

芒果皮核生物学功能及其在动物养殖中的应用研究进展

万荣 农斯伟 杨郑州 卢春静 朱正杰 侯宪斌

(百色学院农业与食品工程学院 百色学院亚热带特色农业产业学院 广西芒果生物学重点实验室, 广西 百色 533000)

摘要: 芒果生产过程中产生的大量皮核副产物, 含有丰富的多糖、多酚和黄酮类营养成分, 具有抗氧化、抑菌等生理功能。芒果皮核副产物的饲料化利用具有极强的应用价值。文章综述芒果皮核营养成分、生物学功能及其在动物养殖中的应用现状, 为芒果皮核副产物饲料化开发利用提供参考。

关键词: 芒果皮核; 营养成分; 生物学功能; 动物生产

中图分类号: S 816.7

文献标识码: A

文章编号: 1002-2813 (2022) 08-0147-03

Doi: 10.13557/j.cnki.issn1002-2813.2022.08.032

Biological function of mango peel and kernel and its application prospect in animal production

WAN Rong NONG Si-wei YANG Zheng-zhou LU Chun-jing ZHU Zheng-jie HOU Xian-bin

Abstract: In the process of mango production, a large number of mango peel and kernel are produced, which are rich in polysaccharides, polyphenols and flavonoids, and have biological functions such as antioxidation and bacteriostatic action. The utilization of forage resources of mango peel and kernel by-products is of great application value. The paper reviews the nutritional composition, biological function and application of mango peel kernel in animal breeding, to provide reference for fodder development and utilization of mango peel kernel by-products.

Key words: mango peel and kernel; nutritional component; biological function; animal production

芒果 (*Mangifera indica* L.) 是漆树科芒果属植物, 产量较大^[1-2], 经深加工会产生占果实总重60%的芒果皮和芒果核(芒果皮核)副产物, 芒果皮占副产物总重的12%, 芒果核占副产物总重的20%^[3-5]。副产物多数被低价出售或作废弃物填埋, 腐败酸化后导致环境污染, 造成资源浪费等问题。研究表明, 芒果皮核中富含多糖、多酚和黄酮等生物活性物质^[6-7], 具有抗氧化、抑菌等功效^[8]。近年来, 已开展芒果加工副产物作为非常规饲料资源的应用研究, 并在动物养殖实践中应用。因此, 文章综述芒果皮核的生物学功能及其在动物养殖中的应用情况, 旨在为科学地利用芒果皮核副产物提供参考。

1 芒果皮核的营养成分

芒果的营养成分非常丰富, 包括纤维、多糖、多酚、黄酮类化合物、氨基酸、维生素和矿物质^[9]。芒果的纤维含量较高^[10]。陈多谋等^[11]检测吕宋芒、大金煌芒和凯特芒的纤维含量为10%~20%, 果皮部分的含量比果肉高数倍。张莉等^[12]利用超声波辅助提取法从芒果皮渣中得到多糖, 提取率为0.81%。胡会刚等^[13]研究芒果皮渣多糖纯

化蛋白质和色素的脱除方法, 结果发现, 多糖保留率为99.4%。赵巧丽等^[14]采用热水浸提法实现芒果皮渣多糖提取率为9.29%。刘焕云等^[15]采用微波辅助法提取芒果皮多酚得率为6.24%。胡会刚等^[16]从芒果皮渣中提取多酚的得率为9.68%。康超等^[17]对芒果核多酚的提取含量达到4.36 mg/g。刘晓珍等^[18]采用超声波辅助提取芒果核多酚得率为8.18%。柳伟等^[19]比较12种果皮多酚含量, 结果表明, 芒果皮多酚含量排名第3。康超等^[20]研究发现, 玉芒的芒果核多酚含量在6个品种中含量最高, 为4.31 mg/g。何洁等^[21]研究发现, 芒果的总氨基酸含量高于脐橙和木瓜, 赖氨酸含量达0.035 g/100 g。刘焜滔等^[22]研究发现, 金煌芒7号芒果的赖氨酸含量高达74.82 mg/100 g。广西产区的芒果粗纤维含量为16.1 g/100 g、维生素C含量10 mg/100 g, 是苹果的6倍多^[23-24]。广西品种的芒果铁元素和锰元素含量达7.5和2.9 μg/g^[25]。徐铁山等^[26]研究发现, 芒果皮的饲料相对值最高(426.86), 其粗蛋白含量6.64%, 中性洗涤纤维含量17.14%, 酸性洗涤纤维含量13.25%, 粗脂肪含量1.72%。

