

• 综 述 •

茄的化学成分及药理作用研究进展

孙 晶, 顾宇凡, 李曼曼, 苏小琴, 李 辉, 李 军*, 屠鹏飞*

北京中医药大学 中药现代研究中心, 北京 100029

摘 要: 茄是一种药食两用植物, 富含咖啡酰奎宁酸酯衍生物、黄酮类、生物碱类、甾体皂苷类等多种化学成分, 具有抗炎、镇痛、抗氧化、调血脂、降血糖和抗肿瘤等多种生物活性。综述了国内外对茄的化学成分及药理作用研究进展, 并对茄的开发利用前景进行展望, 为进一步合理开发和综合利用茄的药用资源提供有益参考。

关键词: 茄; 咖啡酰奎宁酸酯; 黄酮; 生物碱; 甾体皂苷

中图分类号: R282.71 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2013)18-2615-08

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2013.18.025

Research advances on chemical constituents of *Solanum melongena* and their pharmacological activities

SUN Jing, GU Yu-fan, LI Man-man, SU Xiao-qin, LI Hui, LI Jun, TU Peng-fei

Modern Research Center for Traditional Chinese Medicine, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China

Key words: *Solanum melongena* L.; caffeoylquinic acid ester; flavonoid; alkaloid; steroidal glycoside

茄 *Solanum melongena* L. 属茄科茄属植物, 国内外广泛种植, 其根、茎、叶、花、蒂、果实均可药用, 具有清热止血、祛风利湿、散瘀消肿、止痛等功效。茄根和茎用于治疗风湿热痹、久痢不止、女阴挺出以及冻疮等症; 茄叶主治血淋、血痢、肠风下血、痈肿、冻伤; 茄花主治创伤、牙痛; 茄蒂可治疗肠风下血; 果实晒干研末可治乳腺溃烂^[1]。近年来, 随着对茄的化学成分和药理活性研究的逐步深入, 发现其活性成分丰富, 在抗炎、镇痛、抗氧化、调血脂、降血糖和抗肿瘤等方面显示出潜在的药用价值。本文主要对茄的化学成分及其药理作用研究进展进行综述, 以期对其进一步开发利用提供参考。

1 化学成分

茄中含有的化学成分多种多样, 目前分离鉴定的化合物主要有咖啡酰奎宁酸酯衍生物、黄酮类、生物碱类、甾体皂苷类等。部分化合物的结构见图1和2。

1.1 咖啡酰奎宁酸酯类

目前从茄中共分离得到的10个咖啡酰奎宁酸酯类化合物, 它们大多分布在果实中。此类化合物是奎宁酸的羟基与咖啡酸的羧基形成酯, 因奎宁酸具有多个羟基, 而咖啡酸也具有顺式和反式, 故形成的化合物结构多种多样。Whitaker等^[2]从茄果实中鉴定了8个此类化合物, 分别为5-*O*-(*E*)-caffeoylquinic acid (1)、5-*O*-(*Z*)-caffeoylquinic acid (2)、3-*O*-caffeoylquinic acid (3)、4-*O*-caffeoylquinic acid (4)、3, 5-di-*O*-caffeoylquinic acid (5)、4, 5-di-*O*-caffeoylquinic acid (6)、3-*O*-acetyl-4-*O*-caffeoylquinic acid (7)、3-*O*-acetyl-5-*O*-caffeoylquinic acid (8)。Ma等^[3]从茄果实中分离鉴定了2个丙二酰取代物3-*O*-malonyl-5-*O*-(*E*)-caffeoylquinic acid (9)、4-*O*-(*E*)-caffeoyl-5-*O*-malonylquinic acid (10)。

1.2 黄酮类

茄中的黄酮类成分主要包括花色苷类、黄酮醇及其苷类、黄酮类、二氢黄酮类和双黄酮类。花色

收稿日期: 2013-06-01

基金项目: 科技部“重大新药创制”科技重大专项(2013ZX09402201)

作者简介: 孙 晶(1990—), 女, 硕士研究生, 研究方向为中药活性成分与质量评价。Tel: (010)64286490 E-mail: ycsunjing2008@126.com

