

青刺果功能成分及药理作用研究进展

肖溪 杨锦玲 裴运林

(广东丸美生物技术股份有限公司研发部 广东 广州 510530)

摘要: 青刺果为扁核木属植物, 主要分布于我国西南地区, 含有丰富的脂肪酸、生物碱、多酚类、多糖类等功能成分。青刺果具有广谱抗氧化、抑菌、消炎、调节血脂血糖、保护内脏、免疫调节及抗肿瘤功能。其中, 对皮肤具有保湿、屏障修复、祛斑、皮肤疾病辅助治疗等效果。本文综述了青刺果主要功能成分及药理作用方面的研究, 对青刺果的功效进行了深入的介绍, 对今后研究重点以及青刺果功能成分在化妆品中的应用前景进行了展望。

关键词: 青刺果; 多酚; 多糖; 功效; 皮肤

0. 引言

青刺果(*Prinsepia utilis* Royle)是我国特色药食两用植物, 它属于扁核木属(*Prinsepia*)植物, 学名青刺尖、别名打油果, 主要分布于中国西南和喜马拉雅地区^[1]。明代《滇南本草》^[2]等早期著作中, 就有关于青刺果药用价值的记载。近年来, 大量研究表明: 青刺果含有丰富的营养物质和活性功能成分, 其功能成分具有广谱抗氧化、抑菌、消炎、调节血脂血糖、保护内脏、免疫调节及抗肿瘤功能。本文主要研究了青刺果主要功能成分及药理作用等方面的进展, 以期为青刺果功能成分的开发与应用提供参考。

1. 青刺果中含有丰富的有益功能成分

以往受测定分析手段的局限, 对青刺果功能成分种类、结构和含量等方面了解非常有限。近年来, 随着超临界萃取、串联质谱、代谢组学等现代分离分析技术的不断应用, 在青刺果中鉴定了大量新的功能成分^[3-4]。主要有脂肪酸、生物碱、多酚类、多糖类等功能成分以及多种蛋白质、氨基酸和矿物质等营养成分。

1.1 脂肪酸

青刺果果仁富含油脂, 含油率达 40% 以上^[5], 所含脂肪酸有 13 种, 其中饱和脂肪酸含量高, 甚至远高于深海鱼油^[6],

以亚油酸和油酸为主, 其多不饱和脂肪酸、饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸的比例约为 1 : 0.7 : 1^[7]。

1.2 生物碱

青刺果中含有多种生物碱。孙惠峰^[8]采用薄层色谱(TLC)分离, 结合质谱(MS)和同位素标记核磁共振(NMR)等方法从青刺果中鉴定出了多种生物碱。

1.3 多酚类

青刺果中含有丰富的多酚类化合物。Huang 等^[9]发现青刺果种子含有大量的酚类物质, 包括多种黄酮类化合物。Zhang 等采用固相微萃取(SPME)提取结合串联质谱(UHPLC-ESI-HRMS/MS)等方法, 鉴定了青刺果果实中 20 种多酚类化合物。青刺果的粗提物中总黄酮含量为 7.3%, 而青刺果油粕中总黄酮含量为 0.38%, 总黄酮得率为 5.20%^[11]。

1.4 多糖类

青刺果富含多糖类物质。贾仁勇等^[12]测定青刺果多糖含量为 36.44%。李超^[13]通过优化测定条件, 发现青刺果多糖含量高达 40.64%, 其丰富的多糖含量表明青刺果是一种具开发价值的多糖资源。纯化的青刺果多糖具有以下理化性质: 浅黄色粉末, 易溶于水, 难溶于乙醇等有机溶剂, 水溶液为透明的淡黄色, 常温下容易氧化和吸潮。

1.5 矿物质

青刺果果仁和叶片中均含有较丰富的常量及微量矿物



质。梅文泉等^[14]运用等离子体发射光谱仪(ICP-AES)分析发现, 叶中含量最高的无机元素是钾(K), 其次为钙(Ca)、磷(P)、镁(Mg)、硫(S)、铁(Fe)、锌(Zn)、锰(Mn)、铜(Cu)、镍(Ni)、铬(Cr), 且叶中的含量通常比果仁中要高。

1.6 其他成分

除上述物质外, Rai等^[15]采用气相色谱质谱联用(GC-MS)分析, 分别从青刺果茎叶和种子挥发油中鉴定出近百种化合物。除上述各类化合物外, 还包括多种蛋白质、氨基酸和维生素。其中, 袁瑾等^[16]发现青刺果果实中含有 1.21% 的粗蛋白, 张瑞琳^[17]从青刺果蛋白中鉴定出多种抗氧化活性肽。此外, Kilidhar 等^[18]从青刺果茎中鉴定出了木脂素和谷甾醇等化合物。

2. 青刺果功能成分具有多样化的药理作用

尽管很久以前就在实践中认识到青刺果的食疗和药用价值, 但对于其中的主效功能成分及其药理作用知之甚少。近年来, 药理学研究方法不断进步, 青刺果主要功能成分的药理作用也被不断揭示, 一些重要功能成分的作用分子机制也借助网络药理学等前沿方法得到解析。在皮肤保健作用中, 具有保湿、屏障修复、皮肤疾病辅助治疗等效果, 具有广阔的应用前景。

2.1 主要药理作用

2.1.1 抗凝血

张晓鹏等^[19]使用比浊法来测定不同剂量的青刺果油对血小板聚集率的影响, 发现一定剂量的青刺果油可降低人体血小板的聚集率, 进而预防和治疗动脉粥样硬化。以富含多不饱和脂肪酸的深海鱼油作为对照组进行对比, 药理作用和效果与同剂量的深海鱼油相当。推测出青刺果油中对血小板聚集有抑制效果的主要成分是多不饱和脂肪酸。

