第41卷 第5期
2022年 9月

华 中 农 业 大 学 学 报
Journal of Huazhong Agricultural University

Vol.41 No.5
Sep. 2022,190～197

李祖悦,李小萌,靳国锋,等.不同品种和饲养环境下鸡肉的营养和风味比较[J].华中农业大学学报,2022,41(5):190-197.
DOI:10.13300/j.cnki.hnlkxb.2022.05.023

不同品种和饲养环境下鸡肉的营养和风味比较

李祖悦,李小萌,靳国锋,蔡朝霞,黄茜

华中农业大学食品科学技术学院/环境食品学教育部重点实验室,武汉 430070

摘要 为研究地方土鸡和商品肉鸡的营养和风味品质差异,以平原散养的固始鸡、高原散养的红拉山鸡和商业笼养的科宝肉鸡为研究对象,对其腿肌的营养组分、氨基酸组成、脂肪酸组成、挥发性风味物质等指标进行系统比较分析。结果显示:不同品种鸡肉的营养品质和风味特征不尽相同。固始鸡肉的脂肪含量和单不饱和脂肪酸含量分别为16.13 g/100 g和55.59 mg/g,显著高于其他2个品种($P<0.05$);红拉山鸡肉的总糖含量为0.97 g/100 g($P<0.05$),必需氨基酸和多不饱和脂肪酸含量居中,分别为29.97 g/100 g和35.91 mg/g;科宝肉鸡含有83.91 g/100 g蛋白质、31.94 g/100 g必需氨基酸、42.76 mg/g多不饱和脂肪酸,显著高于其他2个品种($P<0.05$);固始鸡、红拉山鸡和科宝肉鸡中低阈值的醛类物质相对含量分别为40.08%、49.09%和36.46%。结果表明,固始鸡和红拉山鸡具有较好的风味特性,而科宝肉鸡的营养品质较好。

关键词 固始鸡;红拉山鸡;科宝肉鸡;营养;风味

中图分类号 TS201.4;TS251.5+5 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2022)05-0190-08

与猪肉、牛肉等红肉相比,鸡肉具有高蛋白、低脂肪、低胆固醇等特点,深受我国消费者喜爱。北京油鸡、固始鸡和清远麻鸡等地方土鸡在我国食用历史悠久,食用范围广,国内民众认可度高,而且随着人们对优质绿色健康的畜禽肉的需求不断增加,散养土鸡养殖行业得到了极大的发展。此外,我国近年来也引进了诸多国际优良肉鸡品种,这些肉鸡具有饲养周期短、饲料转化率高、经济效益高等特点,可满足生产性能、经济效益以及鸡肉消费量的需求[1]。鸡肉的营养和风味是2个重要的食用品质参数,较多研究表明地方土鸡和商品肉鸡的营养成分和风味物质存在差异。在Xiao等[2]的研究中,武定鸡和延津乌骨鸡胸肌和腿肌的氨基酸和脂肪酸含量比科宝肉鸡高;Fan等[3]研究发现,北京油鸡比科宝肉鸡含有更多的风味前体物质。近些年关于鸡肉营养物质组成和风味特征差异的研究主要集中在快速生长白羽肉鸡与慢速生长黄羽肉鸡之间[4],且这些研究均从品种角度进行分析对比,而我国地方土鸡主要以农户散养方式养殖,因此,探究不同地理环境下的散养地方土鸡和商品笼养肉鸡的营养组成和风味特点对于开发利用不同地方的土鸡资源具有重要的理论意义。

我国地域辽阔,在特定的地理、气候等环境下,经过长期择优繁育形成许多优良鸡品种。固始鸡是我国著名的肉蛋兼用型平原地方优良品种,红拉山鸡是我国高海拔高寒地区养鸡业的品种资源,科宝肉鸡则是从国外引进的优良肉鸡品种。经过多年的自然或人工选育,在不同地理环境的作用下,每个品种的鸡都形成了其最适饲养模式和生长环境,形成了具有地方特色的本土品种。民众普遍认为不同品种和饲养环境下的鸡肉营养与风味属性存在显著差异,具体指标差异并不清楚。

本研究选取我国典型地理环境和饲养方式下的平原散养固始鸡、高原散养红拉山鸡和商业笼养科宝肉鸡,对高压炖煮后腿肌的基本营养成分、脂肪酸组成、氨基酸组成、挥发性风味物质等指标进行比较,揭示典型地理环境下鸡肉的营养品质差异并进一步对其风味特征进行比较分析,以期为地方土鸡和商品肉鸡的生产加工提供参考依据。

收稿日期:2022-04-12
基金项目:中央高校基本科研业务费专项(2662020SPPY006)
李祖悦,E-mail:844147135@qq.com
通信作者:黄茜,E-mail:huangxi@mail.hzau.edu.cn

