

# 饵料种类及密度对龟足幼虫生长发育的影响

陈宁 林岗\* 饶小珍 张殿彩 福建师范大学生命科学学院 福州 350108

**摘要** 利用不同种类的饵料以及不同密度的饵料投喂龟足无节幼虫,以研究饵料种类及密度的不同对其幼虫生长发育的影响。结果表明,用湛江叉鞭金藻、扁藻和牟氏角毛藻喂养的无节幼虫能变态到金星幼虫;豆浆、蛋黄、云微藻、小球藻、盐藻和微绿球藻不能使幼虫发育到金星幼虫;幼虫存活的适宜金藻密度为 $(5\sim 20)\times 10^4$ 个/mL,幼虫变态的适宜金藻密度范围为 $(10\sim 20)\times 10^4$ 个/mL,幼虫存活的适宜扁藻密度范围为 $(1\sim 15)\times 10^4$ 个/mL,幼虫变态的适宜扁藻密度范围为 $(5\sim 15)\times 10^4$ 个/mL。综合存活率、变态率、发育速度3个指标,培育龟足幼虫金藻的适宜密度为 $(10\sim 20)\times 10^4$ 个/mL,扁藻的适宜密度范围 $(5\sim 15)\times 10^4$ 个/mL。

**关键词** 龟足 饵料种类 饵料密度 存活率 变态率 幼虫

文献标识码:A

文章编号:1003-4331(2009)03-0007-05

龟足(*Pollicipes mitella* Linnaeus, 1758)隶属于甲壳纲(Crustacea)蔓足亚纲(Cirripedia)铠茗苣科(Scalpellidae)龟足属(*Pollicipes*),是一种亚热带和热带性动物,广泛分布于我国和世界其他国家<sup>[1]</sup>。其体分为头状部和柄部,柄部肌肉发达,肉嫩味鲜,是我国东南沿海的名特优海鲜;在欧洲,早在史前时期地中海沿岸居民就已采食龟足,至今英国居民因袭相传依然食用;日本沿海居民经常采取藤壶属、龟足属等大型种类为食;达尔文曾经报道我国沿海居民食用龟足<sup>[2]</sup>。《本草纲目》中记载的龟足药效为:甘咸平无毒,具补益、利尿、消积等功效<sup>[3]</sup>。龟足具有独特的经济价值和广阔的开发前景。

饵料及其密度等是影响龟足幼虫生长发育的重要因子。目前,国内外对龟足属的生态分布、繁殖生物学、发育等均有研究<sup>[4-5]</sup>,光照<sup>[6]</sup>、盐度<sup>[7]</sup>等因子对龟足幼虫的生长发育也有报道,但尚未涉及饵料及其密度对龟足幼虫生长发育的影响。本文研究了几种不同种类饵料及不同密度的湛江叉鞭金藻与亚心型扁藻对龟足幼虫存活率、变态率及发育速度的影响,以期对龟足的人工养殖提供基本的理论依据。

## 1 材料与方

**1.1 材料** 龟足亲体于2007年5~8月采自福建省连江县定海海区岩岸的石缝中。从亲体外套腔中剖取已受精的卵块,在过滤海水中充气孵化,收集孵出的I期无节幼虫,充气暂养1d后即达II期无节幼体。

饵料微藻藻种由福建师范大学藻种室提供,选用湛江叉鞭金藻(*Isochrysis zhanjiangensis*)、亚心型

扁藻(*Platymonas subcordiformis*)、微绿球藻(*Nannochloropsis oculata*)、牟氏角毛藻(*Chaetoceros muelleri*)、小球藻(*Chlorella saccharophila*)、云微藻(*Chlorella.sp*)用f/2培养基单种扩大培养。藻种接种后4~5d,待其达到对数生长期用于投喂,以避免各种物质对幼虫生长发育的影响。蛋黄用市售鸡蛋煮熟后经500目筛绢过滤备用,豆浆用黄豆加水研磨后用500目筛绢过滤备用。

