

邵 坚,陈 芳,吴样明,等. 不同产地乌鸡氨基酸特征及其蛋白质品质评价[J]. 江苏农业科学,2020,48(12):186-191.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.11.040

# 不同产地乌鸡氨基酸特征及其蛋白质品质评价

邵 坚,陈 芳,吴样明,刘慧莹,李谕光

(江中药业股份有限公司,江西南昌 330004)

**摘要:**采用氨基酸比值系数法及主成分分析法对 3 个产地共 9 批次乌骨鸡的氨基酸含量和组成进行分析,以评价乌骨鸡氨基酸组成及营养价值。结果表明,不同产地乌骨鸡中氨基酸含量基本一致,含有丰富的必需氨基酸、儿童必需氨基酸、支链氨基酸和条件必需氨基酸,但 Pro、Ala、Cys、Gly、Arg 含量存在差异。乌骨鸡中氨基酸与 FAO/WHO 氨基酸模式及 FBN/IOM 氨基酸模式较为一致,必需氨基酸营养价值高,蛋氨酸和胱氨酸为乌骨鸡第一限制性氨基酸。主成分分析提取 3 个主成分,贡献率达 90.111%,其中第一主成分贡献率达 54.086%;Leu、Ile、Phe、His、Lys 在第一主成分系数占较大比重,是乌骨鸡中代表性氨基酸。

**关键词:**乌骨鸡;氨基酸比值系数法;主成分分析;蛋白质品质

**中图分类号:** TS251.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)12-0186-06

FAO/WHO 氨基酸模式,是联合国粮农组织和世界卫生组织 (FAO/WHO) 1973 年提出的人体必需氨基酸模式。FBN/IOM 氨基酸模式,是美国科学院医学研究所和美国食品营养研究会于 2002 年提出的儿童必需氨基酸模式<sup>[1]</sup>。通过氨基酸模式对比进行氨基酸评分可较为科学地对蛋白质营养价值进行评价<sup>[2]</sup>。

乌骨鸡 (*Gallus gallus domesticus* Brisson) 属雉科动物,其皮、肉、骨俱黑,是营养价值极高的滋补品<sup>[3]</sup>。乌骨鸡蛋白中氨基酸种类齐全,氨基酸含量远高于白鸡,具有丰富的必需氨基酸、鲜味氨基酸

含量<sup>[4-5]</sup>。乌鸡现资源分布主要有 3 个类型:白丝羽乌骨鸡,主产于江西泰和地区;白扁羽乌骨鸡,主产于浙江省江山地区;黑扁羽乌骨鸡,主产于陕西略阳地区、云南昭通地区。为更科学合理地对比乌鸡蛋白营养价值进行评价,本试验选取白丝乌骨鸡、白扁羽乌骨鸡、黑扁羽乌骨鸡各 3 批次,对比 FAO/WHO 氨基酸模式和 FBN/IOM 氨基酸模式,通过氨基酸系数比值法对乌鸡蛋白营养价值进行评价,并对乌鸡中氨基酸进行主成分分析,阐述其氨基酸间规律。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

试验所用白丝羽乌骨鸡 (批号: TH20180301, TH20180506, TH20180712), 购于泰和乌骨鸡原种鸡场;白扁羽乌骨鸡 (批号: JS20180308, JS20180511, JS20180723), 购于江山市蓝丰种禽有限公司;黑扁羽乌骨鸡 (批号: LY20180309, LY20180520,

收稿日期:2019-07-02

基金项目:江西省青年科学家项目 (编号:20142BCB23C29)。

作者简介:邵 坚 (1988—),男,江西景德镇人,硕士,工程师,研究方向为产品基础研究及其评价。E-mail: shaojian1988@126.com。

通信作者:李谕光,博士,主任药师,从事中药产品开发与质量评价。  
E-mail: lyg@jzjt.com。

[4]程 功,白焱晶,赵玉英. 枣属植物化学成分及药理活性研究概况[J]. 国外医药(植物药分册),1999,14(4):151-157.

