

孙国波,王 健,陆艳凤,等. 番鸭羽色与产肉性状的观测研究[J]. 江苏农业科学,2019,47(2):173-176.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.02.044

# 番鸭羽色与产肉性状的观测研究

孙国波,王 健,陆艳凤,靖永慧,宋 茜

(江苏农牧科技职业学院,江苏泰州 225300)

**摘要:**为了解番鸭羽色与产肉性状的内在关联,以高繁型番鸭(纯黑羽色番鸭)、快长型番鸭(头部白羽、身体全黑羽色番鸭)为研究素材,在进行正反交试验的基础上,重点主要开展了体质量与体尺发育、屠宰及肉品质等方面的对比观测研究。结果表明,高繁型番鸭体质量与体尺发育明显低于快长型番鸭,屠宰性能指标却部分高于快长型番鸭,肉品质指标尚未发现与羽色相关。通过开展羽色与产肉性状的关联分析,揭示了番鸭羽色对番鸭产肉具有明显影响,白羽更有利于番鸭产肉,但其内在深层次的关联还需要进一步的研究。

**关键词:**黑羽番鸭;羽色;产肉性状;相关性;对比

**中图分类号:** S834.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)02-0173-04

羽色是家禽及鸟类一个重要的质量性状,也是其区分和鉴别的重要特征之一。为加快优质家禽的改良育种,质量性状和数量性状的选择都是其主要研究领域,尤其是羽色性状选择已成为鸡、鸭等家禽育种的研究重点。黑羽番鸭作为本单位培育的优良肉鸭产品,具有生长速度快、饲料报酬高、肉质鲜美等特点,符合养殖增效和产品提质要求,产业化发展前景广阔,但由于黑羽番鸭羽色遗传的不稳定性,且通过常规育种方法不能解决其羽色稳定遗传,黑羽番鸭后代主要会出现白羽、黑羽和花羽 3 种羽色番鸭,这严重影响了外观品质的均一性和产品推广的同质性,并且羽色性状是品种(配套系)培育的重要指标内容,因此对黑羽番鸭羽色遗传研究刻不容缓。目前,国内学者认识到了番鸭羽色遗传的复杂性和不稳定性,早在 1999 年孙亮先等就开展了相关研究<sup>[1]</sup>,随后陈岩峰等也相继开展了该项研究<sup>[2-6]</sup>,但主要集中在番鸭羽色类型分析、番鸭羽色遗传关联基因介绍等方面的研究性综述文献,也有

一些集中在半番鸭羽色遗传研究领域,还有零星关于番鸭羽色关联基因多态性分析。本研究主要是开展番鸭羽色变化对产肉性状影响的观测研究,为后期开展羽色选育和分子辅助选择奠定基础性资料。

## 1 材料与方法

2015 年 11 月至 2016 年 11 月,本试验在江苏丰达水禽育种场(江苏省泰州市农业开发区内)进行了不同羽色番鸭与产肉性能的比较研究。

### 1.1 试验动物

分别选取健康、符合特征的出雏番鸭 200 羽(其中高繁型番鸭 100 羽,快长型番鸭 100 羽),公母各半。高繁型番鸭为纯黑羽色番鸭,快长型番鸭为头部白羽、身体全黑羽色番鸭(图 1),对所有试验鸭佩戴翅号,分群饲养。



高繁型番鸭



快长型番鸭

图1 试验动物

### 1.2 主要仪器

托盘电子天平(型号为 BL-320S/JA30K-1),购自上海精密仪器仪表有限公司;肌肉嫩度仪(型号为 C-LM2),购自北京天翔飞域仪器设备有限公司;膨胀仪,购自北京天翔飞域仪器设备有限公司;pH 计(型号为 PH-STAR),购自北京天翔飞域仪器设备有限公司。

### 1.3 饲养管理

0~4 周龄封闭式舍饲,5~13 周龄半封闭式地面饲养,

收稿日期:2017-09-18

基金项目:江苏省农业重大新品种创制项目(编号:PZCZ201737);2016 年江苏省农业三三工程项目(编号: SXGC[2016]293);2016 年江苏省大学生创新创业训练计划(编号:201612806007Y);江苏农牧科技职业学院院级课题(编号: NSF201620、NSFPT201744、NSFPT201727)。

