DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20251020003
引用格式: 符艳, 马永忠, 邝欣欣, 等. 基于富含营养素食物指数模型的海南特色菜肴的营养价值评价[J]. 食品安全质量检测学报, 2026, 17(6): 202–208.
FU Y, MA YZ, KUANG XX, *et al*. Evaluation of nutritional value of Hainan specialty dishes based on the nutrient-rich food index model [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2026, 17(6): 202–208. (in Chinese with English abstract).

基于富含营养素食物指数模型的海南特色菜肴的营养价值评价

符　艳[1], 马永忠[1*], 邝欣欣[1], 韩　健[1], 黎　承[1], 江苏娟[1],
曾祥洁[1], 赖新梅[1], 徐维盛[2*]

[1. 海南省疾病预防控制中心(海南预防医学科学院), 海口　571129;
2. 中国疾病预防控制中心营养与健康所, 北京　100050]

摘　要: 目的　采用富含营养素食物指数模型(nutrient-rich food index, NRF)评价海南省特色成品菜肴的营养价值。**方法**　选取 39 道海南特色成品菜肴, 按国家标准方法测定蛋白质、脂肪、维生素和矿物质等营养素含量。根据食材原料分类后, 采用 NRF 8.2 指数评价营养价值, 并通过气泡图和 Kruskal-Wallis 检验分析营养分布特征。**结果**　38 道菜肴 NRF 8.2 评分大于 0(除黎酒东坡肉外)。营养价值排序: 水产类(93.49)>混合类(61.62)>畜类(44.33)>禽类(37.84), 差异具有统计学意义(P<0.05)。宏量营养素含量中位数分析显示: 畜类蛋白质最高(24.75 g/100 g), 禽类脂肪(20.30 g/100 g)和能量(1231.60 kJ/100 g)最高, 混合类碳水化合物最高(12.89 g/100 g), 差异均具统计学意义(P<0.05)。钠含量中位数在畜类中最高(439.00 mg/100 g), 但类别间差异无统计学意义(P>0.05)。**结论**　海南特色菜肴呈现显著类别差异: 水产类为“低能量-高 NRF-高蛋白”是优质膳食选择; 禽类具“高能量-低 NRF-高蛋白”特征, 需倡导“去皮”食用方式; 畜类呈现“高能量-低 NRF-高蛋白-高钠”; 混合类均衡“中能量-中高 NRF-中蛋白”特点, 建议优化烹饪方式和食材的多样搭配。

关键词: 特色菜肴; 营养价值; 富含营养素食物指数模型; 海南

Evaluation of nutritional value of Hainan specialty dishes based on the nutrient-rich food index model

FU Yan[1], MA Yong-Zhong[1*], KUANG Xin-Xin[1], HAN Jian[1], LI Cheng[1], JIANG Su-Juan[1],
ZENG Xiang-Jie[1], LAI Xin-Mei[1], XU Wei-Sheng[2*]

[1. *Hainan Provincial Center for Disease Control and Prevention* (*Hainan Academy of Preventive Medicine*), *Haikou* 571129, *China*; 2. *National Institute for Nutrition and Health*, *Chinese Center for Disease Control and Prevention*, *Beijing* 100050, *China*]

收稿日期: 2025-10-20
基金项目: 国家卫生健康委员会中国食物成分监测项目(NFNS-2025462); 海南省卫生健康科技创新联合项目(WSJK2024QN121)
第一作者: 符艳(1973—), 女, 主任医师, 主要研究方向为营养监测与慢性病防控。E-mail: fuyan65329797@126.com
***通信作者:** 马永忠(1968—), 男, 正高级工程师, 主要研究方向为食品安全风险评估。E-mail: ma99899@163.com
徐维盛(1983—), 男, 博士, 研究员, 主要研究方向为食物成分数据库建设、植物化学物研究。E-mail: xuws@ninh.chinacdc.cn

ABSTRACT: Objective　To evaluate the nutritional value of Hainan specialty prepared dishes using the nutrient-rich food index (NRF) model. **Methods**　The 39 representative Hainan specialty prepared dishes were selected. Protein, fat, vitamins and minerals were determined according to Chinese national standard methods. After classification by ingredient types, nutritional value was assessed using the NRF 8.2 index. Nutritional distribution characteristics were analyzed using bubble plots and Kruskal-Wallis test. **Results**　The 38 dishes had a positive NRF 8.2 score (except Li-style braised pork belly). Nutritional value ranking: Seafood (93.49)>mixed dishes (61.62)>livestock (44.33)>poultry (37.84), with statistically significant differences (P<0.05). Median macronutrient content analysis showed: Highest protein in livestock (24.75 g/100 g), highest fat (20.30 g/100 g) and energy (1231.60 kJ/100 g) in poultry, and highest carbohydrates in mixed dishes (12.89 g/100 g), all with statistically significant differences (P<0.05). Median sodium content was highest in livestock (439.00 mg/100 g), but inter-group differences were not statistically significant (P>0.05). **Conclusion**　Hainan specialty dishes showes significant categorical differences: Seafood dishes represents “low-energy, high-NRF, high-protein” optimal dietary choices; poultry exhibits “high-energy, low-NRF, hight-protein” characteristics, requiring promotion of skin-removal consumption methods; livestock demonstrated “high-energy, low-NRF, high-protein, high-sodium”; the balanced mix features “moderate-energy, moderate-to-high-NRF and moderate-protein” features, and it is recommended to optimize cooking methods and diversify ingredient combinations.

