

广西海鸭蛋中氨基酸的含量及组成分析

欧玉玲, 谭春翠, 麦旂旒, 杨治凤, 赵永锋*, 蔡翔宇, 罗兆飞

(南宁海关技术中心, 南宁 530021)

摘 要: **目的** 测定广西区内海鸭蛋氨基酸含量及其组成, 分析广西海鸭蛋的品质。 **方法** 采用盐酸水解法处理 18 组海鸭蛋样品, 通过氨基酸自动分析仪测定 16 种氨基酸总含量, 分析海鸭蛋各氨基酸的含量及其组成。 **结果** 18 份海鸭蛋样品中氨基酸的测定结果表明, 广西海鸭蛋中氨基酸总量在 11.99~13.79 g/100 g 范围, 各氨基酸占氨基酸总量的比值相近, 其中谷氨酸的含量最高, 约占氨基酸总量的 13%, 组氨酸含量最低, 约占氨基酸总量的 2%, 其他氨基酸的含量均在 3%~9% 的范围内。 **结论** 广西海鸭蛋氨基酸总含量有差异, 但氨基酸组成较稳定, 各氨基酸占氨基酸总量的比值相近, 谷氨酸的含量最高, 组氨酸含量最低。

关键词: 海鸭蛋; 氨基酸; 氨基酸自动分析仪

Analysis of content and composition of amino acid in Guangxi sea duck egg

OU Yu-Ling, TAN Chun-Cui, MAI Yi-Ni, YANG Zhi-Feng, ZHAO Yong-Feng*,
CAI Xiang-Yu, LUO Zhao-Fei

(Technology Center of Nanning Customs, Nanning 530021, China)

ABSTRACT: Objective To determine the amino acid content and composition of sea duck eggs in Guangxi, and analyze the quality of sea duck eggs. **Methods** Totally 18 groups of sea duck egg samples were processed by hydrochloric acid hydrolysis, and the total content of 16 amino acids was determined by the automatic amino acid analyzer, and the content and composition of each amino acid in sea duck eggs were analyzed. **Results** The determination results of amino acids in 18 sea duck egg samples showed that the total amount of amino acids in sea duck egg in Guangxi ranged from 11.99 to 13.79 g/100 g, the ratio of each amino acid content to the total amount of amino acids were similar. Among them, the content of glutamic acid was the highest, accounting for about 13% of the total amino acids, while the content of histidine was the lowest, accounting for about 2% of the total amino acids, and the contents of other amino acids were in the range of 3%~9%. **Conclusion** The total amino acid content of sea duck eggs in Guangxi is different, but the amino acid composition is stable, and the ratio of each amino acid to the total amino acid is similar, with the highest content of glutamic acid and the lowest content of histidine.

KEY WORDS: sea duck egg; amino acid; automatic amino acid analyzer

1 引 言

红树林享有“海上森林”之称, 是热带和亚热带海岸潮

间带特有的胎生木本植物群落^[1]。红树林里有多种鱼类、虾类、贝类、头足类、蟹类、藻类、海草, 为养鸭提供了得天独厚的海洋牧场^[2]。鸭子早上到红树林下面觅食, 晚

基金项目: 海关总署科技计划项目(2017IK040)

Fund: Supported by the Science and Technology Plan Project of General Administration of Customs (2017IK040)

*通讯作者: 赵永锋, 高级工程师, 主要研究方向为食品安全检测。E-mail: 403076647@qq.com

*Corresponding author: ZHAO Yong-Feng, Senior Engineer, Nanning Customs, No.24, Zhuxi Road, Qingxiu District, Nanning 530021, China. E-mail: 403076647@qq.com

