

羊尾油的功效

张兰兰¹, 吴鹏飞¹, 马冰冰², 马腾飞², 何慧敏¹,

章玉洁¹, 司艳¹, 张部昌¹, 徐昌志¹

(1. 安徽大学物质科学与信息技术研究院, 合肥 230000; 2. 安徽天祥生物技术研究中心, 合肥 230000)

摘要:羊尾油来源于羊的臀部和尾部脂肪, 富含多种功能性脂肪酸。羊尾油可以作为中药炮制辅料起到增强药效的作用, 也能治疗某些疾病, 具有良好的抗炎作用, 对羊尾油功效的深入研究具有重要意义。概述了羊尾油在中药炮制和炎症上的作用, 与其他炮制方法相比, 羊尾油的炮制效果更好, 而且羊尾油修复伤口、降低炎症的效果优于牛肾周脂。因羊尾油含有奇数链饱和脂肪酸、支链脂肪酸、共轭亚油酸等具有抗癌活性的脂肪酸, 评估其可能具有抗癌活性。

关键词:羊尾油; 中药炮制; 炎症; 癌症; 脂肪酸

中图分类号: TS221; R94

文献标识码: A

文章编号: 1003-7969(2021)03-0088-05

Advance in function of sheep tail fat

ZHANG Lanlan¹, WU Pengfei¹, MA Bingbing², MA Tengfei², HE Huimin¹,
ZHANG Yujie¹, SI Yan¹, ZHANG Buchang¹, XU Changzhi¹

(1. Institutes of Physical Science and Information Technology, Anhui University, Hefei 230000, China;

2. Biotechnical Research Centre for Anhui Tianxiang, Hefei 230000, China)

Abstract: Sheep tail fat (STF) coming from sheep's hip and tail fat is rich in functional fatty acids, and can be used as traditional Chinese medicine processing excipients to enhance the efficacy of the role, but also can treat some diseases, and has a good anti-inflammatory effect. The in-depth study of the function of STF is of great significance. The effects of STF on traditional Chinese medicine processing and inflammation were summarized. Compared with other processing methods, the processing effect of STF was better, and its effects on repairing wound and reducing inflammation was better than that of bovine kidney fat. Because STF contained odd chain saturated fatty acids, branched chain fatty acids, conjugated linoleic acid and other fatty acids with anticancer activity, it might have anticancer activity.

Key words: sheep tail fat; processing of traditional Chinese medicine; inflammatory; cancer; fatty acid

羊的肥尾特性被认为是对恶劣环境的适应性反应, 在食物短缺时期是羊宝贵的营养储备。羊尾部脂肪的堆积主要受脂肪量与肥胖相关(Fat mass and obesity associated, *FTO*)基因和血小板衍生生长因子-D(*PDGF-D*)基因的影响^[1-2]。此外, 不同品

种的羊在脂肪代谢上存在明显的差异^[3]。目前, 对羊尾油的研究主要集中在手工皂、唇膏、动物饲料等的制备, 羊尾油在工业和食品领域应用广泛, 并且人们逐渐关注到羊尾油的生物学功能。本文主要对羊尾油的功效进行概述, 主要包括羊尾油在中药炮制和炎症中的作用, 并且评估其潜在的抗癌活性, 以期拓展羊尾油的应用范围提供参考。

1 羊尾油的概述

羊尾油为白色或微黄色, 味甘, 无毒, 含有羊特有的膻味, 羊臀部和尾部脂肪含量在3~8 kg/只。刘成江等^[4]检测了新疆肥尾羊脂肪的相关指标, 其酸值(KOH)、皂化值(KOH)和碘值(I)分别为

收稿日期: 2020-06-10

基金项目: 安徽大学天祥粮油生物技术研发项目(K160162010)

作者简介: 张兰兰(1992), 女, 硕士研究生, 研究方向为油脂与健康(E-mail) 1850678554@qq.com。

通信作者: 徐昌志, 高级实验师(E-mail) changzhixu007@163.com。

0.095、190.9 mg/g 和 59.6 g/100 g, 包含乙酸乙酯、环己烷等 26 种挥发性成分。羊尾油中的脂肪酸主要包括棕榈酸、硬脂酸、油酸及少量亚油酸、亚麻酸、共轭亚油酸 (CLAs)、花生四烯酸 (AA) 及二十二碳六烯酸 (DHA)^[5-6], 此外还包含一些反刍动物中特有的奇数链饱和脂肪酸 (OCFAs), 如十五烷酸 (C15:0) 和十七烷酸 (C17:0) 等^[5]。刘丹等^[6]研究了不同品种羊尾油的脂肪酸组成, 发现羊尾油的脂肪酸中还包括支链脂肪酸 (BCFAs)。

