

DINAMIKA RASTA NEDORASLIH JASTOGA (PALINURUS ELEPHAS) U KONTROLIRANIM UVJETIMA

Slavica¹, A., Z. Janicki¹, D. Konjević¹, K. Severin¹

SAŽETAK

Tijekom razdoblja od dvije godine (2001 - 2003.) praćena je brzina rasta i ritam presvlaćenja nedoraslih jastoga držanih u kontroliranim uvjetima. Sve jedinke ($n = 154$) u pokusu iskazale su ritmičnost presvlaćenja, tako da se većina rakova istraživane skupine (90,4 %) presvlaćila dva puta godišnje - u proljeće i u jesen. Jedinke oba spola iskazale su podjednaku ritmičnost presvlaćenja i brzinu rasta do pojave prve spolne zrelosti, no nakon spolnog sazrijevanja ženke su iskazale sporiji rast u odnosu na mužjake. Nedorasli jastozi su pri svakom presvlaćenju narasli u prosjeku od 2,0 do 2,5 cm (mjereno od vrha glavopršnjačkog šiljka do kraja repa), što znači da je prosjek rasta iznosio od 4 do 5 cm godišnje. Kako je pojava prve spolne zrelosti u jastoga iz Jadranskog mora utvrđena pri ukupnoj dužini tijela od najmanje 21 cm, značajno je istaknuti da pri zabilježenoj brzini rasta nedoraslim jastozima treba najmanje četiri godine da dostignu dužinu tijela pri kojoj se pojavljuju znakovi prve spolne zrelosti. U istraživanih jedinki oba spola utvrdili smo postojanje dvije vrste spolne zrelosti - fiziološku i funkcionalnu, s tim da se fiziološka spolna zrelost (proljećno presvlaćenje) kod većine jastoga (87,5%) javlja u prosjeku pola godine ranije od funkcionalne spolne zrelosti (jesensko presvlaćenje).

Ključne riječi: jastog, dinamika rasta, prva spolna zrelost

UVOD

Tendencija uzgoja jastoga u svijetu kreće se uzlaznom putanjom. Prema objavljenim podacima

(Duggan i McKinnon, 2003; Nelson i sur., 2003; Smith i sur., 2004) najnaprednije tehnike uzgoja jastoga razvili su znanstvenici iz Australije i Novog Zelanda. U Hrvatskoj su istražene mogućnosti uzgoja morskih rakova u malim farmama (VIP projekt Ministarstva poljoprivrede i šumarstva 2001 - 2003.). Istraživanja su provedena na tri najvažnije i najrasprostranjenije vrste deseteronožnih rakova Jadranskog mora (jastog, hlap i škamp), a dobiveni rezultati pokazali su da je jastog (*Palinurus elephas*) najpovoljnija vrsta za držanje u kontroliranim uvjetima. Koristeći iskustva iz devedesetih godina (Slavica i sur., 1998) tijekom realizacije projekta po prvi puta je u praksi ostvaren uspješan uzgoj jastoga, odnosno tov nedoraslih jedinki do konzumne veličine. Sam uzgojni proces podijeljen je u dva dijela. U prvoj fazi terenskog rada uspostavljena je, u Sućuraju na otoku Hvaru, bazenska stanica s protočnom morskom vodom čiji kapaciteti su dopuštali uzgoj maksimalno 250 nedoraslih jastoga. Realizacijom prve faze uzgoja stvoreni su uvjeti za nesmetano praćenje rasta jastoga i kontrolu ciklusa presvlaćenja (ograničavajući čimbenik rasta svih rakova je vanjski oklop koji se ciklički odbacuje). Druga faza uzgoja znatno je kompleksnija (Cox i Johnston, 2003), a obuhvaća kontrolirano mriješćenje jastoga te stvaranje svih potrebnih uvjeta za praćenje zooplanktonskog stadija razvoja raćjeg mlađa.

¹Dr. sc. Alen Slavica, viši asistent; dr. sc. Zdravko Janicki, izvanredni profesor; Dean Konjević, dr. vet. med., znanstveni novak; Krešimir Severin, dr. vet. med., znanstveni novak, Katedra za biologiju, patologiju i uzgoj divljači, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Heinzelova 55, 10 000 Zagreb

▼ **Tablica 1.** Učestalost presvlačenja, specifična stopa rasta i ukupni dužinski prirast jastoga tijekom razdoblja od dvije godine (2001 - 2003).