海水经定性滤纸及砂芯漏斗过滤,海水盐度:28‰,pH 8.0,氨氮 0.18 mg/L,  $H_2S < 0.001$  mg/L。

## 1.2 方法

**1.2.1 试验设计** 吸取趋光性强、游动活泼的II期无节幼体于400 mL烧杯中,每杯加过滤海水300 mL,幼虫200只,于30℃水浴中恒温充气培养,分别投喂不同种类的饵料以确定合适的饵料;投喂不同密度的湛江叉鞭金藻和扁藻,湛江叉鞭金藻设 $1\times 10^4$ 、 $5\times 10^4$ 、 $10\times 10^4$ 、 $15\times 10^4$ 、 $20\times 10^4$ 、 $25\times 10^4$ 个/mL共6个密度梯度;扁藻设 $0.2\times 10^4$ 、 $1\times 10^4$ 、 $5\times 10^4$ 、 $10\times 10^4$ 、 $15\times 10^4$ 、 $20\times 10^4$ 个/mL共6个密度梯度。每天全换水1次,换水前先将过滤海水预热至30℃,并重新投喂饵料。每天观察1次,并测定记录:各发育期幼虫个体数目与死亡个体数目;体宽(10只以上);最后存活个体数目。试验设3个平行组。试验共持续15d,15d后计算成活个体,此时未变态的II期个体视为不能变态个体。

**1.2.2 数据处理** 试验结束后测定龟足幼虫的VI期存活个体数量 $d_1$ ,与初始II期个体数量 $d_0$ 比较,以计算存活率。计算公式为: $R_s=100\times d_1/d_0$ 。

试验结束后测定龟足金星幼虫的存活个体数量 $d_2$ ,与II期存活个体数量 $d_1$ 比较,以计算变态率。计算公式为: $R_m=100\times d_2/d_1$ 。

基金项目:福建省科技厅重点项目(2006N0066)。

作者简介:陈宁(1982-),男,四川仁寿人,硕士研究生,主要从事水产动物生物技术研究。

\* 通讯作者:林岗,E-mail:lgfz@vip.163.com。

对所得结果用 SPSS11.5 软件进行统计分析,以检测数据的一致性、饵料密度对幼虫生长发育影响的显著性。

## 2 结果

2.1 饵料种类对龟足幼虫生长发育的影响 在所用饵料中,能使龟足无节幼体发育到金星幼虫的有湛江叉鞭金藻、亚心型扁藻、牟氏角毛藻,不能使龟足无节幼体发育到金星幼虫的有:蛋黄、豆浆、盐藻、云薇藻、微绿球藻与小球藻。其中用蛋黄、豆浆、盐藻和小球藻喂养的幼虫只能发育从 1 期开始就停止发育,虫体胃中没有或仅有少量饵料,云薇藻和微绿球藻喂养的幼虫能发育到第 5 期,虫体胃中饵料饱满呈现黑褐色。采用能使无节幼体发育到金星幼虫的湛江叉鞭金藻和亚心型扁藻作饵料密度对龟足幼虫影响的试验,牟氏角毛藻虽能使无节幼体发育到金星幼虫阶段,但是由于变态率极低不作密度试验。

2.2 饵料密度对龟足幼虫生长的影响 该试验所选的不同密度金藻中,  $1 \times 10^4$  个/mL 金藻培养的幼虫只能发育至 1 期,虫体干净透明,体内油滴较少;  $5 \times 10^4$  个/mL 的金藻培养的幼虫只能发育至 2 期,虫体干净,较少个体的刚毛沾有藻类,体内油滴较少;  $(10 \sim 20) \times 10^4$  个/mL 金藻培养的幼虫体内油滴较多,部分个体刚毛上黏附少量藻类,  $25 \times 10^4$  个/mL 金藻培养的幼虫,体内油滴较多,几乎所有个体刚毛与尾刺上都黏附藻类。

