

マダイ仔魚に対する油脂酵母ワムシの餌料効果

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	北島, 力 ほか6名,
巻/号	46巻1号
掲載ページ	p. 43-46
発行年月	1980年1月

マダイ仔魚に対する油脂酵母ワムシの餌料効果^{*1}

北島 力・荒川敏久・大和史人・藤田矢郎

今田 克・渡辺 武・米 康夫

(1979年7月14日受理)

Dietary Value for Red Sea Bream Larvae of Rotifer *Brachionus plicatilis* Cultured with a New Type of YeastChikara KITAJIMA^{*2}, Toshihisa ARAKAWA^{*2}, Fumihito OOWA^{*3}, Shiro FUJITA^{*2}
Osamu IMADA^{*4}, Takeshi WATANABE^{*3}, and Yasuo YONE^{*5}

A new kind of yeast (ω -Yeast) as a food for rotifers was produced by supplementing pollock liver oil or cuttlefish liver oil at levels of 8% to 15% to the culture medium of baker's yeast *Saccharomyces cerevisiae*. The dietary value for red sea bream larvae of rotifers cultured with ω -Yeast containing different amounts of ω 3 highly unsaturated fatty acids (ω 3 HUFA) was compared with those cultured with respectively baker's yeast (Y-rotifer) and marine chlorella *Chlorella minutissima* (C-rotifer).

The lower growth rate and higher mortality observed in the fish fed on Y-rotifer were clearly improved by giving them Y-rotifer cultured with ω -Yeast, supplemented with pollock liver oil at a 8% level. The dietary value of rotifers was found to be proportional to the ω 3 HUFA content in the yeast and the content was effectively elevated by replacing pollock liver oil with cuttlefish liver oil or by increasing an amount of lipid from 8% to 15%, added to the culture medium of the yeast. The highest dietary value was obtained in the rotifers cultured with ω -Yeast produced by supplementing cuttlefish liver oil at a 15% level, comparable to those obtained by the larvae fed on C-rotifer.

Thus, it has been demonstrated that the content of ω 3 HUFA in the rotifers is the principal factor in the nutritional quality of rotifers as a living feed and that the high mortality observed frequently in red sea bream larvae induced by feeding them Y-rotifer as a single feed is due to ω 3 HUFA deficiency in the fish.

海産魚の種苗生産における初期餌料であるシオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* (以下ワムシという) の生産は、従来主として海産クロレラを餌料として行われてきたが、近年種苗生産量の増大に伴ない、市販のパン酵母が培養餌料として一般に用いられるようになった。しかし、パン酵母で培養したワムシ (酵母ワムシ) を与えると、仔魚の活力が弱く大量へい死を招くので、便宜的に海産クロレラと併用したり、短時間クロレラで二次培養する方法がとられている^{1,2)}。

先に、クロレラで培養したワムシ (クロレラワムシ) と酵母ワムシの栄養価の相違は、主として海産魚の必須脂肪酸 (EFA) である ω 3 高度不飽和酸 (ω 3 HUFA)³⁾

の含量によるを明らかにし⁴⁾、これに基づいて、パン酵母に ω 3 HUFA を多量に含有する魚介油を強化した油脂酵母を開発した⁵⁾。今回は、油脂酵母で培養したワムシ (油脂酵母ワムシ) のマダイ *Pagrus major* 仔魚に対する餌料価値を、酵母ワムシならびにクロレラワムシと比較したので報告する。

方 法

油脂酵母の作製 実験に用いた油脂酵母は、既報⁵⁾ のようにパン酵母 *Saccharomyces cerevisiae* の培養過程で、培地に魚介油を添加して作製した。油脂酵母に取り込ませる ω 3 HUFA の量を、海産クロレラのレベルに

*1 種苗生産における栄養学的研究—X。

*2 長崎県水産試験場増養殖研究所 (Aquaculture Research Laboratory, Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries, Nomozaki, Nagasaki 851-05, Japan)。

*3 東京水産大学 (Laboratory of Fish Nutrition, Tokyo University of Fisheries, Konan 4, Minato-ku, Tokyo 108)。

