

孙国波, 吉文林, 陈章言, 等. 黑羽番鸭肌肉矿物元素、营养物质含量测定[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(12): 209–211, 243.

# 黑羽番鸭肌肉矿物元素、营养物质含量测定

孙国波<sup>1,2</sup>, 吉文林<sup>1,2</sup>, 陈章言<sup>1,2</sup>, 段修军<sup>1,2</sup>, 董 颺<sup>1,2</sup>

(1. 江苏农牧科技职业学院, 江苏泰州 225300; 2. 国家级水禽基因库, 江苏泰州 225300)

**摘要:**对黑羽番鸭肌肉的矿物元素、营养物质含量进行了测定, 结果表明, 黑羽番鸭胸肌中铁、铜、镁含量显著高于腿肌, 胸肌中锌含量显著低于腿肌。公鸭胸肌铁、铜含量显著高于母鸭, 腿肌 4 种矿物元素含量均显著高于母鸭。肌肉中胆固醇含量在不同部位、不同性别之间无显著差异。母鸭腿肌中肌苷酸含量显著高于公鸭, 公鸭胸肌中肌苷酸含量显著高于腿肌。在肌肉中各种氨基酸含量差异比较大, 其中以 Cys 含量最低, 不超过 0.4 mg/g; Glu 含量最高, 在 6.10 ~ 7.17 mg/g 之间。肌肉中一些氨基酸含量因不同部位、不同性别之间存在显著差异。

**关键词:**黑羽番鸭; 矿物元素; 营养物质

**中图分类号:** S834<sup>+</sup>.891 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)12-0209-03

番鸭是优良的肉用家禽, 具有生长速度快、饲料转化率高、肉味鲜香且具有野禽风味、抗病力强、适合农家饲养等特点。番鸭产肉独特, 是至今产瘦肉比例最高的水禽, 胴体脂肪含量低。根据其外貌羽色可以将其分为白色、黑色、花色 3 种, 其中黑羽番鸭体型比其他 2 种要略小一些。

随着人们生活水平的提高, 消费者对高质量的禽类肉产品需求量大增。近几十年来, 人们从多方面对禽类肉产品的风味进行了广泛的研究, 如常规肉品质、肌肉中营养物质和矿物元素等方面。矿物元素是机体组织的重要构成物质, 参与了机体的各项生命活动。动物体内矿物元素存在形式多种多样, 主要以蛋白质和氨基酸相结合的形式存在, 也有一些以游离状态存在。矿物元素在动物体内以一种动态平衡的形式存在, 随着机体的生理活动, 在体内不断地进行着吸收和排出、沉积和分解, 所以动物在不同的营养条件和饲养环境下, 其体内各组织中的矿物元素都维持在一定的浓度。肌肉中的肌苷酸含量、胆固醇和氨基酸含量直接决定了肌肉的风味, 尤其是谷氨酸、天冬氨酸、苏氨酸等被认为是鲜味氨基酸。

本试验拟通过测定黑羽番鸭胸肌、腿肌中矿物元素 (Fe、Cu、Zn、Mg)、胆固醇、肌苷酸和氨基酸含量, 在一定程度上可以反映黑羽番鸭肌肉中对这些成分的蓄积状况, 为黑羽番鸭建立基本档案, 为其日粮组成和一些疾病诊断提供参考资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以江苏农牧科技职业学院培养的黑羽番鸭为试验素材, 在 13 周龄时随机抽取 135 羽 (公鸭 70 羽、母鸭 65 羽) 进行屠宰, 采集胸肌、腿肌用于测定 Fe、Cu、Zn、Mg 4 种矿物元素含量; 同时抽取公、母各 42 羽, 用于测定肌肉中胆固醇、肌苷酸和氨基酸等营养物质的含量。

收稿日期: 2013-07-15

基金项目: 江苏省高校动物遗传繁育与分子设计重点实验室开发课题 (编号: K12042); 泰州市科技项目 (编号: TN201220)。

作者简介: 孙国波 (1981—), 男, 江苏盐城人, 硕士, 畜牧师, 研究方向为水禽遗传资源评价与利用。E-mail: sgb1981@126.com。

### 1.2 矿物元素含量的测定

1.2.1 测定矿物元素及标准液浓度 主要测定铁、铜、锌、镁等 4 种矿物元素含量。Fe 元素标准溶液为 0.8、1.4、2.0、2.6、3.2 μg/mL; Cu 元素标准溶液为 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5 μg/mL; Zn 元素标准溶液为 0.4、0.8、1.2、1.6、2.0、2.4 μg/mL; Mg 元素标准溶液为 1、2、3、4、5 μg/mL。