*通信作者 李 军 Tel: (010)64286350 E-mail: drlj666@163.com

屠鹏飞 Tel: (010)82802750 E-mail: pengfeitu@bjmu.edu.cn

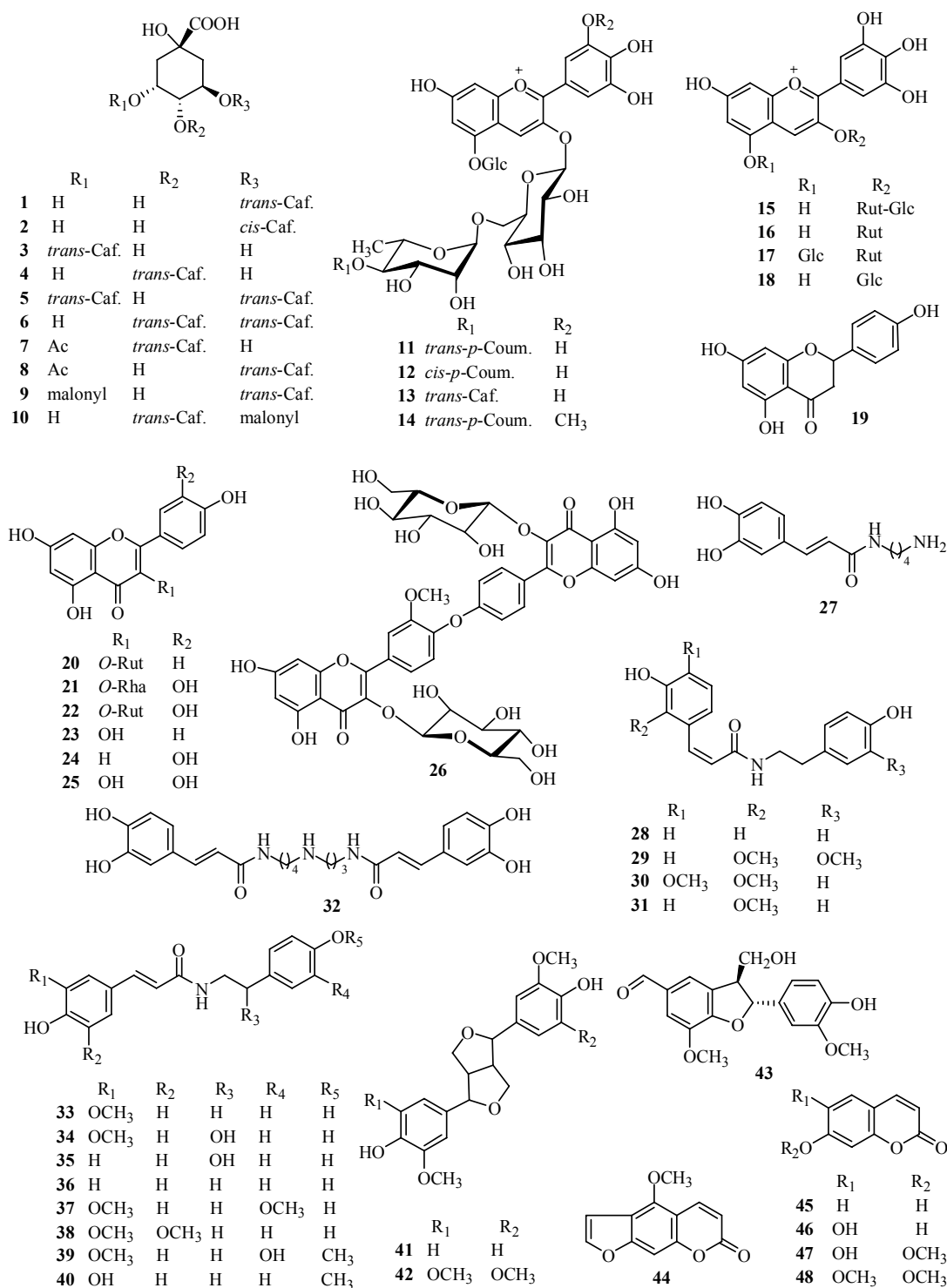


图1 茄中分离得到的咖啡酰奎宁酸酯衍生物、黄酮类、苯丙酰胺衍生物、木脂素和香豆素类化合物

Fig. 1 Caffeoylquinic acid ester derivatives, flavonoids, phenylpropanoid amide derivatives, lignins, and coumarins isolated from *S. melongena*

苷类成分主要分布在果皮中，常见茄茄的紫色就来源于此类化合物，可以开发成天然食用色素，目前从茄中共分离得到8个花色苷类化合物。有学者从茄皮中分离鉴定2种含有顺、反对香豆酰基花色苷

(nasunin/*cis*-nasunin, **11/12**)^[4-6]。Sadilova 等^[7]从果实中分离到 delphinidin-3-*O*-rutosyl-glucoside (**15**)、delphinidin-3-*O*-rutinoside (**16**)、delphinidin-5-*O*-glucoside-3-*O*-rutinoside (**17**)，其中前者早在