作者简介:孙国波(1981—),男,江苏盐城人,硕士,副教授,主要从事水禽育种研究。E-mail:sgb1981@126.com。

14~27 周育成舍笼养,28 周龄及以后产蛋笼饲养,具体相关饲养管理要求、营养水平及饲料配方等均参见泰州市农业地方标准《黑羽番鸭繁育技术规程》(DB 3212/T 137—2016)执行。

1.4 测定项目及方法

1.4.1 体质量发育 测定 4 周龄、13 周龄、51 周龄的不同羽色试验鸭体质量。

1.4.2 体尺测量 测定试验鸭群 13 周龄、51 周龄的体斜长、胸深、胸宽、龙骨长、胫长、胫围、半潜水长等指标。

1.4.3 屠宰测定 分别随机抽取 13 周龄、51 周龄不同羽色试验鸭 60 羽(公母各半),测定其屠宰质量、半净膛质量、全净膛质量、胸肌质量、腿肌质量,并计算相应百分率。采集胸腿肌组织样,以供肉品测定。

1.4.4 肉品质测定 测定 13 周龄、51 周龄肉品质,具体指标包括 pH 值、剪切力、失水率等。

1.5 数据的统计分析

所有数据采用“平均数±标准差”表示,统计分析用 SPSS 19.0 软件进行比较分析。

2 结果与分析

2.1 番鸭羽色的正反交结果

为初步了解番鸭羽色遗传的基本情况,本研究以产蛋期高繁型番鸭 120 羽(公番鸭 20 羽)、快长型番鸭 120 羽(公番鸭 20 羽)为研究对象,利用正反交试验,收集种蛋,观察杂交后代番鸭的羽色分布情况,具体统计结果如表 1。由表 1 可知,正交试验、反交试验后代番鸭的羽色几乎均有分布(除正交后代纯白母番鸭),且无明显规律可循(羽色主要集中于纯黑、白头等类型),说明番鸭羽色遗传不是简单的正反交遗传。因此,本研究开展了羽色对产肉性状的常规选育研究。

表 1 黑羽番鸭正反交试验后代番鸭羽色统计

| 试验        | 入孵种蛋(枚) | 出雏数量(羽)    | 公番鸭(羽)   |           | 母番鸭(羽)  |         |           |           |
|-----------|---------|------------|----------|-----------|---------|---------|-----------|-----------|
|           |         |            | 白头       | 纯黑        | 纯白      | 花番      | 白头        | 纯黑        |
| 白头×黑羽(正交) | 315     | 132(41.9%) | 9(6.8%)  | 59(44.7%) | 0       | 5(3.8%) | 21(15.9%) | 38(28.8%) |
| 黑羽×白头(反交) | 463     | 203(43.8%) | 11(5.4%) | 74(36.5%) | 8(3.9%) | 1(0.5%) | 36(17.7%) | 74(36.5%) |

2.2 不同羽色番鸭体质量观测结果

为了加快番鸭羽色选育,必须了解不同羽色对番鸭产肉性状的影响。因此,本研究开展了不同羽色番鸭的体质量发育监测试验,获得了 4 周龄、13 周龄、51 周龄的公母番鸭数

据。由表 2 可知,3 个阶段黑羽类型的番鸭体质量均小于白头类型的番鸭,除第 4 周龄体质量数据在相同性别间差异不显著以外,其余 2 个阶段体质量指标差异显著( $P<0.05$ ),且所有组别间,公母差异均显著( $P<0.05$ )。

表 2 不同羽色番鸭不同阶段体质量情况统计( $n=30$ )

|           |    |            |             |             | kg |
|-----------|----|------------|-------------|-------------|----|
| 类型        | 性别 | 4 周龄体质量    | 13 周龄体质量    | 51 周龄体质量    |    |
| 高繁型番鸭(黑羽) | 公  | 0.82±0.07* | 3.15±0.24b* | 3.93±0.28b* |    |
|           | 母  | 0.69±0.06* | 1.92±0.18b* | 2.56±0.19b* |    |
| 快长型番鸭(白头) | 公  | 0.91±0.08* | 3.75±0.33a* | 4.88±0.31a* |    |
|           | 母  | 0.74±0.06* | 2.62±0.21a* | 3.22±0.27a* |    |

注:“\*”表示同列同羽色不同性别间差异显著( $P<0.05$ ),“\*\*”表示同列同羽色不同性别间差异极显著( $P<0.01$ ),不同小写字母表示同列相同性别不同羽色差异显著( $P<0.05$ )。表 2 至表 6 同。

