

- 报: 自然科学), 2001, 34(4): 120-122.
- [20] Hu K, Zhu S Q, Tan F, *et al.* Studies on callus induction of *Taxus media* and darkening inhibition in callus subculture [J]. *J Southwest China Norm Univ, Nat Sci* (西南师范大学学报: 自然科学版), 2004, 29(4): 659-663.
- [21] Baebler S, Camloh M, Kovac M, *et al.* Jasmonic acid stimulates taxane production in cell suspension culture of yew (*Taxus media*) [J]. *Planta Med*, 2002, 68(5): 475-480.
- [22] Bonfill M, Palazon J, Rosa M, *et al.* Influence of elicitors on taxane production and 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase activity in *Taxus media* cells [J]. *Plant Physiol Biochem*, 2003, 41: 91-96.
- [23] Chen Y, Wu Y, Hu Q, *et al.* Effects of phenylalanine, sucrose and mannitol on the growth and production of taxol, baccatin III and 10-deacetyl baccatin III in suspension cells of *Taxus media* [J]. *Acta Pharm Sin* (药学报), 1998, 33(2): 132-138.
- [24] Tabata H. Paclitaxel production by plant-cell-culture technology [J]. *Adv Biochem Eng Biotechnol*, 2004, 87: 1-23.
- [25] Kai G Y, Miao Z Q, Qiu C X, *et al.* Molecular cloning and characterization of a taxadienol acetyl transferase cDNA from *Taxus media* [J]. *Plant Sci*, 2004, 167(4): 759-764.
- [26] Kai G, Zhao L, Zhang L, *et al.* Characterization and expression profile analysis of a new cDNA encoding taxadiene synthase from *Taxus media* [J]. *J Biochem Mol Biol*, 2005, 38(6): 668-675.
- [27] Liao Z H, Gong Y F, Kai G Y, *et al.* An intron-free methyl jasmonate inducible geranylgeranyl diphosphate synthase gene from *Taxus media* and its functional identification in yeast [J]. *Mol Biol*, 2005, 39(1): 11-17.
- [28] Guo B H, Kai G Y, Gong Y F, *et al.* Molecular cloning and heterologous expression of a 10-deacetyl baccatin III-10-O-acetyl transferase cDNA from *Taxus media* [J]. *Mol Biol Rep*, 2007, 34(2): 89-95.
- [29] Jin H, Gong Y, Guo B, *et al.* Isolation and characterization of a 2C-methyl-D-erythritol 2, 4-cyclodiphosphate synthase gene from *Taxus media* [J]. *Mol Biol (Mosk)*, 2006, 40(6): 1013-1033.
- [30] Zhu S Q. Studies on the dynamic change on taxol content in branches of *Taxus media* and technology of extraction and purification of taxol [A]. *Dissertation of Master Degree of Southwest Normal University* (西南师范大学硕士论文) [D]. Chongqing: Southwest Normal University, 2005.
- [31] Yang X F, Liu K L, Xie M. Purification of taxol by industrial preparative liquid chromatography [J]. *J Chromatogr A*, 1998, 813(1): 201-204.
- [32] Jeon S I, Mun S Y, Kim J H. Optimal temperature control in fractional precipitation for paclitaxel pre-purification [J]. *Process Biochem*, 2006, 41(2): 276-280.
- [33] Kim J H, Kang I S, Choi H K, *et al.* A novel prepurification for paclitaxel from plant cell cultures [J]. *Process Biochem*, 2002, 37: 679-682.
- [34] Pyo S H, Park H B, Song B Y, *et al.* A large-scale purification of paclitaxel from cell cultures of *Taxus chinensis* [J]. *Process Biochem*, 2004, 39(12): 1985-1991.

