



Uzgoj tune (*Thunnus thynnus* Linnaeus, 1758.): biologija, prirodno mriješćenje i uzgoj zasnovan na ulovu mladi

Farming of bluefin tuna (*Thunnus thynnus* Linnaeus, 1758): biology, natural spawning and capture based aquaculture

Ćurić, I.^{1*}, L. Grubišić², K. Matanović³

¹Ivan Ćurić, dr. med. vet.
²doc. dr. sc. Leon Grubišić, znanstveni savjetnik, Laboratorij za akvakulturu, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split
³doc. dr. sc. Krešimir Matanović, Zavod za biologiju i patologiju riba i pčela, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

*e-adresa:
 ivan.curic15@gmail.com

Sažetak

Tuna (*Thunnus thynnus*) najveći je pripadnik porodice Scombridae. Može dosegnuti tjelesnu masu veću od 700 kg i dužinu veću od 3 m. Iznimno je dobar plivač i može plivati brzinom i do 90 km/h. Obitava u Atlantskom oceanu, Sredozemnom i Crnom moru. Međunarodna komisija za očuvanje atlantskih tuna (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, ICCAT) populaciju dijeli na zapadnu, koja se mrijesti u Meksičkom zaljevu, i istočnu, koja se mrijesti u Sredozemnom moru. Tehnologija kaveznog uzgoja tune zasniva se na dohranjivanju izlovljene mladi podrijetlom iz prirodne populacije. Mlad tune lovi se na otvorenom moru okružujućim mrežama plivaticama tunolovkama i transportira do uzgojnih kaveza. Državama Europske unije (EU), radi stavljanja u uzgoj, dopušten je izlov mladi tune tjelesne mase veće od 30 kg. Izuzetak čini Jadransko more gdje je Republici Hrvatskoj i Republici Italiji dopušten izlov jedinki najmanje tjelesne mase od 8 kg, ali isključivo radi stavljanja u uzgoj. Uzgoj ovakvih, manjih primjeraka traje i do 36 mjeseci, dok je pri nasadiivanju mladi veće tjelesne mase uzgoj znatno kraći. Ovakav sustav uzgoja zahtijeva opskrbu izlovljenom mladi tune i malom plavom ribom kojom se tuna hrani. Izlovne kvote regulira ICCAT i one su glavni ograničavajući čimbenik povećanja proizvodnje. Smanjenjem kvota ugrozila bi se opskrba uzgajališta izlovljenom mladi što bi dovelo u pitanje proizvodnju koja Republici Hrvatskoj donosi prihod veći od 250 milijuna kuna godišnje.

Abstract

Bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) is the largest member of the Scombridae family. It can reach over 700 kg in weight and over 3 m in length. The bluefin tuna is native to the Atlantic Ocean, the Mediterranean and the Black Sea and its population is divided by the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT) into the western stock, spawning in the Gulf of Mexico, and the eastern stock, spawning in the Mediterranean Sea. Tuna farming is based on the fattening of juveniles caught from wild populations. Juveniles are caught using purse seine nets, then transported, and stocked in floating net cages. European Union member countries are allowed to catch individuals larger than 30 kg, for the purpose of fattening. For Croatia and Italy, a minimum size of 8 kg applies for bluefin tuna caught in the Adriatic Sea for farming purposes only. The farming period of small juveniles takes up to 36 months, compared to the much shorter process when larger specimens are stocked. Capture based aquaculture requires the supply of tuna juveniles and

Ključne riječi: tuna, *Thunnus thynnus*, izlovne kvote, uzgoj

Key words: bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, fishing quotas, tuna farming

small oily fish for tuna fattening. Fishing quotas are regulated by the ICCAT and limit any increase in production. Reduction of fishing quotas would endanger the supply of farms with juvenile tuna and would jeopardize production, that earns Croatia more than 250 million HRK annually.

