

文章编号:1001-6880(2018)Suppl-0225-04

# 辣木的营养价值及功能活性研究进展

许登峰<sup>1</sup>,孙桂菊\*<sup>1</sup>东南大学公共卫生学院 营养与食品卫生系 环境医学工程教育部重点实验室,南京 210009

**摘要:**辣木(*moringa oleifera*)属辣木科辣木属,是原产于热带和亚热带地区的一种木本植物。本文总结了辣木中各种营养成分的含量以及各种植物化学物,其中以多酚和皂苷类为主,具有降血糖、降血脂和抗肿瘤等生物学功能。近年来,随着国外对此种植物研究的不断深入及卫生计生委2012年第19号文件已经公告辣木叶为新食品原料,辣木正逐渐被国人熟知。本文旨在对辣木的营养价值及生物学功能进行综述,为辣木在保健食品中的应用及进一步的功能研究提供参考依据。

**关键词:**辣木;营养价值;生物学活性;研究进展

中图分类号:R151.3;Q946

文献标识码:A

DOI:10.16333/j.1001-6880.2018.S.040

## Research Advance on Nutritional Value and Functional Activities of *Moringa oleifera*

XU Deng-feng<sup>1</sup>, SUN Gui-ju\*

<sup>1</sup>Department of Nutrition and Food Hygiene, Key Laboratory of Environmental Medicine Engineering of Ministry of Education, School of Public Health, Southeast University, Nanjing, 210009, China

**Abstract:** *Moringa oleifera*, a genus in the family of *Moringa oleifera*, was native to tropical and subtropical plants. It was well known for the contents of various nutrients and phytochemicals, polyphenols and saponins are the main constituents, with the biological activities of lowering blood sugar, lowering blood lipids and anti-cancer, etc. In recent years, with the further of foreign researchs on this plant, *Moringa* is gradually well known to people. Furthermore, No. 19 of 2012 document of National Health and Family Planning Commission of China had announced *Moringa* leaf as a new raw material of food. The purpose of this review is to summarize the nutritional value and biological activities of *Moringa*, which may provide a reference for the application and further functional study of *Moringa* in health food.

**Key words:** *Moringa oleifera*; nutritional value; biological activities; research progress

## 1 生物学特性

辣木为多年生长绿或落叶树种,树干通直,树叶浅绿色,树根膨大且含有大量水分。对生长环境要求宽松,耐干旱,耐贫瘠能力强,甚至在海拔超过2000 m的地区也能正常生长,但忌土壤积水不透气。而且辣木本身抗病虫害能力较强,因此在非洲土壤贫瘠地区被广泛种植。

辣木作为一种经济树种,其全株可食的特性是它独到的特色。在国外,以辣木为食材已经有很长的历史了。它的嫩叶和茎能够当做新鲜的蔬菜供人食用,树皮和根茎则是重要的医药来源,种子中还富

含多种植物油成分。不仅如此,种子经过榨油之后所剩下的枯饼也可以用来作为极具发展潜力的饮用水絮凝剂。因此国际上将它与中国的灵芝、美国的花旗参共予为“世界植物三宝”<sup>[1]</sup>。

## 2 营养价值

### 2.1 辣木中的宏量营养素

辣木叶中蛋白质含量可达22.42%,是牛奶的2~4倍,而氨基酸种类可达16种之多,尤其是赖氨酸等必需氨基酸,可占总蛋白质的44%<sup>[2]</sup>。辣木叶中也含有人体所必须的脂肪酸,其中含量最高的是α-亚麻酸,约占总含量的44.57%,其次是二十一碳酸和棕榈酸,分别占14.41%和0.20%<sup>[3]</sup>。然而辣木籽油中的脂肪酸含量更高,不饱和脂肪酸约占81.24%,其中油酸占72.19%,棕榈酸3.03%,是良好的食用油来源之一<sup>[4]</sup>。作为最直接的能量来源,

