



不同趾型北京油鸡蛋品质性状的比较分析

晏志勋, 初 芹, 王海宏, 耿爱莲, 张 尧, 刘华贵, 张 剑*

(北京市农林科学院畜牧兽医研究所, 北京 100097)

摘 要: 为了解北京油鸡不同趾型对鸡蛋感官物理及营养化学品质的影响, 选择双五趾、单五趾和双四趾等趾型的北京油鸡, 分别对 33、43、53、63 周龄所产鸡蛋的蛋品质进行对比分析。结果显示: 在感官物理指标方面, 各周龄的蛋重、蛋壳颜色和蛋黄颜色等指标在不同趾型间差异不显著 ($P>0.05$); 43 周龄双四趾北京油鸡的蛋壳强度显著高于双五趾和单五趾北京油鸡 ($P<0.05$), 且双五趾和单五趾北京油鸡之间差异不显著 ($P>0.05$); 43 周龄双五趾北京油鸡的蛋黄比例显著高于单五趾北京油鸡 ($P<0.05$); 53 周龄双四趾北京油鸡蛋蛋白高度和哈氏单位显著高于单五趾个体 ($P<0.05$)。在营养化学指标方面, 北京油鸡不同趾型对各周龄鸡蛋中的粗脂肪和卵磷脂 (PC) 含量的影响不显著 ($P>0.05$); 43 周龄双五趾北京油鸡蛋干物质含量显著高于单五趾个体 ($P<0.05$); 53 周龄双四趾北京油鸡全蛋脑磷脂 (PE) 及丝氨酸磷脂 (PS) 显著高于单五趾个体 ($P<0.05$), 且双五趾和双四趾个体间差异均不显著 ($P>0.05$)。综上所述, 北京油鸡趾型对 43 周龄和 53 周龄的部分蛋品质性状存在一定的影响。

关键词: 北京油鸡; 趾型; 双五趾; 蛋品质

中图分类号: S831.2

文献标识码: A

文章编号: 1004-6364(2022)01-19-05

Comparative Analysis on Different Toe Patterns with Egg Quality Traits in Beijing-You Chicken

YAN Zhixun, CHU Qin, WANG Haihong, GENG Ailian, ZHANG Yao,
LIU Huagui, ZHANG Jian*

(Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine,
Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097)

Abstract: To better understand the effects of different toe patterns of Beijing-You chicken on the characters of egg sensory, physical and nutritional chemical quality traits, the eggs of double-five-toed, single-five-toed and double-four-toed Beijing-You chicken were collected to investigate the egg quality traits at 33, 43, 53 and 63 weeks of age, respectively. The results showed that, in terms of sensory physical indicators, the egg weight, eggshell color and egg yolk color from each week of age had no significant differences among different toe patterns ($P>0.05$); The eggshell strength of double-four-toed Beijing-You chicken at 43 weeks of age was significantly higher than those of double-five-toed and single-five-toed Beijing-You chicken ($P<0.05$), which was not significant from each other ($P>0.05$); The egg yolk ratio of double-five-toed Beijing-You chicken at 43 weeks of

收稿日期: 2021-04-28; 修回日期: 2021-08-23

基金项目: 北京市农林科学院科技创新能力建设专项 (KJCX20200101); 北京市科技计划项目 (D171100007817003); 国家自然科学基金青年科学基金项目 (3140130107)

作者简介: 晏志勋 (1988-), 男, 硕士, 助理研究员, 主要从事动物生产和疫病防控研究, E-mail: yanzhixun2008@sina.com

*通讯作者: 张剑 (1978-), 男, 博士, 副研究员, 主要从事动物遗传育种及品质评定研究, E-mail: zjcau@126.com

age was significantly higher than that of the single-five-toed ones ($P<0.05$); The height of protein and Haugh unit from the double-four-toed Beijing-You chicken at 53 weeks of age were significantly higher than those of single-five-toed individuals ($P<0.05$). In terms of nutritional chemistry indicators, there were no significant effects on the crude fat and lecithin (PC) content in eggs from different toe patterns of Beijing-You chicken at each week of age ($P>0.05$); The dry matter content of eggs from double-five-toed Beijing-You chicken at 43 weeks of age was significantly higher than that of single-five-toed individuals ($P<0.05$); The whole egg cephalin (PE) and serine phospholipid (PS) of double-four-toed Beijing-You chicken at 53 weeks of age were significantly higher than those of single five-toed individuals ($P<0.05$), and there was no significant difference between double five-toed individuals and double four-toed individuals ($P>0.05$). In summary, the toe patterns of Beijing-You chicken affect, some egg quality traits at 43 and 53 weeks of age.

