

对辅助降血糖、降血脂保健食品双功能 评价模式的探讨

陈志蓉, 王超, 罗飞亚, 曹进*

(中国食品药品检定研究院, 北京 100050)

摘要: 通过对辅助降血糖、降血脂双功能保健食品的理论基础、动物模型建立及评价指标等方面的综合分析, 研究申报辅助降血糖、血脂的保健食品联合评价模式的可行性。目前, 辅助降血糖合并辅助降血脂双功能保健食品研发和评价的理论基础已趋成熟, 但建模方法和评价指标具有较大差异, 尤其建模药物及剂量、高脂饲料配方及含量等关键参数存在较大分歧, 应当在对比研究的基础上进行优化和统一。另外, 应当尽快建立申报保健食品的多功能联合评价模式, 对各功能之间的相互作用进行充分分析评价以替代现行独立评价的模式, 从而提高多功能保健食品功能评价的科学性。

关键词: 辅助降血糖; 辅助降血脂; 双功能评价; 保健食品

Exploration of dual-function evaluation model of health food for auxiliary glycemia-lowering and auxiliary cholesterol-lowering

CHEN Zhi-Rong, WANG Chao, LUO Fei-Ya, CAO Jin*

(National Institutes for Food and Drug Control, Beijing 100050, China)

ABSTRACT: Based on the comprehensive analysis of theoretical basis, establishment of animal model and evaluation index of health food for auxiliary glycemia-lowering and auxiliary cholesterol-lowering, the feasibility of dual-function evaluation model was studied. At present, the development and evaluation of theoretical basis of health food for auxiliary glycemia-lowering and auxiliary cholesterol-lowering has become mature. However, there are significant differences between modeling method and evaluation indicators, particularly in some key parameters such as modeling drugs, dosage, high-fat diet formulation and content and so on. These need to be optimized and unified after comparative study and research. The multi-function joint evaluation should be established, and the interaction among various functions of health food should be adequately analyzed and assessed as soon as possible, so as to improve the scientific nature of the multi-functional health food function evaluation. Thereafter the current evaluation method could be replaced which could only analyze and assess the function individually.

KEY WORDS: auxiliary glycemia-lowering; auxiliary cholesterol-lowering; dual-function evaluation; health food

1 引言

近年来, 我国保健食品发展迅速。据不完全统计^[1], 截

至 2011 年底, 我国已审批保健食品 11862 个, 其中国产 11197 个, 进口 665 个, 获批的保健食品中, 不乏申报 2 个功能以上的保健食品。根据丁金龙等^[2]对我国已注册辅助降血

*通讯作者: 曹进, 研究员, 主要研究方向为食品安全检测, E-mail: 947817878@qq.com。

*Corresponding author: CAO Jin, Professor, National Institutes for Food and Drug Control, No.2, Tiantan Xili, Dongcheng District, Beijing 100050, China. E-mail: 947817878@qq.com.

脂保健食品的统计, 目前已注册辅助降血脂产品共 401 种, 申报 1 种功能有 240 个, 占 59.85%; 其他为申报 2 种功能, 且以申报辅助降血脂和辅助降血糖产品数量最多; 此外还涉及辅助降血脂与免疫调节(增强免疫力功能)、辅助降血脂与对化学性肝损伤有辅助保护功能等双功能产品。然而, 目前对 2 个以上功能保健食品仍以单一功能评价为审评原则, 而各功能之间的相互作用未能充分加以分析评价, 在一定程度上影响多功能保健食品评价的科学性。本文主要围绕辅助降血糖和辅助降血脂功能保健食品理论基础、动物建模以及评价指标等研究进展进行深入探讨。

