

怒江峡谷 8 种中熟芒果营养成分分析与评价

郭艳东¹, 张 腾¹, 冯月梅², 任 远¹, 米 飞², 张霓裳¹, 鲁 静¹, 董寿堂¹, 钟读波^{3*}, 殷建忠^{1,4*}

(¹保山中医药高等专科学校, 云南保山 678000; ²昆明医科大学营养与食品研究所, 昆明 650500;

³云南云测质量检验有限公司, 昆明 650217; ⁴云南省高校营养与食品安全重点实验室, 昆明 650500)

摘 要:目的: 以怒江峡谷栽培的热农 1 号、台农 1 号、贵妃、帕拉英达、青皮芒、金煌、三年芒、杉林 1 号等 8 种品种中熟芒果为研究对象, 分析评价其营养成分与功效成分, 为其综合加工利用提供科学依据。方法: 采用国家标准分析方法测定中熟芒果的营养成分和功效成分, 并对其营养价值进行综合评价。结果: 怒江峡谷中熟芒果富含 K、Ca、Mg、 β -Carotene、维生素 C, 脂肪含量较低。其中, 热农 1 号的水分含量最高; 青皮芒的灰分、蛋白质、脂肪、膳食纤维、碳水化合物、K、Mg、Mn、 β -Carotene、维生素 C、维生素 B₂、芒果苷含量均最高; 三年芒的 Na、Fe 含量最高; 杉林 1 号的 Ca、Cu、维生素 B₆ 含量最高; 台农 1 号的维生素 E 含量最高; TAA 含量在 0.061 ~ 0.29 g/100 g, 青皮芒的 TAA 和 EAA 含量最高, 氨基酸组成最为合理, 贵妃未检出 EAA; 总黄酮由高到低分别为青皮芒、帕拉英达、热农 1 号、金煌、贵妃、台农 1 号、杉林 1 号、三年芒。结论: 怒江峡谷中熟芒果青皮芒营养价值较优。

关键词: 怒江峡谷; 中熟芒果; 营养成分; 评价

芒果是我国最具有经济价值的热带水果之一^[1-2]。云南省是全国芒果的老产区和主产地之一^[2]。地处怒江干热河谷区的云南省隆阳区潞江镇, 因其独特的气候条件使得该地区芒果种类多、产量高^[3], 以热农 1 号、台农 1 号、贵妃、帕拉英达、青皮芒、金煌、三年芒、杉林 1 号为代表的中熟品种, 市场占有率最高, 广受消费者喜爱。研究表明, 芒果营养成分丰富, 具有抗炎、抗氧化、预防心血管疾病等功效^[4-8]。目前, 国内外学者对芒果的研究主要包括贮藏与保鲜、芒果的病虫害防治、芒果香气成分等方面, 但缺乏对芒果营养和功效成分两者结合的评价^[9-11]。不同品种中熟芒果果肉营养和功效成分的分析评价及品种间差异的研究较少, 本研究以怒江峡谷 8 个中熟芒果品种为材料, 分析了不同中熟芒果品种间的营养价值差异, 为怒江峡谷芒果优良品种的开发利用、优势芒果品牌创建提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

以怒江峡谷主要栽种的 8 个中熟芒果品种 (热农 1 号、台农 1 号、贵妃、帕拉英达、青皮芒、金煌、三年芒、杉林 1 号) 为研究对象, 所有品种均采摘自云南省

农科院热经所潞江坝科研基地, 各品种树龄相同, 树体大小相似, 品种纯正, 共计 8 份样品。按采用原则, 每一品种采摘时间为盛花后同一成熟期, 采摘无病虫害和机械伤害的中熟芒果约 3 kg^[12], 置于铺有弹性材料的泡沫保温箱, 内衬保鲜专用袋, 冷链运至实验室。

1.2 试剂

无水乙醇 (分析纯), 安徽安特食品股份有限公司; 盐酸、浓硫酸 (分析纯), 重庆东川化工有限公司; 石油醚 (分析纯), 广东光华科技股份; 硝酸、对苯二酚、苯酚、柠檬酸钠、氢氧化钠 (分析纯), 国药集团化学试剂有限公司; 钼酸铵 (分析纯), 天津虎穴试剂四厂; 甲醇、乙腈 (色谱纯), 国药集团化学试剂有限公司。

1.3 仪器与设备

DHP9070 恒温干燥箱, 上海安宁科学仪器厂; KSW-12-12 电炉恒温控制器, 北京市永光明医疗仪器有限公司; UDK159 凯氏定氮仪, 意大利 VELP; GZX-9240MBE 数显鼓风干燥箱, 上海博迅实业有限公司医疗设备厂; F30400209 膳食纤维测定仪, 意大利 VELP 公司; AA-7000F 原子吸收分光光度计、LC-20A 高效液相色谱仪、MS-2020 液相色谱质谱联用仪, 岛津国际贸易