1　材料与方法

1.1　材料、试剂与设备

104周龄雌性固始鸡，河南某畜牧公司；104周龄雌性红拉山鸡，西藏昌都市康贡禽业科技有限公司；42日龄雌性科宝肉鸡，正大食品有限公司。

碳十七脂肪酸甲酯内标，美国Sigma试剂公司；其他试剂均为分析纯，国药集团化学试剂有限公司。

MY-YL50P701美的IH电压力锅，美的集团；A300氨基酸分析仪，德国曼默博尔公司；8890A气相色谱-7000D质谱联用仪，美国Agilent公司；PDMS萃取纤维，美国Supelco公司；7890A气相色谱仪（氢火焰离子化检测器），美国Agilent公司。

1.2　样品制备

参考郭婉冰等[5]的方法，将鸡和水（质量比1∶3）放入电压力锅，65 kPa烹制20 min，然后在55 kPa下焖炖50 min。烹制好后，将肉和汤分开，取鸡腿肉冷冻干燥，研磨制成粉，储存于－80 ℃，备用。

1.3　基本营养指标测定

粗蛋白含量测定参考GB/T 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》的凯氏定氮法（转换系数6.25）；脂肪含量测定参考GB/T 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》的酸水解法；灰分含量测定参考GB/T 5009.4—2003《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》的高温灼烧法；总糖采用硫酸-苯酚法测定。

1.4　总氨基酸含量测定

参考Sun等[6]的方法并适当修改。取适量样品置于水解瓶中，并加入盐酸（6 mol/L），氮吹后密封，在110 ℃烘箱放置24 h，冷却后过滤定容至25 mL。取1 mL滤液脱酸至干燥，再加入上样缓冲液，溶液用滤膜过滤后，用氨基酸自动分析仪进行检测。

1.5　滋味活性值计算

根据每个氨基酸的呈味阈值，参考曹荣等[7]的方法计算滋味活性值。

1.6　脂肪酸含量测定

参考Li等[8]的方法并适当修改。将适量样本、5 mg/mL碳十七脂肪酸甲酯、2 mL 5%浓硫酸-甲醇溶液和300 μL甲苯置于95 ℃水浴提取1.5 h，冷却至室温后加入2 mL 0.9% NaCl和1 mL正己烷进行萃取，离心（5 000 r/min，5 min）分层，取上清液置于上样瓶中。气相色谱分析：进样口温度250 ℃，分流比20∶1，检测器温度260 ℃。色谱柱初温80 ℃，保持0.5 min；以40 ℃/min程序升温至165 ℃，保持1 min；再以4 ℃/min程序升温至230 ℃，保持4 min。

1.7　挥发性成分测定

取样：取1 g样品置于20 mL顶空瓶中，加入6 mL饱和食盐水，在60 ℃条件下平衡15 min，吸附40 min。

色谱条件：HP-5MS毛细管色谱柱（30 m×0.25 mm ×0.25 μm），载气为He，流速1 mL/min，不分流；进样口温度250 ℃，解析时间5 min。程序升温：起始柱温40 ℃，保持2 min；以5 ℃/min升至90 ℃，保持5 min；再以8 ℃/min升至250 ℃，保持2 min。

质谱条件：传输线温度280 ℃，离子源温度230 ℃；四极杆温度150 ℃，电子能量70 eV，质量扫描范围35～350 m/z。

定性分析：GC-MS图谱经过自动质谱TIC分析和鉴定系统（MassHunter）软件处理后，与NIST数据库对照，筛选匹配度大于70%的物质。

定量方法：化合物相对百分含量采用面积归一法计算。

1.8　数据处理

采用SPSS Statistic 25软件对数据进行单因素方差分析。应用Duncan's多重比较确定各处理之间的差异性，$\alpha=0.05$。采用Origin软件作图，试验结果以“平均值±标准差”表示。

2　结果与分析

2.1　鸡肉的基本营养成分

鸡肉中的营养成分主要包括蛋白质、脂肪、灰分和糖等，由表1可知，固始鸡、红拉山鸡和科宝肉鸡的灰分含量分别为1.96、1.98、1.76 g/100 g，三者之间无显著差异（$P>0.05$），但3个品种鸡肉的蛋白质、脂肪和总糖含量差异显著（$P<0.05$）。固始鸡的脂肪含量为16.13 g/100 g，显著高于其他2个品种（$P<0.05$），分别是红拉山鸡和科宝肉鸡的1.02和1.22倍；红拉山鸡的总糖含量高达0.97 g/100 g，显著高于固始鸡和科宝肉鸡（$P<0.05$）；科宝肉鸡的粗蛋白含量为83.91 g/100 g，与其他2个品种存在显著差异（$P<0.05$），分别是固始鸡和红拉山鸡的1.12倍和1.08倍。

2.2　鸡肉的总氨基酸组成和含量

由表2可知，固始鸡、红拉山鸡和科宝肉鸡均检测出16种氨基酸，其中含必需氨基酸7种，非必需氨

表1 3个品种鸡肉的基本营养成分

Table 1 The nutrient composition of three varieties of chicken g/100 g

指标 Index	固始鸡 Gushi chicken	红拉山鸡 Honglashan chicken	科宝肉鸡 Cobb broiler
粗蛋白 Crude protein	74.64±0.09b	77.70±1.05b	83.91±1.48a
脂肪 Fat	16.13±0.05a	15.82±0.01b	13.26±0.10c
灰分 Ash	1.96±0.08a	1.98±0.29a	1.76±0.07a
总糖 Total sugar	0.25±0.02c	0.97±0.01a	0.82±0.01b

注:同行中不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),下同。Note: Different lowercase letters in the same row indicate significant differences ($P<0.05$), the same as below.