2.1.2 降血糖

陈瑞等^[20]通过四氧嘧啶(alloxan)所致糖尿病小鼠(*Mus musculus*)模型, 发现青刺果多糖能够增加糖尿病小鼠的体重, 青刺果多糖能极显著降低糖尿病小鼠的血糖(GLU)、甘油三酯(TG)、谷草转氨酶(AST)水平, 能显著降低极低密度脂蛋白胆固醇(VLDL-C)、谷丙转氨酶(ALT)和尿素氮(BUN)水平, 使血糖(GLU)、血清总胆固醇(TC)、TG、低密度脂蛋白胆固醇降低到正常水平, 说明青刺果多糖能有效降低糖尿病小鼠的血糖^[21-22], 还有调节高血糖并发的脂代谢紊乱的作用。

类似贾仁勇等^[23]用四氧嘧啶所致糖尿病小鼠模型, 发现青刺果黄酮也能降低GLU、TG和VLDL-C水平。且随着疗程推进, 血糖含量下降到正常水平, 研究证明青刺果黄酮可降低糖尿病小鼠的血糖水平, 其降血糖的效果与疗程相关, 说

明青刺果黄酮不仅能治疗糖尿病，还具有预防心血管病的作用。

2.1.3 降血脂

周帆等^[24]研究表明，青刺果油中的黄酮可以降低四氧嘧啶诱导的糖尿病小鼠的血脂含量^[23]。张春笋等^[25]通过建立高脂血症大鼠(*Rattus norvegicus*)模型，发现以小剂量服用青刺果油就可以降低血清总胆固醇(TC)和甘油三酯(TG)；大剂量时还能使高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、肝脂酶(HL)的活性加强。由于青刺果富含亚油酸，使食物中脂质在肠道中的滞留时间缩短，从而改善脂代谢，降低肝脏脂肪及粪便中脂质的含量。

曹定知等^[26]用高胆固醇高脂模型研究青刺果油对大鼠血脂的作用，实验说明青刺果油软胶囊能降低总胆固醇(TC)和动脉粥样硬化指数可以提高HDL-C/TC的比值，证明青刺果油软胶囊具有降脂、预防、治疗动脉粥样硬化以及并发心血管疾病的作用。张晓鹏等^[19]也通过大鼠实验证实了其降血脂的作用。格桑泽仁等^[27]进行了青刺果软胶囊对30位高血脂患者的治疗实验，80%的患者的血脂恢复到正常水平，而且无一例副作用报告，进一步证明了青刺果的降脂作用。

2.1.4 抗氧化

高凡丁^[28]利用特殊菌种发酵青刺果种子，发现总酚量增加、抗氧化性增强^[9]，其对DPPH·、ABTS+·的清除率与浓度呈量效关系，并与青刺果中总酚、总黄酮的含量显著相关。Kewlani^[29]发现产地海拔越高的青刺果，其抗氧化性(ABTS法)越高。Huang等^[9]发现在体外模拟环境下，胃肠道消化会增加酚类物质的生物利用率和抗氧化活性，而固态发酵则会进一步显著加强酚类的生物利用率和抗氧化活性^[9]。

张瑞琳^[17]采用酸溶醇沉法得到四种青刺果果实蛋白PSP1、PSP2、PSP3、PSP4，发现这些蛋白均具有一定的还原能力以及羟自由基和超氧阴离子清除能力。张晓鹏等^[19]用高脂血症大鼠进行实验，发现青刺果油能增加血清超氧化物歧化酶(SOD)活性，与其富含不饱和脂肪酸和维生素E有关。Gupta等^[30]采用体外抗氧化模型(DPPH法)和外科卵巢切除模型，发现青刺果叶甲醇提取物具有减少氧化应激的潜力和抗骨质疏松的活性。

2.1.5 抗缺氧

刘刚等^[31]用保健食品功能检验的方法，发现青刺果油能显著提高小鼠的缺氧耐力，推测其中的维生素E是起到抗缺氧性的主要成分。并开发了新型的抗缺氧保健食品，针对于在缺氧环境下工作和由于高强度脑力劳动而导致脑缺氧的人群，这种植物型食品避免了动物油脂来源高胆固醇、易氧化的缺点。

2.1.6 抗肿瘤

Peng等^[32]发现青刺果提取物中的类黄酮活性成分能够显著抑制小鼠中的肿瘤坏死因子(TNF- α)。Guan等^[33-34]从青刺果不同部位中分离鉴定了一系列三萜及甾体类化合物，茎叶中46个、种子中16个，其中包括了5个新的 γ -羟基萜。使用MTT法进行筛选可以说明三萜类化合物对A549(人肺腺癌细胞)，HCT116(人肠癌细胞)，MDA-MB-231(人乳腺癌细胞)，CCRF-CEM(人白血病细胞)均表现出显著的抑制活性。其中五环三萜化合物对肿瘤细胞毒性很强，具有潜在的药用价值，为今后抗肿瘤药物的开发提供了参考^[34-35]。

