

DOI:10.16720/j.cnki.tcyj.2021.053

白羽绿头鸭与绿头鸭蛋黄营养成分测定与分析

赵明明¹, 刘博¹, 吴琼^{2*}, 赵家平¹, 涂剑锋^{1*}

(1. 中国农业科学院特产研究所, 吉林 长春 130112; 2. 龙岩学院生命科学学院, 福建 龙岩 364012)

摘要: 为了保护和挖掘绿头鸭种质资源, 并为新品种选育积累基础数据。本研究测定了白羽绿头鸭和绿头鸭蛋黄中粗脂肪、粗蛋白、胆固醇、氨基酸、维生素、矿物质元素和脂肪酸的含量, 并进行比较分析, 结果显示, 两种绿头鸭蛋黄粗蛋白、粗脂肪和胆固醇的含量差异不显著($P > 0.05$); 检测了 17 种氨基酸, 白羽绿头鸭蛋黄的异亮氨酸含量显著高于绿头鸭蛋黄($P < 0.05$); 检测了 16 种脂肪酸, 其中不饱和脂肪酸 11 种, 饱和脂肪酸 5 种, 棕榈酸及硬脂酸存在显著性差异($P < 0.05$); 白羽绿头鸭蛋黄的棕榈酸的含量显著低于绿头鸭蛋黄, 而硬脂酸的含量高于绿头鸭蛋黄; 检测了矿物质元素 7 种, 其中钠(Na)、锰(Mn)和硒(Se)含量在两种绿头鸭蛋黄中存在显著性差异($P < 0.05$), 白羽绿头鸭蛋黄的锰含量高于绿头鸭蛋黄, 钠和硒的含量低于绿头鸭蛋黄的含量; 检测了维生素 6 种, 维生素 D(V_D)、维生素 B₁(V_{B_1})和维生素 B₂在两种绿头鸭蛋黄中均存在显著性差异($P < 0.05$), 白羽绿头鸭蛋黄的 V_{B_1} 含量低于绿头鸭蛋黄, V_D 和 V_{B_2} 的含量高于绿头鸭蛋黄的含量。综上两种绿头鸭蛋黄主要成分含量不存在显著性差异, 但具有不同的营养特性, 消费者应根据需求进行选择。

关键词: 白羽绿头鸭; 绿头鸭; 蛋黄; 营养成分

中图分类号: S834

文献标识码: A

文章编号: 1001-4721(2021)04-0021-07

Determination and Analysis of Nutrient Components in Egg-yolk of White-feather Mallards and Mallards

ZHAO Ming-ming¹, LIU Bo¹, WU Qiong^{2*}, ZHAO Jia-ping¹, TU Jian-feng^{1*}

(1. Institute of Special Animal and Plant Sciences of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130112, China;

2. College of Life Sciences, Longyan University, Longyan 364012, China)

Abstract: The purpose of this study was to protect and excavate mallard germplasm resources and to accumulate basic data for breeding new varieties. The content of crude fat, crude protein, vitamin, mineral and fatty acid in egg-yolk of white-feather mallards and mallards were determined and compared. The results showed that there were no significant difference in the content of crude protein, crude fat and cholesterol in egg yolk between the two kinds of mallards ($P < 0.05$). Seventeen kinds of amino acids were detected. There was a significant difference in the content of isoleucine in the two kinds of duck yolks ($P < 0.05$); Sixteen kinds of fatty acids were detected in the two kinds of duck egg yolks, including 11 kinds of unsaturated fatty acids and 5 kinds of saturated fatty acids; There were significant differences in palmitic acid and stearic acid ($P < 0.05$): the palmitic acid content of white-feathered mallards was lower significantly than that of the mallards, but the stearic acid content was higher than that of the mallards; Seven mineral elements were detected, among which sodium (Na), manganese (Mn) and selenium (Se) were significantly different between the two kinds of duck egg-yolk ($P < 0.05$): the content of manganese in white-feathered mallards was higher than that in mallards, while the content of sodium and selenium was lower than that in mallards; Six kinds of vitamins were detected, and there were significant differences in vitamin D(V_D), vitamin B₁(V_{B_1}) and vitamin B₂(V_{B_2}) in the two kinds of duck egg-yolks ($P < 0.05$): the content of V_{B_1} in white-feathered mallards was lower than that in mallards, while the content of V_D and V_{B_2} in white-feathered mallards was higher than that in mallards.