基金项目: 云南省教育厅科学研究基金 (项目编号: 2021JJ1132); 云南省重大科技专项子课题昆医大公共卫生学院云南省食物资源数据库 (项目编号: 202002AA100007)。

作者简介: 郭艳东 (1995—), 女, 硕士, 助教, 研究方向: 营养与食品卫生学。

* 共同通信作者: 殷建忠 (1970—), 男, 硕士, 教授, 研究方向: 营养与食品安全; 钟读波 (1983—), 男, 硕士, 高级工程师, 研究方向: 食品安全检测。

上海有限公司; AFS-8510 原子荧光光度计, 北京海光仪器有限公司; UV-1200 紫外可见分光光度计, 上海美谱达仪器有限公司; LC-2030plus 液相色谱仪, 岛津企业管理中国有限公司。

1.4 方法

营养成分由通过 CNAS 认证的第三方检验机构云南云测质量检验有限公司检测并出具报告。

1.4.1 基本营养成分测定 水分含量测定采用 GB 5009.3—2016《食品安全国家标准食品中水分的测定》^[13]; 灰分含量测定采用 GB 5009.4—2016《食品安全国家标准食品中灰分的测定》^[14]; 蛋白质含量测定采用 GB 5009.5—2016《食品安全国家标准食品中蛋白质的测定》^[15]; 脂肪含量测定采用 GB 5009.6—2016《食品安全国家标准食品中脂肪的测定》^[16]; 膳食纤维含量测定采用 GB 5009.88—2014《食品安全国家标准食品中膳食纤维的测定》^[17]; 碳水化合物含量测定按式(1)计算:

碳水化合物含量 = 100 - (水分含量 + 蛋白质含量 + 脂肪含量 + 膳食纤维含量 + 灰分含量) (1)

1.4.2 矿物质元素的测定 钾、钠含量测定采用 GB 5009.91—2017《食品安全国家标准食品中钾、钠的测定》^[18]; 钙含量测定采用 GB 5009.92—2016《食品安全国家标准食品中钙的测定》^[19]; 铁含量测定采用 GB 5009.90—2016《食品安全国家标准食品中铁的测定》^[20]; 锌含量测定采用 GB 5009.14—2017《食品安全国家标准食品中锌的测定》^[21]; 硒含量测定采用 GB 5009.93—2017《食品安全国家标准食品中硒的测定》^[22]; 镁含量测定采用 GB 5009.241—2017《食品安全国家标准食品中镁的测定》^[23]; 磷含量测定采用 GB 5009.87—2016《食品安全国家标准食品中磷的测定》^[24]; 铜含量测定采用 GB 5009.13—2017《食品安全国家标准食品中铜的测定》^[25]; 锰含量测定采用 GB 5009.242—2017《食品安全国家标准食品中锰的测定》^[26]。

1.4.3 维生素的测定 维生素 E 含量测定采用 GB 5009.82—2016《食品安全国家标准食品中维生素 A、D、E 的测定》^[27]; β -胡萝卜素含量测定采用 GB

5009.83—2016《食品安全国家标准食品中 β -胡萝卜素的测定》^[28]; 维生素 C 含量测定采用 GB 5009.86—2016《食品安全国家标准食品中维生素 C 的测定》^[29]; 维生素 B₁ 含量测定采用 GB 5009.84—2016《食品安全国家标准食品中维生素 B₁ 的测定》^[30]; 维生素 B₂ 含量测定采用 GB 5009.85—2016《食品安全国家标准食品中维生素 B₂ 的测定》^[31]; 烟酸含量测定采用 GB 5009.89—2016《食品安全国家标准食品中烟酸的测定》^[32]; 维生素 B₆ 含量测定采用 GB 5009.154—2016《食品安全国家标准食品中维生素 B₆ 的测定》^[33]。