上回栏舍,早晚给鸭子补充一定比例的稻谷、玉米等饲料^[1]。这种蛋鸭产下的鸭蛋叫海鸭蛋,其营养价值、生物效价都高,味美醇香可口,在区内外享有盛誉^[1]。氨基酸是一种重要营养功能成分,是蛋白质的组成单位,其自身及其代谢产物对机体内的生命活动具有重要的调节功能^[3-5]。谷氨酸可改善脑细胞营养,并且能提高血糖含量。精氨酸是一种免疫激活剂,是组织组成和再生的主要成分^[6]。据文献报道,赖氨酸参与机体多种蛋白质的合成,是酶蛋白、血清蛋白、骨骼肌、某些多肽激素等的组分,可增强人体免疫能力^[7-9]。氨基酸的缺失、不平衡,与多种疾病相偶联,且与新陈代谢、衰老等都具有紧密的关系^[10]。海鸭蛋拥有丰富的蛋白质、卵磷脂、虾青素等对人体有益的物质。海鸭蛋还富含氨基酸、钙、铁、锌、钾、硒、碘等多种对人体有益的微量元素和维生素 A、维生素 B、维生素 E 等数十种维生素^[11]。对于海鸭蛋的营养价值、经济效益以及重金属铅、镉已有很多研究报道^[12,12-14],但在各氨基酸含量占氨基酸总量的组成特性方面研究较少。

本研究分析了广西区内红树林海鸭蛋中氨基酸含量及其组成特性,通过数据比对分析海鸭蛋的品质,为研究海鸭蛋营养价值提供参考。

2 材料与方法

2.1 仪器、试剂与材料

盐酸、硼酸、氢氧化钠、硫酸、苯酚(分析纯,国药集团化学试剂有限公司); L-8500-PH-KIT 蛋白水解分析缓冲液(日本和光纯药工业株式会社); 氨基酸混合标准溶液 (2.5 μmol/mL)、茚三酮(分析纯)(日本和光纯药工业株式会社)。

L-8900 全自动氨基酸分析仪(日本日立公司); Yamato DKN312C 电热鼓风恒温箱(重庆雅马拓科技有限公司);

Mettler Toledo ML204/02 电子天平($d=0.1\text{ mg}$, 瑞士梅特勒-托利多仪器有限公司)。

1~18 号为海鸭蛋,均来自北海、钦州、防城港市场。

2.2 色谱条件

P/N 855-3507 色谱柱规格: $4.6\text{ mm}\times60\text{ mm}$, 分离柱内填料为 $3\text{ }\mu\text{m}$ 磺酸型阳离子交换树脂,反应器温度 $135\text{ }^{\circ}\text{C}$, 柱温 $57\text{ }^{\circ}\text{C}$, 样品进样量为 $20\text{ }\mu\text{L}$, 泵 1 流速 0.40 mL/min , 泵 2 流速 0.35 mL/min , 第一通道检测波长为 570 nm , 第二通道检测波长为 440 nm , 顺序洗脱 32 min , 每个样品总分析时间为 53 min 。

2.3 实验方法

氨基酸的测定参照国家标准 GB 5009.124-2016《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》^[15]规定的方法进行测定^[15]。最终干燥后残留物用 0.02 mol/L 盐酸溶液定容。

3 结果与分析

3.1 氨基酸标准曲线

用移液枪精确移取 20 、 40 、 80 、 160 、 $320\text{ }\mu\text{L}$ 氨基酸混合标液($2.5\text{ }\mu\text{mol/mL}$)分别加入到 5 mL 容量瓶中,用盐酸溶液(0.02 mol/L)定容,再过滤膜用全自动氨基酸分析仪分析,以峰面积为横坐标,以浓度为纵坐标绘制标准曲线,研究数据标明本次研究的 16 种氨基酸线性相关系数 r^2 均在 $0.9996\sim0.9998$, 线性关系非常好,最低检出限、定量限见表 1。

3.2 方法精密度

取适量的海鸭蛋样品,按 2.3 的方法处理,进行 6 次平行实验,测定其氨基酸含量,结果见表 2,方法精密度均小于 1% ,符合要求。

表 1 线性方程、相关系数、检出限、定量限
Table 1 Linear equations, correlation coefficients, detection limits and quantitative limits