从表 1 金藻密度与各期幼虫体宽的关系可以看出, 1~5 期幼虫的生长随金藻密度的升高变化不大。经单因素方差分析表明,金藻密度对幼虫体宽没有显著性影响。

表 1 不同密度的金藻对龟足幼虫体宽的影响

密度 ( $10^4$ 个/mL)	各发育阶段的体宽 ( $\mu\text{m}$ )				
	1 期	2 期	3 期	4 期	5 期
1	243.5 $\pm$ 4.4	-	-	-	-
5	244.7 $\pm$ 7.6	268.6 $\pm$ 2.4	317.0 $\pm$ 1.4	382.5 $\pm$ 2.2	
10	209.3 $\pm$ 3.8	246.2 $\pm$ 6.8	275.3 $\pm$ 1.7	317.0 $\pm$ 3.6	383.5 $\pm$ 3.7
15		241.1 $\pm$ 2.5	267.2 $\pm$ 1.4	323.1 $\pm$ 3.5	391.0 $\pm$ 3.8
20		242.9 $\pm$ 3.8	277.6 $\pm$ 3.1	327.8 $\pm$ 7.1	394.3 $\pm$ 4.7
25		242.0 $\pm$ 1.5	269.6 $\pm$ 1.9	330.8 $\pm$ 3.3	395.4 $\pm$ 4.4

扁藻对龟足幼虫生长的影响(见表 2)与金藻相似,除  $0.2 \times 10^4$  个/mL 密度组的幼虫只能发育至 1 期外,其他密度组的幼虫均能发育至 5 期 ( $0.2 \sim 1$ )  $\times 10^4$  个/mL 低密度组幼虫虫体透明,体内油滴较少,体表干净 ( $5 \sim 15$ )  $\times 10^4$  个/mL 的幼虫体内油滴较多,少数个体刚毛黏附有藻类,  $20 \times 10^4$  个/mL 密度组的

幼虫刚毛和尾刺上都黏附有大量的藻类。

从表 2 可以看出,随着扁藻密度的升高,各期幼虫的体宽变化不明显,经单因素方差分析表明扁藻密度对龟足幼虫体宽影响不显著。

表 2 不同密度的扁藻对龟足幼虫体宽的影响

密度 ( $10^4$ 个/mL)	各发育阶段的体宽 ( $\mu\text{m}$ )				
	1 期	2 期	3 期	4 期	5 期
0.2	240.5 $\pm$ 5.3	-	-	-	-
1	243.3 $\pm$ 4.6	270.0 $\pm$ 1.8	315.5 $\pm$ 1.1	372.3 $\pm$ 2.3	
5	209.3 $\pm$ 3.82	247.7 $\pm$ 3.9	269.0 $\pm$ 2.7	318.2 $\pm$ 4.5	377.0 $\pm$ 3.1
10		241.9 $\pm$ 1.7	271.4 $\pm$ 3.4	324.4 $\pm$ 3.2	394.6 $\pm$ 2.6
15		242.3 $\pm$ 1.1	277.9 $\pm$ 2.3	326.0 $\pm$ 5.4	395.3 $\pm$ 2.6
20		243.9 $\pm$ 3.3	270.3 $\pm$ 1.5	329.9 $\pm$ 4.2	395.7 $\pm$ 3.5

2.3 饵料密度对龟足幼虫存活率与变态率的影响 由图 1 可以看出,金藻密度在  $1 \times 10^4$  个/mL 和  $5 \times 10^4$  个/mL 时存活率分别是 0 和 11.5%,密度超过  $5 \times 10^4$  个/mL 以后,龟足幼虫存活率急剧上升,到  $15 \times 10^4$  个/mL 时达到最大值 42.7%。超过此密度后存活率则迅速下降,到  $25 \times 10^4$  个/mL 存活率降至 18.7%。变态率在密度  $1 \times 10^4$  个/mL 和  $5 \times 10^4$  个/mL 时分别为 0 和 5.9% ( $5 \sim 15$ )  $\times 10^4$  个/mL 范围内随密度的增高而迅速增高,  $15 \times 10^4$  个/mL 时达到最高值的 28.3% 超过此密度后变态率逐渐下降。