1.4.4 氨基酸的测定 依据 AJS-01 氨基酸分析方法包测定氨基酸含量。

1.4.5 功效成分的测定 参考刘常凯等^[8]方法测定芒果苷含量; 依据《保健食品理化及卫生指标检验与评价技术指导原则(2020年版)》测定总黄酮含量。

2 结果与分析

2.1 基本营养成分

由表1可知,不同品种的怒江峡谷中熟芒果基本营养成分存在差异。水分含量分布于 76.3~88.6 g/100 g,由高到低的顺序为热农1号、帕拉英达、贵妃、金煌和杉林1号、三年芒、台农1号、青皮芒;灰分含量分布于 0.24~0.45 g/100 g,由高到低的顺序为青皮芒、金煌、台农1号、三年芒、杉林1号、贵妃和热农1号、帕拉英达;蛋白质含量分布于 0.30~1.06 g/100 g,由高到低的顺序为青皮芒、台农1号、三年芒、金煌、贵妃、热农1号、帕拉英达、杉林1号;脂肪含量分布于 0.5~1.4 g/100 g,由高到低的顺序为青皮芒、台农1号和帕拉英达和贵妃、金煌、热农1号、杉林1号、三年芒;膳食纤维含量分布于 1.42~1.91 g/100 g,由高到低的顺序为青皮芒、金煌、杉林1号、帕拉英达、台农1号、贵妃、热农1号、三年芒;碳水化合物含量分布于 8.42~18.48 g/100 g,由高到低的顺序为青皮芒、台农1号、三年芒、杉林1号、贵妃、金煌、帕拉英达、热农1号。

表1 不同中熟芒果的基本营养成分

单位: g/100 g

指标	热农1号	台农1号	贵妃	帕拉英达	青皮芒	金煌	三年芒	杉林1号
水分	88.6	77.8	83.3	84.5	76.3	83.1	82.2	83.1
灰分	0.29	0.36	0.29	0.24	0.45	0.39	0.34	0.32
蛋白质	0.52	1.01	0.54	0.31	1.06	0.62	0.75	0.30
脂肪	0.7	0.9	0.9	0.9	1.4	0.8	0.5	0.5
膳食纤维	1.47	1.65	1.64	1.74	2.31	1.91	1.42	1.81
碳水化合物	8.42	18.28	13.33	12.31	18.48	13.18	14.79	13.97

2.2 矿物质含量

由表 2 可知，不同品种的怒江峡谷中熟芒果矿物质含量存在差异。K 含量分布于 59.9 ~ 178 mg/100 g，由高到低的顺序为青皮芒、台农 1 号、热农 1 号、杉林 1 号、金煌、贵妃、帕拉英达、三年芒；Na 含量分布于 5.64 ~ 18.4 mg/100 g，含量由高到低的顺序为三年芒、杉林 1 号、贵妃、台农 1 号、帕拉英达、金煌、青皮芒、热农 1 号；Ca 含量分布于 48.3 ~ 79.4 mg/kg，含量由高到低的顺序为杉林 1 号、青皮芒、三年芒、贵妃、金煌、台农 1 号、帕拉英达、热农 1 号；Fe 含量分布于 2.6 ~ 9.8 mg/kg，含量由高到低的顺序为三年芒、台农 1 号、青皮芒、杉林 1 号、贵妃、金煌、帕拉英达、热农 1 号；Zn 含量 < 3 mg/kg；Se 含量 < 0.006 mg/kg；Mg 含量分布于 51.2 ~ 131 mg/kg，含量由高到低的顺序为青皮芒、三年芒、杉林 1 号、台农 1 号、贵妃、帕拉英达、金煌、热农 1 号；P 含量 < 20 mg/100 g；Cu 含量分布于 0.54 ~ 4.0 mg/kg，含量由高到低的顺序为杉林 1 号、贵妃、三年芒、台农 1 号、金煌、热农 1 号、青皮芒、帕拉英达；Mn 含量分布于 < 0.5 ~ 1.64 mg/kg，含

量由高到低的顺序为青皮芒、杉林 1 号、台农 1 号、三年芒、贵妃、金煌、帕拉英达、热农 1 号。可见，品种可能是影响芒果中矿质元素含量的重要因素之一。

2.3 维生素含量

由表 3 可知，不同品种的怒江峡谷中熟芒果维生素含量存在差异。维生素 B₁ 和 Nicotinic acid 未检出；维生素 E 含量分布于 0.206 ~ 1.75 μg/100 g，含量由高到低的顺序为台农 1 号、金煌、杉林 1 号、青皮芒、贵妃、帕拉英达、三年芒、热农 1 号；β-Carotene 含量分布于 65.2 ~ 1.04 × 10³ μg/100 g，含量由高到低的顺序为青皮芒、台农 1 号、帕拉英达、三年芒、金煌、贵妃、杉林 1 号、热农 1 号；维生素 C 含量分布于 22.7 ~ 84.5 mg/100 g，含量由高到低的顺序为青皮芒、帕拉英达、热农 1 号、杉林 1 号、台农 1 号、贵妃、三年芒、金煌；维生素 B₂ 在热农 1 号、帕拉英达、金煌未检出，台农 1 号、贵妃、三年芒、杉林 1 号含量 < 0.05 mg/100 g，青皮芒最高，含量为 0.052 2 mg/100 g；维生素 B₆ 含量分布于 0.146 ~ 0.507 mg/100 g，含量由高到低的顺序为杉林 1 号、青皮芒、三年芒、贵妃、帕拉英达、台农 1 号、金煌、热农 1 号。

