

DOI:10.16378/j.cnki.1003-1111.2018.05.005

软颗粒饲料对“红膏蟹”培育生长、存活和营养成分的影响

黄伟卿¹, 陈爱平², 张 艺³, 林培华¹, 叶海辉⁴, 单秀娟^{5,6}, 李进寿², 阮少江²

(1. 宁德市鼎诚水产有限公司, 福建 宁德 352100; 2. 宁德师范学院 生命科学院, 福建 宁德 352100;
3. 宁德市水产技术推广站, 福建 宁德 352100; 4. 厦门大学 海洋与地球学院, 福建 厦门 361102;
5. 中国水产科学研究院 黄海水产研究所, 山东 青岛 266071; 6. 青岛海洋科学与技术国家实验室,
海洋渔业科学与食物产出过程功能实验室, 山东 青岛 266071)

摘 要: 将平均体质量(453.6±46.91) g、已交配的健康锯缘青蟹饲养在 36 cm×26 cm×27 cm 塑料箱中, 投喂由鲜杂鱼糜加淀粉、电解多维粉末和卡拉胶制得的软颗粒饲料, 培育锯缘青蟹“红膏蟹”。试验结果表明, 29~31 d 育成“红膏蟹”; 投喂软颗粒饲料的青蟹肌肉占比(59.89%~60.84%)显著低于投喂冰鲜杂鱼和贝类的青蟹($P<0.05$), 但培育成活率(96.9%~97.1%)、质量增加率(67.26%~69.47%)、特定增长率(1.39%/d~1.53%/d)、可食部分(65.67%~66.32%)和红膏占比(17.36%~17.68%)均显著高于投喂冰鲜杂鱼和贝类的青蟹($P<0.05$); 软颗粒饲料组“红膏蟹”肌肉中粗蛋白、脂肪和水分的含量分别为 19.9%、0.8%和 75.1%, 生殖腺中粗蛋白、脂肪和水分含量分别为 30.59%、14.50%和 54.69%, 肌肉和生殖腺中必需氨基酸的含量分别为 5.59%和 8.14%, 呈味氨基酸的含量分别为 6.50%和 9.90%, 氨基酸评分分别为 71.7 和 100, 肌肉和生殖腺中饱和脂肪酸总量分别为 44.0%和 49.2%, 单不饱和脂肪酸总量分别为 24.6%和 29.2%, 多不饱和脂肪酸总量分别为 27.9%和 15.7%; 投喂软颗粒饲料提高了青蟹肌肉中粗蛋白的含量和青蟹的营养价值。

关键词: 软颗粒饲料; 锯缘青蟹; 生长; 营养成分

中图分类号: S968.25

文献标识码: A

文章编号: 1003-1111(2018)05-0605-07

软颗粒饲料, 又称湿颗粒饲料, 是用新鲜或冷冻的鲜杂鱼与具有特定营养成分的粉状配合饲料, 按一定比例搅拌混合, 经软颗粒机挤压成型而成, 可以直接投喂或冷冻后投喂。软颗粒饲料适口性好, 易于吞食和消化吸收, 同时可根据水产动物不同生长阶段对营养的需求进行饲料营养水平调整, 提高饲料效率, 减少残饵对海区水质的污染, 减少各种疾病的发生, 综合了鲜杂鱼和膨化饲料等硬饲料的优点^[1]。目前软颗粒饲料已被水产业广泛应用, 海水鱼类如大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*)^[2-3]、真鲷(*pagrosomus major*)^[4]、军曹鱼(*Rachycentron canadum*)^[5]、斜带石斑鱼(*Epinephelus coioides*)^[6]和花鲈(*Lateolabrax japonicus*)^[7]等, 淡水鱼类如加州鲈(*Micropterus salmonides*)^[8], 蟹类如三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)^[9]。并且软颗粒饲料被证实具有改善水质环境、控制病害、提高养殖

成活率、提高生长速度和降低成本的效果。

锯缘青蟹(*Scylla serrata*), 俗称蟳, 属节肢动物门、甲壳纲、十足目、梭子蟹科, 广泛分布于太平洋、印度洋的温带、亚热带和热带海区的红树林区及河口区, 是亚洲许多发展中国家沿海渔业的重要组成部分, 其天然捕捞产量每年约达 10 000 t^[10-11]。主要分布于我国长江以南到印度尼西亚爪哇海之间的沿岸海域, 是我国东南沿海重要的海水养殖经济蟹类之一, 尤以福建、广东、广西、海南为多。近年来, 国内外对青蟹的研究主要集中在苗种培育^[12]、人工养殖^[13]、种质资源^[14]、遗传育种^[15]以及设施设备^[16]等方面, 并取得了大量的研究成果, 为青蟹养殖产业的快速发展提供了丰富的理论知识。但在经济快速发展的现在, 人们物质生活水平的提高, 消费者对青蟹的营养、品质等方面有着更高的要求。“红膏蟹”是卵巢发育至 V 成熟期的雌性青

收稿日期: 2017-05-08; 修回日期: 2018-03-05.