Key words: white mallard; mallard; egg-yolk; nutrient component

收稿日期: 2021-02-25

基金项目: 吉林省科技发展计划项目(20180201032NY)

作者简介: 赵明明(1994-)女, 河南洛阳人, 硕士生, 从事特种经济动物饲养研究。

*通讯作者: 涂剑锋, 男, 硕士, 副研究员, 从事特种动物资源学研究; 吴琼, 女, 博士, 教授, 硕士生导师, 从事特禽资源学研究。

绿头鸭是我国最重要的经济水禽之一,自 20 世纪 80 年代由欧洲引入我国,具有高蛋白和低脂肪等特点,营养价值较高。白羽绿头鸭是中国农业科学院特产研究所于 2006 年开始选育的绿头鸭新品种,具有胴体白净和蛋品质优良等特性^[1]。对于两种绿头鸭蛋来说,外观不存在明显的特征差异。鸭出雏之前的胚胎发育完全依赖鸭蛋内的营养物质和水分,供给其生长发育所必需的能量。蛋黄中蕴藏着所有核心营养,里边包含着孕育整个生命的精华物质,在鸭雏破壳之前,蛋黄供应着胚胎发育的关键营养,胚胎阶段的发育或会影响其后续生长潜能。2011 年汤庆莉等^[2]对贵州省麻鸭蛋中的蛋白质、氨基酸、脂肪酸、维生素及矿物质进行营养成分分析和评价。2012 年韦启鹏等^[3]通过试验测定不同饲养模式下麻鸭蛋品质及营养成分,得出 4 种饲养模式下的鸭蛋营养成分具有显著性差异($P < 0.05$)。2013 年韩鹏^[4]对不同生长环境下的缠丝鸭蛋进行蛋品质及营养成分比较分析,发现不同生长环境下的缠丝鸭,其鸭蛋在矿物质及粗脂肪含量方面存在显著性差异($P < 0.05$)。2018 年吉小凤等^[5]对笼养仙居鸡和海兰褐鸡蛋营养成分分析比较后发现,这两种鸡蛋营养成分含量各有千秋,笼养仙居蛋在胆固醇、维生素 E、铁、锌及钙等成分含量优于笼养海兰褐鸡蛋,而海兰褐鸡蛋粗蛋白含量高于仙居鸡蛋($P < 0.05$)。目前对白羽绿头鸭蛋和绿头鸭蛋营养成分的测定分析试验,国内外未见报道。

根据联合国粮农组织和世界卫生组织(FAO/WHO)制定的基于食物的膳食指南(FBDGs),应将重点放在能够满足营养需求的食物组合上,而不是如何提供足够数量的单一特定营养物质^[6]。对白羽绿头鸭和绿头鸭蛋营养物质进行测定,比较不同绿头鸭蛋营养成分含量的异同,可以为鸭蛋黄的日食入量提供试验性的参考。对两种绿头鸭蛋营养成分进行精确定量,参考最佳营养摄入标准,确定在不同生理状态下人的鸭蛋黄日食用量,从而为人们健康饮食提供参考。绿头鸭作为特禽,其鸭蛋市场占比很少,在消费者面前还带有一层神秘的面纱,通过测定其营养成分,供应市场,为拓展绿头鸭养殖及市场认可度奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选取饲养状况一致、同一生长时期的白羽绿头鸭和绿头鸭,均来自中国农业科学院特产研究所左家珍禽养殖基地,在产蛋高峰期随机选取鸭蛋 60 枚,每个品种 30 枚。清洗鸭蛋,自然风干。将蛋清与蛋黄分离,

保留蛋黄。打散后放入 60~65 °C 烘箱中烘至恒备用。

1.2 试验方法

1.2.1 试验仪器 L-8900 型氨基酸自动分析仪(日本日立公司);MS204S 电子分析天平(瑞士梅特勒-托利多公司);DZF6090 真空干燥箱(上海浦东荣丰科学仪器有限公司);DHG-9240A 恒温干燥箱(上海一恒科技有限公司);FSH-2A 高速匀浆机(江苏省金坛市荣华仪器制造有限公司);Milli-Q Advantage A1 超纯水器(美国密理博公司);Acquity UPLC H-Class 超高效液相色谱仪(美国 Waters 公司);Thermo Scientific ISQ 气质联用仪(美国 Thermo Fisher Scientific 公司);DA701 杜马斯快速定氮仪(意大利 VELP 公司);752N 紫外-可见分光光度计(上海仪电分析仪器有限公司);Nex ION 350X 电感耦合等离子体质谱仪(美国 Perkin Elmer 公司);ZEEnit700 原子吸收光谱仪(德国 Analytik Jena AG 公司)。

1.2.2 营养成分测定 粗蛋白含量利用凯氏定氮仪测定,测定方法参照 GB 5009.5-2016(第 1 法);粗脂肪含量采取索氏抽提法测定,测定方法参照 GB 5009.6-2016(第 1 法);胆固醇含量通过液相色谱仪测定,测定方法参照 GB 5009.128-2016;氨基酸含量使用氨基酸分析仪测定,测定方法参照 GB 5009.124-2016;脂肪酸含量使用气相色谱仪测定,测定方法参照 GB 5009.168-2016(第 1 法);微量元素含量使用电感耦合等离子体质谱仪测定,测定方法参照 GB 5009.268-2016;维生素含量使用液质联用仪测定,测定方法参照 SN/T 4258-2015^[7,8]。