表 2 不同中熟芒果的矿物质元素含量

矿物质	热农 1 号	台农 1 号	贵妃	帕拉英达	青皮芒	金煌	三年芒	杉林 1 号
K (mg/100 g)	128	146	94.7	81.6	178	112	59.9	127
Na (mg/100 g)	5.64	10.2	10.9	9.40	8.46	8.79	18.4	12.0
Ca (mg/kg)	48.3	58.4	68	55.4	76.5	65.1	72.7	79.4
Fe (mg/kg)	2.6	8.9	4	3.2	5.8	3.2	9.8	4.7
Zn (mg/kg)	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Se (mg/kg)	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
Mg (mg/kg)	51.2	102	100	93.6	131	92.7	116	108
P (mg/100 g)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Cu (mg/kg)	0.58	0.82	0.98	0.54	0.55	0.69	0.91	4.0
Mn (mg/kg)	<0.5	0.992	0.702	<0.5	1.64	<0.5	0.808	1.04
维生素 E (mg/100 g)	0.206	1.75	0.899	0.821	1.08	1.21	0.536	1.15
β-Carotene (μg/100 g)	65.2	1.04 × 10 ³	154	659	1.47 × 10 ³	181	458	74.0
维生素 C (mg/100 g)	56.1	39.5	37.3	69.6	84.5	22.7	24.2	51.6
维生素 B ₁ (mg/100 g)	—	—	—	—	—	—	—	—
维生素 B ₂ (mg/100 g)	—	<0.05	<0.05	—	0.0522	—	<0.05	<0.05
Nicotinic acid (μg/100 g)	—	—	—	—	—	—	—	—
维生素 B ₆ (mg/100 g)	0.146	0.255	0.288	0.265	0.480	0.188	0.306	0.507

注：“—”为未检出

表 3 不同中熟芒果的维生素含量

维生素	热农 1 号	台农 1 号	贵妃	帕拉英达	青皮芒	金煌	三年芒	杉林 1 号
维生素 E (mg/100 g)	0.206	1.75	0.899	0.821	1.08	1.21	0.536	1.15
β-Carotene (μg/100 g)	65.2	1.04 × 10 ³	154	659	1.47 × 10 ³	181	458	74.0
维生素 C (mg/100 g)	56.1	39.5	37.3	69.6	84.5	22.7	24.2	51.6
维生素 B ₁ (mg/100 g)	—	—	—	—	—	—	—	—
维生素 B ₂ (mg/100 g)	—	<0.05	<0.05	—	0.0522	—	<0.05	<0.05
Nicotinic acid (μg/100 g)	—	—	—	—	—	—	—	—
维生素 B ₆ (mg/100 g)	0.146	0.255	0.288	0.265	0.480	0.188	0.306	0.507

注：“—”为未检出

2.4 氨基酸组成与评价

氨基酸作为重要营养成分之一，是维系人体生命活动的重要物质。由表4可知，不同品种的怒江峡谷中熟芒果氨基酸组成存在差异。TAA含量分布于0.061~0.029 g/100 g，含量由高到低的顺序为青皮芒、台农1号、三年芒、热农1号、金煌、杉林1号、帕拉英达、贵妃。其中，His、Met、Pro未检出；Asp含量分布于0.017~0.035 g/100 g，含量由高到低的顺序为台农1号、金煌、青皮芒、贵妃、帕拉英达、三年芒、热农1号、杉林1号；Glu含量分布于0.005 2~0.026 g/100 g，含量由高到低的顺序为台农1号、青皮芒、三年芒、热农1号、贵妃、金煌、杉林1号、帕拉英达；Ser含量分布于0.004 0~0.027 g/100 g，含量由高到低的顺序为青皮芒、台农1号、三年芒、杉林1号、贵妃、帕拉英达、热农1号、金煌；Gly仅在青皮芒和杉林1号中检出，含量分别为0.002 0、0.001 2 g/100 g；Thr仅在台农1号、青皮芒、三年芒和杉林1号中检出，含量分别为0.004 8、0.007 6、0.004 0、0.002 3 g/100 g；Arg含量分布于0.006 5~0.17 g/100 g，含量由高到低的顺序为三年芒、台农1号、金煌、热农1号、帕拉英达、青