UVOD

Tuna, tunj, atlantska tuna ili atlantska plavoperajna tuna najveći je pripadnik porodice Scombridae, a ujedno je i vrsta tune s najvećim tržišnim interesom. Akvatorij Jadranskog mora zbog povoljnih životnih uvjeta bogato je stanište tune. U marikulturi Republike Hrvatske tuna zauzima važno mjesto s trendom konstantnog rasta proizvodnje (Anonimus, 2020.c). Važna mjera upravljanja stokovima ove kozmopolitske vrste jesu izlovne kvote o kojima ovisi razina eksploatacije i rast proizvodnje, a regulira ih ICCAT (Benetti i sur., 2016.). Tehnologija kaveznog uzgoja tune zasniva se na dohranjivanju izlovljene mladi podrijetlom iz prirodne populacije. Najčešća i najsigurnija metoda lova jest mrežama plivaricama tunolovkama. Ulovljena mlad dovozi se na uzgajališta i nasađuje u uzgojne kaveze. Uzgoj zahtijeva stalnu opskrbu malom plavom ribom kojom se tuna hrani (Stanić i Zanki, 2014.). Ovakav je način uzgoja zasad održiv zahvaljujući visokoj potražnji na zahtjevnom japanskom sushi i sashimi tržištu, no treba voditi računa o stanju biozaliha u prirodnim populacijama (stokovima), što se provodi brojnim upravljačkim mjerama i izlovnim kvotama.

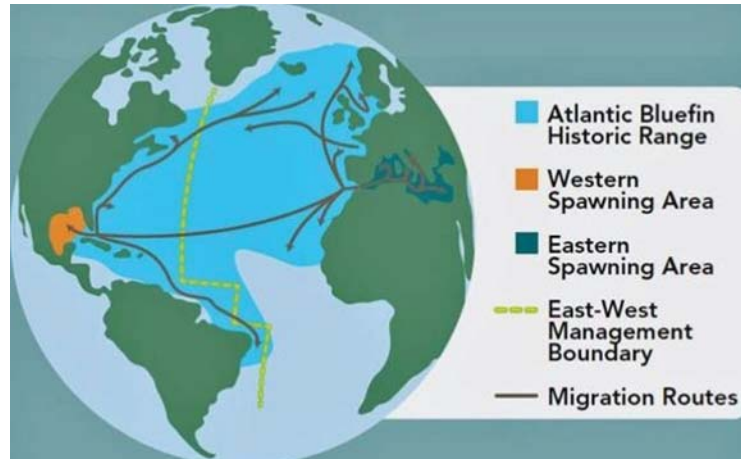
SISTEMATIKA I BIOLOGIJA

Tuna, zajedno s još osam vrsta, čini rod *Thunnus* unutar porodice Scombridae. Rod *Thunnus* dijeli se u dva podroda: plavoperajne tune i žutoperajne tune (Collette i sur., 2001.). U Republici Hrvatskoj je zbog uzgoja i mjesta obitavanja *Thunnus thynnus* najzanimljivija, ujedno i najvažnija vrsta, te će se u daljnjem tekstu naziv tuna odnositi isključivo na nju. U literaturi se može naći i pod nazivom tunj, atlantska tuna, plavorepa tuna, plavoperajna tuna te atlantska plavoperajna ili plavorepa tuna. Slična je situacija i u engleskom jeziku gdje ju nalazimo pod nazivima *bluefin tuna*, *Atlantic bluefin tuna*, *northern bluefin tuna*, *tunny*. Bliski su srodnici tune južna plavoperajna tuna, *Thunnus maccoyii* i pacifička plavoperajna tuna, *Thunnus orientalis* (Kitagawa i Kimura, 2016.).