KEY WORDS: specialty dishes; nutritional value; nutrient-rich foods index; Hainan

0　引　言

随着居民健康意识的提升与精准营养需求的增长, 食品营养评价已从单一成分分析向多维度综合评估方向发展。在全球膳食模式转型的背景下, 针对多原材料加工菜品的系统性营养评价, 正成为食品科学与公共卫生领域的研究重点[1]。富含营养素食物指数模型(nutrient-rich food index, NRF)作为国际公认的成品菜肴及膳食综合评价工具[2–3], 在巴西、日本、拉丁美洲、马来西亚等地, 相关研究通过应用NRF模型评价膳食质量, 为公众提供健康饮食选择的科学依据[4–8]; 在我国, 山东、河南、江苏和湖北等省份也借助该模型分析成品菜肴, 明确其营养优势与改良方向[9–14]。海南特色菜肴(琼菜)融合了热带生物资源与多民族烹饪智慧, 但其现有研究多聚焦于食材选择、烹饪工艺及感官风味层面, 营养研究存在显著缺口: 一方面, 现有成果多集中于单一食材的成分分析, 缺乏对成品菜肴营养成分的系统检测与分析数据[15–16]; 另一方面, 尚未建立海洋生物、热带果蔬等特色营养数据库, 这既制约了跨地域比较研究的开展, 也因缺乏国际通用评价标准, 难以满足“健康中国 2030”战略下的国际化传播需求。鉴于此, 本研究选取海南特色成品菜肴, 通过系统检测关键营养素含量, 采用 NRF 8.2 模型评价其营养特征, 构建琼菜成品菜肴营养数据库, 旨在为琼菜工艺改良提供靶向数据支持, 助力海南自贸港饮食文化输出与健康海南建设。

1　材料与方法

1.1　样品来源与制备

本研究选取海南省2024年“百道海南菜美食嘉年华活动”中[17], 经专家评审与公众投票综合选出的 100 道代表性菜品, 并从中筛选出椰子鸡以及和乐蟹等应季且最经典、评分较高的 39 道作为研究对象。2024 年 10 月—11 月, 样品采集严格遵循《中国疾病预防控制中心中国食物成分监测 2024 年度工作方案》要求。在海南烹饪协会协调下, 每道参评菜品由指定酒店主厨使用标准原料与工艺, 同步烹制两份(双锅同炒)。详细记录烹饪方法、调味料及两份成品的重量, 随后将两份成品充分混匀并称取总重, 剔骨取可食部, 于采样当日完成匀浆处理。对于含动物皮脂或纤维粗硬的样品, 匀浆前经液氮速冻处理, 以确保样品粉碎细腻度满足检测要求。匀浆后冷冻在–20 ℃待送检。

1.2　试剂与仪器

无水乙醚、偏磷酸、*L*-半胱氨酸(分析纯, 广东广试试剂科技有限公司); 磷酸三钠、十六烷基三甲基溴化铵(分析纯, 上海麦克林生化科技股份有限公司); 甲醇、乙醇、乙腈[色谱级, 昂得生化科技(上海)有限公司]; 甲基叔丁基醚(色谱级, 上海弗霓生物科技有限公司); 氢氧化钾(分析纯, 西陇科学股份有限公司); 硝酸[优级纯, 默克(中国)投资有限公司]; 盐酸(优级纯, 广州化学试剂厂); 顺丁烯二酸、三羟甲基氨基甲烷胰、α-淀粉酶(CAS 号: 9000-90-2, 40~60 U/mg)、淀粉葡萄糖苷酶液(CAS 号: 9032-08-0, 30~60 U/mg)、正丁醇(色谱纯)(上海阿拉丁生化科技股份有限公司); 乙酸钠、木瓜蛋白酶(优级纯)、蛋白酶(CAS 号: 9014-01-1, 7~15 U/mg)(西格玛奥德里奇上海贸易有限公司); α-胡萝卜素标准品(纯度 97.2%, 天津阿尔塔技术有限公司); β-胡萝卜素标准品(纯度 99.9%, 坛墨质检科技股份有限公司); AXJ9786A 氨基酸混合标准溶液(摩尔浓度 2.5 μmol/mL, 西宝生物科技上海股份有

限公司)。

SOX-40 脂肪测定仪(山东海能科学仪器有限公司); FOSS-8400 全自动凯氏定氮仪[丹麦 FOSS(福斯)公司]; HY-1000 高温节能电炉(河南奥菲达仪器设备有限公司); DHG-9254A电热鼓风干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司); LC20A 高效液相色谱仪(日本岛津公司); LA8080 氨基酸分析仪(日本 HITACHI 公司); iCAP Q 电感耦合等离子体质谱仪(美国赛默飞世尔科技公司); H class 超高效液相色谱仪(美国 Waters 公司)。