皮芒、杉林1号、贵妃；Ala含量分布于0.013~0.066 g/100 g，含量由高到低的顺序为青皮芒、台农1号、三年芒、杉林1号、贵妃、热农1号、帕拉英达、金煌；Try在贵妃和金煌中未检出，其余品种含量<0.009 5 g/100 g；Cystine在热农1号、台农1号、帕拉英达、金煌和三年芒中未检出，其余品种含量<0.010 0 g/100 g；Val仅在热农1号、台农1号、帕拉英达、青皮芒中检出，含量分别为0.001 4、0.001 8、0.001 4、0.003 0 g/100 g；Ile仅在帕拉英达、青皮芒、杉林1号中检出，含量分别为<0.001 3、0.002 3、<0.001 3 g/100 g；Phe在贵妃和金煌中未检出，其余品种含量<0.008 3 g/100 g；Lys在贵妃中未检出，其余品种的含量分布于0.001 4~0.004 8 g/100 g，含量由高到低的顺序为热农1号、三年芒、台农1号和金煌、青皮芒、帕拉英达和杉林1号；Leu在贵妃、金煌和三年芒中未检出，其余品种含量<0.003 6 g/100 g；EAA在贵妃中未检出，其余品种的含量分布于0.002 8~0.014 4 g/100 g，含量由高到低的顺序为青皮芒、台农1号、三年芒、热农1号、杉林1号、金煌、帕拉英达。

表4 不同中熟芒果的氨基酸组成 单位：g/100 g

氨基酸	热农1号	台农1号	贵妃	帕拉英达	青皮芒	金煌	三年芒	杉林1号
Asn	0.028	0.028	0.020	0.022	0.035	0.028	0.020	0.017
Glu	0.009 6	0.026	0.009 2	0.005 2	0.020	0.007 4	0.011	0.007 0
Ser	0.004 2	0.018	0.006 6	0.004 4	0.027	0.004 0	0.013	0.006 8
His	—	—	—	—	—	—	—	—
Gly	—	—	—	—	0.002 0	—	—	0.001 2
Thr*	—	0.004 8	—	—	0.007 6	—	0.004 0	0.002 3
Arg	0.058	0.064	<0.006 5	0.018	0.017	0.059	0.072	0.009 0
Ala	0.017	0.066	0.025	0.014	0.17	0.013	0.060	0.058
Met*	—	—	—	—	—	—	—	—
Try	<0.009 5	<0.009 5	—	<0.009 5	<0.009 5	—	<0.009 5	<0.009 5
Cystine	—	—	<0.010 0	—	<0.010 0	—	—	<0.010 0
Val*	0.001 4	0.001 8	—	0.001 4	0.003 0	—	—	—
Ile*	—	—	—	<0.001 3	0.002 3	—	—	<0.001 3
Phe*	<0.008 3	<0.008 3	—	<0.008 3	<0.008 3	—	<0.008 3	<0.008 3
Lys*	0.004 8	0.003 2	—	0.001 4	0.001 5	0.003 2	0.004 0	0.001 4
Leu*	<0.003 6	<0.003 6	—	<0.003 6	<0.003 6	—	—	<0.003 6
Pro	—	—	—	—	—	—	—	—
EAA	0.006 2	0.009 8	—	0.002 8	0.014 4	0.003 2	0.008 0	0.003 7
TAA	0.12	0.21	0.061	0.066	0.29	0.11	0.18	0.10
EAA/TAA (%)	5.17	4.67	—	4.24	4.97	2.91	4.44	3.70
EAA/NEA (%)	5.47	4.90	—	4.43	5.22	3.00	4.65	3.84

注：EAA：总必需氨基酸；TAA：总氨基酸；NEAA：总非必需氨基酸；*必需氨基酸；“—”为未检出

2.5 活性营养成分

活性营养成分也是构成芒果品质的重要组成部分。

由表5可知，不同品种的怒江峡谷中熟芒果芒果苷和总黄酮含量存在差异。青皮芒的芒果苷含量最高，为0.27

g/100 g；总黄酮含量分布于 0.013 0~0.037 7 g/100 g，由高到低的顺序为青皮芒、帕拉英达、热农 1 号、金煌、贵妃、台农 1 号、杉林 1 号、三年芒。

表 5 不同中熟芒果的芒果苷和总黄酮含量

指标	热农 1 号	台农 1 号	贵妃	帕拉英达	青皮芒	金煌	三年芒	杉林 1 号
芒果苷 (mg/100 g)	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.27	<0.10	<0.10	<0.10
总黄酮 (%)	0.024 8	0.023 4	0.023 7	0.026 8	0.037 7	0.024 6	0.013 0	0.017 3

3 讨论

怒江峡谷属欧亚和印支两大板块相结合部的纵向岭谷区^[34]，本研究采样点潞江镇位于高黎贡山脚下，得天独厚的自然环境孕育了丰富的生物多样性^[35]。目前，国内外学者对早熟芒果的研究主要包括栽培技术、管理模式、产业发展现状和对策方面^[36-38]；中熟芒果的研究主要包括植物特性、果实品质、栽培技术等方面^[39-41]；晚熟芒果的研究包括栽培技术、果实性状及营养成分分析、产业发展现状和对策、病虫害防护等方面^[42-45]，但缺乏对怒江峡谷中熟芒果营养成分的系统研究。芒果果实的营养成分是决定其是否有市场竞争力的重要因素，对不同品种芒果的营养品质进行分析，能更好地了解其品质特性，对未来产品开发、产品深加工乃至指导保山市芒果产业转型发展具有重要意义。