对存活率进行单因素的方差分析 (ANOVA) 得  $F=22.714 > F_{0.05}=2.85$ ,表明金藻密度对龟足幼虫存活率有极显著的影响。进行多重比较 (Duncan) 表明:  $10 \times 10^4$  个/mL 组与  $20 \times 10^4$  个/mL 组之间差异不显著,其他各密度之间差异显著,对变态率进行单因素方差分析 (ANOVA) 得  $F=19.552 > F_{0.05}=2.85$ ,表明金藻密度对幼虫的变态率也有极显著的影响。多重比较 (Duncan) 表明:  $10 \times 10^4$ 、 $15 \times 10^4$ 、 $20 \times 10^4$  个/mL 密度之间差异不明显,这 3 个密度与  $1 \times 10^4$ 、 $5 \times 10^4$ 、 $25 \times 10^4$  个/mL 密度之间差异显著。 $5 \times 10^4$  个/mL 与  $25 \times 10^4$  个/mL 密度之间差异不显著。龟足幼虫存活的适宜金藻密度为 ( $5 \sim 20$ )  $\times 10^4$  个/mL,幼虫变态的适宜金藻密度为 ( $10 \sim 20$ )  $\times 10^4$  个/mL。

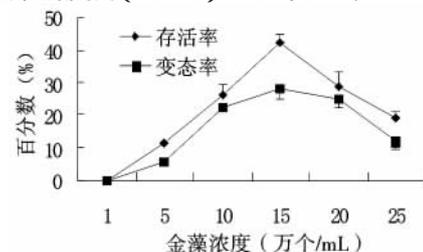


图 1 不同密度的金藻对龟足幼虫存活率和变态率的影响

从图 2 可以看出,龟足幼虫的存活率在扁藻

0.2×10<sup>4</sup> 个/mL 时为 0, 15×10<sup>4</sup> 个/mL 时最高 为 47.5% ; 超过此密度后存活率迅速下降 到 20×10<sup>4</sup> 个/mL 存活率降至 27.6%。变态率在 0.2×10<sup>4</sup> 个/mL 时为 0, 变态率在 (1~15)×10<sup>4</sup> 个/mL 范围内随密度的增高而增高, 15×10<sup>4</sup> 个/mL 时达到最高值的 39.5%, 超过此密度后变态率急剧下降。

对存活率进行单因素方差分析 (ANOVA) 得 F=13.032>F<sub>0.05</sub>=2.85, 表明扁藻密度对龟足幼虫存活率有极显著的影响。进行多重分析表明, 1×10<sup>4</sup>、5×10<sup>4</sup>、10×10<sup>4</sup> 个/mL 密度组之间, 各处理结果差异不明显, 说明这几个密度的扁藻对龟足幼虫的存活率影响不大, 这 3 个密度与 15×10<sup>4</sup> 个/mL 之间差异明显。对变态率进行单因素方差分析(ANOVA)得 F=15.227>F<sub>0.05</sub>=2.85, 表明扁藻密度对龟足幼虫变态率有极显著的影响。进行多重分析表明, 10×10<sup>4</sup> 个/mL 与 5×10<sup>4</sup> 个/mL 和 15×10<sup>4</sup> 个/mL 之间差异不明显, 与另外 3 个密度组之间差异显著; 1×10<sup>4</sup> 个/mL 与 20×10<sup>4</sup> 个/mL 之间差异不明显。龟足幼虫存活的适宜扁藻密度范围为(1~15)×10<sup>4</sup> 个/mL, 幼虫变态的适宜扁藻密度为(5~15)×10<sup>4</sup> 个/mL。