1.3 营养素检测方法

蛋白质采用 GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》第一法 凯氏定氮法测定; 脂肪采用 GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》第一法 索氏抽取法测定; 总膳食纤维采用 GB 5009.88—2014《食品安全国家标准 食品中膳食纤维的测定》测定; 维生素 B_1 采用 GB 5009.84—2016《食品安全国家标准 食品中维生素 B_1 的测定》第一法 高效液相色谱法测定; 胡萝卜素采用 GB 5009.83—2016《食品安全国家标准 食品中胡萝卜素的测定》色谱条件一测定; 维生素 E 和维生素 A 采用 GB 5009.82—2016《食品安全国家标准 食品中维生素 A、D、E 的测定》第一法测定; 矿物质采用 GB 5009.268—2016《食品安全国家标准 食品中多元素的测定》第一法 电感耦合等离子体质谱法测定; 碳水化合物、能量、膳食中总维生素 E 当量计算方法参考文献[18–19]。

1.4 NRF 指数的确定

本研究基于张润等[20]对 16 种 NRF 模型的构建及验证结果, 结合海南省居民营养状况调查数据和实验室检测结果, 选用已被证实与中国膳食质量具有最强相关性的 NRF 8.2 指数(由 8 种推荐营养素和 2 种限制营养素组成)作为核心评价工具, 并对各营养素指标采用等权重计算方法。鉴于研究对象为成品菜肴(维生素 C 在烹饪过程中基本损失), 而多个营养素评价模型的建立包含维生素 B_1, 且于冬梅等[21]报道我国居民膳食中维生素 B_1 的实际摄入量显著低于维生素 C, 且维生素 B_1 在一般烹饪温度下损失较少[21–23]等特点。因此, 参照杨清清等[12]对湖北省熟食制品的评价方法, 最终模型包含 8 种推荐营养素: 蛋白质、膳食纤维、维生素 A(以总胡萝卜素替代)、维生素 B_1、维生素 E、钙、铁、钾; 以及 2 种限制营养素: 脂肪和钠。

1.5 评价公式与标准

营养评价依据 GB 28050—2011《食品安全国家标准 预包装食品营养标签通则》, 将营养素参考值(nutrition reference values, NRV)作为摄入标准, 以 100 g 食物可食部为计算单位, 构建 8.2 模型进行量化评估。计算如公式(1)所示:

$$\text{NRF 8.2}=\sum(\text{推荐性营养素含量/NRV 推荐量}\times 100)-\sum(\text{限制性营养素含量/NRV 限制量}\times 100) \quad (1)$$

评价标准: NRF 8.2>0 表明菜品中推荐性营养素(如蛋白质、膳食纤维等)占比高于限制性营养素(如脂肪、钠等), 得分越高则营养价值越优, 越具推荐价值; NRF 8.2<0 提示需优化食材配比或加工工艺以改善营养结构。

1.6 数据处理

本研究数据经 Excel 2019 软件进行清洗与整理, 采用 SPSS 26.0 进行统计分析。正态性检验通过 Shapiro-Wilk 法完成, 结果显示部分营养成分数据呈非正态分布(P<0.05), 故统一采用中位数(M)和四分位数[P25, P75]描述数据分布。组间差异性分析选用 Kruskal-Wallis 非参数检验, 检验水准设为 α=0.05(双侧)。

2 结果与分析

2.1 海南特色菜肴 NRF 8.2 与能量密度分布特征

2.1.1 NRF 8.2 得分总体情况

39 道特色菜肴得分见表 1, 除黎酒东坡肉为–19.34, 其余 38 道均大于 0, 香炸鲜粉鳝最高(309.73)。水产类得分达 100 以上占 42.86% (6/14)。按 NRF 8.2 得分中位数, 菜肴营养价值排序为: 水产类(93.49)>混合类(61.62)>畜类(44.33)>禽类(37.84), 经 Kruska-Wallis 检验, 差异有统计学意义(H=17.274, P<0.05)。优质级菜肴(NRF 8.2>60)占 51.28% (20 道), 集中在水产类和部分混合类; 良好级菜肴(0<NRF 8.2≤60)占比 46.15% (18 道), 涵盖畜类、禽类及部分混合类; 待优化级菜肴(NRF 8.2≤0)占 2.56%(黎酒东坡肉)。在烹饪方式差异不明显的情况下, 同一种文昌鸡食材的, 原味椰子鸡(132.71)通过与椰子肉及椰子水混搭, NRF 8.2 得分比白切文昌鸡(32.26)提升 100.45 分。

2.1.2 能量密度与 NRF 8.2 得分关联

38 道菜肴(剔除黎酒东坡肉)的能量密度、NRF 8.2 得分与蛋白质含量关系通过气泡图(图 1)显示特征分布如下: 水产类集中于“低能量-高 NRF-高蛋白”区域, 以和乐蟹为代表(NRF 8.2=246.86、蛋白质 22.12 g/100 g、脂肪 6.70 g/100 g), 符合健康膳食需求; 禽类多位于“高能量-低 NRF-高蛋白”区域, 白切文昌鸡(32.26)和正宗嘉积鸭(40.99)两道传统菜肴因食用表皮脂肪而导致高能量; 畜类分布分散, 多为“高能量-低 NRF-高蛋白”, 因和庆烤乳猪腌制和烤制时脂肪融化渗透致能量高, 而五指山带皮小黄牛因瘦肉比例高使得 NRF 8.2 得分相对较高, 不同菜品因脂肪含量等因素导致能量和 NRF 8.2 得分有差异; 混合类分布均衡, 位于“中能量-中高 NRF-中蛋白”区域, 通过食材搭配实现能量与营养平衡。