2.3 不同羽色番鸭体尺测量结果

本研究开展 13 周龄、51 周龄体尺测量,指标包括体斜长、胸深、胸宽、龙骨长、胫长、胫围、半潜水长等指标。由表 3 可知,13 周龄体尺测量所有指标相同羽色公母差异显著( $P<$

0.05),其中半潜水长指标公母差异极显著( $P<0.01$ )。在不同羽色类型番鸭间,仅体斜长、半潜水长指标快长型公番鸭显著性高于高繁型公番鸭( $P<0.05$ ),其余指标差异不显著。

表 3 不同羽色类型番鸭 13 周龄体尺测量结果( $n=30$ )

|       |    |             |           |            |            |            |           |              | cm |
|-------|----|-------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|--------------|----|
| 类型    | 性别 | 体斜长         | 胸深        | 胸宽         | 龙骨长        | 胫长         | 胫围        | 半潜水长         |    |
| 高繁型番鸭 | 公  | 24.1±2.11b* | 7.1±0.74* | 12.1±1.03* | 16.4±1.35* | 10.0±0.96* | 4.9±0.42* | 56.4±5.10b** |    |
|       | 母  | 20.4±1.98*  | 6.4±0.65* | 9.6±0.92*  | 13.1±1.03* | 7.7±0.81*  | 4.0±0.35* | 45.4±4.45**  |    |
| 快长型番鸭 | 公  | 27.6±2.45a* | 7.2±0.68* | 12.6±1.22* | 16.5±1.54* | 10.3±0.95* | 5.2±0.48* | 58.7±4.83a** |    |
|       | 母  | 22.9±2.03*  | 6.5±0.66* | 9.9±1.01*  | 13.4±1.23* | 8.0±0.83*  | 4.1±0.30* | 47.5±4.12**  |    |

由表 4 可知,51 周龄体尺结果与 13 周龄体尺结果基本类似,所有指标相同羽色公鸭显著性高于母鸭( $P<0.05$ ),且体斜长、半潜水长指标存在极显著差异( $P<0.01$ );在不同羽

色类型间,快长型公母番鸭体斜长、半潜水长指标均显著性高于高繁型公母番鸭( $P<0.05$ ),快长型母番鸭龙骨长、胫围指标显著性高于高繁型母番鸭( $P<0.05$ )。

表 4 不同羽色类型番鸭 51 周龄体尺测量结果( $n=30$ )

|       |    |              |           |            |             |            |            |              | cm |
|-------|----|--------------|-----------|------------|-------------|------------|------------|--------------|----|
| 类型    | 性别 | 体斜长          | 胸深        | 胸宽         | 龙骨长         | 胫长         | 胫围         | 半潜水长         |    |
| 高繁型番鸭 | 公  | 31.2±3.30b** | 8.9±0.85* | 14.4±1.04* | 18.2±1.90*  | 10.1±0.93* | 5.4±0.45*  | 64.6±5.18b** |    |
|       | 母  | 24.5±2.12b** | 7.9±0.76* | 10.4±1.11* | 14.5±1.38b* | 8.1±0.72*  | 4.3±0.40b* | 50.4±5.13b** |    |
| 快长型番鸭 | 公  | 36.0±3.45a** | 9.1±0.83* | 14.3±1.35* | 20.7±1.93*  | 10.3±0.95* | 5.6±0.41*  | 68.1±6.35a** |    |
|       | 母  | 28.7±2.61a** | 8.2±0.77* | 10.2±0.92* | 16.9±1.44a* | 8.5±0.84*  | 4.7±0.33a* | 56.3±5.22a** |    |

2.4 不同羽色番鸭屠宰测定结果

本试验主要测定了高繁型番鸭、快长型番鸭 13 周龄的主要屠宰指标,包括屠宰率、半净膛率、全净膛率、胸肌率、腿肌率,由表 5 可知,相同羽色番鸭间,仅有快长型番鸭屠宰率指

标、高繁型番鸭全净膛率与半净膛率指标公母番鸭差异显著 ( $P<0.05$ )。在相同性别间,屠宰率、全净膛率、半净膛率指标高繁型公番鸭显著性高于快长型公番鸭,其他差异不显著。