1.2.3 营养成分评价 根据 FAO/WHO 氨基酸评分模式和鸡蛋蛋白质氨基酸评分模式进行比较氨基酸评分,计算氨基酸比值、氨基酸比值系数和氨基酸比值系数分。本研究利用化学评分法评价两种绿头鸭蛋蛋白质营养价值,通过氨基酸比值 RAA、氨基酸比值系数 RC 和比值系数分 SRC 3 个参数的计算结果来比较蛋黄内氨基酸的组成与 FAO/WHO 推荐的氨基酸模式谱进行比较,根据蛋黄中蛋白质必需氨基酸的数量和占比判断是否为理想蛋白。通过测量计算不饱和脂肪酸(UFA)、单不饱和脂肪酸(MUFA)、多不饱和脂肪酸(PUFA)、饱和脂肪酸(SFA)和必需脂肪酸(EFA)含量及 SFA2/SFA1、MUFA/PUFA、PUFA/SFA 和 ω -6 PUFA/ ω -3 PUFA 等比值来进行脂肪酸营养价值评价。

1.3 数据处理与统计分析

利用 Excel 进行数据初步处理,利用 SAS 9.4 软件通过单因素方差法进行统计分析,试验数据处理结果以平均值±标准差表示。处理平均值之间通过 Dun-

can 法进行多重比较进行差异显著性检验。

2 结果

2.1 两种绿头鸭蛋黄粗蛋白、粗脂肪和胆固醇含量分析

两种绿头鸭蛋黄中每 100 g 干物质中粗蛋白、粗脂肪和胆固醇含量见表 1。两种绿头鸭蛋黄中粗蛋白、粗脂肪及胆固醇含量均差异不显著($P > 0.05$),绿头鸭蛋黄中的蛋白质和胆固醇含量略高于白羽绿头鸭蛋黄。

表 1 白羽绿头鸭和绿头鸭蛋黄粗蛋白、粗脂肪和胆固醇含量(干物质基础)

Table 1 The content of crude protein, crude fat and cholesterol in muscle of white-feather mallards and mallards (DM basis)

项目 Item	白羽绿头鸭蛋黄 White-feather mallard egg-yolk	绿头鸭蛋黄 Mallard egg-yolk	P 值 Pvalue
粗蛋白质(g/100g) Protein	30.75±3.25	30.85±3.12	$P > 0.05$
粗脂肪(g/100g) Fat	55.25±4.89	54.45±5.28	$P > 0.05$
胆固醇(mg/100g) Cholesterol	1235.00±123.20	1260.00±120.45	$P > 0.05$

注:同行数据肩标具有不同字母表示差异显著($P < 0.05$);肩标具有相同字母或无肩标表示差异不显著($P > 0.05$)。下同。

Note: In the same row, values with different letter superscripts mean significant difference ($P < 0.05$); While with the same or no superscripts at the same time mean no significant difference ($P < 0.05$). The same as below.

2.2 两种绿头鸭蛋黄氨基酸组成及含量分析

本研究对含量低于 0.01% 的氨基酸不进行统计。两种绿头鸭蛋黄干物质中检测到必需氨基酸(E)7 种,其中绿头鸭蛋黄异亮氨酸的含量显著高于白羽绿头鸭蛋黄($P < 0.05$),其他 6 种氨基酸均差异不显著($P > 0.05$)。两种绿头鸭蛋黄中检测的 10 种非必需氨基酸含量均差异不显著($P > 0.05$)。

在两种绿头鸭蛋黄中均测到 9 种儿童必需氨基酸(CE)。由表 2 可知,白羽绿头鸭蛋黄中的 E/T(必需氨基酸与总氨基酸的比值,0.42)、E/N(必需氨基酸与非必需氨基酸的比值,0.72)和 CE/T(儿童必需氨基酸与总氨基酸的比值,0.45) 低于绿头鸭蛋黄中的 E/T(0.46)、E/N(0.84)和 CE/T(0.48),白羽绿头鸭蛋黄中的 F/T(鲜味氨基酸与总氨基酸的比值,0.42)高于绿头鸭蛋黄中的 F/T(0.36),但均差异不显著($P > 0.05$)。

由表 3 可知,两种绿头鸭蛋黄中 RAA 的值为赖氨酸(Lys) > 苯丙氨酸+酪氨酸(Phe+Tyr) > 亮氨酸(Leu) > 苏氨酸(Thr) > 缬氨酸(Val) > 异亮氨酸(Ile) >

蛋氨酸+半胱氨酸(Met+Cys);RC 值为赖氨酸(Lys) > 苯丙氨酸+酪氨酸(Phe+Tyr) > 亮氨酸(Leu) > 苏氨酸(Thr) > 缬氨酸(Val) > 异亮氨酸(Ile) > 蛋氨酸+半胱氨酸(Met+Cys)。

表 2 白羽绿头鸭和绿头鸭蛋黄氨基酸组成、含量及其评分表(DM basis)

Table 2 The composition, content and grading of amino acids in the egg yolks of white-feather mallards and mallards (DM basis)