Tuna kao najveći pripadnik porodice Scombridae može dosegnuti tjelesnu masu veću od 700 kg i dužinu veću od 3 m. Zapisani rekord za najveći uhvaćeni primjerak potječe iz 1979. godine u Novoj Škotskoj, a težio je 679 kg s dužinom od 3,7 m (Kitagawa i Kimura, 2016.). Iznimno je dobar plivač, a zbog svog vretenasta, hidrodinamičkog oblika i snažnog tijela može razviti brzine do 90 km/h. Ta joj svojstva omogućuju migracije na velike udaljenosti, od umjereno hladnih mora, gdje se hrani, do toplih mora gdje odlazi na mriješćenje (Benetti i sur., 2016.). Tuna je među koštunjačama jedinstvena i zbog toga što ju, zajedno s ostalim pripadnicima podroda plavoperajnih tuna, ubrajamo u toplokrvne, odnosno endotermne organizme jer je sposobna povisiti tjelesnu temperaturu i do 20 °C iznad temperature okoline. U potrazi za plijenom može zaroniti do dubine veće od 500 m. Migracija tune jedna je od najbolje opisanih kad se govori o visokomigratornim životinjskim vrstama. Kod tune prepoznajemo dva nagona koji potiču migracije, reproduktivni i trofički (Kitagawa i Kimura, 2016.). Migracije su sezonskog karaktera, pri čemu tuna prevla veliku udaljenost od područja za hranjenje u Atlantskom oceanu do područja za mriješćenje (slika 1). ICCAT dijeli cjelokupnu populaciju tune na zapadnu, koja se mrijesti u Meksičkom zaljevu, i na istočnu populaciju, koja se mrijesti u Sredozemnom moru (Richardson i sur., 2016.), a kao crta razgraničenja uzima se 45° zapadne zemljopisne dužine (Benetti i sur., 2016.). U potrazi za hranom tuna migrira prema sjeveru Atlantskog oceana gdje se populacije miješaju, da bi se kasnije razdvojile pri povratku u područja prirodnog mriješćenja (Kitagawa i Kimura, 2016.).

Tuna je grabežljivac, a glavni plijen mijenja se ovisno o staništu i godišnjem dobu. Njezina se prehrana sastoji uglavnom od glavnožaca, rakova i raznih vrsta riba (Benetti i sur., 2016.). Tune iz istočne populacije hrane se uglavnom sitnom plavom ribom, a najčešći nalaz u njihovim želucima jesu papalina (*Sprattus sprattus*), inćun (*Engraulis encrasicolus*) i srdela (*Sardina*

Slika 1. Rasprostranjenost tune i migracijski putovi. Izvor: Van Beijnen, 2017.



pilchardus) (Rooker i sur., 2007.). Prehrana ličinki i mladi tune sastoji se primarno od zooplanktona, primjerice veslonožaca, a u kasnijoj fazi hrane se i ličinkama drugih riba (Muhling i sur., 2017.).

PRIRODNO MRIJEŠĆENJE TUNE

Prirodno mriješćenje tune predmet je brojnih istraživanja, a unatoč velikoj količini prikupljenih podataka i danas su prisutne brojne nepoznanice. Razumijevanje fiziologije reprodukcije tune ključno je za ovladavanje tehnologijom umjetnog mriješćenja, pa su i istraživanja na tom području u posljednje vrijeme vrlo intenzivna.

Spoznaje o mjestu i vremenu mriješćenja tune temelje se na pronalascima ličinki, rezultatima histoloških pretraga jajnika i testisa kao i na podacima dobivenima praćenjem jedinki označenih opremom za telemetrijska istraživanja. Zapadna populacija mrijesti se u Meksičkom zaljevu, a istočna u Sredozemnom moru (Stokesbury i sur., 2004.; Block i sur., 2005.). U Sredozemnom moru mriješćenje se događa kad je temperatura pri površini između 22,5 i 25,5 °C (Benetti i sur., 2016.).

Glavna područja mriješćenja istočne populacije, kojoj pripada i tuna u Jadranskom moru, nalaze se oko Sicilije, kod Balearskih otoka i u Mersinskom zaljevu. Nalazi histoloških pretraga gonada pokazuju da mriješćenje u istočnom Sredozemlju počinje sredinom svibnja, a u zapadnom sredinom lipnja, što se poklapa s porastom temperature mora pri površini iznad 23 °C.

