 0,13 % pepela i 83,05 ± 1,52 % vode. Godišnje srednje vrijednosti računatih indeksa te analiziranih nutritivnih komponenti ukazuju na zadovoljavajuću kvalitetu "Limske dagnje" koja je usporediva i slična vrijednostima dagnji uzgojenih na drugim uzgojnim područjima Jadranskog i Sredozemnog mora.

Ključne riječi: *Mytilus galloprovincialis*, akvakultura, uzgoj školjkaša, kvaliteta dagnji, indeks kondicije, nutritivni sastav, Limski zaljev, "Limska dagnja".

Uvod

U Jadranu je još od antičkih vremena poznat uzgoj školjkaša dagnji i kamenica. Tri najvažnija uzgojna područja školjkaša u Republici Hrvatskoj

nalaze se u Malostonskom zaljevu, ušću rijeke Krke i u Limskom zaljevu, a kao ostala poznatija uzgajališta spominju se primjerice Novigradsko more,

¹ dr. sc. Bojan Hamer, nasl. prof.; dr. sc. Kristina Grozić, Luca Privileggio, mag. varst. nar.; Ivan Balković, mag. biol.; izv. prof. dr. sc. Maja Maurić Maljković; dr. sc. Andrej Jaklin, nasl. izv. prof.; dr. sc. Dijana Pavičić-Hamer, nasl. izv. prof.; Centar za istraživanje mora, Institut Ruđer Bošković, Giordana Paliage 5, 52210 Rovinj

² Korana Hamer, student; izv. prof. dr. sc. Tibor Janči; Prehrambeno-biotehnoški fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

³ izv. prof. dr. sc. Maja Maurić Maljković; Zavod za uzgoj životinja i stočarsku proizvodnju, Veterinarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Heinzelova 55, 10000 Zagreb

* Autor za korespondenciju: bhamer@irb.hr

Savudrijska vala, Raški zaljev i Pirovački zaljev. Najgušća prirodna naselja dagnji (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) na Jadranu nalazimo u Novigradskom i Karinskom moru, Šibenskom zaljevu i kanalu, Limskom, Malostonskom i Pulskom zaljevu (Župan i Šarić, 2014.). Proizvodnja dagnje zastupljena je u većini mediteranskih zemalja, a prednjače Španjolska, Italija, Grčka i Turska, s tim da proizvodnja školjkaša u Europskoj uniji (EU) pokazuje trend smanjivanja iz raznih razloga (Avdelas i sur., 2021.). Proizvodnja dagnje zadnjih 10 godina u Hrvatskoj stagnira ili varira oko 800 – 1200 t/god. (2022. godina – 1006 t dagnji i 90 t kamenica) (Zavod za statistiku, 2022.). Za usporedbu vrijedno je navesti podatak da je u istarskom području (Limski zaljev) uzgoj školjkaša prije prvoga svjetskog rata bio oko 300 t dagnji i 1500 t kamenica godišnje (Marušić i sur., 2009.).

Tehnologija uzgoja dagnji u hrvatskom dijelu Jadrana uključujući i Limski zaljev je jednostavna, može se reći tradicionalna, prilagođena lokalnim uvjetima, gdje se većinom obiteljska proizvodnja nastoji nositi s konkurencijom (većinom uvoz smrznutih proizvoda) i recentnim prijetnjama u uzgojnim područjima uslijed klimatskih promjena ili primjerice predacije školjkaša (Hamer i sur., 2010.; Majnarić i sur., 2022.; Privileggio i sur., 2024.a). U Hrvatskoj postoji jasna regulativa praćenja kakvoće mora, kontrole proizvodnje i stavljanja proizvoda na tržište uz kontrolu zdravstvene ispravnosti školjkaša (Džafić, 2012; NN 68/2015; NN 83/2022; NN 126/2022; Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva RH, 2025.). Kao dodatna potvrda visoke kvalitete dagnji u pojedinom uzgojnom području može poslužiti dobivanje oznake izvornosti (primjer Novigradska dagnja, EU br.: PDO-HR-02626-4.8.2020, Sl. list EU C80/84). Jedan od pokazatelja kvalitete školjkaša je i indeks kondicije (engl. *Condition index*, CI). Postoji više načina izračunavanja indeksa kondicije koje se s obzirom na primijenjenu metodologiju mogu podijeliti u tri osnovne skupine: volumetrijska, gravimetrijska i kombinirana. Recentno se sve češće koriste jednostavnije i vremenski manje zahtjevne metode. Generalno, indeks kondicije je udio mase mesa (mokrog, prokuhanog ili osušenog) iskazan u odnosu na ostale značajke školjkaša poput ukupne mase, mase ljuštura, volumena i drugo (Hrs-Brenko, 1973.; Davenport i Chen, 1987.; Crosby i Gale, 1990.; Peharda i sur., 2007.; Hamer i sur., 2008.; Marušić i sur.,

2009.; Župan i Šarić, 2014.; Pavičić-Hamer i sur., 2016.a).

Davenport i Chen (1987.) navode nekoliko formula izračunavanja indeksa kondicije (CI):

- (masa prokuhanog mesa / masa školjkaša) x 100 (1)
- (masa prokuhanog mesa / (masa prokuhanog mesa + masa ljuštura)) x 100 (2)
- (masa mokrog mesa / (ukupni volumen – volumen ljuštura)) x 100 (3)
- (masa osušenog mesa / (ukupni volumen – volumen ljuštura)) x 100 (4)
- (masa osušenog mesa / masa ljuštura) x 100 (5)
- (masa mokrog mesa / masa ljuštura) x 100 (6)
- (volumen mokrog mesa / (ukupni volumen – volumen ljuštura)) x 100 (7)

Ponekad u znanstvenoj i stručnoj literaturi autori različito navode, izračunavaju i određuju kvalitetu školjkaša koristeći različite indekse kondicije dajući im iste nazive (Peharda i sur., 2007.; Pavičić-Hamer i sur., 2016.; Kovačić i sur., 2017., Kljun, 2021.). U uzgajalištima i znanstvenoj literaturi koja prati i daje podršku uzgoju školjkaša uz navođenje broja jedinki, biometrijskih podataka o veličini školjkaša, prikazuje se kao osnova za utvrđivanje kvalitete dagnji najmanje jedan indeks kondicije, koji se i naziva Indeks kondicije (CI) dobiven uvrštavanjem podataka u formulu (5) (Hamer i sur., 2008.; Župan i Šarić, 2014.; Pavičić-Hamer i sur., 2016.; Perović, 2024.). Navedeni indeks kondicije (CI) se bazira na masi mesa nakon sušenja na temperaturama 60 °C, 80 °C ili 105 °C kroz 24 ili 48 sati ovisno o odabranoj metodologiji (Grković i sur., 2019.; Yildiz i sur., 2021.). Nadalje, većinom se navodi još i postotni udio mesa u masi cijelog školjkaša (engl. *Meat yield*, MY) koji se bazira na masi mokrog odnosno svježeg (engl. *Wet tissue*, MYw) ili prokuhanog (engl. *Cooked tissue*, MYc) mesa pomoću formule (1).

Važan pokazatelj kvalitete dagnji iz uzgoja je i osnovni kemijski sastav mesa iskazan kao sadržaj bjelančevina, masti, ugljikohidrata, vode i pepela koji se u hrvatskom dijelu Jadrana rjeđe proučava za razliku od indeksa kondicije (Basoli, 1968.; Kanduć i sur., 2018.; Žurga i sur., 2024.). Pored navedenih pokazatelja, značajan je i indeks udjela mase ljuštura (engl. *Shell Incidence*, SI) kojim se iskazuje udio mase ljuštura u ukupnoj masi školjkaša. Ovaj je indeks pokazatelj kvalitete i krhkosti-čvrstoće ljuštura dagnji, a povezan je

s uvjetima u okolišu (Pavičić-Hamer i sur., 2016.b; Bordignon i sur., 2024.).

Cilj ovog rada bio je ukazati na kvalitetu dagnji uzgojenih u Limskom zaljevu (2008. – 2024.) uz usporedbu i metodološki osvrt u tu svrhu najčešće korištenih izračuna indeksa kondicije. Uz istraživanje odabranih izračuna indeksa kondicije (CI, MYw, MYc i SI) u sklopu dugoročnog praćenja stanja morskog okoliša i kvalitete dagnji u Limskom zaljevu napravljena je i analiza osnovnog kemijskog sastava mesa dagnji (svibanj 2023.). Nadalje, uz opis hidrografskih uvjeta (salinitet, temperatura) mora u Limskom zaljevu, rezultati indeksa kondicije i osnovnog kemijskog sastava „*Limske dagnje*“ uspoređeni su s dostupnim relevantnim podacima iz literature za Jadran i Sredozemno more.