1.2.2 试验步骤 (1) 称取胸、腿肌肉样各 4 g (精确到 0.001 g) 进行剪碎, 加入消化容器中, 再加浓硝酸和高氯酸混合液 15 mL (4:1), 盖上盖, 放置过夜。(2) 在电炉上 300 °C 恒温消化 (温度过高会出现高氯酸爆沸), 待白烟冒尽, 消化管中液体剩余少许时停止, 冷却, 定容至 50 mL (加热处理时, 会有大量酸挥发, 需要通风橱)。(3) 根据鸭肌肉中各矿物元素大致含量, 配置一定梯度的标准溶液; (4) 利用原子吸收分光光度计测定标准液绘制标准曲线, 然后测定各个样品的浓度。

### 1.3 肌肉营养成分的测定

1.3.1 胆固醇测定方法 (1) 皂化。称取 0.2 ~ 1.0 g (准确到 0.001 g) 试样, 置于 50 mL 有塞试管中。加入 10 mL 氢氧化钾溶液 (1 mol/L), 10 mL 无水乙醇 (纯度 > 95%), 混匀, 装上冷凝管, 在 85 ~ 95 °C 水浴上缓慢皂化 1 h, 至试样溶液清澈, 皂化后用流水冷却。(2) 提取。将皂化后的样品溶液移入 50 mL 分液漏斗中, 加入 10 mL 乙醚于分液漏斗中, 轻轻振摇, 静置分层, 将水层放入上述有塞试管中。加入 10 mL 乙醚于有塞试管中, 轻轻振摇, 静置分层, 将乙醚层移入分液漏斗中。再加入 10 mL 乙醚于有塞试管中, 重复提取 1 次, 将乙醚层移入分液漏斗中。用 15 mL 水分 3 次洗涤分液漏斗中的溶液。分层后弃去水层。用 10 g 无水硫酸钠干燥乙醚层, 将乙醚移入另一支有塞试管中。通氮气吹干后, 加入 1 mL 无水乙醇, 混匀。(3) 测定。开启气相色谱仪, 选定合理参数。制定标准液中胆固醇含量曲线, 测定试样溶液中浓度, 根据公式计算出肌肉中胆固醇含量。

肌肉中胆固醇含量 =  $C \times A \times V \times 100 / (A_s \times M \times 1\,000)$

式中:  $C$  为标准液中胆固醇的浓度, 单位为 μg/mL;  $A$  为试样溶液中胆固醇的峰面积;  $V$  为试样溶液最终定容的体积, 单位为 mL;  $A_s$  为标准工作液中胆固醇的峰面积;  $M$  为肌肉质量, 单位为 g。

1.3.2 肌苷酸测定方法 在取样后 24 h 内进行,取新鲜肉样 1.3 g 左右,用剪刀初步剪碎后,加入含有 6% 高氯酸溶液 3 mL 的匀浆管中,用高速匀浆机将组织打碎成浆糊状,使得 IMP 从肌肉组织中分离出来,将匀浆管中所有成分转移至 10 mL 离心管中,并用 1 mL 洗涤液清洗匀浆管,然后合并到离心管中,用 4 000 r/min 离心 5 min。转移上清液于 50 mL 烧杯中;在离心管中继续加入 6% 高氯酸溶液 2 mL 进行振荡离心,将上清和前次合并,然后对液体进行过滤。过滤液用 NaOH 溶液调节 pH 值=6.5。将烧杯中的液体转移至容量瓶中,用蒸馏水进行定容至 25 mL。混合均匀后用 0.45 μm 滤膜过滤,然后直接用仪器 HPLC 进行分析,得到原始数据。根据以下公式计算出肉样中肌苷酸含量。

肌肉组织中 IMP 的含量(mg/g)=(0.1×25×Ai)/(As×W) 式中:W 为开始称取的肌肉组织样重量(g);As 为仪器测定标准溶液所显示的 IMP 的峰面积;Ai 为仪器测定样品溶液所显示的 IMP 的峰面积。