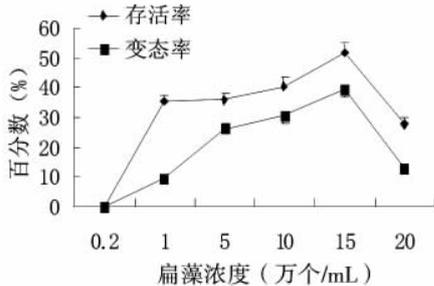


图 2 不同密度的扁藻对龟足幼虫存活率和变态率的影响

2.4 饵料密度对龟足幼虫发育速度的影响 从图 3 可知, 投喂不同密度金藻后幼虫的发育速度从 III 期开始就出现了分歧, 1×10<sup>4</sup>/mL 组只发育至 III 期, 最先发育至 IV 期的是 15×10<sup>4</sup> 个/mL 和 20×10<sup>4</sup> 个/mL 密度组, 在第 6 d 出现有 IV 期幼虫, 最晚出现 IV 期的是 5×10<sup>4</sup> 个/mL 投喂的幼虫; 最先发育至金星幼虫的是 25×10<sup>4</sup> 个/mL 密度组, 在第 11 d 出现金星幼虫; 最后出现金星幼虫的是 5×10<sup>4</sup> 个/mL 和 10×10<sup>4</sup> 个/mL 密度组。

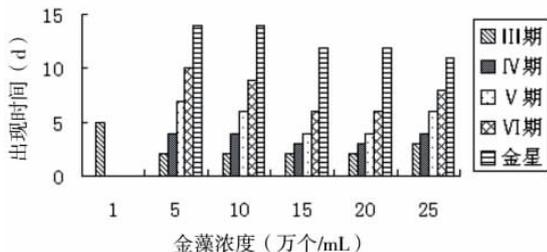


图 3 不同密度的金藻对龟足幼虫发育速度的影响

从图 4 可以看出, 投喂不同密度扁藻后, 前 3 期各密度发育速度一样, 至 IV 期时出现差异, 最快发育至 IV 期的密度组是 10×10<sup>4</sup> 个/mL, 最慢密度组是 1×10<sup>4</sup> 个/mL 和 20×10<sup>4</sup> 个/mL, 分别在第 5 d 和第 9 d 发育至 IV 期。最先发育至金星幼虫的是 10×10<sup>4</sup> 个/mL 密度组, 在第 8 d 发育至金星幼虫期; 发育最慢的是 1×10<sup>4</sup> 个/mL 和 20×10<sup>4</sup> 个/mL 密度组, 在第 12 d 发育至金星幼虫期。

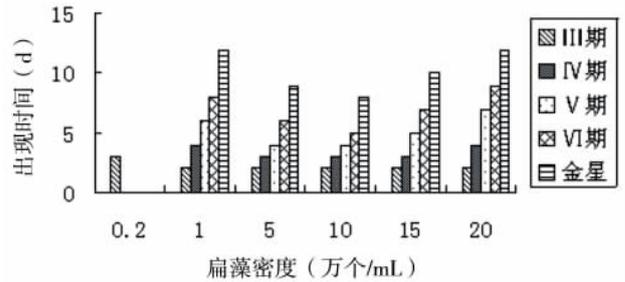


图 4 不同密度的扁藻对龟足幼虫发育速度的影响

综上所述, 湛江叉鞭金藻和亚心形扁藻是培育龟足幼虫的适宜饵料, 能使无节幼虫变态到金星幼虫。综合存活率、变态率、发育速度 3 个指标, 培育龟足幼虫金藻的适宜密度为(10~20)×10<sup>4</sup> 个/mL, 扁藻的适宜密度范围(5~15)×10<sup>4</sup> 个/mL。

### 3 讨论

3.1 饵料质量对龟足幼虫的影响 作为蔓足类生长发育的关键时期是金星幼虫期, 其附着变态依赖于其活力状态和周围环境的作用。金星幼虫的能量依赖于储存的油脂类物质, 而幼虫储存的能量依赖于无节幼虫期的饵料等因素。大量的试验结果表明: 饵料是决定无节幼体能否发育至幼体及成体的最重要的因子<sup>[8]</sup>。