2 高血糖伴高血脂发生机制的研究进展

高血糖和高血脂均为慢性代谢性疾病, 糖、脂代谢异常的现象往往非独立存在, 而是相伴发生。早在上世纪 90 年代, 英国糖尿病前瞻性研究(UKPADS)证明对 2 型糖尿病强化治疗, 在平均长达 9 年的随访期间, 严格控制血糖(平均糖化血红蛋白控制在 7%)、控制血压(平均血压 144/82 mmHg)可显著减少卒中和心衰事件的发生, 但仍不足以完全消除糖尿病患者患冠心病的危险^[3]。对这些糖尿病患者进行冠心病危险因素分析表明, 有 5 个可调整的危险因素分别是低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein, LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoproteincholesterol, HDL-C)、高血压、高血糖和吸烟; 因此糖尿病患者除了积极控制血糖和血压之外, 还应重视对血脂异常的治疗^[4]。进入 21 世纪人们生活水平有了显著提高, 与此同时一些与生活方式相关性疾病开始成为威胁人类健康的首要原因^[5]。脂代谢异常是糖尿病患者和糖耐量异常者的伴随症状, 临床研究发现, 糖尿病血脂异常的发病率约为 60%, 高于正常人的 1.5~3 倍, 糖尿病患者动脉硬化患病率、发生冠心病死亡及严重的非致死性冠心病事件的危险性明显高于非糖尿病患者^[6]。因此, 对糖尿病患者或糖耐量异常者来说, 单纯控制血糖是不够的, 纠正脂代谢异常对防治糖尿病慢性并发症尤其是大血管并发症有重要意义。美国心脏病学会和美国糖尿病学会^[7]对 2 型糖尿病病人血脂按危险度进行分类, 并提出了脂代谢异常的诊断标准, 其中 LDL-C 3.36 mmol/L, HDL-C<0.9 mmol/L, 甘油三酯(triglyceride, TG) 4.4 mmol/L, 为高危险度; LDL-C 介于 2.6~3.3 mmol/L 之间, HDL-C 介于 0.9~1.2 mmol/L 之间, TG 介于 2.3~4.4 mmol/L 之间为临界危险度; LDL-C<2.6 mmol/L, HDL-C>1.2 mmol/L, TG<2.3 mmol/L 为低危险度。2015 版 ADA 指南对糖尿病患者的血脂管理进行了大幅度改动, 新指南采用了美国心脏协会和美国心脏病学会(AHA/ACC)指南的建议, 不再划定降低胆固醇的具体目标值, 而是基于总体心血管疾病风险给予他汀类药物治疗, 建议所有年龄段有心血管疾病(cardiovascular disease, CVD)风险的糖尿病患者至少服用中等剂量他汀治疗^[8]。

国内外学者对糖、脂代谢异常存在相互关联的发生机制进行了研究。通过对糖尿病患者脂代谢情况的不完全统计, 正常人血脂异常的发病率约为 20%~40%, 糖尿病血脂异常的发病率约为 60%^[9]。阿不都力木斯迪克^[10]选取 2009 年 6 月至 2011 年 6 月非胰岛素依赖型糖尿病的患者 52 例设为观察组, 再选择同期体检健康的受检者 52 例作为对照组, 观察对比 2 组空腹胰岛素(INS)、空腹血糖(GLU)、胰岛素抵抗指数(IRI)、体重指数(BMI)、低密度脂蛋白(LDL)、高密度脂蛋白(HDL)、甘油三酯(TG)和胆固醇(TC)检测值; 结果发现, 观察组与对照组的上述指标值均存在显著性差异。糖尿病脂代谢的基本特点是高甘油三酯血症, 其他致动脉硬化的脂代谢紊乱因素在很大程度上与高甘油三酯血症有关, 如 HDL-C、LDL-C(sLDL-C)、延长的餐后高脂血症和高密度脂蛋白亚类(HDL-3)等^[11]。2 型糖尿病脂代谢由一系列因素调节, 血糖控制和胰岛素抵抗是最主要的 2 个因素, 而胰岛素抵抗(IR)是在脂代谢紊乱中处于核心地位, 胰岛素抵抗导致超低密度脂蛋白(very low-density lipoprotein, VLDL)和 TG 在血中浓度升高, 即 VLDL、TG 清除率下降。另外, 调节富含甘油三酯脂蛋白(TRLs)代谢的肝脂酶, 其活性在 2 型糖尿病患者中增强^[12]。糖尿病患者中 VLDL 产生过多的另一个病理机制是胰岛素可使固醇调节元件结合蛋白 1c(SREBP-1c)活性增加, SREBP-1c 激活可使新生脂增加, 在肝脏的脂堆积中起重要作用, 从而使合成 VLDL 的原料即甘油三酯增多^[13]。

研究发现, 白色脂肪和棕色脂肪可以共存并形成脂肪组织的异质性特征^[14], 二者可发生可逆的表型相互转化^[15]。过剩的能量沉积于脂肪组织将形成肥胖。脂肪组织尤其是内脏白色脂肪组织(visceral white adipose tissue, VWAT)的异常脂沉积和白色脂肪转化造成的脂诱发性胰岛素抵抗是高脂饮食性肥胖导致 2 型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)的重要机制^[16]。

