

3-12 红鳍东方鲀单粒湿颗粒饲料的豆粕使用问题

宇川正治

(九红饲料株式会社技术中心)

泷井健二 中村元二 熊井英水

(近畿大学水产研究所)

摘 要

作为鱼粉代用蛋白质源探索一环,在本次实验中,利用豆粕(价格低廉而又来源充足)添加量10~40%的单粒湿颗粒饲料,水槽饲养平均体重25克红鳍东方鲀36天,测定生长、饲料效率、鱼体成分、血液性状、蛋白质消化率。结果表明,10~30%豆粕添加饲料组的生长、饲料效率和鱼体成分与不添加豆粕的高鱼粉饲料组相近,不过,30%豆粕添加饲料组的血液性状稍差,40%豆粕添加饲料组的饲养成绩、血液性状、蛋白质消化率等明显偏差。并且,补足DL-蛋氨酸和L-赖氨酸并无显著效果。根据以上结果,看来,红鳍东方鲀单粒湿颗粒饲料可以使用豆粕,其容许配比为10~30%。

在大量使用生饵的海水鱼类养殖生产中,由于远东沙嘴鱼渔获量减少和价格上涨,配合饲料也已引起高度重视。然而,由于市面上的干颗粒饲料和俄勒冈湿颗粒饲料也大量配有沿岸鱼粉,今后,要想配合饲料供给稳定,当然有必要探索能够代替鱼粉的价格便宜而又来源稳定的其它蛋白质源(示野贞夫,1994)。迄今,作为代用蛋白质源,以多种鱼类为对象,对脱脂豆粕、全脂大豆、棉籽油粕、花生油粕、红花油粕等种植物性蛋白质有过探讨,脱脂豆粕在蛋白质含量、氨基酸组成和使用效果方面所显示的出色可利用性一直引人注目(北村佐三郎,1973,1980;Smith等,1974;福场博保,1984)。

迄今,作为海水鱼类配合饲料代用蛋白质源研究一环,我们对五条鲷*Serila quainqueradiata*和真鲷*Pagrus major*饲料中脱脂豆粕使用问题有过探讨,研究

表明,即使替代30%左右沿岸鱼粉,与以沿岸鱼粉为主体的饲料相比,饲养成绩也并无逊色(示野贞夫等,1992;宇川正治等,1994)。于是,本次研究继而对红鳍东方鲀*Takifugu rubripes*配合饲料(单粒颗粒饲料)中脱脂豆粕使用问题予以探讨。

材 料 与 方 法

试验饲料:试验饲料配合组成如表1所示

这一配合组成以前文所报的成果为基础(Takii等,1995,1995),以配合50%沿岸鱼粉的饲料1为对照饲料,饲料2~5逐级减少鱼粉配比,分别配合10%,30%和40%脱脂豆粕,保持粗蛋白质含量不变,并且,饲料2~5添加0.2~0.8%由DL-蛋氨酸和L-赖氨酸组成的补足氨基酸混合物,另外,用玉米粉调整脱脂豆

表 1 试验饲料配合组成(克)

饲料编号	1	2	3	4	5	6
鳊鱼粉	50	43	37	30	23	37
面筋	10	9.8	9.6	9.4	9.2	10
豆粕 ^{*1}		10	20	30	40	20
氨基酸混合物 ^{*2}		0.2	0.4	0.6	0.8	
玉米淀粉	17	17	16	13	10	16
沙丁鱼油	5	5	5	5	5	5
维生素混合物 ^{*3}	5	5	5	5	5	5
无机质混合物 ^{*4}	4	4	4	4	4	4
羧甲基纤维素	3	3	3	3	3	3
纤维素	6	3				
促进摄饵物质 ^{*5}	1.183	1.183	1.183	1.183	1.183	1.183
水(毫升)	30	30	30	30	30	30

*1 昭和产业制低蛋白豆粕。

*2 DL-蛋氨酸:L-赖氨酸=109.5:99.5。

*3 Halver 维生素混合物:每公斤维生素混合物含有1克硝酸维生素B₁、4克维生素B₂、1克盐酸维生素B₆、15克烟酸、10克泛酸钙、40克肌醇、0.1克D-生物素、0.3克叶酸、100克氯化胆碱、0.002克维生素B₁₂、24.390克抗坏血酸钙、8.784克DL-α-醋酸维生素E、1.6克水溶性维生素K、793.824克纤维素。