浮游幼虫饵料的营养价值与各种因素有关系, 包括饵料的大小、形状、密度、可消化性、毒素产物、不同种类营养成分(类脂、脂肪酸、蛋白质和碳水化合物)间的平衡等因素有关系, 还与饵料如藻类在不同生长时期具有不同的营养和能量值有关。饵料质量的优劣影响幼虫的存活和变态及生长发育等方面<sup>[9-10]</sup>。Lewis C A 研究藻类种类和密度对 *Pollicipes polymerus* 幼虫生长发育影响的结果表明<sup>[11]</sup>, 能使幼虫发育到 IV 期以后的藻类有海洋原甲藻 (*Prorocentrum micans*) 和扁藻 (*Platymonas subcordiformis*)。Chandrashekar 用钙质角毛藻 (*Chaetoceros calcitrans*) 以 (1~2)×10<sup>4</sup> 个/mL 的密度投喂纹藤壶能使幼虫发育至金星幼虫阶段<sup>[12]</sup>。严文侠等用扁藻投喂网纹藤壶能使幼虫发育至金星幼虫<sup>[13]</sup>。此试验中, 用湛江叉鞭金藻、扁藻和牟氏角毛

藻喂养的幼虫能发育到金星幼虫阶段。说明这三种藻类是幼虫适合的饵料种类。用蛋黄、豆浆、盐藻和小球藻喂养的幼虫从 期开始就不再发育,虫体胃中没有或仅有少量的饵料,说明龟足无节幼体根本不能摄食这些种类的饵料。云藻和微绿球藻喂养的幼虫能发育到第 期,虫体中胃中饵料饱满呈现黑褐色。说明龟足无节幼体能够摄食这些藻类,但是自身不能消化藻类,可能是缺少消化这些藻类表面物质的消化酶所致。

从此试验看,金藻和扁藻对幼虫体宽没有明显影响,但这与 Anil A C 对藤壶幼虫<sup>[12]</sup>的研究结果不一致。从存活率、变态率、发育速度来看,扁藻的饵料效果要优于金藻的饵料效果,扁藻的最高存活率为 47.5%,高于金藻的 42.7% ( $P < 0.05$ );扁藻的最高变态率为 39.5%,高于金藻的 28.3% ( $P < 0.05$ );投喂扁藻的发育速度和均快于投喂金藻的发育速度,扁藻组分别在第 5 d 和第 8 d 出现 期,而金藻组分别在第 6 d 和第 11 d 才出现。这可能是扁藻的营养成分更适合龟足幼虫的生长发育。

3.2 饵料密度对龟足幼虫的影响 做为饵料的单胞藻类在密度高时会产生抑制类物质抑制水生生物的生长、繁殖等<sup>[14]</sup>。因此,在人工育苗过程中,投饵密度对幼虫生长发育及变态率有很大的影响,甚至关系到育苗的成败,投饵密度过高使得剩饵过多,易使幼虫缺氧,水中氨氮增加等,使幼虫死亡率增加;密度过低时,幼虫摄食不足,生长缓慢,幼虫变态率低,因此,控制好饵料密度极为关键。

Anil A C 研究了温度、藻类密度和海水盐度对纹藤壶幼虫生长的影响<sup>[15]</sup>,从  $(0.5 \sim 1.0) \times 10^5$  个/mL 的密度范围,随密度增加存活率逐渐增加,但是当增加到  $2 \times 10^5$  个/mL 时效果不是很明显。同时研究了藻类密度、温度和核酸在幼虫生长的协同作用。江洪波等<sup>[16]</sup>对中华绒螯蟹幼体的研究,Anil A C 等对藤壶的研究都表明,不管是低密度的还是高密度的饵料微藻均不适宜水生生物幼虫的生长。在该文试验中当用低密度饵料喂养幼虫时可以观察到活力低、生长缓慢和变态率低的效果,其中金藻在  $1 \times 10^4$  个/mL 和金藻  $5 \times 10^4$  个/mL 的变态率分别为 0 和 11.5%,扁藻在  $0.2 \times 10^4$  个/mL 和  $1 \times 10^4$  个/mL 时幼虫的变态率分别为 0 和 9.4%;在低密度组中,扁藻的变态率仅为 12.1% ( $20 \times 10^4$  个/mL),金藻的变态率为 13% ( $25 \times 10^4$  个/mL)。从幼虫肠胃的饱满度可以明显看出其摄食的情况,低密度组的幼虫的肠胃明显瘪瘦透明,适宜密度与高密度藻中的幼虫胃肠饱满呈黑