基金项目: 福建省星火项目(2016S0055); 福建省公益性项目(2018R1037-1); 2017 年宁德市现代渔业结构调整资金资助项目(宁财农指[017]65 号); 宁德师范学院科研发展资金资助项目(2016FZ24).

作者简介: 黄伟卿(1988—), 男, 助理工程师; 研究方向: 水产动物增养殖. E-mail: 393634584@qq.com. 通讯作者: 陈爱平(1959—), 女, 副教授; 研究方向: 生物技术及应用. E-mail: 740585753@qq.com.

蟹,其价格也为普通青蟹的两倍以上,且市场上常供不应求。目前,关于青蟹配合饲料的研究,仅有青蟹幼体用的微粒饲料、微膜饲料、微囊饲料以及幼蟹、成蟹、亲蟹系列配合饲料^[17]的报道。而有关锯缘青蟹培育“红膏蟹”所用饲料尚未见报道。笔者对软颗粒饲料配方对培育“红膏蟹”生长、存活及营养成分的影响进行了研究,旨在为实现“红膏蟹”培育规模化提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 软颗粒饲料的制备

将不同配比的来源于宁德市三都澳海捕的鲜杂鱼[主要种类为鳀鱼(*Engraulis japonicus*)、沙丁鱼(*Sardinella*)、小带鱼(*Eupleurogrammus muticus*)、玉筋鱼(*Ammodytes personatus*)等;主要营养成分以蛋白质为主,占 20% 以上]破碎成鱼糜连同淀粉、电解多维粉末和卡拉胶进行搅拌,经软颗粒机挤压固定成型,制得软颗粒饲料。试验组 1~3 的具体配方含量见表 1。对照组 1 全部投喂鲜杂鱼,对照组 2 全部投喂鲜活的缢蛭(*Sinonovacula constricta*)和菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)等贝类。

表 1 “红膏蟹”培育软颗粒饲料配方含量

组别	鲜杂鱼 %	淀粉 %	电解多维 %	卡拉胶 %	贝类 %
试验组 1	65	30	2	3	/
试验组 2	75	20	3	2	/
试验组 3	85	10	0.5	4.5	/
对照组 1	100	/	/	/	/
对照组 2	/	/	/	/	100

1.2 锯缘青蟹的来源及试验设计

2016 年 12 月收购宁德市三都澳海区野生锯缘青蟹 7500 只,并从中挑选出体质量为 324~513 g、平均体质量为(453.6±46.91) g 已完成交配、体型健壮、无病害、无损伤的健康青蟹,置于宁德市鼎诚水产有限公司青蟹养殖基地。以塑料为材质,设计一个 36 cm×26 cm×27 cm 箱体,箱体上设有操作口,用于放养、捕捞和投喂,并在箱体上设有进水口、喷水口、排污口和溢水口,便于保持养殖水循环交换和快速排出青蟹排泄物,减少细菌微生物的滋长,形成“蟹公寓”(图 1),每个“蟹公寓”养殖 1 只蟹。进行“红膏蟹”培育软颗粒饲料投喂养殖试验对比,每个试验组和对照组设计 3 个平行试验,每组 500 只。

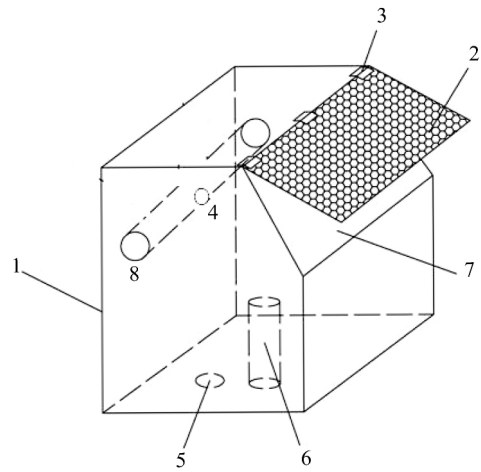


图 1 “蟹公寓”示意

1. 箱体;2. 箱盖;3. 铰链;4. 喷水口;5. 排污口;6. 溢水口;7. 操作口;8. 进水口。

1.3 养殖管理

日投喂两次,投喂时间为 6:00 和 18:00,投喂量为青蟹体质量的 8%~10%;养殖用水采用流水养殖方式,pH 7.8~8.2,水温 18~20 °C,且日温差不超过 2 °C,盐度 13~18,溶解氧>5 mg/L,氨氮<0.2 mg/L;每日清除死蟹、残饵及排泄物并记录死亡、水质变化、摄食等情况。