基酸9种。3个品种鸡肉的总氨基酸含量差异显著($P<0.05$),其中科宝肉鸡的总氨基酸含量最高(85.09 g/100 g),大约是固始鸡和红拉山鸡的1.1倍。苏氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、赖氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸为机体必需氨基酸,固始鸡、红拉山鸡和科宝肉鸡的必需氨基酸占总氨基酸比例分别为37.11%、37.59%和37.54%,必需氨基酸与非必需氨基酸之比分别为59.02%、60.22%和60.10%,均无显著差异($P>0.05$)。从氨基酸组成上分析,3个品种鸡肉最主要的氨基酸为谷氨酸,其次为脯氨酸、亮氨酸、天冬氨酸等,最低为蛋氨酸。红拉山鸡肉中谷氨酸和天冬氨酸含量分别为10.62、7.44 g/100 g,分别显著高于固始鸡7.36%、9.15%($P<0.05$)。

由图1A可知,红拉山鸡中的鲜味氨基酸相对含量为22.65%,显著高于固始鸡和科宝肉鸡($P<0.05$),而固始鸡中的甜味氨基酸相对含量为29.19%,显著高于其他2个品种($P<0.05$)。由图1B

表2 3种鸡肉的氨基酸组成及含量

Table 2 The composition and content of amino acids of three varieties of chicken g/100 g

氨基酸 Amino acid	固始鸡 Gushi chicken	红拉山鸡 Honglashan chicken	科宝肉鸡 Cobb broiler
天冬氨酸 Asp	6.93±0.07c	7.44±0.15b	7.93±0.05a
谷氨酸 Glu	9.73±0.14b	10.62±0.07a	10.86±0.03a
甘氨酸 Gly	4.18±0.08b	4.57±0.03a	4.54±0.03a
丙氨酸 Ala	3.34±0.41a	3.15±0.02a	3.63±0.36a
酪氨酸 Tyr	3.60±0.24b	4.01±0.04ab	4.32±0.02a
组氨酸 His	3.17±0.08b	3.13±0.01b	3.91±0.17a
精氨酸 Arg	5.00±0.02a	5.20±0.06a	5.62±0.06a
脯氨酸 Pro	8.08±0.09b	8.29±0.13b	8.94±0.04a
丝氨酸 Ser	3.00±0.03b	3.37±0.03a	3.41±0.02a
苏氨酸 Thr	3.22±0.01b	3.34±0.05b	3.52±0.01a
缬氨酸 Val	5.88±0.03b	6.04±0.03b	6.57±0.06a
蛋氨酸 Met	0.94±0.05c	1.59±0.01b	1.32±0.02a
异亮氨酸 Ile	1.05±0.04b	1.13±0.01b	1.26±0.02a
亮氨酸 Leu	7.60±0.07c	8.46±0.08b	9.04±0.02a
苯丙氨酸 Phe	3.77±0.1b	3.92±0.01b	4.34±0.02a
赖氨酸 Lys	5.28±0.04c	5.49±0.01b	5.90±0.04a
必需氨基酸 EAA	27.74±0.19c	29.97±0.2b	31.94±0.14a
非必需氨基酸 NEAA	47.01±1.15b	49.77±0.54b	53.15±0.17a
总氨基酸 TAA	74.75±1.33c	79.74±0.74b	85.09±0.96a
EAA/NEAA/%	59.02±1.04a	60.22±0.26a	60.10±0.08a
EAA/TAA/%	37.11±0.41a	37.59±0.10a	37.54±0.03a

注:必需氨基酸:苏氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、赖氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸。Note: Essential amino acids: Thr, Val, Met, Lys, Leu, Ile, Phe.