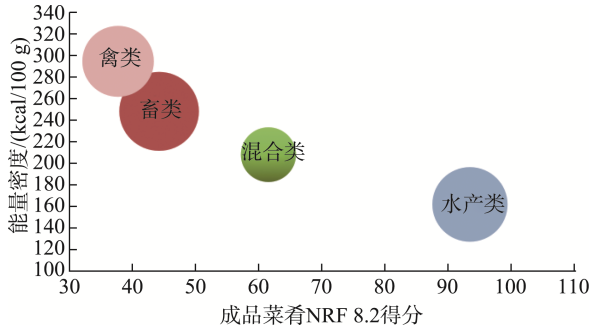
2.2 菜肴营养素含量分析

采用 Kruskal-Wallis 秩和检验对 39 道菜肴的营养素含量展开分析, 结果表明不同类别菜肴在宏量营养素、维生素及矿物质方面存在特征性差异(表 2)。

表 1　海南 39 道特色菜肴及 NRF 8.2 得分情况

Table 1　The 39 signature dishes from Hainan and their NRF 8.2 scores

分类	NRF 8.2 中位数[*M* (*P*25, *P*75)]	菜肴品名(NRF 8.2 得分)
畜类	44.33 (27.09, 59.70)	石山壅羊(39.48)、定安椒盐黑猪蹄(47.79)、五指山带皮小黄牛(65.48)、白切昌江乌烈羊(44.33)、酱香东坡肘子(56.43)、黎酒东坡肉(–19.34)、红焖东山羊(62.97)、和庆烤乳猪(15.52)、琼味葱油猪肚(38.65)
混合类	61.62 (33.99, 97.85)	糯米鸡(39.94)、海南斋菜煲(49.51)、麻鱼闷五脚猪(73.73)、东方鲨鱼焖酸瓜(32.01)、椰香掌中宝(99.84)、万宁特色龙滚菜(91.88)、椰子饭(20.85)
禽类	37.84 (32.76, 66.99)	白切咸水鸭(53.12)、原味椰子鸡(132.71)、白切文昌鸡(32.26)、正宗嘉积鸭(40.99)、温泉鹅(33.34)、临高绿头鸭(37.84)、临高土窑鸡(33.26)、黄皮鸡(31.20)、回味煎海鸭(87.71)
水产类	93.49 (75.69, 168.56)	香草焗罗氏虾(91.50)、香炸鲜粉鳝(309.73)、香芒三文鱼(82.64)、香煎对虾(93.49)、豉汁蒸白鳝鱼(168.31)、香煎马鲛鱼(68.74)、盐焗冯家湾东风螺(44.70)、琼式烧鱼肚(66.38)、后安鳙鱼(113.66)、和乐蟹(246.86)、三色沙虫(168.82)、香煎儋州红鱼(101.20)、剁椒松涛鱼头(88.14)、清蒸东星斑(80.87)



注: 气泡圆心代表各类菜肴 NRF 8.2 得分的中位数, 气泡大小代表蛋白质含量。

图 1　海南菜肴能量密度与 NRF 8.2 评分的分布

Fig.1　Distribution of energy density and NRF 8.2 score for Hainan dishes

2.2.1　宏量营养素与能量

蛋白质含量范围为 4.25~37.38 g/100 g, 中位数为 20.50 g/100 g; 畜类菜肴含量最高(定安椒盐黑猪蹄), 中位数为 24.75 g/100 g, 其次为水产类、禽类、混合类, 组间差异具有统计学意义(H=8.100, P=0.044), 海南斋菜煲的蛋白质含量最低。这一分布特征与禽畜类食材本身的高蛋白特性密切相关。

脂肪含量范围为 1.40~38.30 g/100 g, 中位数为 12.40 g/100 g; 禽类菜肴含量最高, 中位数为 20.30 g/100 g, 其次为畜类、混合类、水产类, 组间差异具有统计学意义(H=12.184, P=0.007), 盐焗冯家湾东风螺的脂肪含量最低。禽类脂肪含量较高, 主要与当地连皮食用的烹饪习惯有关(皮下脂肪显著增加了菜肴的脂肪含量)。

表 2　海南省 39 种特色成品菜肴中营养素含量[*M* (*P*25, *P*75)]

Table 2　Nutrient content in 39 kinds of specialty prepared dishes from Hainan Province [*M* (*P*25, *P*75)]