对具有辅助降血糖和降血脂双重作用的产品研究开发也成为了近年的一个热点。2003 年, Anderson 等在巴基斯坦白沙瓦市对 60 名 II 型糖尿病患者进行了肉桂降血糖和血脂的临床试验, 结果显示, 受试者的血糖和血脂均有明显降低, 而服用安慰剂的对照组病人上述指标均无明显改变^[17]。贲松彬等^[18]通过辅助降血脂实验发现, 虫草多糖果醋组与饲喂高脂饲料的空白对照组相比, 血清总胆固醇和甘油三酯水平显著降低, 小鼠体质量显著低于空白对照且血糖水平显著降低。苹果主要成分是可溶性碳水化合物、果胶、纤维素及半纤维素、有机酸和蛋白质等, 其中粗纤维含量为 14%~24%, 分别给糖尿病模型和高脂饮食小鼠饲料中添加 4%、2%和 1%剂量苹果膳食纤维, 结果发现, 当饲料中添加剂量达到 4%时, 对小鼠的辅助降血糖和降血脂作用显著^[19-21]。国内外对膳食纤维的生理作用已有诸多报道, 膳食纤维有助于降低餐后血糖, 维持餐后血糖的平衡和稳定, 服用膳食纤维能够有效预防糖尿病^[22]。其机

制包括:增加肠液黏度,阻碍葡萄糖的扩散;束缚葡萄糖,降低肠液中葡萄糖的有效浓度;影响 α -淀粉酶对淀粉的降解作用,延长酶解时间,降低肠液中葡萄糖的释放速率^[23]。膳食纤维具有降低血脂、胆固醇的作用。因为膳食纤维可限制甘油三酯和胆固醇在小肠吸收速度^[24];还可通过形成凝胶吸附胆酸,造成胆酸吸收减少,使机体利用胆固醇合成胆酸,达到增加胆固醇的去路、降低血清胆固醇的目的^[25]。蚕蛹是缫丝工业的大宗副产品,是卫生部批准的“作为普通食品管理的食品新资源名单”中唯一的昆虫类食品^[26],也是一种传统中药材^[27],研究发现,蚕蛹油含有约75%的不饱和脂肪酸和20%的饱和脂肪酸,不饱和脂肪酸中 α -亚麻酸含量高达71.45%^[28]。多项研究证实,蚕蛹油通过激活脂代谢酶如卵磷脂胆固醇酰基转移酶(LCAT)、肝脂酶(HL)、脂蛋白脂酶(LPL)而达到辅助降血脂作用^[29-31],并且发现蚕蛹油主要是通过提高载脂蛋白ApoA-I/ApoB值及脂代谢酶活性,以抑制肠道内外源性血脂和脂蛋白的吸收、加速胆固醇的代谢和促进胆固醇的排泄来调节脂质代谢,从而达到降血脂的效果^[32]。

3 辅助降血糖、辅助降血脂功能评价动物模型和评价方法

在高血脂症和脂肪肝的动物模型中,主要有先天性、转基因动物、化学物质诱导以及高脂饲料诱导这4种实验性动物模型^[33]。原有的高脂血症或非酒精性脂肪肝动物模型所使用的高脂饲料配方、造模时间、用药时间很不一致^[34-36]。刘高等^[37]对高脂所致脂肪肝动物模型建立周期做了深入研究,在6周时间内完整复制了大鼠轻度、中度以及重度脂肪肝模型,其中在第2周轻度脂肪肝大鼠占70%,适合于保健食品或预防药物的功能验证或药效学实验。

目前还没有模型可以完全模拟II型糖尿病的病理生理机制,如国外常用的ob/ob小鼠、肥胖Zucker大鼠、自发性DMGK-Wistar大鼠及OLETF大鼠,其遗传因素占主导作用,但不能模拟环境因素如饮食、肥胖在II型糖尿病发病中的作用;而我国II型糖尿病动物模型中以高脂饮食加腹腔注射小剂量链脲佐菌素最为常用^[38-41],这种造模方式通常被认为具有外周胰岛素抵抗和胰岛功能轻度受损双重特点,在一定程度上符合II型糖尿病的病理过程。但研究发现,高脂饮食仅能诱发一部分大鼠发生胰岛素抵抗和肥胖,另一部分则不发生胰岛素抵抗和肥胖^[42]。从高脂饮食大鼠中筛选出食源性肥胖大鼠,进而腹腔注射小剂量链脲佐菌素,以确保胰岛素抵抗的存在及较高的II型糖尿病成模率,从而建立一种更加符合人类II型糖尿病发病机制的动物模型^[43]。