2 芒果皮核的生物学功能

2.1 抗氧化功能

动物体内产生的氧化应激, 不仅影响机体健康程度, 而且会严重影响肉品质。芒果皮核中含有大量的酚类化合物(多酚类、黄酮类等), 具有较强的抗氧化活性^[27]。赵巧丽等^[14]研究发现, 芒果皮渣多糖对DPPH自由基和羟

第一作者: 万荣, 博士, 畜牧师, 研究方向为动物营养与饲料资源开发。

基金项目: 广西科技计划项目(项目编号: 桂科AD21075029)

收稿日期: 2021-12-23

自由基清除率为92.37%、41.59%。刘焕云等^[15]研究发现,芒果皮多酚具有很强的DPPH自由基清除能力。胡会刚等^[16]研究发现,芒果皮渣多酚对DPPH自由基和羟自由基清除率较强。康超等^[17]发现,芒果核多酚对DPPH自由基和羟自由基清除率分别为90.9%、90.0%。柳伟等^[19]研究发现,芒果皮多酚对DPPH自由基清除能力在12种果皮多酚中排名第4。康超等^[20]研究发现,玉芒的芒果核多酚和黄酮的抗氧化活性较强^[20]。张丽婧等^[28]研究发现,芒果皮提取物能够调节高脂血症模型大鼠血脂水平和肝功能,具有抵抗脂质过氧化作用。

2.2 抑菌作用

刘晓珍等^[16]研究表明,芒果核多酚对大肠杆菌的抑制作用强于枯草芽孢杆菌。芒果核中的主要成分芒果苷(一种黄酮类化合物)具有抗菌活性^[29],对金黄色葡萄球菌和短棒菌苗具有较好的抑菌作用,治疗痔疮的效果也较好^[30]。杨郑州等^[31]研究发现,玉芒的芒果皮萃取物对金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌、白色念珠菌及酿酒酵母具有较好的抑菌效果,四季芒和合农芒果对酿酒酵母的抑菌效果较好^[32]。研究发现,芒果皮提取物对二甲苯致小鼠耳肿胀具有明显的抑制效果和抗炎作用,能够延长小鼠SO₂和氨水气雾所引起的咳潜伏期,减少咳嗽频率^[33]。

3 芒果皮核在动物养殖中的应用研究进展

芒果皮核中的多糖、多酚和黄酮类化合物含量较多。目前,尝试对芒果皮核副产物饲料化开发利用,在动物养殖中应用。

芒果皮核提取物作为功能性饲料添加剂,侧重抗氧化功能的发挥。Ednardo等^[34]在肉鸡饲料中添加200和400 mg/kg芒果皮提取物替代传统配方中人工合成的抗氧化剂,结果发现400 mg/kg芒果核提取物对肉色和脂质氧化的保护效果最好。Pereira等^[35]在肉鸡饲料中添加不同水平(200、400、600、800、1 000 mg/kg)芒果核提取物,结果发现,添加600 mg/kg的芒果核提取物对鸡胸肉抗氧化效果相当于添加200 mg/kg人工合成抗氧化剂BHT。Pereira等^[36]研究发现,添加芒果核提取物对肉鸡的平均日采食量、平均日增重和饲料转化效率均无显著影响,表明芒果核提取物不会影响饲料的适口性;且添加芒果核提取物试验组肉鸡血中胆固醇含量均显著低于对照组,说明芒果核中多酚能够改善肉鸡脂质代谢。因此,在肉鸡饲料中添加芒果皮提取物或芒果核提取物能够降低肉鸡胸肉贮藏过程中的脂质氧化,维持肉色稳定,添加量以不超过800 mg/kg为宜,且芒果核提取物的饲用效果优于芒果皮提取物。吴菲菲等^[37]研究发现,利用芒果核为主要原料开发可改善蛋黄颜色的蛋鸡饲料添加剂。Araújo等^[38]给平均体重约21 kg的仔猪饲喂85 d含400 mg/kg芒果核提取物的饲料,结果发现,添加400 mg/kg芒果核提取物试验组肉的蒸煮损失比对照组显著下降11%;进一步分析屠宰后冷藏1 d和7 d的猪肉抗氧化活性指标,显示400 mg/kg芒果核提取物试验组抗氧化活性分别是对照组的