2.1.7 抑菌作用

朱正良等^[36]采用青刺果、金银花(*Lonicera japonica*)、金钱草(*Lysimachia christinae*)和迷迭香(*Rosmarinus officinalis*)的水提液进行了抑菌实验，结果表明青刺果水提液的抑菌效果比其他3种植物水提液更显著，且抑菌浓度低、热稳定性更好，对细菌的抑菌效果比真菌更显著。部分研究还证实青刺果水提液和醇提液都有很好的抑菌效果，但其抑菌的机理尚不明确^[37-38]。贾琳等^[39]的试验证明：青刺果油以及青刺果油与普洱茶汤混合液均有一定的抑菌作用，其中青刺果油普洱茶水混合液的抑菌效果很强，说明两者在抗菌作用上能协同增效。

张荣先等^[37]对比了青刺果的根、茎、叶、果实的水提液对包括大肠杆菌(*Escherichia coli*)、沙门氏菌(*Salmonella*)、变形杆菌(*Proteus*)、卡拉双球菌(*Diplococcus Carrara*)、金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)、白色念珠菌(*Candida albicans*)、酿酒酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)和黑曲霉(*Aspergillus niger*)等细菌和真菌的抑菌效果。结果显示，青刺果根和果实的水提液对以上6种致病菌都有抑制效果，对2种真菌则无效；相同浓度下青刺果果实水提液的抑菌效果比其他部位的水提液都要强。王雄清等^[40]的研究表明青刺果提取物对标准和耐药的金黄色葡萄球菌、沙门氏菌等6种菌株均有抑制作用。

和丽等^[41]以青刺果脱脂粕为原料，通过酶解制备了可抑制金黄色葡萄球菌的活性抗菌肽。尤艺璇等^[42]通过小鼠试验发现，青刺果油中表皮抗菌肽含量的增加可能与其组织蛋白酶抑制素和 β -防御素的表达增强有关。

代继玲^[43]以及孙惠峰^[44]认为青刺果的抑菌活性成分可能是其中的生物碱，青刺果总生物碱对几种受试菌都有显著的抑菌效果还能克服细菌的抗耐药性，其中对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌的抑菌效果非常明显。

2.1.8 保护内脏

贾仁勇、陈瑞、吕程等分别对糖尿病小鼠的内脏组织的病理变化进行了染色观察和脏器指数的测定，证明了青刺果

多糖具有保护肝^[21]、心肌^[22]、肺组织^[45]、肾^[46]等动物内脏的作用，同时可以改善肝功能的减退。陈瑞等^[20]发现实验中糖尿病小鼠的丙氨酸转氨酶、天冬氨酸转氨酶和尿素态氮水平降低，说明青刺果多糖还能对糖尿病引起的肝肾功能损伤有修复作用。陈瑞^[45]等观察了青刺果多糖对四氧嘧啶诱导的糖尿病小鼠肺组织病变症状的影响，经青刺果多糖治疗后，支气管、肺泡间隔和小血管周围网状纤维和原纤维含量与模型组相比减少，得出青刺果多糖对糖尿病小鼠肺脏损伤具有保护作用^[45]。

吴小兰等研究表明，青刺果黄酮能抑制糖尿病小鼠肝脏肿大，减轻肝脏组织病变。同时，青刺果黄酮还能治疗糖尿病并发的肝脏损伤^[47]，对肝功能衰退有显著改善作用，并能在一定程度上保护肾脏^[23]。对患糖尿病小鼠施以同剂量的青刺果黄酮，发现小鼠肺部的弥漫性出血、肺泡腔缩小、肺泡壁增厚等病变症状均有缓解，还延缓了肺损伤^[48]等问题。吴小兰、吕程等对糖尿病小鼠心^[49]、肝^[47]、肺^[48]、肾^[50]等组织的病理变化进行了染色观察，发现青刺果黄酮具有改善这些内脏组织的病理变化的作用，可以减少糖尿病导致的内脏等器官损伤。此外，杨赣军等^[51]发现青刺果黄酮可显著抑制糖尿病大鼠肾脏中 c-fos 和 c-jun 基因的表达，从而具有缓解肾脏损伤的效用。

2.1.9 免疫调节

青刺果种粕粉是果仁榨油后的副产品^[52]，富含黄酮和多糖等活性物质以及粗脂肪、粗蛋白质、维生素等营养成分，具有促进雏鸡(Gallus domestica)免疫系统发育的作用^[53]。喻印等^[54]的研究证明青刺果种粕粉通过增加 T 淋巴细胞和巨噬细胞的数量来提高鸡的免疫功能。

李晓卉等^[55]和钟妮娜等^[56]分别进行了鸡红细胞免疫及外周血淋巴细胞免疫功能的研究，发现青刺果黄酮和青刺果多糖均能提高细胞的免疫水平。钟妮娜等^[56]发现青刺果多糖可用作免疫增强剂。贾仁勇等^[57]发现青刺果多糖能增强鸡体液免疫功能，T 淋巴细胞 ANAE 阳性率、血清抗体水平。郑艳等^[58]的研究显示青刺果黄酮可通过提高血清抗体水平来增加免疫力，且对其他血液生化指标均无不良影响，具有开发为免疫剂的潜力。李晓卉等^[55]发现青刺果黄酮可提高总淋巴细胞玫瑰花环率和活性淋巴细胞玫瑰花环率，表明其具有提高机体的主动免疫功能的作用。同时 T 淋巴细胞百分率也有升高，表明其能提高机体的细胞免疫能力。

Takaishi 和 Xu 等^[59-60]从青刺果叶醇提物中分离了 2 个新的半萜类化合物，即青刺果内酯(utililactone)和表青刺果内酯(epiutililactone)，并证明了这两种半萜类化合物的免疫抑制活性。