[5]Nikolaus A. The current status of cyclic AMP in high plants[J]. Annual Review of Plant Physiology,1977,2(8):123-132.

[6]Cyong J C, Hanabusa K. Cyclic adenosine monophosphate in fruits of *Zizyphus jujube*[J]. Phytochemistry,1980,19:2747-2748.

[7]王立霞,和田玉枣 cAMP 的分析检测方法的研究[J]. 食品科技,2011(7):303-306.

[8]崔志强,孟宪军. 微波辅助萃取冬枣环磷酸腺苷工艺研究[J]. 食品科学,2007,28(4):163-166.

[9]毕金峰,于静静,丁媛媛,等. 响应面法优化冬枣变温压差膨化干燥工艺研究[J]. 中国食品学报,2011,11(6):119-128.

[10]李学贵,蒋文强,王传芬. HPLC 法测定大枣提取液中环腺苷酸含量的研究[J]. 山东化工,2005,34(5):27-28.

[11]李 明,杨国林,米 沙,等. 大枣环磷酸腺苷 (cAMP) 提取工艺的研究[J]. 中药材,2007,30(9):1143-1145.

[12]崔志强,孟宪军. 超声波辅助提取冬枣环磷酸腺苷工艺研究[J]. 食品科技,2006,31(12):46-49.

[13]周向辉,王 娜,石聚领,等. 微波-超声波联合提取枣中环磷酸腺苷的工艺研究[J]. 食品科学,2009,30(18):196-201.

LY20180708),购于陕西同辉农业有限责任公司;17种氨基酸标准溶液(批号:05010117,SYKAM);钠盐系统缓冲盐(缓冲溶液 A1、缓冲溶液 B1、NaOH 再生液、样品稀释液),购于 SYKAM;茚三酮套装(茚三酮、钾钠缓冲溶液、维生素 C),购于 SYKAM;盐酸为分析纯。

## 1.2 仪器与设备

分析天平(CPA225D, Sartorius);凯氏定氮仪(Kjeltec8400, Foss);恒温干燥箱(101-2AB, 天津市泰斯特仪器有限公司);氨基酸分析仪(S443D, SYKAM)。

## 1.3 方法

1.3.1 乌骨鸡冻干粉的制备<sup>[6]</sup> 乌骨鸡去毛、头、内脏及爪,清洗干净后,剔除骨头取乌骨鸡肉,绞碎、冷冻干燥 24 h,取出、打粉、备用。

1.3.2 蛋白质含量测定 参照 GB 5009.5—2016《食品中蛋白质的测定》方法测定乌骨鸡中蛋白质的含量,平行测定 3 次。

1.3.3 氨基酸含量测定 参照 GB 5009.124—2016《食品中氨基酸的测定》方法测定乌骨鸡中氨基酸的含量,平行测定 3 次。样品制备具体步骤如下:称定样品 40 mg 置于水解管内,加 15 mL 6 mol/L 盐酸溶液,继续向水解管内加入苯酚 3~4 滴。将水解管放入冷冻剂中,冷冻 3~5 min,接到真空泵的抽气管上,抽真空(接近 0 Pa),然后充入氮气,重复抽真空-充入氮气 3 次后,在充氮气状态下拧紧螺丝盖。将水解管放在 110 ℃电热鼓风恒温箱内,水解 22 h 后取出,冷却至室温。打开水解管,将水解液过滤至 50 mL 容量瓶内,采用少量水多次冲洗水解管,水洗液移入同一 50 mL 容量瓶内,最后用水定容至刻度,振荡混匀。准确吸取 1.0 mL 滤液移入到 25 mL 试管内,采用平行蒸发仪在 45 ℃加热环境下减压干燥,干燥后残留物用 1 mL 水溶解,再减压干燥,最后蒸干。采用 2.0 mL 样品稀释液加入到干燥后试管内溶解,振荡混匀后,吸取溶液通过 0.22 μm 滤膜,转移至仪器进样瓶,为样品测定液。