1.68倍、1.40倍,表明芒果核提取物对猪肉品质也有改善作用。

芒果皮核副产物作为非常规饲料原料应用能够实现废弃资源循环利用的经济价值。Rafiu等^[39]在肉鸡饲料中直接添加20%芒果核副产物,结果发现,肉鸡平均日增重和饲料转化效率分别比对照组下降20%、9%,饲料配方中需要再补充20 mg/kg VE才能够改善肉鸡饲喂效果。Abdullahi等^[40]使用芒果核粉替代肉鸡饲料中的玉米,结果发现,芒果核粉对肉鸡采食量无明显影响;能够提高肉鸡的平均日增重,改善经济效益,且20%添加量效果较好。Orayaga等^[41]研究发现,使用芒果皮副产物替代肉鸡饲料中的玉米副产物饲喂肉鸡,肉鸡全程各生理阶段的采食量无明显变化;在肉仔鸡阶段以20%替代比例为宜,中大鸡阶段的替代效果均不理想,平均日增重下降达12%以上,饲料转化效率下降达9%以上;与对照组相比,盈利效果以20%替代组最好。因此,在肉鸡饲料中添加20%芒果皮、核副产物直接替代玉米或玉米加工副产物对动物生长性能无明显影响。蓝海恩等^[42]研究发现,芒果渣为主要原料开发可用于饲喂育肥猪的生物饲料。

芒果皮核在反刍动物上的应用研究报道很少,Hadja等^[43]设计“芒果皮、芒果核、芒果皮+芒果核、芒果皮+芒果核+尿素和稻草”5种日粮饲喂体重约20 kg绵羊,结果发现,单独饲喂芒果皮或芒果核的绵羊干物质采食量与饲喂稻草无区别,只有饲喂“芒果皮+芒果核”和“芒果皮+芒果核+尿素”组绵羊的干物质采食量明显高于稻草组;芒果皮、芒果核的干物质消化率分别为74%和70%。Hamed等^[44]在平均体重约59 kg绵羊饲料中添加25%或50%芒果核粉替代部分黄玉米,结果发现,随着添加比例升高,绵羊的干物质采食量呈现下降趋势,饮水量是大幅增加。Gomes等^[45]发现1例体重约600 kg奶牛因采食过多芒果,出现酸中毒症状。说明芒果皮核副产物直接作为非常规原料应用需要限制用量,否则对动物生长性能产生不利影响。

4 结论

芒果皮核含有多糖、多酚和黄酮类化合物,在抗氧化、抑菌上表现良好,其加工利用也越来越受到重视,未来需要进一步研究芒果皮核在动物生产中应用的添加量,提升芒果产业链的经济价值。

参考文献

- [1] 唐婷,罗心平,尼章光,等.芒果遗传特性及选育种研究概述[J].广大农业科学,2009(1):50-53.
- [2] 刘凤仪,周佳欣,金铭,等.芒果生产过程中副产物的综合利用研究进展[J].食品工业,2018,39(11):263-265.
- [3] Jahurul M H A, Zaidul I S M, Ghafoor K, et al. Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and their valuable components: A review[J]. Food Chemistry, 2015, 183: 173-180.
- [4] Mutua J K, Imathiu S, Owino W. Evaluation of the proximate composition, antioxidant potential, and antimicrobial activity of mango seed kernel extracts[J]. Food Science & Nutrition, 2016, 5(2): 349.