蜂胶对糖脂代谢的调节作用及机制研究进展

李雅晶¹, 胡福良^{2*}, 陈民利³

(1. 浙江经贸职业技术学院, 浙江 杭州 310018; 2. 浙江大学动物科学学院, 浙江 杭州 310029;

3. 浙江中医药大学, 浙江 杭州 310053)

摘 要: 蜂胶具有广泛的生物学活性和药理学活性。论述了蜂胶对高脂血症及糖尿病的防治作用及调节糖、脂代谢的作用机制, 以期对蜂胶在高脂血症及糖尿病防治领域的进一步研究和开发利用提供参考。

关键词: 蜂胶; 糖代谢; 脂代谢; 糖尿病; 高脂血症

中图分类号: R286.72; R286.73

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2007)10-1593-04

Advances in studies on regulation effects and mechanisms of propolis on glycometabolism and lipid metabolism

LI Ya-jing¹, HU Fu-liang², CHEN Min-li³

(1. Zhejiang College of Economic & Trade Polytechnic, Hangzhou 310018, China; 2. College of Animal Science,

Zhejiang University, Hangzhou 310029, China; 3. Zhejiang University

of Traditional Chinese Medicine, Hangzhou 310053, China)

Key words: propolis; glycometabolism; lipid metabolism; diabetes; hyperlipidemia

蜂胶(propolis)是蜜蜂从植物幼芽及树干上采集树脂, 并混入其上腺分泌物、蜂蜡和少量花粉经咀嚼加工而成的一种具有芳香气味的固体胶状物。蜂胶中含有丰富的活性成分, 如多酚黄酮类化合物、芳香酸及芳香酯、醛及酮类化合

物、萜类化合物、甾体化合物、烃类化合物等^[1]。蜂胶具有抗菌消炎、抗病毒、抗肿瘤、促进组织再生、降血糖、调节血脂、抗氧化等药理作用^[2]。随着生活水平的提高和饮食结构的变化, 肥胖、糖尿病、高脂血症等疾病的发病率逐年增高, 成为

收稿日期: 2006-12-22

基金项目: 浙江省重大科技攻关资助项目(2003C12021)

作者简介: 李雅晶(1980—), 女, 浙江省金华市人, 营养与食品卫生学硕士, 从事食物中有效成分的营养学研究。

Tel: (0571)86929768 E-mail: jcyly@163.com

* 通讯作者 胡福良 Tel/Fax: (0571)86971952 E-mail: flhu@zju.edu.cn

严重威胁人类健康的世界性公共卫生问题。蜂胶作为一种民间医药被广泛应用,近年来国内外学者对蜂胶应用于糖尿病和高脂血症的预防及治疗进行了探索,取得了一定进展。

1 蜂胶对糖代谢的调节作用及其机制

1.1 蜂胶调节糖代谢的实验研究:糖尿病作为一种常见的内分泌代谢疾病主要表现为机体对糖代谢的紊乱和血糖水平的升高,其慢性并发症严重影响人们的健康。大量动物实验证实蜂胶对糖尿病机体血糖的调节作用。胡福良等^[3]测定和比较了蜂胶醇提液(EEP)和蜂胶水提液(WSP)对四氧嘧啶致糖尿病大鼠的影响,结果显示 EEP 和 WSP 均能降低糖尿病大鼠的空腹血糖、糖化血红蛋白和果糖胺水平,显示蜂胶对糖尿病大鼠具有抵制空腹血糖升高和改善糖代谢的作用。赵文等^[4]的研究证实,蜂胶不仅对四氧嘧啶致糖尿病小鼠具有调节糖代谢、改善糖耐量的作用,且对正常小鼠空腹血糖无影响。Toshiro 等^[5]发现,对糖尿病大鼠 ig 巴西蜂胶可显著降低其餐后血糖,巴西蜂胶水溶性成分中的 3,4,5-*tri*-绿原酸是麦芽糖酶的特异性抑制剂,其他还含有一些咖啡酸酯类化合物及奎宁酸等也起到了非竞争性抑制剂的作用,蜂胶通过对代谢酶的抑制起到了调节糖代谢的作用。