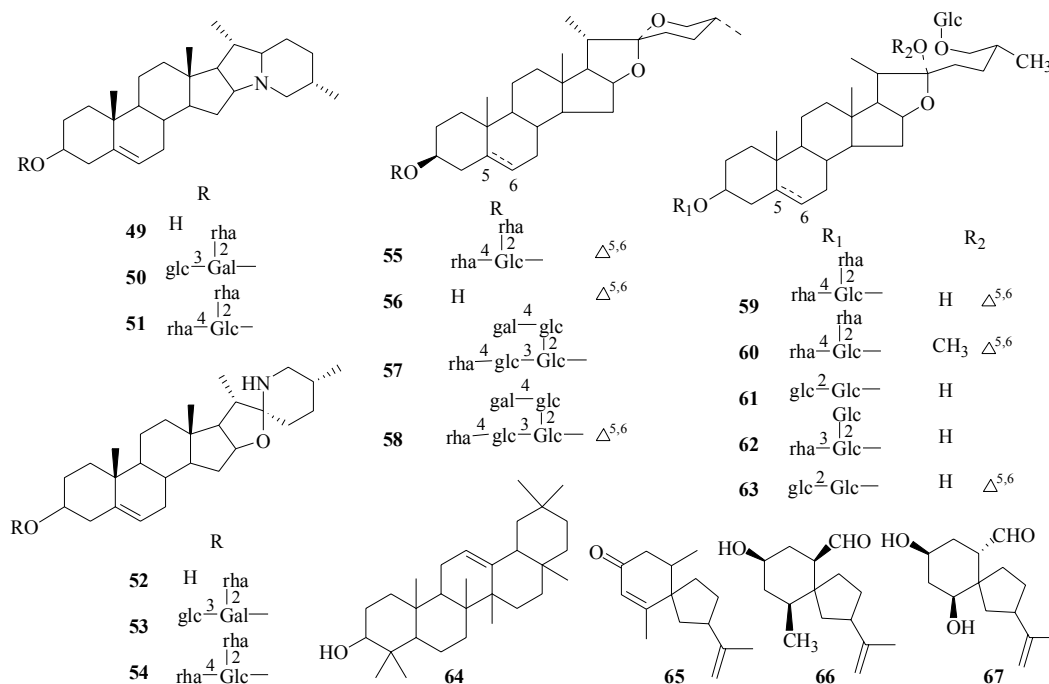


图2 茄中分离得到的甾体生物碱、甾体皂苷和萜类化合物

Fig. 2 Steroidal alkaloids, steroidal glycosides, and terpenoids isolated from *S. melongena*

1970 年就被分离出来^[8]；Azuma 等^[9]还从茄皮中分离出了 delphinidin-3-*O*-glucoside (18)、delphindin-3-*O*-(4'''-*O*-caffeoylrutinoside)-5-*O*-glucoside (13) 和 petunidin-3-*O*-(4'''-*O*-*p*-coumaroylrutinoside)-5-*O*-glucoside (14)。茄中的黄酮醇及其苷类成分分布在茄植物的各个部位,如茄叶中的黄酮醇苷 kaempferol-3-*O*-rutinoside (20) 和 quercetin-3-*O*-rhamnoside (21)^[10],茄茎中的黄酮醇山柰酚 (kaempferol, 23) 和槲皮素 (quercetin, 25),茄根、茎中均含有的芦丁 (22)^[11],茄茎中还含有黄酮类如木犀草素 (luteolin, 24) 和二氢黄酮类如柚皮素 (naringenin, 19)^[12]。至今只从茄种子中发现 1 个双黄酮 (solanoflavone, 26),其通过 B 环的 4'位相连^[13]。

1.3 生物碱类

有学者报道生物碱是茄根活血、镇痛的主要有效成分^[14]。茄中的生物碱包括苯丙酰胺衍生物和甾体生物碱。苯丙酰胺衍生物的基本母核为苯丙烯酸类的羧基与苯乙胺的氨基形成的酰胺及其衍生物。目前从茄根和茎中共分离得到 14 个苯丙酰胺衍生物,包括 *N*-*trans*-feruloyltyramine (33)、*N*-*trans*-feruloyloctopamine (34)、*N*-*trans*-*p*-coumaroyloctopamine (35)、*N*-*trans*-*p*-coumaroyltyramine (36)^[15]、*N*-*cis*-*p*-coumaroyltyramine (28)^[16]、*N*-*cis*-feruloyl-3-

methoxytyramine (29)、*N*-*cis*-sinapoyltyramine (30)、*N*-*cis*-feruloyltyramine (31)、*N*-*trans*-feruloyl-3-methoxytyramine (37)、*N*-*trans*-sinapoyltyramine (38)、*N*-*trans*-feruloyl-4-*O*-methyldopamine (39)、7'-(3', 4'-dihydroxyphenyl)-*N*-[(4-methoxyphenyl) ethyl] propenamide (40)^[11]、*N*-caffeoylputrescine (27) 和 *N*, *N'*-dicaffeoylspermidine (32)^[2]。茄中的甾体生物碱多为茄科植物特有,常以苷类形式存在,大多分布在果实中,常见的有 α -茄碱 (α -solanine, 50)、 α -卡茄碱 (α -chaconine, 51)、茄解碱 (solasonine, 53)、澳洲茄边碱 (solamargine, 54) 及其苷元茄啉 (solanidine, 49) 和澳洲茄胺 (solasodine, 52)^[17-19]等。甾体生物碱既有良好的抗肿瘤活性,也具有一定的毒性,如食用 α -茄碱会产生呕吐、腹泻等不良反应。

1.4 甾体皂苷类

茄中的甾体皂苷类成分主要分布于根、茎和种子中。Chiang 等^[20]从茄根中分离鉴定了原薯蓣皂苷 (protodioscin, 59) 及其甲基取代物 methyl protodioscin (60) 和薯蓣皂苷 (dioscin, 55)。Shvets 等^[21]和 Shabana 等^[22]分别从茄根、茎中分离得到薯蓣皂苷元 (diosgenin, 56)。Kintya 等^[23]从茄种子中分离得到 5 种甾体皂苷 melongosides L (57)、M (58)、N (61)、P (62) 和 O (63),其中 3 种为呋甾烷醇型甾体皂苷^[24]。