1.4 数据分析

1.4.1 生长数据

养殖 36 d 后,统计存活的锯缘青蟹数量,并每组随机取 100 只锯缘青蟹用电子天平(精度 0.1 g)称量质量,并检测已形成红膏的数量。

$$\text{成活率}/\% = n_2/n_1 \times 100\%$$

$$\text{红膏形成率}/\% = n_3/n \times 100\%$$

$$\text{质量增加率}/\% = [(m_2 - m_1)/m_1] \times 100\%$$

$$\text{特定增长率} = [(\ln m_2 - \ln m_1)/t] \times 100\%$$

$$\text{生殖腺指数}/\% = m_3/m \times 100\%$$

$$\text{肌肉占比}/\% = m_4/m \times 100\%$$

$$\text{可食部分}/\% = m_5/m \times 100\%$$

式中 n 为总青蟹数, n_1 为试验初青蟹数, n_2 为试验末青蟹数, n_3 为形成红膏青蟹数, m 为青蟹总质量, m_1 为试验初体质量, m_2 为试验末体质量, m_3 为红膏质量, m_4 为红膏蟹肌肉质量, m_5 为剔除鳃、肠、胃、心脏和壳剩余质量。

1.4.2 营养成分检测

分别取养殖 36 d 后的投喂软颗粒饲料“红膏蟹”和野生“红膏蟹”各 10 只,测定其肌肉和生殖腺营养成分。粗蛋白检测方法采用 GB/T 5009.5—2010,粗脂肪检测方法采用 GB/T 5009.6—2003,水分检测方法采用 GB/T 5009.3—2010,氨基酸检测方法采用 GB/T 5009.124—2003,脂肪酸的检测方法采用 GB/T 17377—2008。

1.4.3 营养品质评价方法

营养品质评价根据联合国粮农组织/世界卫生组织 1973 年建议的每克氮氨基酸评分标准模式和中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所提出的鸡蛋蛋白模式进行比较,氨基酸评分按下式计算^[9]:

$$\text{氨基酸评分} = \frac{\text{待评蛋白质氨基酸含量}}{\text{评分模式同种氨基酸含量}} \times 100\%$$

1.5 数据处理

数据统计分析采用 SPSS 17.0 处理软件处理,用单因素方差分析和 Duncan's 多重比较对测量培育统计结果进行显著性检验;用独立样本 *t* 检验检测肌肉和生殖腺中营养成分的显著性。

2 结果

2.1 养殖效果

采用软颗粒饲料投喂培育“红膏蟹”的时间为 29~31 d,肌肉占比为 59.89%~60.84%,显著低于投喂冰鲜杂鱼和贝类 ($P < 0.05$),但投喂软颗粒饲料的青蟹培育成活率为 96.9%~97.1%、质量增

加率为 67.26%~69.47%,特定增长率为 1.39%/d~1.53%/d、可食部分为 65.67%~66.32%、红膏占比为 17.36%~17.68%,均显著高于投喂冰鲜杂鱼和贝类的青蟹 ($P < 0.05$);试验组 2 虽在培育时间显著高于试验组 3 ($P < 0.05$),但在质量增加率和特定增长率均显著高于试验组 1 和试验组 3 ($P < 0.05$),且可食部分、肌肉占比和红膏占比均高于试验组 1 和试验组 3 ($P > 0.05$),效果最好(表 1)。

2.2 投喂软颗粒饲料“红膏蟹”基本营养成分和氨基酸含量分析

取试验组 2(选择标准:养殖效果最佳)的“红膏蟹”同海捕野生“红膏蟹”进行肌肉营养分析对比发现,两者生殖腺中粗蛋白和粗脂肪含量均极显著高于肌肉 ($P < 0.01$),水分均极显著低于肌肉 ($P < 0.01$);野生“红膏蟹”肌肉中粗蛋白、粗脂肪和水分的含量与投喂软颗粒饲料“红膏蟹”差异不显著 ($P > 0.05$);野生“红膏蟹”生殖腺中水分的含量显著低于软颗粒饲料投喂组 ($P < 0.05$),但粗蛋白和粗脂肪含量差异不显著 ($P > 0.05$)(表 3)。