2012年4月23日,原国家食品药品监督管理局组织开展对功能评价方法^[44]进行修订,发布了第一批修订的方法,其中包括辅助降血脂和辅助降血糖功能评价方法及判断标准^[45]。对辅助降血脂中混合型高脂血症动物模型判定

指标中增加了LDL-C测定,同时对模型饲料配方进行修订,即在维持饲料中添加20.0%蔗糖、15%猪油、1.2%胆固醇、0.2%胆酸钠、适量的酪蛋白、磷酸氢钙及石粉等。通过检测发现除粗脂肪外,模型饲料的水分、粗蛋白等其他质量指标均要达到维持饲料的国家标准,这说明修订的实验设计更为合理,动物模型更为稳定,判定指标和标准更为科学。辅助降血糖动物模型除保留原有的胰岛损伤高血糖模型及观察指标外,增加了2个胰岛素抵抗糖/脂代谢紊乱模型,即地塞米松或四氧嘧啶诱导胰岛素抵抗糖/脂代谢紊乱模型,同时增加了血清胰岛素、总胆固醇、甘油三酯观察指标,观察受试物改善糖代谢紊乱的同时对脂代谢紊乱的改善情况,这一修订对辅助降血糖合并辅助降血脂功能的产品评价模式探索具有重要意义。

4 辅助降血糖、降血脂双功能联合评价研究现状

目前,对于申报双功能的保健食品评价方式与单功能产品一致,分别对各功能进行单独评价。这种同一产品各功能间单独评价的模式是对功能评价结果简单相加,忽略了功能之间的相互影响,往往出现评价结果不一致甚至相互矛盾的现象,影响了功能评价方法的科学性、合理性。另外,造成了实验资源包括动物资源、检测资源不必要的浪费。如高血糖和高血脂动物模型建立一般需要3周以上,以大鼠为例,一次试验造模至少需要40只,造模过程需要反复取血进行相关指标检测,人力物力成本较高、动物损伤较大。在国际上,也缺乏成熟的功能学评价方法。随着多功能产品申报数量的增多和科学的发展,应当统筹考虑对多功能产品进行整体评价,有必要开展对相关功能联合评价新模式的探索。

兰州军区兰州总医院(兰州大学生命科学学院)^[46]已经开展了高血糖合并高血脂动物模型的研究工作。中国医学科学院药用植物研究所采用腹腔注射四氧嘧啶(alaxon, 150 mg/kg),同时饲以高脂饲料(含0.5%胆盐),1周后高糖高脂组($n=16$)大鼠即出现高血糖、高血脂症状^[47]。采用高脂饲料加小剂量链脲佐菌素(STZ)联合诱导的大鼠糖尿病模型,4周后经对大鼠血浆中血脂(总胆固醇TC、TG、HDL-C)、胰岛素、促肾上腺皮质激素释放激素CRH、促肾上腺皮质激素ACTH、皮质酮及下丘脑中CRH、垂体中ACTH、24h尿液中尿糖及皮质酮CORT含量检测证实,该模型可致糖/脂代谢紊乱,并认为与HPA轴变化有关。2种模型对比,二者选用造模药物不同(分别为四氧嘧啶和链脲佐菌素);选用的高脂饲料配方成分及含量不同,成模周期也有差异。

综上所述,辅助降血糖合并辅助降血脂双功能保健食品研发和评价的理论基础已趋成熟,但建模方法和评价指标具有较大差异,尤其建模药物及剂量、高脂饲料配方

及含量等关键参数存在较大分歧, 应当在对比研究的基础上进行优化和统一。提高高血糖合并高脂动物模型造模成功率和稳定性有 3 个关键点: 一是高脂饲料配方成分及含量的确定; 二是 B 细胞损伤剂(四氧嘧啶或链脲佐菌素)及其剂量、首次注射时间点的确定; 三是确定排除食源性肥胖抵抗动物的标准。通过对这些关键技术问题的突破, 建立辅助降血糖合并辅助降血脂双功能保健食品功能评价新模式, 进一步完善保健食品功能评价体系。