氨基酸	线性方程	相关系数 r^2	检出限/(g/100 g)	定量限/(g/100 g)
天门冬氨酸	$Y=7.1846\times10^{-7}X+0.0072$	0.9998	0.00013	0.00036
苏氨酸	$Y=6.8480\times10^{-7}X+0.0077$	0.9997	0.00014	0.00048
丝氨酸	$Y=6.7187\times10^{-7}X+0.0045$	0.9997	0.00018	0.00060
谷氨酸	$Y=6.5415\times10^{-7}X-0.0029$	0.9997	0.00024	0.00070
甘氨酸	$Y=7.0550\times10^{-7}X+0.0180$	0.9997	0.00025	0.00084
缬氨酸	$Y=6.7945\times10^{-7}X+0.0033$	0.9997	0.00012	0.00032
蛋氨酸	$Y=6.7469\times10^{-7}X-0.0024$	0.9998	0.0023	0.0075
异亮氨酸	$Y=6.8345\times10^{-7}X-0.0068$	0.9997	0.00043	0.0013
亮氨酸	$Y=6.7947\times10^{-7}X-0.0034$	0.9997	0.0011	0.0036
酪氨酸	$Y=7.1510\times10^{-7}X+0.0025$	0.9997	0.0028	0.0095

续表 1

氨基酸	线性方程	相关系数 r^2	检出限/(g/100 g)	定量限/(g/100 g)
苯丙氨酸	$Y=7.1532\times10^{-7}X-0.0047$	0.9998	0.0025	0.0083
赖氨酸	$Y=6.2830\times10^{-7}X+0.0045$	0.9998	0.00013	0.00044
组氨酸	$Y=6.7023\times10^{-7}X+0.0037$	0.9998	0.00059	0.0020
精氨酸	$Y=7.1045\times10^{-7}X-0.0062$	0.9997	0.0020	0.0065
脯氨酸	$Y=3.2059\times10^{-6}X-0.1609$	0.9996	0.0026	0.0087

表 2 精密度实验
Table 2 Precision experiment

氨基酸	1/(g/100 g)	2/(g/100 g)	3/(g/100 g)	4/(g/100 g)	5/(g/100 g)	6/(g/100 g)	精密度 RSD/%
天门冬氨酸	1.159	1.161	1.153	1.149	1.16	1.163	0.46
苏氨酸	0.745	0.742	0.745	0.735	0.743	0.748	0.60
丝氨酸	0.986	0.989	0.983	0.977	0.991	0.987	0.50
谷氨酸	1.589	1.584	1.583	1.578	1.592	1.588	0.32
甘氨酸	0.431	0.434	0.431	0.428	0.433	0.433	0.50
丙氨酸	0.595	0.598	0.595	0.592	0.595	0.596	0.33
缬氨酸	0.878	0.877	0.873	0.877	0.885	0.877	0.45
蛋氨酸	0.703	0.705	0.707	0.701	0.706	0.702	0.34
异亮氨酸	0.596	0.598	0.588	0.591	0.598	0.597	0.70
亮氨酸	1.079	1.079	1.065	1.077	1.082	1.078	0.55
酪氨酸	0.587	0.588	0.584	0.582	0.588	0.591	0.55
苯丙氨酸	0.793	0.792	0.796	0.796	0.796	0.795	0.22
赖氨酸	0.942	0.941	0.929	0.937	0.941	0.944	0.58
组氨酸	0.312	0.311	0.309	0.311	0.314	0.311	0.52
精氨酸	0.707	0.708	0.697	0.707	0.709	0.707	0.62
脯氨酸	0.515	0.516	0.511	0.513	0.514	0.512	0.36

3.3 仪器精密度

日立 L-8900 全自动氨基酸分析仪: 精确配制氨基酸混合标液 2.0 nmol/20 μL, 连续进样 6 次。峰面积相对标准偏差(relative standard deviation, RSD)均≤1.15%, 符合仪器要求。