## 2 结果与分析

### 2.1 乌骨鸡中蛋白质含量

对不同产地、不同批次乌骨鸡中所含的粗蛋白进行测定,以便对其营养价值进行更为科学的分析评价。表 1 列出了江山乌骨鸡、略阳乌骨鸡、泰和乌骨鸡共计 9 个批次的蛋白质含量对比结果。

表 1 不同产地乌骨鸡中蛋白质含量比较结果

样品	蛋白质含量(%)
JS20180308	45.21
JS20180511	44.76
JS20180723	45.67
LY20180309	44.56
LY20180520	44.09
LY20180708	45.24
TH20180301	47.45
TH20180506	47.85
TH20180712	48.19

由表 1 可知,3 批次泰和乌骨鸡中粗蛋白质的含量分别为 47.45%、47.85%、48.19%,均高于江山乌骨鸡、略阳乌骨鸡,而江山乌骨鸡、略阳乌骨鸡所含粗蛋白基本一致。

### 2.2 乌骨鸡的氨基酸组成

利用全自动氨基酸分析仪,对不同产地、不同批次乌骨鸡进行氨基酸组成分析,本试验对 17 种氨基酸进行测定。由表 2 可知,不同产地共 9 批次乌骨鸡中,赖氨酸、苯丙氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、缬氨酸共 7 种必需氨基酸占 17 种氨基酸总量的 38%~41%;赖氨酸、苯丙氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、缬氨酸、精氨酸、组氨酸共 9 种儿童必需氨基酸占总量的 48%~53%;精氨酸、胱氨酸、酪氨酸共 3 种条件性必需氨基酸占总量 11%~13%;亮氨酸、异亮氨酸、缬氨酸共 3 种支链氨基酸占总量 19%~21%。对不同产地乌骨鸡中氨基酸含量进行比较分析,泰和乌骨鸡、略阳乌骨鸡中脯氨酸含量高于江山乌骨鸡;泰和乌骨鸡、略阳乌骨鸡中丙氨酸含量高于江山乌骨鸡;泰和乌骨鸡、略阳乌骨鸡中胱氨酸含量高于江山乌骨鸡;略阳乌骨鸡中甘氨酸含量高于泰和乌骨鸡、江山乌骨鸡;泰和乌骨鸡中精氨酸含量高于江山乌骨鸡。

### 2.3 氨基酸比值系数法<sup>[7]</sup>

蛋白氨基酸越接近 FAO/WHO 氨基酸模式,蛋白质营养价值越高。由表 3 可知乌骨鸡中氨基酸与 FAO/WHO 氨基酸模式的氨基酸比值(RAA)、氨基酸比值系数(RCAA)、氨基酸比值系数分(SRCAA);RCAA 值越接近 1,越符合 FAO/WHO 氨基酸模型;SRCAA 越接近 100%,说明该蛋白质营养价值越高。苏氨酸 RCAA 为 0.94~1.19,缬氨酸 RCAA 为 0.85~1.00,赖氨酸 RCAA 为 1.07~1.23,异亮氨酸 RCAA 为 1.04~1.21,亮氨酸 RCAA 为