Key words: Beijing-You chicken; toe pattern; double-five-toed; egg quality

北京油鸡属肉蛋兼用型地方鸡种,主产于京郊,具有外貌独特、肉味鲜美、蛋质佳良及遗传稳定等特点,是宝贵的地方品种资源^[1]。北京油鸡作为北京特有地方鸡种不仅具备羽黄、喙黄、胫黄的“三黄”特征,还具备冠羽(凤头、毛头)、髯羽(胡须、胡子嘴)和胫羽或趾羽(毛腿、毛脚)的“三毛”特征。此外,北京油鸡还具“五趾”特征。北京油鸡趾数类型丰富多样,有双四趾、单五趾、双五趾等类型^[2]。在这些外貌特征中,“五趾”特征是唯一可以作为宰后品种标识的一个重要包装性状。因此近年来“五趾”性状已成为北京油鸡的重要研究领域,特别是集中在五趾性状的形成机制^[2]、主效基因^[3,4]、与生产性能和屠宰性能相关研究^[5,6]等方面。此外,吕学泽等^[7]利用北京油鸡多趾性状与蛋重和哈氏单位进行了相关性研究,发现双五趾北京油鸡 160 日龄的蛋重显著高于双四趾北京油鸡,而在哈氏单位上不存在显著差异。赵丽红等^[8]利用黑羽小粉蛋特色蛋鸡,研究脚趾数量与蛋品质性状的相关分析,发现五趾和非五趾蛋鸡在各周龄所产鸡蛋的蛋品质间无显著差异,证明蛋鸡脚趾数量与蛋品质之间不存在相关关系。此外,北京油鸡鸡蛋具有丰富磷脂类物质且具有中等遗传力^[9],其产蛋前期全蛋卵磷脂含量较罗曼粉壳蛋鸡要高出 31.08%~52.33%^[10]。

目前关于趾型与蛋品质的相关性研究还比较少,并且所涉及的蛋品性状主要集中在蛋重、哈氏单位等感官物理指标上,而与干物质、粗脂肪及磷脂等特殊营养化学指标的相关研究还未见报道。因此,本研究旨在分析北京油鸡 3 种不同趾型(双四趾、单五趾、双五趾)个体所产鸡蛋感官物理品质和营养化学品质的差异变化及随日龄的变化规律,为北京油鸡选育方案提供有益的参考。

1 材料与方法

1.1 试验动物及样品采集

本研究选用纯种北京油鸡 180 只。北京油鸡来自北京市农林科学院畜牧兽医研究所北京油鸡资源保种场,在饲料及饲养环境相同的条件下饲养。饲料组成及营养水平见表 1。按照趾型(双四趾、单五趾及双五趾)分为 3 组,每组 3 个重复,每个重复 20 只鸡。

试验鸡饲养至 33、43、53 和 63 周龄时,分别连续收集 3 d 鸡蛋。在测定鸡蛋感官物理指标之后,按个体收集全蛋样品并真空冷冻干燥。收集全蛋粉用于后续的干物质、粗脂肪、磷脂等营养化学指标的测定。所有感官物理指标均在鸡蛋产出后 24 h 内测定完成。

表 1 饲料组成及营养水平

日粮组成	含量/%	营养水平	含量/%
玉米	64.0	代谢能/(MJ/kg)	11.08
豆粕	23.2	粗蛋白	15.51
小麦麸	3.8	钙	2.75
石粉	5.0	磷	0.51
预混料	4.0	有效磷	0.29

注:预混料包括维生素和微量元素;每千克饲料提供:铜 0.3 g,铁 1.0 g,锰 1.5 g,锌 1.5 g,碘 20 mg,硒 3 mg,钴 10 mg, V_1 100 KIU, V_{11} 70 KIU, V_2 0.5 KIU, V_{12} 50 mg, V_{13} 50 mg, V_{14} 150 mg, V_{15} 70 mg, V_{16} 0.5 mg,泛酸钙 240 mg,烟酰胺 720 mg,叶酸 24 mg,生物素 2.5 mg;代谢能为计算值,其余为测定值。