项目 Item	白羽绿头鸭蛋黄 White-feather mallard egg-yolk	绿头鸭蛋黄 Mallard egg-yolk	P 值 Pvalue
天冬氨酸(%) Asp	2.65±0.42	2.79±0.46	$P > 0.05$
苏氨酸(%) Thr	1.74±0.08	1.71±0.06	$P > 0.05$
丝氨酸(%) Ser	2.32±0.31	2.57±0.37	$P > 0.05$
谷氨酸(%) Glu	4.76±0.65	4.83±0.63	$P > 0.05$
甘氨酸(%) Gly	0.89±0.01	0.95±0.03	$P > 0.05$
丙氨酸(%) Ala	1.47±0.20	1.54±0.24	$P > 0.05$
缬氨酸(%) Val	1.66±0.23	1.64±0.22	$P > 0.05$
蛋氨酸(%) Met	0.87±0.02	0.91±0.04	$P > 0.05$
异亮氨酸(%) Ile	1.55±0.24a	1.69±0.27b	$P < 0.05$
亮氨酸(%) Leu	2.48±0.34	2.51±0.41	$P > 0.05$
酪氨酸(%) Tyr	1.26±0.11	1.27±0.13	$P > 0.05$
苯丙氨酸(%) Phe	1.33±0.13	1.43±0.16	$P > 0.05$
组氨酸(%) His	0.75±0.04	0.77±0.03	$P > 0.05$
赖氨酸(%) Lys	2.62±0.40	2.64±0.42	$P > 0.05$
精氨酸(%) Arg	1.92±0.31	2.01±0.36	$P > 0.05$
脯氨酸(%) Pro	0.71±0.03	0.81±0.02	$P > 0.05$
胱氨酸(%) Cys	0.21±0.02	0.23±0.02	$P > 0.05$
T(%)	29.19	27.51	$P > 0.05$
E(%)	12.25	12.53	$P > 0.05$
N(%)	16.94	15.38	$P > 0.05$
F(%)	12.36	10.02	$P > 0.05$
CE(%)	13	13.3	$P > 0.05$
E/T	0.42	0.46	$P > 0.05$
E/N	0.72	0.84	$P > 0.05$
F/T	0.42	0.36	$P > 0.05$
CE/T	0.45	0.48	$P > 0.05$

注:1.T:总氨基酸;E:必需氨基酸;N:非必需氨基酸;F:鲜味氨基酸;CE:儿童必需氨基酸;2.RAA:氨基酸比值;RC:氨基酸比值系数;SRC:氨基酸比值系数分。

Note: 1.T: total amino acids; E: essential amino acids; N: nonessential amino acids; F: flavor amino acid; CE: children essential amino acids; 2.RAA: Amino acid ratio; RC: Amino acid coefficient; SRC: score of ratio coefficient of amino acids.

表 3 白羽绿头鸭和绿头鸭蛋黄氨基酸评分

Table 3 The grading of amino acids in the muscles of white-feather mallards and mallrds

项目 Item	FAO/WHO 模式谱	氨基酸比值 RAA		氨基酸比值系数 RC		氨基酸比值系数分 SRC	
		白羽绿头 鸭蛋黄 White-feather mallard egg-yolk	绿头 鸭蛋黄 Mallard egg-yolk	白羽绿头 鸭蛋黄 White-feather mallard egg-yolk	绿头 鸭蛋黄 Mallard egg-yolk	白羽绿头 鸭蛋黄 White-feather mallard egg-yolk	绿头 鸭蛋黄 Mallard egg-yolk
赖氨酸 Lys	5.5	0.48	0.48	1.34	1.32	69.22	69.73
苏氨酸 Thr	4.0	0.32	0.31	0.89	0.85		
异亮氨酸 Ile	4.0	0.28	0.31	0.79	0.84		
亮氨酸 Leu	4.0	0.45	0.46	1.27	1.25		
缬氨酸 Val	5.0	0.30	0.30	0.85	0.82		
蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	3.5	0.20	0.21	0.55	0.57		
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	6.0	0.47	0.49	1.32	1.35		

2.3 两种绿头鸭蛋黄脂肪酸含量及功能分析

本研究共检出 16 种脂肪酸, 其中饱和脂肪酸 5 种, 不饱和脂肪酸 11 种(4 种单不饱和脂肪酸和 7 种多不饱和脂肪酸)。分析发现, 白羽绿头鸭蛋黄硬脂酸的含量显著高于绿头鸭蛋黄($P < 0.05$), 棕榈酸的含量显著低于绿头鸭蛋黄($P < 0.05$)。在两种绿头鸭蛋

黄的脂肪酸中, 油酸的含量最高, 分别为 14.40%和 14.50%, 其次是棕榈酸。

两种绿头鸭蛋黄脂肪酸功能分析结果见表 5。从表 5 可知, 白羽绿头鸭蛋黄 ω -6 含量及 ω -6/ ω -3 的比值显著高于绿头鸭蛋黄($P < 0.05$), 其他指标差异均不显著($P > 0.05$)。