表 5 番鸭 13 周龄主要屠宰性能指标测定结果 ( $n=30$ ) %

| 类型    | 性别 | 屠宰率          | 全净膛率         | 半净膛率         | 胸肌率        | 腿肌率        |
|-------|----|--------------|--------------|--------------|------------|------------|
| 高繁型番鸭 | 公  | 91.85±8.33a  | 79.29±7.80a* | 85.42±8.11a* | 17.85±1.66 | 11.67±1.12 |
|       | 母  | 90.21±8.94   | 75.36±7.62*  | 82.53±8.25*  | 18.50±1.87 | 10.19±0.99 |
| 快长型番鸭 | 公  | 88.50±8.27b* | 74.64±7.19b  | 82.45±8.23b  | 16.52±1.43 | 11.11±0.98 |
|       | 母  | 90.72±9.11*  | 76.20±7.58   | 83.48±8.39   | 17.41±1.70 | 11.06±1.01 |

由表 6 可知,相同羽色番鸭全净膛率指标公母差异显著 ( $P<0.05$ ),快长型番鸭胸肌率、腿肌率指标差异显著 ( $P<0.05$ ),高繁型番鸭半净膛率指标差异显著 ( $P<0.05$ )。不同羽色类型间,屠宰率指标高繁型公番鸭显著高于快长型公番

鸭 ( $P<0.05$ )、快长型母番鸭显著高于高繁型母番鸭 ( $P<0.05$ ),半净膛率、全净膛率指标快长型母番鸭显著高于高繁型母番鸭 ( $P<0.05$ ),胸肌率指标高繁型母番鸭显著高于快长型母番鸭 ( $P<0.05$ )。

表 6 番鸭 51 周龄主要屠宰性能指标测定结果 ( $n=30$ ) %

| 类型    | 性别 | 屠宰率          | 全净膛率         | 半净膛率         | 胸肌率          | 腿肌率         |
|-------|----|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 高繁型番鸭 | 公  | 91.35±8.35a* | 79.90±7.66*  | 84.70±8.27*  | 22.57±2.11   | 11.42±1.05  |
|       | 母  | 82.36±8.44b* | 64.55±6.31b* | 70.60±6.54b* | 22.13±2.09a  | 10.47±1.08  |
| 快长型番鸭 | 公  | 89.21±8.12b  | 76.83±7.09*  | 82.29±8.13   | 23.29±2.13*  | 11.01±0.97* |
|       | 母  | 89.69±9.03a  | 71.84±7.12a* | 80.66±8.01a  | 18.17±1.80b* | 9.49±0.92*  |

2.5 不同羽色番鸭肉品质测定结果

本研究测定了 13 周龄不同羽色番鸭胸肌、腿肌的常规肉品质,由表 7 可知,pH 值指标在所有组织、不同性别、不同羽色间均差异不显著,剪切力、失水率指标均呈现组织间显著差

异 ( $P<0.05$ ),且前者指标是公番鸭显著高于母番鸭 ( $P<0.05$ ),后者指标则是母番鸭显著高于公番鸭 ( $P<0.05$ ),不存在不同羽色间的显著差异。

表 7 不同羽色番鸭 13 周龄主要肉品质指标测定结果 ( $n=30$ )

| 类型    | 性别 | 肌肉组织 | 剪切力(N)     | 失水率(%)     | pH 值     |
|-------|----|------|------------|------------|----------|
| 高繁型番鸭 | 公  | 腿肌   | 34.1±3.27a | 33.5±3.22b | 6.2±0.47 |
|       |    | 胸肌   | 31.2±3.08b | 37.2±2.65a | 6.0±0.44 |
|       | 母  | 腿肌   | 32.6±3.15a | 32.8±3.03b | 6.3±0.59 |
|       |    | 胸肌   | 28.1±2.94b | 36.7±3.47a | 6.1±0.58 |
| 快长型番鸭 | 公  | 腿肌   | 35.2±3.63a | 31.9±3.01b | 6.2±0.52 |
|       |    | 胸肌   | 32.7±3.30b | 36.8±3.67a | 6.1±0.62 |
|       | 母  | 腿肌   | 33.7±3.27a | 31.6±3.09b | 6.1±0.54 |
|       |    | 胸肌   | 29.0±2.88b | 37.1±3.68a | 6.0±0.50 |

注:不同小写字母表示同列相同性别不同组织差异显著 ( $P<0.05$ )。表 8 同。

由表 8 可知,与表 7 相比较,除剪切力指标与 13 周龄的规律保持一致,其余 2 个指标均有所不同。失水率指标仅见快长型番鸭胸肌指标显著性高于腿肌 ( $P<0.05$ ),pH 值指标