3.4 海鸭蛋中氨基酸的分析研究

对海鸭蛋样品按 2.3 的方法处理进行盐酸水解, 再用全自动氨基酸分析仪对天门冬氨酸(aspartic acid, Asp)、苏氨酸(threonine, Thr)、丝氨酸(serine, Ser)、谷氨酸(glutamic acid, Glu)、脯氨酸(proline, Pro)、甘氨酸(glycine, Gly)、丙氨酸(alanine, Ala)、缬氨酸(valine, Val)、蛋氨酸(methionine, Met)、异亮氨酸(isoleucine, Ile)、亮氨酸(leucine, Leu)、酪氨酸(tyrosine, Try)、丙苯氨酸(phenylalanine, Phe)、赖氨酸(lysine, Lys)、组氨酸(histidine, His)和精氨酸(arginine, Arg)等 16 种氨基酸进行测定, 根据峰面积和浓度的关系计算出各氨基酸含量, 各氨基酸相加计算出 16 种氨基酸总量。图中通道 VIS2(440 nm)用于检测脯氨酸, 通道 VIS1

(570 nm)用于检测除脯氨酸以外的其他氨基酸(见图 1 和图 2)。本次研究对象为除胱氨酸(cystine, Cys)和氨(NH₃)之外的 16 种氨基酸。

在图 1 中, 将氨基酸混合标准溶液稀释成 2.0 nmol/20 μL 后上机测定, 各氨基酸均能很好的分离开。在图 2 中, 经 2.3 的方法盐酸水解后的海鸭蛋, 其待测液几乎没有杂质, 置换溶剂后最终以 0.02 mol/L 盐酸溶液定容, 过 0.22 μm 滤膜, 上机。海鸭蛋中各种氨基酸能一一分开, 出峰时间与标准溶液一致, 峰形良好。

利用全自动氨基酸分析仪对酸水解后的海鸭蛋样品进行分析测定, 通过峰面积和浓度的关系计算出各氨基酸结果并进行整理, 得到氨基酸总量及各氨基酸占氨基酸总量的比值及比值范围。由表 3 可知, 本次取样测定的海鸭蛋氨基酸总量在 11.99~13.79 g/100 g。由表 4 可知海鸭蛋中各氨基酸组分占总氨基酸的比值基本一致, 在各组氨基酸中, 谷氨酸的含量最高, 约占氨基酸总量的 13%。组氨酸含量最低, 约占氨基酸总量的 2%, 其他氨基酸的含量均在 3%~9% 的范围内。

氨基酸总量用 T 表示, 人体必需氨基酸用 E 表示, 分别为蛋氨酸、苯丙氨酸、缬氨酸、苏氨酸、赖氨酸、亮氨酸、异亮氨酸 7 种氨基酸之和^[16], 由于国家标准 GB 5009.124-2016 测定氨基酸方法对于胱氨酸有影响, 所以本次统计除了胱氨酸之外 9 种非必需氨基酸之和, 用 N 表示。统计实验结果标明, 人体必需氨基酸占氨基酸总量

的百分比(E/T)为 47.25%, 人体必需氨基酸含量与 9 种非必需氨基酸含量的比值(E/N)为 0.89。根据 1973 年 FAO/WHO 提出的理想模式^[17], 质量较好的蛋白质其 E/T 值为 40%左右, E/N 值在 0.60 以上^[16], 说明海鸭蛋中必需氨基酸均符合理想要求, 都属于优质蛋白质, 具有很好的营养价值。

