

鲍的营养需求与更有效人工配合饵料的 开拓评论

摘要: 鲍重要营养成分的需要量是研究其配合饲料的基础。本试验采用半精制试验配合饵料(分别以干酪素、褐藻酸作为蛋白源和碳水化合物源)投喂鲍鱼,通过获得的最佳生长率与饵料转化率(FCE)来确定其主要营养成分的最佳水平。结果发现,蛋白质、脂类及矿物质的最佳水平分别是28%、5%和8%。

投喂商业白鱼粉饵料的结果表明其生长率与FCE均较低,只相当于干酪素饵料的50%。经过热处理的蛋白源(尤其是采用高温处理,投喂大鲍),其生长率较差,且FCE也低。这些结果表明在人工制作配饵过程中,热处理是导致白鱼粉饲料生长率降低的原因。

一、前言

自从鲍的人工促熟、产卵和苗种收集技术确立以后,日本的鲍苗生产进入了大规模的常规生产阶段。(uki和Kikuchi1984)底栖微型藻类已被用作幼鲍的饵料,配合饵料的应用亦日趋广泛,并被用作与藻类混投。但育苗场经常会受到自然资源的限制,即使能获得自然藻类,亦会受季节的限制。配合饵料则能克服这些局限性而使正常化的育苗生产成为可能。

关于藻类作为鲍饵料对其效果的评价已作过很多研究(uki等1986),然而,仅有少量

养殖场获准养殖硬头鲑)。在该岛上的四个最大的养殖场由澳大利亚与挪威的合资企业Tassal公司经营,它已创建了一个从二令鲑阶段开始直到收获、加工和销售等一整套的综合性的经营控制生产体系。

至少,二家公司——海洋渔业公司和澳大利亚海水养殖公司在靠近珀思的澳大利亚西南海岸已开展鲑鱼养殖。海洋渔业公司采用网箱经营硬头鲑养殖,也计划采用同样的系统养殖鲑鱼。在1987年该公司预报:到1992年每年约可捕获养殖鲑500吨,与此同时,澳大利亚海水养殖公司预报到1991年其产量每年可达300吨,到1994年则每年可达1000吨。

编译自《Marine Fisheries Review》Vol. 53, No. 1, 1991。

的研究可满足、适用于该软体动物对营养的需求。(Ogino和Ohta1963, Ogino和Kato 1963)。我们就鲍主要营养的需求量进行了研究,并报道如下:

二、材料与方法

1. 试验动物:

亲鲍采自女川、宫城县的江岛群岛附近。经人工促熟、紫外线诱导产卵获得苗种,实验前幼体采用底栖微藻与Eisenia bicyclis藻培养。

2. 饵料准备:

饵料按略经改进后的Ogino和Colleagues方法加工制成。配料中加以褐藻酸钠(粘度1000cps掺水后,(120—150%w/w)混合物调成糊状(表1)最后成形为直径 $\phi 80\text{mm}$ 和10mm的圆柱形颗粒饵料。将圆柱形颗粒在 CaCl_2 (5%w/v)水溶液中浸泡1分钟,通过这种处理,使褐藻酸钠转变成成为不溶性的褐藻酸钙凝胶,而将营养物包住。

表1 鲍的试验饵料组成

名 称	试 验 饵 料 号				
	1	2	3	4	
干 酪 素	30	30	0		1. 矿物质组成同Ogino(1980)的鲤鱼与虹鳟饵料
白 鱼 粉	0	0	47		2. 维生素组成同Ogino和saito(1970)的鲤鱼与虹鳟饵料,详细见Uki等(1985)
糊 精	34	31	21	新鲜爱森藻叶	
纤 维 素	5	5	5	(Eisenia-bicyclis)	3. 豆油: 鳕鱼肝油=3:2含V _E 1%
混合矿物质 ¹	4	4	4		4. 藻粉为MakonLu Lammaria japonic藻粉
混合维生素 ²	1.5	1.5	1.5		
氯化胆碱	0.5	0.5	0.5		
脂 肪 ³	5	5	1		
藻 粉 ⁴	0	3	0		
褐藻酸钠	20	20	20		
含 营 养 成 分					
粗 蛋 白	28.5	28.5	29.7	17.5	
粗 脂 肪	5.0	5.0	5.3	1.2	