Vrhunac mriješćenja u istočnom Sredozemlju događa se u svibnju, a u zapadnom se proteže kroz lipanj i srpanj. Mriješćenje traje otprilike 30 do 45 dana (Corriero i sur., 2003.; Heinisch i sur., 2008.; Gordo i Carreras, 2014.).

Spolna zrelost tune vezana je uz veličinu, a procjenjuje se prema dužini ženki ulovljenih tijekom prirodnog mriješćenja i na temelju histološke pretrage jajnika (Benetti i sur., 2016.). Približno 50 % ženki iz istočne populacije prvi se put mrijesti u dobi od tri godine, a s pet godina sve su ženke spolno zrele. Mužjaci koji se mrijeste u Sredozemlju spolno su zreli s tri godine (Corriero i sur., 2020.).

Ženke tune vrlo su plodne i mogu proizvesti do 10 milijuna komada ikre. Histološkom pretragom utvrđeno je da se u sezoni mriješćenja u jajnicima mogu istodobno naći svi stadiji razvoja oocita (Heinisch i sur., 2008.), što dovodi do njihova postupnog sazrijevanja i višekratnog istiskivanja u manjim količinama (Benetti i sur., 2016.). Medina i sur. (2002.) procijenili su da tuna tijekom pojedinog akta istiskivanja izbacila oko 93 000 komada ikre po kilogramu tjelesne mase.

Sam akt mriješćenja, slično kao i kod mnogih drugih pelagijskih riba, događa se noću, odnosno u ranim jutarnjim satima. U području Baleara tuna se mrijesti između 2 i 5 sati ujutro, s tim da se starije jedinke mrijeste ranije nego mlade (Gordo i Carreras, 2014.). U Jadranskom moru sredinom lipnja, a u 5 sati krajem sezone mriješćenja (Cinoti i sur., 2017.).

UZGOJ ZASNOVAN NA ULOVU MLAĐI

Ovakva tehnologija uzgoja zasniiva se na izlovu mladi tune iz prirodnih populacija koja se, nakon prebacivanja u uzgojne kaveze, uzgaja do konzumne veličine. Uzgoj tune započeo je u Sredozemnom moru u Španjolskoj 1985. godine, dok u Republici Hrvatskoj počeci uzgoja sežu u 1996. godinu (Ottolenghi, 2008.). Prema podacima ICCAT-a 2017. godine u svijetu su bile registrirane 54 tvrtke koje se bave uzgojem tune, sa 62 farme ukupnog kapaciteta 54 000 metričkih tona (Van Beijnen, 2017.). Uzgoj tune u Republici Hrvatskoj važna je gospodarska grana. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku, u 2018. godini ukupno je prodano 3278 tona tune uz prihod od 277 599 000 kn (Anonimus, 2020.c). Osim izravnih prihoda od prodaje tune, važni su i neizravni prihodi od izlova i prodaje srdele i druge plave ribe za dohranu. Tuna uzgojena na području Republike Hrvatske vrlo je cijenjena te gotovo sva završi na japanskom tržištu. U tablici 1 prikazana je količina izlovljene i uzgojene tune u Republici Hrvatskoj od 2010. do 2018. godine.