- [5] Veymar G T, Daniel C V, Roberto F L, et al. Phenolic compounds in mango fruit: A review[J]. Journal of Food Measurement and Characterization, 2022, 16: 619–636.
- [6] Segura-Carretero A, Diaz-de-Cerio E, Fernandez-Gutierrez A, 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. Therapeutic potentials of bioactive compounds from mango fruit wastes[J]. Trends in Food Science & Technology, 2016, 53: 102–112.
- [8] Rastrelli L, Villa D G, Selles A J N. Mango polyphenols and its protective effects on diseases associated to oxidative stress[J]. Current Pharmaceutical Biotechnology, 2015, 16(3): 272–280.
- [9] 李靛,朱涵彬. 芒果营养成分及保健功效研究进展[J]. 江苏调味副食品, 2021,166(3):10–13.
- [10] Sandhu S K, Mathur A, Gupta R, et al. Cellulosic biomass-hydrolyzing enzymes[J]. Waste to Wealth, 2018: 441–456.
- [11] 陈多谋,文攀,杭瑜瑜,等. 三种芒果果皮及果肉中膳食纤维的组分研究[J]. 食品研究与开发,2016(8):9–14.
- [12] 张莉,赵巧丽,刘翠芳,等. 芒果皮渣多糖的超声波辅助提取及其抗氧化活性研究[J]. 热带农业科学,2017,37(10):72–78.
- [13] 胡会刚,赵巧丽,庞振才,等. 芒果皮渣多糖脱蛋白和脱色工艺研究[J]. 食品工业科技,2018,39(1):183–188.
- [14] 赵巧丽,刘玉革,林丽静,等. 芒果皮渣多糖提取工艺优化及其抗氧化活性研究[J]保鲜与加工,2019,19(1):102–110.
- [15] 刘焕云,王艳哲,李敬,等. 芒果皮多酚的微波辅助提取及体外抗氧化活性研究[J]. 中国调味品,2019,44(3):1–4.
- [16] 胡会刚,赵巧丽. 芒果皮渣多酚的提取分离及抗氧化活性分析[J]. 现代食品科技,2020,36(2):53–62.
- [17] 康超,李燕,段振华,等. 芒果核酚类物质提取工艺优化及其抗氧化活性研究[J]. 食品研究与开发,2017,38(5):47–51.
- [18] 刘晓珍,李福香,祝兆亮,等. 芒果核多酚超声辅助提取工艺优化及抑菌活性研究[J]. 食品研究与开发,2021,42(14):56–70.
- [19] 柳伟,肖雪,葛珊珊,等. 12种果皮多酚含量及其抗氧化活性研究[J]. 食品研究与开发,2016,37(14):25–29.
- [20] 康超,刘凤听,刘云芬,等. 不同品种芒果核多酚和类黄酮含量及抗氧化活性评价[J]. 食品工业科技,2021,42(20):100–105.
- [21] 何洁,莫仁甫,劳水兵,等. 紫果西番莲和其他5种水果中氨基酸组分分析[J]. 食品工业科技,2018,39(6):298–300,316.
- [22] 刘韞滔,张蕊兰,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.
- [23] 方志峰,朱婷,张若杰,等. 广西9种主要水果食物营养成分分析及评价[J]. 应用预防医学,2018,24(4):281–284,287.
- [24] 罗学兵. 芒果的营养价值、保健功能及食用方法[J]. 中国食物与营养, 2011,17(7):77–79.
- [25] 崔景治. 原子吸收检测芒果中的微量元素[J]. 西部皮革,2019,41(19):124.
- [26] 徐铁山,张亚格,李茂,等. 海南七种经济作物副产物营养价值测定与分析[J]. 黑龙江畜牧兽医,2017(8):170–172.
- [27] Berardini N, Carle R, Schieber A, et al. Characterization of gallotannins and benzophenone derivatives from mango (*Mangifera indica* L. cv. 'Tommy Atkins') peels, pulp and kernels by high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry[J]. Rapid Commun Mass Spectrometry, 2004, 18(19): 2208–2216.
- [28] 张丽婧,张岭,李林子,等. 芒果皮提取物对高脂血症大鼠血脂、肝功能及脂质过氧化的影响[J]. 毒理学杂志,2015,29(4):294–297.
- [29] Abdalla A E M, Darwish S M, Ayad E H E, et al. Egyptian mango by-product 2: Antioxidant and antimicrobial activities of extract and oil from mango seed kernel[J]. Food Chemistry, 2007, 103(4): 1141–1152.
- [30] 叶海洪,农朝赞,黄婵娟,等. 芒果苷对痤疮主要致病菌的抑菌作用研究[J]. 右江民族医学院学报,2010,32(5):668–670.