营养素分类	菜肴分类	合计	畜类	混合类	禽类	水产类	*H*	*P*
宏量营养素	蛋白质/(g/100 g)	20.50 (15.0, 26.19)	24.75 (17.09, 27.94)	11.88 (4.34, 16.69)	21.00 (20.19, 23.09)	22.12 (10.00, 28.34)	8.100	0.044
	脂肪/(g/100 g)	12.40 (6.20, 18.00)	13.40 (11.25, 26.25)	7.30 (5.60, 12.38)	20.30 (16.85, 22.80)	6.70 (4.20, 14.95)	12.184	0.007
	碳水化合物/(g/100 g)	3.40 (2.40, 6.99)	3.65 (1.54, 5.47)	12.89 (3.95, 15.79)	3.14 (2.12, 4.26)	2.95 (1.90, 6.66)	8.994	0.029
	膳食纤维/(g/100 g)	2.58 (1.79, 3.83)	3.47 (1.46, 3.79)	2.40 (1.61, 3.82)	3.00 (2.42, 4.17)	2.39 (1.39, 4.99)	1.106	0.776
	能量/(kJ/100 g)	963.66 (661.41, 216.96)	1036.96 (810.27, 543.23)	868.47 (459.99, 1017.26)	1231.60 (1062.61, 1291.39)	674.80 (614.42, 987.34)	10.052	0.018
维生素	维生素 A/(μg/100 g)	0 (0, 39.50)	0 (0, 0)	15.60 (0, 45.65)	39.50 (0, 43.80)	0 (0, 0)	7.646	0.054
	总胡萝卜素/(μg/100 g)	6.73 (0, 34.20)	3.47 (0, 20.50)	20.08 (3.49, 124.80)	1.81 (0, 4.69)	29.40 (5.20, 182.50)	10.093	0.018
	维生素 B_1/(mg/100 g)	0 (0, 0)	0 (0, 0.03)	0 (0, 0.04)	0 (0, 0.03)	0 (0, 0)	0.806	0.848
	维生素 E/(mg/100 g)	2.58 (0.82, 5.48)	1.79 (0.87, 3.52)	3.64 (1.11, 4.47)	0.45 (0.34, 1.52)	5.52 (4.43, 7.90)	15.962	0.001
矿物质	钙/(mg/100 g)	17.60 (8.25, 33.10)	11.90 (4.32, 25.75)	21.85 (9.75, 37.68)	8.25 (2.71, 22.35)	29.4 (13.55, 68.80)	7.585	0.055
	钾/(mg/100 g)	198.00 (125.00, 265.00)	120.00 (68.25, 180.00)	147.5 (102.65, 267.50)	202.00 (187.50, 225.50)	247.00 (193.00, 454.00)	11.877	0.008
	铁/(mg/100 g)	1.32 (0.92, 2.16)	1.33 (1.01, 1.69)	1.64 (1.05, 2.43)	2.42 (1.09, 3.35)	0.72 (0.58, 1.67)	5.157	0.161
	钠/(mg/100 g)	354.00 (264.00, 452.00)	439.00 (350.00, 463.50)	376.50 (301.00, 639.50)	274.00 (125.40, 357.50)	334.00 (221.50, 473.50)	6.483	0.090

碳水化合物含量范围为 1.54~15.79 g/100 g, 中位数为 3.40 g/100 g; 混合类菜肴含量最高, 中位数为 12.89 g/100 g, 组间差异具有统计学意义(H=8.994, P=0.029), 混合类多搭配糯米、椰子肉等食材, 这符合海南“主辅结合”的烹饪理念[24]。

膳食纤维含量范围为 1.39~11.10 g/100 g, 中位数为 2.58 g/100 g, 其中畜类菜肴含量略高、水产类最低; 各类别间差异无统计学意义(H=1.106, P=0.776)。整体膳食纤维含量偏低, 反映出菜肴中蔬菜与全谷物的搭配不足。

能量含量范围为 366.94~1930.06 kJ/100 g, 中位数为 963.66 kJ/100 g; 禽类菜肴能量最高, 中位数为 1231.60 kJ/100 g, 其次为畜类、混合类、水产类, 组间差异具有统计学意义(H=10.052, P=0.018), 和庆烤乳猪能量最高, 东方鲨鱼焖酸瓜最低。能量与脂肪含量呈正相关, 脂肪是影响菜肴能量水平的主要因素。

2.2.2 维生素

总胡萝卜素含量中位数为 6.73 μg/100 g; 水产类菜肴含量最高, 这有助于提升脂溶性维生素的供给。其次为混合类、畜类、禽类, 组间差异具有统计学意义(H=10.093, P=0.018)。

维生素 B_1 含量中位数为 0 mg/100 g, 80%的样品未检出该维生素; 各类别间差异无统计学意义(H=0.806, P=0.848), 主要原因是水溶性维生素在食材预处理和烹饪各环节中的损失率均较高有关[23]。

维生素 E 含量中位数为 2.58 mg/100 g; 水产类菜肴含量最高, 其次为混合类、畜类、禽类, 组间差异具有统计学意义(H=15.962, P=0.001)。该结果与水产类食材富含多不饱和脂肪酸并保留天然维生素 E 的特性存在关联, 体现了海南海洋饮食的营养优势[25]。

2.2.3 矿物质

钙含量中位数为 17.60 mg/100 g; 水产类菜肴含量最高, 其次为混合类、畜类、禽类, 组间差异无统计学意义(H=7.585, P=0.055)。部分水产类菜肴(如香炸鲜粉鳝含量 658 mg/100 g)因带骨食用的方式提升了钙含量[13], 混合类菜肴则通过添加富含钙的食材增加钙供给。