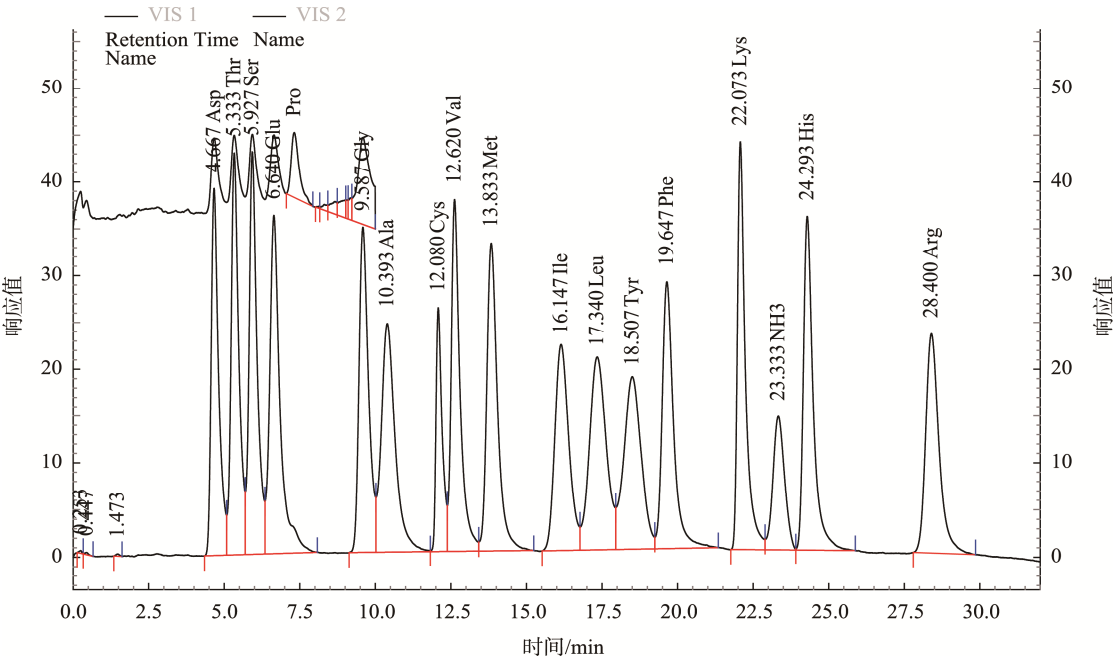


图 1 氨基酸混标的分离色谱图
Fig.1 Separation chromatogram of amino acid mixed standards

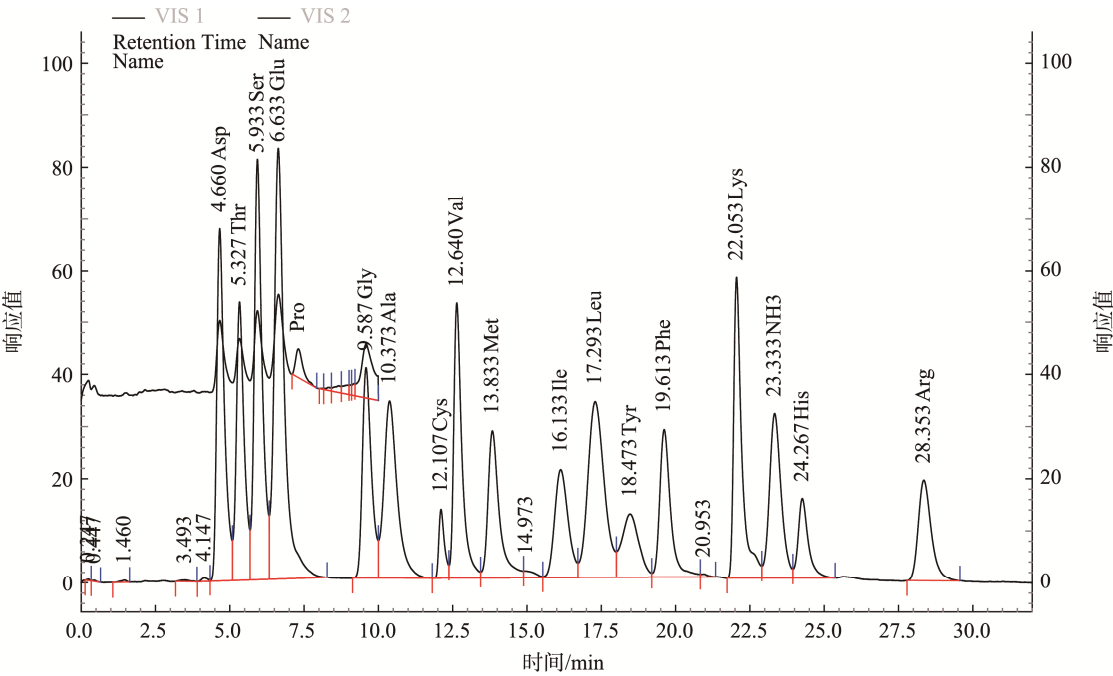


图 2 海鸭蛋中各氨基酸的分离色谱图
Fig.2 Separation chromatogram of amino acids in sea duck egg

表 3 海鸭蛋中氨基酸含量的比较(g/100 g)
Table 3 Comparison of amino acid content in sea duck egg (g/100 g)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
天门冬氨酸	1.120	1.159	1.095	1.195	1.184	1.153	1.152	1.100	1.173
苏氨酸	0.762	0.745	0.705	0.763	0.761	0.745	0.739	0.704	0.749
丝氨酸	0.994	0.986	0.944	1.007	1.040	1.002	0.985	0.965	1.012
谷氨酸	1.651	1.589	1.500	1.690	1.669	1.613	1.595	1.531	1.646
甘氨酸	0.439	0.431	0.405	0.445	0.440	0.431	0.430	0.402	0.432
丙氨酸	0.608	0.595	0.564	0.611	0.618	0.595	0.599	0.580	0.605
缬氨酸	0.899	0.878	0.823	0.891	0.877	0.863	0.882	0.816	0.882
蛋氨酸	0.728	0.703	0.677	0.733	0.778	0.787	0.688	0.633	0.734
异亮氨酸	0.603	0.596	0.566	0.594	0.599	0.580	0.596	0.575	0.608
亮氨酸	1.092	1.079	1.019	1.090	1.100	1.065	1.077	1.041	1.089
酪氨酸	0.604	0.587	0.562	0.595	0.597	0.574	0.590	0.549	0.589
苯丙氨酸	0.813	0.793	0.756	0.815	0.806	0.796	0.783	0.724	0.813
赖氨酸	0.961	0.942	0.897	0.945	0.947	0.919	0.932	0.908	0.949
组氨酸	0.315	0.312	0.297	0.310	0.315	0.309	0.313	0.303	0.312