1.3.3 氨基酸测定方法 称取肉样 1~2 g,加 0.1 mol/L 盐酸提取剂 30 mL,搅拌提取 15 min,静置片刻,将上清液过滤

到 100 mL 容量瓶中,残渣加水 25 mL,搅拌 3 min,重复提取 2 次,再将上清液过滤到上述容量瓶中,用水冲洗提取瓶和滤纸上的残渣,并定容,摇匀,清液供上机测定。然后根据以下公式计算出肉样中氨基酸含量:

肉样中氨基酸含量(mg/g)=A×D×10<sup>-6</sup>×100/M 式中:A 为 1 mL 上机水解液中氨基酸的含量(ng);M 为试验样品质量(mg);D 为试验样品解释倍数。

1.4 数据分析

试验所有数据采用平均数±标准差表示,不同性别之间比较采用非配对样本平均数差异检测。

2 结果

2.1 矿物元素测定

由表 1 可知,黑羽番鸭胸肌中铁、铜、镁含量显著高于腿肌,胸肌中锌含量显著低于腿肌,公母鸭结果一致。公鸭胸肌中铁、铜含量显著高于母鸭胸肌中对应矿物元素含量,锌、镁在公母鸭胸肌中无显著性差异。公鸭腿肌中 4 种矿物元素含量均显著高于母鸭。

表 1 4 种矿物元素在肌肉中的含量

组织	性别	样本量 (羽)	Fe (μg/g)	Cu (μg/g)	Zn (μg/g)	Mg (μg/g)
胸肌	公	70	43.97±6.24a	6.68±0.86a	27.68±2.38c	102.38±13.38a
	母	65	41.71±5.22b	5.96±0.90b	27.06±2.07c	102.06±15.32a
腿肌	公	70	36.45±5.12c	3.41±0.41c	31.67±5.11a	94.07±13.49b
	母	65	33.12±5.01d	3.02±0.35d	30.10±4.61b	87.64±11.60c

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。表 2、表 3 同。

2.2 肌肉营养成分测定

2.2.1 胆固醇和肌苷酸测定结果 由表 2 可知,黑羽番鸭胸、腿肌中胆固醇含量无显著差异;公鸭胸肌中肌苷酸含量显著高于腿肌,但是母鸭胸、腿肌肌苷酸含量没有显著差异。

胸肌中胆固醇、肌苷酸含量在公、母鸭之间无显著差异。腿肌中胆固醇含量在公、母鸭之间也无显著差异,但是母鸭腿肌中肌苷酸含量显著高于公鸭。

2.2.2 氨基酸测定结果 由表 3 可知,在肌肉组织中氨基酸的含量差异比较大,其中以 Cys 含量最低,不超过 0.4 mg/g;His 次之,只有 1.0~1.3 mg/g;Glu 含量最高,在 6.1~7.17 mg/g 之间。

表 2 肌肉中胆固醇、肌苷酸含量测定结果

组织	性别	样本量 (羽)	胆固醇 (mg/100g)	肌苷酸 (mg/g)
胸肌	公	42	56.08±11.98a	3.28±0.68a
	母	42	56.58±11.14a	3.04±0.59ab
腿肌	公	42	52.86±12.70a	2.81±0.76b
	母	42	53.43±10.28a	3.27±0.55a

由表 3 还可知,胸肌中 Ser、Glu、Gly、Pro、Cys 含量在公、母鸭之间无显著差异。公鸭胸肌中 His、Thr、Met、Phe 含量显著高于母鸭,Asp、Arg、Ala、Tyr、Val、Lys、Ile、Leu 含量显著低于母鸭。