*4 協和醸酵工業株式会社 (Kyowa Hakko Kogyo Co., LTD. Otemachi, Chiyoda-ku, Tokyo 100)。

*5 九州大学農学部水産実験所 (Fisheries Research Laboratory, Kyushu University, Tsuyazaki, Fukuoka 811-33, Japan)。

Table 1. Conditions of rearing experiments of larval red sea bream fed on the rotifers cultured with various kinds of medium

Experiment	Kind of rotifer	Fish used	Feeding period	Water temperature (°C)
I	SY ₁ -R: rotifer fed on the yeast cultured with a medium added pollock liver oil (8%)	Larvae fed on C-R for 11 days after hatching	May 5–June 17, 1976 (23 days)	19.5–22.5
	BY-R: rotifer fed on baker's yeast			
II	SY ₂ -R: rotifer fed on the yeast cultured with a medium added pollock liver oil (15%)	Just hatched larvae	June 17– July 8, 1976 (21 days)	21.7–24.0
	C-R: rotifer fed on marine chlorella			
	BY12C-R: BY-R secondarily cultured with marine chlorella for 12 h			
III	SY ₃ -R: rotifer fed on the yeast cultured with a medium added cuttlefish liver oil (15%)	Just hatched larvae	May 3–30, 1977 (27 days)	17.2–20.5
	SY ₃ -R BY3C-R: BY-R secondarily cultured with marine chlorella for 3 h			
IV	SY ₃ -R	Just hatched larvae	May 25–June 20, 1977 (27 days)	18.4–22.8
	C-R			
	BY3C-R			

近づけることを目標にして、培地にスケトウダラ肝油8% (実験 I), 同 15% (実験 II), イカ肝油 15% (実験 III および IV) をそれぞれ添加培養した油脂酵母を作製して供試した。

餌料ワムシの培養 培養に供した種ワムシは、屋外40トン水槽でパン酵母単用またはこれに海産クロレラ *Chlorella minutissima* を併用して培養したものである。これを1トンパンライト水槽に約100個体/mlの密度に接種し、油脂酵母またはパン酵母をワムシ10⁶個体当たり1日1gの割合で給餌して、3日以上培養したものを試験餌料とした。また、対照として用いた酵母ワムシのクロレラによる二次培養は、海産クロレラ(約2×10⁷細胞/ml)を満した100ml容バケツに約300個体/mlの密度で酵母ワムシを収容し、3時間および12時間行つた。

このようにして培養した各ワムシの脂肪酸組成を、前報⁹⁾の方法によつて分析した。

仔魚の飼育 各ワムシによる仔魚の飼育試験は、Table 1に示したように1976年および1977年に4回行なつた。飼育にはいずれも1トンパンライト水槽を用い、ふ化直後は止水、ワムシの給餌開始と同時に流水にし、その量を仔魚の成長に従つて200ml/分から500ml/分まで徐々にふやした。またエアストーン1個を用い約300ml/分の通気を行つた。

各実験で餌料に用いた各ワムシの培養方法を、Table

1にまとめて示した。各試験区に対するワムシの給餌は、成長段階別日間給餌量⁹⁾と生残尾数から推定した量を、朝、夕の2回に分けて行つた。

飼育試験終了後、生残個体数の算定と無作為に抽出した約30尾について全長を測定した。また仔魚の活力を比較するため、約300尾を手網で5秒間水から掬い上げた後、30lパンライト水槽に移して、24時間後の生残率を調査した。

結果と考察

ふ化後11日目の仔魚を用いた実験Iの結果は、Table 2に示したように、成長、生残率および活力とも油脂酵母ワムシを給餌したSY₁区が、酵母ワムシを与えたBY区よりも明らかに優れていた。実験開始後4日目で両区の成長にはすでに差が認められ、その後差は次第に増大した。しかし、SY₁区も活力テストの生残率が76%と、クロレラワムシを与えた場合の90%以上⁷⁾と比べると低く、また実験終了後、全個体を海面生質に移送直後30%前後がへい死したことなどから、仔魚の活力は必ずしも高かつたとはいえない。Table 4に示したように、この実験で用いた油脂酵母ワムシの脂肪酸組成をみると、ω3 HUFAが7%前後で酵母ワムシよりも高いが、クロレラワムシの約30%に比べると著しく低いことから、それが不足していたと考えられる。