辣木叶中的碳水化合物含量也很高,占 56% 左右<sup>[5]</sup>。

## 2.2 辣木中的维生素

辣木叶中含有极其丰富的维生素,尤其是维生素 A、维生素 C、维生素 E 和叶酸。有资料表明辣木叶粉中胡萝卜素含量约是胡萝卜的 4 倍,而维生素 C 含量则是柑橘的 7 倍。另一方面,有数据证明,每天摄入 25 g 辣木叶粉,即可满足不同人群对维生素 A 的需要<sup>[6]</sup>。辣木叶中维生素 E 在不同的生长阶段其含量有一定的差别,在辣木叶刚成熟阶段  $\alpha$ -生育酚约 5.7  $\mu\text{g/g}$ ,等到种植六个月后,其绿叶中  $\alpha$ -生育酚含量可达到 27.8  $\mu\text{g/g}$ ;而在刚萌芽的绿叶中,  $\gamma$ -生育酚约 95.9  $\mu\text{g/g}$ ,等到绿叶成熟,其  $\gamma$ -生育酚含量增长到 744.5  $\mu\text{g/g}$  左右。此外辣木叶中的叶酸、泛酸和生物素含量等也明显超出一般食品<sup>[7]</sup>。

## 2.3 辣木中的矿物质

辣木中钙、铁、钾含量丰富,每 100 g 可食部里约含有钙 2357.03 mg、铁 2.78 mg、钾 1759.37 mg,分别是奶粉和黄豆粉的 3.49 倍、11.28 倍、3.92 倍和 11.39 倍、1.67 倍、0.93 倍<sup>[6]</sup>。国外也有资料显示,辣木叶中钙含量在 2016 ~ 2620 mg/100 g 之间,镁含量在 322 ~ 340.6 mg/100 g,钾含量在 1817 ~ 1845 mg/100 g,硒含量在 0.1 mg/100 g 左右<sup>[5]</sup>。与国内研究基本一致。

## 2.4 辣木中的植物化学物

辣木中含有较多的植物化学物,以多酚和皂苷类为主。有资料显示,辣木叶中总多酚含量约 2.02%,其中又以总黄酮类居多<sup>[3]</sup>。皂苷类含量约 5%<sup>[8]</sup>。

# 3 生物学活性

## 3.1 降血糖作用

国外众多研究均表明,辣木叶提取物有明显的降血糖作用。Bin Azad 等选用出生时间不超过 48 h 且体重不超过 7 g 的大鼠为研究对象,以溶解在柠檬酸钠缓冲液中的链脲佐菌素腹腔注射诱导的大鼠 2 型糖尿病模型,研究表明,与模型对照组相比,辣木叶醇提取物可显著降低血糖水平,与格列本脲阳性对照组效果差异不明显,其机制之一可能是通过抑制  $\alpha$ -淀粉酶而抑制葡萄糖的吸收,从而降低血糖水平,而非刺激胰腺分泌胰岛素<sup>[9]</sup>。Paula 等通过水提、硫酸铵沉淀和透析从辣木叶中提取了一种名

叫 Mo-LPI 的蛋白质,发现这种蛋白质有着能和抗胰岛素产生交叉反应的能力,以此推断此种蛋白存在和胰岛素共同的抗原表位,可能借此来发挥降血糖作用<sup>[10]</sup>。同样,在 Arise 等的研究中,以辣木花的醇提物为研究对象,分别以 100、200、300 mg/kg 三个剂量组作用在大鼠糖尿病模型上,经过两周的干预研究,结果发现相比较于糖尿病模型组,三个剂量组的血糖水平都有显著下降,血清中的总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白和高密度脂蛋白都恢复到接近正常水平<sup>[11]</sup>。这与国内陈瑞娇等学者的研究是一致的<sup>[12]</sup>。

## 3.2 降血脂作用

辣木叶有着显著的降血脂作用。在 Helmy 等研究分析了辣木叶的酚类和类黄酮成分,并分别用辣木叶提取物和辣木叶粉为研究对象,研究对于高脂饲料喂养的大鼠血浆血脂的影响,结果发现,辣木叶提取物和辣木叶粉能够显著降低血清总胆固醇水平,且能一定程度上降低低密度脂蛋白和升高高密度脂蛋白水平,显示出很强的降血脂潜力<sup>[13]</sup>。国内也有研究证明辣木叶有显著的降血脂作用,其高剂量组的血清甘油三酯与对照组相比降低 23.67%<sup>[14]</sup>。