表 4 白羽绿头鸭和绿头鸭蛋黄脂肪酸组成和含量(干物质基础)

Table 4 The fatty acid composition and content in the egg-yolks of white-feather mallards and mallards (DM basis)

项目 Item	白羽绿头鸭蛋黄 White-feather mallard egg-yolk	绿头鸭蛋黄 Mallard egg-yolk	P 值 P value
肉豆蔻酸(%) Myristic acid (C14:0)	0.27±0.01	0.26±0.01	$P > 0.05$
棕榈酸(%) Palmitic acid (C16:0)	9.94±0.45b	10.31±1.03a	$P < 0.05$
棕榈油酸(%) Palmitoleic acid (C16:1)	0.83±0.05	0.90±0.05	$P > 0.05$
十七碳烯酸(%) Heptadecenoic acid (C17:1)	0.04±0.01	0.04±0.01	$P > 0.05$
硬脂酸(%) Stearic acid (C18:0)	2.03±0.33a	1.94±0.33b	$P < 0.05$
油酸(%) Oleic acid (C18:1 ω 9c)	14.40±1.21	14.50±1.40	$P > 0.05$
亚油酸(%) Linoleic acid (C18:2 ω 6c)	2.41±0.11	2.20±0.08	$P > 0.05$
α -亚麻酸(%) α -linolenic acid (C18:3 ω 3)	0.05±0.01	0.05±0.01	$P > 0.05$
顺-11-二十碳一烯酸(%) Cis-11-eicosaenic acid (C20:1)	0.13±0.04	0.16±0.04	$P > 0.05$
γ -亚麻酸(%) γ -linolenic acid (C18:3 ω 3)	0.10±0.04	0.13±0.04	$P > 0.05$
二十碳二烯酸(%) Eicosadienonic acid (C20:2)	0.05±0.02	0.06±0.02	$P > 0.05$
二十二碳酸(%) Behenic acid (C22:0)	0.07±0.01	0.08±0.01	$P > 0.05$
二十碳三烯酸(%) Eicosatrienoic acid (C20:3 ω 6)	0.08±0.02	0.08±0.02	$P > 0.05$
花生四烯酸(%) Arachidonic acid (C20:4 ω 6)	0.48±0.03	0.50±0.03	$P > 0.05$
二十三碳酸(%) Tricosanoic acid (C23:0)	0.40±0.02	0.40±0.01	$P > 0.05$
二十二碳六烯酸(%) DHA (C22:6 ω 3)	0.22±0.02	0.23±0.02	$P > 0.05$

表 5 白羽绿头鸭蛋黄和绿头鸭蛋黄脂肪酸功能评价(干物质基础)

Table 5 The value of evaluation indexes of fatty acids in egg-yolks of white-feather mallards and mallards (DM basis)

项目 Item	白羽绿头鸭蛋黄 White-feather mallard egg-yolk	绿头鸭蛋黄 Mallard egg-yolk	P 值 P value
12-16 碳饱和脂肪酸(%) SFA1	10.21	10.57	$P > 0.05$
其他饱和脂肪酸(%) SFA2	2.50	2.42	$P > 0.05$
饱和脂肪酸(%) SFA	12.71	12.99	$P > 0.05$
必需脂肪酸(%) EFA	2.86	2.69	$P > 0.05$
不饱和脂肪酸(%) UF	18.79	18.85	$P > 0.05$
单不饱和脂肪酸(%) MUFA	15.40	15.60	$P > 0.05$
多不饱和脂肪酸(%) PUFA	3.39	3.25	$P > 0.05$
其他饱和脂肪酸/12-16 碳饱和脂肪酸 SFA2/SFA1	0.24	0.23	$P > 0.05$
不饱和脂肪酸/饱和脂肪酸 UFA/SFA	0.02	0.02	$P > 0.05$
多不饱和脂肪酸/饱和脂肪酸 PUFA/SFA	0.27	0.25	$P > 0.05$
多不饱和脂肪酸/单不饱和脂肪酸 PUFA/MUFA	0.22	0.21	$P > 0.05$
ω -3 脂肪酸(%)	0.32	0.36	$P > 0.05$
ω -6 脂肪酸(%)	3.02 a	2.83b	$P < 0.05$
ω -6 脂肪酸/ ω -3 脂肪酸	9.44 a	7.86 b	$P < 0.05$

2.4 两种绿头鸭蛋黄中矿物元素含量

白羽绿头鸭和绿头鸭蛋黄共检测了 4 种常量微量元素和 5 种微量元素,如表 6 所示,常量元素包括 Na、Mg、K 和 Ca,微量元素包括 Mn、Fe、Cu、Zn 和 Se。