2.2 护肤作用

2.2.1 保湿

刘树葆等^[61]通过保湿实验发现加了青刺果油的护肤霜的保湿性高于未加青刺果的普通护肤霜。张蕾^[62]让测试者使用含 5% 青刺果油的护肤品，发现含青刺果油的膏体可显著提高表皮水分含量，吴培诚等^[63]证实含青刺果油的层状液晶型保湿乳维持的保湿时间长，进一步证明了青刺果的保湿性能。

涂颖^[64]等发现青刺果油可以促进角质形成细胞合成神经酰胺，而神经酰胺具有很强的缔合水分子能力，能形成网状结构，从而维持皮肤的水分^[65]。涂颖^[64]等进行无创性皮肤测试后显示：使用青刺果油后，受试区表皮含水量增加，TEWL（经皮水分散失）值减少。此外，青刺果油对皮肤还有明显的促渗作用，因其成分与皮肤角质层中天然保湿因子的成分相似^[62]。

以上研究结果均表明，青刺果油具有较好的保湿性能，可作为化妆品的保湿添加剂。

2.2.2 屏障修复

青刺果油含大量不饱和脂肪酸及脂溶性维生素，能够修复受损的皮脂膜，使皮肤恢复到健康的状态。起珏等^[66]证明糖皮质激素依赖性皮炎患者使用含青刺果油的护肤品能有效恢复皮肤屏障功能。

涂颖^[67]构建了小鼠急性表皮通透屏障受损模型，发现使用 2% 青刺果油干预后，提高了角化套膜蛋白和细胞间脂质合成关键酶的表达，从而修复急性表皮通透屏障，且 2% 青刺果油对表皮通透屏障的修复效果优于 2% 葵花籽油，上文也提到，涂颖^[64]的研究发现，外用含青刺果油乳剂，角质形成细胞的神经酰胺含量增加，TEWL 值降低，皮脂含量增加，也说明青刺果油具有修复皮肤屏障的作用，其作用与其增加神经酰胺含量及上调酸性神经酰胺酶(ASH1)的表达有关，青刺果油为角质层补充了适当的脂质。尤艺璇等人^[42]的小鼠试验证明，外用青刺果油对表皮通透屏障功能有修复作用，且青刺果油干预后的效果优于橄榄(Canarium album)油。以上研究均证明青刺果油有修复表皮通透屏障的功能。

2.2.3 消炎止痒

据明代兰茂^[2]在《滇南本草》中记载，青刺果的一些药用价值早被民间所认识。人们用青刺果油抹脚，可治疗脚气。浸泡过蜈蚣的青刺果油对顽固性皮炎和风湿性关节炎都有治疗作用^[68]。张蕾^[62]报道青刺果油还具有防止蚊虫叮咬、消肿，防止瘙痒的等功能。

基于二甲苯致小鼠耳肿胀急性炎症模型，曹玺^[69]发现青刺果油皮炎凝胶的高剂量组能极显著抑制小鼠耳廓肿胀和极显著增高豚鼠(Cavia porcellus)致痒阈(P<0.01)，低剂量组

能显著抑制小鼠耳廓肿胀($P < 0.05$)，说明青刺果油皮炎凝胶具有抗炎、止痒作用。

王兰等^[70]发现青刺果提取物能抑制醋酸所致的小鼠腹腔毛细血管通透性增高，缓解二甲苯所致的小鼠耳肿胀。王毓杰等^[71]采用小鼠耳肿胀炎症模型和蛋清所致大鼠足肿胀模型，发现青刺果醇提物和水提物均具有体外抗炎作用，并鉴定了抗炎活性成分正三十四烷醇和五环三萜类化合物熊果酸。