Materijal i metode

Područje istraživanja

Limski zaljev, odnosno Limski kanal je izduženi zaljev, potopljena dolina (rijas) rijeke Pazinčice na zapadnoj obali Istre, smješten između Rovinja i Vrsara, dugačak je 12,8 km, širok do 0,6 km te dubok do 33 m (Slika 1).

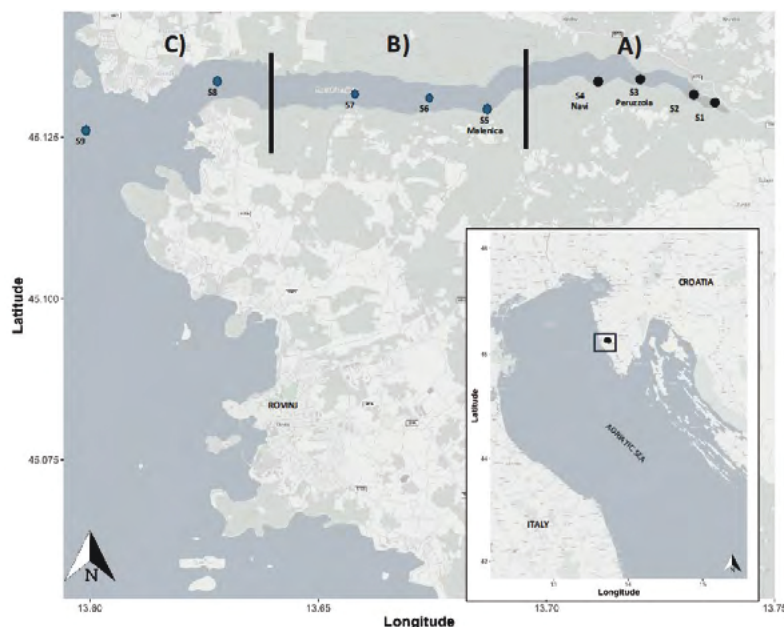
Uzgojno proizvodno područje školjkaša

Proizvodno područje P-03-LZ omeđeno je kopnom i zamišljenom spojnicom točaka sljedećih zemljopisnih koordinata: Φ 45° 08,091'N, λ 13° 38,434'E; B Φ 45° 07,825'N, λ 13° 38,133'E.

Proizvodno područje podijeljeno je u 3 zone: Peruzzola P-03-LZ-01; Navi P-03-LZ-02 i Malenica P-03-LZ-03 (Slika 1). U Limskom zaljevu uzgajaju se dagnje i kamenice, a navedeno je područje obuhvaćeno godišnjim planom praćenja kakvoće mora i školjkaša (Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva RH, 2025.).

Meditranska dagnja

„*Limska dagnja*“ je školjkaš vrste mediteranska dagnja *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 uzgojen u Limskom zaljevu (Istarska županija, RH). Ljuštura dagnje je lepezastog, trokutastog ili izduženo-jajolikog oblika (Slika 2). Tijelo dagnje je zatvoreno dvjema simetričnim ljušturama s vidljivim zonama rasta. Ljuštura su izvana modro-crne, a iznutra bijelo-srebrnkasto sedefaste boje koja prelazi u modro-crnu prema vanjskim rubovima. Limska dagnja postiže konzumnú veličinu, ovisno o ambijentalnim uvjetima, dostupnosti hrane i vremenu mrijesta tijekom 16 – 20 mjeseci od



Slika 1. Limski zaljev s označenom lokacijama (S1–S9) praćenja oceanografskih parametara u vodenom stupcu CTD sondom (Aqua Troll 500, InSitu, SAD), proizvodnim područjem školjkaša (P-03-LZ) i zonama uzgoja (S3 Peruzzola, S4 Navi i S5 Malenica).

Figure 1 Lim Bay with marked locations (S1–S9) for monitoring oceanographic parameters in the water column using a CTD probe (Aqua Troll 500, InSitu, USA), the shellfish production area (P-03-LZ), and the farming zones (S3 Peruzzola, S4 Navi, and S5 Malenica).

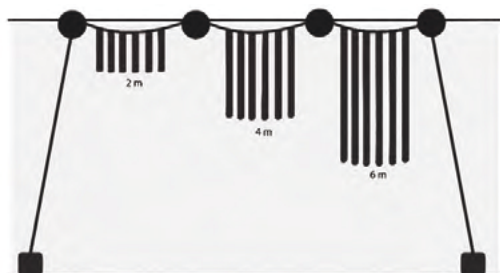
nasada. Najmanja prodajna masa ovog školjkaša je 20 g, odnosno minimalna veličina iznosi ≥ 6 cm. Svježa dagnja treba uvijek nakon otvaranja ispustiti određenu količinu morske vode ovisno o veličini. Meso dagnje na dodir je meko i elastične konzistencije s karakterističnim mirisom po moru i morskim algama. Površina mesa je sjajna, vlažna i glatka (Slika 2).



Slika 2. Tipični oblici ljuštura, otvorena svježa dagnja i prokuhano meso „Limske dagnje“ (lijevo – mužjak, desno – ženka).

Figure 2 Typical shell shapes, opened fresh mussel, and the cooked meat of „Limska dagnja“ (left – male, right – female).

Dagnje se uzgajaju u Limskom zaljevu kao i duž cijele istočne obale Jadrana na tzv. mediteranski način što podrazumijeva uzgoj između dna i površine mora u ovješnim mrežastim crijevima „pergolarima“ dugim 2, 4 ili 6 m na usidrenim plutajućim parkovima dugim 50 – 100 m (Slika 3). Istraživano uzgajalište (Istrida d.o.o.) ima godišnju proizvodnju dagnje oko 50 t/god. (osobna komunikacija, 2023.).



Slika 3. Shematski prikaz uzgoja dagnji u Limskom zaljevu.

Figure 3 Schematic representation of mussel farming in Lim Bay.

Uzorkovanje dagnji

Tijekom razdoblja 2008. – 2024. u uvali Navi uzorkovano je sezonski 7 kg konzumnih dagnji brodom te je analiziran indeks kondicije na sveukupno 60 uzoraka dagnji: zima (6), proljeće (24), ljeto (7), jesen (23). Za utvrđivanje indeksa (CI, MYc i SI) korišten je izdvojen uzorak od 5 kg, a za određivanje udjela mokrog mesa (MYw) uzorak od 30 jedin-ki konzumnih dagnji.

Metode određivanja indeksa kondicije

Za izračun indeksa kondicije *Condition index* (CI), *Meat Yield* (MYw, MYc) i *Shell Incidence* (SI) korištene su formule:

- $CI = (\text{masa osušenog mesa} / \text{masa ljuštura}) \times 100$ (a)
- $MYw = (\text{masa mokrog mesa} / \text{masa školjkaša}) \times 100$ (b)
- $MYc = (\text{masa prokuhanog mesa} / \text{masa školjkaša}) \times 100$ (c)
- $SI = (\text{masa ljuštura} / \text{masa školjkaša}) \times 100$ (d)

Po uzorkovanju, u laboratoriju su dagnje očišćene od obraštaja, a bisus je odrezan škarićama. Dagnje su otvorene kuhanjem (mikrovalna, 3 min), potom je izvagana ukupna masa izdvojenog prokuhanog mesa i masa ljuštura. Prokuhano meso dagnji je osušeno u sušioniku (ST-05 Instrumentaria; Tvornica Medicinskih Instrumenata aparata i šprica, Zagreb, Hrvatska) 48 sati na 80 °C. Za izračun indeksa SI (d) korištene su mase ljuštura koje su prethodno samo ocijeđene i osušene na zraku 24 sata. Prethodnim mjerenjima je utvrđeno da se masa ljuštura neznatno smanji (<1 %) nakon sušenja (48 sati, 80 °C).