表 2 9 批次不同产地乌骨鸡 17 种氨基酸含量测定结果

mg/g

氨基酸类别	氨基酸	JS20180308	JS20180511	JS20180723	LY20180309	LY20180520	LY20180708	TH20180301	TH20180506	TH20180712
EAA	赖氨酸(Lys)	29.91	21.14	21.35	26.44	28.71	24.39	27.23	28.57	28.78
	苯丙氨酸(Phe)	17.09	13.45	11.88	14.42	16.75	13.30	14.85	16.67	16.79
	蛋氨酸(Met)	8.55	5.41	7.29	7.21	7.18	4.43	5.48	7.14	7.19
	苏氨酸(Thr)	19.23	16.84	17.06	16.83	16.75	15.52	14.85	19.05	16.79
	异亮氨酸(Ile)	19.23	15.93	16.10	16.83	19.14	17.74	17.33	19.05	19.18
	亮氨酸(Leu)	32.05	24.35	24.60	28.85	28.71	26.61	29.70	30.95	31.18
	缬氨酸(Val)	19.23	16.51	16.70	19.23	19.14	17.74	19.80	21.43	21.58
	天冬氨酸(Asp)	36.32	34.41	32.68	33.65	33.49	28.82	29.70	33.33	33.57
	丝氨酸(Ser)	14.96	14.43	12.53	14.42	14.35	13.30	12.38	14.29	14.39
	谷氨酸(Glu)	29.91	26.26	22.49	28.85	31.10	19.96	22.28	26.19	23.98
NEAA	脯氨酸(Pro)	19.23	19.80	18.04	21.63	21.53	22.17	22.28	21.43	21.58
	甘氨酸(Gly)	25.64	27.18	23.58	36.06	31.10	33.26	29.70	28.57	28.78
	丙氨酸(Ala)	25.64	22.86	23.12	26.44	26.32	26.61	27.23	28.57	28.78
	胱氨酸(Cys)	2.14	1.87	1.89	2.40	2.39	2.22	2.48	2.38	2.40
	酪氨酸(Tyr)	12.82	10.26	10.36	12.02	11.96	8.87	9.90	11.90	14.39
	组氨酸(His)	14.96	9.92	10.02	12.02	14.35	11.09	12.38	14.29	14.39
	精氨酸(Arg)	27.78	20.80	21.00	28.85	28.71	26.61	27.23	28.57	28.78
TAA		354.69	301.42	290.69	346.15	351.68	312.64	324.80	352.38	352.53
EAA/TAA		0.41	0.38	0.40	0.38	0.39	0.38	0.39	0.41	0.40
EAAC/TAA		0.53	0.48	0.50	0.49	0.51	0.50	0.52	0.53	0.52
CEAA/TAA		0.12	0.11	0.11	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13
BCAA/TAA		0.20	0.19	0.20	0.19	0.19	0.20	0.21	0.20	0.20

注:EA 为必需氨基酸;EAAC 为儿童必需氨基酸;CEAA 为条件性必需氨基酸;BCAA 为支链氨基酸;TAA 为氨基酸总量。

0.97~1.08,蛋氨酸和胱氨酸 RCAA 为 0.52~0.72,苯丙氨酸和酪氨酸 RCAA 为 1.01~1.18;除蛋氨酸和胱氨酸外,乌骨鸡蛋白各种氨基酸接近 FAO/WHO 氨基酸模式,其第一限制氨基酸为蛋氨酸和胱氨酸;乌骨鸡中氨基酸 SRCAA 为 76.72%~85.13%,表明乌骨鸡蛋白具有高营养价值。

FBN/IOM 是美国科学院医学研究所和美国食品营养研究会提出的儿童氨基酸需求量评分模式,由表 4 可知,苏氨酸 RCAA 为 0.98~1.26,缬氨酸 RCAA 为 0.94~1.11,赖氨酸 RCAA 为 0.83~0.95,异亮氨酸 RCAA 为 1.18~1.36,亮氨酸 RCAA 为 0.86~0.96,蛋氨酸和胱氨酸 RCAA 为 0.51~0.72,苯丙氨酸和酪氨酸 RCAA 为 0.96~1.05;除蛋氨酸和胱氨酸外,乌骨鸡蛋白各种氨基酸接近 FBN/IOM 氨基酸模式,其第一限制氨基酸为蛋氨酸和胱氨酸;乌骨鸡蛋白 SRCAA 为 74.91%~83.34%,表明乌骨鸡蛋白对儿童也具有高营养价值。

2.4 乌骨鸡氨基酸主成分分析

2.4.1 相关性分析 将氨基酸含量数据导入 SPSS 软件计算 16 种氨基酸间的相关系数,进行主成分分析的适用性检验。由表 5 可知,氨基酸含量间既存在正相关也存在负相关关系,多数氨基酸含量间的正相关系数>0.5;表明 16 种氨基酸含量存在较强关系,因此可进一步对 9 批次不同产地乌骨鸡中氨基酸进行主成分分析(PCA)<sup>[8]</sup>。

