"Uzgoj kopepoda kao žive hrane u marikulturi"

Maškarić, Karlo

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:155:634718

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository of the University of Dubrovnik





SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU

ODJEL ZA AKVAKULTURU

PREDDIPLOMSKI STUDIJ AKVAKULTURA

Karlo Maškarić

Uzgoj kopepoda kao žive hrane u marikulturi

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

doc. dr. sc. Josip Mikuš

Dubrovnik, 2017.

Ovaj završni rad izrađen je pod stručnim vodstvom doc. dr. sc. Josipa Mikuša, u sklopu preddiplomskog studija Akvakultura na Odjelu za akvakulturu Sveučilišta u Dubrovniku.

Sadržaj

Sažetak 2
1. Uvod 3
2. Biologija kopepoda 6
2.1 Sistematika kopepoda 6
2.2. Životni ciklus 7
2.3. Biometrija 7
2.4. Hranjiva vrijednost 8
3. Potencijalne vrste kopepoda za uzgoj 12
3.1 Kalanoidi 12
3.2 Harpaktikoidi 13
3.3 Ciklopoidi 13
4. Tehnike uzgoja 15
4.1. Kalanoidi 15
4.2 Harpaktikoidi 18
4.3. Ciklopoidi 20
4.4. Upotreba cisti 21
4.5. Primjena u uzgoju ličinki 23
5. Zaključak 24
6. Literatura 25

Uzgoj kopepoda kao žive hrane u marikulturi

Sažetak

Upotreba žive hrane u akvakulturi, a pogotovo u marikulturi, je neophodna. Najčešće se koriste kolnjaci i artemije, koji obogaćeni,donekle,mogu zadovoljiti potrebe hranidbe riba u uzgoju. Najbolju živu hranu predstavljaju kopepodi koji su i inače hrana ličinkama riba u prirodi. Njihov sastav hranjivih tvari čini ih najpovoljnijom hranom ličinkama riba; ličinke postižu najbolji rast, imaju veću stopu preživljavanjai imaju općenito bolje zdravlje. Kopepodi su, stoga, predmet istraživanja, te još uvijek nije u potpunosti razvijen njihov komercijalni uzgoj. Najpogodnije za uzgoj su vrste kopepoda iz redova kalanoida, harpaktikoida i ciklopoida.

Ključne riječi : marikultura, kopepodi, kalanoidi, harpaktikoidi, ciklopoidi, živa hrana

Copepods as live food in mariculture

Summary

Use of live feed in aquaculture is neccessary, especially in mariculture. Rotifers and naupliis of genus *Artemia*are most commonly used as live feed. When enriched, they can satisfy nutritional need of cultured fish. However, the best live feed for fish larvae are copepods, which are their natural food. They are the best food for fish due to their chemical composition; fish larvae fed with copepods achieve better growth, have higher rate of survival and generally better health. Copepods are, therefore, subject of research, their commercial culture hasn't benn developed yet. The most promising orders of copepods for cultivation are: calanoids, harpacticoidi and cyclopoids.

Keywords: mariculture, copepods, calanoids, harpacticoids, cyclopoids, live feed

1. Uvod

Živa hrana podrazumijeva sav fitoplankton i zooplankton kojim se hrane uzgojni organizmi u akvakulturi. Živa hrana sposobna je plivati u stupcu vode, uvijek je dostupna uzgojnim organizmima i potiče iste na hranidbu (David, 2003). Većina ličinki školjkaša i riba hrani se fitoplanktonskim i zooplanktonskim organizmima. Zooplankton je glavni dio prehrane ličinki morskih riba, a smatra se da upravokopepodi zadovoljavaju sve njihove hranidbene potrebe (Evjemo i sur., 2003).

Umjetna hrana namijenjena ličinkama riba ne može se usporediti sa živom hranom.Živa hrana je puno bolja, uzimajući u obzir prihvatljivost hrane, hranidbene i ostale čimbenike. Nijedna umjetna hrana ne može u potpunosti zadovoljiti hranidbene potrebe riba, pa njihov uspješan uzgoj ovisi o kvalitetnoj živoj hrani. Hranidbene navike riba u prirodi nisu jednake za sve vrste, ali svim vrstama je potrebna hrana bogata proteinima kako bi ostvarile bolji rast, uspješno razmnožavanje i preživljavanje (Mandal i sur., 2009). Tehnike obogaćivanja žive hrane uvelike su pomogle u uzgoju ličinki, a i dale su na važnosti samoj živoj hrani. Uspjeh proizvodnje mrjestilišta najviše ovisi o dostupnosti pogodne žive hrane za ličinke, poslijeličinke i mlađ (Lim i sur., 2003). Proizvodnja velike količine žive hrane, prvenstveno morskih kolnjaka (*Brachionus plicatilis* i *Brachionus rotundiformis*) i nauplija roda *Artemia*, omogućili su uspješan uzgoj više od 60 vrsta morskih riba i 18 vrsta rakova (Dhert, 1996).

Živa hrana sadrži sve potrebne esencijalne proteine, lipide, ugljikohidrate, vitamine, minerale, aminokiseline i masne kiseline (New, 1998). Pravovremeno korištenje prikladne žive hrane može ostvariti maksimalni rast i preživljavanje uzgajanih organizama. Prikladnu hranu određujemo prema njenoj hranjivoj vrijednosti, njena hranjivost može se povećati tehnikama obogaćivanja hrane.

Tehnologija uzgoja fitoplanktona, kao i zooplanktona,jako je pouzdana. Njihov uzgoj postao je sastavni dio proizvodnje u mrjestilištima u Sredozemlju. Učinkovitost

ovog dijela proizvodnje ovisi o provedbi već poznatih protokola. Živa hrana prvim poslijeličinačkim stadijima komarče,*Sparus aurata*, i smuduta,*Dicentrarchus labrax*, najčešće su: amiktička populacija kolnjaka *Brachionus plicatilis* (60 - 350 mm) i razvojni stadiji, nauplij i metanauplij, račića roda *Artemia*. Smudut se hrani artemijom koja se dobiva inkubacijom suhih jajašaca, cisti. Usni otvor smuduta dovoljno je velik, nisu mu potrebni kolnjaci kao prva hrana kao što su potrebni komarči.

Kolnjaci se hrane mikroalgama koje je također potrebno uzgajati u slučaju kada se uzgajaju komarče. Mikroalge ne koriste se samo kao hrana kolnjacima, upotrebljava ih se kako bi se poboljšala kvaliteta uzgojnog medija.Komarče se uzgajaju takozvanom *green water* tehnikom, gdje se rane faze uzgoja komarče odvijaju u vodi obogaćenom mikroalgama. Prednost kod uzgoja kolnjaka je njihov brzi rast, tj. brza stopa razmnožavanja i mogućnost visoke gustoće nasada koja iznosi i preko 1000 jed. ml^{-1}. Dnevni rast njihove populacije može iznositi od 50 do 150%, ovisno o hranjivosti njihove hrane i tehnici uzgoja. Usko grlo proizvodnje kolnjaka njihova je potreba za mikroalgama, barem u početnim fazama uzgoja. Za kasnije faze može se koristiti umjetna hrana koja uspješno zamjenjuje mikroalge.