Za utvrđivanje indeksa (MYw) vaganjem je izmjerena ukupna masa pojedinačnih dagnji (vaga SAB 224i, Adam Equipment, Engleska). Zatim je napravljena biometrija pri čemu se izmjerila duljina, visina i širina svake dagnje digitalnom pomičnom mjerkom (Powerfix, OWIM, Njemačka). Dagnje (30 jedinki) su otvorene nožem i cjelokupno meko tkivo (meso) je odvojeno od ljuštura. Tako odvojeno mokro meso je položeno kratko na papirnati ubrus i zasebno izvagano. Uvrštavanjem mase mokrog mesa i ukupne mase dagnje u formulu (b) dobiven je indeks kondicije, odnosno postotni udio mokrog mesa (MYw).

Osnovni kemijski sastav mesa

Sadržaj vode uzoraka mekog tkiva dagnji (30 g homogeniziranog uzorka) određen je gravimetrijski

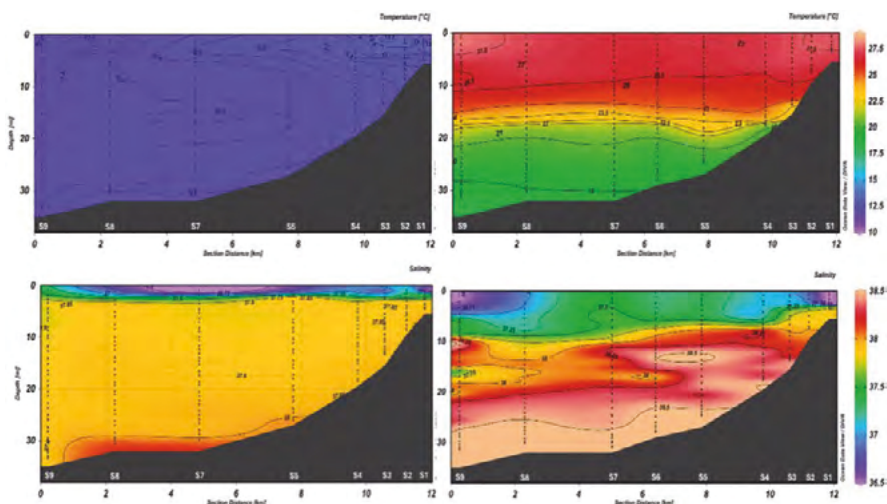
nakon sušenja do konstantne mase na 105 °C prema službenoj metodi (AOAC, 1995.). Sadržaj minerala (pepeo) određen je spaljivanjem 5 g uzorka na 550 °C (24 sata) i vaganjem pepela nakon hlađenja (AOAC, 1995.). Sadržaj bjelanjčevina analiziran je Kjeldahl metodom i izračunat iz udjela dušika pomoću faktora pretvorbe $N \times 6,25$ (AOAC, 1995.). Udio masti određen je dvostupanjskom ekstrakcijom sa smjesom cikloheksana i propan-2-ola kao otapala (Smedes, 1999.). Nakon ekstrakcije, otapala su uparena pomoću rotacijskog uparivača Rotavapor R-205 (Buchi Labortechnik AG, Švicarska) na 51 °C i 235 mbara, ekstrahirani lipidi su sušeni 3 sata na 105 °C i izvagani. Na temelju prethodnih analiza, računski je određen sadržaj ugljikohidrata. Rezultati osnovnog kemijskog sastava mesa dagnji iskazani su kao srednje vrijednosti $\pm$ standardna devijacija mjerenja četiri kompozitna uzorka od po 30 dagnji.

Rezultati i rasprava

Okolišni uvjeti u Limskom zaljevu

Kolebanje vrijednosti saliniteta i temperature morske vode na području Limskog zaljeva pod utjecajem je dotoka i podvodnih izvora slatke vode, što utječe na prirast i kvalitetu dagnji, kao i drugih organizama na tom području (Slika 4). Istočni dio Limskog zaljeva (Slika 1A) i 4) koji obuhvaća i dio uzgojnih zona dagnji (S1 – S4) smješten je u područje gdje prevladava srednji do jaki utjecaj slatke vode tijekom proljeća i jeseni (kišna razdoblja), a ostatak zaljeva je pod manjim utjecajem slatke vode (Hamer i sur., 2010).

Najniža vrijednost saliniteta od 20,5 izmjerena je u veljači 2022. na lokaciji S1, dok je je najviša vrijednost od 38,6 izmjerena u kolovozu 2024. na lokaciji S6 u Limskom zaljevu (2022. – 2024.). Recentno (kolovoz 2024.) kako u sjevernom Jadranu, tako



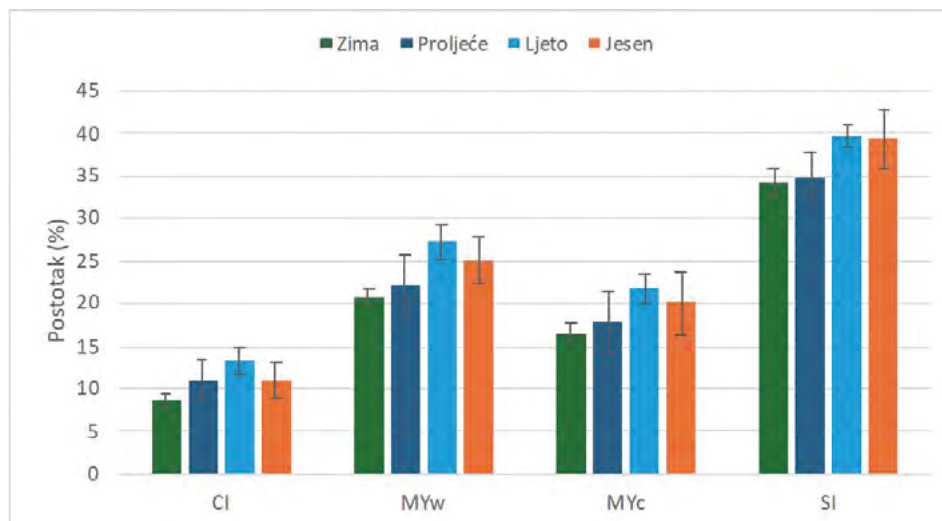
Slika 4. Varijacije temperature i saliniteta u vodenom stupcu mora u Limskom zaljevu na lokacijama S1 – S9 tijekom zime (veljača, 2024.) i ljeta (kolovoz, 2024.) izmjerene pomoću više-parametarske CTD sonde AquaTroll 500 (InSitu, SAD).

Figure 4 Variations in temperature and salinity in the sea water column in Lim Bay at locations S1 – S9 during winter (February 2024) and summer (August 2024) using multi-paramether CTD probe AquaTroll 500 (InSitu, USA).

i u Limskom zaljevu, zabilježene su visoke vrijednosti saliniteta (>38) i temperature (>27 °C) mora slične onima za južni Jadran (Slika 4). U usporedbi s obalnim vodama, Limski zaljev pokazuje varijacije i gradijente ekoloških parametara između lokacija od istoka prema zapadu (hranjive tvari, temperatura, sadržaj kisika, salinitet i brzina vodene struje), što utječe na raznolikost staništa (Zucht i sur., 2008.; Hamer i sur., 2010.; Klöppel i sur., 2011.).

Indeks kondicije kao pokazatelj kvalitete Limske dagnje

Na temelju provedenih istraživanja određena je sezonska minimalna, maksimalna i srednja vrijednost indeksa kondicije dagnji iz uzgajališta u Limskom zaljevu: CI varira od 8,60 % do 18,28 %, udio mesa MYw od 16,54 % do 29,30 % i MYc od 14,92 % do 23,32 % te udio ljušture (SI) od 30,17 % do 39,69 % (Slika 5, Tablica 1).



Slika 5. Prosječne sezonske vrijednosti (%) kvalitete dagnji iz Limskog zaljeva iskazane kao: indeks kondicije (CI), udio svježeg mesa (MYw), udio prokuhanog mesa (MYc) i udio ljuštura (SI) tijekom istraživnog razdoblja (2008. – 2024.).

Figure 5 Average seasonal values (%) of mussel quality from Lim Bay expressed as: condition index (CI), meat yield – fresh meat (MYw), meat yield – cooked meat (MYc), and shell incidence (SI) during the investigated period (2008 – 2024).

Colours indicate specific seasons, as follows: green – winter, dark blue – spring, light blue – summer, orange – autumn.