。每块圆柱形饵料干重5克,将饵料置于密封容器内, -40℃下保藏。每次投喂前解冻圆柱形饵料。根据以前试验的结论,水分对投喂与生长率无影响。(uki等1985)。

3. 培养系统:

实验采用21×36×23公分20升容量的苯乙烯树脂槽。槽表面漆成黑色以阻止底栖藻类

的生长。底部放置一人字架形塑料隐蔽物，向每个槽供应经调节为20℃左右，通过沙滤的海水进行流水培养，流速20L/h，微充气以促进粪便通过底部角落的管子排出。五组独立的实验各进行40天或80天（脂类组）。

4. 投饵方法与投饵量的确定。

摄饵研究表明鮑具有明显在黄昏与午夜之间摄食的习性(uki, 1981)。投喂量要根据摄食速度和持续时间调整，而后者又与温度有关。试验过程中，保证鮑在夜间至第二天早上均有饵可食，每日投喂。12小时后收集残饵烘干测定摄食量。根据Uki等1985的试验，保证每个个体最大生长速度的最小摄食量在2—3克之间。（见图1）

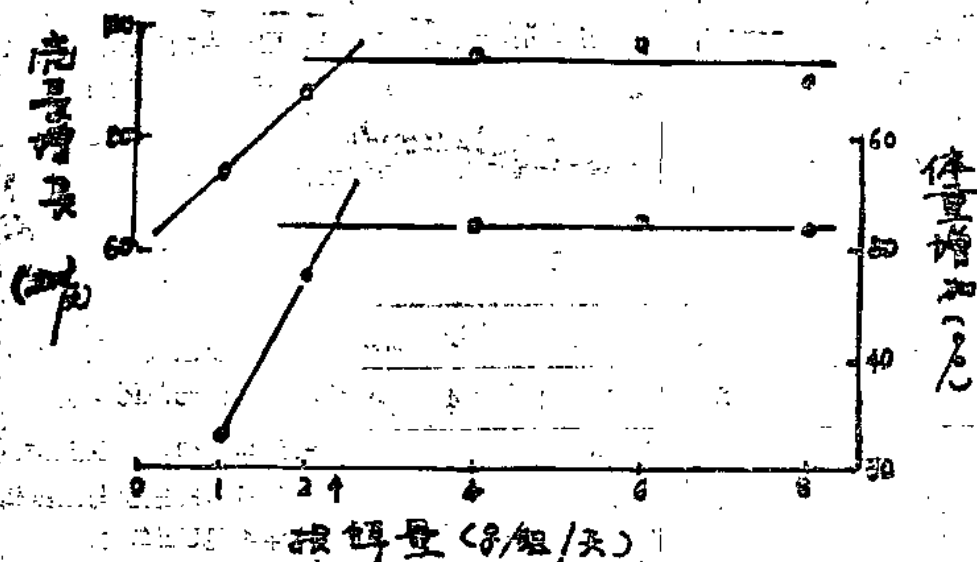


图1 (最初试验结果表明了维持鮑最大生长率的最小日投饵量，每组鮑44个始重100g，空心圆和实圆分别指40天内每天平均壳长增长与增重，箭头指每天需要的最小饵料量)

在本系列试验中的投饵量为5克。摄食量F(g)按下面公式计算：

$$F = (GS/100) - R$$

其中G为投饵量(g)，S为饵料恢复的百分比。(通过无鮑对照组确定)，R为摄食后的残饵量(均为干重)。S在颗粒形状和粘合剂食量相同条件下几乎固定不变。(即褐藻酸钠量为20%、30%和40%的饵料恢复率分别为92%、98%和100%)。饵料转化率(FCE)，蛋白质效率(PER)与净蛋白利用率(NPU)按下列公式计算：

$$FCE = W/F, PER = W/P \text{ 和 } NPU = (B - B_K - I_K)/I$$

其中W为增重(湿重，克) P为蛋白质吸收量(克)，B为摄食蛋白质饵料个体的氮含量。 B_K 为摄食无蛋白类饵料个体的氮含量，I为从食蛋白类饵料中摄得的氮量。 I_K 为从无蛋白类饵料中获得的氮量(相当于0，未测)。

粗蛋白通过Semimicro Kjeldahl分析测定，其中氮氮系数被估作6.25。

5. 基础饵料组成:

配饵的各组成列于表1, 该饵料由蛋白源(酪蛋白或鱼粉)、碳水化合物(褐藻酸钠、糊精和纤维素)、脂质(大豆和鳕鱼肝油)和矿物质及维生素的混合物组成。根据实验的目的, 营养源及其含量的变化通过使用糊精来调节。

三、结果与讨论

(一) 主要营养的最佳水平

对以干酪素作为半精制试验饵料的蛋白源作了调研, 并根据获得的生长率与FCE来估价碳水化合物、矿物质和脂类的最佳含量。

1. 干酪素饵料:

干酪素的饵料价值相当于, 甚至超过具有较高饵料价值的鲜藻(*E. bicyclis*) (Uki等1986)表2, 这个结果表明干酪素适宜于用作鲍的半精制试验饵料。添加藻粉的饵料与未添

表2 投喂配合饵料鲍的生长结果

组别	饵料号	起始大小		获得的生长		日增长 (mm)	生长率 (%)	食物消耗 (g/只)	蛋白质消耗 (mg/只)	日摄食率 (%)	FCE ²	PER ³
		体长(mm)	体重(g)	体长(mm)	体重(g)							
1-1	1	28.8±2.4	3.07	3.29	1.28	110	42	0.85	247	0.77	1.23	4.3
1-2	1	28.7±2.7	3.07	2.80	1.22	93	40	0.82	238	0.74	1.21	4.3
2-1	2	28.5±2.2	3.08	3.63	1.33	121	43	1.03	300	0.92	1.09	3.8
2-2	2	28.3±2.5	3.07	3.51	1.14	117	37	0.95	275	0.87	0.99	3.5
3-1	3	29.3±2.7	3.07	1.77	0.78	59	25	1.17	349	1.12	0.58	1.9
3-2	3	29.0±2.1	3.08	1.91	0.73	64	24	1.10	329	1.06	0.57	1.9
4-1	4	28.9±2.5	3.06	3.17	1.09	106	36	1.44	252	1.33	0.76	4.3
4-2	4	28.9±2.1	3.06	3.18	1.08	106	35	1.45	253	1.34	0.74	4.2

1. 每组合35只鲍

2. FCE: 饵料效率。体重增加(克)/饵料消耗(克)

3. PER: 蛋白质效率。身体蛋白质增加(克)/摄入蛋白质(克)

加藻粉饵料之间没有差异。因此, 在这种藻类含量水准下, 藻粉除了起诱饵外无另外的附加作用。投喂白鱼粉饵料的鲍尽管具有较高的摄食率, 但生长较慢, FCE和PER仅相当于干酪素饵料的50%—60%。生长的差异可能是由于因FCE较低而导致的蛋白源消化差异引起。

2. 褐藻酸:

未发现生长与饵料中褐藻酸钠的含量有明显关系(图2.)众所周知, 褐藻中的藻酸主要

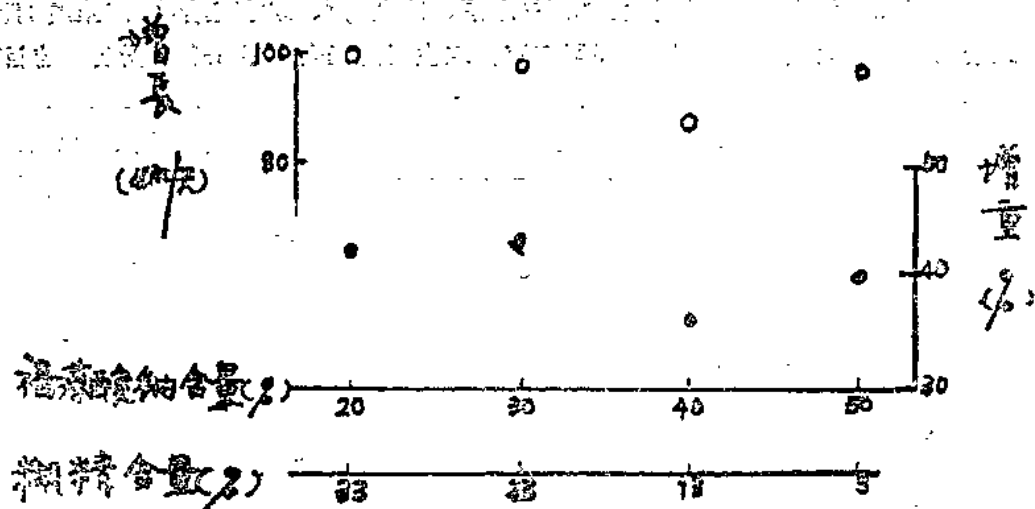


图2 饵料中褐藻酸钠含量对鲍生长的影响。

成是多糖(含量20%—30%)(Tsuchiya 1952)。鲍含有褐藻酸酶(酶码3、2、1、16, 聚- β -1,4-mannuronide, glycanohydrolase)(Oshima 1931)。随着褐藻酸含量的增加, FCE和PER的值亦分别由0.80和2.8增至0.98和3.5。这表明作为一种能源, 鲍对褐藻酸的利用率比糊精更高。饵料试验中糊精含量对鲍生长亦无影响, 因为褐藻酸与糊精量成负相关。根据颗粒饵料的保形性, 试验饵料中褐藻酸钠的最佳水平为20%—30%。

3. 纤维素:

饵料中纤维素量增加, 生长速度略有下降(图3)。FCE和PER亦分别由0.91和3.2降至0.74和2.6。藻类中含有的纤维素量为2%—15%(Tsuchiya 1952), 鲍含有纤维素酶(酶码3、2、1、4, β -1,4-glucan, 4-glucanohydrolase)(Oshima 1931)。但FCE和PER的结果表明鲍对纤维素的吸收效率不高。在饵料中补充纤维素对鲍并非必需, 其不象对有些鱼类一样, 纤维素具有促进生长和提高FCE的作用(Buhler和Halver, 1961)

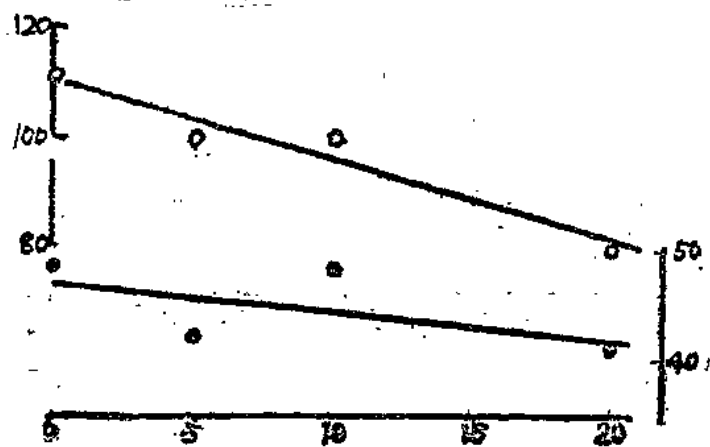


图3 饵料中纤维素水平对鲍生长的影响。

4. 矿物质:

矿物质含量与鲍鱼生长之间的关系见图4。根据实验, 矿物质混合物的最佳水平为8%。水产动物为了它们硬组织的矿化具有一种特殊的构造机制。矿化材料来自于水环境和饵料(Wade和Fujinuki 1974) 鲍的最佳水平要比鱼类高(Cogino 1974) 而比甲壳类的低