Proizvodnja artemije je lakša, zahvaljujući dostupnosti suhih cisti koje se mogu nabaviti od specijaliziranih dobavljača. Dobro uskladišteni, mogu se čuvati godinama. Kolnjaci i artemije uzgajaju se za potrebe ličinki, moraju biti dostupne u određenom vremenu i određenoj količini i hranjivo kvalitetni. Kako bi se osiguralo isto potrebno je: dovoljno prostora u uzgajalištu i za rezervne kulture, dnevno miješanje, održavanje higijenskih uvjeta u uzgojnom mediju i praćenje stanja uzgajane kulture. Uzgoj mnogih riba otežan je ili onemogućen upotrebom artemije i/ili kolnjaka u prehrani mlađi. Takva prehrana uzrok je visoke stope smrtnosti u ranim fazama uzgoja.

Koristeći nauplije kopepoda smanjuje se stopa smrtnosti u ranim fazama uzgoja. Uzgoj kopepoda mora biti pouzdan i obilan. Uzgajaju se kalanoidni i harpaktikoidni kopepodi. Kalanoidni kopepodi prepoznaju se prema prvim antenama građenim od 16 do 26 segmenata, dok harpaktikoidni kopepodi imaju kraće antene građene od manje od 10 segmenata. Harpaktikoidni kopepodi mogu se uzgajati u velikim nasadnim gustoćama,zbog čega su dobro istraženi (Sun i Fleeger, 1995;

Støttrup i Norsker, 1997; Nanton i Castell, 1998). Oni su pretežno bentoski organizmi, te kao takvi nisu prikladna hrana ličinkama riba koje se hrane u stupcu vode (Kitajima, 1973) Kalanoidni kopepodi su gotovo svi planktonski organizmi, što ih čini idealnima za ličinke riba. Nedostatak u uzgoju kalanoidnih kopepoda je njihova dosta niža proizvodnja u odnosu na harpaktikoidne kopepode (Støttrup i sur., 1986; Schippi sur., 1999). Istraživanja su pokazala kako kopepodi imaju puno veću hranjivu vrijednost, i kao takvi puno su bolja hrana ličinkama riba u odnosu na artemiju. Kopepodi se mogu davati u različitim stadijima razvoja; naupliji ili kopepoditi kao početna hrana ili odrasli kopepodi u kasnijem uzgoju. Ribe radije jedu kopepode i zbog njihova načina kretanja (cik-cak kretnje s fazama plutanja). Prednost u uzgoju kopepoda je i u tome što održavaju tankove čistima,hraneći se algama i detritusom. Nekoliko vrsta kopepoda iz kalanoidne i harpaktikoidne skupine proučavani su s ciljem njihove masovne proizvodnje. Od kalanoidnih vrsta proučavane su vrste: *Acartia tonsa, Eurytemora affinis, Calanus finmarchicus, C. helgolandicus* i *Pseudocalanus elongatus*, dok su kodharpaktikoida proučavane vrste: *Tisbe holothuriae, Tigriopus japonicus, Tisbentaelongata* i *Schizoperaelatensis*. Usko grlo proizvodnje kopepoda je ekonomoska isplativost. Sprječavajući čimbenik komercijalne proizvodnje je infrastruktura i radna snaga potrebna za proizvodnju dovoljne količine kopepoda.

Cilj ovoga rada je istražiti i opisati potencijal i mogućnost primjene kopepoda u marikulturi na temelju dostupnih literaturnih podataka.

2. Biologija kopepoda

2.1 Sistematika kopepoda

Carstvo: Animalia

Koljeno: Arthropoda

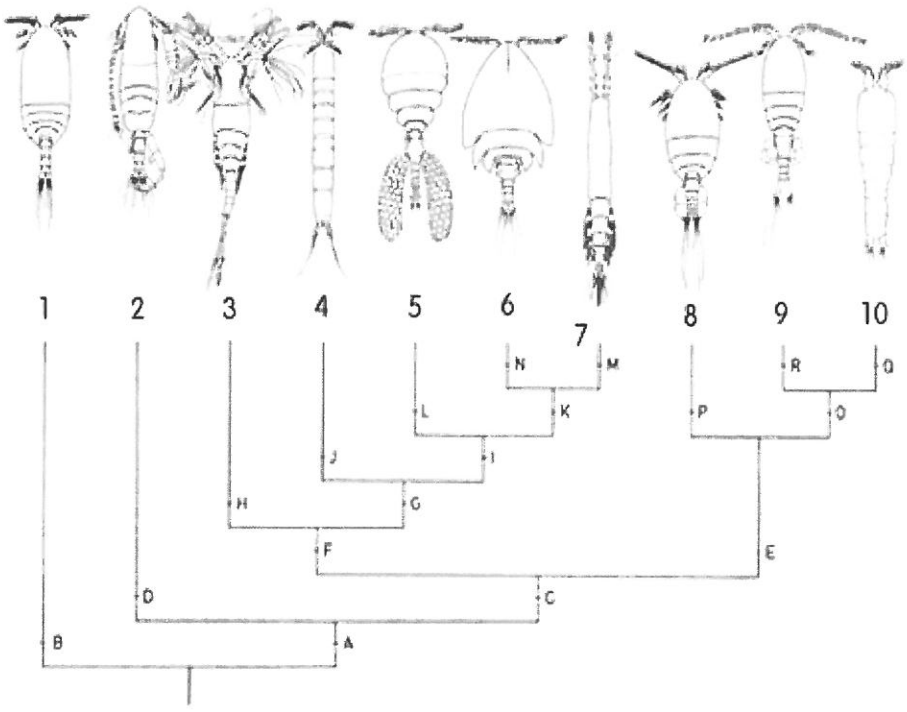
Potkoljeno: Crustacea

Nadazred: Multicrustacea

Razred: Hexanauplia

Podrazred: Copepoda

Redovi:Platycopioida, Calanoida, Mysophrioida, Mormonilloida, Harpacticoida, Gelyelloida, Cyclopoida, Siphonostomatoida, Monstrilloida, Gelyelloida(Slika 1)



Slika 1. 1 Platycopioida, 2 Calanoida, 3 Mysophrioida, 4 Mormonilloida, 5 Harpacticoida, 6 Gelyelloida, 7 Cyclopoida, 8 Siphonostomatoida, 9 Monstrilloida, 10 Gelyelloida (prema: Ho 1990)

2.2. Životni ciklus

Kopepodi su najveća skupina rakova koji u većini vodenih ekosustava povezuju fitoplankton s višim trofičkim razinama. Većina odraslih reda su veličine od 1 do 5 mm. Oblik tijela im je valjkasto- stožast, sa širim prednjim dijelom. Tijelo se sastoji od dva dijela: glavopršnjak (cephalothorax) koji se sastoji od glave spojene s prvim od šest prsnih segmenata, i abdomena, koji je uži od glavopršnjaka. Na glavi se nalazi nauplijarno oko i dvije duge antene.