表 2 不同饲料配方对“红膏蟹”培育效果的影响

组别	育成时间 d	成活率 %	成膏率 %	质量增加率 %	特定增长率 %/d	可食部分 %	肌肉占比 %	生殖腺指数 %
试验组 1	30 ^{ab}	97.1 ^c	99.2 ^b	68.78 ^{bc}	1.45 ^c	65.67 ^b	60.42 ^a	17.36 ^b
试验组 2	31 ^b	96.9 ^c	99.3 ^b	69.47 ^c	1.53 ^c	66.32 ^b	60.87 ^a	17.68 ^b
试验组 3	29 ^a	97.0 ^c	99.1 ^b	67.26 ^b	1.39 ^b	65.78 ^b	59.89 ^a	17.52 ^b
对照组 1	36 ^c	56.7 ^a	97.3 ^a	53.66 ^a	1.19 ^a	64.48 ^a	61.37 ^b	16.79 ^a
对照组 2	36 ^c	63.2 ^b	98.4 ^{ab}	54.57 ^a	1.21 ^a	63.74 ^a	61.42 ^b	16.52 ^a

注:不同的字母表示同一群体差异显著 ($P < 0.05$)。

表 3 “红膏蟹”肌肉和生殖腺一般营养成分比较

项目	软颗粒饲料投喂组			野生组		
	粗蛋白	粗脂肪	水分	粗蛋白	粗脂肪	水分
肌肉	19.9 ^{**}	0.8 ^{**}	75.1 ^{**}	20.2 ^{**}	0.8 ^{**}	75.6 ^{**}
生殖腺	26.3 ^{**}	12.4 ^{**}	55.5 ^{**△}	26.5 ^{**}	12.3 ^{**}	53.7 ^{**△}

注: * 表示同组间差异显著 ($P < 0.05$), ** 表示同组间差异极显著 ($P < 0.01$); △ 表示不同组间差异显著 ($P < 0.05$), △△ 表示不同组间差异极显著 ($P < 0.01$); 下同。

两种红膏蟹肌肉和生殖腺均检出 18 种氨基酸,但氨基酸总量存在一定差别。软颗粒饲料投喂组的肌肉氨基酸总量(16.64%)高于野生组,生殖腺的氨基酸总量(24.63%)低于野生组;野生组肌肉和生殖腺中呈味氨基酸、生殖腺必需氨基酸和呈味氨基酸/氨基酸总量均不显著高于软颗粒饲料投喂组 ($P > 0.05$),而肌肉中必需氨基酸不显著小于

软颗粒饲料投喂组;两者必需氨基酸/氨基酸总量基本一致(表 4)。

根据氨基酸评价模式,对红膏蟹不同组别必需氨基酸组成进行评分,软颗粒饲料投喂组生殖腺氨基酸得分最高,达 100,野生组肌肉氨基酸得分最低,为 64.8;软颗粒饲料投喂组肌肉和生殖腺的氨基酸得分均高于野生组,各组第一限制氨基酸均为

甲硫氨酸和半胱氨酸(表 5)。

2.3 投喂软颗粒饲料“红膏蟹”中脂肪酸含量分析

对“红膏蟹”中脂肪酸含量分析,其主要含 9 种主要脂肪酸。无论投喂哪种饲料,锯缘青蟹的饱和脂肪酸均以棕榈酸为主,含量为 21.0%~29.5%。不饱和脂肪酸 5 种,软颗粒饲料组肌肉含量

46.7%、性腺含量 45.3%,野生组肌肉含量 49.3%、性腺含量 47.6%。单不饱和脂肪酸以十八烷烯酸为主,含量为 14.8%~15.7%;多不饱和脂肪酸以二十二碳六烯酸为主,含量为 8.9%~12.3%。软颗粒饲料组不饱和脂肪酸小于野生组,但结果差异不显著($P>0.05$)(表 6)。