SPOLO	Br. jastoga	UDT u cm	UP/ Razdoblje	SSR u cm	UDP/ 2 god. u cm
♂	5	10-12	4 / P,J,P,J	2.4	9.5
♀	6	10-12	4 / P,J,P,J	2.4	9.5
♂	10	12-14	4 / P,J,P,J	2.5	10.0
♀	11	12-14	4 / P,J,P,J	2.5	10.0
♂	11	14-16	4 / P,J,P,J	2.3	9.2
♀	10	14-16	4 / P,J,P,J	2.3	9.2
♂	14	16-18	4 / P,J,P,J	2.1	8.4
♀	17	16-18	4 / P,J,P,J	2.1	8.4
♂	13	18-20	4 / P,J,P,J	2.0	8.0
♀	12	18-20	4 / P,J,P,J	2.0	8.0
♂	10	20-22	4 / P,J,P,J	1.9	7.6
♀	12	20-22	3 / P,J,P	1.7	5.1
♂	11	22-24	4 / P,J,P,J	1.8	7.2
♀	12	22-24	3 / P,J,P	1.6	4.8

UDT - ukupna dužina tijela jastoga (u cm); UP - učestalost presvlačenja; Razdoblje: P-proljeće, J-jesen; SSR - specifična stopa rasta (u cm); UDP/2 god. - ukupan dužinski prirast (u cm) tijekom dvije godine

MATERIJAL I METODE

Sve jastoge (n = 154) na kojima je provedeno istraživanje smjestili smo u plastične tankove veličine 2 x 3 metra. Tankovi su prije stavljanja u funkciju prebojani specijalnom zaštitnom bojom koja onemogućuje negativno djelovanje epoksidnih smola na biološki materijal. Rakovima je osiguran stalni dotok morske vode (0.5 m³/s), konstantne temperature (18 °C) što je postignuto crpljenjem mora iz podmorske bušotine dubine 40 m. Manji jastozi čija ukupna dužina tijela (UDT, dužina jastoga mjerena od vrha glavopršnjačkog šiljka do kraja repa) nije prelazila 15 cm hranjeni su gotovom peletiranom hranom, dok su veći primjerci (UDT > 15 cm) hranjeni ježincima, školjkašima i nejestivim

kočarskim prilovom. Osvjetljenje je bilo ritmično – slično prirodnom, s prosječno dvanaest sati svjetlosti i dvanaest sati tame. Istraživane jedinke jastoga podijelili smo u tri skupine, tako da je prva skupina sastavljena od spolno zrelih jedinki (n = 35), u drugoj su bili spolno nezreli jastozi (n = 85), dok je treća bila kontrolna skupina (n = 34). Prije početka uzgoja svim jastozima u pokusu točno smo utvrdili sve masene i dužinske mjere (UDT i DG = dužina glavopršnjaka) te odredili dob i spol istraživanih jedinki.

REZULTATI

Našim istraživanjima utvrdili smo dva osnovna razdoblja presvlačenja nedoraslih jastoga: proljetno razdoblje koje u prosjeku traje mjesec dana (od 15. ožujka do 15. travnja) te jesensko razdoblje koje također traje oko mjesec dana (od 15. rujna do 15. listopada tekuće godine). Rast jastoga vrlo je teško pratiti mjerenjem njihove mase, jer se pri svakom presvlačenju težina svake jedinke znatno mijenja (da bi povećali obujam tijela jastozi unose veće količine vode u organizam) te smo stoga za određivanje brzine rasta jastoga koristili prvenstveno dužinske mjere. Specifična stopa rasta (SSR) nedoraslih jastoga tijekom proljetnih i jesenjih presvlačenja kretala se između 2,0 i 2,5 cm (tablica 1.) Manje jedinke (UDT = 10 do 14 cm) pri svakom presvlačenju su povećavale tjelesnu dužinu za 2,4 do 2,5 cm. Nešto veći jastozi (UDT = 14 do 16 cm) tijekom presvlačenja narasli su u dužinu 2,3 cm, dok su jastozi ukupne dužine od 16 do 20 cm narasli prosječno 2,0 do 2,1 cm.