色、黄色。但高密度的藻中的幼虫其刚毛上沾满藻体,游动受到影响。

蔓足类在发育过程中,需经过 6 期无节幼体和 1 期的金星幼虫才能附着变态成为幼体。其无节幼体需摄食,而金星幼虫不摄食,两者在形态及运动方式上也有所不同,为了强调无节幼体与金星幼虫的不同,该文把无节幼体转变金星幼虫的过程特称为变态。除了存活率指标外,特设置了变态率这一指标。综合存活率、变态率、发育速度 3 个指标,培育龟足幼虫金藻的适宜密度为  $(10 \sim 20) \times 10^4$  个/mL,扁藻的适宜密度为  $(5 \sim 15) \times 10^4$  个/mL。但是不同藻类的组合对无节幼体发育到金星幼虫的影响和不同藻及不同藻密度下培育的金星幼虫与其附着变态的关系还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 刘瑞玉,任先秋. 中国动物志—无脊椎动物第四十二卷(甲壳动物亚门,蔓足下纲,围胸总目)[M]. 北京: 科学出版社, 2007:199-207.
- [2] 堵南山. 甲壳动物学(上册)[M]. 北京: 科学出版社,1993: 277-341.
- [3] 谢宗塘. 海洋水产品营养与保健[M]. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1991:100-101.
- [4] 林岗, 邱文仁, 齐秋贞. 福州沿海龟足的繁殖附着与生长[J]. 海洋学报, 1994, 16(6): 108-115.
- [5] 莫顿 B, 莫顿 J. 香港海岸生态学[M]. 北京: 海洋出版社, 1991:67-74.
- [6] 林岗, 齐秋贞, 邱文仁. 龟足幼虫的室内培育条件[J]. 水产学报, 1994 (3):249-252.
- [7] 林岗, 许友勤, 饶小珍, 等. 盐度对龟足胚胎及幼虫发育的影响[J]. 福建师范大学学报: 自然科学版, 2002, 18(1): 76-78,81.
- [8] Lucas M I, Walker G, Holland. An energy budget for the free swimming and metamorphosing larvae of *Balanus balanoides* (Crustacea: cirripedia) [J]. Mar Biol, 1979(5):221-229.
- [9] 弘崧. 罗氏沼虾饵料的合理投喂[J]. 水产养殖, 1990 (3): 112-113.
- [10] Fernandez F. Nutrition studies in the nauplius larvae of *Balanus pacificus* (Copepoda: Calanoidea) [J]. Mar Biol, 1979, 53:131-147.
- [11] Lewis C. Some observations of factors affecting embryonic and larval growth of *Pollicipes polymerus* (Cirripedia: Lepadomorpha) in vitro [J]. Marine Biology, 1975, 32(2): 127-139.
- [12] Anil A C, Dattesh Dwsai. Larval development and metamorphosis in *Balanus amphitrite* Darwin (cirripedia; Thoracica): significance of food concentration, temperature