表 4 “红膏蟹”肌肉和生殖腺氨基酸成分比较 %

氨基酸种类	软颗粒饲料投喂组		野生组	
	肌肉	生殖腺	肌肉	生殖腺
天冬氨酸	1.66*	2.30*	1.68*	2.32*
谷氨酸	2.75*	3.62*	2.83*	3.63*
丝氨酸	0.62*	1.42*	0.59*	1.49*
组氨酸	0.41**	0.79**	0.38**	0.77**
甘氨酸	1.07	1.04	1.04	1.02
苏氨酸	0.76**	1.32**	0.74**	1.36**
精氨酸	1.49*	1.83*	1.48*	1.82*
丙氨酸	1.02	1.18	1.02	1.25
酪氨酸	0.62**	1.22**	0.65**	1.13**
半胱氨酸	0.08*	0.14*	0.12*	0.15*
缬氨酸	0.76**	1.52**	0.76**	1.63**
甲硫氨酸	0.42**	0.78**	0.41**	0.73**
苯丙氨酸	0.71*	1.18*	0.76*	1.32*
异亮氨酸	0.69**	1.24**	0.55**	1.15**
亮氨酸	1.17*	2.04*	1.12*	2.38*
赖氨酸	1.22*	1.72*	1.19*	1.78*
脯氨酸	1.19	1.29	0.98	1.21
呈味氨基酸	6.50	9.90	6.57	10.24
必需氨基酸	5.59	8.14	5.38	8.22
氨基酸总量	16.64	24.63	16.30	25.14
必需氨基酸/氨基酸总量	33.59	33.05	33.01	32.70
呈味氨基酸/氨基酸总量	39.06	40.19	40.31	40.73

表 5 饲料投喂组份的必需氨基酸构成成分分析

组别	项目	异亮氨酸	亮氨酸	赖氨酸	甲硫氨酸 半胱氨酸	苏氨酸	缬氨酸	苯丙氨酸 酪氨酸	氨基酸 评分	限制性氨基酸
国际粮农组织/世界 卫生组织模式值		40.0	70.0	55.0	35.0	40.0	50.0	60.0	100	
软颗粒投喂组	肌肉	34.7	58.8	61.3	25.1	38.2	38.2	66.8	71.7	异亮氨酸,亮氨酸, 甲硫氨酸,半胱氨酸, 苏氨酸,缬氨酸
	生殖腺	47.1	77.6	65.4	35	50.2	57.8	91.3	100	
野生组	肌肉	25.9	52.8	56.1	25	34.9	35.8	66.5	64.8	异亮氨酸,亮氨酸, 甲硫氨酸,半胱氨酸, 苏氨酸,缬氨酸
	生殖腺	43.4	89.8	67.2	33.2	51.3	61.5	92.5	94.9	甲硫氨酸,半胱氨酸

表6 “红膏蟹”肌肉和生殖腺脂肪酸含量比较

脂肪酸种类	软颗粒饲料投喂组		野生组	
	肌肉	生殖腺	肌肉	生殖腺
肉豆蔻酸	1.7**	3.1**	1.8*	2.9*
棕榈酸	21*	29.5*	21.5*	29.4*
棕榈油酸	9.8*	13.7*	10.3**	14.7**
十八烷酸甲酯硬脂酸甲酯	9.3*	7.7*	9.8	8.1
十八烷烯酸	14.8	15.5	15.1	15.7
亚油酸甲酯	4.8	4.2	4.7	4.0
顺式 8,11,14-二十碳三烯酸甲酯	6.1**	3.0**	6.9**	4.1**
二十三烷酸甲酯	16.4**	7.6**	16.3**	7.6**
二十二碳六烯酸	12*	8.9*	12.3*	9.1*
其他	4.1**	6.8**	4.3**	7.2**
总饱和脂肪酸	44	49.2	45.4	49.5
总单不饱和脂肪酸	24.6	29.2	25.4	30.4
总多不饱和脂肪酸	27.3	14.8	27.9	15.7
总不饱和脂肪酸	51.9	44.0	53.3	46.1