精氨酸	0.712	0.707	0.675	0.710	0.737	0.697	0.716	0.708	0.724
脯氨酸	0.520	0.515	0.505	0.547	0.534	0.476	0.534	0.460	0.497
总量	12.82	12.62	11.99	12.94	13.00	12.61	12.61	12.00	12.81
天门冬氨酸	1.141	1.234	1.245	1.214	1.102	1.081	1.222	1.21	1.171
苏氨酸	0.727	0.976	0.795	0.774	0.723	0.703	0.783	0.777	0.753
丝氨酸	0.99	1.089	1.068	1.05	1.008	0.974	1.075	1.064	1.018
谷氨酸	1.662	1.832	1.767	1.735	1.658	1.614	1.784	1.764	1.642
甘氨酸	0.41	0.448	0.453	0.443	0.408	0.396	0.442	0.442	0.428
丙氨酸	0.613	0.672	0.658	0.64	0.603	0.591	0.648	0.639	0.619
缬氨酸	0.756	0.831	0.824	0.797	0.763	0.731	0.801	0.804	0.784
蛋氨酸	0.792	0.879	0.824	0.834	0.833	0.788	0.843	0.856	0.800
异亮氨酸	0.571	0.624	0.615	0.597	0.572	0.551	0.603	0.591	0.589
亮氨酸	1.044	1.145	1.129	1.106	1.03	1.01	1.11	1.102	1.077
酪氨酸	0.579	0.619	0.631	0.615	0.543	0.546	0.613	0.603	0.599
苯丙氨酸	0.79	0.881	0.832	0.819	0.849	0.793	0.842	0.855	0.827
赖氨酸	0.911	0.988	0.996	0.975	0.876	0.865	0.967	0.954	0.948
组氨酸	0.29	0.318	0.327	0.314	0.286	0.285	0.310	0.306	0.304
精氨酸	0.698	0.748	0.741	0.728	0.667	0.665	0.732	0.706	0.702
脯氨酸	0.482	0.506	0.532	0.521	0.486	0.469	0.51	0.509	0.504
总量	12.46	13.79	13.44	13.16	12.41	12.06	13.29	13.18	12.77