表 3 肌肉中氨基酸含量测定结果

											mg/g
指标	样本量 (羽)	天冬氨酸 Asp	丝氨酸 Ser	谷氨酸 Glu	组氨酸 His	甘氨酸 Gly	精氨酸 Arg	苏氨酸 Thr	丙氨酸 Ala	脯氨酸 Pro	
胸肌 公	42	3.58±0.77b	2.22±0.58a	6.72±1.04a	1.16±0.32a	1.64±0.37ab	3.42±0.69bc	2.39±0.50a	2.02±0.51c	2.03±0.38a	
	母	42	4.14±0.98a	2.01±0.62a	7.17±1.06a	1.00±0.31b	1.78±0.40a	3.79±0.64a	1.68±0.48b	2.47±0.34a	2.11±0.34a
腿肌 公	42	3.67±0.77b	2.11±0.53a	6.94±1.01a	1.23±0.38a	1.63±0.31ab	3.17±0.56c	1.88±0.50b	2.18±0.40bc	2.04±0.35a	
	母	42	3.01±0.73c	2.09±0.40a	6.10±1.04b	1.30±0.35a	1.60±0.34b	3.52±0.48b	1.69±0.57b	2.23±0.39b	2.08±0.22a
指标	样本量 (羽)	半胱氨酸 Cys	色氨酸 Tyr	缬氨酸 Val	蛋氨酸 Met	赖氨酸 Lys	异亮氨酸 Ile	亮氨酸 Leu	苯丙氨酸 Phe		
胸肌 公	42	0.40±0.08a	2.00±0.39b	2.44±0.47c	4.14±0.73a	3.39±0.53b	2.55±0.34b	4.40±0.56bc	2.89±0.42a		
	母	42	0.38±0.08a	2.19±0.31a	2.78±0.37a	3.63±0.60bc	3.93±0.65a	2.71±0.27a	4.69±0.48a	2.86±0.27b	
腿肌 公	42	0.32±0.06b	2.26±0.25a	2.63±0.31ab	3.76±0.52b	3.84±0.51a	2.54±0.41b	4.20±0.58c	2.44±0.35d		
	母	42	0.25±0.07c	2.02±0.27b	2.50±0.44bc	3.46±0.68c	3.73±0.39a	2.49±0.44b	4.47±0.43ab	2.66±0.23c	

腿肌中 Ser、Gly、His、Thr、Ala、Pro、Val、Lys、Ile 含量在公、母鸭之间无显著差异。公鸭腿肌中 Asp、Glu、Cys、Tyr、Met 含量显著高于母鸭,Arg、Leu、Phe 含量显著低于母鸭。

### 3 讨论

#### 3.1 矿物元素测定分析

动物在维持其正常的机体功能时需要很多矿物元素的参与,在其生命活动过程中有着重要地位,可以影响动物的生长和肉质。禽类肌肉中矿物元素的含量直接影响食用者的身体健康。有很多矿物元素对动物机体有重要作用,但是取决于生理功能浓度。低浓度时可能影响动物机体健康和生产性能;但是浓度高时,有时会对动物产生毒害作用,常视为有毒元素。

铁是多种酶的活性中心,机体含铁正常时对机体的免疫防御有增强作用。在肌肉组织中,铁可与蛋白质形成肌红蛋白,肌红蛋白具有携带和运输氧的作用。当机体缺铁时,容易引起血红素合成减少,导致缺铁性贫血,损害机体免疫功能和细胞吞噬功能,同时引起蛋白质、糖类和脂类的合成障碍,导致细胞发育异常<sup>[1]</sup>。

铜在动物氧化和代谢过程中有着重要的作用,也是众多酶的组成成分。铜能促进机体合成磷脂的功能,对皮肤、血管和骨骼胶原的生成有提高作用,维护骨骼、血管和皮肤的正常功能。铜对小肠中铁的吸收具有协作作用,同时合成血红蛋白和红细胞。机体缺铜时,可降低多种酶的活性,导致骨质疏松、共济失调、繁殖机能障碍等现象<sup>[2]</sup>。

锌是动物生命活动所必需的元素,是机体中众多酶的激活剂和金属酶重要组成部分,在动物生存中必不可少,参与了机体物质代谢和组织呼吸过程。锌能影响动物的生长发育,当机体锌缺乏时,动物表现为生长发育受阻,甚至出现生长停止现象。虽然锌对机体作用很大,但是对肉质的影响作用较弱。

在能量和物质代谢过程中涉及到很多酶,这些酶活性离不开镁离子,所以镁在动物生长过程中起着重要的作用。同时镁还影响着机体中其他元素的吸收和利用,例如机体镁缺乏时,会引起血清钙浓度急速下降,使得动物出现神经症状,还有一些出现肌肉兴奋性亢进等现象。镁对肉质有一定的影响,高含量的镁可能直接降低肌肉脂肪和 pH 值。

在畜禽肌肉中矿物元素的研究报道尚少。潘丽贞等测出青海省中东部地区猪、牛、羊肉中铜含量为 1.57、1.39、1.15 mg/kg,锌含量为 18.41、30.59、27.14 mg/kg<sup>[3]</sup>。而在本试验中,测定了黑羽番鸭胸肌、腿肌中铁、铜、锌、镁的含量,其结果表明黑羽番鸭肌肉中铜含量均显著高于猪、牛、羊,但锌含量与牛、羊肌肉中含量较为接近。