2.4.2 主成分分析 对 9 批次不同产地乌骨鸡样品进行主成分分析,计算主成分特征值、方差贡献率和累积方差贡献率,结果见表 6、表 7 及图 1。结果表明,前 3 个主成分的特征值均大于 1 且累积贡献率为 90.111%,特征值分别为 9.195、4.792、1.332,表明前 3 个因子包含了样品中氨基酸含量的大部分信息,在氨基酸含量测定中占主导作用,其中组分 1 贡献率最大,为 54.086%,其次是组分 2 贡献率 28.190%和组分 3 贡献率 7.835%。由主成

表 3 乌骨鸡蛋白氨基酸与 FAO/WHO 推荐氨基酸模式比较

样品	指标	Thr	Val	Lys	Ile	Leu	Met + Cys	Phe + Tyr	SRCAA
JS20180308	RAA	1.06	0.85	1.20	1.06	1.01	0.68	1.10	82.26
	RCAA	1.07	0.85	1.21	1.07	1.02	0.68	1.11	
JS20180511	RAA	0.94	0.74	0.86	0.89	0.78	0.46	0.88	79.76
	RCAA	1.19	0.93	1.08	1.12	0.98	0.59	1.11	
JS20180723	RAA	0.93	0.73	0.85	0.88	0.77	0.57	0.81	85.13
	RCAA	1.18	0.92	1.07	1.11	0.97	0.72	1.02	
LY20180309	RAA	0.94	0.86	1.08	0.94	0.92	0.62	0.99	84.06
	RCAA	1.04	0.95	1.19	1.04	1.02	0.68	1.09	
LY20180520	RAA	0.95	0.87	1.18	1.09	0.93	0.62	1.09	80.69
	RCAA	0.99	0.90	1.23	1.13	0.97	0.65	1.13	
LY20180708	RAA	0.86	0.78	0.98	0.98	0.84	0.42	0.82	76.72
	RCAA	1.06	0.97	1.21	1.21	1.04	0.52	1.01	
TH20180301	RAA	0.78	0.83	1.04	0.91	0.89	0.48	0.87	78.96
	RCAA	0.94	1.00	1.26	1.10	1.08	0.58	1.05	
TH20180506	RAA	1.00	0.90	1.09	1.00	0.92	0.57	1.00	81.84
	RCAA	1.08	0.97	1.18	1.08	1.00	0.62	1.08	
TH20180712	RAA	0.87	0.90	1.09	1.00	0.92	0.57	1.08	80.87
	RCAA	0.95	0.98	1.18	1.09	1.01	0.62	1.18	

表 4 乌骨鸡蛋白氨基酸与 FBN/IOM 推荐氨基酸模式比较

样品	指标	Thr	Val	Lys	Ile	Leu	His	Met + Cys	Phe + Tyr	SRCAA
JS20180308	RAA	1.58	1.33	1.30	1.70	1.29	1.84	0.95	1.41	80.37
	RCAA	1.11	0.94	0.91	1.20	0.91	1.29	0.67	0.99	
JS20180511	RAA	1.39	1.15	0.93	1.42	0.99	1.23	0.65	1.13	77.03
	RCAA	1.26	1.04	0.83	1.28	0.89	1.11	0.59	1.02	
JS20180723	RAA	1.38	1.14	0.92	1.41	0.98	1.22	0.80	1.04	80.40
	RCAA	1.25	1.03	0.83	1.27	0.88	1.10	0.72	0.93	
LY20180309	RAA	1.40	1.35	1.16	1.51	1.18	1.50	0.86	1.26	83.34
	RCAA	1.09	1.05	0.91	1.18	0.92	1.17	0.67	0.99	
LY20180520	RAA	1.41	1.36	1.28	1.74	1.18	1.81	0.87	1.39	78.39
	RCAA	1.02	0.98	0.93	1.26	0.86	1.31	0.63	1.00	
LY20180708	RAA	1.27	1.23	1.06	1.57	1.07	1.36	0.59	1.04	74.91
	RCAA	1.10	1.07	0.92	1.36	0.93	1.18	0.51	0.91	
TH20180301	RAA	1.16	1.30	1.13	1.46	1.14	1.45	0.67	1.11	78.85
	RCAA	0.98	1.11	0.95	1.24	0.96	1.23	0.57	0.94	
TH20180506	RAA	1.47	1.40	1.17	1.59	1.18	1.66	0.80	1.27	78.97
	RCAA	1.12	1.06	0.89	1.21	0.89	1.26	0.60	0.96	
TH20180712	RAA	1.29	1.40	1.17	1.59	1.18	1.66	0.80	1.38	79.29
	RCAA	0.99	1.07	0.89	1.22	0.90	1.27	0.61	1.05	