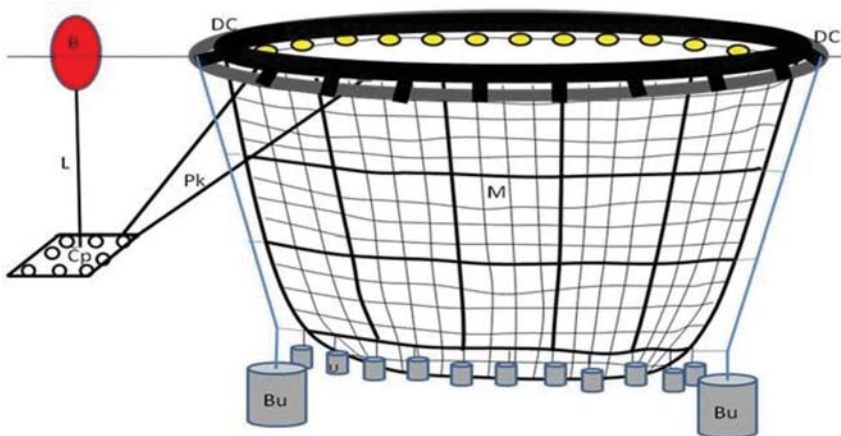
IZLOV MLAĐI TUNE

Mlađ tune lovi se na otvorenom moru od kraja svibnja do polovice srpnja pomoću okružujuće mreže plivarice – tunolovke. Nakon što se zagradi mrežom, mlađ se premješta u transportne mrežne kaveze za daljnje tegljenje do uzgojnih kaveza. Da bi se utvrdio broj i veličina ulovljenih jedinki, prebacivanje se snima podvodnom stereoskopskom kamerom (Stanić i Zanki, 2014.), a cijeli postupak prate regionalni promatrači ICCAT-a (Anonimus, 2019.). Transport može potrajati i tjednima, ovisno o lokaciji lovišta i udaljenosti od uzgojnih kaveza (Benetti i sur., 2016.).

Radi zaštite tuna i njima sličnih vrsta godine 1966. u Rio de Janeiru osnovan je ICCAT. ICCAT donosi preporuke za očuvanje populacija tune te određuje izlovne kvote, minimalnu ulovnu veličinu i razdoblja zabrane ribolova kao i druge mjere upravljanja čime se sprečava prekomjerni izlov (tablica 2).

Tablica 1. Količina izlovljene i uzgojene tune (*Thunnus thynnus*) u tonama za Republiku Hrvatsku od 2010. do 2018. godine prema podacima Državnog zavoda za statistiku (Anonimus, 2020.c).

Godina	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
Izlovljena količina (t)	388	372	374	389	385	456	511	635	679
Uzgojena količina (t)	3592	2312	1907	2616	2224	2603	2934	2162	3227



Slika 2. Shematski prikaz uzgojnog kaveza sa svim konstrukcijskim elementima. B – uzgonska bova, DC – dvostruka cijev, M – mrežni uteg, Pk – privezni konop, Čp – čelična ploča, L – pocinčani lanac, U – betonski utezi mase 30 kg, Bu – betonski utezi mase 200 kg. Prilagođeno iz: Stanić i Zanki (2014.).

Republici Hrvatskoj je u 2020. godini dodijeljena izlovna kvota za tunu u količini od 952,53 tone (Anonimus, 2020.b). Ribolov tune plivaričama tunolovkama za potrebe stavljanja u uzgoj u 2020. godini dopušten je od 26. svibnja do 15. srpnja ili do iskorištenja izlovne kvote unutar tog razdoblja (Anonimus, 2020.a). Propisana minimalna ulovna veličina tune za potrebe uzgoja iznosi 8 kg tjelesne mase, s tim da se ne smije stavljati na tržište prije negoli dostigne tjelesnu masu od 30 kg (Anonimus, 2006.).

Tablica 2. Izlovne kvote (u tonama) za tunu (*Thunnus thynnus*) za područje EU-a u 2020. godini (prilagođeno iz Anonimus, 2020.b).

Država	Izlovne kvote za 2020. (t)
Cipar	169,35
Grčka	314,77
Španjolska	6107,60
Francuska	6026,60
Hrvatska	952,53
Italija	4756,49
Malta	390,24
Portugal	574,31
Ostale članice	68,11

UZGOJ TUNE

Tehnologija kaveznog uzgoja razlikuje se ovisno o regiji i namjeni uzgoja. U većini država provodi se kratki postupak uzgoja (tov) u trajanju od šest do sedam mjeseci pri čemu se nasadena mlad, minimalne tjelesne mase od 30 kg, tovi do konzumne veličine povećavajući tjelesnu masu i udio masti. Tehnologija uzgoja tune u Republici Hrvatskoj podrazumijeva nasadiavanje mladi tjelesne mase između 8 i 30 kg, a uzgoj traje od 18 do 30 mjeseci. Razlog tomu je što je Jadransko more prirodno hranilište za mlade jedinke (Bennetti i sur., 2016.), pa je Republici Hrvatskoj radi stavljanja u uzgoj dopušten izlov mladi minimalne tjelesne mase od 8 kg (Anonimus, 2020.b).