#### 3.2 肌肉营养物质测定分析

肌苷酸(IMP)是产生肉风味物质的主要成分,其作用比味精更为显著<sup>[4]</sup>。IMP 及其降解产物是肌肉鲜味的主要成分,所以在测定肌肉中 IMP 含量时,需要考虑其降解产物的成分比例,最后换算成校正 IMP 的含量。肌肉三磷酸腺苷(ATP)代谢产生 IMP<sup>[5]</sup>,其过程大致为屠宰后的动物肌肉中含有 ATP,在 ATP 酶的作用下分解为 ADP,然后在肌酸激酶的作用下分解成 AMP,AMP 在脱氢酶作用下形成 IMP。IMP

并不是最终产物,在磷酸酯酶的作用下继续降解成肌苷,然后分解为次黄嘌呤(HYP)和核糖。许多学者对禽类肌肉中 IMP 含量的研究表明,遗传基础、性别、日龄、饲料组成等因素会引起 IMP 含量存在明显的差异<sup>[6-9]</sup>。陈国宏等报道,不同品种鸡肉中肌苷酸含量存在显著差异<sup>[5]</sup>;陈辉等研究表明,以散养方式饲养更有利于促进鸡肌肉组织中风味物质的合成<sup>[10]</sup>。本试验测定了黑羽番鸭胸、腿肌中肌苷酸及其分解产物的含量,最终计算出校正肌苷酸的含量,公鸭胸肌中肌苷酸含量显著高于腿肌,但是母鸭胸、腿肌肌苷酸含量没有显著差异。胸肌中肌苷酸含量在公、母鸭之间无显著差异。母鸭腿肌中肌苷酸含量显著高于公鸭,这可能是不同性别鸭生理上存在一定的差异。

胆固醇具有形成胆酸、构成细胞膜、合成激素等功能,广泛存在于各种动物体内组织中。适量食用胆固醇对人体健康是有益的,尤其是高密度脂蛋白胆固醇。在本试验中,黑羽番鸭胸肌中胆固醇含量为 56.33 mg/100 g,腿肌中含量为 53.15 mg/100 g,但均无显著性差异。

肌肉中氨基酸是影响肉品质的重要因素,在肌肉中的含量和组成结构是评价肉营养价值的重要指标之一<sup>[11-12]</sup>。在众多氨基酸中,有 6 种氨基酸是形成肉品香味所必需的前体氨基酸,它们的含量直接影响了肉风味。这 6 种氨基酸分别为脯氨酸(Pro)、丝氨酸(Ser)、甘氨酸(Gly)、谷氨酸(Glu)、丙氨酸(Ala)和异亮氨酸(Ile)。其中谷氨酸是最主要的鲜味物质,它具有增加肉鲜味和平衡酸碱等特殊功效。本试验测定了黑羽番鸭 17 种氨基酸的含量,胸肌、腿肌中氨基酸的含量都在 7.2 mg/g 以内,其中以 Cys 含量最低,Glu 含量最高。部分氨基酸在黑羽番鸭不同肌肉组织和性别间存在显著差异。

余德勇<sup>[13]</sup>和戴晔<sup>[14]</sup>对北京鸭和樱桃谷鸭中的 17 种氨基酸和肌苷酸含量进行了测定分析,两人的试验结果较为接近。本试验与他们的研究结果相比,黑羽番鸭胸腿肌肌苷酸含量要比北京鸭和樱桃谷鸭高出 2.3~2.8 mg/g;黑羽番鸭肌肉中 17 种氨基酸含量总体要高于北京鸭和樱桃谷鸭,其中谷氨酸(Glu)高出 4 mg/g 左右,精氨酸(Arg)高出 2 mg/g 左右,天冬氨酸(Asp)高出 1.7 mg/g 左右,赖氨酸(Lys)、酪氨酸(Tyr)高出 1.5 mg/g 左右,缬氨酸(Val)、丙氨酸(Ala)高出 1 mg/g 左右。肌苷酸是产生肉风味物质的主要成分,且谷氨酸(Glu)、丙氨酸(Ala)与肉品香味的形成关系密切。本试验中黑羽番鸭肌苷酸、谷氨酸(Glu)、丙氨酸(Ala)等营养物质的含量明显比北京鸭和樱桃谷鸭高,这表明黑羽番鸭的肉质优于北京鸭和樱桃谷鸭。