近年研究人员对应用蜂胶进行糖尿病的防治开阔了思路,即将蜂胶与其他一些对调节血糖有益的天然产物或药物相配伍用以治疗糖尿病。王南舟^[6]对蜂胶及蜂胶-甘草芍药汤复合制剂的糖尿病治疗作用进行了探讨。发现 20% 蜂胶及蜂胶(10%)-甘草芍药汤复合制剂(10%)在 ig 后 6 和 24 h 对四氧嘧啶致糖尿病家兔血糖的升高均起到抑制作用,并且呈量效正相关。蜂胶-甘草芍药汤复合制剂的降糖效果要优于蜂胶单一制剂,这可能是因为蜂胶中的有效成分与中药中的有效成分起到了协同作用。小野寺敏^[7]将蜂胶与桑叶提取物混合,经浓缩制成桑蜂胶,将蔗糖和桑蜂胶混合,大鼠 ig 给药,经时检测血糖,显示复合制剂具有降糖效果。Murata 等^[8]的研究也发现桑叶提取物和蜂胶复合可降低 2 型糖尿病患者的血糖值。张杰等^[9]对蜂胶-吡啶甲酸铬复合制剂降血糖的效果进行了观察研究,发现蜂胶复合制剂可显著降低高血糖模型小鼠的空腹血糖,对正常小鼠的空腹血糖无影响,并能提高高血糖模型小鼠对葡萄糖的糖耐量。

蜂胶应用于临床研究也有相关报道。高海琳等^[10]将蜂胶应用于糖尿病的综合治疗中,对 50 例 2 型糖尿病患者和 3 例 1 型糖尿病患者随机分为蜂胶治疗组和对照组进行了为期 2 年的临床疗效观察。发现服用蜂胶后空腹及餐后 2 h 血糖明显下降,原应用胰岛素治疗的病人在服用蜂胶后均不同程度地减少了胰岛素用量;对蜂胶组治疗前后血清胰岛素水平与对照组进行了比较,发现蜂胶没有刺激胰岛素分泌的作用,不会导致高胰岛素血症。小野寺敏^[7]对桑蜂胶的临床效果也进行了观察,临床实验中 8 例 2 型糖尿病患者除 1 例因皮疹停药外其余 7 例均有降糖效果,但停药后血糖升高,并且显示桑蜂胶具有改善肝功能的作用。

1.2 蜂胶降血糖的机制

1.2.1 抗氧化作用:研究表明,糖尿病患者血糖升高与体内

自由基产生增加有关,自由基、脂质过氧化、低密度脂蛋白氧化性的改变参与了糖尿病的进一步发展^[11]。蜂胶具有很强的抗氧化能力,在低浓度时就能使 SOD 活性显著提高,可清除自由基,减少脂质过氧化物和脂褐素的生成与沉积,保护细胞膜,增强细胞活力,调节器官组织功能。蜂胶中至少有两类物质起抗氧化作用:一类是黄酮类物质,这类物质主要通过螯合金属离子阻止羟基自由基的形成和清除自由基而起到抗氧化作用,是蜂胶抗氧化作用的主要成分;另一类是咖啡酸酯类,如咖啡酸苯乙酯(CAPE),这类物质抑制黄嘌呤氧化酶的生成,从而减少自由基的产生,同时也具有清除已生成的自由基的作用。

Hu 等^[12]研究了蜂胶对糖尿病大鼠的血糖水平及抗氧化的影响,发现蜂胶不仅可以抑制糖尿病大鼠血糖的升高,而且可以调节糖尿病大鼠脂质的代谢,这主要是由蜂胶显著的抗氧化及清除自由基活性实现的。在对糖尿病大鼠心脏脂质过氧化和抗氧化酶活性影响的研究中,发现糖尿病会使大鼠心脏遭受严重的氧化损伤,而蜂胶的功效成分之一 CAPE 有抗氧化功能,可保护其免受氧化损伤,从而减轻糖尿病的继发病症^[13]。另外,Matsushige 等^[14]的研究发现蜂胶的水提液可完全防止链脲霉素(STZ)对胰岛 β 细胞的毒性损伤,认为蜂胶的清除自由基活性及抑制 IL-1 β 和 NO 的合成活性是其保护胰岛 β 细胞免受 STZ 的毒性作用的主要因素。