Na、Mn 和 Se 在两种绿头鸭蛋黄中的含量差异显著($P < 0.05$),其中白羽绿头鸭蛋黄锰含量高于绿头鸭蛋黄,其钠和硒含量低于绿头鸭蛋黄;其他 6 种矿物质元素含量差异均不显著($P > 0.05$)。

表 6 白羽绿头鸭和绿头鸭蛋黄矿物质元素组成和含量(干物质基础)

Table 6 The composition and content of mineral elements in egg-yolks of white-feather mallards and mallards (DM basis)

项目 Item	白羽绿头鸭蛋黄 White-feather mallard egg-yolk	绿头鸭蛋黄 Mallard egg-yolk	P 值 P value
钠(mg/kg) Na	719.00±51.24b	765±55.67a	$P < 0.05$
镁(mg/kg) Mg	188.50±5.23	187.50±7.50	$P > 0.05$
钾(mg/kg) K	2800.00±60.23	2 570.00±89.45	$P > 0.05$
钙(mg/kg) Ca	3 625.00±195.12	3 555.00±185.67	$P > 0.05$
锰(mg/kg) Mn	1.93±0.10a	1.81±0.12b	$P < 0.05$
铁(mg/kg) Fe	163.00±10.21	168.50±7.76	$P > 0.05$
铜(mg/kg) Cu	3.22±0.70	3.23±0.61	$P > 0.05$
锌(mg/kg) Zn	98.50±9.59	100.60±9.49	$P > 0.05$
硒(mg/kg) Se	1.25±0.13b	1.36±0.12a	$P < 0.05$
常量元素(mg/kg) Macroelement	7 332.5	7077.5	$P > 0.05$
微量元素(mg/kg) Microelement	267.9	275.5	$P > 0.05$

2.5 两种绿头鸭蛋黄维生素含量

两种绿头鸭蛋黄中共检测了 6 种维生素,包括 3 种脂溶性维生素[维生素 A(V_A)、维生素 D(V_D)、维生素 E(V_E)],3 种水溶性维生素[维生素 B₁(V_{B₁})、维生素 B₂(V_{B₂})和泛酸(Pantothenic acid)],如表 7 所示。其中 V_D、V_{B₁} 和 V_{B₂} 在两种绿头鸭蛋黄中的含量存在显著

性差异($P < 0.05$):白羽绿头鸭蛋黄中 V_D 和 V_{B₁}、V_{B₂} 含量高于绿头鸭蛋黄。在白羽绿头鸭蛋黄和绿头鸭蛋黄每千克干物质中总维生素的含量分别为 162.45mg 和 155.78 mg,其余 3 种维生素差异均不显著($P > 0.05$),其中脂溶性维生素在总维生素中的百分含量分别为 0.78%和 0.83%。

表 7 白羽绿头鸭和绿头鸭蛋黄维生素组成和含量(干物质基础)

Table 7 The composition and content of vitamins in egg-yolks of white-feather mallards and mallards (DM basis)

项目 Item	白羽绿头鸭蛋黄 White-feather mallard egg-yolk	绿头鸭蛋黄 Mallard egg-yolk	P 值 P value
维生素 A (μg/100g) V _A	323.50±14.50	370.50±12.63	$P > 0.05$
维生素 D (μg/100g) V _D	52.95±3.35a	49.70±1.00b	$P < 0.05$
维生素 E (mg/100g) V _E	50.25±2.75	51.30±2.50	$P > 0.05$
维生素 B ₁ (μg/100g) V _{B₁}	287.50±15.50b	303.00±30.54a	$P < 0.05$
维生素 B ₂ (μg/100g) V _{B₂}	1 705.00±85.56a	1 680.00±90.92b	$P < 0.05$
泛酸 (mg/kg) Pantothenic acid	111.68±13.231	118.45±11.15	$P > 0.05$
脂溶性维生素(mg/kg) FV	8.79	9.33	$P > 0.05$
总维生素(mg/kg) TV	140.39	147.61	$P > 0.05$
脂溶性维生素/总维生素(%) FV/TV	6.26	6.32	$P > 0.05$

3 讨论

鸭蛋的蛋白质集中在蛋清中,而其余营养物质均集中在蛋黄中,蛋黄中富含脂溶性维生素、单不饱和脂肪酸及铁等微量元素。饮食中鸭蛋黄具有健脑益智、保护肝脏和补钙等功效。

本试验测得白羽绿头鸭和绿头鸭蛋黄中蛋白质含量分别为 30.75 g/100 g 和 30.85 g/100 g,脂肪含量为 54.45~55.25 g/100 g,胆固醇含量为 1 235~1 260 mg/100 g。对比发现两种绿头鸭蛋黄中蛋白质含量与鸡蛋黄的蛋白质含量(29.25~36.04 g/100 g)、鸽蛋黄(28.53~33.60 g/100g)以及红心鸭蛋黄(30.45 g/100 g)的蛋白质含量相近,而粗脂肪的含量低于鸡蛋黄(56.92~66.77 g/100 g)、鸽蛋黄(56.92~64.69 g/100 g)和金定鸭蛋黄(62.67~65.64 g/100 g)^[5,7-11]。本试验两种绿头鸭蛋黄中胆固醇含量(1 235~1 260 mg/100 g)低于鸡蛋黄中胆固醇含量(1 874.50~2 660.78 mg/100 g)^[12],同时红心鸭蛋黄中胆固醇含量(6 719.37 mg/100 g)约是两种绿头鸭蛋黄胆固醇含量的 6 倍^[13],因此本试验中的两种绿头鸭蛋黄胆固醇含量相对较低。