1.2 仪器与试剂

主要试剂:卵磷脂(PC)、脑磷脂(PE)和磷脂酰丝氨酸(PS)等磷脂类标样购自美国 Sigma Aldrich 公司;甲醇、乙腈等试剂购自美国 Fisher Chemical 公司;磷酸二氢铵、氨水、乙醚等试剂购于北京化工厂。

主要仪器:液相色谱柱(Inertsil NH_2 , 5 μm , 150 mm $\times$ 3.0 mm,购置岛津技述(商贸)有限公

司),蛋壳颜色测定仪(QCM+,购自英国TSS公司),蛋壳强度测定仪(EFR-01,购自以色列ORKA公司),多功能鸡蛋品质测试仪(EMT-7300,购自日本Robotmation公司),全自动脂肪抽提仪(SER148,购自意大利VELP公司),分析天平(BT125D,购自德国Sartorius公司),真空冷冻干燥机(LD85,购置美国Millrock Technology公司),岛津高效液相色谱仪(SCL-6A,日本岛津公司)。

1.3 测定指标及方法

鸡蛋感官物理指标测定:测定蛋重、蛋壳颜色、蛋壳强度、蛋白高度、哈氏单位、蛋黄颜色及蛋黄比率等。测定流程如下:首先用蛋壳颜色测定仪测定鸡蛋钝端、中端和锐端光反射系数,以这三个部位的数值均值作为蛋壳颜色数值;其次用蛋形指数测定仪测定鸡蛋的长径和短径,以长径与短径的比值作为蛋形指数;接着用蛋壳强度测定仪测定蛋壳强度;然后将鸡蛋至于多功能鸡蛋品质测试仪上,测定蛋重、蛋白高度、哈氏单位、蛋黄颜色等指标;最后用蛋黄分离器将蛋黄和蛋白分离后测定蛋黄重,以蛋黄占蛋重的比例作为蛋黄比例。

鸡蛋营养化学指标测定:测定鸡蛋感官物理指标后,将蛋黄和蛋清同时置于培养皿中,真空冷冻干燥机冻干,测定全蛋干物质含量。粗脂肪含量采用常规索氏抽提法。利用高效液相色谱法(HPLC)测定全蛋中PC、PE以及PS含量,流动相为乙醇:乙腈:10 mmol/L磷酸二氢铵=50:40:10(v/v),流速0.4 mL/min,波长215 nm,柱温40℃。

1.4 统计与分析

数据经Excel 2010整理后,采用SAS 9.2软件进行单因素方差组分分析及SNK多重比较检验,结果以(平均值±标准误)的形式表示, $P<0.05$ 代表差异显著。

2 结果与分析

2.1 趾型对鸡蛋感官物理指标的影响

趾型对北京油鸡蛋感官物理指标的统计分析结果见表2。由表2可知,不同趾型组母鸡所产鸡蛋除了43周龄的蛋壳强度和蛋黄比例以及53周龄的蛋白高度和哈氏单位等感官物理指标存在显著差异($P<0.05$)外,其他各趾型组间的感官物理指标在各周龄均无显著差异($P>0.05$)。北京油鸡双四趾组在43周龄蛋壳强度显著高于双

五趾和单五趾组($P<0.05$),分别高出0.51 kg/cm²和0.62 kg/cm²,然而随着周龄的增加,双四趾组的蛋壳强度在数值上低于单五趾组和双五趾组,但未达到显著性水平($P>0.05$)。43周龄的蛋黄比例双五趾组显著高于单五趾组($P<0.05$),双四趾组介于双五趾和单五趾之间($P>0.05$)。在鸡蛋新鲜度指标方面,蛋白高度和哈氏单位双四趾组在53周龄显著高于单五趾组($P<0.05$),同时双五趾组介于双四趾和单五趾组之间($P>0.05$)。