5 展 望

我国自古就有重视养生和药食同源的传统文化, 中医药理论与药膳食疗理论是我国功能食品产业的重要理论基础, 其中不乏降血糖、降血脂作用的中药及配方, 因此发展功能食品产业具有西方国家无可比拟的传统理论与实践优势^[48,49], 目前已报道具有降脂作用的单味中药有 90 余种^[50]。在此基础上, 应当借鉴发达国家在保健食品的基础研究方面的经验, 将食品科学、营养学、生理学、药理学、毒理学、免疫学和生物工程等学科理论有机结合, 在分子水平深入研究功效成分与生理功能的关系, 努力揭示功能因子的化学结构、作用机理及其在保健食品中应用的量效关系和稳定性, 并在基因水平研究营养与功能性的食品生物标记^[51]。

参考文献

- 王康, 吕华侨. 我国保健食品产业现状及发展前景[J]. 食品工业, 2014, 35(12): 237-239.
Wang K, Lv HQ. Status and prospect of health foods industry in china [J]. Food Ind, 2014, 35(12): 237-239.
- 丁金龙, 周修腾, 郭姣, 等. 我国已注册辅助降血脂保健食品现状分析[J]. 食品科技, 2011, 36(7): 67-72.
Ding JL, Zhou XT, Guo J, *et al.* Status analysis of certified auxiliary cholesterol-lowering health foods in China [J]. Food Sci Technol, 2011, 36(7): 67-72.
- UK Prospective Diabetes Study Group. Tight blood pressure control and risk of macrovascular in type 2 diabetes: UKPDS 38 [J]. Br Med J, 1998, 317(7160): 703-713.
- Turner RC, Millns H, Neil H, *et al.* Risk factors for coronary artery disease in non-insulin dependent diabetes mellitus: United kingdom prospective diabetes study (UKPDS: 23) [J]. Br Med J, 1998, 316(7134): 823-828.
- 杨庆华. 健康教育在防治心脑血管疾病中的作用初探[J]. 健康教育与健康促进, 2015, 10(6): 474-476.
Yang QH. Roles of health education in preventing and treating cardiovascular diseases [J]. Health Educ Health Prom, 2015, 10(6): 474-476.
- 文镜. 用高脂小鼠模型评价降血脂保健食品可行性的探讨[J]. 食品科学, 2006, 27(11): 479-482.
Wen J. The possibility of using hyperlipemia mice as model for evaluating the function of declining blood lipids food [J]. Food Sci, 2006, 27(11): 479-482.
- American Diabetes Association. Management of dyslipidemia in adults with diabetes [J]. Diabetes Care, 2000, 23: 319.
- American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes-2015 [J]. Diabetes Care, 2015, 38: 1-93.
- 曹凯淇. 脂代谢紊乱与糖尿病[J]. 中国疗养医学, 2009, 18(9): 827-828.
Cao KQ. Disorders of lipid metabolism and diabetes mellitus [J]. Chin J Conv Med, 2009, 18(9): 827-828.
- 阿不都力木斯迪克. 非胰岛素依赖型糖尿病与脂代谢紊乱的关系初探[J]. 中国保健营养, 2012, 8: 2573.
A Budulimusidike. Preliminary study on the relationship between non-insulin-dependent diabetes mellitus and lipid metabolic disturbance [J]. China Health Care Nutr, 2012, 8: 2573.
- Witold PP, Katsrzyna W, Tomasz P. Treatment of dyslipidemia in patients with diabetes mellitus [J]. Pharm Reports, 2005, 57: 11.
- Bloomgarden ZT. Perspectives on the news approaches to cardiovascular disease and its treatment [J]. Diabetes Care, 2003, 26: 3342-3348.
- Lewis GF, Carpentier A, Adeli K, *et al.* Disordered fat storage and mobilization in the pathogenesis of insulin resistance on type 2 diabetes [J]. Endocr Rev, 2002, 23: 201-229.
- Frontini A, Vitali A, Perugini J, *et al.* White-to-brown trans differentiation of omental adipocytes in patients affected by pheochromocytoma [J]. Biochim Biophys Acta, 2013, 1831(5): 950-959.
- Rosenwald M, Perdikari A, Rüllicke T, *et al.* Bi-directional interconversion of brite and white adipocytes [J]. Nat Cell Biol, 2013, 15(6): 659-667.
- Kim S, Popkin BM. Commentary: understanding the epidemiology of overweight and obesity-a real global public health concern [J]. Int J Epidemiol, 2006, 35(1): 60-67.
- 凌成德. 国内外辅助降血糖保健食品初探[C]. 浙江省“营养、食品与健康”研讨会资料汇编, 2007: 21-23.
Ling CD. A preliminary study on the auxiliary blood glucose lowering health food at home and abroad[C]. "Zhejiang province" nutrition, food and health data assembly, 2007: 21-23.
- 贲松彬, 张月, 孙冬梅, 等. 虫草多糖苹果果醋的保健功能评价[J]. 食品科学, 2014, 35(7): 232-237.
Ben SB, Zhang Y, Sun DM, *et al.* Healthcare functions of apple cider vinegar fortified with cordyceps militaris polysaccharides [J]. Food Sci, 2014, 35(7): 232-237.
- 李汉臣, 王金侠, 孟军, 等. 不同剂量苹果膳食纤维对小鼠高血糖和高血脂的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(11): 281-283.
Li HC, Wang JX, Meng J. Effect of different doses of apple dietary fiber on blood glucose in diabetic mice and blood lipid in hyperlipidemic mice [J]. Food Sci, 2011, 32(11): 281-283.
- 刘志明, 孔媛. 我国苹果生产现状与品种问题分析[J]. 甘肃科技, 2009, 25(15): 1-2.
Liu ZM, Kong Y. Present situation of apple production in China and problem analysis [J]. Gansu Sci Technol, 2009, 25(15): 1-2.
- 孟祥庆. 苹果综合利用的现状和发展前景[J]. 烟台果树, 2009, 1: 10-11.
Meng XQ. The present situation and development prospect of comprehensive utilization of apple [J]. Yantai Fruits, 2009, 1: 10-11.
- 邢小燕, 张波, 刘玉耿, 等. 高膳食纤维饮食有利于预防 2 型糖尿病: 新疆克拉玛依和山西忻州农村饮食状况调查[J]. 中日友好医院学报, 2002, 16(3): 134-137.