Planktonski kopepodi selektivni su filtratorni organizmi; hrane se fitoplanktonom i bakterijama u slobodnom stupcu vode, čestice hrane prinose drugom gornjom čeljusti. Struja vode stvara se privjescima iznad druge gornje čeljusti koja aktivno hvata čestice hrane. Mužjaci su manji od ženki i manje su zastupljeni u populaciji. Tijekom parenja mužjak obuhvati ženku prvim antenama i odlaže spermatofore u sjemene otvore gdje se lijepe posebnim cementom. Ženka drži jaja spojena na prvom segmentu abdomena. Kalanoidni kopepodi izbacuju jedno po jedno jaje u vodu. Iz jaja se izvaljuju naupliji.Nakon pet do šest nauplijarnih stadija ličinke postaju kopepoditi. Nakon pet razvojnih stadija kopepodita preobražavaju se u odraslu jedinku. Razvoj može trajati manje od tjedan dana ili do godine dana, životni vijek varira od šest mjeseci do godine dana. Neke vrste kopepoda u nepovoljnim uvjetima mogu stvoriti trajna jaja. Takve ciste mogu preživjeti sušenje i na taj način ih ostale životinje mogu prenositi na druga mjesta.

2.3. Biometrija

Veličina kopepoda ovisi o vrsti i razvojnom stadiju. Veličinom različiti kopepodi koriste se posebno za određene uzraste ribe, kako bi se što učinkovitije nutritivno iskoristili. Harpaktikoid *Tisbe holothuriae* u nauplijarnom stadiju ima 55 µm, u odrasloj dobi više od 180 µm, *Schizopera elatensis* od 50 µm do 500 µm i *Tisbentra elongata* od 150 do 750 µm. Kalanoid*Eurytemora*sp. obično jekao nauplij prosječno velik 220 µm, kao kopepodit 490 µm i kao odrasli 790 µm.

2.4. Hranjiva vrijednost

Hranjiva vrijednost kopepoda je općenito jako dobra, kvalitetnija je od inače korištene artemije. Kopepodi imaju visoki udjel proteina (44-52%) i dobar sastav aminokiselina, nedostaju im jedino metionin i histidin (Tablica 1).

Sastav masnih kiselina varira ovisno o prehrani kopepoda. (n-3) HUFA sastav jedinke odraslog pripadnika roda *Tisbe* hranjenog algom *Dunaliella* sp.(niska razina n-3 HUFA) ili *Rhodomonas*sp. (visoka razina n-3 HUFA) iznosi 39 ng za prvu algu i 63 ng za drugu, odnosno iznose 0,8% i 1,3% ukupne suhe mase. Udio masti već je kod ranijih faza razvoja, u stadiju nauplija za iste alge udio iznosi 3,4% i 3,9%. Razina EPA i DHA iznose 6% i 17% kod odraslih jedinki hranjenih rodom *Dunaliella,* odnosno 18% i 32% kod odraslih jedinki hranjenih rodom *Rhodomonas.* Razine EPA i DHA kod nauplija su visoke, iznose oko 3,5% za prvu algu i od 9% do 15% za drugu algu. Sastav masnih kiselina za vrstu *Tigriopus japonicus*uzgajanu na pekarskom kvascu i omega-kvascu(kvasac uzgajan na mediju obogaćenom (n-3) HUFA) prikazan jeu tablici 2., anjihova hranjiva vrijednost za plosnatice prikazana je u tablici 3.

Razlika u biokemijskom sastavu, posebno u razini HUFA, nije jedina prednost kopepoda u odnosu na artemiju. Kopepodi sadrže puno veće razine probavnih enzima koji se smatraju važnima za razvoj ličinki riba. Ličinke riba nemaju dobro razvijen probavni sustav, odgovara im živa hrana koja im predstavlja egzogeni izvor probavnih enzima. Dokaz za ovu tvrdnju dao je Pederson (1984).Proučavajući probavu ličinki haringe uočio je kako su se kopepodi brže i bolje probavili u odnosu na artemiju.

Tablica 1. Sastav aminokiselina vrste *Tigropus brevicornis* uzgajane na različitoj hrani (gram sirovih proteina na 100 g) (Lavens, P., Sorgeloos, P. 1996)

***T. brevicornis* uzgajana na *Platymona sueceicas* različitim dodacima:**				
Aminokiselina	**+ kvasac**	**+ riža**	**+ pšenica**	**+ riblja hrana**
Asparaginska kis.	7.30	6.98	7.08	7.63
Treonin	3.35	3.09	3.53	3.74
Serin	3.37	2.98	3.39	3.59
Glutaminska kis.	12.05	12.00	11.90	10.62
Prolin	5.13	4.49	6.56	4.82
Glicin	4.40	4.24	4.31	4.71
Alanin	5.44	5.45	5.97	5.87
Cistin	0.39	0.84	1.23	1.27
Valin	4.52	4.30	4.21	4.71
Metionin	1.78	1.75	1.64	1.81
Izoleucin	3.35	3.21	3.28	3.48
Leucin	4.79	4.71	6.24	6.73
Tirosin	3.89	3.99	3.21	3.87
Fenilalanin	2.64	2.67	3.37	3.44
Histidin	1.94	1.75	1.78	1.33
Lisin	4.81	4.65	4.81	4.92
Arginin	6.52	6.34	5.76	6.11
Ukupno	75.67	73.44	78.27	78.65
Protein (%)	51.1	48.6	43.9	46.5

Tablica 2. Sastav masnih kiselina cijelih lipida, triglicerida (TG), polarnih lipida (PL) islobodnih dijelova masnih kiselina (SDMK) kod *T. japonicus* uzgajanom na pekarskom kvascu ina Omega-kvascu (Fukoshoi sur., 1980).

Masne kiseline	Pekarski kvasac				Omega kvasac			
	Cijeli	TG	SDMK	PL	Cijeli	TG	SDMK	PL
14:0	0.6	0.8	0.7	0.6	1.2	1.8	1.7	0.5
15:0	1.8	1.7	0.8	0.5	0.8	0.6	0.6	0.4
16:0	7.1	8.2	8.1	13.2	9.1	10.1	9.9	13.2
16:1n-7	13.9	22.3	12.8	3.2	6.5	7.2	6.6	2.3
18:0	2.5	0.8	2.1	6.6	2.6	1.3	2.5	6.8
18:1n-9	23.7	31.6	20.6	15.7	22.1	32.4	21.8	14.2
18:2n-6	2.9	2.9	2.4	2.2	1.5	1.4	1.7	1.2
18:3n-3	4.4	5.3	3.8	1.2	0.9	0.7	0.7	0.5
18:4n-3	1.1	0.8	0.8	2.3	9.1	11.5	5.6	3.7
20:1	1.4	0.8	0.8	2.3	9.1	11.5	5.6	3.7
20:4n-3	2.1	1.6	2.0	0.8	0.7	0.4	0.5	0.3
20:5n-3	6.0	2.9	13.1	8.1	4.7	3.2	7.9	6.4
22:1	0.3	0.7	0.5	0.1	5.4	5.9	3.3	2.2
22:5n-3	1.1	0.8	0.7	1.0	0.9	0.7	0.6	0.4
22:6n-3	13.8	5.2	16.8	33.2	20.9	15.8	26.2	38.8
(n-3) HUFA	23.0	10.5	32.6	43.1	27.2	20.1	35.2	45.9

Tablica 3. Stopa preživljavanja i rasta mlađi vrste *Limandayokohamae*, hranjene kopepodom *Tigriopus japonicus* uzgajanom na pekarskom ili Omega-kvascu, kod ličinki starih od 30 dana(prosječna TL 10.30 ± 0.51 mm) do 53 dana u 1 m^3 tanku okruglog oblika (Fukusho et al., 1980).