分因子的成分矩阵可知在第 1 主成分中 Leu、Ile、Phe、His、Lys 的系数占较大比重,涵盖了乌骨鸡氨基酸大部分信息<sup>[9]</sup>。

3 讨论

乌骨鸡是国家地理性标志产品,不仅具高营养

表 5 9 批次不同产地乌骨鸡氨基酸种类间的相关性分析

氨基酸	相关系数																
	Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Cys	Val	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	His	Lys	Arg
Asp	1.000	0.787	0.770	0.786	-0.548	-0.374	-0.214	-0.280	0.094	0.817	0.227	0.266	0.693	0.432	0.379	0.239	-0.001
Thr	0.787	1.000	0.640	0.557	-0.490	-0.427	0.023	-0.214	0.255	0.810	0.421	0.410	0.541	0.472	0.485	0.346	0.122
Ser	0.770	0.640	1.000	0.764	-0.004	0.127	0.174	0.053	0.308	0.654	0.504	0.438	0.673	0.647	0.559	0.472	0.388
Glu	0.786	0.557	0.764	1.000	-0.139	0.074	-0.037	0.116	0.170	0.635	0.355	0.356	0.551	0.574	0.525	0.462	0.334
Pro	-0.548	-0.490	-0.004	-0.139	1.000	0.792	0.758	0.845	0.542	-0.506	0.338	0.370	-0.024	0.334	0.294	0.441	0.689
Gly	-0.374	-0.427	0.127	0.074	0.792	1.000	0.431	0.611	0.203	-0.252	0.046	0.114	-0.087	0.057	0.043	0.209	0.564
Ala	-0.214	0.023	0.174	-0.037	0.758	0.431	1.000	0.878	0.929	-0.048	0.734	0.791	0.449	0.686	0.710	0.784	0.878
Cys	-0.280	-0.214	0.053	0.116	0.845	0.611	0.878	1.000	0.811	-0.203	0.546	0.680	0.317	0.596	0.607	0.734	0.874
Val	0.094	0.255	0.308	0.170	0.542	0.203	0.929	0.811	1.000	0.160	0.763	0.888	0.676	0.814	0.820	0.849	0.830
Met	0.817	0.810	0.654	0.635	-0.506	-0.252	-0.048	-0.203	0.160	1.000	0.378	0.277	0.706	0.372	0.430	0.288	0.153
Ile	0.227	0.421	0.504	0.355	0.338	0.046	0.734	0.546	0.763	0.378	1.000	0.840	0.641	0.911	0.952	0.905	0.789
Leu	0.266	0.410	0.438	0.356	0.370	0.114	0.791	0.680	0.888	0.277	0.840	1.000	0.685	0.898	0.927	0.963	0.856
Tyr	0.693	0.541	0.673	0.551	-0.024	-0.087	0.449	0.317	0.676	0.706	0.641	0.685	1.000	0.748	0.743	0.661	0.524
Phe	0.432	0.472	0.647	0.574	0.334	0.057	0.686	0.596	0.814	0.372	0.911	0.898	0.748	1.000	0.975	0.939	0.783
His	0.379	0.485	0.559	0.525	0.294	0.043	0.710	0.607	0.820	0.430	0.952	0.927	0.743	0.975	1.000	0.971	0.824
Lys	0.239	0.346	0.472	0.462	0.441	0.209	0.784	0.734	0.849	0.288	0.905	0.963	0.661	0.939	0.971	1.000	0.914
Arg	-0.001	0.122	0.388	0.334	0.689	0.564	0.878	0.874	0.830	0.153	0.789	0.856	0.524	0.783	0.824	0.914	1.000