1.5 其他类化合物

茄的根和茎中还含有简单苯丙素衍生物如阿魏酸、ethyl-*p*-coumarate、ethyl ferulate、ethyl caffeate、ferul aldehyde 和 3-hydroxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-propanone^[15-16,25]，其中多数化合物可能为分离过程中产生的人工产物。赵莹^[12]和 Liu 等^[16]从茄根、茎中分离得到木脂素类化合物，如松脂素 (pinoresinol, 41)、丁香脂素 (syringaresinol, 42) 和 ficusal (43)。从茄的根和茎中分离得到 5 种香豆素类化合物，如茎中的 bergapten (44)、umbelliferone (45)、aesculetin (46)^[18]，根中的 isoscopoletin (47)^[15]、6, 7-dimethoxycoumarin (48)^[16]。Yoshihara 等^[25]从根部分离得到具有抗炎活性的倍半萜 solavetivone (65)、lubimin (66) 及其异构体 *epi*-lubimin (67)。另外，地上部分还含有三萜类化合物 β -amyrin (64)^[18]，脂肪酸棕榈酸 (hexadecanoic acid) 和 9, 10, 13-三羟基-11-反式-十八碳烯酸 (9, 10, 13-trihydroxy-11-octadecenoic acid)^[11]以及小分子醛类如香草醛^[15,25]。MacLeod 等^[26]用 GC-MS 分析了烹饪后的茄果实，检测出了 60 种挥发性成分 (包括 20 种环烷烃)。

2 药理活性

2.1 抗炎、镇痛作用

茄在抗炎、镇痛方面的研究最多的是茄根。茄根传统用于治疗风湿痹痛、冻疮、牙痛等疾病，这与其抗炎作用是分不开的。茄根水提液能显著抑制角叉菜胶诱导的大鼠足肿胀^[27]；茄根水煎剂对于二甲苯所致的小鼠耳廓肿胀具有一定的抑制作用^[28]；汪鋈植等^[29-30]用大鼠牙周炎模型阐明茄根酸性组分的抗炎机制可能为抑制大鼠牙龈组织中肿瘤坏死因子- α (TNF- α) 和白细胞介素-6、8 (IL-6、8) 水平的升高，使炎症介质前列腺素 E₂ (PGE₂) 量减少。利用大鼠胸膜炎模型研究发现茄根酸性组分可以降低大鼠血清中白三烯 B₄ (LTB₄) 的量^[31]；还能抑制环氧酶-2 (COX₂) 水平^[32]和显著抑制小鼠腹腔巨噬细胞核因子 (NF- κ B) 的表达^[33]。Barnabas 等^[10]利用足肿胀实验和棉球实验证明茄叶的 80%乙醇提取物也具有抗炎活性。Han 等^[34]用胰蛋白酶诱导的大鼠足肿胀实验证明干茄水提物可以抑制炎症反应。对于茄根的研究不仅仅局限于抗炎作用，茄根在镇痛方面也表现出一定的活性。Ashish 等^[35]用热板法、醋酸引起小鼠扭体反

应和尾部浸渍法证明了茄根水醇提取物有镇痛作用。Vohora 等^[36]报道茄发挥镇痛作用的成分可能为生物碱，从茄叶中提取的碱性成分对大鼠具有明显的非麻醉型镇痛作用。另外，茄根总生物碱还能缓解电刺激引起的小鼠疼痛^[14]。

2.2 抗氧化作用

茄中含有较多的酚性化合物，此类化合物往往具有还原性，从而表现出一定的抗氧化作用。Akanitapichat 等^[37]用 1, 1-二苯基-2-三硝基苯肼 (DPPH) 和总抗氧化能力检测试剂盒 (ABTS) 法研究发现，总酚酸和总黄酮量高的茄品种，其抗氧化性最高。Hanson 等^[38]采用黄嘌呤氧化酶 (XOD) 系统，通过计算氮蓝四唑 (NBT) 抑制率的方法研究了 33 个不同品种茄果实的超氧阴离子清除率，结果发现其水提物的清除率与其含有的总抗坏血酸呈一定的相关性。生茄和熟茄的果实抗氧化作用不同，生茄、烤茄、煮茄清除超氧阴离子和羟自由基的能力依次增加^[39]。Akanitapichat 等^[37]也证明茄果实提取物可抑制由叔丁基过氧化物 (t-BuOOH) 诱导的毒性反应，具有抗氧化作用。茄的抗氧化活性究竟是哪类成分在发挥作用众说纷纭，从茄果实中提取出的黄酮类成分可以降低丙二醛、氢过氧化物、结合二烯的浓度，也会使过氧化氢酶和谷胱甘肽的浓度增加^[40]。另据报道^[41]茄皮中含有的花色苷成分具有清除超氧阴离子的作用，还能通过螯合 Fe³⁺抑制羟自由基的产生，抑制脂质过氧化。茄皮中的红色素对羟自由基、超氧阴离子、H₂O₂ 均有清除作用，可能因其 B 环上 3 个羟基提供活泼氢的缘故^[42]。茄的抗氧化作用在延缓衰老方面具有一定的研究价值。