	Stopa preživljavanja	**Ukupna duljina (mm)**	**Masa (mg)**	**Faktor kondicije**
Pekarski kvasac	96.1%	23.3	90.9	7.1
	91.4%	22.3	87.8	7.8
Omega kvasac	97.0%	23.7	102.5	7.7
	97.4%	23.3	104.0	8.1

3. Potencijalne vrste kopepoda za uzgoj

3.1 Kalanoidi

Kalanoidi su pretežno pelagični, nastanjuju sve dubine, neke vrste su bentoske. Hrane se fitoplanktonom filtrirajući ga, rjeđe su predatori koji se hrane životinjama uključujući jaja kopepoda. Lako ih se određuje prema dugim antenama koje mogu biti duge poput njihova tijela, nekad i duže. Antenule su im građene od 27 segmenata. Razgranate antene impomažu pri kretanju.

Rodovi *Acartia, Pseudodiaptomus, Sinocalanus, Eurytemora, Centropages, Gladioferens, Parvocalanus, Bestiolina, Temora i Labidocera*uzgojni su kandidati. Naupliji roda *Acartia* su zbog svoje veličine idealna početna hrana ličinkama riba. *Labidocera* sp. u laboratorijskim uvjetima raste puno brže i proizvodi više jaja. Nekoliko vrsta parakalanoida su veći, idealni za veće ličinke riba. Većina uzgajanih vrsta riba koje se hrane kopepodima najradije jedu male kalanoidne kopepode.

Kalanoidi se smatraju najboljom živom hranom za uzgojne organizme u marikulturi, posebno eurivalentni pelagični kopepodi obalnih voda (Støttrup2003.).

Kalanoidne vrste koje su prepoznate kao idealna hrana su: *Acartia grani* (Španjolska), *A. sinjiensis* (Australija),*A. southwelli* (Tajvan, Indija), *A. spiniauda* (Indija), *A. tonsa* (Danska, Urugvaj),*A. parvula* (Njemačka),*A. centrura*(Indija), *A. erythreae* (Indija), *Centropages typicus* (Italija), *Eurytemora affinis* (Francuska, Kanada, Sredozemno more),*Gladioferens imparipes* (Australija), *Pseudiaptomus annandalei* (Tajvan), *P. serricaudatus*(India), *Temoralongicornis*(Sjeverno more, UK), *T. stylifera* (Italija) i*T. turbinata* (Indija).

3.2 Harpaktikoidi

Harpaktikoidi čine 50 % kopepodnih vrsta. To su morski bentoski organizmi, rijetko ih se nalazi u pelagijalu. Česti su u sedimentu između čestica pijeska (intersticijalni), zakopani u pijesku ili žive na sedimentu ili površini bilijaka (epibentoski). Imaju kratko i usko tijelo, antenule građene od manje od 10 segmenata i razgranate antene. Ženke imaju jednu jajnu vrećicu.Mužjaci su puno manji sa specijaliziranom antenulom.

Harpaktikoidi su popularni u proizvodnji, može ih se nasađivati u velikim gustoćama. Oni su, ipak, bentoski organizmi pa su ličinkama ribe teže dostupni. Unatoč tome, određeni naupliji imaju pozitivnu fototaksiju, lako ih se može skupiti i njima nahraniti ličinke riba (Stottrup iNorsker, 1997). Vrste harpaktikoidnih kopepoda mogu se brzo uzgajati, nisu kanibali, mogu jesti formuliranu (umjetnu) hranu. Nauplij harpaktikoidnih vrsta kopepoda teško je odvojiti iz kulture, a skupljanje iz sedimenta također nije lako (Cheng-sheng Lee i sur., 2005). Njihova hranjiva vrijednost slična je onoj kalanoidnih kopepoda. Postoje modeli uzgoja s poluautomatiziranim hranjenjem i skupljanjem nauplija, što olakšava rad (Stottrup, 2006).

Popularne vrste harpaktikoida u akvakulturi su *Ameira parvula* (Njemačka), *Amonordianormani*, *Amphiascoidesatopus*(SAD), *Euterpinaacutifrons* (Sredozemno more, Indija), *Trachidiusdiscipes* (Njemačka), *Tigriopus japonicus*(Indija) i*Macrosetellagracilis* (Indija) (Santhosh i sur., 2015).

3.3 Ciklopoidi

Ciklopoidi su pelagične, epibentoske, bentoske i parazitske vrste, brojniji su u slatkim vodama (Huys iBoxshall, 1991). Antenule ciklopoida su kraće nego kod kalanoida, imaju 6 do 17 segmenata. Nemaju razgranatu antenu, njihova antena je preoblikovana i namijenjena za lov (Dussart iDefaye, 2001).

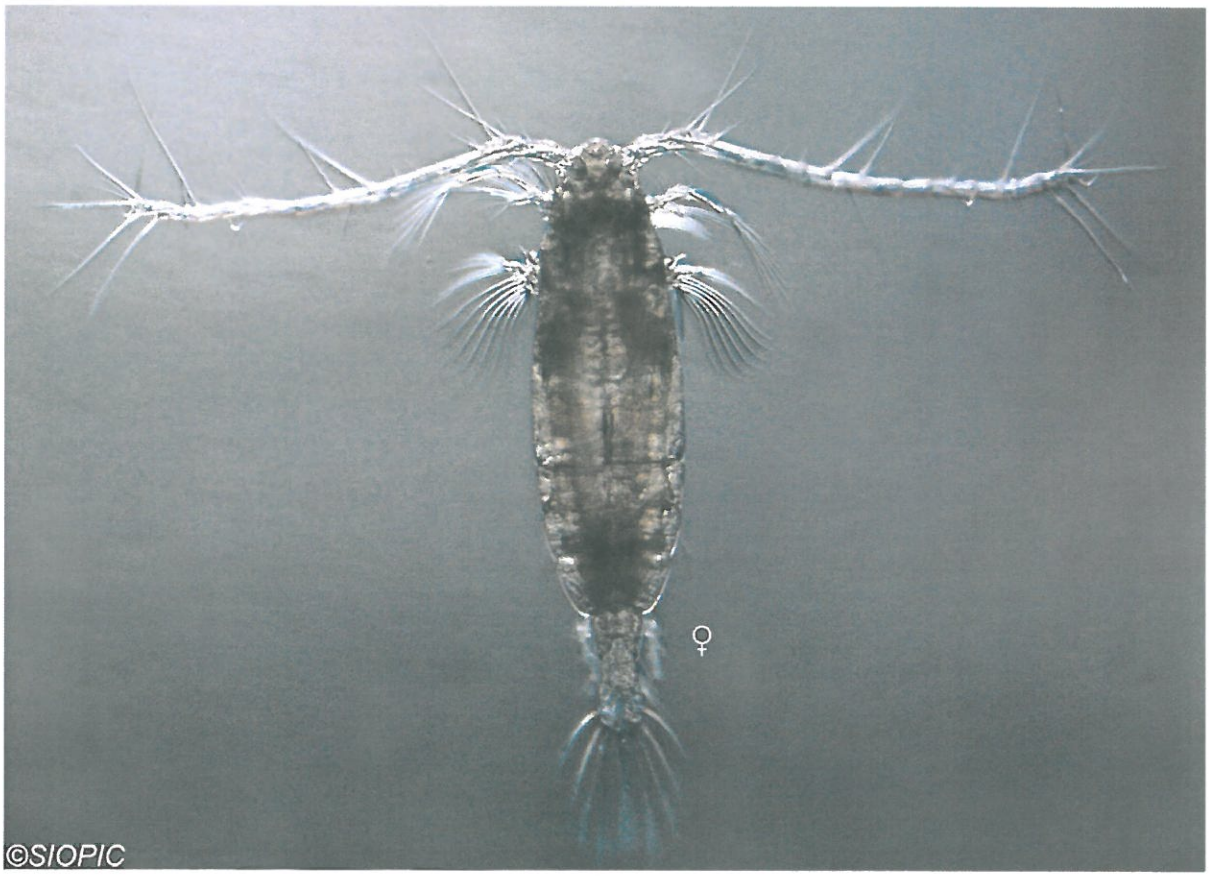
Rodovi *Oithona* i *Dioithona* popularnisu u uzgoju. Naupliji ovih vrsta su manji od 100 μm i negativno su fototaksični, može ih se skupljati planktonskom mrežicom. Lako ih se uzgaja u većim gustoćama nasada nego kalanoide. Može ih se hraniti različitim tipovima hrane, najčešće ih se hrani fitoplanktonom u intenzivnom sustavu (Stottrup, 2006). Ho (2005) primjećuje kako simbiotska vrsta ciklopoida (simbioza sa školjkašima) *Pseudomyicola spinosus* može biti korištena kao živa hrana u marikulturi.Prvih sedam stadija životnog ciklusa su planktonski.