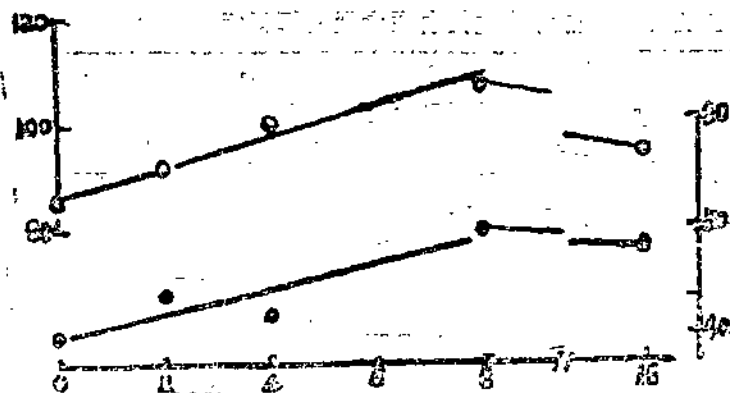


图4 饵料中矿物质量对鲈生长的影响。

(Deshimasu和Kuroki1974)。

为考虑改进饵料的溶解性，在后来的试验饵料中采用4%的矿物质含量，因为含8%的饵料复原率要比4%的低。

5. 脂类：

脂类含量与鲈鱼生长及FCE的关系见图5。生长率FCE随脂类含量的增加而增加，含量为5%时具有最佳的生长率和较高的FCE。藻

类通常含有较低的脂含量(0.1—2%干重)(Tsuchiya 1952)值得注意的是鲈在投喂高脂饵料时具有较高的生长率，而鲈在自然界中其根本无机会摄食高脂饵料。

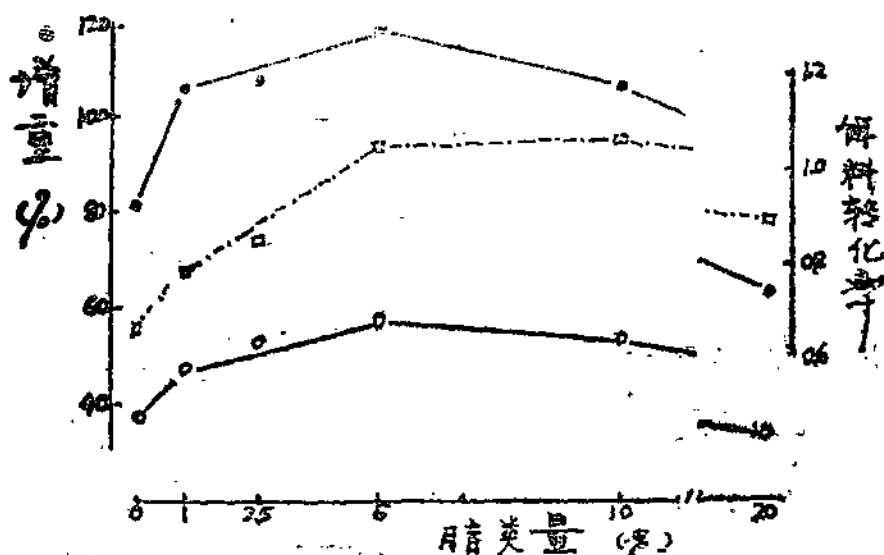


图5 饵料中脂肪含量对鲈生长的影响。空圈与实圈分别表示第40天与第80天的增重(%), 方框表示80天的饵料转化率。

6. 最佳蛋白质水平：

采用不同含量干酪素或鱼粉所组成的饵料投喂鲈鱼(表3)。当鲈体增重、蛋白质获得与FCE均与饵料中所含蛋白质水平成比例地达到高峰时，此时的蛋白质含量为最佳含量。(图6、图7)最佳蛋白质含量一般是指达到最大生长率或最大蛋白质获得量所需的蛋白质含量。根据最大生长率，蛋白质最佳水平为50%。但由于本试验以ad libitum为饵，同时各组间存在着摄食率的差异，因此以FCE为标准较好。根据此标准，最佳水平为28%，在此点

表3 测定以干酪素或白鱼粉为蛋白源最佳蛋白质含量的饵料组成(%)

组 成	饵 料 号													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
干 酪 素	0	5	10	20	30	40	50	60						
白 鱼 粉									8	16	32	47	63	
糊 精	63	58	53	43	33	23	13	3	55.5	48.5	34	20	5	
纤 维 素	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
矿 物 质	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
维 生 素	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	0.3	0.3	0.7	0.3	
氮 化 胆 碱	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
脂 类	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
褐 藻 酸 钠	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	

含 营 养 成 分 (干 物 质)

粗 蛋 白	0	4.8	9.5	19.0	28.2	37.5	46.5	55.4	5.6	11.1	27.2	32.5	43.1	17.5
粗 脂 肪	5.6	5.6	5.5	5.5	5.5	5.4	5.4	5.4	5.8	5.5	5.5	5.9	7.4	1.2

时的FCE固定不变, PER和NPU的值随蛋白质质量的增加而减少(图8), 如果增加(可能是重量与FCE)与减少(可能是PER和NPU)两种趋势都被评估会影响蛋白质含量的增加, 饵料最大的FCE与NPU发生在蛋白质含量28%时, 见图8), 则当FCE与NPU达到高峰时, 蛋白质质量在20—30%之间, 根据这些评估值与FCE的结果, 在实用饵料中, 如果采用高质蛋白源(必需氨基酸含量高且易消化), 采用20—30%的蛋白质含量是足够的。