Signifikantne razlike SSR te ukupnog dužinskog prirasta (UDP) između mužjaka i ženki jastoga nismo utvrdili u spolno nezrelih jedinki, no nakon spolnog sazrijevanja došlo je do značajnih promjena. U jedinki većih tjelesnih proporcija (UDT > 20 cm) pored toga što smo utvrdili opće smanjenje specifične stope rasta (SSR = 1,6 do 2,0 cm) u oba spola, zabilježili smo i značajne razlike u periodičnosti presvlačenja između mužjaka i ženki jastoga, zato što su spolno zrele ženke promijenile ritam presvlačenja te su ciklus rasta uskladile sa spolnim ciklusom. Shodno navedenom spolno zrele ženke presvlačile su se samo jednom godišnje

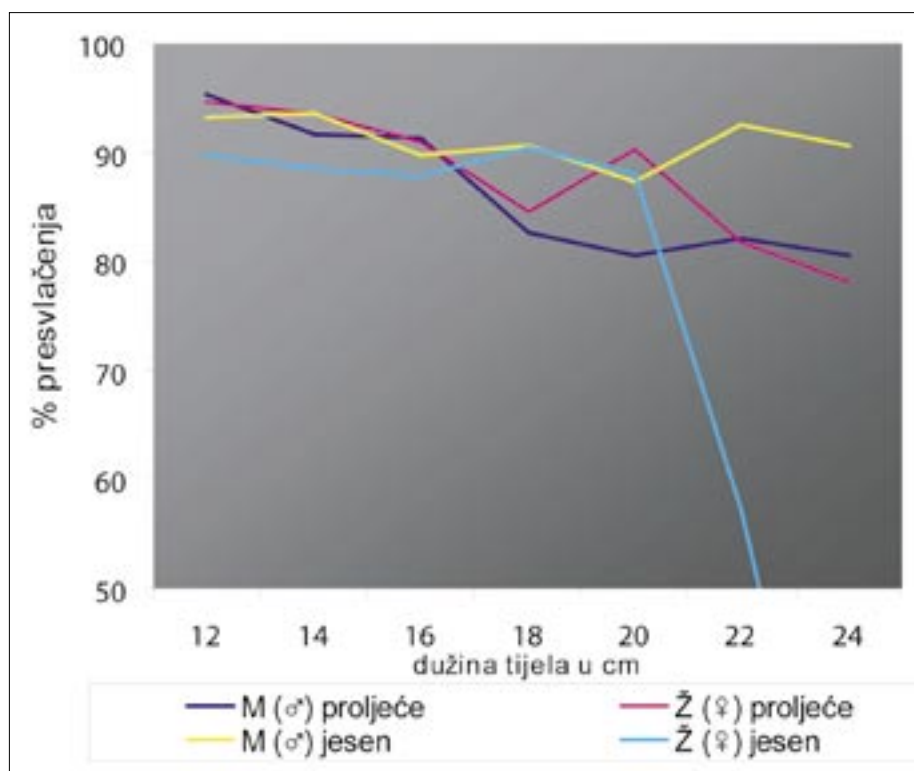
tijekom proljeća (grafikon 1.) i stoga su iskazale znatno slabiji UDP u kontroliranom razdoblju od dvije godine, u odnosu na mužjake (tablica 1.). Pri likom utvrđivanja UDT jastoga pri kojoj se pojavljuju znakovi spolne zrelosti, kod jedinki oba spola utvrdili smo pojavu dvije vrste spolne zrelosti: fiziološke i funkcionalne. Fiziološka spolna zrelost kod jedinki oba spola pojavljuje se prosječno pola godine ranije nego funkcionalna spolna zrelost, tako da smo kod većine jedinki u pokusu fiziološku spolnu zrelost utvrdili nakon proljetnog, a funkcionalnu spolnu zrelost nakon jesenskog presvlačenja. U mužjaka jastoga pojavljivanje fiziološke spolne zrelosti utvrdili smo pri minimalnoj ukupnoj dužini tijela od 18,5 cm. Funkcionalnu zrelost spolnih organa utvrdili smo pri minimalnoj UDT mužjaka od 20,9 cm, no većina mužjaka (> 80 %) iskazala je funkcionalnu spolnu zrelost pri dužini tijela većoj od 22,0 cm. U ženki jastoga fiziološku zrelost spolnih organa utvrdili smo pri minimalnoj dužini tijela od 18,9 cm, a funkcionalnu spolnu zrelost pri dužini

tijela od 21,2 cm. Većina ženki jastoga (> 90%) sposobna je za oplodnju pri dužini tijela većoj od 23,0 cm. Nakon spolnog sazrijevanja registrirana je i značajna promjena ponašanja jedinki oba spola, s tipičnim individualno-teritorijalnim reakcijama.

RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Brzina rasta jastoga u kontroliranim uvjetima ovisi prvenstveno o čimbenicima okoline (Slavica i sur., 2002), od kojih su svakako najvažniji temperatura morske vode te količina otopljenog kisika (Diaz-Iglesias i sur., 2004). Tijekom našeg pokusa ograničili smo se isključivo na postizanje što boljih zoohigijenskih uvjeta držanja jastoga, uz istovremeno optimaliziranje hranidbenog procesa. Za vrijeme istraživanja nedorasli jastozi smješteni u tankovima s protočnom morskom vodom i hranjeni peletiranom hranom u prosjeku su iskazali godišnji UDP od 4,0 do 5,0 cm, što se poklapa s već objavljenim rezultatima rasta jastoga u bazenima (Slavica i sur., 2003). Istraživane jedinke zadržale su isti ritam

▼ **Graf 1.** Postotak presvlačenja jedinki oba spola s obzirom na ukupnu dužinu tijela (UDT u cm) u proljetnom i jesenjem ciklusu presvlačenja, tijekom razdoblja od dvije godine (2001.-2003).



presvlačenja (proljeće - jesen) kao i prirodna populacija jastoga u Jadranskom moru (Cetinić i sur., 2001), no iskazale su znatno veći dužinski prirast po presvlačenju (~2,3 cm) od prirodne populacije (~1,9 cm). Stoga je i pojava prve spolne zrelosti zabilježena znatno ranije nego što je to slučaj u prirodi. Pri utvrđivanju UDT jastoga kod koje se pojavljuje spolna zrelost svakako treba uzeti u obzir pojavnost dviju vrsta spolne zrelosti (Goni i sur., 2003), od kojih se fiziološka zrelost uvijek javlja prije funkcionalne spolne zrelosti (Slavica i sur., 2002). Tijekom naših istraživanja potvrdili smo navode drugih

autora (Goni i sur., 2003) prema kojima pojavljivanje fiziološke spolne zrelosti jastoga započinje proljetnim presvlačenjem, dok se funkcionalna spolna zrelost uglavnom pojavljuje pola godine kasnije, nakon jesenskog presvlačenja.

U mužjaka jastoga utvrdili smo pojavu funkcionalne spolne zrelosti pri ukupnoj dužini tijela od UDT = 20,9 cm. No, većina mužjaka (82.5 %) tjelesne dužine od približno 21 cm još uvijek nije bila spremna za kopulaciju i polaganje spermatofora. Sličnu situaciju zabilježili smo i u ženki, kod kojih je pojava prve funkcionalne spolne zrelosti utvrđena pri ukupnoj dužini tijela od UDT = 21,2 cm. Većina ženki jastoga (92.5 %) tjelesne dužine od približno 22 cm nije iskazala sposobnost za oplodnju i ovipoziciju, iako su im jajnici fiziološki bili u funkciji. Pošto se ženke nakon pojave spolne zrelosti presvlače samo jednom godišnje (u proljeće), njihov UDP (4,8 do 5,1 cm) je znatno manji nego u mužjaka (UDP = 7,2 do 7,6 cm), o čemu treba voditi računa kako u uzgojnim zahvatima, tako i prilikom određivanja dopuštenih minimalnih mjera izlova jastoga.

Postignuti rezultati tijekom dvije godine s ukupnim dužinskim prirastom od prosječno 9 cm za spolno nezrele jedinke pokazuju da je uzgoj jastoga u potpunosti ostvariv u praksi. Uz dinamiku rasta od 4,0 do 5,0 cm godišnje za postizanje konzumne veličine jastoga potrebno je najmanje četiri godine, a u budućnosti očekujemo daljnji razvitak i unapređenje tehnologije uzgoja. Od jastoga uzgojenih u kontroliranim uvjetima planiramo stvoriti matični fond koji će služiti za razmnožavanje te obnovu prirodne populacije jastoga u Jadranskom moru.