Godišnje srednje vrijednosti (2008. – 2024.) ova četiri izračuna indeksa kondicije (CI $10,96 \pm 1,91$; MYw, $23,82 \pm 2,91$; MYc $19,06 \pm 2,33$ i SI $37,03 \pm 2,87$), kao i zadnji rezultati (lipanj 2024., uvala Navi) konzumnih dagnji ($\geq 6,0$ cm) pred turističku sezonu (CI $14,48 \pm 2,99$ %; MYw $25,71 \pm 3,26$; MYc $20,71 \pm 3,26$ % i SI $34,16 \pm 1,83$) pokazuju zadovoljavajuću kvalitetu „Limske dagnje“, ali ukazuju da vrijednosti mogu i odstupati ovisno o sezoni, uzgojnom mjestu, tehnologiji uzgoja (veličina „pergolara“, dubina) i uvjetima u okolišu (Slika 5, Tablica 1).

Usporedbom pokazatelja kvalitete „Limske dagnje“ s drugim sredozemnim i jadranskim dagnjama, odnosno vrijednostima iz literature npr. dagnjama iz uzgajališta u Canakkale tjesnacu, Turska (Yildiz i sur., 2021.), Boki Kotorskoj, Crna Gora (Grković i sur., 2020.; Grković i sur., 2023.; Martinović i sur., 2023.) Novigradskom moru, Hrvatska (Perović, 2024.), Delti rijeke Po, Tršćanski zaljev, Italija (Bongiorno i sur., 2015.; Bordignon i sur., 2024.) iz kojih smo izdvojili ili izračunali srednje godišnje vrijednosti indeksa kondicije i udjela mesa možemo reći da je „Limska dagnja“ kvalitetom (CI $12,84 \pm 1,68$ %; MYw $21,96 \pm 2,56$ %; 2022. – 2024.) u razini s dagnjama najpoznatijih regionalnih uzgojnih područja (Tablica 1). Vrijednosti indeksa kondicije (CI) za „Limsku dagnju“ su zadovoljavajuće,

ali nešto niže od vrijednosti iz literature (Perović, 2024.) i Službenog lista (EU C80/84) za Novigradsku dagnju, gdje se navode mjesečne minimalne i maksimalne vrijednosti indeksa kondicije (CI $10,72 - 18,98$ %) uz preporuku da se samo u razdoblju kad je CI >12 % dagnje iz uzgajališta u Novigradskom moru mogu stavljati u prodaju (oznaka izvornosti PDO-HR-02626-4.8.2020). Navedeno ukazuje na važnost praćenja mjesečnih i/ili sezonskih vrijednosti indeksa kondicije tijekom proizvodnje, odnosno određivanje i navođenje indeksa kondicije dagnji prilikom prodaje u svrhu isticanje kvalitete.

Nadalje, iz Tablice 1. je vidljivo da prikazani indeksi kondicije kao pokazatelji kvalitete dagnje za pojedina uzgojna područja, regije ili države variraju i pozitivno odstupaju što je zabilježeno i na području delte rijeke Po u Italiji (Bordignon i sur., 2024.). Višegodišnjim praćenjem indeksa kondicije, kao pokazatelja stanja organizma i eventualnog stresa, utvrđeno je da postoji relativno stabilan odnos mase mokrog/prokuhanog/osušenog mekog tkiva dagnje $1 : 0,70 : 0,20$. Pošto se iz mase mokrog/prokuhanog/osušenog mekog mesa dagnje dalje izračunava indeks kondicije (CI, MYw i MYc) trebao bi biti odnos tih parametara-indeksa u relativnom razmjeru. U Tablici 1. prikazane su paralelno vrijednosti uz CI i MYw, i njihov omjer (CI/MYw) te udio

Tablica 1. Usporedba srednjih godišnjih vrijednosti indeksa kondicije (MYw, CI, CI/MYw i SI) utvrđenih u ovom istraživanju s podacima iz literature.

Table 1 Comparative overview of annual average values of the condition indices (MYw, CI, CI/MYw and SI) determined in this research with data from the literature.

Pokazatelji/ Indices	Udio mesa/ Meat Yield (MYw)	Indeks kondicije/ Condition index (CI)	Omjer/ Ratio	Udio ljuštura/ Shell incidence (SI)
Država/Country Uzgojno područje/ Farming area	Sred. vrijednost ± st. devijacija/ Mean ± st. deviation	Sred. vrijednost ± st. devijacija / Mean ± st. deviation	(CI/MYw)	Sred. vrijednost ± st. devijacija/ Mean ± st. deviation
Hrvatska/Croatia Limski zaljev/ Lim Bay Lipanj, 2024. ¹ 2008. – 2024. ¹ 2022. – 2024. ¹	25,71 ± 3,26 23,82 ± 2,91 21,96 ± 2,56	14,48 ± 2,99 10,96 ± 1,91 12,84 ± 1,68	0,56 0,46 0,58	34,16 ± 1,83 37,03 ± 2,87 31,98 ± 1,52
Novigradsko more/ Novigrad Sea Novigrad, 2016. ² Vrgada, 2016. ²	- -	13,48 ± 2,50 9,23 ± 2,27	- -	- -
Turska/Turkey Canakkale 2012.-2013. ³	16,07 ± 1,74	8,12 ± 1,55	0,51	-
Crna Gora/Montenegro Boka Kotorska/ Bay of Cotor Travanj, 2019. ⁴ Studenj, 2019. ⁵ 2018. – 2019. ⁶	22,79 ± 1,93 - 26,28 ± 3,85	17,41 ± 0,82 8,78 ± 1,86 14,44 ± 4,88	0,76 - 0,55	- - -
Italija Tršćanski zaljev/ Gulf of Trieste 2009.-2010. ⁷ Po delta Travanj-lipanj, 2023. ⁸	25,13 ± 4,58 37,33 ± 3,19	13,55 ± 3,64 20,50 ± 4,33	0,54 0,55	36,18 ± 1,18 33,00 ± 1,55

¹Ovo istraživanje; ²Perović, 2024.; ³Yildiz i sur., 2021.; ⁴Grković i sur., 2020.; ⁵Martinović i sur., 2023.; ⁶Grković i sur., 2023.; ⁷Bongiorno i sur., 2015.; ⁸Bordignon i sur., 2024.

¹This research; ²Perović, 2024.; ³Yildiz et al., 2021.; ⁴Grković et al., 2020.; ⁵Martinović et al., 2023.; ⁶Grković et al., 2023.; ⁷Bongiorno et al., 2015.; ⁸Bordignon et al., 2024.

ljuštura (SI). U slučaju značajnog odstupanja od relativno stabilnog omjera CI/MYw (51 – 58 %) treba potražiti moguću pogrešku u primijenjenoj metodologiji. Navedena razlika može ukazati na gubitak sadržane morske vode unutar ljuštura prilikom transporta i držanja dagnji na suhom duže vrijeme prije mjerenja ukupne mase ili naglo vađenje dagnji iz mora, tako da se one ne stignu na vrijeme i u potpunosti zatvoriti (Tablica 1; vrijednosti MYw 0,76, Boka Kotorska, Travanj, 2019.; Grković i sur., 2020.). Veći ili manji CI/MYw omjer (51 – 58 %) može poslužiti i kao indikator neuobičajenih pojava u uzgajalištu. Korisna mjera uzgajivačima i onima koji rade pokuse na dagnjama je protresti „pergolar“ i/ili dagnje pakirane u mrežici, tako da se dagnje zatvore, pa

ih tek onda izvaditi iz mora i dalje procesuirati. Ukoliko se ne provede, navedeno može rezultirati manjim indeksima kondicije koji se izračunavaju u odnosu na ukupnu masu školjkaša, odnosno manjom prodajnom masom te posljedično smanjenom vitalnošću dagnji. Poznato je da dagnje prilikom izvođenja SOS testa (engl. *Stress on Stress test*) i određivanja vitalnosti - LT50 preživljavanja/smrtosti 30 jedinki u kadici na suhom na temperaturi mora (100 % vlažnost, klimatizirana prostorija) tijekom vremena ispuštaju međuljušturu tekućinu (Gosling, 1992.; Hamer i sur., 2008.).

Indeks kondicije (CI, MY i SI), kao pokazatelj kvalitete dagnji, ovisi prvenstveno o genetici i podrijetlu uzgojnog stoka, dostupnoj hrani

(fitoplankton), hidrografskim karakteristikama (salinitet, alkalinitet, temperatura) morske vode pojedinih uzgojnih područja, zdravstvenom stanju te reproduktivnom ciklusu školjkaša (Hrs-Brenko, 1973.; Gosling, 1992.; Orban i sur., 2002.; Ivanković i sur., 2005.; Žurga i sur., 2024.).