表 4 海鸭蛋样品中各氨基酸含量占氨基酸总量的比值范围
Table 4 Ratio and range of amino acids in sea duck egg samples in total amino acids

氨基酸	比值范围	氨基酸	比值范围
天门冬氨酸	0.087~0.093	异亮氨酸	0.045~0.046
苏氨酸	0.058~0.071	亮氨酸	0.083~0.084
丝氨酸	0.078~0.080	酪氨酸	0.044~0.047
谷氨酸	0.125~0.134	苯丙氨酸	0.060~0.068
甘氨酸	0.032~0.034	赖氨酸	0.071~0.076
丙氨酸	0.047~0.049	组氨酸	0.023~0.025
缬氨酸	0.060~0.070	精氨酸	0.054~0.059
蛋氨酸	0.053~0.067	脯氨酸	0.038~0.042

4 结 论

本研究结果表明, 广西区内海鸭蛋的氨基酸总含量在 11.99~13.79 g/100 g 间不等, 含量大小有些差异, 但各氨基酸含量占氨基酸总量的比值相近, 说明广西海鸭蛋中氨基酸组成较稳定。在各组氨基酸中, 谷氨酸的含量最高, 组氨酸含量最低。人体必需氨基酸占氨基酸总量的百分比(E/T)为 47.25%, 人体必需氨基酸含量与 9 种非必须氨基酸含量的比值(E/N)为 0.89, 符合 1973 年 FAO/WHO 提出的理想模式^[17], 说明广西区内海鸭蛋中氨基酸均符合合理想要求, 属于优质蛋白质, 具有很好的营养价值。

参考文献

[1] 黄术锦, 莫晓霞, 童彬. 东兴市海鸭蛋产业的现状及发展对策[J]. 广西畜牧兽医, 2011, 27(6): 336-337.
Huang SJ, Mo XX, Tong B. Present situation and development countermeasures of sea duck egg industry in Dongxing city [J]. Guangxi J Anim Husb Vet Med, 2011, 27(6): 336-337.

[2] 张华智, 韦子先, 郭光霞, 等. 钦州海鸭蛋的形成与蛋品质分析[J]. 中国畜禽种业, 2014, 6: 134-136.
Zhang HZ, Wei ZX, Guo GX, et al. Formation and egg quality analysis of Qinzhou sea duck eggs [J]. Chin Livest Poult Breed, 2014, 6: 134-136.

[3] 黄晓荣, 张良晓, 李培武, 等. 黑芝麻和白芝麻中氨基酸组成的比较研究[J]. 中国油料作物学报, 2017, 39(1): 123-127.
Huang XR, Zhang LX, Li PW, et al. Comparison of amino acid composition of black and white sesame seeds [J]. Chin J Oil Crop Sci, 2017, 39(1): 123-127.

[4] 王洪荣, 季昀. 氨基酸的生物活性及其营养调控功能的研究进展[J].

动物营养学报, 2013, 25(3): 447-457.
Wang HR, Ji Y. Advanced research in biological activities and functions of nutritional regulation of amino acids [J]. Chin J Anim Nutr, 2013, 25(3): 447-457.

[5] 李鹏飞, 陶蓓蓓, 张绪得, 等. 高效液相色谱-串联质谱法测定人体内 30 种氨基酸[J]. 分析化学, 2013, 41(9): 1347-1352.
Li PF, Tao BB, Zhang XD, et al. High-flux detection of 30 kinds amino acids with isotope-labeled internal standard by LC-MS/MS [J]. Chin J Anal Chem, 2013, 41(9): 1347-1352.