仅有高繁型母番鸭、快长型母番鸭胸肌显著高于腿肌 ( $P<0.05$ )。

表 8 不同羽色番鸭 51 周龄主要肉品质指标测定结果 ( $n=30$ )

| 类型    | 性别 | 肌肉组织 | 剪切力(N)     | 失水率(%)     | pH 值      |
|-------|----|------|------------|------------|-----------|
| 高繁型番鸭 | 公  | 腿肌   | 41.9±4.07a | 28.5±2.73  | 5.7±0.48  |
|       |    | 胸肌   | 34.5±3.55b | 29.2±3.04  | 5.9±0.53  |
|       | 母  | 腿肌   | 42.5±4.24a | 29.1±2.99  | 5.9±0.57b |
|       |    | 胸肌   | 37.3±3.66b | 31.1±3.15  | 6.2±0.60a |
| 快长型番鸭 | 公  | 腿肌   | 43.3±4.13a | 29.2±2.86b | 5.9±0.61  |
|       |    | 胸肌   | 34.7±3.52b | 31.5±3.07a | 6.0±0.55  |
|       | 母  | 腿肌   | 42.6±4.09a | 29.9±2.83b | 5.8±0.59b |
|       |    | 胸肌   | 35.4±3.60b | 32.7±3.10a | 6.1±0.62a |

### 3 讨论与结论

羽毛是鸟类皮肤组织的衍生物之一,也是鸟类特有的特征之一,在求偶、社交、拟态、保温、防湿、防护日光灼伤等方面具有重要作用。羽毛的颜色是重要的遗传标记,鸟类羽色主要是黑色素和类胡萝卜素交互作用产生的结果。在家禽方面,禽类羽色仅分为有色和无色(白色)2种,其颜色主要由2种黑色素的相对生成量决定,分别是黑色至棕色的真黑色素(或称优黑素)和黄色至红色的伪黑色素(或称褐黑素、脱黑素)。由于黑色素受许多遗传基因控制,并容易受季节变化、性别及地理环境等诸多因素的影响,其羽色变化是十分复杂的过程,它是受遗传效益和环境效益叠加影响的产物。番鸭的羽色遗传也是如此,为了基本了解羽色与产肉性能的影响,本研究开展了高繁型番鸭(羽色纯黑)、快长型番鸭(白头黑身)正反交研究,发现正交试验、反交试验后代番鸭的羽色出现了性状分离,且无明显的羽色显隐性关系,但羽色主要集中在纯黑、白头等类型,该研究与孙亮先等的研究结果<sup>[1]</sup>一致。为了进一步了解番鸭羽色对性状的影响,本研究在前期工作基础上,开展了羽色对产肉性状的常规选育试验。

在不同羽色番鸭生长体质量观测方面,本研究获得了4、13、51周龄的公母番鸭数据,发现除公母性别差异造成体质量差异显著外( $P < 0.05$ ),3个阶段的黑羽类型番鸭体质量均小于白头类型的番鸭,除第4周龄体质量数据在相同性别间差异不显著以外,其余2个阶段体质量指标差异显著( $P < 0.05$ ),其中公番鸭13周龄体质量快长型番鸭(白头黑身)较高繁型番鸭高出0.6 kg,51周龄体质量高出0.95 kg;母番鸭13周龄体质量快长型番鸭(白头黑身)较高繁型番鸭高出0.70 kg,51周龄体质量高出0.66 kg。由此得出,白头黑身类型番鸭较全黑羽番鸭更具有产肉优势,这些结果与吉文林等的结论<sup>[7]</sup>相一致。

在体尺测量研究方面,与体质量差异一致,13、51周龄公番鸭均显著高于母番鸭( $P < 0.05$ ),其中13周龄半潜水长指标公母差异极显著( $P < 0.01$ ),差值为11.0~11.2 cm,51周龄体斜长、半潜水长指标存在极显著差异( $P < 0.01$ ),差值分别为6.7~7.3 cm、11.8~14.2 cm。在不同羽色类型番鸭间,快长型番鸭(白头黑身)体尺指标整体上较高繁型番鸭大,其中13周龄体斜长、半潜水长指标快长型公番鸭显著高于高繁型公番鸭( $P < 0.05$ ),51周龄体斜长、半潜水长指标快长型公母番鸭均显著高于高繁型公母番鸭( $P < 0.05$ ),51周龄龙骨长、胫围指标快长型母番鸭显著高于高繁型母番鸭( $P < 0.05$ )。由于体尺与体质量存在正相关,也充分说明了体质量大的个体其体尺指标也较大,这些结果也与吉文林等<sup>[7]</sup>的研究相吻合。