2 羊尾油在中药炮制中的作用

中药炮制的辅料较多, 主要分为固体辅料和液体辅料, 固体辅料包括朱砂、白矾、豆腐和麦麸等, 液体辅料包括盐水、酒水、姜汁、醋、油和蜂蜜等。羊尾油是一种较好的液体辅料, 在中药炮制中可协同主药发挥增强药效、提高治疗效果、降低主药毒性或者对主药理化性质加以影响等作用。从部位来源、品种等方面研究发现, 肥臀羊羊尾油的得率较高, 棕榈酸和油酸含量高, 油脂较软, 是新疆地区中药炮制辅料羊脂油的首选^[7]。蒙药硫黄, 具有杀虫止痒、燥脓血、燥黄水的作用, 其生品因含有三氧化二砷而有毒, 经炮制去毒后方可内服。不同的炮制方法对硫黄的影响不同, 用水菖蒲熬煮法、羊尾油熔融法、黄油熔融法等方法炮制硫黄, 其去砷率分别为 55.1%、78.7%、73.7%, 砷的损失量分别为 0.26%、0.06%、0.78%^[8]。通过对比发现, 羊尾油熔融法炮制蒙药硫黄去砷率高, 并且砷的损失量低。此外, 羊尾油熔融法与黄油熔融法相比效果更好, 可能是由于脂肪酸组成及含量的差异性所致。羊尾油中的不饱和脂肪酸含量高于黄油^[5,9]。这可能是羊尾油能更好地溶解三氧化二砷的一个原因, 但目前尚无证据, 还有待进一步的研究。除了硫黄外, 淫羊藿也常用羊尾油炮制。淫羊藿经羊尾油炮制后, 还具有加强淫羊藿抗骨质疏松和温肾壮阳的作用^[10-11]。淫羊藿主要药用成分为黄酮类物质, 但因其溶解性较差, 导致生物利用度低, 因此需经炮制提高黄酮类物质的溶解度。羊尾油中因含有丰富的脂肪酸类物质, 通过这类物质与人体内的盐成分或胆汁酸形成自组装胶束, 承担药物载体的作用, 大幅度提高淫羊藿主要成分总黄酮的溶解程度, 进而加强小肠的吸收, 从而增强药物吸收作用^[12]。不同的炮制方法对淫羊藿的影响不同, 淫羊藿经酒炙、羊尾油炙、炒制、盐制方法炮制后, 发现酒炙和羊尾油炙淫羊藿效果最佳。在古代羊尾油因甘热, 具有温肾补阳、祛湿散邪的功效, 而常用于炮制淫羊藿。另外, 淫羊藿炮制前后, 其活性成分会发生一定的变化, 并

且因炮制方法的不同, 活性成分变化程度也有所差异。经羊尾油炮制后的淫羊藿, 其多糖苷黄酮成分转化为更易吸收的低糖苷, 并提高了淫羊藿中微量元素元素的溶出, 进而增强药效。羊尾油作为中药炮制中常用的辅料, 在降低药材毒性、增强药效上效果良好, 但目前以羊尾油为炮制辅料的药材较少, 还有待进一步拓展其炮制药材的种类和范围。同时, 因来源和炼制工艺不同导致羊尾油的品质及成分有差异, 从而无法保证中药饮片的质量和疗效。而且羊尾油直接用于中药的炮制, 目前尚未有相关的药用标准。这些都是目前羊尾油用作中药炮制辅料的不足之处, 有待后期的改进和完善。