*4 Halver无机质混合物:每公斤无机质混合物含有43.3克NaCl、136.29克MgSO₄·7H₂O、86.7克NaH₂PO₄·2H₂O、238.55克KH₂PO₄、135.1克Ca(H₂PO₄)₂·H₂O、29.54克柠檬酸铁、325.3克乳酸钙、0.15克AlCl₃·6H₂O、2.98克ZnSO₄·7H₂O、0.8克MnSO₄·4H₂O、0.1克CuCl₂·0.15克KI、1克CoCl₂·6H₂O。

*5 L-天冬氨酸21毫克, L-丝氨酸24毫克, 甘氨酸329毫克, L-丙氨酸130毫克, 甜菜碱679毫克。

粕增加所引起的可消化糖质含量增大。沙丁鱼油、Halver处方维生素混合物、Halver处方无机质混合物和羧甲基纤维素配分别为5%、5%、4%和3%。还有一点,为探讨氨基酸补充效果,对比饲料3,饲料6去掉补足氨基酸,代之增加活性谷蛋白。各饲料原料配比不同所引起的饲料组成缺量用纤维素补齐。上述100克主要混合物额外共同配合1.183克由5种化合物组成的摄饵促进物质(Takaoka等, 1995),加上30毫升自来水充分混合后,用试验用造粒机成型加工出直径30毫米颗粒饲料。各试验饲料在投喂以前一直以-20℃冻结装置冻结保存。试验饲料每10天新制1次。

由表2可见,各饲料粗蛋白质和含糖质大体相同,分别为46%和19%,不过,随着脱脂豆粕代替率增加,粗脂肪和粗灰分含量一点一点降低。并且,随着脱脂

豆粕代替率增加,用脚注所标明的能量换算值所算出的各饲料总能量含量降低。

试验饲料必需氨基酸组成如表3所示。就饲料2~5而言,通过补足蛋氨酸和赖氨酸,这2种氨基酸A/E比有所改善,但是,就未予补足的饲料6而言,这2种氨基酸的A/E比不如对照饲料。随着脱脂豆粕配量增加,苏氨酸、缬氨酸和组氨酸的A/E比降低。各饲料的必需氨基酸占总氨基酸比率,即E/TA,大体相等,介于45~46%。

试验用鱼和饲养方法:就试验用鱼而言,本次使用近畿大学水产苗种中心浦神事业场所繁育的同窝红鳍东方鲀。就是说,将50尾平均体重25克的红鳍东方鲀稚鱼收容于容积3米³的园形水槽,设定各试验组,按鱼体重3%的日投饵率,每天2次投喂所定试验饲料,饲养36天。饲养期内,各水槽按每分20升比率注入过滤海

表 2 试验饲料一般组成(干基)(%)

饲料编号	1	2	3	4	5	6
粗蛋白	45.6	45.2	45.8	46.9	46.1	46.3
可消化碳水化合物	18.0	19.8	19.3	19.4	19.0	20.9
粗脂肪	10.4	10.0	9.6	8.9	8.2	9.5
粗灰分	10.7	10.1	10.0	9.8	9.3	10.3
能 量 [*] (千卡/克饲料)	429.7	431.1	428.6	428.6	415.9	437.1

* 依据能量换算系数, 粗蛋白5.65千卡/克, 可消化碳水化合物4.1千卡/克, 粗脂肪9.45千卡/克。

表 3 试验饲料必需氨基酸组成

饲料编号	1	2	3	4	5	6
A/E比	92.4	89.5	89.8	85.8	85.7	90.1
苏氨酸	111.2	106.6	105.2	102.1	101.1	108.6
缬氨酸	58.6	63.5	70.7	76.5	78.5	50.7
蛋氨酸	91.3	92.3	90.5	88.5	88.9	94.9
异亮氨酸	168.9	168.1	165.2	163.0	156.0	170.4
亮氨酸	100.0	101.9	103.2	104.1	104.2	105.3
苯丙氨酸	161.6	160.1	156.5	156.0	167.0	153.9
赖氨酸	68.1	65.1	65.4	63.5	57.0	65.5
组氨酸	123.7	127.9	128.7	133.4	133.5	135.1
精氨酸	24.1	24.9	24.6	24.0	24.3	25.6
色氨酸						
E/TA (%) ^{*1}	45.9	46.1	45.2	45.7	45.9	45.2

*1 (必需氨基酸/总必需氨基酸) × 1000,

*2 (总必需氨基酸/总氨基酸) × 100.