在屠宰性能测定方面,本试验主要测定了高繁型番鸭、快长型番鸭13周龄、51周龄的主要屠宰指标(百分率值)。结果发现,公母番鸭存在一定差异,但无明显规律可循,即13周龄快长型番鸭屠宰率、51周龄快长型番鸭全净膛率、胸肌率、

腿肌率指标以及高繁型番鸭全净膛率与半净膛率指标公母番鸭差异显著( $P < 0.05$ )。在不同羽色类型番鸭间,13周龄的屠宰率、全净膛率、半净膛率指标高繁型公番鸭显著高于快长型公番鸭,51周龄的屠宰率指标高繁型公番鸭显著高于快长型公番鸭( $P < 0.05$ )、快长型母番鸭显著高于高繁型母番鸭( $P < 0.05$ ),51周龄的半净膛率、全净膛率指标快长型母番鸭显著高于高繁型母番鸭( $P < 0.05$ ),51周龄的胸肌率指标高繁型母番鸭显著高于快长型母番鸭( $P < 0.05$ )。总体而言,依据屠宰性能的指标百分值,高繁型番鸭(羽色纯黑)更有利于屠宰,依据屠宰性能的指标绝对值(通过与对应周龄体质量换算),快长型番鸭(白头黑身)产肉较多。林谦等的研究也涉及到“屠宰性能番鸭雄性个体均优于雌性个体、产肉性能白羽类型番鸭具有较好的种质优势”等相关阐述<sup>[8]</sup>。

在肉品质测定方面,本研究测定了不同羽色番鸭胸肌、腿肌的常规肉品质,发现pH值指标基本差异不显著(除51周龄高繁型母番鸭、快长型母番鸭),剪切力、失水率指标多呈现组织间显著差异( $P < 0.05$ ),13周龄、51周龄相同肌肉组织剪切力指标腿肌显著高于胸肌( $P < 0.05$ ),13周龄失水率指标相同性别胸肌显著高于腿肌( $P < 0.05$ ),51周龄失水率指标仅见快长型番鸭胸肌指标显著性高于腿肌( $P < 0.05$ ),且51周龄pH值指标高繁型母番鸭、快长型母番鸭胸肌指标显著性高于腿肌( $P < 0.05$ )。

综上所述,本研究在进行高繁型番鸭、快长型番鸭正反交的基础上,初步了解羽色遗传的复杂性,为了揭示羽色对产肉性状的影响,进而开展了生长发育、屠宰测定、肉品质测定的相关研究,结果发现,快长型番鸭(白头黑身)体质量、体尺指标都高于或显著高于高繁型番鸭(纯黑番鸭),说明白羽(花羽)番鸭产肉性能总体上优于黑羽番鸭,这为后期开展番鸭产业推广、黑羽番鸭育种等都具有较强的现实意义。

### 参考文献:

- [1] 孙亮先,谢进金. 番鸭羽型分布及快慢羽性状遗传的研究[J]. 山东畜牧兽医,1999(6):1-2.
- [2] 陈岩锋,陈 晖,郑嫩珠,等. 半番鸭羽色性状 RAPD 分子标记初探[J]. 福建畜牧兽医,2004,26(6):1-2.
- [3] 郑嫩珠,辛清武,缪中纬,等. 黑色素基因在半番鸭及番鸭不同羽色中的差异表达研究[J]. 福建农业学报,2013,28(5):427-431.
- [4] 郑嫩珠,陈晓燕,卢立志,等. 半番鸭羽色相关基因均一化差减文库的构建和鉴定[J]. 中国农业科学,2012,45(22):4688-4696.
- [5] 高鑫凤,许继国,叶 峭,等. 影响番鸭羽色性状的候选基因研究现状[J]. 中国家禽,2015,37(10):43-47.
- [6] 徐 琪. 番鸭的羽色突变及变异[J]. 中国畜牧兽医,2004,31(8):36-38.
- [7] 吉文林,段修军,孙国波,等. 黑羽番鸭2个品系生长发育规律及体尺比较[J]. 江苏农业科学,2012,40(12):205-207.
- [8] 林 谦,吴买生,蒋桂韬,等. 不同羽色和性别番鸭屠宰性能及肌肉成分比较研究[J]. 家畜生态学报,2014,35(1):30-34.