钾含量中位数为 198.00 mg/100 g; 水产类菜肴含量最高, 其次为禽类、混合类、畜类, 组间差异具有统计学意义(H=11.877, P=0.008), 这可能与水产类食材本身的富钾特性及清蒸工艺减少钾流失有关。

铁含量中位数为 1.32 mg/100 g; 禽类菜肴含量最高, 其次为混合类、畜类、水产类, 组间差异无统计学意义(H=5.157, P=0.161), 其含量水平与食材本身特性相关。

钠含量中位数为 354.00 mg/100 g; 畜类菜肴含量最高(439.00 mg/100 g), 其次为混合类(376.50 mg/100 g)、水产类(334.00 mg/100 g)、禽类(274.00 mg/100 g), 组间差异无统计学意义(H=6.483, P=0.090)。畜类菜肴钠含量较高与腌制工艺有关, 如黎酒东坡肉(479 mg/100 g), 而禽类菜肴多采用白切做法、仅通过蘸料摄入钠, 因此钠含量相对较低[24]。

3 讨 论

本研究采用 NRF 8.2 模型对海南省 39 道代表性特色菜肴进行营养评价, 结果显示除黎酒东坡肉(NRF 8.2=–19.34)外, 其余 38 道菜肴 NRF 得分均大于 0, 表明海南传统菜肴整体具备“推荐性营养素优势”, 与琼菜“清淡本味”理念高度吻合[24]。本研究通过科学数据证实海南水产类菜肴的营养优势, 其中水产类 NRF 8.2 得分中位数达 93.49, 显著高于混合类(61.62)、畜类(44.33)、禽类(37.84)。且海南水产脂肪酸以多不饱和酸(polyunsaturated fatty acids, PUFA)为主[25], 这与海产品特性及清蒸、白灼等烹饪方式密切相关。香炸鲜粉鳝(NRF 8.2=309.73)虽经油炸, 但可食用鱼骨富钙(658 mg/100 g), 仍保持较高营养价值[13], 提示评价需综合食材全部可食部分。

39 道特色菜肴钠含量中位数为 354.0 mg/100 g, 处于全国中等水平, 显著低于 6 省市餐厅菜肴(513 mg/100 g), 但高于江苏特色菜肴(282.9 mg/100 g)[13,26]。海南菜肴中, 禽类钠含量中位数较低, 畜类最高, 差异源于畜类多先行腌制, 而禽类以清蒸、白斩为主的烹饪方式, 畜类由此显示明显的“高能量-低 NRF-高蛋白-高钠”特征。

与湖北、江苏、山东等地菜肴营养价值比较, 各省成品菜肴均以水产类突出“低能量-高蛋白”优势, 但禽畜类高脂肪供能比和高钠是共性短板, 尤其山东脂肪供能比达 55.3%; 此外, 成品菜肴维生素含量偏低, 难以在 NRF 模型中平衡脂肪和蛋白质比重[12–14,27–28]。海南禽畜类“低 NRF、高能量、高蛋白”菜肴揭示传统饮食与现代营养矛盾: 低 NRF 提示营养密度不足, 高脂肪高能量高盐易致肥胖风险[29–30]; 高蛋白低 NRF 可能伴随微量营养素缺乏, 形成过量蛋白供能、加重代谢负担的代谢“效率陷阱”。海南部分传统名菜的 NRF 8.2 评分情况显示, 白切文昌鸡(32.26)、正宗嘉积鸭(40.99)和黎酒东坡肉(–19.34)因保留皮脂或采用高脂肪食用方式, 且黎酒东坡肉钠含量较高(479 mg/100 g), 导致其 NRF 8.2 评分偏低。建议居民将禽畜类作膳食配角, 限量摄入, 禽类去皮食用及畜类搭配高纤食材, 借鉴江苏多样食材混合搭配、湖北低温工艺优化高脂高钠烹饪方式以提升 NRF, 实现营养均衡。海南混合类菜肴(中位数 61.62)营养价值突出, 尤其是原味椰子鸡(132.71)通过创新食材组合与科学配比实现营养素互补均衡, 与《中国居民膳食指南(2022)》“多样化膳食”理念相契合[31]。

基于上述发现, 建议从 3 个层面优化琼菜营养价值: (1)烹饪工艺: 增加瘦肉比例、减少高钠调味品腌制、搭配高纤维配菜; (2)食用方式: 推广去皮食用、研发低钠蘸料, 以酸橘、香茅等天然香料替代酱油; (3)菜品创新: 借鉴原

味椰子鸡经验, 融入功能性食材提升传统菜肴营养价值。这些方法可在保留琼菜传统风味的同时, 显著增强健康效益。

本研究存在以下局限性: 样本以荤菜为主, 未涵盖海南特色野菜类菜肴; 未充分考虑实际食用量对营养摄入的影响。这些局限为未来研究提供了方向指引。

综上所述, 本研究通过 NRF 8.2 模型证实海南菜肴以水产类为代表的营养优势, 同时揭示传统高脂高钠菜品的改良潜力。这些发现对琼菜传承与创新具有重要价值, 也为其他地区菜系营养评价提供方法论参考。