SUMMARY

GROWTH RATE AND MOLT CYCLE OF ADRIATIC SPINY LOBSTER (*P. ELEPHAS*) MAINTAINED IN CONTROLLED CONDITIONS

*During period of two years growth rate and molt frequency of sub-adult Adriatic spiny lobsters (*Palinurus elephas*) maintained in controlled condition were recorded. All specimens (154) in experiment showed rhythmic molt cycle, in a manner that majority of tested lobsters (90.4 %) have molt twice a year – in spring and autumn period. No significant difference in growth rate and molt rhythm between specimens of opposite sex was observed before first sexual maturity, but sexually matured females*

showed lower growth rate than sexually matured males. During each molt length growth of sub-adult lobsters was in average 2.0 to 2.5 cm, what imply that average yearly growth rate was between 4 and 5 cm. According to fact that first sexual maturity of spiny lobsters in Adriatic was recorded at total length (TL) of 21 cm minimum, it is obvious that Adriatic spiny lobsters need at least four years to reach the length of first sexual maturity. All studied lobsters manifested two types of sexual maturity – physiological and functional, and in most specimens (87.5 %) physiological sexual maturity (spring molt) has shown half a year earlier than functional sexual maturity (autumn molt).

Key words: lobster, growth rate, first sexual maturity

LITERATURA

Cetinić, P., J. Dulčić, I. Jardas, M. Kraljević (2001): Istraživanje stanja naselja jastoga i hlapa u Jadranu. Institut za oceanografiju i ribarstvo. Split, 2001.

Cox, S. L., D. J. Johnston (2003): Feeding biology of spiny lobster larvae and implications for culture. *Reviews in Fisheries Science* 11, 89-106.

Diaz-Iglesias, E., F. Diaz-Herrera, A. D. Re-Araujo, M. Baez-Hidalgo, M. Lopez-Zenteno, G. Valdes-Sanchez, A. K. Lopez-Murillo (2004): Temperature preference and circadian oxygen consumption of the red spiny lobster, *Panulirus interruptus* (Randall, 1842). *Ciencias Marinas* 30, 169-178.

Duggan, S., A. D. McKinnon (2003): The early larval developmental stages of the spiny lobster *Panulirus ornatus* (Fabricius, 1798) cultured under laboratory conditions. *Crustaceana* 76, 313-332.

Goni R., A. Quetglas, O. Renones (2003): Size at maturity, fecundity and reproductive potential of a protected population of the spiny lobster *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) from the western Mediterranean. *Marine Biology* 143, 583-592.

Nelson, M. M., B. J. Crear, P. D. Nichols, D. A. Ritz (2003): Feeding southern rock lobster, *Jasus edwardsii* Hutton, 1875, phyllosomata in culture: Recent progress with lipid-enriched Artemia. *Journal of Shellfish Research* 22, 225-233.

Slavica, A., Z. Petrinc, Z. Janicki (2002): Length structure and first sexual maturity of the spiny lobster (*Palinurus elephas*) maintained in laboratory conditions. *Fish farming days "Osijek 2002"*. Bizovac, 20.-21. 06. 2002. Zbornik sažetaka, 20-21.

Slavica, A., Z. Petrinc, Z. Janicki (2003): Growth rate of the Adriatic spiny lobster (*Palinurus elephas*) maintained in tanks and cages. *WORLD AQUACULTURE 2003 - The Annual International Conference and Exposition of the World Aquaculture Society*. 19-23 May, Salvador, Brazil, 2003. Book of Abstracts. str. 232.

Slavica, A., Z. Janicki, D. Mihelić, V. Gjurčević-Kantura, G. Bačić (1998): Aquaculture in marine species of the Decapod crustaceans (Crustacea, Decapoda). 5th International Veterinary Congress. Rovinj, 13-17. 10. 1998. Proceedings, 343-348.

Smith, G. G., M. R. Brown, A. J. Ritar (2004): Feeding juvenile Artemia enriched with ascorbic acid improves larval survival in the spiny lobster *Jasus edwardsii*. *Aquaculture Nutrition* 10, 105-112. ■