# 槐猪饲养模式对其肉质风味影响的试验研究

吴锦瑞 福建省龙岩市畜牧站 364000

**摘要** 槐猪肉以骨细、肉嫩、肌内脂肪含量高、胆固醇含量低、肉质风味独特著称。通过试验对比分析,饲养模式的不同(如生喂与熟喂)、饲养时间长短均会对槐猪肉质风味产生一定影响。

**关键词** 槐猪 饲养模式 肉质风味

文献标识码:A

文章编号:1003-4331(2009)03-0011-02

槐猪以其肉质风味的独特而著称,而对猪肉肉质风味的影响因素除猪品种自身的遗传因素外,还有外因,如饲养模式就是一个重要的因素。为了了解槐猪饲养模式对其肉质风味的影响程度,该试验在槐猪一般营养水平下,选择生喂与熟喂、饲养时间长短两方面进行对比试验,并根据屠宰测定与肉质风味的评判结果分析其中的原因,为槐猪优质肉的差异性市场开发探索一种适宜的生产模式。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 从绿琦槐猪育种场挑选同一批次已阉割的小公猪40头,平均体重为10 kg,饲养时间为60 d。分成2组,对照组(a组)为生喂,分成2栏,每栏饲养10头,试验组(b组)为熟喂,分成2栏,每栏饲养10头。试验猪饲料营养水平,小猪阶段(60~120 d)的蛋白水平为16%,能量水平12.56 MJ;中猪阶段(121~180 d)的蛋白水平14%,能量水平11.30 MJ;大猪阶段(181~240 d)的蛋白水平12%,能量水平12.14 MJ。保持同一饲养条件下,自由采

表1 试验猪群各阶段饲料配方

原料(%)	小猪阶段 (60~120 d)	中猪阶段 (121~180 d)	大猪阶段 (181~240 d)
稻谷粉	4	6	8
玉米粉	52	55	50
豆粕	24	18	12
麦麸	14	10	12
三七糠	0	3	8
青绿饲料	2	4	6
预混料	4	4	4
合计	100	100	100

食、自由饮水。试验在上杭绿琦槐猪育种场进行。

**1.2 饲料配方** 具体饲料配方见表1。同时配合一定量的青绿饲料,预混料由绿琦槐猪场自配。

**1.3 饲喂方式** 生喂:将自配的混合粉料拌冷水后喂试验猪;熟喂:将自配的混合粉料、青绿饲料用锅煮成熟料后喂试验猪。

**1.4 评定项目与方法的选择**

**1.4.1 肌肉颜色** 肌肉颜色主要取决于肌肉中肌红蛋白含量及其铁的化学价态。正常肉呈鲜红色,蛋白质变性和受微生物污染的肉呈绿色;猪应激综合征(PPS)异常肉质呈灰白(PSE肉)或暗色(DFD肉)。

宰杀后2 h内进行评定。试样部位为左半胴体胸腰椎连接部背最长肌(即眼肌处)横断面,评定时切取新鲜断面,于白天室内正常光照下,按5级分制肉色标准评分图目测评分。

1分为灰白色(PSE肉色),组织松软、大量渗水;2分为轻度灰白色(倾向PSE肉色),组织较松软、渗水;3分为鲜红色(正常肉色),组织正常;4分为深红色(正常肉色),组织较坚硬、干燥;5分为暗褐色(DFD肉色),组织坚硬、干燥。

3分和4分为理想肉色,1分和5分为异常肉色。2分为倾向异常肉色,两分之间允许设0.5分值。

**1.4.2 风味评定** 宰杀后2 h,取背最长肌用煮的方式进行品尝评定。将肉样切成16.39 cm<sup>3</sup>大小,加水适量煮3~4 h,取出冷却后供品尝。

以7人为品尝小组,品尝成员回避了解被测肉样的取样背景,品尝人员对每个肉样咀嚼25次以

and nucleic acids [J]. Journal of Experimental Marine Biology, 2001, 263: 125-141.

[13] 严文侠,陈兴乾. 网纹藤壶的幼虫发育[C]. 广州:南海海洋科学集刊, 1980:112-119.

[14] 李捷,李超伦. 高密度硅藻对桡足类繁殖的抑制作用[J]. 生态学报, 2004, 24(11):664-670.

[15] Anil A C, Kurian J. Influence of food concentration, temperature and salinity on the larval development of *Balanus amphitrite* [J]. Marine Biology, 1996, 127: 115-124.

[16] 江洪波,陈立侨,周忠良,等. 不同饵料对中华绒螯蟹幼体发育和存活的影响[J]. 水产学报, 2000, 24(5): 442-447.