- Xing XY, Zhang B, Liu YG, *et al.* High dietary fiber is favourable to prevent type 2 diabetes [J]. *J China-Japan Friendship Hosp*, 2002, 16(3): 134–137.
- [23] 欧仕益,高孔荣,赵谋明. 膳食纤维抑制餐后血糖升高的机理探讨[J]. *食品科学*, 1998, 19(3): 48–52.
- Ou SY, Gao KR, Zhao MM. Investigate the mechanism of inhibition of hyperglycemia after diet by dietary fiber [J]. *Food Sci*, 1998, 19(3): 48–52.
- [24] Davidson MH, McDonald A. Fiber: forms and functions [J]. *Nutr Res*, 1998, 18: 617–624.
- [25] 郑子新, 滕俊英, 薛长勇, 等. 自制新型膳食纤维对血糖、血脂的调节作用[J]. *山东医药*, 2004, 44(19): 16–17.
- Zheng ZX, Teng JY, Xue CY, *et al.* The effect of self-made new type of dietary fiber on the regulation of glucose and lipid [J]. *Shandong Med J*, 2004, 44(19): 16–17.
- [26] Zhou J, Han DX. Safety evaluation of protein of silkworm (*Antheraea pernyi*) pupae [J]. *Food Chem Toxicol*, 2006, 44(7): 1123–1130.
- [27] Hu DC, Liu Q, Cui Hairong, *et al.* Effects of amino acids from selenium-rich silkworm pupas on human hepatoma cells [J]. *Life Sci*, 2005, 77(17): 2098–2110.
- [28] 魏兆军, 廖爱美, 于力涛, 等. 家蚕蛹油提取工艺优化研究[J]. *食品科学*, 2007, 28(10): 248–251.
- Wei ZJ, Liao AM, Yu LT, *et al.* Optimizing technique of extracting pupal oil from silkworm pupae [J]. *Food Sci*, 2007, 28(10): 248–251.
- [29] 黄静, 廖爱美, 潘文娟, 等. 家蚕蛹油对大鼠肝脏脂质代谢及相关酶活性的影响[J]. *食品科学*, 2011, 32(5): 273–276.
- Huang J, Liao AM, Pan WJ, *et al.* Effect of silkworm pupal oil on hepatic lipid metabolism and related lipase activity in rats [J]. *Food Sci*, 2011, 32(5): 273–276.
- [30] Mentangf, Maitam, Ushioh, *et al.* Efficacy of silkworm (*Bombyx mori* L.) chrysalis oil as a lipid source in adult *wistar* rats [J]. *Food Chem*, 2011, 127(3): 899–904.
- [31] 胡金鹿, 陈伟平, 卓玛丽. 蚕蛹油对高脂膳食大鼠血脂及脂代谢相关酶的影响[J]. *食品工业科技*, 2010, 31(11): 343–346.
- Hu JL, Chen WP, Zhuo ML. Effect of chrysalis oil on plasma lipids and lipid-metabolize-enzyme level of high-fat-diet rats [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2010, 31(11): 343–346.
- [32] 胡金鹿, 陈伟平. 蚕蛹油对高脂血症大鼠载脂蛋白及脂代谢相关酶的影响[J]. *中草药*, 2011, 42(2): 300–306.
- Hu JL, Chen WP. Effect of silkworm chrysalis oil on apoprotein and lipid-metabolizedenzyme level in hyperlipidemia rats [J]. *Chin Tradit Herb Drugs*, 2011, 42(2): 300–306.
- [33] 倪鸿昌, 李俊, 金涌, 等. 大鼠实验性高血脂症和高血脂性脂肪肝模型研究[J]. *中国药理学通报*, 2004, 20(6): 703–706.
- Ni HC, Li J, Jin Y, *et al.* The experimental animal model of hyperlipidemia and hyperlipidemic fatty liver in rats [J]. *Chin Pharm Bull*, 2004, 20(6): 703–706.
- [34] 华天懿, 王富伟, 金冬岩, 等. 高能饲料对大鼠脂类代谢、脂质过氧化反应等影响的研究[J]. *中华儿童保健杂志*, 1998, 6(2): 129.
- Hua TY, Wang FW, Jin DY, *et al.* The effect of high caloric feeding on lipids, lipid peoxidation in rats [J]. *Chin J Child Health Care*, 1998, 6(2): 129.
- [35] Esterbauer H. Cytotoxicity and geno toxicity of lipidoxidation [J]. *Am J Clin Nutr*, 1993, 57: 779.