2.3 对血脂、胆固醇的作用

近年来茄的保健作用不容忽视，其在调血脂、降胆固醇方面具有良好的作用。Odetolal 等^[43]发现茄果实可以使高胆固醇兔子模型血清中的胆固醇浓度降低 65.4%，甘油三酯降低 47.7%，升高血清中高密度脂蛋白的浓度，降低低密度脂蛋白的浓度。Sudheesh 等^[44]发现从茄果实中提取出的黄酮类成分具有明显调节血脂和降低胆固醇的作用，表现为肝脏和粪便中胆汁酸的浓度增加。然而有研究者持相反的观点，大鼠 ig 茄果实提取物后，总胆固醇和动脉粥样硬化脂蛋白并未减少，相反，茄果实中的高组胺类成分还会增加低密度脂蛋白的氧化程度^[45]。38 名志愿者服用茄果实后血清胆固醇和脂肪水平与对

照组相比,无显著差异,因此推测茄果实对胆固醇和脂肪的影响或是微弱或是短暂的^[46]。汪鋈植等^[47]发现内服茄根酸性组分可以显著降低高脂血症小鼠的三酰甘油的量,提高高密度脂蛋白与低密度脂蛋白的比例,而外用时,却可以升高血脂浓度,证明茄对血脂的影响可能与给药途径有关。

2.4 降血糖作用

茄含糖量低,是糖尿病人可食用的一种蔬菜。茄果实和皮的水提取物富含的酚酸类成分能抑制 α -葡萄糖苷酶和 α -淀粉酶,作用强度与茄的品种有关^[48]。茄根中含有的一种苯丙酰胺衍生物 *N-trans-p-coumaroyltyramine* (36) 对 α -葡萄糖苷酶具有较强的抑制活性,这为茄根临床用于治疗2型糖尿病提供依据^[16]。

2.5 抗肿瘤作用

有学者对茄在抗肿瘤方面的作用进行了研究。结果发现,同时对大鼠 ig 茄果实提取物和阿霉素时,大鼠的骨髓细胞染色体变异要少于二者单独使用^[49],可见二者有协同作用。另有报道,茄皮提取物中的有效成分花翠素能轻微抑制基质金属蛋白酶 MMP-2 和 MMP-9^[50]。

2.6 对中枢神经系统的作用

白建平等^[51]研究发现,茄根水煎剂有一定的镇静催眠作用,可以提高戊巴比妥钠所致的小鼠入睡率,对抗尼可刹米引起的惊厥。茄叶中的生物碱成分也具有一定的中枢神经抑制作用,小鼠 ip 100 mg/kg 茄叶氯仿萃取物可以延长戊巴比妥睡眠时间^[35]。

2.7 对心血管的作用

通过玻片法和毛细玻管法研究发现,茄根总生物碱可以延长小鼠凝血时间,还可以缓解脑垂体后叶素引起的家兔心肌缺血^[14]。茄果肉还具有降低血压的作用。Kwon 等^[48]发现茄果实水提取物对血管紧张素酶 I 具有高度抑制活性。从茄皮中分离得到的茄色苷(11)能抑制人脐静脉内皮细胞的增殖,其抑制作用与剂量相关^[52]。茄根醇提物有改善微循环的作用,可以增加小鼠耳廓毛细血管交叉点数,剂量为 20 g/kg 时其作用与阿司匹林相近^[28]。另外,茄还具有止血的功效,在临床上茄果实外敷应用于会阴血肿、瘀血等出血症。蒙根等^[53]用免疫性血小板减少小鼠模型探究了茄茎的止血作用,发现茄茎煎剂能显著增加免疫性血小板减少模型小鼠的血小板数量。

2.8 其他作用

除了上述的药理活性外,茄还有其他方面的药理作用。茄果实提取物可以抑制免疫或非免疫引起的过敏反应,抑制组胺释放,抑制肥大细胞分泌肿瘤坏死因子- α (TNF- α)^[54]。Purushothaman 等^[55]发现,茄和 *Solanum trilobatum* L. 提取物的混合物可以调节肝靶向酶,抑制由 β -半乳糖胺导致的肝损伤。Das 等^[56]对比了茄叶不同溶剂提取物对3种皮肤癣菌的影响,结果发现氯仿提取物抗菌活性最强,甲醇和石油醚提取物抗菌活性较弱。另外,茄叶提取物还能引起支气管收缩,其作用强度与剂量相关,机制可能是激活蕈毒碱受体,这为临床治疗哮喘提供一定的依据^[57]。