Japanske ribarske agencije preporučuju 13 vrsta kopepoda za masovni uzgoj: *Acartia hudsonica, A. longiremis, Eurytemorapacifica, Euterpina acutifrons, Microsetell anorvegica, Oithona davisae, O. nana, O. similis, Pseudodiaptomus inopinus,P. marinus*i *Tigriopus japonicus* (Omori 1973; Nihon Suisanhigen Hogokyoukai, 1979). Od navedenh vrsta, najboljom za masovni uzgoj pokazala se vrsta *Tigriopus japonicus* koja se može isplativo koristiti na morskim uzgajalištima ribe (Kitajima, 1973., Fukushoet i sur., 1977.).

Popularne vrste ciklopoida su: *Apocyclops royi* (Tajvan), *A. panamensis* (UK),*Mesocyclops longisetus* (Florida), *Microcyclops albidus* (Florida), *Oithona davisae* (Španjolska) i*O. rigida*(Indija).

4. Tehnike uzgoja

4.1. Kalanoidi



Slika 2. Ženka vrste *Acartia tonsa*(izvor:https://alchetron.com)

Kalanoide je lako izloviti za potrebe uzgoja, zahvaljujući njihovoj brojnosti u obalnim staništima. Izlovljavaju se sitom.Ovisno o tome koji se razvojni stadij lovi koriste se sita različite veličine oka, 80-250 μm za nauplije, 80-350 μm za kopepodite i 200-600 μm za odrasle.Lakše je odrediti vrstu odraslih jedinki, zbog toga se preporuča koristiti odrasle za početak uzgoja. Za početak proizvodnje potrebno je 150 jedinki oba spola. Preporučeni minimalni volumen tanka je 100 l (Slika 2). Treba pripaziti na koncentraciju kalanoida u tanku, jer njihova niska koncentracija može dovesti do

viška fitoplantkona. Višak fitoplanktona odumiranjem bi se taložio, u slučaju da se tank ne čisti redovito može doći do odumiranja kulture kalanoida. Zbog navedenog, predlaže se započinjanje uzgoja u tikvici. Kako kultura raste, prebacuje ju se u tankove većeg volumena. Pelagični kopepodi moraju se hraniti planktonskim algama, što se može smatrati nedostatkom u uzgoju jer se uzgoj algi još uvijek zasniva na uzgoju u tikvicama i plastičnim vrećama. Nisu sve alge jednako hranjive za kopepode; sastav masnih kiselina uvelike će utjecati na njihov rast i razmnožavanje.



Slika 3. Tankovi za uzgoj kopepoda (prema: Amen, 2014)

Kontinuirani uzgoj kalanoidnog kopepoda *Acartia tonsa* opisali suStøttrupi sur.(1986). Sastoji se od tri uzgojne jedinice: temeljnih tankova, tankova za rast i tankova za izlov. *Acartia tonsa* se izolira iz uzorka prirodnog planktona ili se izvali iz trajnih jaja (cisti). Temeljni tankovi (200 l PVC tank: 1500 × 50cm) su uvijek puni, bez obzira na potrebe proizvodnje. Proizvedena jaja koriste se kako bi se prilagodila

populacija stoka. Ovi tankovi dobro se kontroliraju, potrebno je održavati optimalne higijenske uvjete. Koristi se filtrirana (1 µm) morska voda (salinitet 35 ppt) i hrani sealgom*Rhodomonas*sp. (8×10^8stanica u danu) proizvedenom u polusterilnim uvjetima u zatvorenom. Temperatura se održava između 16 i 18 °C s blagim prozračivanjem od dna prema površini. Gustoća nasada odraslih u omjeru mužjak: ženka - 1:1 održava se na manje od 100 jedinki po litri vode. Kako bi se održala takva gustoća, jednom tjedno dodaju se kopepoditi stadija IV-V. Dnevno se u prosjeku otpušta 10 litara vode koja sadrži jaja, zamjenjuje se čistom vodom. Jaja se skupljaju iz otpadnih voda sitom promjera oka 40 µm. Dnevno se skupi 95000 jaja, što odgovara fekunditetu od 25 jaja po ženki dnevno. Temeljni tankovi se prazne i čiste dva do tri puta godišnje, skupljajući odrasle sitom promjera oka 180 µm i prebacujući ih u očišćene i dezinficirane tankove. Skupljena jaja prebacuju se u tankove za rast gdje maksimalna gustoća može dosegnuti i 6000 jaja po litri. Naupliji se izvaljuju nakon 24 sata s uspjehom od 50% nakon 48 sati inkubacije. Kao hrana daje se *Isochrysis* sp.u koncentracijama od 1000 stanica po ml. Nakon 10 dana daje se kombinacija algi *Isochrysis*sp. (570 st. po ml)i *Rhodomonas* sp. (900 st. po ml). Generacijsko vrijeme (vrijeme potrebno kako bi 50% populacije bile oplođene ženke) je 20 dana s dnevnom stopom smrtnosti od 5%. Nakon 21. dana odrasli se skupljaju sitom (180 µm) i stavljaju ili u temeljne tankove ili one za izlov. Tankovi za izlov se koriste samo kada je mrjestilište ribe u pogonu. Kultura se održava u crnim tankovima od 450 l pod jednakim uvjetima kao i u temeljnim tankovima. Svakom tanku dnevno se dodaje 16×10^8stanica *Rhodomonas*sp. koje se uzimaju od rastuće kulture iste. Ovi tankovi se prazne i čiste češće od temeljnih. U svrhu olakšanja skupljanja određenih stadija razvoja (ovisno o potrebama), jaja se skupljaju svaki dan i prebacuju u tankove za mrijest, prozračivanje u tim tankovima je jače kako bi se zasićenost kisikom održala iznad 80%. Naupliji određene veličine (hranjeni algom *Isochrysis* sp.) skupljaju se sitom gustoće tkanja 45 µm, čime se minimalizira kanibalizam odraslih. Potrebnasutri tanka za izlov i vrijeme uzgoja od 2 mjesecakako bi se dobila proizvodnja od 250000 nauplija dnevno.