水, 并持续充气。饲养期间水温为 $26.3 \pm 0.8^{\circ}\text{C}$ ($n=36$)。

测定方法: 在试验开始和结束时, 测定体重, 计算增重率, 核定饲养成绩, 同时, 捞取数尾中等大小红鳍东方鲀, 按常用方法测定整条鱼体和肝胰脏一般成分, 并且, 在试验结束时, 用注射器由尾动脉采血后, 按氰化正铁血红蛋白法(日野史朗, 1984)和5分钟·10,000转/分远沉(日野史朗, 1984)测定血红蛋白浓度(Hb)和血球容量值(Ht值)。试验饲料氨基酸组成按常用方法加酸水解后用氨基酸自动分析仪分析。各试验饲料表观干物和蛋白质消化率测定在试验结束后以停喂2天的个体为对象按氧化铬间接法进行(古川

厚等, 1966)。就是说, 投喂各饲料4小时后, 由各试验组分别捞取5尾红鳍东方鲀, 用所采集的全部肠内容物测定。同时, 利用所采集的部分肠内容物按酪蛋白异化法测定类胰蛋白酶活性(获原文二, 1955)。就酶的活性而言, 将通过 30°C ·15分钟反应, 1分钟内1微克酪氨酸自基质游离速度定义为1个单位。所获结果按Duncan新多重范围检验法予以差异显著性($p<0.05$)测定(Harter, 1960)。

结 果

饲养成绩: 由表4可以看出, 试验结束时, 与作为对照的饲料1试验组相比, 饲料2试验组和饲料3试验组的平均体重

并无显著差异,可是,饲料4~6试验组的平均体重偏低,其中,饲料5试验组的平均体重最低。说到没补足氨基酸的饲料6和补足氨基酸的饲料3试验组,其生长并无显著差异。就饲料效率而言,饲料1~4试验组和饲料6试验组都不错,变化于94~105%,组间差异并不显著,而饲料5试验组最差,为83%。蛋白质效率、能量效率、表现蛋白质和脂肪蓄积率等态势与饲料效率相同。

整条鱼体和肝胰脏的一般化学成分含量:整条鱼体和肝胰脏的一般化学成分如表5所示。就粗脂肪含量而言,肝胰脏远远高于整条鱼体,并且,无论整条鱼体,还是肝胰脏,随着脱脂豆粕增加,均略有降低,不过,其它一般化学成分并未呈现组间显著差异。

器官重量和血液性状:试验结束时各组的消化器官重量体重比和血液性状如表6所示。就肝胰脏重指数而言,饲料1~3

试验组之间并无显著差异。与饲料1试验组相比,饲料4~6试验组的这一指标偏低($p > 0.05$),不过,相差并不很大。谈到肠重指数,各组之间差异均不显著。

就血红蛋白含量而言,饲料1~4和6试验组之间并无显著差异,饲料5试验组最低。没补足氨基酸的饲料6试验组与补足氨基酸的饲料3试验组之间血红蛋白含量和血球容量值差异并不显著。

蛋白质消化率和类胰蛋白酶活性:各组表观蛋白质消化率和肠内容物中类胰蛋白酶活性如表7所示。各组表观蛋白质消化率态势与饲料效率相似。饲料2,1,3,6,4试验组依次由高而低,饲料5试验组最低。就肠内容物中的类胰蛋白酶活性而言,与饲料1试验组相比,饲料2试验组偏高($p > 0.05$),不过,其它各组之间并无显著差异。至于就差氨基酸补未补足的饲料6和3试验组之间,表观蛋白质消化率和肠内容物中类胰蛋白酶活性差异均不显著。