2.9 毒性

近几年有报道食用大量或未成熟茄果实的中毒事件,其毒性成分主要是茄中含有的甾体糖苷生物碱,其毒性机制为抑制胆碱酯酶。Blankemeyer 等^[58]采用非洲爪蟾胚胎发育和器官致畸试验研究茄解碱(53)和澳洲茄边碱(54)的毒性,结果发现二者对胚胎显示出明显的毒性和器官致畸作用,且澳洲茄边碱毒性较大。 α -茄碱(50)又称龙葵素,是茄中量最高的糖苷生物碱,Patil 等^[59]研究发现小鼠 ip 50 mg/kg α -茄碱后会出现呼吸困难、后腿无力甚至死亡等中毒症状,但剂量为 10 mg/kg 时无死亡现象。Slanina 等^[60]研究证明,每个人服用龙葵素的中毒情况有个体差异,平均中毒量为 5 mg/kg,致死量为 3~6 mg/kg。

3 结语

茄在我国广泛分布和种植,是一种药食两用植物。茄的果实是餐桌上十分常见的蔬菜之一;茄根为中医临床用药,也是土家族常用药物之一,具有祛风利湿、清热止血、散瘀消肿等功效,主治风湿痹痛、冻疮、牙痛、脚气、血痢、便血等。现代药理研究表明,茄根具有多种生物活性,如抗炎、镇痛、降血糖、镇静以及心血管方面作用。近年来,人们保健意识逐渐提高,以熟悉的食物开发成保健食品和药物不失为一种既经济又有效的方法。茄具有多种药理作用,但目前对茄的研究还不够深入,如在调血脂、降低胆固醇方面还存在较大争议;其所含的生物碱既有抗癌的活性也有一定的毒性;茄根总酚酸中具有镇痛、抗炎作用的是哪种酚酸类成分,其具体的作用机制等都有待进一步研究。茄根除了以单味入药外,大多数情况下是以复方或制剂的

形式入药,如《中国药典》2010年版收载的复方制剂“祛风舒筋丸”^[61]等。如何对茄根药材和含茄根的复方制剂进行有效的质量控制,也是值得探讨的课题。

参考文献

- [1] 国家中医药管理局. 中华本草 (第 19 卷) [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999.
- [2] Whitaker B D, Stommel J R. Distribution of hydroxycinnamic acid conjugates in fruit of commercial eggplant (*Solanum melongena* L.) cultivars [J]. *J Agric Food Chem*, 2003, 51: 3448-3454.
- [3] Ma C, Dastmalchi K, Whitaker B D, *et al.* Two new antioxidant malonated caffeoylquinic acid isomers in fruit of wild eggplant relatives [J]. *J Agric Food Chem*, 2011, 59: 9645-9651.
- [4] Watanabe S, Sakamura S, Obata Y. The structures of acylated anthocyanins in eggplant and perilla and the position of acylation [J]. *Agric Biol Chem*, 1966, 30: 420-422.
- [5] 林欣助, 刘建忠, 蔡正宗. 茄子花色素苷之结构鉴定 [J]. 台湾农业化学与食品科学, 2001, 39(5): 370-378.
- [6] Ichihyanagi T, Kashiwada Y, Shida Y, *et al.* Nasunin from eggplant consists of *cis-trans* isomers of delphinidin 3-[4-(*p*-coumaroyl)-*L*-rhamnosyl (1-6) glucopyranoside]-5-glucopyranoside [J]. *J Agric Food Chem*, 2005, 53: 9472-9477.
- [7] Sadilova E, Stintzing F C, Carle R. Anthocyanins, colour and antioxidant properties of eggplant (*Solanum melongena* L.) and violet pepper (*Capsicum annum* L.) peel extracts [J]. *Z Naturforsch*, 2006, 61: 527-535.
- [8] Tanchev S S, Ruskov P J, Timberlake C F. Anthocyanins of Bulgarian aubergine (*Solanum melongena*) [J]. *Phytochemistry*, 1970, 9: 1681-1682.
- [9] Azuma K, Ohyama A, Ippoushi K. Structures and antioxidant activity of anthocyanins in many accessions of eggplant and its relatives [J]. *J Agric Food Chem*, 2008, 56: 10154-10159.
- [10] Barnabas C G G, Nagarajan S. Chemical and pharmacological studies on the leaves of *Solanum melongena* [J]. *Fitoterapia*, 1989, 60(1): 77-78.
- [11] 惠 春, 林大专, 孙 莹, 等. 茄根茎中有效成分芦丁的再利用研究 [J]. 药理药化, 2009, 9: 2385-2386.
- [12] 赵 莹. 两种茄属植物化学成分分离、微生物转化及生物活性研究 [D]. 济南: 山东大学, 2010.
- [13] Shen G H, Kiem P V, Cai X F, *et al.* Solanoflavone, A new biflavonol glycoside from *Solanum melongena*: seeking for anti-inflammatory components [J]. *Arch Pharm Res*, 2005, 28(6): 657-659.
- [14] 汪鋆植, 叶 红. 茄子根总生物碱活血止痛作用的实验研究 [J]. 中国中医药科技, 1999, 6(6): 381-382.
- [15] Yoshihara T, Takamatsu S, Sakamura S. Three new phenolic amides from the roots of eggplant (*Solanum melongena* L.) [J]. *Agric Biol Chem*, 1978, 42(3): 623-627.
- [16] Liu X C, Luo J G, Kong L Y. Phenylethyl cinnamides as potential α -glucosidase inhibitors from the roots of *Solanum melongena* [J]. *Nat Prod Commun*, 2011, 6(6): 851-853.
- [17] El-Khrisy E A M, Abdel-Hafez O M, Mahmood K, *et al.* Constituents of *Solanum melongena* var. *esculentum* fruits [J]. *Fitoterapia*, 1986, 57(6): 440-441.
- [18] Ahmed K M. Constituents of the aerial parts and roots of some *Solanum melongena* varieties [J]. *Egypt J Pharm Sci*, 1996, 37(1/6): 37-44.
- [19] Eanes C R, Tek N, Kirsoy O, *et al.* Development of practical HPLC methods of the separation and determination of eggplant steroidal glycoalkaloids and their aglycones [J]. *J Liq Chromatogr Relat Technol*, 2008, 31: 984-1000.
- [20] Chiang H C, Chen Y Y. Xanthine oxidase inhibitors from the roots of eggplant (*Solanum melongena* L.) [J]. *J Enzyme Inhib*, 1993, 7(3): 225-235.
- [21] Shvets S A, Kintya P K. Purification of diosgenin from eggplant root. Russia, SU1736500 A1 [P]. 1992-05-30.
- [22] Shabana M M, Nour M G. Sapogenins from *Agave sisalana* Perr. and *Solanum melongena* L. growing in Egypt [J]. *Egypt J Pharm Sci*, 1976, 16(3): 359-365.
- [23] Kintya P K, Shvets S A. Melongoside L and melongoside M, steroidal saponins from *Solanum melongena* seeds [J]. *Phytochemistry*, 1985, 24(1): 197-198.
- [24] Kintya P K, Shvets S A. Melongosides N O and P: steroidal saponins from seeds of *Solanum melongena* [J]. *Phytochemistry*, 1985, 24(7): 1567-1569.
- [25] Yoshihara T, Hagihara Y, Nagaoka T, *et al.* Fungitoxic compounds from the roots of the eggplant stock [J]. *Ann Phytopath Soc Japan*, 1988, 54(4): 453-459.
- [26] MacLeod A J, De Troconis N G. Aroma volatiles of aubergine (*Solanum melongena*) [J]. *Phytochemistry*,