[6] 王福才, 武履青. 健康之本氨基酸[M]. 武汉: 长江文艺出版社, 2013.
Wang FC, Wu LQ. Amino acids as the foundation of health [M]. Wuhan: Changjiang Literature and Art Publishing House, 2013.

[7] 罗敏蓉, 熊正英. 赖氨酸与运动能力的关系[J]. 四川体育科学, 2006, 3: 43-46.
Luo MR, Xiong ZY. The relationship between lysine and exercise capacity [J]. Sichuan Sports Sci, 2006, 3: 43-46.

[8] Sato T, Ito Y, Nagasawa T. Regulation of skeletal muscle protein degradation and synthesis by oral administration of lysine in rats [J]. J Nutr Sci Vitaminol, 2013, 59(5): 412-419.

[9] 张更荣, 赵文华. 强化赖氨酸面粉对人群营养及免疫功能影响的研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2014, 16(5): 424-428.
Zhang GR, Zhao WH. The effect of lysine fortified wheat flour on nutritional and immunological status of rural [J]. Chin J Food Hyg, 2014, 16(5): 424-428.

[10] 杨莉丽, 袁倬斌, 孙汉文. 氨基酸分离分析方法与衰老和疾病关系的研究[J]. 中国科学院研究生院学报, 2001, 18(1): 85-89.
Yang LL, Yuan ZB, Sun HW. Study on the relationship between amino acid separation and disease [J]. J Univ Chin Acad Sci, 2001, 18(1): 85-89.

[11] 李薇, 熊子成, 冯晓斌, 等. 广西钦州海鸭蛋中多环芳烃含量的测定[J]. 食品安全导刊, 2018, 21: 182-188.
Li W, Xiong ZC, Feng XB, et al. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in eggs of Qinzhou sea duck in Guangxi [J]. China Food Saf Magaz, 2018, 21: 182-188.

[12] 张华智, 韦子先, 杨照海, 等. 钦州海鸭蛋产业现状及发展对策[J]. 广西农学报, 2012, 27(4): 56-58.
Zhang HZ, Wei ZX, Yang ZH, et al. The status-quo and development countermeasures of Qinzhou sea duck eggs [J]. J Guangxi Agric, 2012, 27(4): 56-58.

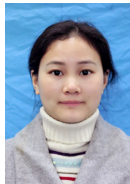
[13] 黎晓林, 罗祖娟, 何尚会, 等. 海鸭蛋中重金属铅的含量研究[J]. 食品安全导刊, 2019, (27): 77-78.
Li XL, Luo ZJ, He SH, et al. Study on the content of heavy metal lead in sea duck eggs [J]. China Food Saf Magaz, 2019, (27): 77-78.

[14] 黎晓林, 何尚会, 罗祖娟, 等. 钦州海鸭蛋重金属镉的含量研究[J]. 食品安全导刊, 2019, (30): 81-82.
Li XL, He SH, Luo ZJ, et al. Study on the content of cadmium in Qinzhou sea duck eggs [J]. China Food Saf Magaz, 2019, (30): 81-82.

- [15] GB 5009.124-2016 食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定[S].
GB 5009.124-2016 National food safety standard-Determination of amino acids in foods [S].
- [16] 陶志云, 胡艳, 朱春红, 等. 鸭蛋中总氨基酸和游离氨基酸含量的比较分析[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(9): 297-299.
Tao ZY, Hu Y, Zhu CH, *et al.* Comparative analysis of total amino acids and free amino acids in duck eggs [J]. Jiangsu Agric Sci, 2013, 41(9): 297-299.
- [17] 联合国粮食与农业组织, 世界卫生组织. 能量与蛋白需求[R]. 世界卫生组织, 1973.
Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization. Energy and protein requirements [R]. World Health Organization, 1973.

(责任编辑: 李磅礴)

作者简介



欧玉玲, 工程师, 主要研究方向为食品安全检测。
E-mail: 630976759@qq.com



赵永锋, 高级工程师, 主要研究方向为食品安全检测。
E-mail: 403076647@qq.com