3 讨论

3.1 软颗粒饲料对锯缘青蟹生长和存活的影响

王兴春等^[3]用软颗粒饲料和鲜杂鱼同时投喂大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*),结果表明,投喂软颗粒饲料向养殖环境输入的总氮、总磷和化学需氧量等显著小于投喂鲜杂鱼组,有较好的改善养殖水环境的作用,从而提高了大黄鱼的养殖成活率;林建斌^[19]研究认为,投喂软颗粒饲料所产生的残饵较鲜杂鱼的少,降低了养殖环境的污染和病害的发生,提高了鱼类的养殖成活率;竹田正彦^[20]曾报道,投喂湿颗粒饲料,鱼类摄食率可达80%~90%,可提高鱼类生长速度。以软颗粒饲料投喂锯缘青蟹,效果同其他水产养殖种类,增加其摄食率,减少排泄物的产生,显著提高养殖的成活率和生长速度,同时也加快了青蟹培育成“红膏蟹”的时间,促进“红膏蟹”的可食部分和生殖腺的发育,增加了“红膏”的含量,原因主要是软颗粒饲料较缢蛏和菲律宾蛤仔营养全面,且在配制前,所用的鲜杂鱼经过高温煮熟,防止病菌的感染,同时添加电解多维,不仅能提高机体的免疫能力,且具有诱食作用,提高青蟹对饲料的摄食和吸收,减少对水环境的污染,促进青蟹的生长发育及“红膏蟹”的形成,提高“红膏蟹”的养殖成活率。

3.2 软颗粒饲料对“红膏蟹”基本营养成分的影响

检测结果表明,青蟹肌肉中含有丰富的蛋白质,投喂软颗粒饲料“红膏蟹”和野生“红膏蟹”中粗蛋白分别为19.9%和20.2%,高于海淡水养殖模式

中青蟹营养成分分析的结果^[21](海水养殖青蟹肌肉中粗蛋白为15.57%,淡水养殖为17.42%)和市场销售的青蟹肌肉中粗蛋白含量达15.33%的结果^[18]。由此可见,投喂软颗粒饲料提高了青蟹肌肉中粗蛋白的含量。

檀东飞等^[18]对市场销售的青蟹生殖腺基本营养成分分析结果显示,生殖腺中粗蛋白、脂肪和水分含量分别为30.59%、14.50%和54.69%。本研究中采用软颗粒饲料培育青蟹而成的“红膏蟹”生殖腺中粗蛋白、脂肪和水分含量分别为26.3%、12.4%和55.5%,而野生组则分别为26.5%、12.3%和53.7%,结果与檀东飞等^[18]一致,生殖腺中粗蛋白和脂肪显著高于肌肉($P < 0.05$),而水分的含量显著低于肌肉($P < 0.05$)。投喂软颗粒饲料青蟹生殖腺中的粗蛋白与野生组基本一致,但低于檀东飞等^[18]的测量结果,导致这一结果的主要原因可能为青蟹的生殖腺发育程度不同或者所采用的检测方法不同。

3.3 软颗粒饲料对“红膏蟹”氨基酸含量的影响

由于人体不能合成必需氨基酸或者合成速度不能满足机体的需求,需要从外界食物中获取必需氨基酸,因此食物蛋白质的营养价值高低主要取决于其所含必需氨基酸的种类、数量和组成比例^[22]。本研究结果显示,软颗粒饲料投喂组青蟹肌肉和生殖腺中必需氨基酸的含量分别为5.59%和8.14%,必需氨基酸/总氨基酸分别为33.59%和33.05%,野生组肌肉和生殖腺中必需氨基酸的含量分别为5.38%和8.22%,必需氨基酸/总氨基酸分别为

33.01%和 32.70%;软颗粒饲料投喂组青蟹肌肉和生殖腺的必需氨基酸的含量和必需氨基酸/总氨基酸均高于野生组。以 1973 年国际粮农组织/世界卫生组织提出的必需氨基酸的均衡模式和计分标准^[23-24],分析了软颗粒投喂组和野生组“红膏蟹”的氨基酸评分,软颗粒饲料投喂组青蟹肌肉和生殖腺的氨基酸评分分别为 71.7 和 100,野生组则分别为 64.8 和 94.9,软颗粒饲料投喂组氨基酸评分比野生组高,且甲硫氨酸和半胱氨酸是野生组生殖腺中限制氨基酸,而软颗粒饲料投喂组生殖腺中不存在限制性氨基酸。

人对食物的接受程度主要取决于食物的鲜美度,食物的鲜美度主要由食物中呈味氨基酸的高低决定,软颗粒饲料投喂组中青蟹肌肉和生殖腺呈味氨基酸的含量分别为 6.50%和 9.90%,呈味氨基酸/总氨基酸分别为 39.06%和 40.19%,均与野生组差异不显著($P>0.05$),说明软颗粒饲料投喂组“红膏蟹”在鲜美度上与野生组相当。