1.2.2 增强免疫功能的作用:免疫功能增强是提高机体抗病能力,提高整体素质,防止糖尿病及其并发症的重要基础。蜂胶能强化免疫系统,明显增强巨噬细胞吞噬能力和自然杀伤细胞(NK)的活性,增加抗体产量,调节机体的特异性和非特异性免疫功能,增强人体抗病力与自愈力^[15]。

蜂胶水溶物及蜂胶中的咖啡酸(CA)和 CAPE 经研究证实是蜂胶发挥免疫调节作用的活性物质,其通过保护脾细胞结构,增加脾细胞对多克隆的致有丝分裂因子的反应,增加巨噬细胞活力及增加细胞因子,提高 IL-2、IL-和 IFN- γ 的水平,进行免疫调节^[16,17]。胡怡秀等^[18,19]通过动物实验证实了蜂胶可增强小鼠单核-巨噬细胞碳廓清能力,提高小鼠 NK 细胞活性,从而增强小鼠免疫功能。

1.2.3 对体内酶系的作用: α -葡萄糖苷酶能催化 α -1,4 糖苷键水解,是促进小肠内麦芽糖、蔗糖等寡糖水解的酶。近年来,对天然药物的研究发现,黄酮类化合物对一些水解酶具有抑制作用^[20]。研究显示,蜂胶抑制餐后血糖升高可能缘于其对体内糖代谢酶系的影响。Toshiro^[15]等的研究证实巴西蜂胶对 α -葡萄糖苷酶有抑制作用,其水溶性成分中的 3,4,5-*tri*-绿原酸是强有力的麦芽糖酶特异性抑制剂,另有一些咖啡脂类化合物及奎宁酸等也起到了非竞争性抑制剂作用。

醛糖还原酶(AR)催化下葡萄糖转化为山梨醇的增加是多种糖尿病慢性并发症发病的主要机制之一。对多种黄酮类化合物的研究证明,槲皮素、槲皮苷、杨梅苷等可抑制 AR 的活性^[21]。还证实蜂胶富含黄酮类化合物,对 AR 有抑制作用^[22]。

2 蜂胶对脂质代谢紊乱的调节作用及机制

2.1 蜂胶调节脂质代谢的实验研究:高脂血症是由脂质代

谢紊乱所引起的疾病,临床数据显示血清中总胆固醇(TC)水平每升高1%,冠状动脉疾病发病率约上升2%。高脂血症及由其引起的心脑血管疾病严重危害人类健康,近年来有关蜂胶在预防和治疗高脂血症上的研究已有一些报道。

用高脂饲料饲喂大鼠复制高脂血症模型,并进行蜂胶降脂及调节血脂紊乱的研究。实验证明:蜂胶、蜂胶提取物及一些蜂胶制品可使高脂大鼠血清TC、甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)水平降低,高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)水平升高,并使HDL-C/TC的值升高^[4,23,24]。胡福良等^[25]的研究还显示蜂胶醇提液和水提液除对血清脂质起到调节作用外,还能有效抑制肝脏组织中的TC、TG水平升高,表明蜂胶能够改善高脂血症大鼠的脂质代谢并对脂肪肝有治疗作用。还有研究将蜂胶与一些中药材配伍以进行高脂血症的防治。胎盘银杏叶蜂胶复方制剂在防治动脉粥样硬化,降低血清TC,减少冠状动脉内壁脂质沉着方面取得了良好的效果^[26]。金光香等^[22]用以蜂胶为主要原料配伍丹参、葛根、贝母、生地、菟丝子、黄芪、黄精等的蜂贝化痰胶囊对糖尿病大鼠脂代谢的影响进行了实验,证明其具有降低血清胆固醇的作用。田清津等^[27]将蜂胶应用于高脂血症的临床治疗,报道其对各型高脂血症患者均有效,具有降血脂的作用。对83名代谢病人的临床实验显示,在肥胖病人的膳食中添加蜂胶能降低TC和LDL-C水平,并改善动脉粥样硬化指数;蜂胶对患有高血压和缺血性心脏病的脂代谢紊乱病人有降低血脂的作用^[28]。