本研究对怒江峡谷 8 个品种中熟芒果营养和功效成分进行系统检测，结果表明，8 种芒果营养成分在含量上均有一定程度的差异。在所有品种中 K、Ca、Mg、β-Carotene、维生素 C 含量较高，在所有营养成分中，K 的含量最高，其中，青皮芒的 K 含量最高，是三年芒的 3 倍，高于苹果、葡萄，低于香蕉、波罗蜜^[46]。热农 1 号的水分含量最高，这可能是由于其组织保水力较好，但高含水量不利于芒果的保藏。青皮芒的 β-Carotene 含量最高，而 β-Carotene 具有清除自由基、降低心脑血管疾病等多种生理活性^[47-48]。本研究发现青皮芒的 β-Carotene 含量是热农 1 号的 22 倍，但低于四川省攀枝花市的晚熟芒果^[43]。青皮芒的维生素 C 含量最高，而维生素 C 除了可以预防坏血病外，还具有细胞保护作用、抗突变活性作用、血管舒张作用和抑制血小板聚集的作用^[49]。青皮芒的维生素 C 含量是金煌的 4 倍，远低于鲜枣^[46]，但远高于四川省攀枝花市的晚熟芒果^[43]。青皮芒的膳食纤维含量最高，而膳食纤维可起到预防糖尿病、降低血糖血压、控制体质量、提高免疫力、降低炎症因子表达水平和患心脑血管疾病风险的作用^[50]。

氨基酸的种类和含量对食物营养价值的评价具有重要意义^[51]。青皮芒的总氨基酸和必需氨基酸含量最高，含有 14 种氨基酸，其种类是贵妃的 2 倍，其种类和含

量均低于刘温滔等^[5]的研究结果，这可能与其研究的对象是芒果干有关，也可能与芒果的种类有关。本研究发现，青皮芒的芒果苷含量最高，是其余品种的 2 倍，远低于刘常凯等^[8]的研究结果，而芒果苷具有镇咳、祛痰、平喘、抗氧化、抗炎、抗菌、抗病毒、抗糖尿病及抗肿瘤等功效^[52]。不同芒果品种的总黄酮含量不同，三年芒<杉林 1 号<台农 1 号<贵妃<金煌<热农 1 号<帕拉英达<青皮芒，青皮芒的含量最高，是三年芒的 4 倍，但远低于刘常凯等^[8]的研究结果，而总黄酮具有抗氧化、降血糖、降血脂、抗菌等作用^[53]。

综上所述，本研究仅对芒果营养成分、总黄酮和芒果苷含量进行了测定，但对其他功效成分和功能尚需进一步开发研究。同时，本试验还发现不同品种芒果营养和功效组成存在差异，宜选择营养价值较高的青皮芒加以开发利用，同时应重视青皮芒资源的深度挖掘，以满足多元化市场需求。

4 结论

热农 1 号、台农 1 号、贵妃、帕拉英达、青皮芒、金煌、三年芒、杉林 1 号等 8 种怒江峡谷中熟芒果均属低脂、高钾、高维生素 C 的水果，所含氨基酸种类齐全，符合代营养健康饮食的要求。8 种怒江峡谷中熟芒果中基本营养成分、矿物质、维生素、氨基酸、活性成分含量存在一定的差异。热农 1 号的水分含量最高；青皮芒的灰分、蛋白质、脂肪、膳食纤维、碳水化合物、K、Mg、Mn、β-Carotene、维生素 C、维生素 B₂、芒果苷、总黄酮含量均最高；三年芒的 Na、Fe 含量最高；杉林 1 号的 Ca、Cu、维生素 B₆ 含量最高；台农 1 号的维生素 E 含量最高；青皮芒的 TAA 和 EAA 含量最高，氨基酸组成最为合理。综上所述，青皮芒营养价值较优，其 K、维生素 C、β-Carotene 含量较高，总体来说其营养价值高，这可能与其生长环境有密切关系。

参考文献

[1] Engell KH, Tressl R. Studies on the volatile components of two mango varieties [J]. Journal of Agricultural & Food Chemistry, 1983,31(4):796-801.