4.2 Harpaktikoidi



Slika 4. Mužjak vrste *Tigriopus japonicus* (izvor:https://commons.wikimedia.org)

Svi harpaktikoidi imaju nekoliko zajedničkih karakteristika: visok fekunditet i kratko razdoblje razvoja, oni su eurivalentni organizmi (salinitet 15-70 i temperatura 17- 30 °C), mogu se hraniti različitim tipovima hrane (mekinje riže ili kvasac su povoljnija hrana nego alge) i potencijal ostvarenja visoke gustoće biomase (biomasa pripadnika roda *Tigriopus*(Slika 3.)hranjenog mekinjama riže drastično se povećava od 0,05 do 9,5 jedinki po ml unutar 12 dana). Uzgoj se može započeti izoliranjem gravidnih ženki (10-100 ženki) u 2 do 40 litara čiste profiltrirane (1 µm) vode. Kultura se održava u gustoći od barem jedne jedinke po mililitru na temperaturi od 24 do 26°C. Nije potrebno dodatno osvjetljenje, ukoliko se uzgoj odvija na otvorenom potrebno je djelomično zasjeniti uzgojne jedinice. Glavni tankovi za uzgoj sadrže 500 litara filtrirane morske vode (100 µm). Optimalna gustoća nasada je 20 do 70 kopepoda po mililitru, sa stopom rasta populacije od približno 15% dnevno.

Preporučuje se uzgoj u poluprotočnom sustavu u svrhu sprječavanja pogoršanja i eutrofikacije uzgojnog medija, glavni problem je začepljenje mrežice sitnog oka. Koncentracija hrane trebale bi se održavati na 5×10^4do 2×10^5stanica po mililitru *Chaetoceros gracilis*.Prozirnost vode treba biti 7 do 10 cm. Brži rast i viši fekunditet mogu se ostvariti hraneći kopepode dinoflagelatima (*Gymnodinium splendens*) ili bičastim zelenim fitoplanktonom. Generacijsko vrijeme pod najpovoljnijim uvjetima iznosi 8 do 11 dana na temperaturi od 24 do 26°C. *E. acutifrons*ima 6 nauplijarnih stadija i 6 stadija kopepodita (uključujući odrasli stadij), novoizvaljeni nauplij (N1) im dimenzije 50×50×70 µm, dimenzije kopepodita C6 su 150×175×700 µm. Biomasa i veličina populacije moraju se izračunati prije izlova. Skupljaju se tri uzorka od 2 mililitra dnevno, broje se svi razvojni stadiji pomoću binokularnog mikroskopa. Prikupljenim podacima može se procijeniti koliki volumen se izlovljava. Kopepodi N1 stadija mogu se prikupljati iz uzgojnog medija sitom promjera oka 37 µm , ostale stadije nauplija skuplja se sitom promjera oka 70 µm, a kopepoditi sitom promjera oka 100 µm. Kulture kopepode trebale bi biti bez kolnjaka, osim za kulturu vrste *Tigriopus japonicus*. Prilikom uzrokovanja uvijek treba izbrojati i kolnjake, oni mogu preuzeti kulturu. Kada se to dogodi potrebno je nasaditi novu kulturu kopepoda, koristeći gravidne ženke kako je već prije objašnjeno.*Tigriopus japonicus* nekada se uzgaja u *batch* kulturi zajedno s kolnjakom *Brachionus plicatilis*(Fukusho, 1980). Hrani ih se pekarskim ili omega kvascem, ali kultura uvijek počinje algom *Chlorella*sp. Tankovi su prvo nasađeni ovom algom, nakon čijeg cvjetanja se nasađuju kolnjaci i *Tigriopus*sp. u koncentracijama od15 do 30 jedinki po litri. Ovako se može ostvariti prinos od 168 kg žive vage u razdoblju od 89 dana s maskimalnim gustoćama nasada od 22000 jedinki po litri. Masa kvasca potrebna za prirast jednog kg kopepoda *Tigriopus*sp. iznosi 5 do 6 kg.

4.3. Ciklopoidi



Slika 5. *Apocyclops panamnesis*(izvor: https://www.algaebarn.com)

Nekoliko vrsta ciklopoida uzgajalo se u laboratoriju, uglavnom vrste roda *Apocyclops* (Slika 4). Odrasli kopepod *Apocyclops panamnesis*izlovljavao se crpkom iz bočate vode (10-27) u 3 tanka zapremine 125 l u kojimasu se nalazile vreće veličine oka 100 µm (Lipman, 2001). Voda je odnesena u laboratorij i filtrirana kroz različite filtere. Odrasli su se skupljali sitom veličine oka od 150 do 350 µm. *Apocyclops panamnesis*uzgajao se u intenzivnom i ekstenzivnom sustavu, koristio se kao hrana ličinkama vrste *Lutifanus campechanus.* Ciklopoidi su omnivori, mogu se hraniti fitoplanktonom, kvascem i ostalim hranjivima. Pojedine vrste ciklopoida imaju vrlo kratko vrijeme razvoja, 4 do 5 dana do sazrijevanja za vrstu *Apocyclops royi*(Su i sur., 2005), što je idealno za masovni uzgoj.

Ciklopoidi iz roda *Apocyclops* mogu se nasađivati u gustoćama sličnim kao i harpaktikoidi. Ciklopoidi kao i harpaktikoidi, imaju dvostruku jajnu vrećicu u koju pohranjuju jaja, koja se tu nalaze dok se iz njih ne izvale ličinke. Gustoća nasada odraslih *Apocyclops panamnesis*od 5120 jedinki po litri rezultirala je nakon 4 dana proizvodnjom od 17873 jedinki po litri (Phelps i sur., 2005), što je jednako fekunditetu od 4,7 nauplija po ženki. Najveći fekunditet, od 8,1 do 8,5 nauplija po ženki, ostvaren je pri nižim nasadnim gustoćama od 320 do 2560 odraslih po litri. Zbog toga se preporuča gustoća od 2560 jedinki odraslih po litri kako bi se ostvario visok prinos i visoka produktivnost. Viši prinosi i više nauplija po odraslom kopepodu omogućeni su domestikacijom iste vrste (Phelps i sur., 2005). Broj nauplija po ženki varirao je i u skladu s temperaturom. Najniži broj bio je pri temperaturi od 25 °C (8 nauplija po ženki dnevno), a najviši pri temperaturama od 30 i 35 °C (12 i 14 nauplija po ženki dnevno). Problem kod uzgoja je što se naupliji moraju izlovljavati iz tankova u kojima se uzgajaju odrasli. Nije pronađeno rješenje ovog problema. Filtracija i izdvajanje detritusa mora se provoditi svaki dan. Problem onečišćenja uzgojnog medija morase izbjegavati pogotovo ako se ciklopoidi hrane inerntnom hranom.