3.4 软颗粒饲料对“红膏蟹”脂肪酸组成的影响

脂肪酸的组成在一定条件下可反应肌体的健康水平、摄食情况和营养水平^[25]。饱和脂肪酸是重要供能物质,但含量过高会导致动脉硬化;不饱和脂肪酸可使胆固醇酯化,降低血清胆固醇,降低低密度脂蛋白水平和冠心病发生几率,是评定食品品质的重要标志,因此,脂肪酸的含量及组成是影响人身体健康的重要指标^[26-27]。本研究中,软颗粒饲料投喂组“红膏蟹”肌肉和生殖腺中的饱和脂肪酸总量分别为 44.0%和 49.2%,野生组分别为 45.4%和 49.5%;软颗粒饲料投喂组“红膏蟹”肌肉和生殖腺中的单不饱和脂肪酸总量分别为 24.6%和 29.2%,野生组分别为 25.4%和 30.4%;软颗粒饲料投喂组“红膏蟹”肌肉和生殖腺中的多不饱和脂肪酸总量分别为 27.3%和 14.8%,野生组分别为 27.9%和 15.7%。野生组脂肪酸含量略高于软颗粒饲料投喂组,但差异不显著($P>0.05$)。肌肉中饱和脂肪酸总量和单不饱和脂肪酸总量的含量均小于生殖腺,而多不饱和脂肪酸总量则高于生殖腺,表明投喂软颗粒饲料不会对肌肉和生殖腺的脂肪酸产生明显的影响。

综上所述,采用软颗粒饲料进行青蟹培育“红膏蟹”可以提高养殖成活率、生长速度,降低育成时间,提高可食部分和增加“红膏”的含量。且肌肉和生殖腺中含有丰富的营养物质,蛋白质含量高,氨基酸种类齐全,比例均衡,必需氨基酸和呈味氨基酸含量均较高,肉质鲜美,不饱和脂肪酸比例较高。

参考文献:

- [1] 施学文. 软颗粒饲料与鲜杂鱼鱼糜对真鲷感染刺激隐核虫的影响比较[J]. 福建水产, 2012, 35(4): 307-311.
- [2] 林旋, 黄贞胜, 王寿昆, 等. 大黄鱼膨化颗粒与软颗粒饲料浸泡时间对溶胀率、溶失率及 COD 的影响[J]. 福建水产, 2015, 37(4): 308-313.
- [3] 王兴春. 软颗粒饲料与鲜杂鱼糜对大黄鱼养殖水质的影响[J]. 水产科学, 2014, 33(10): 635-638.
- [4] 全汉锋, 王兴春, 施学文. 大黄鱼软颗粒饲料的自制与应用[J]. 渔业现代化, 2013, 40(3): 56-61.
- [5] 黄明坚, 石和荣, 周勤勇, 等. 软颗粒饲料和冰鲜鱼在深水网箱养殖军曹鱼中投喂效果比较[J]. 渔业现代化, 2013, 40(6): 20-23.
- [6] 黄种持, 陈度煌, 林建斌, 等. 配合饲料与小杂鱼对斜带石斑鱼生长性能影响[J]. 饲料研究, 2012(9): 1-4.
- [7] 何志刚. 湿颗粒饲料在海水鱼养殖中应用与使用事项[J]. 科学养鱼, 2007, 22(11): 68.
- [8] 厉成新, 马庆男. 加州鲈膨化饲料和软颗粒饲料养殖效果对比试验[J]. 科学养鱼, 2016, 31(5): 68-69.
- [9] 何尔荣, 王爱明. 应用湿软颗粒饲料养殖三疣梭子蟹试验[J]. 中国水产, 2007(5): 31-32.
- [10] 冯兴钱, 方家仲. 青蟹养殖技术[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1996: 190-195.
- [11] 王桂忠, 叶海辉, 李少菁. 福建青蟹产业发展现状与对策[J]. 福建水产, 2012, 34(2): 87-90.
- [12] 王建钢, 于忠利, 左振德. 关于锯缘青蟹苗种中间培育技术的探讨[J]. 现代渔业信息, 2004, 19(10): 23-24.
- [13] 王建钢, 乔振国, 于忠利, 等. 锯缘青蟹 *Scylla serrata* (Foraskål) 室内养殖技术探讨[J]. 现代渔业信息, 2007, 22(4): 26-27.
- [14] 周宇芳, 张龙韬, 胡杭娇, 等. 青蟹种质资源研究进展[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(3): 211-213.
- [15] 王艺磊, 戴军, 姚杨烈, 等. 利用 AFLP 技术筛选锯缘青蟹性别差异 DNA 片段[J]. 中国水产科学, 2004, 11(4): 286-290.
- [16] 黄伟卿, 张芝, 叶海辉, 等. “蟹公寓”培育红膏蟹养殖技术研究[J]. 科学养鱼, 2017, 32(12): 35.
- [17] 苏以鹏. 锯缘青蟹人工配合饲料的初步研究[D]. 南宁: 广西大学, 2013.
- [18] 檀东飞, 吴国欣, 林跃鑫, 等. 锯缘青蟹营养成分分析[J]. 福建师范大学学报: 自然科学版, 2000, 16(4): 79-84.
- [19] 林建斌. 我国水产动物营养与饲料的研究进展[J]. 饲料与畜牧, 2012(4): 27-32.
- [20] 竹田正彦. 养鱼技术的改良—引进湿性颗粒饲料[J]. 国外水产, 1988(2): 26-30.
- [21] 王雪峰, 顾洪鑫, 郭倩林, 等. 海水和淡水养殖锯缘青蟹的营养成分分析[J]. 食品科学, 2010, 31(23): 386-390.
- [22] 姚汉亭. 食品营养学[M]. 北京: 中国农业出版