可见,3个品种鸡肉中滋味活性值最高的均为谷氨酸,谷氨酸可以增强食品的感官质量和提高适口性[9],使鸡肉香气浓郁。

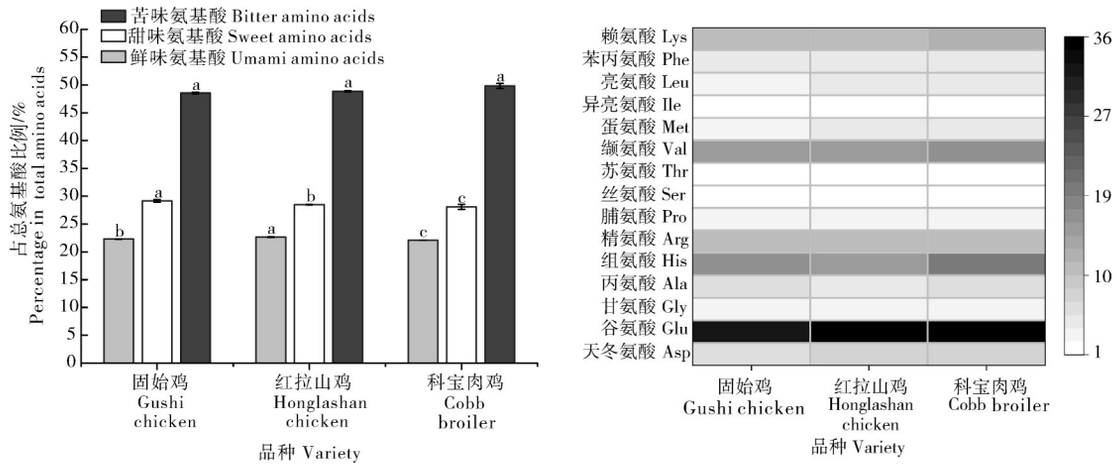

图1 3个品种鸡肉中呈味氨基酸占总氨基酸比例(A)及滋味活性值(B)

Fig.1 The proportion of flavor amino acids to TFAA (A) and taste activity values (B) of three varieties of chicken

2.3　鸡肉的脂肪酸组成和含量

由表3可知，固始鸡、红拉山鸡、科宝肉鸡分别检测出8、7和9种脂肪酸。油酸是固始鸡、红拉山鸡、科宝肉鸡含量最高的脂肪酸，分别为49.07、40.86和36.56 mg/g，且固始鸡油酸含量显著高于其他2个品种（$P<0.05$）。肉蔻豆酸、棕榈酸和硬脂酸在红拉山鸡中含量最低，分别为0.63、25.55、10.58 mg/g，其中硬脂酸含量显著低于其他2个品种（$P<0.05$）。此外，红拉山鸡还含有5.55 mg/g花生四烯酸，显著高于其他2个品种（$P<0.05$）。与固始鸡和红拉山鸡相比，科宝肉鸡检测出独有的2.21 mg/g亚麻酸，且其多不饱和脂肪酸含量为42.76 mg/g，显著高于其他2个品种（$P<0.05$）。固始鸡的单不饱和脂肪含量显著高于红拉山鸡24.81%（$P<0.05$），而红拉山鸡的多不饱和脂肪酸是固始鸡的1.36倍（$P<0.05$）。

表3　3个品种鸡肉的脂肪酸组成及含量

Table 3　Composition and content of fatty acid of three varieties of chicken　　mg/g

脂肪酸 Fatty acid	固始鸡 Gushi chicken	红拉山鸡 Honglashan chicken	科宝肉鸡 Cobb broiler
肉蔻豆酸 Myristic acid	0.77±0.03a	0.63±0.02a	0.67±0.14a
银杏酸 Ginkgolic acid	1.18±0.02a	—	1.35±0.29a
棕榈酸 Palmitic acid	30.01±0.49a	25.55±0.45b	27.65±1.02ab
棕榈油酸 Palmitoleic acid	5.34±0.07a	3.68±0.26b	2.95±0.11b
硬脂酸 Stearic acid	11.45±0.11b	10.58±0.02c	12.42±0.26a
油酸 Oleic acid	49.07±0.13a	40.86±0.55b	36.56±0.87c
亚油酸 Linoleic acid	21.82±0.68c	30.36±0.60b	36.41±1.32a
亚麻酸 Linolenic acid	—	—	2.21±0.05a
花生四烯酸 Arachidonic acid	4.67±0.01b	5.55±0.21a	4.14±0.03b
饱和脂肪酸 Saturated fatty acid	42.23±0.64a	36.76±0.49c	40.74±1.41b
不饱和脂肪酸 Unsaturated fatty acid	82.08±0.91b	80.45±1.62c	83.63±2.67a
单不饱和脂肪酸 Monounsaturated fatty acids	55.59±0.22a	44.54±0.81b	40.87±1.27c
多不饱和脂肪酸 Polyunsaturated fatty acids	26.49±0.69c	35.91±0.81b	42.76±1.39a
总脂肪酸 Total fatty acids	124.31±1.55a	117.21±2.11b	124.37±4.08a

注："—"表示未检测到此物质。下同。Note："—" indicates that the substance was not detected. The same as below.