Ciklus uzgoja započinje prebacivanjem mladi u stacionarne uzgojne kaveze na farmi. Preporučuje se da uzgojni kavezi budu smješteni najmanje 300 m od obale, gdje je dubina mora između 80 i 90 m. Uzgojni kavezi su plutajućeg tipa, kružnog oblika, promjera 50 do 60 m i dubine oko 25 m, usidreni betonskim utezima (slika 2). Promjer oka mreže iznosi 80 do 200 mm (Stanić i Zanki, 2014.). Uzgojni period uobičajeno traje od srpnja do prosinca iduće godine, ali po potrebi može biti produljen do veljače (Bennetti i sur., 2016.). Tune se uobičajeno hrane od jedan do tri puta na dan, a količinu hrane određuje temperatura mora, veličina tuna i njihova reakcija na hranu. Konverzija iznosi 15 – 20 kg hrane za kilogram prirasta (Ottolenghi, 2008.). Na hrvatskim uzgajalištima tuna se hrani svježom i zamrznutom plavom ribom (slika 3) kao

Slika 3. Svježa sitna plava riba pripremljena za hranjenje (I. Čurić).



što je inćun (*Engraulis encrasicolus*), srdela (*Sardina pilchardus*), lokarda (*Scomber japonicus*), skuša (*Scomber scombrus*) i atlantska haringa (*Clupea harengus*).

Hrana se izbacuje ručno, lopatom što bliže sredini kaveza, s plutajuće platforme (slika 4) ili izravno s broda (Stanić i Zanki, 2014.). Potrebno je oko mjesec dana da se tuna navikne na ovakav način hranjenja.

IZLOV TUNE IZ UZGOJNIH KAVEZA

Iz uzgojnih kaveza tuna se lovi izlovnom mrežom, tzv. modificiranim šabakunom. Potom joj se presijecaju lateralne arterije i trepanira čeonu kost. U neuralni (kralježnični) kanal zatim se uvlači sonda od nehrđajućeg čelika i razara središnji živčani sustav što rezultira trenutnim uginućem. Nakon toga tuna se ispire morskom vodom te se potapa u hipertoničnu mješavinu mora i leda kako bi se održavala temperatura od 0 do 2 °C. Trupovi tune odvoze se na preradu. Tu se evisceriraju, uklanjaju se škržni poklopci, repna, prsne i trbušne peraje te se naglo zamrzavaju (Stanić i Zanki, 2014.). Kvaliteta mesa ovisi o načinu rukovanja ribom prilikom izlova. Duga manipulacija uzrokuje stres koji dovodi do nakupljanja mliječne kiseline i oštećenja mišićja koje poprima gorak okus. Ova se pojava naziva japanski *yake niku* ili engleski *burnt flesh* i znatno smanjuje tržišnu vrijednost (Buentello i sur., 2008.).

Opisani sustav uzgoja ovisi o ulovu mladi iz prirodnih populacija. Podaci ICCAT-a govore da je u 2007. godini izlovljeno više od 80 % biomase istočne populacije tune (Taylor i sur., 2011.). Kao rezultat toga uvedene su izlovne kvote, kojih se moraju pridržavati sve zemlje članice. Posljednjih su godina izlovne kvote za tunu u porastu što se opravdava podacima koji upućuju na oporavak prirodnog stoka. U slučaju prekomjernog izlova i posljedičnog smanjenja izlovnih kvota ovakav sustav uzgoja bio bi doveden u pitanje, a time i opstanak važne gospodarske grane. Alternativa sadašnjem sustavu uzgoja, koji se zasniva na izlovu mladi tune, razvoj je tehnologije umjetnog mriješćenja te uzgoja ličnaka i mladi tune u zatočeništvu. Visoki troškovi uzgoja matičnog nasada, nepovoljan utjecaj kaveznog držanja na gametogenezu i visoki gubici u uzgoju ličinki stoje na putu prema ekonomski isplativom, zaokruženom uzgojnom ciklusu tune.