2.2 蜂胶调节血脂的机制

2.2.1 对脂代谢酶系的影响:脂蛋白脂酶(LPL)、肝脂酶(HL)和卵磷脂胆固醇酰基转移酶(LCAT)是血浆脂蛋白代谢中的3个关键酶,在脂蛋白代谢中发挥重要的调控作用。LCAT是胆固醇酯化和转运的关键酶,LPL是分解TG的关键酶,HL则在HDL代谢中起重要作用。本课题组系统研究了蜂胶对高脂血症大鼠脂质代谢的影响,发现蜂胶能够使高脂大鼠体内LPL和HL活性增高,通过增加上述酶的活性加快富含TG脂蛋白的代谢,同时可显著提高LCAT活性,这可能与促进肝脏合成LCAT和使LCAT活性增加有关。提示蜂胶可能通过加快脂质分解代谢起到降血脂的作用。

羟甲基戊二酰辅酶A(HMG CoA)还原酶由NADPH(还原型辅酶I)供氢催化乙酰CoA生成的,是胆固醇合成的限速酶。研究发现,黄酮类物质至少可通过两种方式调节HMG CoA还原酶的活性,控制胆固醇的合成速度:抑制磷酸二酯酶的活性,减缓胞内cAMP的分解,从而提高cAMP依赖性丝氨酸/苏氨酸蛋白激酶活性,该激酶的激活可抑制HMG CoA还原酶的活性;磷脂酶可恢复HMG CoA还原酶的活性,而黄酮类物质与磷脂酶活性的中心重金属离子(Zn^{2+})有很强的亲和力,两者结合后磷脂酶活性中心构象发生变化,使磷脂酶失活,导致HMG CoA还原酶的活性不能及时恢复^[26]。由于蜂胶中富含黄酮类化合物,可能通过对HMG CoA还原酶活力的抑制作用抑制胆固醇的合成而起降低血清TC的作用^[29]。

2.2.2 对脂质吸收的影响:蜂胶中富含植物多糖及膳食纤维。研究证明,膳食纤维可降低机体对脂肪吸收,并使脂肪排出量明显增加。同时,由于膳食纤维表面带有很多活性基因,可以整合吸附脂肪,因而阻止了脂肪的脂解作用,增加了未被消化的脂肪的排泄,包括胆固醇。还有些具有凝胶特性的纤维在肠道形成凝胶,构成物理屏障,影响胆固醇与消化酶、胆汁酸微团及肠黏膜的接触,从而降低血清胆固醇和三酰甘油量。蜂胶中活性多糖可达2%~3%,纤维素和半纤维素量高达10%以上。

可见,蜂胶对脂质紊乱的调节是蜂胶中多种成分复合作用的结果。蜂胶通过多种途径发挥其脂质调节功能。

3 结语

蜂胶具有广泛的生物学活性。近年研究表明,蜂胶具有明显调节糖、脂代谢的作用,其代谢调节作用与提高机体免疫力、抗氧化、对体内酶系的影响等因素有关。但是由于成分复杂及来源(产地)多样,蜂胶作为单独药物开发具有相当大的难度。蜂胶与其他治疗糖尿病及高脂血症的药物结合使用,能提高药物选择性和药效,表明蜂胶可作为糖尿病及高脂血症的有效辅助药物具有广阔的应用前景。

蜂胶在调节机体糖、脂代谢中已经表现出令人兴奋的结果,其具体活性成分的分离及在糖尿病、高脂血症等内分泌代谢疾病防治中的应用值得进一步探索。

References:

- [1] Sahinler N, Kaftanoglu O. Natural product propolis: chemical composition [J]. *Nat Prod Res*, 2005, 19(2): 183-186.
- [2] Arjun H, Banskota, Yasuhiro T, et al. Recent progress in pharmacological research of propolis [J]. *Phytother Res*, 2001, 15: 561-571.
- [3] Hu F L, Xuan H Z, Chen M L, et al. Effects of propolis on diabetes mellitus in SD rats [J]. *J Zhejiang Univ, Agric Life Sci* (浙江大学学报:农业与生命科学版), 2004, 30(2): 205-209.
- [4] Zhao W, Wang T X, Ma X T, et al. Effects of propolis on blood sugar and lipid in mice [J]. *Acta Nutr Sin* (营养学报), 2005, 27(2): 171-172.
- [5] Toshiro M, Sumi E, Tomoko F, et al. Strong antihyperglycemic effects of water-soluble fraction of Brazilian propolis and its bioactive constituent, 3, 4, 5-tri-o-caffeoylquinic acid [J]. *Biol Pharm Bull*, 2004, 27(11): 1797-1803.
- [6] Wang N Z. Effect of propolis compounds on blood glucose of experimental diabetes rabbit [J]. *Chin J Veter Med* (中国兽医杂志), 2004, 40(4): 7-9.
- [7] Xiao Y S M. The hypoglycemic activity and improve hepatic function of Mulberry-Propolis compounds [J]. *Foreign Med Sci; Tradit Chin Med Sect* (国外医学:中医中药分册), 2003, 25(2): 108.
- [8] Murata K, Yatsunami K, Fukuda E, et al. Antihyperglycemic effects of propolis mixed with mulberry leaf extract on patients with type 2 diabetes [J]. *Altern Ther Health Med*, 2004, 10(3): 78-79.
- [9] Zhang J, Wang H Y, Zhang G X, et al. Effect of propolis compounds on blood glucose [J]. *Henan J Prev Med* (河南预防医学杂志), 2005, 16(5): 267-268.
- [10] Gao H L, Meng P D, Ma Y J, et al. Effect of propolis on combined therapy of diabetes [J]. *Beijing Med Sci* (北京医学), 2000, 22(2): 115-116.
- [11] Candlish J K, Das N P. Antioxidants in food and chronic degenerative diseases [J]. *Biomed Environ Sci*, 1996, 9(2-3): 117-123.
- [12] Hu F L, Hepbrun H R, Xuan H Z, et al. Effects of propolis

- on blood glucose, blood lipid and free radicals in rats with diabetes mellitus [J]. *Pharmacol Res*, 2005, 51: 147-152.
- [13] Huseyin O, Nurten O, Ramazan Y, et al. Effects of caffeic acid phenethyl ester on lipid peroxidation and antioxidant enzymes in diabetic rat heart [J]. *Clin Biochem*, 2005, 38: 191-196.
- [14] Matsushige K, Basnet P, Hase K, et al. Propolis protects pancreatic-cells against toxicity of streptozotocin (STZ) [J]. *World Notes, Phytomed*, 1996, 3: 203-209.
- [15] Takagi Y, Choi I S, Yamashita T, et al. Immune activation and radioprotection by propolis [J]. *Am J Chin Med*, 2005, 33(2): 231-240.
- [16] Park J H, Lee J K, Kim H S, et al. Immunomodulatory effect of caffeic acid phenethyl ester in Balb/c mice [J]. *Int Immunopharmacol*, 2004, 4(3): 429-436.
- [17] Orsolic N, Sver L, Terzic S, et al. Peroral application of water-soluble derivative of propolis (WSDP) and its related polyphenolic compounds and their influence on immunological and antitumour activity [J]. *Vet Res Commun*, 2005, 29(7): 575-593.
- [18] Hu Y X, Hu C S, Hu Y M, et al. Effects of Beijing Propolis on Immune Function in Mice [J]. *Pract Prev Med (实用预防医学)*, 2005, 12(5): 1049-1052.
- [19] Shao Y. Immune function regulating of propolis on mice [J]. *Zhejiang J Integr Tradit Chin West Med (浙江中西医结合杂志)*, 2005, 15(2): 90-92.
- [20] Havsteen, Bent H. The biochemistry and medical significance of the flavonoids [J]. *Pharmacol Ther*, 2002, 96: 67-202.
- [21] Bai F M, Cai T Y. The advances of bioactivities and mechanism of flavanoids [J]. *Food Sci (食品科学)*, 1999 (8): 11-13.
- [22] Jin G X, Gong H M, Duan W Z, et al. Prophylaxis experiment of fengbei huayu capsule on the microvessel lesion in diabetic rats [J]. *Chin J Clin Rehabil (中国临床康复)*, 2005, 9(27): 96-98.
- [23] Zheng H Y, Chang Y Q, Chang X T, et al. Animal study on the blood lipid's regulation by the propolis flavonoids [J]. *Food Sci (食品科学)*, 2004, 25(5): 169-171.
- [24] Qian R H, Zhao F, Zhu J P. Reducing blood lipids effect of propolis in rats [J]. *Prev Treat Cardio-Cerebral-Vascul Dis (心脑血管病防治)*, 2003, 3(4): 24-25.
- [25] Hu F L, Zhan Y F, Chen M L, et al. Effects of propolis on blood lipid and liver lipid of hyperlipidemic SD rats [J]. *J Zhejiang Univ, Agric Life Sci (浙江大学学报: 农业与生命科学版)*, 2004, 30(5): 510-514.
- [26] Li J H, Yang Z X, Wang Q H, et al. Effect of ginkgo leaf placental and propolis compound on cholesterol MDA content and spleen weight of rat of hyperlipidemia [J]. *J Qiqihar Med Coll (齐齐哈尔医学院学报)*, 2002, 23(12): 1321-1322.
- [27] Tian Q J, Yin Y, Li Y L, et al. Study on regulating blood lipid effect of propolis [J]. *J Geriatr (老年学杂志)*, 1991, 11(6): 357.
- [28] Huang W C. Application of bee products on metabolic disease and arteriosclerotic treatment [J]. *Apicult Chin (中国养蜂)*, 1998, 49(6): 35.
- [29] Anila K, Vijayalakshmi N R. Flavonoids from *Emblica officinalis* and *Mangifera indica*-effectiveness for dyslipidemia [J]. *J Ethnopharmacol*, 2002, 79: 81-87.