- [36] Zaman N, Tam Y K, Jewell D, *et al.* Effect of in travenou s Lipid as a source of energy in parenteral nutrition liver perfusion [J]. *Biopharm Drug Dispos*, 1997, 18(9): 803.
- [37] 刘嵩, 卢笑丛, 葛建, 等. 高脂所致脂肪肝动物模型建立的动态研究[J]. *中国药理学通报*, 2006, 22(11): 1399–1403.
- Liu S, Lu XC, Ge J, *et al.* A dynamic study on the establishment of animal model of fatty liver induced by high fat [J]. *Chin Pharm Bull*, 2006, 22(11): 1399–1403.
- [38] Islam MS, Choi H. Nongenetic model of type 2 diabetes: a comparative study [J]. *Pharmacology*, 2007, 79(4): 243–249.
- [39] Reed MJ, Meszaros K, Entes LJ, *et al.* A new rat model of type 2 diabetes: the fat-fed, streptozotocin-treated rat [J]. *Metabolism*, 2000, 49(11): 1390–1394.
- [40] Srinivasan K, Viswanad B, Asrat L, *et al.* Combination of high-fat diet-fed and low-dose streptozotocin-treated rat: a model for type 2 diabetes and pharmacological screening [J]. *Pharm Res*, 2005, 52(4): 313–320.
- [41] Sahin K, Onderci M, Tuzcu M, *et al.* Effect of chromium on carbohydrate and lipid metabolism in a rat model of type 2 diabetes mellitus: the fat-fed, streptozotocin-treated rat [J]. *Metabolism*, 2007, 56(9): 1233–1240.
- [42] Levin BE, Dunn-Meynell AA, Balkan B, *et al.* Selective breeding for diet-induced obesity and resistance in *Sprague-dawley* rats [J]. *Am J Physiol*, 1997, 273(2): 725–730.
- [43] 张松筠, 杨长春, 郝咏梅, 等. 食源性肥胖大鼠 2 型糖尿病模型的建立[J]. *中国组织工程研究与临床康复*, 2010, 14(28): 5212–5215.
- Zhang SY, Yang CC, Hao YM, *et al.* Establishment of diet-induced type 2 diabetes mellitus rat models [J]. *J Clin Rehabil Tissue Eng Res*, 2010, 14(28): 5212–5215.
- [44] 卫生部. 保健食品检验与评价技术规范(2003 版)[Z]. Ministry of Health. Technical specification for health food inspection and evaluation (2003 Edition) [Z].
- [45] 国家食品药品监督管理局. 关于印发抗氧化功能评价方法等 9 个保健食品评价方法的通知(国食药监保化[2012]107 号)[Z]. CFDA. Evaluation method of antioxidant function and other 9 health function evaluation methods (The food drug safety protect [2012] No.107) [Z].
- [46] 王利军, 张汝学, 贾正平, 等. 高脂饲料加 STZ 联合诱导的大鼠糖尿病模型 HPA 轴功能变化与糖脂代谢的关系[J]. *中国药理学通报*, 2010, 26(3): 325–329.
- Wang LJ, Zhang RX, Jia ZP, *et al.* The function changes of HPA axis in diabetic rat model induced by high lipid food plus STZ and relation with glucose and lipid metabolism [J]. *Chin Pharm Bull*, 2010, 26(3): 325–329.
- [47] 孙立红, 邢东明, 李敏, 等. 高血糖合并高血脂动物模型的初探[J]. *中国医学科学院学报*, 2001, 23(1): 1.
- Sun LH, Xing DM, Li M, *et al.* A preliminary study on the model of high blood glucose combined with hyperlipidemia [J]. *Acta Acad Med Sin*, 2001, 23(1): 1.
- [48] 钱丽丽, 高学敏, 王淳. 具有中医特色的保健食品研发优势分析[J]. *中华中医药杂志*, 2009, 24(6): 697–701.
- Qian LL, Gao XM, Wang C. Analysis on development advantages of health food with Chinese medical feature [J]. *China J Tradit Chin Med Pharm*, 2009, 24(6): 697–701.
- [49] 吴丽, 潘苏华. 中药保健食品的优势及发展方向[J]. *时珍国医国药*, 2009, 20(7): 1338–1340.