実験Iの結果から、実験IIではタラ肝油の培地への

Table 2. Comparison of growth and survival rate of larval red sea bream at Experiment I

Kind of rotifer	Initial, May 26		May 30	June 4	Final, June 7		Survival rate (%)	Survival rate at activity test (%) ^{*2}
	TL (mm)	No. of fish	TL	TL	TL	No. of fish		
SY ₁ -R	5.42 ±0.34 ^{*1}	30,000	7.35 ±0.54	9.10 ±1.03	9.28 ±0.77	22,000	73	76.0
BY-R	do.	do.	6.15 ±0.50	7.43 ±0.69	7.44 ±0.78	4,000	13	12.5

*1 Mean±SD

*2 Survival rate during 24 h after 500 fish were dipped out of water with a scoop net for 5 s and moved to a 30 l tank.

Table 3. Comparison of growth and survival rate of larval red sea bream at Experiments II, III and IV

Exp.	Kind of rotifer	Initial	Final		Survival rate (%)	Survival rate of activity test (%) [*]
		No. of fish	TL (mm)	No. of fish		
II	SY ₂ -R	15,000	9.18±0.87	11,130	74.2	92.9
	C-R	12,000	10.10±1.60	5,200	43.3	91.7
	BY12C-R	do.	9.25±1.24	3,320	27.7	93.2
III	SY ₃ -R	24,000	10.10±0.68	8,700	37.8	96.3
	SY ₃ -R	do.	9.78±0.65	9,820	42.7	98.1
	BY3C-R	do.	7.69±0.98	9,520	39.7	80.7
IV	SY ₃ -R	15,000	10.32±1.28	7,590	50.6	88.2
	C-R	do.	9.78±1.11	6,500	43.3	91.5
	BY3C-R	do.	8.25±1.09	2,640	17.6	55.8

* See the footnote of Table 2.

Table 4. Fatty acid compositions of the rotifers used in the experiments (area %)

Fatty acid	SY ₁ -R	SY ₂ -R	SY ₃ -R	BY-R	BY3C-R	BY12C-R	C-R
16:0	11.1	15.7	10.3	3.5	9.9	13.1	14.4
16:1	22.9	17.5	12.5	29.5	19.3	23.2	20.4
18:0	5.7	3.5	2.0	6.7	5.2	2.6	2.2
18:2 ω 6	3.7	7.7	2.0	6.2	6.7	6.5	4.7
18:3 ω 3	1.7	tr	tr	0.7	0.8	0.4	tr
20:1	10.2	11.0	8.7	5.2	4.1	2.6	1.7
20:5 ω 3	6.1	5.7	11.2	0.7	7.2	19.0	27.0
22:5 ω 3	0.9	5.0	2.4	tr	tr	1.1	3.0
22:6 ω 3	tr	tr	11.2	tr	tr	tr	tr

添加量を 15% に増加して油脂酵母を作製した。この油脂酵母ワムシを与えた SY₂ 区の成長は、クロレラワムシを与えた C 区よりもやや劣つたが、生残率は C 区および BY12C 区よりも優れ、活力も 90% 以上で C, BY12C 両区に劣らなかつた (Table 3)。以上のように、この実験での油脂酵母ワムシによる飼育結果はかなり改善されたが、その ω 3 HUFA 含量は Table 4 に示したように 11% 程度で、クロレラワムシに比較してなお低く、クロレラで 6 時間二次培養した酵母ワムシの含量⁸⁾と同程度であつた。