表 6 主成分分析特征值和方差贡献率

成分	初始特征值			提取载荷平方和		
	特征值	方差(%)	累积(%)	特征值	方差(%)	累积(%)
1	9.195	54.086	54.086	9.195	54.086	54.086
2	4.792	28.190	82.276	4.792	28.190	82.276
3	1.332	7.835	90.111	1.332	7.835	90.111
4	0.520	3.060	93.171			
5	0.413	2.429	95.600			
6	0.342	2.009	97.609			
7	0.271	1.593	99.202			
8	0.136	0.798	100.000			
9	0.000	0.000	100.000			
10	0.000	0.000	100.000			
11	0.000	0.000	100.000			
12	0.000	0.000	100.000			
13	0.000	0.000	100.000			
14	0.000	0.000	100.000			
15	0.000	0.000	100.000			
16	0.000	0.000	100.000			
17	0.000	0.000	100.000			

价值,同时也具有极高的药用价值。现代研究表明,乌骨鸡具有多样化的生理功能,如调节人体免疫功能<sup>[10-12]</sup>、抗氧化延缓衰老<sup>[13-17]</sup>、神经保护作用<sup>[18-19]</sup>、抗辐射作用<sup>[20]</sup>;生理功能与物质基础密切

相关,对乌骨鸡蛋白质氨基酸组成分析及营养评价有助于乌骨鸡多样化产品的研究开发。本研究选取乌骨鸡 3 个主产区各 3 批次样品对乌骨鸡氨基酸组成进行分析及营养评价;不同产地乌骨鸡中氨基

表 7 主成分矩阵

氨基酸	载荷		
	成分 1	成分 2	成分 3
Asp	0.366	0.888	0.170
Thr	0.447	0.769	-0.142
Ser	0.619	0.524	0.450
Glu	0.528	0.559	0.513
Pro	0.418	-0.846	0.264
Gly	0.226	-0.623	0.710
Ala	0.793	-0.533	-0.162
Cys	0.701	-0.651	0.090
Val	0.886	-0.260	-0.234
Met	0.419	0.789	0.089
Ile	0.901	0.000	-0.218
Leu	0.937	-0.070	-0.211
Tyr	0.782	0.401	-0.029
Phe	0.959	0.091	-0.066
His	0.967	0.078	-0.148
Lys	0.966	-0.101	-0.086
Arg	0.897	-0.367	0.138

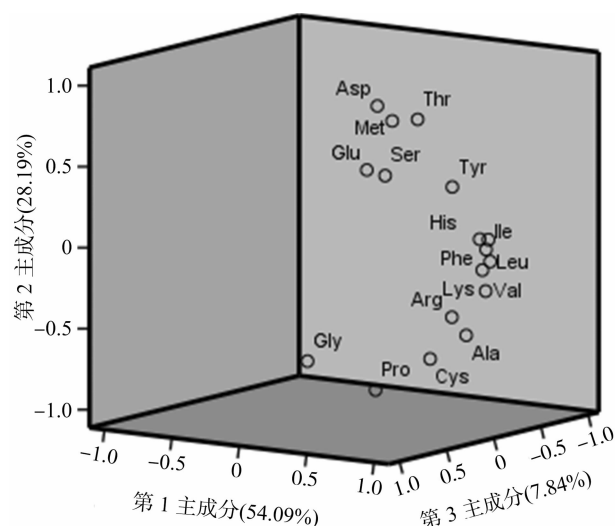


图1 主成分的因子载荷

酸含量基本一致,含有丰富的必需氨基酸(38% ~ 41%)、儿童必需氨基酸(48% ~ 53%)、支链氨基酸(19% ~ 21%)和条件必需氨基酸(11% ~ 13%),可以为不同人群提供高价值的营养。乌骨鸡中氨基酸与FAO/WHO氨基酸模式及FBN/IOM氨基酸模式较为一致,蛋氨酸和胱氨酸为乌骨鸡第一限制性氨基酸,合理搭配高蛋白和胱氨酸蛋白可完善乌鸡产品的营养价值。主成分分析表明,Leu、Ile、