表4 饲养36天各饲料试验组红鳍东方鲀饲养成绩

饲料编号	1	2	3	4	5	6
日摄食率(%)	3.02	3.00	3.02	3.04	3.04	3.08
日能量摄取量(千卡/100克体重)	13.0	12.6	13.0	13.0	12.7	13.5
平均体重(克)						
试验开始	25.4	25.4	25.4	25.4	25.6	25.4
±标准偏差	3.42	3.35	2.97	3.10	3.05	3.32
试验结束	88.8 ^{a b *}	92.4 ^a	83.7 ^{b c}	78.9 ^c	68.5 ^d	79.9 ^c
±标准偏差	13.1	10.3	12.2	9.9	10.3	13.6
成活率(%)	100	100	100	100	100	100
生长率(%)	249.6	268.3	229.5	210.6	167.6	214.6
饲料效率(%)	100.6	105.3	98.3	93.7	82.7	97.5
蛋白质效率	2.19	2.31	2.14	2.01	1.79	1.98
能量效率 ^{**}	23.3	25.0	22.9	22.0	19.7	20.9
表现蛋白质蓄积率(%)	32.6	35.7	32.8	31.4	30.2	30.1
表现脂肪蓄积率(%)	54.8	62.3	58.1	48.2	33.7	50.9

*1 相同符号表示彼此差异不显著($p < 0.05$)。

*2 (增重量(g)/能量摄取量(千卡)) $\times 100$ 。

表 5 饲养36天各饲料试验组红鳍东方鲀整条鱼体和肝胰脏一般化学成分(%)

饲料编号	试验开始	试验结束					
		1	2	3	4	5	6
整条鱼体							
水分	74.5	76.3	73.2	74.0	75.0	75.2	74.7
粗蛋白	15.6	15.1	15.5	15.4	15.6	16.4	15.3
粗脂肪	5.9	5.8	6.0	5.7	5.0	4.3	5.5
粗灰分	2.0	2.5	2.3	2.4	2.0	2.8	2.6
肝胰脏							
水分	30.4	31.8	30.0	32.5	33.4	32.4	30.1
粗蛋白	6.2	6.0	6.9	6.3	6.0	5.5	5.7
粗脂肪	50.8	52.7	52.5	51.7	50.8	49.8	52.1
粗灰分	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
糖原	0.4	1.1	1.6	1.3	1.2	1.4	1.1

表 6 饲养36天各饲料试验组红鳍东方鲀消化器官重量体重比和血液性状

饲料编号	试验开始	试验结束					
		1	2	3	4	5	6
肝胰脏重量指数(%) ^{*1}							
平均值	10.5	10.9 ^a	11.0 ^a	10.2 ^a	9.66 ^b	9.99 ^b	10.1 ^b
±标准偏差	1.19	0.81	0.83	0.72	0.53	1.14	0.44
肠重量指数(%) ^{*2}							
平均值	4.24	3.77	3.92	4.00	4.06	3.78	3.86
±标准偏差	0.33	0.34	0.34	0.19	0.57	0.44	0.45
血红蛋白含量(克/100毫升) ^{*3}							
平均值		8.29 ^a	8.14 ^a	7.85 ^a	6.94 ^b	6.78 ^c	7.81 ^a
±标准偏差		0.55	0.92	0.87	0.14	0.39	0.90
血球容量值(%) ^{*3}							
平均值		36.5 ^a	37.0 ^a	31.5 ^a	31.9 ^a	30.3 ^b	33.2 ^a
±标准偏差		3.8	7.03	4.50	2.21	1.56	2.14

*1 试验开始时, n=12, 试验结束时n=10。

*2 n=5。

*3 n=5。

*4 相同符号表示彼此差异不显著(P<0.05)。

表 7 喂食4小时后各饲料试验组红鳍东方鲀表观蛋白质消化率和肠内容物类胰蛋白酶活性

饲料编号	1	2	3	4	5	6
蛋白质消化率(%)	45.3	57.5	38.9	36.9	35.1	37.5
类胰蛋白酶活性 (单位/克内容物)						
平均值	4.57 ^a	10.6 ^b	4.41 ^a	3.79 ^a	4.02 ^a	6.72 ^a
±标准偏差	3.43	3.12	1.53	1.67	0.95	5.22