2.4　鸡肉的挥发性风味物质

由表4可知，固始鸡肉的挥发性风味物质共鉴定出28种，其中醇类6种、醛类7种、烷烯烃类7种、酮类2种、酸类2种、酯类3种、芳香烃1种；红拉山鸡肉的挥发性风味物质共鉴定出26种，其中醇类4种、醛类10种、烷烯烃类11种、酯类1种；科宝肉鸡的挥发性风味物质共鉴定出28种，其中醇类5种、醛类11种、烷烯烃类5种、酮类1种、酸类2种、酯类3种、芳香烃1种。3个品种鸡肉中挥发性风味成分含量最多的均为醛类物质，酮类、酯类、酸类含量较少，其中，固始鸡和红拉山鸡中的醛类物质相对含量分别为48.08%、49.09%，分别高于科宝肉鸡31.87%和34.64%。此外，固始鸡和红拉山鸡分别还含有22.54%和16.75%的烷烯烃类化合物。3个品种鸡肉均含有10种相同风味物质，分别为1-烯-3-辛醇、环辛醇、α-松油醇、己醛、庚醛、苯甲醛、反-2-辛烯醛、壬醛、正己酸乙烯酯和*D*-柠檬烯，其中己醛的相对含量在3个品种鸡肉中高达37%左右。1-烯-3-辛醇、己醛、庚醛和壬醛等均为鸡肉的特征风味化合物[10-11]，这些化合物的相对含量在红拉山鸡中分别为19.33%、42.75%、2.10%、1.74%，在固始鸡分别为15.72%、35.22%、1.52%、1.56%，在科宝肉鸡分别为15.56%、32.33%、1.17%、0.17%。己醛、壬醛、辛醛是由多不饱和脂肪酸氧化产生[12-13]，其中己醛具有清香的香草气味，而辛醛具有果香味，这些物质在固始鸡和红拉山鸡中相对含量较科宝肉鸡高。

表4 3个品种鸡肉的挥发性风味成分

Table 4 The volatile flavor components of three varieties of chicken

	分类 Category	保留时间/min Retention time	相对含量/% Relative content		
			固始鸡 Gushi chicken	红拉山鸡 Honglashan chicken	科宝肉鸡 Cobb broiler
醛类 Aldehydes	己醛 Hexanal	5.57	35.22	42.75	32.33
	庚醛 Heptanal	8.32	1.52	2.10	1.17
	苯甲醛 Benzaldehyde	10.03	1.44	0.72	1.14
	(*Z*)-2-烯辛醛 (*Z*)-2-Ene octanal	13.12	0.29	0.96	0.44
	2,2-二甲基-4-辛烯醛 2,2-Dimethyl-4-octenal	14.59	0.04	—	0.82
	壬醛 Nonanal	14.99	1.56	1.74	0.17
	癸醛 Decanal	19.53	—	0.05	0.16
	5-乙基环戊-1-烯甲醛 5-Ethylcyclopent-1-enecarbaldehyde	12.22	—	—	0.12
	(*E,E*)-2,4-癸二烯醛 (*E,E*)-2,4-Decadienal	19.30	—	0.47	—
	(*Z*)-2-癸烯醛 (*Z*)-2-Decenal	22.02	—	0.05	0.01
	(*Z*)-4-癸烯醛 (*Z*)-4-Decenal	22.95	—	0.08	0.05
	2,2-二甲基-4-辛烯醛 2,2-Dimethyl-4-octenal	26.82	—	0.17	—
	4-乙基苯甲醛 4-Ethylbenzaldehyde	17.93	—	—	0.05
	α-乙基-苯乙醛 α-Ethyl-phenylacetaldehyde	17.04	0.01	—	—
酮类 Ketones	2-庚酮 2-Heptanone	8.01	1.22	—	0.93
	长叶薄荷酮 Longleaf menthone	15.19	0.52	—	—
酸类 Acids	9,12,15-十八碳三烯酸 9,12,15-Octadecatrienoic acid	16.65	0.05	—	—
	蓖麻油酸 Ricinoleic acid	18.99	0.03	—	—
	L-乳酸 *L*-Lactic acid	2.32	—	—	9.74
	13-二十二烯酸 13-Docosenoic acid	21.64	—	—	0.02
烷烯烃类 Alkylenes	β-蒎烯 β-Pinene	10.50	0.08	4.98	—
	D-柠檬烯 *D*-Limonene	12.14	20.51	10.39	0.45
	1,2-15,16-二环氧十六烷 1,2-15,16-Diepoxyhexadecane	14.22	0.14	—	0.04
	十一烷 Undecane	14.78	0.82	—	0.13
	2-甲基-十二烷 2-Methyl-dodecane	18.32	0.09	—	—
	13-十四碳烯 13-Tetradecene	19.31	0.05	—	—
	十二烷 Dodecane	19.52	0.85	0.35	—
	3-蒈烯 3-Carene	19.74	—	0.13	—
	十四烷 Tetradecane	13.49	—	0.27	—
	10-甲基-二十烷 10-Methyl-eicosane	22.53	—	0.13	—
	十三烷 Tridecane	14.57	—	0.31	—
	8-己基十五烷 8-Hexylpentadecane	24.03	—	0.05	—
	1,2-环氧十八烷 1,2-Epoxy octadecane	24.76	—	0.01	—
	对伞花烃 *p*-Cymene	27.78	—	0.08	—
	正十二烷 *n*-Dodecane	19.52	—	—	0.18
	正二十七烷 *n*-Heptadecane	28.46	—	0.05	—
芳香烃 Aromatic hydrocarbons	间异丙基甲苯 *m*-Cumene	12.01	2.53	—	—