4.4. Upotreba cisti

Mnoge vrste kopepoda umjerenih klimatskih pojaseva stvaraju ciste poput artemije i kolnjaka. Stvaranje cisti dio je životnog ciklusa, čime se omogućava preživljavanje nepovoljnih uvjeta. Istraživanja su pokazala kako ciste mogu izdržati sušenje na 25°C i smrzavanje na -25°C, mogu izdržati niske temperature (3 – 5°C) od 9 do 15 mjeseci. Ciste su zbog tih obilježja jako zanimljive za uzgoj. Skupljaju se iz sedimenta, prije njihove upotrebe potrebno ih je obraditi. Uzorke sedimenta bogatog cistama skladišti se u hladnjak na temperaturu od 2 do 4 °C nekoliko mjeseci. Sediment se dovodi u suspenziju i filtrira kroz sita od 150 µm i 60 µm. Manji dijelovi sedimenta koji sadrže ciste prebacuju se u cijevi punjene zasićenom otopinom saharoze i destilirane vode (omjer 1:1) nakon čega se centrifugira na 300 okretaja po minuti na 5 minuta. Plivajuće čestice ispiru se kroz dvostruko sito od 100 µm i 40 µm. Sito promjera oka 40 µm na kojem se nalaze ciste uranja se u

dezinfekcijska sredstva (FAM-30 ili Buffodine).Dezinfekcija je potrebna kako bi se uklonilo patogene epibiotske mikroorganizme.

Provedeni su uspješni pokusi površinske dezinfekcije na cistama vrsta *Acartia clausi* i*Eurytemora affinis*(Tablica 4). Nakon dezinfekcije jaja se peru filtriranom (0,2 µm) sterilnom morskom vodom i prebacuju u dezinficirane uzgojne tankove, a mogu se i skladištiti na tamnom, suhom i hladnom mjestu. Prije početka dezinfekcije cisti potrebno je odrediti fiziološki tip ciste. Pojedini morski kopepodi u stanju su proizvesti dva tipa cisti; subitana i diapauzna jaja. Subitana jaja imaju samo tanak omotač vitelina koji prekriva staničnu membranu, takva jaja osjetljivija su na dezinfekciju od diapauznih koja imaju složeni omotač koji se sastoji od 4 sloja.

Tablica 4. Učinak različitih dezinfekcijskih sredstava na uspješnost izvaljivanja, preživljavanja 5. dana i postotak jaja na kojima je nađen rast bakterija nakon 6. tjedna za vrste *Acartia clausi*i*Eurytemoraaffinis*(prema: Naess i Bergh, 1994).

		Dezinfekcijsko sredstvo			**Kontrola**
		Glutardialdehid	**FAM-30**	**Buffodine**	
Koncentracija		250 $mg.1^{-1}$(v/v)	1% (v/v)	1% (v/v)	-
Vrijeme primjene		3 min	10 min	10 min	10 min
Postotak izvaljivanja (%)					
A. clausi		95.8	95.8	100	100
E. affinis		79.2	37.2	83.3	91.7
Preživljavanje 5. dana (%)					
A. clausi		0	78.3	70.8	79.2
E. affinis		73.7	0	100	86.4
Bakterijski rast (%) na hranjivoj podlozi MB i TSB					
A.clausi	MB	16.7	16.7	54.2	100
	TSB	4.2	0	33.3	100
E. affinis	MB	8.3	20.8	25.0	100
	TSB	12.5	12.5	12.5	100
Glutardialdehid iz Merck (Njemačka) Fam-30 i Buffodine iz Evab Vanodine (Preston, UK)					

4.5. Primjena u uzgoju ličinki

Uzgajani kopepodi uspješno se koriste kod uzgoja ličinki različitih plosnatica. 30 dana stare ličinke vrste *Limanda limanda* hranile su se vrstom *T. japonicus*koja se uzgajala na pekarskom ili omega kvascu. Ličinke su imale odlične stope rasta i preživljavanja (Fukusho i sur., 1980). Ličinke romba kao početnu hranu radije uzimaju nauplije kopepoda nego *Brachionus plicatilis* (Nelleni sur. 1981). Nakon 14. dana počeli su jesti odrasle kopepode. Preživljavanje ličinki je iznosilo 50%, mlađ je dostizala 12 mg suhe mase i 17 mm TL 26. dana. Kuhlmanni sur.(1981) uspješno su koristili 7,5 do 10% ulova od 24 m^3kulture vrste *Eurytemora*sp.,kako bi nahranili ličinke romba. Gustoća populacije kulture nakon 4 do 6 tjedana procijenjena je na nekoliko stotina odraslih i kopepodita i nekoliko tisuća nauplija po litri. Autori nisu uspjeli održati proizvodnju na toj razini niti razviti pouzdanu metodu, zbog čega su bili prisiljeni dodati kolnjake u prehranu ličinki. Autori su procijenili kako bi kapacitet kulture kopepoda od 24 m^3 trebao biti dovoljan za 4000 tek izvaljenih ličinki romba do metamorfoze.

5. Zaključak

Iako su kalanoidne vrste dobro istražene, i stečeno je puno iskustva o njihovom uzgoju, moguće su i potrebne nove spoznaje. Pažnju treba posvetiti stvaranju stabilnog uzgoja, tj. pronaći optimalne gustoće nasada kako bi se maksimizirala proizvodnja. Povoljan režim hranidbe i povoljna količina i nutritivna vrijednost hrane, kao i održavanje čistoće i prikupljanje jaja ili nauplija, trebali bi se što učinkovitije obavljati, uz minimalan rad. Metoda koja bi to osigurala uvelike bi pomogla uzgoju kalanoidnih kopepoda. Biotehnički razvoj proizvodnje i skladištenja diapauznih jaja pomogao bi uvođenju kalanoida u marikulturu, odnosno uzgoj ličinki morskih riba.

Harpaktikoidi se lakše uzgajaju od kalanoida, a može ih se uzgajati u većim gustoćama nasada. Njihov nedostatak u proizvodnji je što mnoge vrste imaju epibentoske životne stadije, kada nisu dostupni pelagičnim ličinkama riba. Hranidbena vrijednost harpaktikoida slična je onoj kalanoida, ali njih nije potrebno opskrbljivati planktonskim česticama hrane niti masnim kiselinama neophodnima morskim ribama.Pojedine vrste harpaktikoida sposobne su sintetizirati masne kiseline kraćeg lanca. Napredak se mora ostvariti u biotehničkom razvoju; poluautomatski sustav hranjenja i prikupljanja nauplija koji bi minimalizirao rad i učinio uzgoj učinkovitijim bio bi idealan.

Ciklopoide je, također, lakše uzgajati nego kalanoide, a može ih se i gušće nasađivati. Može ih se hraniti različitom hranom, većinom fitoplanktonom u intenzivnom uzgoju. Glavni nedostatak u uzgoju je što se jaja ne mogu prikupljati kao kod kalanoida. Čišćenje i prikupljanje jaja odvija se u kalaonida u isto vrijeme, što nije slučaj s harpaktikoidima i ciklopoidima, kod kojih se prikupljanje i čišćenje odvijaju odvojeno, što zahtjeva ulaganje više rada i vremena. Prikupljene nauplije ciklopoida lakše je odvojiti od sedimenta nego nauplije harpaktikoida. Odvajanje i prikupljanje bi se moglo automatizirati.