*1 n=5。

*2 相同符号表示彼此差异不显著(P<0.05)

讨 论

由于试验饲料添加有促进摄饵物质 (Takao8ka等, 1995), 饲养期内, 各试验组红鳍东方鲀摄饵一直非常活跃。并且, 饲养期内死亡全体和异常个体均未出现, 除饲料 5 试验组之外, 试验结束时平均体重均达试验开始时平均体重 3.1 倍以上。与作为对照的以沿岸鱼粉为主体的饲料 1 试验组相比, 按 10% 和 20% 配合豆粕的饲料 2 和 3 试验组试验结束时平均体重并无显著差异, 饲料效率、蛋白质效率、能量效率、表观蛋白质·脂质蓄积率、血液性状等也都相当不错。本次研究所用对照饲料 1 的组成是依据迄今所积累的研究成果所确定的 (Takii 等, 1995, 1995), 实践一直证实, 投喂该饲料所获饲养成绩非常理想, 并不次于投喂玉筋鱼。上述饲养结果表明, 在本次实验条件下, 红鳍东方鲀单粒湿饲料豆粕配合容许量为 20~30%。

对补足氨基酸的饲料 3 试验组与没补足氨基酸的饲料 6 试验组比较表明, 试验结束时平均体重和饲养成绩未见显著组间差异。以前, 以虹鲀 *Oncorhynchus mykiss* (Murai 等, 1989)、五条鲈 (Takii 等, 1990)、斑点美洲鲈 *Ictalurus punctatus* (Lovell, 1988) 等为对象, 对豆粕配合饲料的氨基酸补足效果有过调查。然而, 所发表的报告表明, 效果不同, 见解不一。这可能是由于即使对于氨基酸组成多少有些问题的蛋白质源, 通过过剩摄取, 氨基酸要求也得以满足。并且, 红鳍东方鲀为无胃鱼类, 胃的有无想必对补足氨基酸的利用率不无影响。在实际使用豆粕配合饲料时, 受水温 and 投饵率影响, 饲料中豆粕最大配合容许量或许有所变化。这是今后应该深入调查的很有意义的研究课题。

就本次研究所获蛋白质消化率而言, 由于利用全部肠内容物测定, 想必比采粪测定结果低得多, 不过, 结果还是表明, 饲料 2 试验组饲养成绩和蛋白质消化率比饲料 1 试验组还要强些。这想必归因于配合 10% 豆粕改善了饲料氨基酸组成, 另外, 促进了胰蛋白酶向肠内腔分泌。促进胰蛋白酶分泌原因并不清楚, 不过, 低浓度的生理障害因子, 例如胰蛋白酶抑制素, 或许成为导火索。反过来, 饲料 4 和 5 试验组所出现的偏低饲养成绩想必归因于豆粕过多配合导致饲料氨基酸组成严重失偏, 同时, 高浓度含有的生理障害因子产生不利影响。红鳍东方鲀为无胃鱼类, 生理障害因子所引起的有害作用不同于五条鲈、真鲷、牙鲆等有胃鱼类。

大豆含有胰蛋白酶抑制素、植酸、血球凝集素、皂角苷、变应素等各种生理障害因子, Krogdahl 等 (1983) 对虹鲀和其它数种脊椎动物胰蛋白酶抑制素感受性比较发现, 虹鲀感受性最高, 而人感受性最低。Takii 等 (1990) 对五条鲈配合饲料浓缩大豆蛋白使用研究表明, 浓缩大豆蛋白最大容许量为 20% 左右, 不过, 与只用沿岸鱼粉的对照饲料组相比, 浓缩大豆蛋白配合导致血液性状变差。Ukawa 等 (1994) 指出, 浓缩大豆蛋白配合饲料添加铁剂使五条鲈血液性状有所改善, 由此可见, 浓缩大豆蛋白所引起的血液性状变差主要归于植酸。今后, 针对红鳍东方鲀, 也有必要随着有关植物蛋白质所含各种生理障害因子对消化吸收和生理机制影响方面基础知识积累, 加快植物蛋白质全部或部分代替作为贵重动物蛋白质源的鱼粉等研究, 推进配合饲料低成本化探讨。

(译自日本《水产增殖》1996 年

44 卷 2 期 217~223 页)