续表 4 Continued Table 4

分类 Category		保留时间/min Retention time	相对含量/% Relative content		
			固始鸡 Gushi chicken	红拉山鸡 Honglashan chicken	科宝肉鸡 Cobb broiler
酯类 Esters	2-戊基呋喃 2-Pentylfuran	11.01	—	—	2.61
	乙酸乙酯 Ethyl acetate	2.66	0.11	—	24.63
	正己酸乙烯酯 Vinyl *n*-hexanoate	10.80	13.98	11.44	6.54
	9-十八烷酸甲酯 Methyl 9-octadecanoate	20.66	0.01	—	—
	乙基碳酸庚酯 Ethyl heptyl carbonate	4.89	—	—	1.01
	γ-十一内酯 γ-Undecalactone	18.99	—	—	0.11
芳香烃 Aromatic ydrocarbons	间异丙基甲苯 *m*-Cumene	12.01	2.53	—	—
	2-戊基呋喃 2-Pentylfuran	11.01	—	—	2.61
醇类 Alcohols	1-己醇 1-Hexanol	7.42	1.85	—	—
	1-烯-3-辛醇 1-Ene-3-octanol	10.64	15.72	19.33	15.56
	3,7-二甲基-1-辛醇 3,7-Dimethyl-1-octanol	10.37	—	—	0.07
	环辛醇 Cyclooctanol	13.49	0.62	0.57	0.52
	α-松油醇 α-Terpineol	19.15	0.32	2.80	0.18
	2-甲基-1-十六醇 2-Methyl-1-hexadecanol	20.01	0.21	0.01	—
	异冰片醇 Isobornol	18.07	0.22	—	0.17

3 讨　论

本研究结果表明，固始鸡、红拉山鸡和科宝肉鸡的营养组成存在较大差异。固始鸡和红拉山鸡的脂肪含量显著高于科宝肉鸡，一定含量的脂肪可以提高肌肉的食用品质，而肌肉的脂肪含量会随着年龄的增长而增加[14]，因此，固始鸡和红拉山鸡可能由于其养殖时间较科宝肉鸡长，从而导致较多的脂肪积累。固始鸡和红拉山鸡的蛋白质含量显著低于科宝肉鸡，这可能是由于日龄增加造成其蛋白质分解速度大于合成速度，从而导致蛋白质含量降低。与本研究结果类似，尚柯等[11]研究也发现肉鸡粗蛋白含量较乌骨鸡含量高。红拉山鸡的总糖含量显著高于固始鸡，有研究表明高海拔高寒地区植物的营养成分含量较平原地区高[15]，因此，红拉山鸡可能长期进食含有高能量的植物导致其糖含量显著高于平原固始鸡。

氨基酸和脂肪酸是评价鸡肉营养品质的重要指标，固始鸡、红拉山鸡和科宝肉鸡的必需氨基酸与非必需氨基酸之比达到或接近FAO/WHO标准规定的要求(60%)，说明3个品种鸡肉均具有较高的营养价值。某些氨基酸和脂肪酸具有调节机体生长代谢的作用，如谷氨酸可代谢衍生生成谷胱甘肽从而提高肠道抗氧化能力[16]，天冬氨酸可通过合成活性物质增强肝脏功能[17]，花生四烯酸可增加肺动脉环张力[18]。本研究发现红拉山鸡的谷氨酸、天冬氨酸和花生四烯酸含量显著高于固始鸡，这可能与其通过促进其肝脏代谢、提高抗氧化能力和调节收缩节律而适应高海拔低氧环境有关[19]。亚油酸和亚麻酸是人体重要的必需脂肪酸[20]，科宝肉鸡中这些脂肪酸含量最高，且其总脂肪酸含量、多不饱和脂肪酸含量均显著高于其他2个品种。据报道，肌肉中的多不饱和脂肪酸含量会随着日粮营养水平的提高而呈现上升趋势[21]，因此，科宝肉鸡的多不饱和脂肪酸种类和含量丰富可能与其高蛋白水平和科学配比的日粮组成有关。

风味是评价鸡肉食用品质优劣的一个重要指标，本研究通过分析3个品种鸡肉的挥发性风味物质来了解其风味特征。固始鸡、红拉山鸡和科宝肉鸡中挥发性风味成分含量最多的均为醛类物质，这与邹金浩等[22]研究结果一致。醛类物质主要由脂质氧化以及氨基酸降解产生，阈值较低，对风味的贡献较大[23]，而醇类、酮类、酯类和酸类等化合物香味阈值高，对鸡肉的风味影响作用不明显。固始鸡和红拉山鸡中的醛类物质相对含量高于科宝肉鸡。此外，固始鸡还含有较多的烷烃类化合物，烷烃类化合物