Duga povijest i tradicija proizvodnje dagnji u Limskom zaljevu, rezultirala je kvalitetnom dagnjom koju potrošači iznimno cijene, a ugostitelji ističu porijeklo. Povoljni hidrografski uvjeti u moru uz brojne povoljne specifičnosti (npr. posebni rezervat prirode u moru) te regionalna-nacionalna prepoznatljivost Limskog zaljeva i uzgojnog područja zaslužuju poseban osvrt koji može poslužiti te potaknuti izradu dokumentacije za pokretanje postupka dobivanja oznake izvornosti „*Limska dagnja*“. Naravno, posljedično o vrijednosti indeksa kondicije, odnosno o količini mesa (CI, MYw, MYc) kao pokazatelja kvalitete trebala bi ovisiti i/ili varirati prodajna cijena dagnje. Još uvijek prodajne cijene svih dagnji iz uzgoja, od prodaje u uzgajalištima do tržnica, supermarketa variraju (3 – 6 eura/kg) bez obzira na porijeklo i kvalitetu.

Nutritivni sastav

Uz indeks kondicije (CI) i udio mesa (MYw, MYc) korisni pokazatelj kvalitete školjkaša je nutritivni sastav (Orban i sur., 2002.). U nutritiv-

nom pogledu meso školjkaša predstavlja važan izvor hranjivih sastojaka prijeko potrebnih ljudskom organizmu, pogotovo bjelančevina. Njihova vrijednost je u lakšoj probavljivosti, boljem iskorištenju, pogodnijem aminokiselinskom sastavu, pogotovo kad su u pitanju esencijalne aminokiseline. Mineralne tvari također su obilato zastupljene u optimalnim prirodnim omjerima. Osim toga, meso dagnje bogato je vitaminima A, C, D, E te vitaminima B-kompleksa, a najviše je zastupljen vitamin C (Mašić, 2004.). U literaturi se ističe hranjiva vrijednost dagnje prosječnog sastava: 10 % bjelančevine, 5 % ugljikohidrata, 1 % masti, 2 % anorganskih sastojaka i 82 % vode (Basioli, 1968.).

Analiza svježeg mesa dagnji (Limski zaljev, zona Navi) u svibnju 2023. godine pokazala je sljedeći nutritivni sastav: $9,37 \pm 0,45$ % bjelančevine, $2,54 \pm 0,43$ % ugljikohidrata, $1,04 \pm 0,22$ % masti, $2,58 \pm 0,13$ % pepela i $83,05 \pm 1,52$ % vode (Tablica 2). Iz navedenog se može zaključiti da nutritivne vrijednosti „*Limske dagnje*“ odgovaraju vrijednostima iz literature (Basioli, 1968.; Privileggio i sur., 2024.) te da sastav varira na mjesečnoj, sezonskoj i godišnjoj skali, naravno opet ovisno o lokaciji, dubini, uzgojnoj zoni-području i reproduktivnom ciklusu (Mašić, 2004.; Fuentes i sur., 2009.; Bongiorno i sur., 2015.; Della Malva i sur., 2024.).

Tablica 2. Usporedba osnovnog kemijskog sastava mesa „*Limske dagnje*“ s drugim Jadranskim i Sredozemnim konzumnim dagnjama (minimalne – maksimalne zabilježene vrijednosti, srednja vrijednost $\pm$ standardna devijacija).

Table 2 The nutritional composition of the „*Limska dagnja*“ meat compared to other Adriatic and Mediterranean commercial mussels (minimum – maximum recorded values, mean value $\pm$ standard deviation).

Lokacija/Location Sastav/Composition (%)	Limski zaljev/Lim Bay, Hrvatska/Croatia ¹	Gargano, Italija/Italy ²	Tršćanski zaljev/Gulf of Trieste, Italija/Italy ³	Galicija/ Galicia, Španjolska/ Spain ⁴	Valencija/ Valencia, Španjolska/ Spain ⁴
Bjelančevine/Proteins	8,77 - 9,65 $9,37 \pm 0,45$	8,13 - 10,77	7,5 - 11,6	10,0	6,6
Ugljikohidrati/Carbohydrates	2,08 - 2,94 $2,54 \pm 0,43$	5,14 - 8,61	-	-	-
Masti/Fats	0,80 - 1,24 $1,04 \pm 0,22$	1,24 - 2,62	1,0 - 2,2	1,4	2,1
Pepeo/Ash	2,48 - 2,74 $2,58 \pm 0,13$	1,92 - 3,41	2,2 - 3,3	2,2	3,38
Voda/Water	82,50 - 85,37 $83,05 \pm 1,52$	76,59 - 81,44	-	79,0	81,5
CI (MY ^a)	8,60 - 18,28 $12,84 \pm 1,68$	-	6,0 - 15,0	31,0 ^a	34,0 ^a

¹Ovo istraživanje (svibanj 2023.); ²Della Malva i sur., 2024.; ³Bongiorno i sur., 2015.; ⁴Fuentes i sur., 2009.

¹This research (May 2023); ²Della Malva et al., 2024; ³Bongiorno et al., 2015; ⁴Fuentes et al., 2009.

Prema dostupnoj literaturi, najbolje razdoblje za konzumaciju dagnji na istarskom području je u ljetnim mjesecima, od lipnja do rujna, kada su dagnje u fazi spolnog mirovanja (Hrs-Brenko, 1968.; Gosling, 1992.; Marušić i sur., 2009.; Pavičić-Hamer i sur., 2016.a). Redovitim mjesečnim i sezonskim praćenjem indeksa kondicije može se utvrditi dinamika promjene količine mesa (kvaliteta) tijekom uzgojnog ciklusa dagnji (<20 mjeseci), od nasada mlađi (2 – 3 cm) do konzumne veličine (≥6 cm). Analizom indeksa kondicije s raznih lokaliteta unutar uzgojnog područja i šire, može se dobiti orijentacijska slika o vrijednosti tih lokaliteta i pogodnosti pojedinih dubina za uzgoj dagnji, a također i najpovoljnije vrijeme njihove konzumacije, plasmana proizvoda i/ili daljnje prerade tijekom godine (Marušić i sur., 2009.). Poznavanjem hidrografskih karakteristika uzgojnog područja (Hamer i sur., 2010.) i bioloških karakteristika dagnje (Hamer i sur., 2008.; Kovačić i sur., 2017.; Wenne i sur., 2022.), uz pravilnu tehnologiju uzgoja (odabir lokacije, dubine, veličine „pergolara“ i gustoće nasada), može se djelomično utjecati na vrijednosti prirasta uz postizanje zadovoljavajuće kvalitete dagnji, povećanje proizvodnje, odnosno smanjivanje gubitaka.

Zaključak

Usporedbom rezultata indeksa kondicije (CI, MYw, MYc i SI) kao pokazatelja kvalitete dagnji iz Limskog zaljeva s drugim sredozemnim i jadranskim dagnjama, možemo reći da je „*Limska dagnja*“ kvalitetom u rangu s dagnjama najpoznatijih regionalnih uzgojnih područja. Nutritivna vrijednost „*Limske dagnje*“ (svibanj 2023.) je usporediva i odgovara vrijednostima iz literature te je za pokretanje izrade dokumentacije oznake izvornosti nužno provesti daljnje sezonske analize osnovnog kemijskog sastava, sastava masnih kiselina i amino-kiselina te sadržaja esencijalnih makro- i mikroelemenata. Radi dobivanja što obuhvatnijeg uvida u kvalitetu uz mogućnost usporedbe s drugim istraživanjima i procjenu potencijalne tržišne vrijednosti dagnji iz uzgoja, poželjno je indeks kondicije odrediti i iskazati pomoću barem dva najčešće korištena indeksa CI i MYw.

*Zahvala

Ovo istraživanje financirala je Hrvatska zaklada za znanost (HRZZ), ERA-NET BlueBio 2020 projekt MuMiFaST „Ublažavanje utjecaja antropogenih aktivnosti korištenjem dagnji i tehnološki razvoj sustava opskrbe hranom“ (2021.-2024.) i Upravni odjel za poljoprivredu, šumarstvo, lovstvo, ribarstvo i vodno gospodarstvo Istarske županije (2024.).