- Wu L, Pan SH. The advantage and development of traditional Chinese health foods [J]. Lishizhen Med Mater Med Res, 2009, 20(7): 1338-1340.
- [50] 王也, 富同义. 降血脂类中药的研究进展[J]. 中医学刊, 2006, 24(11): 2137-2139.
- Wang Y, Fu TX. Research progress of traditional Chinese medicine for reducing blood lipid [J]. Chin Arch Tradit Chin Med, 2006, 24(11): 2137-2139.
- [51] 孙传范. 国内外功能食品产业的比较[J]. 食品科学, 2009, 30(19): 356-359.
- Sun CF. Comparison of functional foods industries at home and abroad [J]. Food Sci, 2009, 30(19): 356-359.

(责任编辑: 姚菲)

作者简介



陈志蓉, 硕士, 副研究员, 主要研究方向为食品安全性评价。

E-mail: chenzhirong853@qq.com。



曹进, 博士, 研究员, 主要研究方向为食品安全检测。

E-mail: 947817878@qq.com。

“兽药残留检测技术与风险评估”专题征稿函

兽药在防治动物疾病、提高生产效率、改善畜产品质量等方面起着十分重要的作用, 但是, 由此带来的食品安全问题值得关注。滥用兽药极易造成动物源食品中有害物质的残留, 这不仅对人体健康造成直接危害, 而且对畜牧业的发展和生态环境也造成极大危害。近几年促使了食品毒理学、食品风险控制与管理理论、现代检测分析技术特别是快速、高通量、多组分残留检测及未知化合物的筛查技术在此领域的运用并取得了一定的突破。

鉴于此, 本刊特别策划了“兽药残留检测技术与风险评估”专题, 由上海出入境检验检疫局朱坚研究员担任专题主编。专题将围绕(1)兽药残留检测的前处理技术; (2)兽药残留快速检测方法、多残留检测技术; (3)兽药残留的分布规律与减低措施; (4)兽药残留危害的风险评估; (5)兽药残留检测新技术及在残留分析中的应用(固相萃取、基质固相分散萃取、分子印迹、质谱联用技术等); (6)食品加工过程中兽药残留的质与量的变化; (7)国际兽药残留标准制定与限量标准的协调一致等多方面展开讨论, 计划在2016年6月出版。

鉴于您在该领域的成就, 朱坚研究员和主编吴永宁研究员特邀请您为本专题撰写稿件, 综述、研究论文、研究简报均可, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。请在2016年5月15日前通过网站或Email投稿。我们将快速处理并经审稿合格后优先发表。

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

Email: jfoodsq@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部

编辑 金廷秋

18701528611

010-56054862