## 3.3 降血压作用

众多试验均表明,辣木叶和根的提取物都有明显的降血压作用。Attakpa 等给予自发性高血压大鼠不同浓度的辣木水提取物干预,结果发现,辣木叶水提取物有显著降血压作用,同时证明自发性高血压大鼠的 T 细胞内钙离子基线浓度明显低于正常组,且饮食中加入辣木水提取物能够弥补这种差异,而不影响正常组的 T 细胞钙离子浓度,同时还抑制了 IL-2 的分泌<sup>[15]</sup>。还有学者使用气相色谱-质谱连用仪分析了辣木根的所有成分,发现醇提取物都有降血压作用,但是经石油醚和二氯甲烷提取出的物质对血压的作用方式却是相反的,因此如果开发相关降血压药的搭配,还需要进一步的研究探索<sup>[16]</sup>。

## 3.4 抗氧化作用

实验证实,辣木叶提取物具有很强的抗氧化作用。经分析发现,辣木叶的提取物含有很高的多元酚和总黄酮成分,对于实现抗氧化功能起着决定性作用。Omodanisi 等人利用糖尿病诱导的肾毒性 Wistar 大鼠模型,给予辣木叶醇提取物干预,结果发现相较于正常对照组而言,糖尿病模型组的丙二醛水平显著升高,而辣木叶提取物组则能够显著降低

血清丙二醛水平, 同时提高过氧化氢酶水平, 但超氧化物歧化酶、谷胱甘肽升高并不显著<sup>[17]</sup>。相类似的结果在人群中也得到了验证。Ngamukote 等招募了 20 名有可比性的志愿者, 随机分为两组, 通过辣木叶提取物干预至少十四天之后分别测两组人群在空腹血糖、丙二醛以及血浆三价铁还原抗氧化能力, 结果显示服用辣木组人群在丙二醛水平方面较正常对照组显著降低但不影响血糖水平, 并和血浆铁还原能力的相关系数为 -0.948 ( $P < 0.05$ ), 呈很强的负相关关系<sup>[18]</sup>。与此同时, 有相关学者在辣木花的醇提取物的也发现了类似的效果。糖尿病组的超氧化物歧化酶以及过氧化氢酶水平都显著降低, 而辣木花醇提取物干预组较对照组在降低丙二醛含量的同时, 其相关的抗氧化酶都有着显著提高<sup>[11]</sup>。这与其他学者的研究结果一致<sup>[19]</sup>。由此可以推断辣木叶提取物通过提高体内的各种抗氧化酶的水平, 降低体内丙二醛水平, 对抗体内产生的活性氧和活性氮对细胞膜以及细胞大分子的损害, 从而保护机体的完整性。

### 3.5 抗肿瘤作用

辣木叶具有一定的抗肿瘤作用。Tragulpak-seerojn 等研究发现辣木叶醇提取物能够通过下调细胞外调节蛋白激酶(ERK1/2)磷酸化水平来抑制人体结肠癌 HCT116 细胞系的增殖<sup>[20]</sup>。除此之外, 辣木叶水提取物能够提高食管癌细胞脂质过氧化水平, 诱导 DNA 断裂以及促进癌细胞固有的凋亡通路来抑制癌细胞的增殖<sup>[21]</sup>。值得注意的是, 辣木叶水提取物对人肺泡上皮细胞(A549)癌变的细胞增生抑制效果明显。研究人员用辣木叶水提取物处理细胞 24 h, 分别测试细胞氧化应激反应水平、DNA 碎片程度和细胞凋亡蛋白酶活性强度的实验, 同时通过免疫印迹法检测 p53、c-myc、SRp30a、Bax、Bcl-2、Smac/DIABLO、Hsp70 和 PARP-1 等蛋白质的表达, 用荧光定量 PCR 检测系统评估 p53、c-myc Skp2、caspase-9 和 Fbw7a 的 mRNA 表达, 结果表明, 辣木水提取物增加了 p53 蛋白及其 mRNA 转录表达水平, 也增加了细胞凋亡蛋白酶活性, 实验还发现辣木叶水提取物能明显诱导肺泡上皮癌细胞在 DNA 水平上发生断裂, 产生更多的 DNA 碎片<sup>[22]</sup>。另外辣木叶对肝癌细胞增殖也有抑制作用, 实验发现, 辣木叶水提取物能够显著增加促肝癌细胞凋亡的标志物, 包括 PARP 和 caspase-3, 而抗凋亡蛋白如 Bcl-xL 则显著下降, 实验还发现, 辣木叶提取物浓度在 200