2.2.4 皮炎治疗

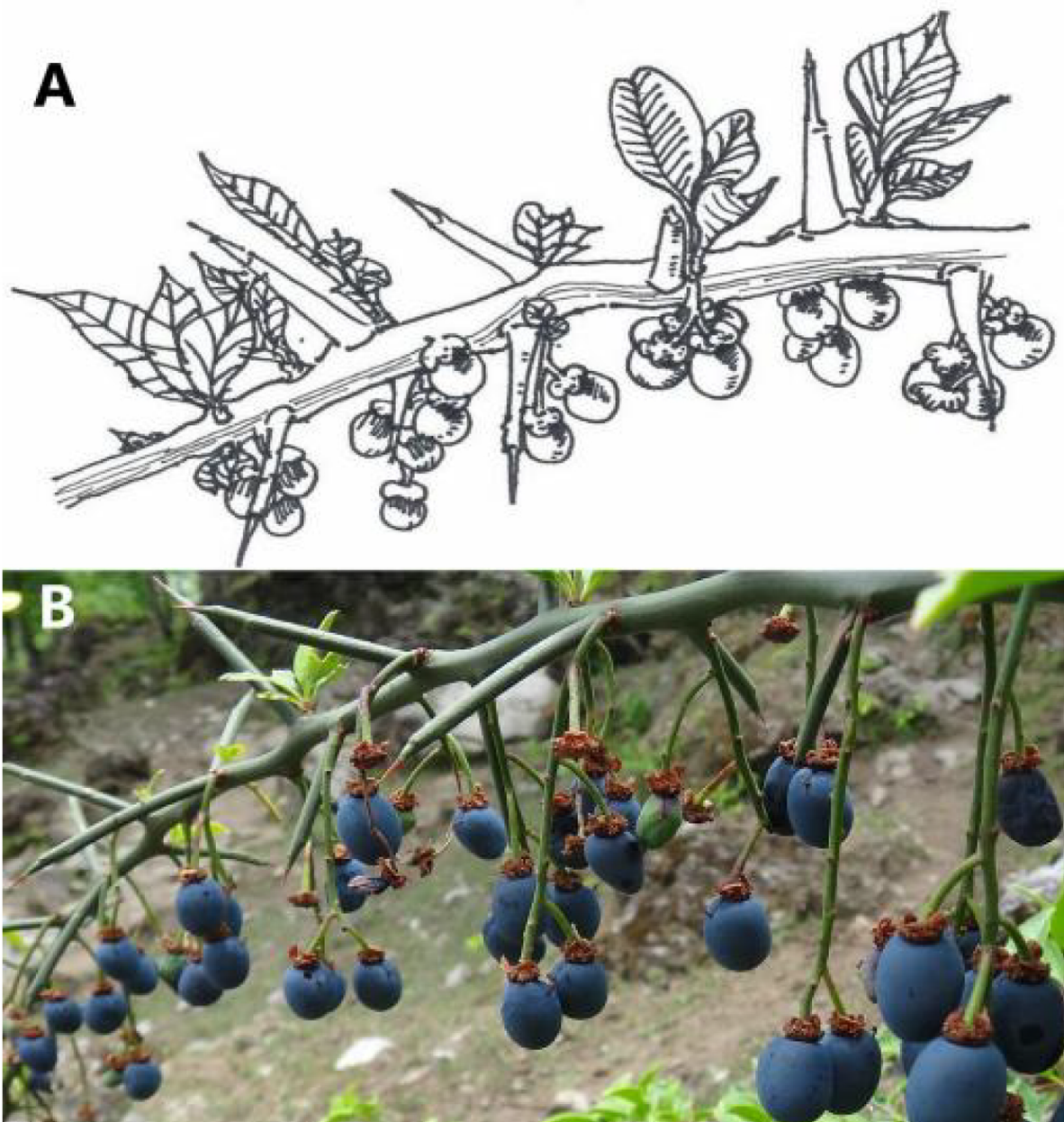
Wang^[72]等使用添加青刺果提取物的润肤霜，在婴儿特异性皮炎(AD)的养护期显著降低了AD发作的风险，可延后发作时间和改善临床症状。尤艺璇等^[42]通过用特异性皮炎样小鼠模型发现，外用青刺果油可以通过增加组织蛋白酶抑制素和 β -防御素来增强表皮抗菌肽的作用，具有治疗特异性皮炎的潜在药用价值。起珏等^[66]的研究显示，青刺果油能一定程度缓解糖皮质激素依赖性皮炎的症状。

2.2.5 疮症治疗

庞勤等^[73-74]研究表明，含青刺果油的护肤品不仅能修复皮肤破损，还对痤疮患者皮肤的水油平衡起到很好的效果，能一定程度恢复皮肤的各项生理功能，从而能减轻寻常型痤疮的程度。张丽梅等^[75]发现青刺果油可以明显降低皮肤高危组织患者压疮的发生率，提高压疮的临床治疗效果，缩短压疮愈合时间。张蕾^[62]报道青刺果油还具有治愈冻疮的功能。和义瑞等^[76]还发现青刺果油具有修复创面组织、抚平疤痕的功效。

2.2.6 祛斑美白

Zhang等^[77]用含有青刺果油的复方霜涂抹黄褐斑的受试者，在12周后进行黄褐斑面积及严重程度评分(MASI)，发现用复方霜组比熊果苷对照组淡斑美白效果更好，能更显著地减少红斑和炎症细胞密度，且无过敏反应。



3. 总结与展望

青刺果作为我国特色药食两用植物，具有重要的药用价值。由于青刺果分布多限于我国西南地区特别是云南境内，其资源评价与规模化繁育栽培、功能成分分析与生物合成途径探索、功能基因鉴定与新种质创制、药理作用验证与分子机制解析、功能产品开发与推广利用等方面的研究还远未深入。今后的研究重点应聚焦运用现代生物技术创制富含特定功能成分的青刺果新种质，运用现代代谢组学方法鉴定新的功能成分，采用现代分析化学方法分离富集特定成分，应用临床实验研究青刺果功能成分的药理功能，运用网络药理学和分子生物学方法解析其功能成分作用的分子机制，运用现代生物制药技术开发应用型产品等方面。其中，青刺果功能成分在抑制皮炎、缓解痤疮、皮肤保湿、祛斑美白等功效在美妆业中具有重要的应用价值。总之，青刺果及其功能成分具有巨大的药用、保健和护肤价值，目前迫切需要加强相关的基础研究与应用研究，以便为相关产业发展提供理论和技术支撑。

基金项目：广东省重点领域研发计划项目(2022B111108003)

作者简介：肖媛(1992-)，女，硕士，研究方向为植物学和化妆品科学。

* 通讯作者：裴运林(1972-)，男，现任广东丸美生物技术股份有限公司产品研发部总经理，广州市高层次人才优秀专家、广东省生物护肤品工程技术研究中心主任、30年化妆品行业研发、管理经验。

参考文献：

[1] Ma X, Wang Z W, Tian B, et al. Phylogeographic analyses of the east Asian endemic genus *Prinsepia* and the role of the east Asian monsoon system in shaping a north-south divergence pattern in China. [J]. *Front Genet*, 2019, 10.

[2] 明·兰茂. 滇南本草(第二卷)[M]. 昆明: 云南人民出版社, 1975, 426-427.

[3] 和丽媛, 王玲, 吕俊梅. 青刺果油研究进展 [J]. *粮食科技与经济*, 2019, 44(07):145-148.

[4] 左爱华, 韦群辉. 民族药青刺果的生药学研究 [J]. *云南中医中药杂志*, 2008(05):30-31.