不同趾型组母鸡所产鸡蛋蛋重、蛋壳颜色及蛋黄颜色等感官物理指标在各周龄均无显著差异($P>0.05$)。然而,单五趾组平均蛋重在数值上都低于双四趾和双五趾组,且各趾型的平均蛋重随周龄而增加,43周龄之前平均蛋重小于50 g,至53周龄蛋重上升至51 g以上,之后蛋重趋于稳定,至63周龄蛋重上升至53 g。另外,蛋壳颜色随周龄增加而变浅,而蛋黄颜色随周龄增加而逐渐变深。

表2 趾型对北京油鸡蛋感官物理指标的影响

项目	趾型	33周龄	43周龄	53周龄	63周龄
蛋重/g	双四趾	43.67±0.47	49.39±0.55	51.44±0.81	53.84±0.98
	单五趾	42.56±0.91	48.66±0.98	51.11±1.06	53.28±1.33
	双五趾	43.50±0.21	49.40±0.24	52.63±0.33	53.63±0.36
蛋壳颜色/%	双四趾	48.22±0.73	50.11±0.73	52.45±1.17	53.56±1.38
	单五趾	46.79±1.37	51.60±1.27	51.88±1.56	51.81±1.87
	双五趾	47.87±0.33	50.50±0.32	52.65±0.48	52.33±0.51
蛋壳强度/(kg/cm ²)	双四趾	3.73±0.09	4.15±0.23 ^a	3.66±0.15	3.60±0.64
	单五趾	3.73±0.17	3.53±0.39 ^a	3.75±0.20	3.76±0.86
	双五趾	3.77±0.04	3.64±0.10 ^a	3.73±0.06	3.97±0.24
蛋白高度/mm	双四趾	5.90±0.15	6.37±0.19	6.51±0.25 ^a	5.58±0.34
	单五趾	5.82±0.28	5.81±0.34	5.44±0.33 ^b	6.13±0.46
	双五趾	6.12±0.07	6.01±0.08	6.11±0.10 ^{ab}	5.97±0.13
哈氏单位	双四趾	81.22±0.95	81.22±1.21	82.65±1.59 ^a	74.76±2.31
	单五趾	81.00±1.75	79.03±2.16	75.42±2.08 ^b	79.43±3.13
	双五趾	82.57±0.42	79.69±0.53	79.36±0.64 ^{ab}	77.60±0.85
蛋黄颜色	双四趾	5.96±0.12	7.43±0.12	7.73±0.16	8.24±0.17
	单五趾	6.35±0.23	7.67±0.21	7.82±0.21	8.13±0.24
	双五趾	6.12±0.05	7.68±0.0	7.91±0.06	8.31±0.06
蛋黄比例/%	双四趾	30.94±0.40	31.94±0.31 ^{ab}	32.54±0.43	32.26±0.49
	单五趾	30.25±0.77	31.07±0.54 ^a	33.16±0.57	33.54±0.67
	双五趾	30.56±0.18	32.20±0.13 ^a	33.16±0.18	33.01±0.19

注:相同周龄同一性状不同趾型数值肩标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$);数值无肩标或肩标相同小写字母表示差异不显著($P>0.05$),下同。

2.2 趾型对鸡蛋营养化学指标的影响

趾型对北京油鸡蛋营养化学指标的统计分析结果见表3。由表3可知,不同趾型组母鸡所产

鸡蛋除了43周龄干物质以及53周龄的PE和PS等营养化学指标具有显著差异($P<0.05$)外,其他各趾型组间的营养化学指标在各周龄均无显著差异($P>0.05$)。北京油鸡双五趾组干物质含量在43周龄显著高于单五趾组($P<0.05$),双四趾组介于双五趾和单五趾之间($P>0.05$)。双四趾组PE和PS在53周龄显著高于单五趾组($P<0.05$),同时双五趾组介于双四趾和单五趾组之间($P>0.05$)。