- 1983, 22(9): 2077-2079.
- [27] 郑 锦, 白建平, 于肯明. 茄根药理作用的研究 [J]. 大同医学专科学校学报, 2005(3): 10-11.
- [28] 朱曲波, 杨 琼, 石米阳, 等. 茄根的镇痛、抗炎作用研究 [J]. 中药药理与临床, 2003, 19(4): 26-28.
- [29] 汪鋆植, 沈映君, 崔帮平, 等. 茄根酸性组分对牙周炎症相关细胞因子含量的影响 [J]. 时珍国医国药, 2005, 16(9): 860-861.
- [30] 汪鋆植, 沈映君, 叶 红, 等. 茄根酸性组分对大鼠牙周炎的影响 [J]. 中国民族医药杂志, 2007, 2(3): 59-60.
- [31] 汪鋆植, 沈映君, 叶 红, 等. 茄根酸性组分对胸膜炎大鼠血清中白三烯 B₄ 含量的影响 [J]. 中国民族医药杂志, 2007, 2(4): 49-50.
- [32] 汪鋆植, 沈映君, 叶 红, 等. 茄根酸性组分对环氧酶-2 的影响 [J]. 时珍国医国药, 2005, 16(12): 1254-1255.
- [33] 汪鋆植, 沈映君, 叶 红, 等. 茄根酸性组分对脂多糖诱导的小鼠腹腔巨噬细胞核因子 κ B 表达的影响 [J]. 时珍国医国药, 2005, 16(11): 1088-1089.
- [34] Han S W, Tae J, Kim J A, *et al.* The aqueous extract of *Solanum melongena* inhibits PAR2 agonist-induced inflammation [J]. *Clin Chim Acta*, 2003, 328: 39-44.
- [35] Ashish S, Yadav S. Analgesic activity of root extract of *Solanum melongena* Linn. root [J]. *Int J Res Ayurveda Pharm*, 2011, 2(5): 1615-1617.
- [36] Vohora S B, Kumar I, Khan M S. Effect of alkaloids of *Solanum melongena* on the central nervous system [J]. *J Ethnopharmacol*, 1984, 11(3): 331-336.
- [37] Akanitapichat P, Phraibung K, Nuchklang K, *et al.* Antioxidant and hepatoprotective activities of five eggplant varieties [J]. *Food Chem Toxicol*, 2010, 18: 3017-3021.
- [38] Hanson P M, Yang R Y, Tsou S C S, *et al.* Diversity in eggplant (*Solanum melongena*) for superoxide scavenging activity, total phenolics, and ascorbic acid [J]. *J Food Compos Anal*, 2006, 19(6/7): 594-600.
- [39] Roberto L S, Marta F, Giuseppe M, *et al.* Thermal treatment of eggplant (*Solanum melongena* L.) increases the antioxidant content and the inhibitory effect on human neutrophil burst [J]. *J Agric Food Chem*, 2010, 58(6): 3371-3379.
- [40] Sudheesh S, Sandhya C, Koshy A S, *et al.* Antioxidant activity of flavonoids from *Solanum melongena* [J]. *Phytother Res*, 1999, 13: 393-396.
- [41] Noda Y, Kaneyuki T, Igarashi K, *et al.* Antioxidant activity of nasunin, an anthocyanin in eggplant [J]. *Res Commun Mol Pathol Pharmacol*, 1998, 102: 175-187.
- [42] 赵 芳, 边 丽, 胡栋梁. 茄子皮红色素抗氧化活性研究 [J]. 食品与机械, 2008, 24(2): 62-64.
- [43] Odetola A A, Iranloye Y O, Akinloye O. Hypolipidaemic potentials of *Solanum melongena* and *Solanum gilo* on hypercholesterolemic rabbits [J]. *Pakistan J Nutr*, 2004, 3(3): 180-187.
- [44] Sudheesh S, Presannakumar G, Vijayakumar S, *et al.* Hypolipidemic effect of flavonoids from *Solanum melongena* [J]. *Plant Food Hum Nutr*, 1997, 51: 321-330.
- [45] Botelho F V, Eneas L R, Cesar G C, *et al.* Effects of eggplant (*Solanum melongena*) on the atherogenesis and oxidative stress in LDL receptor knock out mice (LDLR^{-/-}) [J]. *Food Chem Toxicol*, 2004, 42: 1259-1267.
- [46] Guimaraes P R, Galvao A M, Batista C M. Eggplant (*Solanum melongena*) infusion has a modest and transitory effect on hypercholesterolemic subjects [J]. *Braz J Med Biol Res*, 2000, 33(9): 1027-1036.
- [47] 汪鋆植, 容 辉, 翟文海, 等. 茄根酸性组分降血脂作用研究 [J]. 中国民族医药杂志, 2007, 2(2): 53-54.
- [48] Kwon Y I, Apostolidis E, Shetty K. *In vitro* studies of eggplant (*Solanum melongena*) phenolics as inhibitors of key enzymes relevant for type 2 diabetes and hypertension [J]. *Bioresour Technol*, 2008, 99(8): 2981-2988.
- [49] Ferreira L, Carvalho J C T, Maistro E L. Standardized *Solanum melongena* extract presents protective effects against chromosomal aberrations induced by doxorubicin in Wistar rat bone marrow cells [J]. *Cytologia*, 2003, 68(2): 177-181.
- [50] Nagase H, Sasaki K, Kito H, *et al.* Inhibitory effect of delphinidin from *Solanum melongena* on human fibrosarcoma HT-1080 invasiveness *in vitro* [J]. *Planta Med*, 1998, 64(3): 216-219.
- [51] 白建平, 于肯明, 李月英, 等. 茄根对中枢神经系统的影响 [J]. 大同医学专科学校学报, 2000(3): 8-9.
- [52] Matsubara K, Kaneyuki T, Miyake T, *et al.* Antiangiogenic activity of nasunin, an antioxidant anthocyanin, in eggplant peels [J]. *J Agric Food Chem*, 2005, 53: 6272-6275.
- [53] 蒙 根, 李 峰, 杜风珍, 等. 茄杆对小鼠血小板红