Phe、His、Lys为乌骨鸡中代表性氨基酸,丰富的支链氨基酸为乌骨鸡产品的定向研发提供一定的科学依据。

## 参考文献:

- [1] 顾景范,杜寿珍,查良琰,等. 现代临床营养医学[M]. 北京:科学技术出版社,2018:29-31.
- [2] 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.
- [3] 国家中医药管理局中华本草编委会. 中华本草:第二十八卷[M]. 上海:上海科学技术出版社,1999:481-483.
- [4] 尚 柯,米 思,李 侠,等. 泰和乌鸡、杂交乌鸡与市售白羽肉鸡的营养成分比较研究[J]. 肉类研究,2017,31(12):11-16.
- [5] 张家瑞. 乌鸡与白鸡氨基酸含量的比较[J]. 中药材,2003(9):637-638.
- [6] 吴满刚,王俊山,段立昆,等. 不同干燥处理方法对鸡肉丁的干燥效果[J]. 食品与发酵工业,2019,45(7):235-241.
- [7] 王 芳,乔 璐,张庆庆,等. 桑叶蛋白氨基酸组成分析及营养价值评价[J]. 食品科学,2015,36(1):225-228.
- [8] 李倩倩,刘玥玥,李 凡,等. 六种市售禽蛋蛋清氨基酸主成分分析与综合评价[J]. 食品与发酵工业,2018,44(1):224-229.
- [9] 赵加茜,朱卫丰,陈丽华,等. 基于主成分分析和聚类分析的发酵虫草菌粉类产品氨基酸比较研究[J]. 中草药,2018,49(12):2866-2872.
- [10] 魏 颖,谷瑞增,林 峰,等. 乌鸡肽免疫调节作用的研究[J]. 食品研究与开发,2014,35(16):1-5.
- [11] 朱小语,许 丹,陈晓文,等. 乌鸡肽对环磷酰胺致免疫低下小鼠的免疫调节作用[J]. 食品与发酵工业,2016,42(4):44-49.
- [12] 冯金秋,刘文颖,许 丹,等. 乌鸡肽对小鼠免疫调节作用影响的实验研究[J]. 食品工业科技,2016,37(9):349-351,362.
- [13] 刘 艳,谷瑞增,鲁 军,等. 乌鸡低聚肽的成分分析及抗氧化活性研究[J]. 食品科技,2015,40(3):236-241.
- [14] 魏 颖,刘 艳,刘文颖,等. 乌鸡低聚肽肽段抗氧化作用的研究[J]. 食品科技,2015,40(12):205-208.
- [15] 徐幸莲,庄 苏,陈伯祥. 乌骨鸡黑色素对延缓果蝇衰老的作用[J]. 南京农业大学学报,1999(2):108-111.
- [16] 田颖刚,谢明勇,王维亚,等. 乌骨鸡肌肉中肌肽的鉴定与测定[J]. 分析试验室,2007,26(1):5-8.
- [17] Yilmaz Z, Kalaz E B, Aydin A F, et al. The effect of carnosine on methylglyoxal-induced oxidative stress in rats[J]. Archives of Physiology and Biochemistry, 2017, 123(3):192-198.
- [18] 谢微嫣,王艺铮,王晓民,等. 乌鸡黑色素对1-甲基-4-苯基-1,2,3,6-四氢吡啶致急性帕金森病模型小鼠的神经保护作用研究[J]. 中国全科医学,2015,18(21):2555-2559.
- [19] Yamashita S, Sato M, Takashi M, et al. Mechanisms of carnosine-induced activation of neuronal cells[J]. Bioscience Biotechnology and Biochemistry, 2018, 82(4):683-688.
- [20] 王哲鹏,邓学梅,王安如. 乌鸡黑色素对果蝇的紫外辐射保护作用[J]. 中国农业大学学报,2007,12(1):17-21.