#### 参考文献:

- [1]程义勇,蒋义刚. 生物医学微量元素数据手册[M]. 天津:天津科学技术出版社,1998:11-25.
- [2]陈铁桥,谭运华,郭立宇,等. 不同饲养条件下海兰蛋鸡的肉肉肝蛋中部分矿物质含量分析[J]. 动物医学进展,2003,24(5):81-83.
- [3]潘丽贞. 青海省中东部地区主要肉品部分微量元素及重金属含量检测[J]. 黑龙江畜牧兽医,2010(7):114.

法对卵巢同步发育的影响不同。卵巢发育成熟程度最高为浸泡法的 50%，其次为注射法的 40%，再次为点滴法的 30%，最后为对照组的 20%。卵巢发育的同步成熟率比较结果为：浸泡法与注射法均为 40%，点滴法为 30%，对照组的克氏原螯虾产卵出现了明显的高峰期，经  $17\alpha$ - 羟孕酮处理后，有利于其集中产卵，间接说明了  $17\alpha$ - 羟孕酮能够促进克氏原螯虾同步产卵。3 种不同处理方法对其同步产卵的影响结果：浸泡处理法为 32.5%、注射处理法为 20%、点滴处理法为 17.5%、对照组为 17.5%。说明 3 种不同的处理方法对其促进卵巢同步发育所发挥的作用不同。在 3 种不同处理方法对克氏原螯虾卵巢同步发育及同步产卵的影响中，结果显示注射法不是最优方法，这可能与注射剂量有关，与赵维信等的观点<sup>[15]</sup>是一致的。有关  $17\alpha$ - 羟孕酮影响克氏原螯虾卵巢同步发育的机制，以及最适使用剂量和雌虾最佳处理时间有待进一步研究。

### 3.3 $17\alpha$ - 羟孕酮 3 种不同处理方法对克氏原螯虾雌虾死亡率的影响

雌虾在经过  $17\alpha$ - 羟孕酮处理后，不同程度上出现了死亡现象，并且在试验初期雌虾的死亡率较高，因此在实际生产中要慎重选择。死亡因素主要存在以下几个方面：首先，无论是采用注射法、点滴法还是浸泡法，都改变了机体原来稳定有序的内环境，导致机体环境紊乱，影响虾体正常的生理机能；其次，注射法的高死亡率可能是因为机体局部药物浓度过高，产生应激反应，致使雌虾死亡，也可能是注射法破坏了螯虾的开放式循环系统，导致体液受外界病菌感染；再次，是操作不当或操作失误所致；最后，由于试验是在水泥池中进行，所处生态环境与条件较自然界差，本身存在一定的死亡率。

### 3.4 $17\alpha$ - 羟孕酮的 3 种不同处理方法对克氏原螯虾最终产卵率的影响

浸泡法和注射法最终产卵率最高，为 100%，其次为点滴法的 87.5%，最后是对照组的 80%。这一结果表明， $17\alpha$ - 羟孕酮能够影响克氏原螯虾的最终产卵率，这与多数学者如虞冰如等<sup>[7]</sup>、赵维信等<sup>[12]</sup>、魏华等<sup>[16]</sup>的孕酮能够促进甲壳动物卵巢发育的研究结果是一致的，在提高雌虾最终产卵率方面，浸泡法和注射法优于点滴法。

### 参考文献：

[1] 唐建清, 夏爱军, 韩 飞. 2010 年江苏克氏原螯虾养殖产业发展情况报告[J]. 水产养殖, 2011(2): 44-47.

(上接第 211 页)

[4] Shette. 新型饲料添加剂: 甜菜碱[J]. 李秀波. 国外畜牧科技, 1995, 22(3): 2-3.

[5] 陈国宏, 侯水生, 吴信生, 等. 中国部分地方鸡肌肉肌苷酸含量研究[J]. 畜牧兽医学报, 2000, 31(3): 211-215.

[6] 武书庚, 齐广海. 肉品风味的形成及其影响因素[J]. 中国畜牧杂志, 2001, 37(3): 53-55.

[7] Davidek J, Khan A W. Estimation of inosinic acid in chicken muscle and its formation and degradation during post-mortem aging[J]. Journal of Food Science, 1967, 32(2): 155-157.