References

- [1] Anonimno (2020). Novigradska dagnja EU br.: PDO-HR-02626-4.8.2020 (Sl. list EU C80/84). Preuzeto s <https://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=OJ:C:2023:080:FULL&from=EN>
- [2] AOAC (1995): Official Methods of Analysis, 16 ed.; AOAC International: Arlington, WA, USA.
- [3] Avdelas, L., E. Avdic-Mravljec, A.C.B. Marques, S. Cano, J.J. Capelle, N. Carvalho, M. Cozzolino, J. Dennis, T. Ellis, J.M.F. Polanco, J. Guillen, T. Lasner, V. Le Bihan, I. Llorente, A. Mol, S. Nicheva, R. Nielsen, H. van Oostenbrugge, S. Villasante, S. Visnic, K. Zhelev, F. Asche (2021): The decline of mussel aquaculture in the European Union: causes, economic impacts and opportunities. *Rev Aquac*, 13, 91-118 doi:10.1111/raq.12465
- [4] Basioli, J. (1968): Uzgoj školjkaša na istočnim obalama Jadrana. *Pomorski zbornik*, 6, 179-216
- [5] Bongiorno, T., L. Iacumin, F. Tubaro, E. Marcuzzo, A. Sensidoni, F. Tulli (2015): Seasonal changes in technological and nutritional quality of *Mytilus galloprovincialis* from suspended culture in the Gulf of Trieste (North Adriatic Sea). *Food Chem*, 173, 355-362 doi:10.1016/j.foodchem.2014.10.029
- [6] Bordignon, F., E. Aprea, E. Betta, G. Xiccato, A. Trocino (2024): Effect of the farming site and harvest time on the nutritional, elemental and volatile profile of mussels: A comprehensive analysis of the PDO 'Cozza di Scardovari'. *Food Chem*, 456, 140078 doi:10.1016/j.foodchem.2024.140078
- [7] Crosby, M.P., L.D. Gale (1990): A review and evaluation of bivalve condition index methodologies with a suggested standard method. *J Shellfish Res*, 9 (1), 233-237
- [8] Davenport, J., X. Chen (1987): A comparison of methods for the assessment of condition in the mussel (*Mytilus galloprovincialis*). *J Moll Stud*, 53, 293-297
- [9] Della Malva, A., A. Santillo, M. Francavilla, M. Caroprese, R. Marino, A. Sevi, M. Albenzio (2024): Mussel culture farming systems in the northern Gargano coast (Adriatic Sea): changes in the nutritional profile of the *Mytilus galloprovincialis*. *Foods*, 13 (14), 2205 doi:10.3390/foods13142205

- [10] Džafić, N., T. Fumić, B. Njari (2012): Uzgoj dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) kao sigurne hrane. Meso, 14 (4): 322-327 Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/89901>
- [11] Fuentes, A., O. Fernández-Segovia, I. Escriche, J.A. Serra (2009): Comparison of physico-chemical parameters and composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) from different Spanish origins. Food Chem, 112 (2), 295-302 doi:10.1016/j.foodchem.2008.05.064
- [12] Gosling, E. (1992): The marine mussel *Mytilus*: ecology, physiology, genetics and culture/ Gosling, Elisabeth (ur.). Amsterdam, Dev Aquacult Fish Sci 25
- [13] Grković, N., M. Dimitrijević, V. Teodorović, N. Karabasil, D. Vasilev, S. Stajković, B. Velebit (2019): Factors influencing mussel (*Mytilus galloprovincialis*) nutritional quality. IOP Conf. Ser.: Earth Environ Sci, 333, 012062 doi:10.1088/1755-1315/333/1/012062
- [14] Grković, N., V. Teodorović, V. Đorđević, N. Karabasil, S. Stajković, D. Vasilev, I. Zuber Bogdanović, S. Janković, B. Velebit, M. Dimitrijević (2020): Biochemical composition and biometric parameters of *Mytilus galloprovincialis* from Boka Kotorska Bay in Southern Adriatic Sea. J Hellenic Vet Med Soc, 71 (3), 2338-2348 doi:10.12681/jhvms.25095
- [15] Grković, N., I.Z. Bogdanovic, S. Djuric, N. Karabasil, B. Suvajdzic, N. Čobanović V. Djordjevic, D. Vasilev D., M. Dimitrijevic (2023): Seasonal variation in the nutrient composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) from farms in Boka Kotorska Bay, Southern Adriatic Sea. Ankara Univ Vet Fak Derg, 70 (3), 319-326 doi:10.33988/auvfd.920577
- [16] Hamer, B., Ž. Jakšić, D. Pavičić-Hamer, L. Perić, D. Medaković, D. Ivanković, J. Pavičić, C. Zilberberg, H.C. Schröder, W.E.G. Müller, N. Smodlaka, R. Batel (2008): Effect of hypoosmotic stress by low salinity acclimation of Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* on biological parameters used for pollution assessment. Aquat Toxicol, 89 (3), 137-151 doi:10.1016/j.aquatox.2008.06.015
- [17] Hamer, B., D. Medaković, D. Pavičić-Hamer, Ž. Jakšić, M. Štifanić, V. Nerlović, A. Travizi, R. Precali, T. Kanduć (2010): Estimation of freshwater influx along eastern Adriatic coast as a possible source of stress for marine organisms. Acta Adriat, 51, 181-194
- [18] Hrs-Brenko, M. (1968): Biometrical analyses of the mussel (*Mytilus galloprovincialis*, Lmk.) along the eastern coast of the Adriatic. Thalass Jugoslav, 4, 19-30
- [19] Hrs-Brenko, M. (1973): The relationship between reproductive cycle and index of condition of the mussel, *Mytilus galloprovincialis* in the northern Adriatic Sea. Studies and Reviews – General Fisheries Council for the Mediterranean (FAO), 52, 47-52
- [20] Ivanković, D., J. Pavičić, M. Erk, V. Filipović-Marijić, B. Raspor (2005): Evaluation of the *Mytilus galloprovincialis* Lam. digestive gland metallothionein as a biomarker in a long-term field study: seasonal and spatial variability. Mar Pollut Bull, 50 (11), 1303-1313 doi:10.1016/j.marpolbul.2005.04.039
- [21] Kanduć, T., Z. Šlejkovec, I. Falnoga, N. Mori, B. Budič, I. Kovačić, D. Pavičić-Hamer, B. Hamer (2018): Environmental status of the NE Adriatic Sea, Istria, Croatia: Insights from mussel *Mytilus galloprovincialis* condition indices, stable isotopes and metal(loid)s. Mar Pollut Bull, 126, 525-534 doi:10.1016/j.marpolbul.2017.09.052
- [22] Klöppel, A., C. Messal, M. Pfannkuchen, J. Matschullat, W. Zucht, B. Hamer, F. Brümmer (2011): Abiotic Sponge Ecology Conditions, Limski kanal and Northern Adriatic Sea, Croatia. Open J Mar Sci, 1 (1), 18-30 doi:10.4236/ojms.2011.11002
- [23] Kljun, M. (2021): Usporedba indeksa kondicije mediteranske dagnje, *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), iz Limskog kanala i Malostonskog zaljeva. Završni rad, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:137:916636>
- [24] Kovačić, I., D. Pavičić-Hamer, T. Kanduć, B. Hamer (2017): Adaptation of cultured mussel *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 from the northern Adriatic Sea to nearby aquaculture sites and translocation. Acta Adriat, 58 (2), 285-296 doi:10.32582/aa.58.2.8
- [25] Majnarić, N., D. Pavičić-Hamer, A. Jaklin, B. Hamer (2022): Susceptibility of invasive tunicates *Clavelina oblonga* to reduced seawater salinities. Aquac Rep, 27, 101402 doi:10.1016/j.aqrep.2022.101402
- [26] Martinović, R., D. Joksimović, A. Perošević-Bajceta, I. Cabarkapa, H. Ehrlich (2023): Shell organic matrix (conchix) of the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* L. as the medium for assessment of trace metals in the Boka Kotorska bay. Appl Sci, 13, 7582 doi:10.3390/app13137582
- [27] Marušić, N., S. Vidaček, H. Medić, T. Petrak (2009): Indeks kondicije dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) u uvali Budava i u zaljevu Raša. Croatian J Fish: Ribarstvo, 67 (3), 91-99. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/44035>
- [28] Mašić, M. (2004): Higijena i tehnologija prerade školjaka. MESO, 6 (4), 40-45. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/21215>
- [29] Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva RH (2025): Odluka o donošenju godišnjeg plana praćenja kakvoće mora i školjakaša na proizvodnim područjima i područjima za ponovno polaganje živih školjakaša u 2025. godini. Preuzeto s <http://www.veterinarstvo.hr/default.aspx?id=124>
- [30] Orban, E., G. Di Lena, T. Nevigato, I. Casini, A. Marzetti, R. Caproni (2002): Seasonal changes in meat content, condition index and chemical composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) cultured in two different Italian sites. Food Chem, 77, 57-65 doi:10.1016/S0308-8146(01)00322-3
- [31] Pavičić-Hamer, D., I. Kovačić, L. Koščica, B. Hamer (2016a): Physiological indices of maricultured mussel *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 in Istria, Croatia: seasonal and transplantation effect. J World Aquac Soc, 47, 768-778 doi:10.1111/jwas.12316
- [32] Pavičić-Hamer, D., A. Baričević, M. Gerdoš, B. Hamer (2016b): *Mytilus galloprovincialis* carbonic anhydrase ii: activity and cDNA sequence analysis. KEM, 672, 137-150 doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.672.137
- [33] Peharda, M., I. Župan, L. Bavčević, A. Frankić, T. Klanjšćak (2007): Growth and condition indeks of mussel *Mytilus galloprovincialis* in experimental integrated aquaculture. Aquac Res, 37, 1714-1720 doi:10.1111/j.1365-2109.2007.01840.x
- [34] Perović, N. (2024): Usporedba biometrijskih karakteristika dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) iz integriranog uzgoja i tradicionalnih uzgojnih područja. Diplomski rad, Sveučilište u Zadru, 2024.
- [35] Pravilnik o mikrobiološkoj klasifikaciji i posebnim pravilima higijene živih školjakaša na proizvodnim područjima i područjima za ponovno polaganje (NN, br. 126/2022)
- [36] Pravilnik o pravilima uspostave sustava i postupaka temeljenih na načelima HACCP sustava (NN br. 68/2015)
- [37] Privileggio, L., I. Balković, K. Grozić, D. Pavičić-Hamer, A. Jaklin, D. Suman, L. Brumnić, M. Maurić Maljković, H. Labura, S. Oštir, M. Hamer, N. Tanković, B. Hamer (2024a): Field and laboratory observation of Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* predation by flatworm *Stylochus mediterraneus*. Aquac Rep, 36, 102164 doi:10.1016/j.aqrep.2024.102164
- [38] Privileggio, L., K. Grozić, M. Maurić Maljković, D. Pavičić-Hamer, T. Jančić, M. Relić, R. Barić, B. Hamer (2024b): Effect of mussel meal