[5] 端木凡林, 阴景喜, 闫开明, 等. 天然青刺果油低温萃取及其保健功能 [J]. *粮食与油脂*, 2001(06):32-33.

[6] 杨红, 冯静. 青刺果的民族植物学及其开发利用研究

[J]. *西昌学院学报(自然科学版)*, 2007, (02):84-86+90.

[7] 杜萍, 单云, 孙卉, 等. 丽江产野生青刺果油营养成分分析 [J]. *食品科学*, 2011, 32(20):217-220.

[8] 孙惠峰. 青刺果化学成分和生物碱抑菌活性研究 [D]. 昆明医科大学, 2014.

[9] Huang S Q, Ma Y L, Zhang C T, et al. Bioaccessibility and antioxidant activity of phenolics in native and fermented *Prinsepia utilis* Royle seed during a simulated gastrointestinal digestion in vitro [J]. *J Funct Foods*, 2017, 37:354-362.

[10] Zhang X, Jia Y J, Ma Y L, et al. Phenolic composition, antioxidant properties, and inhibition toward digestive enzymes with molecular docking analysis of different fractions from *Prinsepia utilis* Royle fruits. [J]. *Molecules*, 2018, 23(12).

[11] 詹素琼, 袁定胜, 李旭廷, 等. 青刺果总黄酮定性分析及含量测定 [J]. *安徽农业科学*, 2010, 38(28):15580-15582+15585.

[12] 贾仁勇, 李超, 殷中琼. 青刺果多糖的提取及含量测定 [J]. *时珍国医国药*, 2008(07):1641-1642.

[13] 李超. 青刺果多糖的提取工艺及其对鸡免疫调节作用的研究 [D]. 四川农业大学, 2009.

[14] 梅文泉, 汪禄祥, 黎其万, 等. 云南青刺果仁、叶微量元素成分分析 [J]. *广东微量元素科学*, 2002(07):53-56.

[15] Rai V K, Gupta S C, Singh G B. Volatile monoterpenes from *Prinsepia utilis* L. leaves inhibit stomatal opening in *Vicia faba* L. [J]. *Biol Plantarum*, 2003, 46(1):121-124.

[16] 袁瑾, 李风起, 钟惠民. 野生植物青刺尖和火棘果实的营养成分 [J]. *植物资源与环境学报*, 2002(02):63-64.

[17] 张瑞琳. 抗氧化青刺果果实蛋白应用生物化学作用特性与青刺果油制品的研究 [D]. 上海海洋大学, 2018.

[18] Kilidhar S. B., Parthasarathy M. R., Sharma P. Prinsepiol, a lignan from stems of *Prinsepia utilis* [J]. *Phytochemistry*, 1982, 21(3):796-797.

[19] 张晓鹏, 林晓明. 青刺果油调节血脂及对血小板体外聚集作用的影响 [J]. *卫生研究*, 2005(01):79-81.

[20] 陈瑞, 黎晓敏, 殷中琼, 等. 青刺果多糖对糖尿病小鼠血糖、血脂含量的影响 [J]. *时珍国医国药*, 2007(12):2967-2969.

[21] 陈瑞, 贾仁勇, 殷中琼, 等. 青刺果多糖对糖尿病小鼠肝组织病理变化的影响 [J]. *辽宁中医药大学学报*, 2007(05):167-169.

[22] 贾仁勇, 陈瑞, 殷中琼, 等. 青刺果多糖对糖尿病

小鼠心肌组织病理变化的影响 [J]. 苏州大学学报 (医学版), 2008(04):535-537+512.

[23] 贾仁勇, 殷中琼, 吴小兰, 等. 青刺果黄酮对四氧嘧啶所致糖尿病小鼠的降糖作用 [J]. 中药材, 2008(03):399-403.

[24] 周帆, 郭伟民, 林华庆. 青刺果的药理活性研究进展 [J]. 中国药房, 2014, 25(07):670-672.

[25] 张春笋, 古松, 张荣先, 等. 青刺果油对大鼠脂代谢的药理研究 [J]. 食品与生物技术学报, 2006(05):107-110.

[26] 曹定知, 廖志航. 青娜油软胶囊对大鼠血脂的影响 [J]. 中药药理与临床, 2004(02):45.

[27] 格桑泽仁, 徐国庆, 欧文伟. 青娜油软胶囊对高血脂近期疗效的观察 [J]. 华西药理学杂志, 2003(01):72.

[28] 高凡丁, 黄士淇, 张成庭, 等. 发酵青刺果种子的酚类物质组成及抗氧化活性分析 [J]. 云南民族大学学报 (自然科学版), 2018, 27(03):167-175.

[29] Kewlani P, Tiwari D C., Singh B, et al. Source-dependent variation in phenolic compounds and antioxidant activities of *Prinsepia utilis* Royle fruits [J]. Environ Monit Assess, 2022, 194(3).

[30] Gupta R, Goyal R, Bhattacharya S, et al. Antioxidative in vitro and antiosteoporotic activities of *Prinsepia utilis* Royle in female rats [J]. EUR J Integr Med, 2015, 7(2):157-163.

[31] 刘刚, 王庆旭, 杨立成. 青刺尖种籽油抗缺氧生理活性的研究 [J]. 西南农业大学学报, 2002(06):548-550.

[32] Peng Y, Peng C, Wu Y, et al. Chemical profiles of the active fraction from *Prinsepia utilis* Royle leaves and its anti-benign prostatic hyperplasia evaluation in animal models [J]. BMC Complement Med, 2021, 21(1).