$\mu\text{g}/\text{ml}$  的时候能够在 80% 程度上抑制癌细胞的增殖, 效果非常显著<sup>[23]</sup>。

### 3.6 抗炎镇痛作用

辣木叶提取物所含成分具有抗炎作用。从辣木种子中提取出的异氰酸盐类物质, 能够显著降低 RAW 246.7 巨噬细胞内的 TLR4、TNF- $\alpha$  以及 IL-1 $\beta$  表达水平<sup>[24]</sup>。同样辣木花的 80% 水合乙醇提取物能够降低巨噬细胞一氧化氮、nuclear factor-kappa B (NF- $\kappa$ B)、IL-6 等炎症因子来抑制 NF- $\kappa$ B 信号通路来改善炎症反应<sup>[25]</sup>。

### 3.7 抗艾滋病作用

Obuggu 等招募了 40 名积极接受抗逆转录病毒药物治疗已达一年之久的 HIV 阳性者, 之后随机分为两组, 在实验组人群平常所食的棕榈油中掺入辣木叶粉干预二十天, 随后测试两组人群的体内 CD4 细胞含量, 结果表明, 实验组人群的 CD4 细胞显著增加。说明辣木叶粉末能够一定程度改善艾滋病人群的免疫功能<sup>[26]</sup>。

### 3.8 其他

研究发现, 辣木叶水提物还有明显的抗疟活性。实验分别以浓度梯度为 1000、2000、3000 mg/kg 的辣木叶水提物配合 6 mg/kg 的青蒿琥酯通过灌胃方式施加到伯氏疟原虫感染的大鼠身上, 结果表明, 寄生虫的生长抑制率可达 73%、82%、91%, 效果显著<sup>[27]</sup>。在另一方面, 辣木对于由重金属中毒之后机体功能的修复也有明显促进作用, 试验通过使 Wistar 大鼠暴露高浓度的镉环境中, 再用辣木叶提取物干预, 结果发现, 辣木叶能保持肝细胞膜的稳定性, 降低血浆异常升高的 ALT 和 AST 水平, 同时降低血清肌酐和尿素浓度, 从而保护肾小管完整性。另外, 辣木叶能提高血浆睾酮水平并降低睾丸丙二醛水平<sup>[28]</sup>。

## 4 总结

辣木凭借其丰富的营养价值和药用价值逐渐被国人熟知, 但作为一种新兴的食品原料, 想物尽其用则需要进一步的研究和推广。随着国内外对此种作物研究的不断深入, 对其作用机制的不断探索, 辣木食品及保健食品相关产品的研发将有巨大的开发前景。