金针菇生物活性物质结构与功能的研究进展

金 湘¹, 姜 恺², 毛培宏^{1,2*}

(1. 新疆大学 离子束生物技术中心, 新疆 乌鲁木齐 830008; 2. 新疆特殊环境微生物重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘 要: 金针菇 *Flammulina velutipes* 含有多种生物活性物质, 具有很高的药用价值。总结了近年来金针菇中火菇素 (flammulin)、溶细胞素 (flammutoxin)、免疫调节蛋白 (Fip-five)、抗病毒蛋白、跨上皮电抗性蛋白 (TEER-TDP) 和金针菇多糖 (FVP) 的研究进展。

关键词: 金针菇; 火菇素; 溶细胞素; 免疫调节蛋白 Fip-five

中图分类号: Q936 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-2670(2007)10-1596-03

Advance in studies on structures and functions of bioactive metabolites from *Flammulina velutipes*

JIN Xiang¹, LOU Kai², MAO Pei-hong^{1,2}

(1. Center of Ion Beam Biotechnology, Xinjiang University, Urumqi 830008, China; 2. Key Laboratory of Microorganisms in Xinjiang Specific Environment, Urumqi 830000, China)

Key words: *Flammulina velutipes* (Curt. ex Fr.) Sing.; flammulin; flammutoxin (FTX); Fip-five

金针菇 *Flammulina velutipes* (Curt. ex Fr.) Sing. 是一种传统的食用菌, 由于其含有多糖、糖蛋白、蛋白聚糖、火菇素、火菇毒素、倍半萜等多种生物活性物质^[1,2], 而被认为

具有很高的药用价值。长期以来, 众多学者对其生物学特性、营养成分、保健功效以及开发应用进行了广泛的研究。本文主要综述近年来金针菇火菇素 (flammulin)、火菇毒素

收稿日期: 2007-03-29

基金项目: 新疆特殊环境微生物实验室开放基金项目 (XJYSO203-2005-01)

作者简介: 金 湘 (1960—), 女, 新疆奇台人, 助理研究员, 主要从事微生物学、分子生物学和离子束生物技术相关领域研究, 先后在国内外学术期刊发表研究论文 31 篇 (其中 SCI 4 篇)。 Tel: (0991) 4543656 E-mail: jinxiang@xj.cninfo.net

* 通讯作者 毛培宏 Tel: (0991) 4543656 E-mail: phmao@china.com phmao@xju.edu.cn