[33] Peng C C, Wang C H, Guan B, et al. Chemical constituents from the aerial parts of *Prinsepia utilis* [J]. Chem Nat Compd, 2014, 50(6):1106-1107.

[34] 管斌. 青刺尖化学成分及抗肿瘤活性研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2013.

[35] Guan B, Peng C C, Zeng Q, et al. Cytotoxic pentacyclic triterpenoids from *Prinsepia utilis*. [J]. Planta Med, 2013, 79(5):365-368.

[36] 朱正良, 樊建, 赵天瑞, 等. 青刺果提取液的抑菌对比研究 [J]. 云南师范大学学报 (自然科学版), 2002(06):49-54.

[37] 张荣先, 仇博宇, 赵佳, 等. 青刺果不同部位水提取液的抑菌效果 [J]. 安徽农业科学, 2007(02):408-409+411.

[38] 朱正良, 樊建, 张惠芬, 等. 青刺果乙醇提取物对桃子的保鲜效果 [J]. 西南农业大学学报, 2002(05):442-444.

[39] 贾琳, 史云东, 李祥. 青刺果油与普洱茶水抗菌效果的对比研究 [J]. 粮油食品科技, 2010, 18(05):31-33.

[40] 王雄清, 蒲忠慧, 阮期平, 等. 青刺果分离提取物的抑菌活性研究 [J]. 绵阳师范学院学报, 2013, 32(11):69-72+104.

[41] 和丽, 熊海涛, 王雪峰, 等. 响应面试验优化复合酶法制备青刺果抗菌肽的工艺研究 [J]. 中国油脂, 2021, 46(06):33-37.

[42] 尤艺璇, 涂颖, 刘海洋. 青刺果油对特异性皮炎样小鼠模型表皮通透屏障及抗菌肽表达的影响 [J]. 中国皮肤性病学杂志, 2018, 32(06):632-637.

[43] 代继玲. 青刺果中黄酮的分离和生物碱抑菌活性研究 [D]. 昆明医科大学, 2013.

[44] 孙惠峰, 张济麟, 代继玲, 等. 青刺果总生物碱抗菌活性研究 [J]. 昆明医科大学学报, 2014, 35(10):12-14.

[45] 陈瑞, 贾仁勇, 殷中琼, 等. 青刺果多糖对糖尿病小鼠肺组织病理变化的影响 [J]. 西南大学学报 (自然科学版), 2007(12):68-72.

[46] 吕程, 李正文, 殷中琼, 等. 青刺果多糖对糖尿病小鼠肾组织形态学的影响 [J]. 华西药理学杂志, 2014, 29(04):469-471.

[47] 吴小兰, 殷中琼, 贾仁勇, 等. 青刺果黄酮对糖尿病小鼠肝组织病理变化的影响 [J]. 时珍国医国药, 2007(11):2661-2663.

[48] 吕程, 贾仁勇, 殷中琼, 等. 青刺果黄酮对糖尿病小鼠肺病理变化的影响 [J]. 华西药理学杂志, 2011, 26(06):540-542.

[49] 吴小兰. 青刺果总黄酮的提取工艺及其对糖尿病小鼠降血糖效应的研究 [D]. 雅安: 四川农业大学, 2008, 540-542.

[50] 吕程, 吴小兰, 殷中琼, 等. 青刺果总黄酮对四氧嘧啶致糖尿病小鼠肾组织形态学的影响 [J]. 中国药理学通报, 2014, 30(05):672-675.

[51] 杨赣军, 张小强, 孙弋. 青刺果黄酮对糖尿病大鼠肾组织 c-fos 基因表达上调的抑制作用 [J]. 河南职工医学院学报, 2012, 24(03):267-269.

[52] 蒲中慧, 贾仁勇, 殷中琼, 等. 青刺果种粕粉乙酸乙酯提取物及其体外抑菌作用 [J]. 中国兽医杂志, 2009, 45(07):76-78.

[53] 殷中琼, 喻印, 贾仁勇, 等. 青刺果种粕粉对鸡免疫器官发育的影响 [J]. 动物营养学报, 2007(03):245-252.

[54] 喻印, 殷中琼, 贾仁勇, 等. 青刺果种粕粉对鸡免疫器官中免疫细胞动态变化的影响 [J]. 畜禽业, 2007(03):6-7.

[55] 李晓卉, 殷中琼. 青刺果黄酮对鸡红细胞免疫及

外周血淋巴细胞免疫功能的影响 [J]. 中国兽医杂志, 2009, 45(03):43-44.

[56] 钟妮娜, 李超, 殷中琼, 等. 青刺果多糖对鸡红细胞免疫及外周血淋巴细胞免疫功能的影响 [J]. 安徽农业科学, 2007(31):9937-9938.

[57] 贾仁勇, 李超, 殷中琼, 等. 青刺果多糖对鸡血清抗体和血液生化指标的影响 [J]. 安徽农业科学, 2008(17):7247-7248+7481.

[58] 郑艳, 殷中琼, 聂奎, 等. 青刺果黄酮对鸡血清抗体和血液生化指标的影响 [J]. 安徽农业科学, 2007(08):2279-2280.

[59] Takaishi Y. A New Hemiterpene derivative from *Prinsepia utilis* [J]. Chinese Chem Lett, 2006(02):198-200.

[60] Xu Y Q, Yao Z, Hu J Y, et al. Immunosuppressive terpenes from *Prinsepia utilis*. [J]. J Asian Nat Prod Res, 2007, 9(6-8):637-642.