- 社,1995.
- [23] Joint FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. WHO Technical Report Series[R]. Geneva; WHO,1973.
- [24] FAO Nutrition Meetings Report Series[R]. Rome: FAO,1973.
- [25] 孔祥会,王桂忠,李少菁. 低温适应下锯缘青蟹肌肉及其细胞膜脂肪酸组成的变化[J]. 水产学报,2006,30(5):603-610.
- [26] Philibert A, Vanier C, Abdelouahab N, et al. Fish intake and serum fatty acid profiles from freshwater fish [J]. American Journal of Clinical Nutrition, 2006, 84(6):1299-1307.
- [27] 张彤晴. 不同增养殖水体长江水系中华绒螯蟹营养指标比较分析[D]. 南京:南京农业大学,2005:13-37.

Effect of Soft Pelleted Feed on Growth, Survival and Ovarian Composition in Mature Mud Crab

HUANG Weiqing¹, CHEN Aiping², ZHANG Yi³, LIN Peihua¹, YE Haihui⁴, SHAN Xiujuan^{5,6}, LI Jinshou², RUAN Shaojiang²

(1. Ningde Dingcheng Fishery Company Limited, Ningde 352100, China; 2. College of Life Science Ningde Normal University, Ningde 352100, China; 3. Fishery Technology Promotion Station, Ningde 352100, China; 4. College of Ocean and Earth Sciences, Xiamen University, Xiamen 361102, China; 5. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China; 6. Function Laboratory for Marine Fisheries Science and Food Production Processes, Qingdao National Laboratory for Marine Science and Technology, Qingdao 266100, China)

Abstract: The healthy mated mud crab (*Scylla serrata*) with mean body weight of (453.6±46.91) g were raised in the plastic box (36 cm×26 cm×27 cm), and fed soft pelleted diet prepared from fresh mixed surimi, starch, electrolytic vitamin premix and carrageenan. The results showed that the ovary was completely mature from 29 d to 31d in the mud crab fed the soft pelleted diet, returning to be “a red ovary crab” with muscular contents of 59.89%—60.84%, significantly lower than that in the animals fed trash fish and shellfish ($P<0.05$). There were significantly higher survival rate (96.9%—97.1%), weight gain rate (67.26%—69.47%), growth rate (1.39%/d—1.53%/d), and proportions of an edible part (65.67%—66.32%) and ovarian maturation (17.36%—17.68%) in the mud crab fed the soft pelleted diet than that in the crab fed trash fish and shellfish ($P<0.05$). The mud crab fed the soft pelleted diet had protein of 30.59%, fat of 14.50%, moisture of 54.69%, essential amino acid (EAA) of 8.14%, and delicious amino acid (DAA) of 9.90% in ovary and protein of 19.9%, fat of 0.8%, moisture of 75.1%, EAA of 5.59%, and DAA of 6.50% in the muscles, with amino acid score of 71.7 in the muscles and 100 in ovary. There were 44.0% of saturated fatty acid (SFA), 49.2% of monounsaturated fatty acid (MUFA), and 24.6% of polyunsaturated fatty acid (PUFA) in the muscles and 29.2% of SFA, 27.9% of MUFA and 15.7% of PUFA in ovary of the mud crab fed the soft pelleted diet, indicating that soft pelleted diet improves levels of protein and nutritional value in mud crab.

Key words: soft pelleted feed; *Scylla serrata*; growth; nutritional composition