可以提升鸡肉整体风味[24]。因此,从风味成分数据分析推测固始鸡风味最佳,红拉山鸡次之,这与其脂肪含量测定结果相似,说明脂肪对于鸡肉风味的提升具有重要作用。散养养殖可以提高鸡肉中的保水性能和鸡肉纤维含量[25],因此固始鸡和红拉山鸡可能是通过提高鸡肉纤维含量来积累大量的风味物质,导致其风味品质较高。

综上所述,科宝肉鸡的蛋白质、总氨基酸、多不饱和脂肪酸含量均显著高于固始鸡和红拉山鸡,具有营养价值高的特点。固始鸡和红拉山鸡中阈值较低的醛类物质含量高于科宝肉鸡,且还含有多种烷烯烃类物质提升整体风味,在风味具有明显优势。

参考文献 References

[1] 谷爽,徐志远,孙从佼,等.不同品种白羽肉鸡肌肉品质及营养成分的比较研究[J].中国家禽,2021,43(2):21-27.GU S,XU Z Y,SUN C J,et al.Comparation of muscle quality and nutritional components in different white feather broilers breeds[J].China poultry,2021,43(2):21-27(in Chinese with English abstract).

[2] XIAO Z C,ZHANG W G,YANG H T,et al.^{1}H NMR-based water-soluble lower molecule characterization and fatty acid composition of Chinese native chickens and commercial broiler[J/OL].Food research international,2020,140:110008[2022-04-12].https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.110008.

[3] FAN M D,XIAO Q F,XIE J C,et al.Aroma compounds in chicken broths of Beijing youji and commercial broilers[J].Journal of agricultural and food chemistry,2018,66(39):10242-10251.

[4] YAO W,CAI Y,LIU D,et al.Comparative analysis of characteristic volatile compounds in Chinese traditional smoked chicken (specialty poultry products) from different regions by headspace-gas chromatography-ion mobility spectrometry[J].Poultry science,2020,99(12):7192-7201.

[5] 郭婉冰,张静,贾才华,等.不同电磁烹饪条件对鸡汤体系营养及感官品质的影响[J].食品工业,2020,41(6):319-324.GUO W B,ZHANG J,JIA C H,et al.Influence of cooking conditions of induction heating pressure cooker on the quality of chicken soup[J].The food industry,2020,41(6):319-324(in Chinese with English abstract).

[6] SUN X,TIFFANY D G,URRIOLA P E,et al.Nutrition upgrading of corn-ethanol co-product by fungal fermentation:amino acids enrichment and anti-nutritional factors degradation[J].Food and bioproducts processing,2021,130:1-13.

[7] 曹荣,赵玲,王联珠,等.基于电子舌技术分析不同采收期紫菜的滋味特征[J].渔业科学进展,2019,40(1):147-154.CAO R,ZHAO L,WANG L Z,et al.Taste characteristic analysis of *Porphyra yezoensis* during different harvest periods:a study based on electronic tongue technology[J].Progress in fishery sciences,2019,40(1):147-154(in Chinese with English abstract).

[8] LI Y H,BEISSON F,POLLARD M,et al.Oil content of *Arabidopsis* seeds:the influence of seed anatomy,light and plant-to-plant variation[J].Phytochemistry,2006,67(9):904-915.

[9] CARTER B E,MONSIVAIS P,DREWNOWSKI A.The sensory optimum of chicken broths supplemented with calcium diglutamate:a possibility for reducing sodium while maintaining taste[J].Food quality and preference,2011,22(7):699-703.

[10] YU J,YANG H M,LAI Y Y,et al.The body fat distribution and fatty acid composition of muscles and adipose tissues in geese[J].Poultry science,2020,99(9):4634-4641.

[11] 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.SHANG K,MI S,LI X,et al.Comparative analysis of nutrients in breast muscles from Taihe black-bone silky fowls,crossbred black-boned silky fowls and AA broilers[J].Meat research,2017,31(12):11-16(in Chinese with English abstract).

[12] 朱青云,谭亮,赵静,等.青海高原地区牦牛肉营养成分分析与品质评价[J].食品与生物技术学报,2021,40(11):97-111.ZHU Q Y,TAN L,ZHAO J,et al.Analysis of nutritional compositions and quality evaluation of yak meat from Qinghai Plateau regions[J].Journal of food science and biotechnology,2021,40(11):97-111(in Chinese with English abstract).

[13] SHI L F,HAO G X,CHEN J,et al.Nutritional evaluation of Japanese abalone (*Haliotis discus hannai* Ino) muscle:mineral content,amino acid profile and protein digestibility[J/OL].Food research international,2020,129:108876[2022-04-12].https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108876.

[14] ZHANG H Q,ZHANG S,LYN N,et al.Down regulation of glutathione and glutamate cysteine ligase in the inflammatory response of macrophages[J].Free radical biology and medicine,2020,158:53-59.