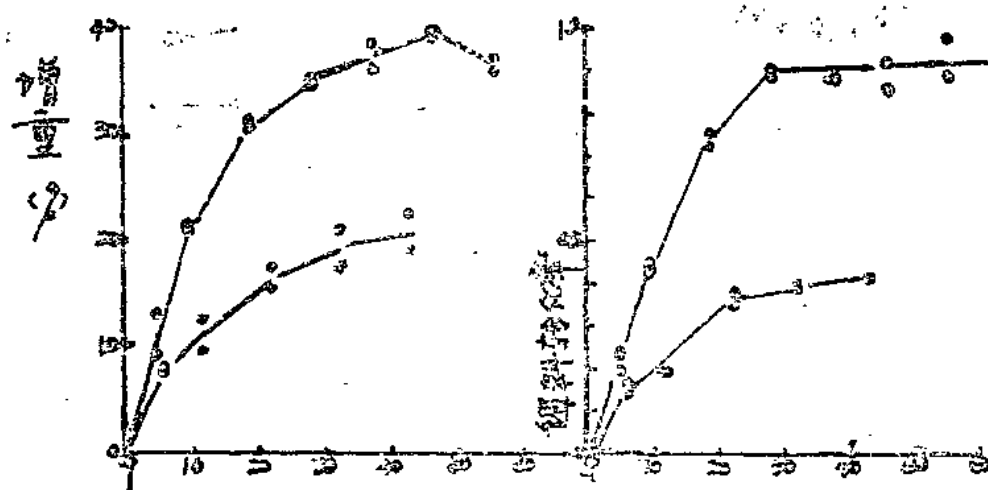


图6 饵料中蛋白质含量分对增重和饵料转化率的影响。空圈代表无蛋白和干酪素饵料, 实圈代表白鱼粉饵料。

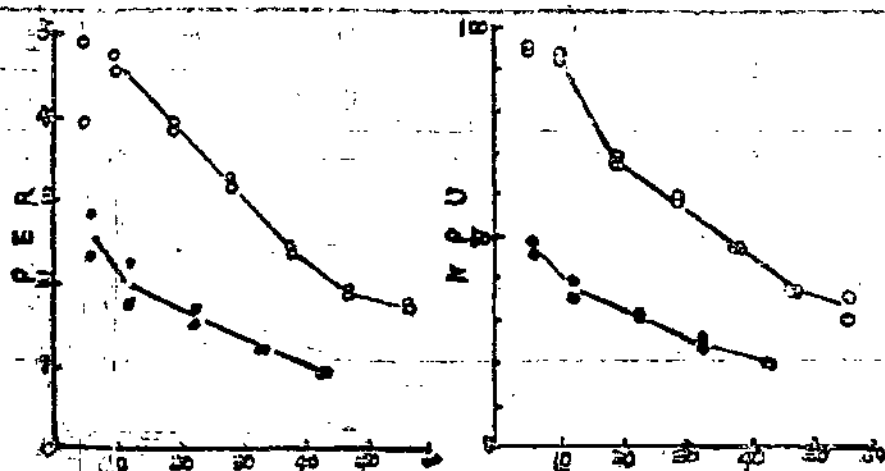


图7 饲料中蛋白质含量与蛋白质效率及净蛋白利用率之间的关系。

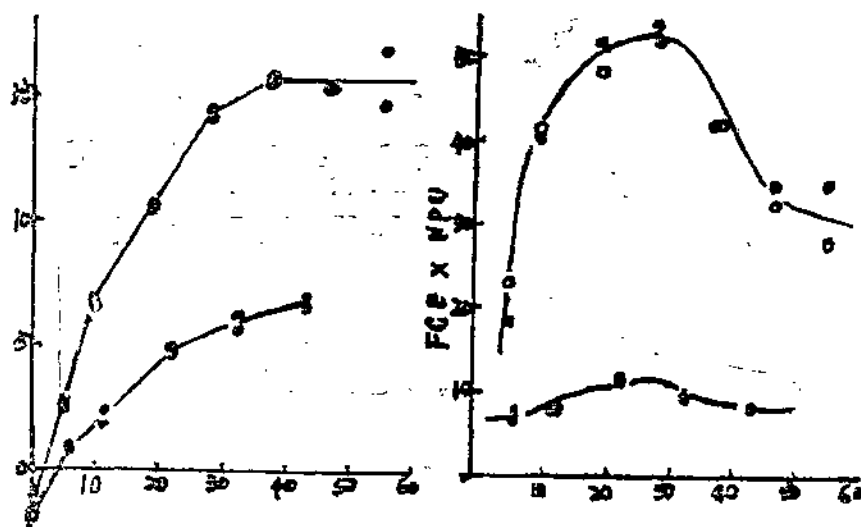


图8 饲料中蛋白质水平对蛋白质增加率的影响及其FCE与NPU值。

7. 蛋白源热处理对生长的影响:

根据以往实验 (Uki 等1985) 观察的结果, 投喂鱼粉饵料鮰的增重和FCE均要低于干酪素饵料。我们认为这是由于鮰对不同蛋白源的消化力不同以及加工过程中的热处理所导致。热处理蛋白源对不同大小个体软体动物的生长效果不同。将试验组饵料的粗蛋白含量与脂类含量调成几乎一致, 热处理条件见表4。结果表明: 未经热处理的干酪素、冷冻鱼粉和鲜鱼肉要比经热处理过的蛋白源具有更高的生长率。(图9)。在这些饵料的蛋白源中除冷冻干鱼粉 (FCE0.76) 外, (可能烘干对质量具有一定的影响) 其他未发现FCE值(1.3)

表4

饵料蛋白源热处理条件

蛋 白 源	热 处 理	
	温 度 (°C)	时 间 (小时)
干 酪 素	—	—
热 处 理 干 酪 素	13°C	2
鳕 干 鱼 粉	—	—
热 处 理 鱼 粉	110	2
生 鱼 肉		

※ 鳕鱼肉先经100°C下煮20分钟。

有差异。生长率不同可能是在这些饵料中不同的饵料吸收率引起。但投喂经热处理的干酪素(FCE0.17)和鱼粉(FCE0.74)饵料,鲍的生长与FCE均有明显减少,尤以高温处理和对大个体鲍的生长影响更明显。这些结果表明强烈的热处理会影响蛋白质的可溶性,导致消化率降低,鲍的蛋白酶活性亦降低,且不同年龄降低程度不同(图9)。鱼粉加工过程中包括煮、蒸、烘和磨等过程,期间热处理往往会长达数小时,因此在实用饵料中选择鱼粉作为蛋白源时,其加工过程必须加以控制。与鱼类和甲壳类相比,鲍具有较低的酶活性,(Oshima1931)要搞清消化率的生理特性与物质可溶性之间的相对关系还需作进一步更细致的试验。本研究中,我们确定了鲍的基本营养及其需求量。近来对鲍的摄饵刺激亦有阐述 Sekata和Zna1985, Harada 和Akishima1985)。运用这因些子,期望在实用饵料中能够增加配饵的摄食率。

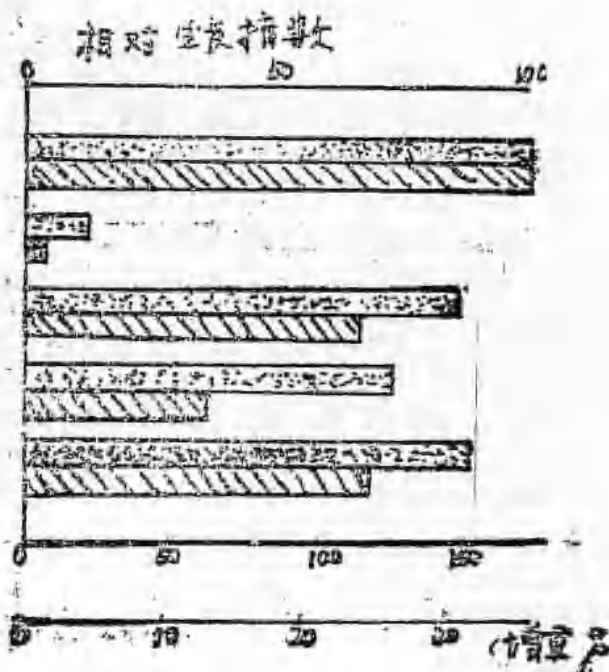


图9 热处理蛋白源对鲍生长的影响,上框与下框分别表示幼鲍(壳长133mm)与小成鲍(壳长22mm)的生长。

译自《Abalone of the world》

P504—517

许文军译 蒋志豪校