Slika 4. Hranjenje tune s plutajuće platforme (I. Čurić).

ZAHVALA

Autori zahvaljuju Davoru Gabeli, dipl. oec., suvlasniku i mr. sc. Rinu Staniću, upravitelju uzgajališta tune, tvrtka Sardina d.o.o., Brač na stručnim savjetima, ustupljenoj literaturi i omogućivanju posjeta uzgajalištu.

LITERATURA

- ANONIMUS (2006): Recommendation by ICCAT to establish a multi-annual recovery plan for bluefin tuna in the Eastern Atlantic and Mediterranean. ICCAT, Rec. 06-05.
- ANONIMUS (2019): Pravilnik o ribolovu plavoperajne tune (*Thunnus thynnus*) plivaricom tunolovkom, njenom uzgoju te uvjetima i kriterijima za ostvarivanje prava na dodjelu individualne plivaričarske kvote. Narodne novine 46/2019.
- ANONIMUS (2020a): Pravilnik o ribolovnim mogućnostima i raspodjeli državne kvote u 2020. godini za ribolov plavoperajne tune (*Thunnus thynnus*). Narodne novine 7/2020.
- ANONIMUS (2020b): Uredba Vijeća (EU) 2020/123 od 27. siječnja 2020. o utvrđivanju ribolovnih mogućnosti za 2020. za određene riblje stokove i skupine ribljih stokova koje se primjenjuju u vodama Unije te, za ribarska polja Unije, u određenim vodama izvan Unije.
- ANONIMUS (2020c): Statistički izvještaji za godine 2010.-2018: Morsko ribarstvo. Državni Zavod za statistiku. <https://www.dzs.hr/>. (21. 2. 2020.)
- BENETTI, D. D., G. J. PARTRIDGE, A. BUENTELLO (2016): Advances in tuna aquaculture: from hatchery to market. Elsevier, Amsterdam.