- [2] 黄艳. 中国芒果产业的发展概况 [J]. 世界热带农业信息, 2008(5):1-3.
- [3] 张林辉, 尼章光, 解德宏, 等. 云南怒江干热河谷区5个芒果品种的表现 [J]. 热带农业科技, 2005, 28(2): 39-41.
- [4] 胡婉茹, 邓源喜, 江燕婷, 等. 芒果的营养保健功能及其开发应用 [J]. 安徽农学通报, 2019, 25(22): 42-44.
- [5] 刘韞滔, 张惠兰, 李诚, 等. 不同品种、不同采摘月份对芒果干营养成分和食用品质的影响 [J]. 食品与发酵工业, 2020, 46(15): 193-200.
- [6] López-Cobo A, Verardo V, Diaz-De-Cerio E, et al. Use of HPLC-and GC-QTOF to determine hydrophilic and lipophilic phenols in mango fruit (*Mangifera indica* L.) and its by-products [J]. Food Research International, 2017, 100(3): 423-434.
- [7] Asif A, Farooq U, Akram K, et al. Therapeutic potentials of bioactive compounds from mango fruit wastes [J]. Trends in Food Science & Technology, 2016(53): 102-112.
- [8] 刘常凯, 杨黎, 何林飞. 芒果果肉中总黄酮及芒果苷含量的测定 [J]. 湖北农业科学, 2020, 59(8): 138-140, 144.
- [9] 蔡晨晨, 马瑞佳, 刘涛, 等. 百里香精油微胶囊复合涂膜在芒果保鲜中的应用 [J]. 食品工业科技, 2021, 42(10): 275-280.
- [10] 韩冬银, 邢楚明, 李磊, 等. 广西芒果病虫害发生情况和防治现状调查与分析 [J]. 热带作物学报, 2020, 41(5): 994-1000.
- [11] 刘华南, 江虹锐, 陆雄伟, 等. 顶空固相微萃取-气质联用分析不同芒果品种香气成分差异 [J]. 食品工业科技, 2021, 42(11): 211-217.
- [12] GB 8855—2008 食品安全国家标准 新鲜水果和蔬菜的取样方法 [S].
- [13] GB/T 5009.3—2016 食品安全国家标准 食品中水分的测定 [S].
- [14] GB/T 5009.4—2016 食品安全国家标准 食品中灰分的测定 [S].
- [15] GB 5009.5—2016 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定 [S].
- [16] GB 5009.6—2016 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定 [S].
- [17] GB/T 5009.88—2014 食品安全国家标准 食品中膳食纤维的测定 [S].
- [18] GB 5009.91—2017 食品安全国家标准 食品中钾、钠的测定 [S].
- [19] GB 5009.92—2016 食品安全国家标准 食品中钙的测定 [S].
- [20] GB 5009.90—2016 食品安全国家标准 食品中铁的测定 [S].
- [21] GB 5009.14—2017 食品安全国家标准 食品中锌的测定 [S].
- [22] GB 5009.93—2017 食品安全国家标准 食品中硒的测定 [S].
- [23] GB 5009.241—2017 食品安全国家标准 食品中镁的测定 [S].
- [24] GB 5009.87—2016 食品安全国家标准 食品中磷的测定 [S].
- [25] GB 5009.13—2017 食品安全国家标准 食品中铜的测定 [S].
- [26] GB 5009.242—2017 食品安全国家标准 食品中锰的测定 [S].
- [27] GB 5009.82—2016 食品安全国家标准 食品中维生素A、维生素D、维生素E的测定 [S].
- [28] GB 5009.83—2016 食品安全国家标准 食品中 β -胡萝卜素的测定 [S].
- [29] GB 5009.86—2016 食品安全国家标准 食品中维生素C的测定 [S].
- [30] GB 5009.84—2016 食品安全国家标准 食品中维生素B₁的测定 [S].
- [31] GB 5009.85—2016 食品安全国家标准 食品中维生素B₂的测定 [S].
- [32] GB 5009.89—2016 食品安全国家标准 食品中烟酸的测定 [S].
- [33] GB 5009.154—2016 食品安全国家标准 食品中维生素B₆的测定 [S].
- [34] 何大明, 吴绍洪, 彭华, 等. 纵向岭谷区生态系统变化及西南跨境生态安全研究 [J]. 地球科学进展, 2005, 20(3): 338-344.
- [35] 周浙昆. 高黎贡山—生物多样性宝库 [J]. 大自然, 2019.
- [36] 李锦强. 荔枝、龙眼及芒果早熟栽培技术 [J]. 广西园艺, 2003(2): 19-20.
- [37] 华敏, 郭利军, 邓会栋. 海南芒果反季节早熟栽培管理模式及对其他芒果产区的启示 [J]. 中国热带农业, 2017(74): 19-23.
- [38] 杨云光, 李玆阳, 肖梅, 等. 玉溪市芒果产业发展现状及对策 [J]. 农业科技通讯, 2021(5): 4-6.
- [39] 陈豪军. 芒果中熟良种——桂热芒82号 [J]. 中国热带农业, 2002(1): 16, 29.
- [40] 张翠仙, 陈于福, 尼章光, 等. 不同海拔对帕拉英达芒果光合特性及果实品质的影响 [J]. 果树学报, 2021, 38(5): 749-759.
- [41] 新文忠. 帕拉英达栽培 [J]. 云南农业, 2017(1): 88-89.
- [42] 陆英. 浅析百色优质晚熟芒果栽培技术 [J]. 农业与技术, 2019, 39(8): 93-94.
- [43] 王贵一, 孟嘉珺, 许文静. 不同品种芒果的营养成分及