表3 趾型对北京油鸡蛋营养化学指标(占鲜蛋重)的影响

项目	趾型	33周龄	43周龄	53周龄	63周龄
干物质/ %	双四趾	25.98±0.14	26.71±0.17 ^a	27.44±0.25	26.88±0.27
	单五趾	25.77±0.28	26.17±0.29 ^b	26.40±0.33	27.08±0.36
	双五趾	26.18±0.06	26.78±0.07 ^a	27.24±0.10	27.17±0.10
粗脂肪/ %	双四趾	9.63±0.11	10.91±0.12	11.26±0.19	10.91±0.21
	单五趾	9.87±0.23	10.89±0.22	11.07±0.24	11.42±0.28
	双五趾	9.86±0.05	10.81±0.05	11.21±0.07	11.10±0.08
PC/ (mg/g)	双四趾	23.99±0.54	24.86±0.78	25.47±0.71	23.48±0.99
	单五趾	23.33±1.08	22.68±1.39	23.24±0.96	24.11±1.34
	双五趾	23.93±0.23	24.19±0.34	24.73±0.29	24.93±0.37
PE/ (mg/g)	双四趾	13.18±0.27	13.41±0.41	16.56±0.41 ^a	16.57±0.43
	单五趾	12.52±0.54	12.53±0.73	15.02±0.55 ^b	16.56±0.59
	双五趾	12.64±0.11	13.25±0.18	15.82±0.17 ^{ab}	16.97±0.16
PS/ (mg/g)	双四趾	0.73±0.02	0.67±0.02	0.80±0.02 ^a	0.82±0.03
	单五趾	0.69±0.03	0.62±0.03	0.70±0.03 ^b	0.84±0.04
	双五趾	0.71±0.01	0.67±0.01	0.75±0.01 ^{ab}	0.84±0.01

3 讨论

鸡的趾数通常为四趾,然而北京油鸡、丝羽乌骨鸡、贵妃鸡等少数鸡种存在五趾个体。五趾作为品种的一个重要包装性状,在生产中通常根据表型进行定向选种。研究表明多趾性状与肢体发育密切相关,其是否会影响鸡蛋品质有待深入的研究。

3.1 趾型对鸡蛋感官物理指标的影响

本试验发现各周龄北京油鸡平均蛋重在不同趾型间差异均不显著($P>0.05$),说明北京油鸡趾型对蛋重没有影响,这与赵丽红等^[7]报道的黑羽小粉蛋鸡脚趾数量对28~78周龄蛋重没有显著影响的结果一致,但与吕学泽等^[6]报道的趾型对160日龄的蛋重存在差异的结果不一致。究其原因可能是产蛋周龄不同所造成。

蛋白高度和哈氏单位均是反映鸡蛋新鲜度的指标,其值越大代表鸡蛋越新鲜^[11]。本研究发现双四趾北京油鸡蛋的哈氏单位和蛋白高度只在

53周龄显著高于单五趾油鸡,其余周龄无显著差异,并且在33~63周龄的产蛋期内哈氏单位均在72以上,这与已有的研究结果一致^[12]。表明北京油鸡蛋新鲜度优于《NY/T 1758—2009 鲜蛋等级规格》规定的特级新鲜鸡蛋的标准^[13],即哈氏单位测定值应大于72,具有良好的品质。

蛋壳强度是决定蛋壳抗破损能力的指标之一,是蛋壳品质选育的重点性状。本试验中,在43周龄时,双四趾北京油鸡蛋壳强度达到最高,显著高于单五趾组和双五趾组。33~63周龄蛋壳强度在4.15 kg/cm²以上,高于North^[14]建议的优良的蛋壳品质,即蛋壳强度测定值应高于3.50 kg/cm²,表明北京油鸡具有很好的蛋壳质量。

本研究显示,趾型对33~63周龄北京油鸡蛋壳颜色和蛋黄颜色均无显著性差异,说明趾型对蛋壳及蛋黄颜色没有影响,这与蛋黄颜色主要受日粮原料^[15,16]、饲养方式^[17]、产蛋周龄等^[18]因素影响,蛋壳颜色主要受品种等遗传因素^[19]影响有关。此外,北京油鸡蛋黄颜色随周龄而逐渐变深,其由33周龄的5.96上升至63周龄的8.31,这与已有的结果一致^[12],但与王娟等^[18]报道的南丹瑶鸡产蛋初期蛋黄颜色最深,随着产蛋周龄的增加呈下降趋势,在产蛋末期急剧下降的研究结果存在差异,这可能是因为品种之间存在差异。