4　结　论

本研究基于 NRF 8.2 模型的系统评价表明, 海南特色菜肴的营养价值呈现明显的类别差异: 水产类菜肴具有“低能量-高蛋白-高 NRF”的突出优势; 禽畜类菜肴因保留皮脂传统呈现“高能量-低 NRF”特征; 畜类菜肴存在“高脂肪-低 NRF-高钠”结构性问题。从 3 个层面建议如下: (1)在膳食层面推广水产类作为优质蛋白来源, 倡导禽类去皮食用和畜类蒸煮工艺优化; (2)在餐饮创新层面借鉴原味椰子鸡的成功经验, 开发营养均衡的融合菜式; (3)在政策层面将 NRF 评分纳入餐饮标准体系在推动实践应用。本研究形成的菜肴营养数据库与评价方法, 可具体应用于餐饮菜单设计、居民膳食指导和食品研发优化等场景, 为传统菜系的营养现代化提供实践路径, 助力“健康海南”建设。

参考文献

[1] SANTANGELO C, MANDRACCHIA F, BONDI D, *et al*. Traditional dishes, online tools, and public engagement: A feasible and scalable method to evaluate local recipes on nutritional content, sustainability and health risks. Insight from Abruzzo, Italy [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2022, 114: 104797.

[2] FULGONI-III VL, KEAST DR, DREWNOWSKIA. Development and validation of the nutrient-rich foods index: A tool to measure nutritional quality of foods [J]. Journal of Nutrition, 2009, 139(8): 1549–1554.

[3] SLUIK D, STREPPEL MT, VAN-LEE L, *et al.* Evaluation of a nutrient-rich food index score in the Netherlands [J]. Journal of Nutritional Science, 2015, 4: e14.

[4] MURAKAMI K, LIVINGSTONE M, FUJIWARA A, *et al*. application of the healthy eating index-2015 and the nutrient-rich food index 9.3 for assessing overall diet quality in the Japanese context different nutritional concerns from the US [J]. Public Library of Science ONE, 2020, 15(1): e228318.

[5] DREWNOWSKI A. Defining nutrient density: Development and validation of the nutrient rich foods index [J]. Journal of the American College of Nutrition, 2009, 28(4): 421S–426S.

[6] SIQUEIRA KB, BORGES CA, BINOTI ML, *et al.* Nutrient density and affordability of foods in Brazil by food group and degree of processing [J]. Public Health Nutrition, 2021, 24(14): 4564–4571.

[7] IMAI C, TAKIMOTO H, FUDONO A, *et al.* Application of the nutrient-rich food index 9.3 and the dietary inflammatory index for assessing maternal dietary quality in Japan: A single-center birth cohort study [J]. Nutrients, 2021, 13(8): 2854.

[8] KOVALSKYS I, FISBERG M, PREVIDELLI AN, *et al.* Breakfast in Latin America: Evaluation of nutrient and food group intake toward a nutrient-based recommendation [J]. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 2022, 122(6): 1099–1113.

[9] MOGNARD E, SANUBARI TPE, ALEM Y, *et al.* Breakfast practices in Malaysia, nutrient intake and diet quality: A study based on the Malaysian food barometer [J]. Nutrients, 2023, 15(9): 2197.

[10] 洪晓敏, 吴西梅, 陈子慧, 等. 广东省 6 种特色食物营养成分分析和评价[C]. 广州: 广东省食品学会, 2024.
HONG XM, WU XM, CHEN ZH, *et al*. Analysis and evaluation of nutrient components of six characteristic foods in Guangdong Province [C]. Guangzhou: Guangdong Food Society, 2024.

[11] ZHAI J, MA B, LYU Q, *et al*. Validation of the nutrient-rich foods index estimated by 24h dietary recall method among adults in Henan Province of China [J]. Public Health Nutrition, 2022, 25(6): 1–9.

[12] 杨清清, 唐琳, 李永刚, 等. 营养素度量法评价湖北省常见熟食的营养价值[J]. 卫生研究, 2024, 53(4): 623–630.
YANG QQ, TANG L, LI YG, *et al.* Nutrient measurement method for evaluating the nutritional value of common preparations in Hubei Province [J]. Journal of Hygiene Research, 2024, 53(4): 623–630.

[13] 孟菊香, 夏淼, 汤健彬, 等. 江苏省 69 种特色菜肴营养成分[J]. 卫生研究, 2024, 54(4): 582–592.
MENG JX, XIA M, TANG JB, *et al.* Nutritional composition of 69 characteristic dishes in Jiangsu Province [J]. Journal of Hygiene Research, 2024, 54(4): 582–592.

[14] 王克波, 姜迎, 周晗, 等. 2021 年山东省三城市餐馆菜肴营养成分[J]. 卫生研究, 2024, 53(4): 612–617.
WANG KB, JIANG Y, ZHOU H, *et al*. Nutritional composition of three cities restaurants in Shandong Province in 2021 [J]. Journal of Hygiene Research, 2024, 53(4): 612–617.

[15] 陈冠羽. 海南自由贸易港背景下琼菜文化传承与发展研究[J]. 现代食品, 2024, 30(24): 64–66.
CHEN GY. Research on the inheritance and development of Qiong cuisine culture under the background of Hainan Free Trade Port [J]. Modern Food, 2024, 30(24): 64–66.