[61] 刘树葆, 张蕾, 田颖, 等. 青刺果及其在化妆品中的应用 [C]. 2006 年中国化妆品学术研讨会论文集. 2006:203-206.

[62] 张蕾. 青刺果油的保湿性研究 [J]. 日用化学品科学, 2008, (10):22-25.

[63] 吴培诚, 刘彩云, 罗欣茹. 复配青刺果油在层状液晶型保湿乳中的应用 [J]. 中国美容医学, 2018, 27(07):90-93.

[64] 涂颖, 顾华, 李娜, 等. 青刺果油对神经酰胺合成及神经酰胺酶表达的影响 [J]. 中华皮肤科杂志, 2012(10):718-722.

[65] 蒲云峰, 张伟敏, 钟耕. 神经酰胺功能和应用 [J]. 粮食与油脂, 2005(07):14-16.

[66] 起珏, 庞勤, 涂颖, 等. 含 1% 青刺果油和 10% 马齿苋提取物的护肤品对糖皮质激素依赖性皮炎患者皮肤屏障恢复的临床观察 [J]. 临床皮肤科杂志, 2012, 41(02):119-121.

[67] 涂颖, 尤艺璇, 李娜, 等. 青刺果油对角化套膜蛋白和脂质合成酶表达的影响 [J]. 皮肤病与性病, 2020, 42(05):629-634.

[68] 董丽萍. 大理州野生青刺果经济价值及栽培技术初探 [J]. 林业调查规划, 2004(S1):287-289.

[69] 曹玺, 和丽生, 刘因华, 等. 青刺果油皮炎凝胶抗炎止痒作用的实验研究 [J]. 云南中医中药杂志, 2021, 42(02):64-66.

[70] 王兰, 杜娟, 余芍静, 等. 青刺抗炎、降血脂药理作用初步研究 [J]. 四川生理科学杂志, 2004(04):184.

[71] 王毓杰, 张艺, 杜娟, 等. 民族药青刺尖抗炎活性成分的初步研究 [J]. 华西药学杂志, 2006(02):152-154.

[72] Wang S, Wang L H, Ping L, et al. The improvement of infantile atopic dermatitis during the maintenance period: A multicenter, randomized, parallel controlled clinical study of emollients in *Prinsepia utilis* Royle. [J]. Dermatol Ther, 2020, 33(2).

[73] 庞勤, 涂颖, 何黎. 含青刺果油及马齿苋提取物护肤品辅助治疗寻常型痤疮临床观察 [J]. 临床皮肤科杂志, 2012, 41(06):380-382.

[74] 庞勤, 涂颖, 何黎. 含马齿苋及青刺果油医学护肤品辅助治疗寻常型痤疮的疗效观察 [C]. 2011 全国中西医结合皮肤性病学术会议论文集. 2011:134.

[75] 张丽梅, 毛红春. 穴位配合青刺果油按摩受压部位组织预防压疮的疗效观察 [J]. 中国民族民间医药, 2015, 24(08):120-121.

[76] 和义瑞, 左铃兰, 张合全. 大黄末与青刺果油治疗黄牛大面积烧伤二例 [J]. 中兽医学杂志, 2014(01):30.

[77] Zhang Q Y, Tu Y, Gu H, et al. A cream of herbal mixture to improve melasma. [J]. J Cosmet Dermatol, 2019, 18(6).

表 1 青刺果果实中已被鉴定的酚类化合物

编号	化合物名	分子式	质谱特征 (m/z)
1	奎宁酸, Quinic acid	C7H12O6	191.0550
2	咖啡酰基葡萄糖, Caffeoyl glucose	C15H18O9	341.0848
3	香草酸己糖苷, Vanillic acid hexoside	C14H18O9	329.0876
4	原儿茶酸, Protocatechuic acid	C7H6O4	153.0180
5	水杨酸 -O- 己糖苷, Salicylic acid-O-hexoside	C13H16O8	299.0770
6	阿魏酸 - β - 葡萄糖苷, Ferulic acid- β -glucoside	C16H20O9	355.1029
7	水杨酸底漆苷, Primeveroside salicylic acid	C18H24O12	431.1186
8	山奈酚 -3-O- 芦丁 -7-O- 葡萄糖, kaempferol-3-O-rutinoside-7-O-glucose	C33H40O20	755.2036
9	二辛基 -7- 葡萄糖苷, Eriodictyol-7-glucoside	C21H22O11	449.1096
10	异长春花素 -7- 葡萄糖苷, Isosakuranetin-7-rutinoside	C28H34O14	593.1849
11	山奈酚 -3- 芦丁, Kaempferol-3-rutinoside	C27H30O15	593.1505
12	芹菜甙, Apiin	C26H28O14	563.1403
13	芹菜素 -7-O- 芸香糖苷, Apigenin-7-O-rutinoside	C27H30O14	577.1551
14	芦丁, Rutin	C27H30O16	609.1458
15	槲皮素 -3- 葡萄糖苷, Quercetin-3-glucoside	C21H20O12	463.0878
16	木犀草素 -7- 芦丁, Luteolin-7-rutinoside	C27H30O15	593.1503
17	异鼠李糖醇 -3-O- 芸香糖苷, Isorhamnetol-3-O-rutinoside	C28H32O16	623.1611
18	山奈酚己糖苷, Kaempferol hexoside	C21H20O11	449.1114
19	异亮氨酸 -9-O- 葡萄糖苷, Isolariciresinol-9-O-glucoside	C26H34O11	521.2024

注: 鉴定方法为 UPLC-ESI-HRMS/MS, 参考 Huang 等 (2017) [9], 略作改进