3.2 趾数类型对鸡蛋营养化学指标的影响

磷脂是一类含有磷元素的脂肪化合物,通常是PC、PE、PS等的混合物,是一种重要的营养物质^[20]。本试验结果表明,趾型对北京油鸡全蛋PC含量在各周龄没有显著影响,但是北京油鸡全蛋PE、PS双四趾组在53周龄显著高于单五趾油鸡。说明趾型对北京油鸡全蛋PE及PS含量影响程度高于对PC的影响。与此同时,北京油鸡全蛋的PC含量基本稳定,而PE和PS随周龄有一定程度的上升趋势。趾型对北京油鸡全蛋粗脂肪含量无显著性差异,说明趾型对粗脂肪含量没有影响。

4 结论

本研究对33~63周龄的北京油鸡蛋品质性状在3种不同趾型间的差异进行了对比分析,初步的研究结果表明趾型对43和53周龄的北京油鸡蛋的部分感官物理及营养化学品质具有一定的影响。



参考文献

- [1] 国家畜禽遗传资源委员会. 中国畜禽遗传资源志·家禽志[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011: 16-19.
- [2] QIN C, YAN Z X, ZHANG J, et al. Association of SNP rs80659072 in the ZRS with polydactyly in Beijing You chickens[J]. PLoS one, 2017, 12(10): e0185953.
- [3] 黄艳群. 鸡多趾候选基因 *Lmbr1* 的克隆和功能研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2003.
- [4] 杨艳, 刘华贵, 赵兴波, 等. 北京油鸡 *Lmbr1* 基因第16外显子 SNPs 与多趾性状的相关性研究[J]. 中国畜牧兽医, 2011, 38(5): 114-117.
- [5] 初芹, 张剑, 张尧, 等. 多趾性状对北京油鸡体重的影响研究[J]. 中国畜牧杂志, 2012, 48(7): 13-15.
- [6] 晏志勋, 初芹, 曾另超, 等. 趾数对北京油鸡体尺、屠宰和肉质的影响研究[J]. 中国家禽, 2021, 43(4): 113-116.
- [7] 吕学泽, 贾亚雄, 胡彦鹏, 等. 北京油鸡多趾性状与产品品质相关性研究[J]. 中国畜牧兽医, 2016, 43(9): 2441-2446.
- [8] 赵丽红, 吴桂琴, 李光奇, 等. 黑羽小粉蛋特色蛋鸡脚趾数量与蛋品质性状的相关性分析[J]. 中国畜牧杂志, 2019, 56(8): 108-110.
- [9] 张剑, 初芹, 徐淑芳, 等. 北京油鸡鸡蛋中磷脂性状的相关规律研究[J]. 中国家禽, 2016, 38(10): 11-15.
- [10] 张剑, 初芹, 王海宏, 等. 不同品种鸡及其杂交后代产蛋前期蛋品质分析[J]. 中国家禽, 2009, 31(19): 44-46.
- [11] 郭春燕, 杨海明, 王志跃, 等. 不同品种鸡蛋品质的比较研究[J]. 家禽科学, 2007, 2(2): 12-14.
- [12] 张剑, 初芹, 王海宏, 等. 北京油鸡不同产蛋期鸡蛋品质分析及变化规律研究[J]. 中国家禽, 2010, 32(16): 10-13.
- [13] 中华人民共和国农业部. 鲜蛋等级规格: NY/T 1758—2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009: 1-2.
- [14] NORTH M O. Getting out what's bred in[J]. Poultry international, 1981, 20(3): 26-32.
- [15] 武玉波. 影响蛋黄颜色因素解析[J]. 中国禽业导刊, 2004, 21(7): 29.
- [16] 朱颖, 陈静, 张灵玉, 等. 不同来源色素对蛋黄颜色及叶黄素沉积的影响[J]. 中国家禽, 2020, 42(1): 57-61.
- [17] 方福平, 马明, 周中艳, 等. 不同饲养方式对绿壳蛋鸡体尺、产蛋性能和蛋品质的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2021(2): 49-51.
- [18] 王娟, 邓继贤, 杨祝良, 等. 南丹瑶鸡产蛋期蛋品质变化分析[J]. 中国家禽, 2019, 41(17): 54-57.
- [19] 毕慧娟, 李光奇, 杨宁. 蛋壳颜色遗传机理研究进展[J]. 畜牧兽医学报, 2016, 47(12): 2325-2330.
- [20] 李瑞丽, 李伟红, 卢峰. 东乡绿壳鸡蛋中磷脂含量的比色法测定与分析[J]. 江西畜牧兽医杂志, 2018(3): 9-11. 