油脂酵母製造過程で培地に添加する油脂の量は 15%

程度が上限であり、実験 II の結果から、タラ肝油を ω 3 HUFA 源とした油脂酵母では、ワムシの ω 3 HUFA 量をクロレラワムシのレベルにまで向上させることが困難と考えられた。そこで実験 III では、 ω 3 HUFA 含量がより高いイカ肝油を 15% 添加して油脂酵母を作製した。これで培養したワムシを与えた 2 つの SY₃ 区の成長および活力は、Table 3 に示したように BY3C 区に比べて明らかに優れ、ほぼ満足すべき結果が得られた。この実験で、SY₃ 区の生残率が比較的lowかつたのは、実験末期に既に全長 10 mm 前後に達した上に活力が大であつたため、活発な共食いによるへい死が多かつたこと

が影響している。この油脂酵母ワムシの $\omega 3$ HUFA 含量は約 25% で、ほぼクロレラワムシと同レベルに達した (Table 4)。

さらに、実験 III と同じ油脂酵母ワムシを給餌した実験 IV でも、SY₃ 区では成長、生残率および活力などにおいて、クロレラワムシを与えた C 区とほぼ同等の優れた飼育成績が得られた。両者と比べると、クロレラで 3 時間二次培養した酵母ワムシを与えた BY3C の結果は著しく劣つた。

以上のように、培地に添加する油脂の種類をタラ肝油からより $\omega 3$ HUFA 含量の高いイカ肝油へ、また添加量を 8% から 15% へと油脂酵母の $\omega 3$ HUFA 含量を高めることにより、油脂酵母ワムシの栄養価は改善され、それを給餌した仔魚の成長、生残率および活力は、クロレラワムシに匹敵する優れた結果が得られた。すなわち、今回の試験結果からも、ワムシの餌料効果を左右している最大の要因はワムシの $\omega 3$ HUFA 含量であり、酵母ワムシ給餌による仔稚魚の大量へい死¹⁾などの原因は、ワムシの $\omega 3$ HUFA 不足によるマダイの EFA 欠乏であることが明らかとなつた。

クロレラワムシと油脂酵母ワムシの $\omega 3$ HUFA の内容を比較すると、Table 4 に示したように前者の $\omega 3$ HUFA がほとんど 20:5 $\omega 3$ であるのに対し、後者はほぼ等量の 20:5 $\omega 3$ と 22:6 $\omega 3$ から成っている。この差の仔魚に対する栄養的な意義は明らかでないが、天然

産マダイ幼稚魚⁹⁾、およびその主たる餌料と考えられる *Acartia* 等のコペポダ¹⁰⁾で、22:6 $\omega 3$ が 20:5 $\omega 3$ と同等かむしろ多いことなどから、必須脂肪酸として、20:5 $\omega 3$ 単独よりも両脂肪酸の存在がより好ましいと推測される。

また、この油脂酵母の使用によつて、従来必須であつたクロレラを省略できる可能性があり、それに要する施設や労力が不要になれば、種苗生産工程上極めて有利と考えられる。

文 献

- 1) 北島力・耕田隆彦：長崎水試研報，2，113-116 (1976)。
- 2) 福所邦彦：長崎水試研報，3，152-154 (1977)。
- 3) 米 康夫：養魚と飼料脂質 (水産学シリーズ，22)，恒星社厚生閣，東京，1979，pp. 44-59。
- 4) 渡辺 武・北島 力・荒川敏久・福所邦彦・藤田 矢郎：日水誌，44，1109-1114 (1978)。
- 5) 今田 克・影山百合明・渡辺 武・北島 力・藤田 矢郎・米 康夫：日水誌，45，955-959 (1979)。
- 6) 北島 力・福所邦彦・岩本 浩・山本博敏：長崎水試研報，2，105-112 (1976)。
- 7) 北島 力・藤田 矢郎・大和史人・米 康夫・渡辺 武：日水誌，45，469-471 (1979)。
- 8) 渡辺 武：養魚と飼料脂質 (水産学シリーズ，22)，恒星社厚生閣，東京，1978，pp. 93-111。
- 9) 渡辺 武・荒川敏久・北島 力・福所邦彦・藤田 矢郎：日水誌，44，1223-1227 (1978)。