- feed supplement on growth, health status, proximate composition and fatty acid profile of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Fishes*, 9 (12), 524 doi:10.3390/fishes9120524
- [39] Smedes, F. (1999): Determination of total lipid using non-chlorinated solvents. *Analyst*, 124 (11), 1711-1718 doi:10.1039/a905904k
- [40] Wenne, R., M. Zbawicka, A. Prądzińska, J. Kotta, K. Herkül, J.P.A. Gardner, A.P. Apostolidis, A. Poćwierz-Kotus, O. Rouane-Hacene, A. Korrida, F. Dondero, M. Baptista, S. Reizopoulou, B. Hamer, K.K. Sundsaasen, M. Árnýasi, M.P. Kent (2022): Molecular genetic differentiation of native populations of Mediterranean blue mussels, *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819, and the relationship with environmental variables. *Eur Zool J*, 89 (1), 755-784 doi:10.1080/24750263.2022.2086306
- [41] Yildiz, H., P. Vural, S. Acarli (2021): Condition index, meat yield and biochemical composition of Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) from Canakkale Strait, Turkey. *Alinteri J Agric Sci*, 36 (1), 308-314 doi:10.47059/alinteri/v36i1/ajas21046
- [42] Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (NN, br. 83/2022)
- [43] Zavod za statistiku (2022): Ribarstvo u 2022. Preuzeto s <https://podaci.dzs.hr/2023/hr/58529>
- [44] Zucht, W., M. Sidri, F. Brummer, A. Jaklin, B. Hamer (2008): Ecology and distribution of the sponge *Aplysina aerophoba* (Porifera, Demospongiae) in the Limski kanal (Northern Adriatic Sea, Croatia). *Fresenius Environ Bull*, 17 (7b), 890-901 doi:10.4236/ojms.2011.11002
- [45] Župan, I., T. Šarić (2014): Prirast i indeks kondicije dva važna čimbenika u uzgoju dagnji. *Meso*, 16 (3), 255-259. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/132388>
- [46] Žurga, P., I. Dubrović, D. Kapetanović, K. Orlić, J. Botolin, V. Kožul, V. Nerlović, S. Bobanović-Čolić, P. Burić, K. Pohl, S. Marinac-Pupavac, Ž. Linšak, S. Antunović, J. Barišić, L. Perić (2024): Performance of mussel *Mytilus galloprovincialis* under variable environmental conditions and anthropogenic pressure: A survey of two distinct farming sites in the Adriatic Sea. *Chemosphere*, 364, 143156 doi:10.1016/j.chemosphere.2024.143156

Dostavljeno/Received: 30.09.2024.

Prihvaćeno/Accepted: 21.01.2025.

The Quality Indicators in Mussel Farming: Lim Bay Case Study

Abstract

The condition index is an important indicator of the physiological and health status, as well as the quality, of mussels. Standardised sampling and a suitable methodology for analysing the condition index of the Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*) are the most important basis for long-term quality monitoring, enabling quality assessment of farmed mussels, sites and production areas, as well as comparison with other areas, regionally and beyond. Considering the growing need to highlight and define the quality of locally farmed mussels, a study was conducted to seasonally monitor the condition index (2008 – 2024) and determine the proximate composition (May 2023) of mussels in the Lim Bay - Navi mussel farm zone. For this purpose, the quality of the mussels was determined using a condition index based on the percentage of dried meat in the mass of the shells (CI), wet meat (MYw), cooked meat (MYc) and the shell incidence (SI) in the total mass of the mussels and the proximate composition of meat (proteins, fats, carbohydrates, water and ash). During the sampling of mussels, the basic oceanographic parameters (temperature and salinity) of the sea in the farming area were measured. A seasonal variation in condition index (CI) from 8.60% to 18.28%, wet meat percentage (MYw) from 16.54% to 29.30%, cooked meat percentage (MYc) from 14.92% to 23.32%, and shell incidence (SI) from 30.17% to 39.69% was observed, with the average annual values of these four condition index calculations being CI 10.96 ± 1.91 ; MYw, 23.82 ± 2.91 ; MYc 19.06 ± 2.33 , and SI 37.03 ± 2.87 . The analysis of fresh mussel meat revealed the following proximate composition: $9.37 \pm 0.45\%$ proteins, $2.54 \pm 0.43\%$ carbohydrates, $1.04 \pm 0.22\%$ fat, $2.58 \pm 0.13\%$ ash and $83.05 \pm 1.52\%$ water. The annual mean values of the applied condition index calculations and nutritional composition indicate a satisfactory quality of the mussels from the Lim Bay "Limska dagnja", which is comparable and similar to the values of mussels from other aquaculture areas of the Adriatic and the Mediterranean.

Keywords: *Mytilus galloprovincialis*, aquaculture, mussel farming, mussel quality, condition indices, proximate composition, Lim Bay, "Limska dagnja".