[15] 孟胜亚.西藏高海拔黄蘑菇营养成分分析及评价[J].现代食品,2021(20):213-215.MENG S Y.Analysis and evaluation of nutritional components of *Armillaria luteo-virens* at high altitude in Tibet[J].Modern food,2021(20):213-215(in Chinese with English abstract).

[16] 郭守利,李倩,张一飞,等.花生四烯酸及其3种代谢产物对兔肺动脉环作用的比较[J].中国药理学通报,2006,22(6):679-682.GUO S L,LI Q,ZHANG Y F,et al.Comparison the effect of arachidonic acid and its metabolites on rabbit pulmonary arterial rings[J].Chinese pharmacological bulletin,2006,22(6):679-682(in Chinese with English abstract).

[17] LIU Y P,QIU N,GENG F,et al.Quantitative phosphoproteomic analysis of fertilized egg derived from Tibetan and lowland chickens[J].International journal of biological macromolecules,2020,149:522-531.

[18] LIU W J,DING H,ERDENE K,et al. Effects of flavonoids from *Allium mongolicum* Regel as a dietary additive on meat quality and composition of fatty acids related to flavor in lambs[J]. Canadian journal of animal science,2019,99(1):15-23.

[19] 王倩. 内蒙古牛羊肉脂肪酸测定及其特征研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2014. WANG Q. Detection and profiling of fatty acids of Inner Mongolian beef and mutton[D]. Hohhot:Inner Mongolia Agricultural University,2014(in Chinese with English abstract).

[20] XU E,CHEN C,FU J,et al.Dietary fatty acids in gut health:absorption,metabolism and function[J].Animal nutrition,2021,7

(4)：1337-1344.

[21] FAN Y X，REN C F，MENG F X，et al.Effects of algae supplementation in high-energy dietary on fatty acid composition and the expression of genes involved in lipid metabolism in Hu sheep managed under intensive finishing system[J/OL].Meat science，2019，157：107872 [2022-04-12]. https://doi. org/10.1016/j.meatsci.2019.06.008.

[22] 邹金浩，林耀盛，杨怀谷，等.岭南黄鸡炖鸡汤过程中营养及风味物质的变化[J].现代食品科技，2021，11(37)：328-337. ZOU J H，LIN Y S，YANG H G，et al.Changes of nutrients and flavor substances in Lingnan yellow chicken stewed in chicken soup [J].Modern Food Science and Technology，2021，11(37)：328-337.

[23] DEL BIANCO S，NATALELLO A，LUCIANO G，et al.Influence of dietary cardoon meal on volatile compounds and flavour in lamb meat[J/OL].Meat science，2020，163：108086[2022-04-12].https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108086.

[24] CHAMPAGNE J R，NAWAR W W. The volatile components of irradiated beef and pork fats[J].Journal of food science，1969，34(4)：335-339.

[25] WANG Z C，HE X X，ZHAO Y C，et al.Exercise profile and effect on growth traits，carcass yield，meat quality，and tibial strength in Chinese Wannan chickens[J].Poultry science，2021，100(2)：721-727.

Comparison of nutrition and flavor of three varieties of chicken in different rearing environments

LI Zuyue，LI Xiaomeng，JIN Guofeng，CAI Zhaoxia，HUANG Xi

Key Laboratory of Environment Correlative Dietology，Ministry of Education/ College of Food Science and Technology，Huazhong Agricultural University，Wuhan 430070，*China*

Abstract　The Gushi chicken raised in plains，Honglashan chicken raised in plateaus and Cobb broiler raised in commercial cage were used to systematically compare and analyze the nutritional components，amino acid composition，fatty acid composition and volatile flavor substances and other indicators of leg muscles to compare the differences in the nutritional and flavor characteristic between the local native chicken and the commercial broiler.The results showed that the nutritional quality and flavor characteristics of different breeds of chicken varied.The content of fat and monounsaturated fatty acid in Gushi chicken were 16.13 g/100 g and 55.59 mg/g，which were significantly higher than those in the other two breeds ($P<0.05$). The content of sugar in Honglashan chicken was 0.97 g/100 g ($P<0.05$).The content of essential amino acids and polyunsaturated fatty acids in Honglashan chicken was in the middle，which were 29.97 g/100 g and 35.91 mg/g，respectively.Cobb broiler contained 83.91 g/100 g protein，31.94 g/100 g of essential amino acids，and 42.76 mg/g polyunsaturated fatty acids，which were significantly higher than those of the other two breeds ($P<0.05$).The relative contents of low-threshold aldehydes in Gushi chicken，Honglashan chicken and Cobb broiler were 40.08%，49.09% and 36.46%，respectively.It is indicated that the flavor characteristics of Gushi chicken and Honglashan chicken are better，while the nutritional qualities of Cobb broiler are better.

Keywords　Gushi chicken；Honglashan chicken；Cobb broiler；nutrition；flavor

（责任编辑：赵琳琳）