- 细胞白细胞的作用 [J]. 时珍国医国药, 2001, 12(1): 3-4.
- [54] Lee Y M, Jeong H J, Na H J, *et al.* Inhibition of immunologic and nonimmunologic stimulation-mediated anaphylactic reactions by water extract of white eggplant (*Solanum melongena*) [J]. *Pharmacol Res*, 2001, 43(4): 405-409.
- [55] Purushothaman A, Ahmad T, Meenatchi P, *et al.* Combined effects of *Solanum trilobatum* and *Solanum melongena* against β -galactosamine induced hepatic damage in rats with reference to marker enzymes and antioxidants status [J]. *Biochem: An Indian J*, 2012, 6(2): 49-56.
- [56] Das J, Lahan J P, Srivastava R B. *Solanum melongena*, a potential source of antifungal agent [J]. *Indian J Microbiol*, 2010, 50(1): 62-69.
- [57] Mans D R A, Toelsie J, Mohan S, *et al.* Spasmogenic effect of a *Solanum melongena* leaf extract on guinea pig tracheal chains and its possible mechanism (s) [J]. *J Ethnopharmacol*, 2004, 95: 329-333.
- [58] Blankemeyer J T, McWilliams M L, Rayburn J R, *et al.* Developmental toxicology of solamargine and solasonine glycoalkaloids in frog embryos [J]. *Food Chem Toxicol*, 1998, 36(5): 383-389.
- [59] Patil B C, Sharman R P, Salunkhe D K, *et al.* Evaluation of solanine toxicity [J]. *Food Cosmet Toxicol*, 1972, 10(3): 395-398.
- [60] Slanina P. Solanine (glycoalkaloids) in potatoes: toxicological evaluation [J]. *Food Chem Toxicol*, 1990, 28(11): 759-761.
- [61] 中国药典 [S]. 一部. 2010.