本研究首次得到白羽绿头鸭和绿头鸭蛋黄中的 SRC,分别为 69.22 和 69.73,两种绿头鸭蛋黄中蛋白质氨基酸组成基本一致且接近理想氨基酸模式

(SRC=100)^[14]。本研究中两种绿头鸭蛋黄第一限制性氨基酸为蛋氨酸+半胱氨酸(RC=0.20~0.21),其余必需氨基酸 RC 评分均在 0.8 以上,表明两种绿头鸭蛋黄必需氨基酸组成较理想^[8]。据 FAO/WHO 的理想蛋白质评分,蛋白质的 E/T 比在 0.4 左右,E/N 比大于 0.6 为优质蛋白质^[15]。两种绿头鸭蛋黄的 E/T 比值范围为 0.42~0.46、E/N 比值范围为 0.72~0.84,两种绿头鸭蛋黄中 E/T 和 E/N 均高于理想蛋白评分阈值,说明两种绿头鸭蛋黄蛋白质均为理想蛋白质,而绿头鸭蛋黄的必需氨基酸含量比白羽绿头鸭蛋黄高,但差异不显著^[16]。绿头鸭蛋黄与鸡蛋黄相比,除 E/T 略高之外,E/N 与 F/T 值几乎一样^[17],与鸽蛋黄氨基酸组成模式几乎一致^[10]。

平衡的ω-6/ω-3 比例在维持代谢稳态及多种生物过程中发挥重要作用^[18]。从姚俊峰等发表的文章数据得知褐壳鸡蛋、鹅蛋、鸭蛋、鹌鹑蛋和鸽蛋黄ω-6 脂肪酸/ω-3脂肪酸比值分别为9.2、15.04、6.21、11.24、10.84,通过试验测定白羽绿头鸭和绿头鸭蛋黄中ω-6/ω-3 比值分别为 9.44 和 7.86,两种绿头鸭蛋黄对应ω-6/ω-3 比值比普通鸭蛋高,白羽绿头鸭ω-6/ω-3 比值更接近于与鸡蛋,而鹅蛋、鹌鹑蛋和鸽蛋黄的ω-6/ω-3 比值高于绿头鸭蛋黄,其中鹅蛋黄最高^[19]。已有研究表

明 ω -6/ ω -3 比例在 3~5:1 可预防西方饮食引起的许多疾病^[20,21]。而两种绿头鸭蛋黄的 ω -6/ ω -3 比值远远高于推荐比值,当食谱中有鸭蛋时,必须添加 ω -3 不饱和脂肪酸含量高的食物来调节食谱中 ω -6/ ω -3 比值到适宜比值。欧洲卫生机构(1994)建议人类所食用肉类的 PUFA/SFA 应高于 0.45^[22]。鸽蛋黄中 PUFA/SFA 比值为 0.683^[10],而本研究中的白羽绿头鸭和绿头鸭蛋黄的 PUFA 和 SFA 的含量比值(0.25~0.27)并不满足此要求。

维生素 E 的主要功能是抗氧化,而用来评估维生素 E 摄入量是否充足的主要因素是膳食中 PUFA 的摄入量。研究表明, D- α -生育酚/多不饱和脂肪酸比例为 0.4(表示为每克多不饱和脂肪酸中生育酚的毫克)对于成年人是足够的^[23,24],而白羽绿头鸭和绿头鸭蛋黄中 V_E /PUFA 值分别为 0.15 和 0.16, V_E 含量低于成年人的需求量,因此仅食用鸭蛋黄不能满足成年人对 V_E 的需求^[25]。蛋黄是蛋内容物中矿物质元素沉积的主要部位,而近年来锰、硒等微量元素被广泛应用到人类保健及预防疾病的相关研究中^[26]。本研究发现白羽绿头鸭蛋黄中的锰含量显著高于绿头鸭蛋黄中锰的含量($P < 0.05$),而绿头鸭蛋黄中硒的含量显著高于白羽绿头鸭蛋黄中硒的含量($P < 0.05$)。

4 结论

白羽绿头鸭和绿头鸭蛋黄主要成分含量之间并不存在显著性差异,与其他禽类蛋黄相比粗蛋白含量相近,粗脂肪含量略低,胆固醇含量远低于其他禽类蛋黄。两种绿头鸭蛋黄中含有丰富的蛋白质,均为理想蛋白,且富含人体所需维生素以及矿物元素,具有广阔的市场前景,同时也具有不同的营养特性,消费者应根据需求进行选择。