Die Qualitätsindikatoren in der Muschelzucht: Fallstudie Lim-Bucht

Zusammenfassung

Der Konditionsindex ist ein wichtiger Indikator für den physiologischen und gesundheitlichen Zustand sowie für die Qualität der Muscheln. Standardisierte Probenahmen und eine geeignete Methodik zur Analyse des Konditionsindexes der Mittelmeer-Miesmuschel (*Mytilus galloprovincialis*) sind die wichtigste Grundlage für eine langfristige Qualitätsüberwachung, die eine Qualitätsbeurteilung der Zuchtmuscheln, der Standorte und der Produktionsgebiete sowie einen Vergleich mit anderen Gebieten in der Region und darüber hinaus ermöglicht. In Anbetracht der wachsenden Notwendigkeit, die Qualität der vor Ort gezüchteten Miesmuscheln aufzuzeigen und zu definieren, wurde eine Studie zur saisonalen Überwachung des Konditionsindex (2008 - 2024) und zur Bestimmung der unmittelbaren Zusammensetzung (Mai 2023) der Miesmuscheln im Gebiet der Miesmuschelzucht in der Lim-Bucht – Zone Navi durchgeführt. Zu diesem Zweck wurde die Qualität der Miesmuscheln mit Hilfe des Konditionsindex bestimmt, der auf dem prozentualen Anteil des getrockneten Fleisches an der Masse der Muscheln (CI), des feuchten Fleisches (MYw), des gekochten Fleisches (MYc) und des Schalenanteils (SI) an der Gesamtmasse der Miesmuscheln sowie der unmittelbaren Zusammensetzung des Fleisches (Proteine, Fette, Kohlenhydrate, Wasser und Asche) basiert. Während der Probenahme von Miesmuscheln wurden die grundlegenden ozeanografischen Parameter (Temperatur und Salzgehalt) des Meeres im Zuchtgebiet gemessen. Es wurde eine jahreszeitliche Schwankung des Konditionsindex (CI) von 8,60 % bis 18,28 %, des prozentualen Anteils an feuchtem Fleisch (MYw) von 16,54 % bis 29,30 %, des prozentualen Anteils an gekochtem Fleisch (MYc) von 14,92 % bis 23,32 % und des Schalenanteils (SI) von 30,17 % bis 39,69 % festgestellt, wobei die Jahresdurchschnittswerte dieser vier Konditionsindexberechnungen bei CI $10,96 \pm 1,91$; MYw, $23,82 \pm 2,91$; MYc $19,06 \pm 2,33$ und SI $37,03 \pm 2,87$ lagen. Die Analyse des frischen Muschelfleisches ergab folgende Zusammensetzung: $9,37 \pm 0,45$ % Proteine, $2,54 \pm 0,43$ % Kohlenhydrate, $1,04 \pm 0,22$ % Fett, $2,58 \pm 0,13$ % Asche und $83,05 \pm 1,52$ % Wasser. Die Jahresdurchschnittswerte der angewandten Konditionsindexberechnungen und der Nährstoffzusammensetzung deuten auf eine zufriedenstellende Qualität der Miesmuscheln aus der Lim-Bucht hin, die mit den Werten von Miesmuscheln aus anderen Aquakulturgebieten der Adria und des Mittelmeers vergleichbar und ähnlich sind.

Schlüsselwörter: *Mytilus galloprovincialis*, Aquakultur, Muschelzucht, Miesmuschelqualität, Konditionsindex, Nährwertzusammensetzung, Lim-Bucht, Miesmuschel aus der Lim-Bucht

Indicadores de calidad en la producción de mejillones: Estudio de caso del Canal de Lim

Resumen

El índice de condición es un indicador importante del estado fisiológico y de salud, así como de la calidad de los mejillones. El muestreo estandarizado y una metodología adecuada para analizar el índice de condición del mejillón mediterráneo (*Mytilus galloprovincialis*) son la base más importante para el monitoreo de calidad a largo plazo, permitiendo la evaluación de la calidad de los mejillones cultivados, los sitios y las áreas de producción, así como la comparación con otras zonas, tanto regionalmente como más allá. Considerando la creciente necesidad de resaltar y definir la calidad de los mejillones cultivados localmente, se realizó un estudio para monitorear estacionalmente el índice de condición (2008 - 2024) y determinar la composición próxima (mayo 2023) de los mejillones en la zona de cultivo de mejillones "Navi" en el Canal de Lim. Para este fin, la calidad de los mejillones se determinó utilizando un índice de condición basado en el porcentaje de carne seca en la masa de las conchas (CI), carne húmeda (MYw), carne cocida (MYc) y la incidencia de la concha (SI) en la masa total de los mejillones.

llones, así como la composición próxima de la carne (proteínas, grasas, carbohidratos, agua y cenizas). Durante el muestreo de los mejillones, se midieron los parámetros oceanográficos básicos (temperatura y salinidad) del mar en el área de cultivo. Se observó una variación estacional en el índice de condición (CI) del 8.60% al 18.28%, el porcentaje de carne húmeda (MYw) del 16.54% al 29.30%, el porcentaje de carne cocida (MYc) del 14.92% al 23.32%, y la incidencia de la concha (SI) del 30.17% al 39.69%, con los valores anuales promedio de estos cuatro cálculos del índice de condición siendo CI 10.96 ± 1.91 ; MYw 23.82 ± 2.91 ; MYc 19.06 ± 2.33 , y SI 37.03 ± 2.87 . El análisis de la carne fresca de mejillón reveló la siguiente composición próxima: $9.37 \pm 0.45\%$ de proteínas, $2.54 \pm 0.43\%$ de carbohidratos, $1.04 \pm 0.22\%$ de grasas, $2.58 \pm 0.13\%$ de cenizas y $83.05 \pm 1.52\%$ de agua. Los valores promedio anuales de los cálculos del índice de condición aplicado y la composición nutricional indican una calidad satisfactoria de los mejillones del Canal de Lim "*Limska dagnja*", comparable y similar a los valores de los mejillones de otras áreas de acuicultura del Adriático y el Mediterráneo.

Palabras claves: *Mytilus galloprovincialis*, acuicultura, cultivo de mejillones, calidad del mejillón, índices de condición, composición próxima, Canal de Lim, "*Limska dagnja*".

Indicatori di qualità delle cozze allevate: studio di caso di un allevamento nel Canale di Leme

Riassunto

L'indice di condizione è un indicatore importante delle condizioni fisiologiche e sanitarie nonché della qualità dei molluschi bivalvi. Un campionamento uniforme e una metodologia adeguata per l'analisi dell'indice di condizione delle cozze (*Mytilus galloprovincialis*) rappresentano la base fondamentale per un monitoraggio a lungo termine, che consenta la valutazione dei prodotti, delle ubicazioni e delle zone di produzione, nonché il confronto con altre aree a livello regionale e più ampio. Data la crescente necessità di evidenziare e definire la qualità delle cozze allevate localmente, è stato condotto uno studio per monitorare stagionalmente l'indice di condizione (2008-2024) e determinare la composizione nutrizionale (maggio 2023) delle cozze in un allevamento di molluschi nel Canale di Leme – zona Navi. A questo scopo, la qualità delle cozze è stata determinata utilizzando l'indice di condizione calcolato in base al rapporto tra la massa di carne secca e quella di conchiglia (CI), le frazioni di carne umida (MYw), carne cotta (MYc) e conchiglia (SI) rispetto alla massa totale della cozza, nonché la composizione chimica di base della carne delle cozze (proteine, grassi, carboidrati, ceneri e acqua). Durante il campionamento delle cozze, sono stati misurati i parametri idrografici di base (temperatura e salinità) del mare nella zona di allevamento. Sono state riscontrate le seguenti fluttuazioni stagionali: nell'indice di condizione (CI) dell'8,60% - 18,28%, nelle frazioni di carne fresca umida (MYw) del 16,54% - 29,30%, carne cotta (MYc) del 14,92% - 23,32% e di conchiglia(SI) del 30,17% - 39,69%, con valori medi annui pari a CI $10,96 \pm 1,91$; MYw $23,82 \pm 2,91$; MYc $19,06 \pm 2,33$ e SI $37,03 \pm 2,87$. L'analisi della carne di cozze fresche ha mostrato la seguente composizione nutrizionale: $9,37 \pm 0,45\%$ proteine, $2,54 \pm 0,43\%$ carboidrati, $1,04 \pm 0,22\%$ di grassi, $2,58 \pm 0,13\%$ di ceneri e $83,05 \pm 1,52\%$ di acqua. I valori medi annui degli indici calcolati e dei componenti nutrizionali analizzati indicano una qualità soddisfacente della "*Limska dagnja*" (cozza del Canale di Leme), paragonabile e simile ai valori delle cozze allevate in altre zone di allevamento del Mar Adriatico e del Mediterraneo.

Parole chiave: *Mytilus galloprovincialis*, acquacoltura, allevamento di molluschi bivalvi, qualità delle cozze, indice di condizione, composizione nutrizionale, Canale di Leme, "*Limska dagnja*" (cozza del Canale di Leme).