### 参考文献

- Zhou YP(周永萍), et al. Nutritional value analysis of morin-

- ga [J]. *Mod Agric Sci Technol* (现代农村科技), 2016, 20: 73.
- 2 Sancehz-Machado DI, et al. Nutritional quality of edible parts of *moringa oleifera* [J]. *Food Anal Method*, 2010, 3: 175-180.
- 3 Moyo B, et al. Nutritional characterization of *moringa (Moringa oleifera Lam.)* leaves [J]. *Afr J Biotechnol*, 2011, 10: 12925-12933.
- 4 Salaheldeen M, et al. An evaluation of *moringa peregrina* seeds as a source for bio-fuel [J]. *Ind Crop Prod*, 2014, 61: 49-61.
- 5 Valdez-Solana MA, et al. Nutritional content and elemental and phytochemical analyses of *moringa oleifera* grown in Mexico [J]. *J Chem-Ny*, 2015, 2015: 1-9.
- 6 Liu CF(刘昌芬), et al. Nutritional value of *moringa* [J]. *Trop Agric Sci & Technol* (热带农业科技), 2004, 1: 4-7 + 29.
- 7 Ferreira PMP, et al. *Moringa oleifera*: bioactive compounds and nutritional potential [J]. *Rev Nutr*, 2008, 21: 431-437.
- 8 Makkar HPS, et al. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *moringa oleifera* leaves [J]. *Anim Feed Sci Tech*, 1996, 63: 211-228.
- 9 Bin Azad S, et al. Anti-hyperglycaemic activity of *moringa oleifera* is partly mediated by carbohydrase inhibition and glucose-fibre binding [J]. *Bioscience Rep*, 2017, 37: 1-11.
- 10 Paula PC, et al. A protein isolate from *moringa oleifera* leaves has hypoglycemic and antioxidant effects in alloxan-induced diabetic mice [J]. *Molecules*, 2017, 22: 1-15.
- 11 Arise RO, et al. Antidiabetic and antioxidant activities of ethanolic extract of dried flowers of *moringa oleifera* in streptozotocin-induced diabetic rats [J]. *Acta Fac Medicae Nai*, 2016, 33: 259-271.
- 12 Chen RJ(陈瑞娇), et al. Extraction of total flavonoids from *moringa* leaf and its hypoglycemic effect [J]. *J Food Sci Biotech* (食品与生物技术学报), 2007, 4: 42-45.
- 13 Helmy SA, et al. Hypolipidemic effect of *moringa oleifera lam* leaf powder and its extract in diet-induced hypercholesterolemic rats [J]. *J Med Food*, 2017, 20: 755-762.
- 14 Yang Q(杨倩), et al. Study on the hypolipidemic effect of *Moringa oleifera* extract [J]. *J Food Safety Qua* (食品安全质量检测学报), 2017, 3: 963-967.
- 15 Attakpa ES, et al. *Moringa oleifera*-rich diet and T-cell calcium signaling in hypertensive rats [J]. *Physiolog Res*, 2017, 66: 753-767.
- 16 Sana A, et al. Hypotensive activity of *moringa oleifera lam* (Moringaceae) root extracts and its volatile constituents [J]. *Trop J Pharm Res*, 2015, 14: 823-830.
- 17 Omodanisi EI, et al. Assessment of the anti-hyperglycaemic, anti-inflammatory and antioxidant activities of the methanol extract of *moringa oleifera* in diabetes-induced nephrotoxic male wistar rats [J]. *Molecules*, 2017, 22: 1-16.
- 18 Ngamukote S, et al. *Moringa oleifera* leaf extract increases plasma antioxidant status associated with reduced plasma malondialdehyde concentration without hypoglycemia in fasting healthy volunteers [J]. *Chinese journal of integrative medicine*, 2016, 24: 1-6.
- 19 Kapthivashan G, et al. The modulatory effect of *moringa oleifera* leaf extract on endogenous antioxidant systems and inflammatory markers in an acetaminophen -induced nephrotoxic mice model [J]. *Peerj*, 2016, 4: 1-18.
- 20 Tragulpakseerojn J, et al. Anti-proliferative effect of *moringa oleifera Lam* (Moringaceae) leaf extract on human colon cancer HCT116 cell line [J]. *Trop J Pharm Res*, 2017, 16: 371-378.
- 21 Tiloce C, et al. The antiproliferative effect of *moringa oleifera* crude aqueous leaf extract on human esophageal cancer cells [J]. *J Med Food*, 2016, 19: 398-403.
- 22 Tiloce C, et al. *Moringa oleifera* gold nanoparticles modulate oncogenes, tumor suppressor genes, and caspase-9 splice variants in A549 cells [J]. *J Cell Biochem*, 2016, 117: 2302-2314.
- 23 Jung IL, et al. A potential oral anticancer drug candidate, *moringa oleifera* leaf extract, induces the apoptosis of human hepatocellular carcinoma cells [J]. *Oncol Lett*, 2015, 10: 1597-1604.
- 24 Giacoppo S, et al. The isothiocyanate isolated from *moringa oleifera* shows potent anti-inflammatory activity in the treatment of murine subacute parkinson's disease [J]. *Rejuv Res*, 2017, 20: 52-65.
- 25 Tan WS, et al. *Moringa oleifera* flower extract suppresses the activation of inflammatory mediators in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 macrophages via NF-kappa B Pathway [J]. *Mediat Inflamm*, 2015, 2015: 1-11.
- 26 Ogbuagu EN, et al. CD4 pattern in HIV positive patients on HAART exposed to *moringa oleifera* leaf powder in south east Nigeria [J]. *Int J Infect Dis*, 2016, 45: 267.
- 27 Somsak V, et al. Antimalarial properties of aqueous crude extracts of gynostemma pentaphyllum and *moringa oleifera* leaves in combination with artesunate in plasmodium berghei-infected mice [J]. *J Trop Med*, 2016, 2016: 1-6.
- 28 Mallya R, et al. *Moringa oleifera* leaf extract: beneficial effects on cadmium induced toxicities a review [J]. *J Clin Diagn Res*, 2017, 11: 1-4.