- [31] 杨郑州,肖雨君,谢晓娜. 不同芒果品种的果皮萃取物抑菌活性比较[J]. 安徽农学通报,2017,23(12):22–23.
- [32] 杨郑州,陆雪梅,谢晓娜. 芒果多酚含量及抗氧化能力的测定[J]. 安徽农学通报,2017,23(11):142–143.
- [33] 黄敏琪,林忠文,曾宪彪,等. 芒果皮提取物止咳化痰和抗炎作用研究[J]. 中草药,2007,38(8):1233–1234.
- [34] Ednardo R F, Ângela da S B, Ana L F. Effect of dietary ethanol extracts of mango (*Mangifera indica* L.) on lipid oxidation and the color of chicken meat during frozen storage[J]. Poultry Science, 2015, 94(12): 2989–2995.
- [35] Pereira Farias N N, Freitas E R, Gomes H M, et al. Ethanolic extract of mango seed used in the feeding of broilers: Effects on phenolic compounds, antioxidant activity, and meat quality[J]. Canadian Journal of Animal Science, 2020, 100(2): 299–307.
- [36] Pereira Farias N N, Freitas E R, Nepomuceno R C, et al. Ethanolic extract of mango seed in broiler feed: Effect on productive performance, segments of the digestive tract and blood parameters[J]. Animal Feed Science & Technology, 2021, 279: 1–10.
- [37] 吴菲菲,李化强,赵良忠. 用废弃果皮、果核生产蛋鸡饲料添加剂的方法:CN105230971A[P].2016–01–13.
- [38] Araújo L R S, Watanabe P H, Fernandes D R, et al. Dietary ethanol extract of mango increases antioxidant activity of pork[J]. Animal, 2021, 15(2): 100099.
- [39] Rafiu T A, Odunsi A A, Akinwumi A O, et al. Responses of broiler chicken to parboiled mango seed kernel meal (PMKM) based diet fortified with vitamins[J]. International Journal of Livestock Research, 2016, 6(11): 1.
- [40] Abdullahi I, Omega J J, Idachaba C U, et al. Performance of broiler finisher chickens fed varied levels of mango seed kernel meal as replacement for maize[J] Nigerian Society for Animal Production, 2017, 44(1): 209–214.
- [41] Orayaga K T, Okolie A C, Asanka N B, et al. Performance of broiler chicken fed diets containing mango (*Mangifera indica*) fruit reject pulp mixed with maize offal[J]. Nigerian Journal of Animal Production, 2019, 46(4): 89–100.
- [42] 蓝海恩,吴柱月,黄明光,等. 一种芒果渣生物饲料及其制备方法和应用:CN109699831A[P].2019–03–06.
- [43] Hadja O S, Augustin B K, Alain M, et al. Chemical composition, digestibility, and voluntary feed intake of mango residues by sheep[J]. Tropical Animal Health and Production, 2013, 45: 665–669.
- [44] Hamed A A O, Mohamed A T, Sawsan M G, et al. Mango (*Mangifera indica*) seed kernels as untraditional source of energy in Rahmani sheep rations[J]. Bulletin of the National Research Centre, 2019, 43(1): 1–10.
- [45] Gomes L G, De Faria J únior W G, Pimentel V A B, et al. Ruminal acidosis caused by excessive ingestion of mango fruit (*Mangifera indica*) in cow[J]. Acta Scientiae Veterinariae, 2019, 47: 1–4.