[16] 韩笑. 海南琼菜文化资源开发价值研究[J]. 食品安全导刊, 2024(28): 175–177.
HAN X. Research on the development value of Hainan Qiong cuisine cultural resources [J]. Journal of Food Safety Guide, 2024(28): 175–177.

[17] 海南省人民政府. “中华美食荟. 百道海南菜美食嘉年华”启动 百道海南菜评选名单发布 [EB/OL]. (2024-09-25) [2025-10-20]. https://en.hainan.gov.cn/hainan/5309/202409
Hainan Provincial People’s Government. “China culinary showcase: 100 Hainan dishes food carnival” launches list of selected 100 Hainan dishes announced [EB/OL]. (2024-09-25) [2025-10-20]. https://en.hainan.gov.cn/hainan/5309/202409

[18] 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所. 中国食物成分表(第一册第 2 版)[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2016.
Chinese Center for Disease Control and Prevention, Institute of Nutrition

and Food Safety. Chinese food composition table (volume 1, 2nd edition) [M]. Beijing: Peking University Medical Press, 2016.

[19] 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量(2023)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2023.
Chinese Nutrition Society. Dietary reference intakes for China (2023) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2023.

[20] 张润, 欧阳一菲, 张继国, 等. 适用于中国的食物营养素丰富度指数的建立与验证[J]. 卫生研究, 2023, 52(2): 205–212.
ZHANG R, OUYANG YF, ZHANG JG, *et al*. Development and validation of a nutrient-richness index for China [J]. Journal of Hygiene Research, 2023, 52(2): 205–212.

[21] 于冬梅, 赵丽云, 琚腊红, 等. 2015—2017 年中国居民能量和主要营养素的摄入状况[J]. 中国食物与营养, 2021, 27(4): 5–10.
YU DM, ZHAO LY, JU LH, *et al*. Intake status of energy and main nutrients among Chinese residents during 2015—2017 [J]. Chinese Journal of Food and Nutrition, 2021, 27(4): 5–10.

[22] FURUTA C, JINZU H, CAO L, *et al*. Nutrient profiling of Japanese dishes: Development of a novel Ajinomoto Group nutrient profiling system [J]. Frontiers in Nutrition, 2022, 9: 912148.

[23] 杨月欣, 葛可佑. 中国营养科学全书(上册 第二版)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2020.
YANG YX, GE KY. Encyclopedia of nutrition science in China (volume 1, 2nd edition) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2020.

[24] 林柳婷, 张帆, 陈俊财, 等. 基于农业视角下海南城镇居民饮食文化的定性研究[J]. 中国食品与营养, 2022, 28(5): 26–29.
LIN LT, ZHANG F, CHEN JC, *et al*. A qualitative study on the dietary culture of urban residents in Hainan from an agricultural perspective [J]. China Food and Nutrition, 2022, 28(5): 26–29.

[25] 鲁燕妮, 易长文, 聂宏骞, 等. 海南省养殖水产品中脂肪含量及脂肪酸组成分析[J]. 卫生研究, 2023, 52(6): 890–894.
LU YN, YI CW, NIE HQ, *et al*. Analysis of fat content and fatty acid composition in aquaculture products in Hainan Province [J]. Journal of Hygiene Research, 2023, 52(6): 890–894.

[26] 张继国, 杜文雯, 黄绯绯, 等. 餐馆菜肴和家庭菜肴钠、脂肪含量及分布研究[J]. 中国健康教育, 2024, 40(1): 36–39.
ZHANG JG, DU WW, HUANG FF, *et al*. Sodium and fat content and distribution in restaurant and home-cooked dishes [J]. Chinese Journal of Health Education, 2024, 40(1): 36–39.

[27] 屠瑞莹, 孟娟, 赵榕, 等. 2021 年北京市 4 家中小型中餐馆 40 道菜肴中维生素含量[J]. 卫生研究, 2022, 51(36): 1030–1034.
TU RY, MENG J, ZHAO R, *et al.* Vitamin content in 40 dishes from 4 small and medium-sized Chinese restaurants in Beijing in 2021 [J]. Journal of Hygiene Research, 2022, 51(36): 1030–1034.

[28] 李丽, 欧阳一非, 王惠君, 等. 2015 年中国 15 个省(自治区、直辖市)65 岁及以上居民膳食维生素 B_1、维生素 B_2 和烟酸摄入状况[J]. 卫生研究, 2020, 49(1): 28–35.
LI L, OUYANG YF, WANG HJ, *et al*. Dietary intake of thiamine, riboflavin and niacin among adults aged 65 and above in 15 provinces (autonomous regions and municipalities) in China in 2015 [J]. Journal of Hygiene Research, 2020, 49(1): 28–35.

[29] KESHAVARZ P, LANE G, PAHWA P, *et al*. Dietary patterns of off-reserve indigenous peoples in Canada and their association with chronic conditions [J]. Nutrients, 2023, 15(6): 1485.

[30] PARK D, KIM J, KIM DW, *et al*. Dietary patterns associated with the new onset of chronic kidney disease using clustering algorithm [J]. Scientific Reports, 2025, 15(1): 33569.

[31] 中国营养学会. 中国居民膳食指南(2022)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2022.
Chinese Nutrition Society. Dietary guidelines for Chinese residents (2022) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2022.

(责任编辑: 安香玉 韩晓红)