- BLOCK, B. A., S. L. H. TEO, A. WALLI, A. BOUSTANY, M. J. W. STOKESBURY, C. J. FARWELL, K. C. WENG, H. DEWAR, T. D. WILLIAMS (2005): Electronic tagging and population structure of Atlantic bluefin tuna. *Nature* 434, 1121-1127.
- BUENTELLO, A., C. POHLENZ, W. NEILL, D. GATLIN III, F. ASCENCIO (2008): Physiological indicators for tuna cultured in sea cages: a preliminary approach to prevention of the burnt flesh syndrome. Proceedings of the WAS. 19-23 May, Busan, South Korea.
- CINOTI, N., V. KATAČIĆ, J. GOMEZJURADO, Y. ZOHAR (2017): Overview of Atlantic bluefin tuna *Thunnus thynnus* spawning programme in Kali tuna group. *Aquaculture Europe*. 17-20 October, Dubrovnik, Croatia.
- COLLETTE, B. B., C. REEB, B. A. BLOCK (2001): Systematics of the tunas and mackerels (Scombridae). U: *Tuna: Physiology, Ecology, and Evolution*. (Block B. A., E. D. Stevens, Ur.). Academic Press, San Diego. str. 1-33.
- CORRIERO, A., S. DESANTIS, M. DEFLORIO, F. ACONE, C. R. BRIDGES, J. M. DE LA SERNA, P. MEGALOFONOU, G. DE METRIO (2003): Histological investigation on the ovarian cycle of the bluefin tuna in the western and central Mediterranean. *J. Fish Biol.* 63, 108-119.
- CORRIERO, A., G. HEINISCH, H. ROSENFELD, I. KATAVIĆ, L. PASSANTINO, R. ZUPA, L. GRUBIŠIĆ, M. E. LUTCAVAGE (2020): Review of Sexual Maturity in Atlantic Bluefin Tuna, *Thunnus thynnus* (Linnaeus, 1758), *Rev. Fish. Sci. Aquac.* 28, 182-192.
- GORDOA, A., G. CARRERAS (2014): Determination of Temporal Spawning Patterns and Hatching Time in Response to Temperature of Atlantic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*) in the Western Mediterranean. *PLoS One* 9, e90691.
- HEINISCH, G., A. CORRIERO, A. MEDINA, F. J. ABASCAL, J. DE LA SERNA, R. VASSALLO-AGIUS, A. BELMONTE RÍOS, A. GARCÍA, F. DE LA GÁNDARA, C. FAUVEL, C. R. BRIDGES, C. C. MYLONAS, S. F. KARAKULAK, I. ORAY, G. DE METRIO, H. ROSENFELD, H. GORDIN (2008): Spatial-temporal pattern of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) gonad maturation across the Mediterranean Sea. *Mar. Biol.* 154, 623-630.
- KITAGAWA, T., S. KIMURA (2016): *Biology and ecology of bluefin tuna*. CRC Press, Taylor & Francis Group. Boca Raton.
- MEDINA, A., F. J. ABASCAL, C. MEGINA, A. GARCÍA (2002): Stereological assessment of the reproductive status of female Atlantic northern bluefin tuna during migration to Mediterranean spawning grounds through the Strait of Gibraltar. *J. Fish Biol.* 60, 203-217.
- MUHLING, B. A., J. T. LAMKIN, F. ALEMANY, A. GARCÍA, J. FARLEY, G. WALTER INGRAM JR., D. ALVAREZ BERAESTEGUI, P. REGLERO, R. LAIZ-CARRIÓN (2017): Reproduction and larval biology in tunas, and the importance of restricted area spawning grounds. *Rev. Fish Biol. Fisher.* 27, 697-732.
- OTTOLENGHI, F. (2008): Capture-based aquaculture of bluefin tuna. U: *Capture-Based Aquaculture*. (Lovatelli, A., P. F. Holthius, Ur.) Global Overview. *FAO Fish. Technical Pap.* Rome. str. 169-182.
- RICHARDSON, D. E., K. E. MARANCIK, J. R. GUYO, M. E. LUTCAVAGE, B. GALUARDI, C. H. LAM, H. J. WALSH, S. WILDES, D. A. YATES, J. A. HARE (2016): Discovery of a spawning ground reveals diverse migration strategies in Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 113, 3299-3304.
- ROOKER, J., J. ALVARADO BREMER, B. A. BLOCK, H. DEWAR, G. DE METRIO, A. CORRIERO, R. KRAUS, E. PRINCE, E. RODRÍGUEZ-MARÍN, D. SECOR (2007): Life History and Stock Structure of Atlantic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*). *Rev. Fish. Sci.* 15, 265-310.
- STANIĆ, R., K. ZANKI (2014): Idejno tehnološki projekt uzgoja tuna na koncesiji između uvala Grška Vela i Grška Mala. *Sardina d.o.o., Postira*.
- STOKESBURY, M., S. TEO, A. SEITZ, R. K. O'DOR, B. A. BLOCK (2004): Movement of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) as determined by satellite tagging experiments initiated off New England. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 61, 1976-1987.
- TAYLOR, N. G., M. K. MCALLISTER, G. L. LAWSON, T. CARRUTHERS, B. A. BLOCK (2011): Atlantic bluefin tuna: A novel multistock spatial model for assessing population biomass. *PLoS ONE* 6, e27693
- VAN BEIJNEN, J. (2017): *The closed cycle aquaculture of atlantic bluefin tuna in Europe. Current status, market perceptions and future perspectives*. Technical Report. Netherlands.