Proizvodnja kopepoda kao žive hrane vrlo je važan korak prema intenzivnijem uzgoju, pogotovo u marikulturi.

6. Literatura

Amen, R. , 2014. Temperature Impact on the Feeding Dynamics and Ammonium Excretion of Larval Herring (Clupea harengus)M.Sc. Thesis in the International Studies in Aquatic Tropical Ecology (ISATEC)

Das, P, Mandal, S. C., Bhagabati, S. K., Akhtar, M. S., Singh, S. K. 2012. Important live food organisms and their role in aquaculture. *In*: Frontiers in Aquaculture. Sukham, M. (ed.). Narendra Publishing House, 69 – 86.

David A. B., 2003. Status of marine aquaculture in relation to live prey: past, present and future. In: Josianne, G. S and Lesley, A. M. (Eds.), Live feeds in marine aquaculture. Blackwell publishing, UK, 1-16.

Evjemo, J. O., Reitan, K. I., Olsen, Y., 2003. Copepods as live food organisms in the larval rearing of halibut larvae (Hippoglossus hippoglossus L.) with special emphasis on the nutritional value. Aquaculture, 227(1-4): 191-210.

Fukusho, K. I980. Mass production of a copepod, Tigriopus japonicus in combination culture with a rotifer Brachionus plicatilis, fed w-Yeast as a food source. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 46(5): 625-629.

Fukusho, K., Arakawa, T. and Watanabe, T. 1980. Food value of a copepod, Tigriopus japonicus, cultured with w-Yeast for larvae and juveniles of mud dab Limanda yokohamae. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 46(4): 499-503.

Fukusho, K., Hara, O., Iwamoto, H. and Kitajima, C. 1977. Mass production of the copepod Tigriopusjaponicus, in combination withrotifer, Brachionusplicalitis, feeding baking yeast and using large scale outdoor tanks. Report of Nagasaki Prefectural Fisheriesexperimental station3: 33-40.

Ho, J. 1990. Copepod phylogeny: a reconsideration of Huys & Boxshall's 'parsimony versus homology' in Developments in Hydrobiology. Martens, K., Ecology and Morphology of Copepods pp 31-39

Ho, J. S. 2005.Symbiotic copepods as live feed in marine finfish rearing.Copepods in aquaculture, Papers presented at a work shop held inHonolulu. Cheng-sheng Lee, Patricia J. O'Bryen and Nancy H. Marcus (eds). Black well publishing professional 1ST Ed. 2121 stateavenue, Ames, Iowa 50014 (USA).

Huys, R. and Boxshall, G.A.1991. Copepod Evolution. London, U.K.: The Ray Society. 468pp

Kitajima, C. 1973. Experimental trails on mass culture of copepods. Bulletin of the Plankton Society of Japan ,20: 54-60.

Lavens, P., Sorgeloos, P. (eds.) 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper. No. 361. Rome, FAO, 295 pp. (ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/w3732e/w3732e00.pdf)

Lim, C. L., Dhert, P., Soregloos, P., 2003. Recent developments in the application of live feeds in the freshwater ornamental fish culture. Aquaculture, 227:319-331.

Lipman, E. E. (2001) Production of copepod Apocyclops panamnesis under hatchery conditions. MSc. Thesis, 68 pp. Auburn University, Alabama

Su, H-M., Cheng, S. H., Chen, T. I., Su, M. S. (2005) Culture of copepods and application to marine finfish larval rearing in Taiwan. In: Copepods in

Aquaculture (Ed. by C. S. lee, P.j. O'Bryen, N.H. Marcus), pp. 183-194. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK

Mandal, S. C., Das, P., Singh, S. K., Bhagabati, S. K., 2009. Feeding of aquarium fishes with natural and artificial foods: available options and future needs. Aqua International, 3: 20-23.

Naess, T. and Bergh, O. 1994. Calanoid copepod resting eggs can be surface-disinfected. Aquacultural Engineering, 13: 1-9.

New, M. B., 1998. Global aquaculture: Current trends and challenges for the 21st century. In: Anans do Aquacultura Brasil 98, Vol. I. Nov.2-6, Recife.

Nihon SuisanshigenHogokyoukai,1979. Mass Culture of Zooplankton as Food for Fish Larvae. Tokyo, Japan: Nihon suisanshigen Hogokyoukai.(in Japanese),142 pp

Omori, M. 1973. Cultivation of marine copepods. Bulletin of the Plankton Society of Japan, 20:3-11

Pederson, B.H. 1984. The intestinal evacuation rates of larval herring (C1upea harengus L.) predating on wild zooplankton. Dana, 3: 21-30.

Phelps, R. P., Sumiarsa, G. S. Lipman, E. E.,Lan, H. P., Moss, K.K., Davis, A.D. (2005) INtensive and extensive production techniques to provide copepod nauplii for feeding larval red snapper Lutjanus campechanus. In: Copepods in Aquaculture (Ed. by C. S. lee, P.j. O'Bryen, N.H. Marcus), pp. 151-168. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK

Santhosh, B., Muhammed Anzeer F., Unnikrishnan C., Anil, M. 2015. Potential Species of Copepods for MarineFinfish Hatchery. Winter School on

Technological Advances in Mariculturefor Production Enhancement and Sustainability pp 170-176

Støttrup, J. G., Richardson, K., Kirkegaard, E. Pihl, N. J. 1986. The cultivation of Acartia tonsa Dana for use as a live food source for marine fish larvae. Aquaculture, 52: 87-96.

Stottrup J. G., Norsker, N. H. 1997. Production and use of copepods in marine fish larviculture. Aquaculture, 155: 231-247

Stottrup, J. G. 2006. A Review on the status and progress in rearing copepods for marine Larviculture. Advantages and disadvantagesamong Calanoid, Harpacticoid and Cyclopoid copepods. In: L. Elizabeth Cruz Suarez, Denis Rique Marie, Mireya Tapia Salazar,Martha G. Nieto Lopez, David A Villarreal Cavazos, Ana C. Puello Cruz and Armando Garcia Ortega, (Eds.). Advances enNutricionAcuicola VIII. VIII Simposium Internacional de NutricionAcuicola. 15-17 Noviembre. Universidad Autonoma de NuevoLeon, Monterrey, Nuevo Leon, Mexico. P.62-83

URL:https://www.algaebarn.com/a-closer-look-at-the-cyclopoid-copepod-apocyclops-panamensis/ (pristupljeno: 14. 9. 2017.)

URL:https://www.alchetron.com/Acartia-tonsa-1640884-W(pristupljeno: 14. 9. 2017.)

URL:https://www.commons.wikimedia.org/wiki/File:Tigriopus_sp_japonicus_male.jpg(pristupljeno: 14. 9. 2017.)

IZJAVA

S punom odgovornošću izjavljujem da sam završni izradio samostalno, služeći se navedenim izvorima podataka i uz stručno vodstvo mentora doc.dr.sc. Josipa Mikuša.

Karlo Maškarić:

Potpis

_____