- 风味物质分析[J].食品工业科技,2021,43(1):71-79.
- [44] 潘宏兵,李贵利,杜邦.四川攀西晚熟芒果产业发展现状及对策[J].中国热带农业,2010(2):25-27.
- [45] 黄必琼.晚熟芒果病虫害综合防治示范[J].云南农业,2011(3):43-44.
- [46] 杨月欣,王光亚,潘兴昌,等.中国食物成分表[M].北京:北京大学医学出版社,2009.
- [47] Elvira-Torales L I, García-Alonso J, and Periago-Castón MJ. Nutritional importance of carotenoids and their effect on liver health: A review [J]. *Antioxidants*, 2019,8(7):229.
- [48] Huang J Q, Weinstein S J, Yu K, et al. Serum beta carotene and overall and cause-specific mortality: A prospective cohort study [J]. *Circ Res*, 2018,123(12):1339-1349.
- [49] Woollard K J, Loryman C J, Meredith E, et al. Effects of oral vitamin C on monocyte: endothelial cell adhesion in healthy subject [J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2002,294(5):1161-1168.
- [50] 耿宁宁,戴竹青,牛丽影,等.膳食纤维调节肠道微生物对机体健康的影响研究进展[J].江苏农业科学,2021,49(7):51-56.
- [51] 郭刚军,胡小静,徐荣,等.干燥方式对辣木叶营养、功能成分及氨基酸组成的影响[J].食品科学,2018,39(11):39-45.
- [52] 关丽,杨翠倩,李瑞佳,等.芒果苷的研究进展[J].当代化工,2021,50(2):479-481,486.
- [53] 关丽,袁哲,宋旭超,等.芒果叶中总黄酮的研究进展[J].化工科技,2021,29(3):80-84.

Analysis and Evaluation on Nutritional Components of Eight Middle Ripe Mangoes in Nujiang Canyon

GUO Yan-dong¹, ZHANG Teng¹, FENG Yue-mei², REN Yuan¹, MI Fei²,
ZHANG Ni-shang¹, LU Jing¹, DONG Shou-tang¹, ZHONG Du-bo³, YIN Jian-zhong^{1,4}

¹Baoshan College of Traditional Chinese Medicine, Baoshan 678000, China;

²Institute of Nutrition and Food Science, Kunming Medical University, Kunming 650500, China;

³Yunnan Yunce Quality Inspection Co. Ltd., Kunming 650217, China;

⁴Key Laboratory of Nutrition and Food Safety of Colleges and Universities in Yunnan, Kunming 650500, China)

Abstract: 【Objective】To take the 8 varieties of mid-ripening mangoes cultivated in Nujiang Valley including Renong 1, Tainong 1, Guifei, Palayingda, Qingpi mango, Jinhuang, Sannian mango, and Shanlin 1 as the research objects. Its nutritional sufficiency and functional ingredients were analyzed and evaluated to provide scientific basis for its comprehensive processing and utilization. 【Method】The national standard analysis method was used to determine the nutritional sufficiency and functional components of the middle-ripening mangoes, and comprehensively evaluate its nutritional value. 【Result】Mid-ripening mangoes in Nujiang Valley are rich in K, Ca, Mg, β -Carotene and Vitamin C, and have low fat content. Among them, Renong 1 has the highest water content. Qingpi mango has the highest content of ash, protein, fat, dietary fiber, carbohydrate, K, Mg, Mn, β -Carotene, Vitamin C, Vitamin B₂, and mangiferin. Sannian mango has the highest Na, Fe content. Shanlin 1 has the highest Ca, Cu, Vitamin B₆ content. Tainong 1 has the highest Vitamin E content. TAA content is between 0.061—0.29 g/100 g, and green mango has the highest TAA and EAA content, and its amino acid composition. The most reasonable, EAA was not detected in Guifei. The total flavonoids from high to low were Qingpi mango, Palayingda, Renong 1, Jinhuang, Guifei, Tainong 1, Shanlin 1, Three-year mango. 【Conclusion】The nutritive value of Qingpi mango in Nujiang Canyon is better.

Keywords: Nujiang Valley; mid-ripening mango; nutrient composition; evaluation