参 考 文 献

- [1] 郭海军,陈克斌. 白羽野鸭肉用品种的繁育[J]. 中国畜禽种业, 2006(9): 25-27.
- [2] 汤庆莉,张勇,王娜,等. 贵州省麻鸭蛋的成分分析及营养评价[J]. 食品科学, 2011, 32(S1): 36-38.
- [3] 韦启鹏,曾涛,李国勤,等. 不同饲养模式下山麻鸭蛋品质及蛋营养成分的比较分析[J]. 中国畜牧兽医, 2012, 39(2): 228-230.
- [4] 韩鹏. 缠丝鸭蛋形成的环境条件及其蛋品质分析[D]. 洛阳: 河南科技大学, 2013.
- [5] 吉小凤,杨华,汪建妹,等. 笼养仙居鸡与海兰褐鸡蛋营养成分比较[J]. 浙江农业科学, 2018, 59(9): 1721-1723.
- [6] Preparation and use of food-based dietary guidelines. Report of a joint FAO/WHO consultation. FAO/WHO[J]. WHO Technical Report Series, 1998, 880: i-vi, 1-108.
- [7] 宋超,赵卉,吴琼,等. 五种雉鸡鸡蛋氨基酸成分分析和营养评价[J]. 中国家禽, 2016, 38(8): 39-43.
- [8] 吴琼,田勇,石永芳,等. 银星竹鼠产肉性能和肌肉营养成分分析及评价[J]. 野生动物学报, 2019, 40(4): 917-923.
- [9] 杨立明,周正义. 草、品种鸡蛋蛋黄营养成分分析[J]. 安徽农业技术师范学院学报, 2000(4): 20-21.
- [10] 冯晓曦,梁天一,曾晓房,等. 鸽蛋的营养及与其他禽蛋营养的比较分析[J]. 农产品加工, 2020(17): 44-49.
- [11] 石天虹,黄保华,魏祥法,等. 不同饲养方式对鸭蛋成分和蛋黄色泽影响的研究[J]. 家畜生态学报, 2011, 32(1): 62-67.
- [12] 肖曼,高振华,陆奕娣,等. 不同品种鸡蛋的品质比较及其价格分析[A]. 中国畜牧兽医学会家禽学分会. 安全优质的家禽生产——第十五次全国家禽学术讨论会论文集[C]. 中国畜牧兽医学会家禽学分会: 中国畜牧兽医学会, 2011: 644-649.
- [13] 石嘉峰. 天然红心鸭蛋的营养价值及对血脂水平影响的研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2004.
- [14] 朱圣陶,吴坤. 蛋白质营养价值评价——氨基酸比值系数法[J]. 营养学报, 1988(2): 187-190.
- [15] Listed N. Energy and protein requirements: report of a joint FAO-WHO ad hoc expert committee. Rome, 22 March - 2 April 1971.[J]. Fao Nutr Meet Rep Ser, 1973, 522(52): 40-73.
- [16] Word Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations, nited Nations University. Energy and protein requirement[R]. Geneva: WHO, 1973, 522: 62-64.
- [17] 田颖刚,李慧,杨亚杰,等. 乌骨鸡蛋与普通鸡蛋品质特征和氨基酸组成比较[J]. 南昌大学学报(理科版), 2018, 42(3): 231-235.
- [18] 蒋瑜,熊文珂,殷俊玲,等. 膳食中 ω -3 和 ω -6 多不饱和脂肪酸摄入与心血管健康的研究进展[J]. 粮食与油脂, 2016, 29(11): 1-5.
- [19] 姚俊峰,龚绍明,杨长锁,等. 不同禽蛋营养成分比较研究[J]. 上海畜牧兽医通讯, 2020(6): 22-25.
- [20] NEHDI I A, SBIHI H M, TAN C P et al. Characterization of Ternary Blends of Vegetable Oils with Optimal ω -6/ ω -3 Fatty Acid Ratios[J]. Journal of Oleo Science, 2019, 68(11): 1041-1049.
- [21] 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2006.
- [22] SCOLLAN N, HOCQUETTE J F, NUERNBERG K, et.al. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality[J]. Meat Science, 2006, 74(1): 17-33.
- [23] LISTED N A. Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report of the Cardiovascular Review Group Committee on Medical Aspects of Food Policy[J]. Reports on Health & Social Subjects, 1994, 46:1.
- [24] BIERI J G, EVARTS R P. Tocopherols and fatty acids in American diets. The recommended allowance for vitamin E.[J]. Journal of the American Dietetic Association, 1973, 62(2): 147-15.
- [25] WITTING L A, LEE L. Dietary levels of vitamin E and polyunsaturated fatty acids and plasma vitamin E[J]. The American Journal of Clinical Nutrition, 1975, 28(6): 571-6.
- [26] 刘玉梅. 平阴县人群血清矿物质元素含量与精神病关系的研究[D]. 济南: 山东大学, 2016.