[8] 刘望夷, 竺来发, 翁志发, 等. 肉用鸡肌肉中肌苷酸含量的比较[J]. 中国农业科学, 1980(4): 79-83.

[2] 刘伟杰, 严维辉, 张成亮, 等. 克氏原螯虾同步化与非同步化育苗效果分析[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(34): 15029-15031.

[3] Ghosh D.  $17\beta$ -Hydroxysteroid dehydrogenase activity of ovary and hepatopancreas of fresh water prawn, *Macrobrachium rosenbergii* relation to ovarian condition and estrogen treatment. [J]. Gen Comp Endocrinol, 1993, 89: 245-254.

[4] Kulkarni G K, Nagabhushanam R, Amaldoss G. 5-Hydroxytryptamine stimulation of the ovary in the crayfish, *Procambarus clarkii* [J]. Am Zool, 1991, 31: 115.

[5] Spaziani E P, Hinsch W, Edwards S C. Possible role of prostaglandin  $F_{2\alpha}$  in vitellogenesis in the crayfish (*Procambarus paeninsulae*) [J]. Am Zool, 1991, 31: 23.

[6] Tsukinura B, Bender J S, Linder C J. Development of an anti-vitel in ELISA for the assessment of reproduction in the ridgback shrimp, *Sicyoniainents* [J]. Comparative Biochemistry and Physiology Part A, 2000, 127: 215-224.

[7] 虞冰如, 林文淑. 人工诱导青虾成熟和产卵[J]. 水产科技情报, 1990, 17(3): 66-69.

[8] 李广丽, 朱春华. 三种药物诱导罗氏沼虾产卵[J]. 上海水产大学学报, 1996, 5(1): 23-29.

[9] 赵维信, 汪志强. 人工诱导罗氏沼虾同步产卵与卵巢组织学研究[J]. 水产学报, 1995, 19(4): 289-296.

[10] 罗宇良, 陈孝煊. 人工诱导红螯螯虾同步产卵的初步研究[J]. 水利渔业, 1999, 19(2): 3-4.

[11] 蔡生力, 杨丛海. 体外注射激素对中国对虾卵巢发育的影响[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2000, 39(增刊): 91-95.

[12] 赵维信, 安 苗. 外源激素和眼柄提取物对罗氏沼虾卵母细胞的离体诱导作用[J]. 上海水产大学学报, 1996, 5(4): 221-225.

[13] Rodriguez E M, Lopez-Greck L S, Medesani D A. Effects of methyl farnesoate, alone and in combination with other hormones, on ovarian growth of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii*, during vitellogenesis [J]. Gen Comp Endocrinol, 2002, 125: 34-40.

[14] Tsukinura B, Kamemoto F I. In vitro stimulation of acolytes by presumptive mandible organ secretion in the shrimp, *Penaeus vannamei*. [J]. Aquac, 1991, 92: 59-66.

[15] 赵维信, 白 桦, 马晓华. 克氏原螯虾卵黄发生过程中卵巢和大额器孕酮含量的变化[J]. 上海水产大学学报, 1999, 8(3): 232-235.

[16] 魏 华, 赵维信. 保幼激素类似物及  $17\alpha$ - 羟孕酮对罗氏沼虾的产卵作用[J]. 上海水产大学学报, 1992, 1(1): 66-70.

[9] 苏淑贞, 朱汉炎, 刘建梁, 等. 鹌鹑、鸡、鸽子肌肉中的肌苷酸含量的比较[J]. 家禽, 1987(2): 32-33.

[10] 陈 辉, 黄仁录, 李 巍, 等. 散养柴鸡肌肉肌苷酸含量的比较[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2006(5): 90.

[11] 陈国顺, 刘孟洲. 野猪杂种猪肌肉营养特性的分析[J]. 养猪, 2004(1): 24-27.

[12] 朱 砺, 李学伟, 帅素容, 等. 大河猪与大河乌猪的肌肉营养成分分析[J]. 中国畜牧杂志, 2008, 44(7): 6-9.

[13] 余德勇. 北京鸭和樱桃谷鸭生长性能、肌肉理化特性比较及填饲对其影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2005: 1-52.

[14] 戴 晔. 北京鸭和樱桃谷鸭肉用性能及 *MSTN* 基因多态性的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2006: 1-68.