3 羊尾油对炎症的作用

羊尾油是哈萨克医学中常用的天然药材, 具有多种药理作用, 既可内服, 也可外用。羊尾油能治疗便秘、痢疾、风寒等多种疾病^[13-14], 同时具有滋润皮肤、修复伤口、抗炎、增强免疫力等重要功能。高杰^[15]通过构建小鼠耳皮炎模型研究发现羊油具有抗炎作用, 对特征性皮炎有较好的疗效。动物实验表明, 羊尾油能够有效地修复小鼠的皮肤损伤, 相对于市面上的抗炎修复药膏和牛肾周脂, 其愈合面洁净光滑, 炎症反应程度更小^[16]。这可能得益于羊尾油中特殊的脂肪酸, 如 AA、CLAs、油酸及一些 BCFAs 等。研究表明, CLAs 通过抑制 Cyclooxygenase-2 (COX-2)/5-Lipoxygenase (5-LOX) 和 Toll like receptor 4 (TLR-4)/NF- κ B 信号, 减轻 2,4-二硝基氟苯诱导的小鼠特应性皮炎^[17]。CLAs 和硫辛酸通过分子相互作用形成的复合物具有抗炎作用^[18]。此外, DHA、AA 和油酸可作为辅助药物用于治疗关节炎^[19]。同样地, Yan 等^[20]研究发现 BCFAs 能抑制促炎标志物 IL-8 的产生。因此, 羊尾油的抗炎作用可能缘于这些具有抗炎活性的脂肪酸。另外, 羊尾油的伤口愈合效果优于牛肾周脂, 可能也是由于二者脂肪酸种类和含量的差异性所致。羊尾油中的棕榈酸、亚油酸及 AA 的含量均高于牛肾周脂。羊尾油为开发抗炎保健品或新型药物提供了新的研究方向。

4 评估羊尾油在癌症中的作用

羊尾油中主要的功能性脂肪酸包括 OCFAs、BCFA 及 CLAs 等, 这里根据这些功能性脂肪酸的作用来讨论和评估羊尾油在癌症中的作用。

4.1 OCFAs

OCFAs 主要存在于牛、羊等反刍动物的乳和脂肪^[21]。OCFAs 主要由动物的网状瘤胃中的细菌合成, 在天然植物脂类中几乎不存在, 人体内 OCFAs

的血浆浓度在 0% ~ 1% 之间,但却与人类的健康密切相关。Fukuzawa 等^[22]研究发现 C17:0 和 C19:0 对 HL-60 细胞增殖具有较高的抑制活性。C17:0 对肺癌细胞 PC-9 和 PC-9/GR 表现出较好的抑制效果,并增强了吉非替尼的效果^[23]。Jamebozorgi 等^[24]研究发现南海海绵中的脂肪酸组分(包括 C15:0 和 C17:0)对 HT-29 细胞有良好的抑制作用。全粒黑麦和小麦中含有 C15:0、C19:0 和 C21:0,在前列腺癌和乳腺癌的预防中表现出良好的效果^[25]。Matejic 等^[26]研究表明 OCFAs 和 *n*-3 PUFA 较高的循环水平可能与较低的胰腺癌风险有关。由此可见,通过合理摄入 OCFAs 含量较高的食物,提高机体血浆中 OCFAs 浓度可能对预防或治疗癌症有一定的益处。

4.2 BCFAs

BCFAs 是指碳链上带有一个或几个支链的一类脂肪酸。Yang 等^[27]通过体内外实验证明了 BCFAs 中 13-甲基十四烷酸(13-methyltetradecanoic acid)对慢性髓原白血细胞 K-562、乳腺癌细胞 MCF-7、人前列腺癌细胞 DU 145、人胃癌细胞 NCI-SNU-1、人肝癌细胞 SNU-423、小细胞肺癌细胞 NCI-H1688、人胰腺癌细胞 BxPC3、人结肠癌细胞 HCT 116 多种癌细胞表现出抗癌活性。牛肉和乳制品中常见的 4 种 BCFAs 包括 *iso*-C15:0、*anteiso*-C15:0、*iso*-C17:0 和 *anteiso*-C17:0 对 MCF-7 的生长有抑制作用^[28]。Wright 等^[29]发现 *iso*-C15:0 对兔 VX2 鳞状细胞癌有较好的疗效。此外,羊肉中的 *n*-3 PUFA、BCFAs 有益于癌症或炎症性疾病患者的健康^[30]。另有研究表明,*iso*-C15:0 在前列腺癌和膀胱癌中通过促进癌细胞凋亡发挥作用^[31-32]。这些研究结果提示我们,羊尾油可能作为保健品或新型抗癌药物的潜在应用。

4.3 CLAs

CLAs 是一种具有不同位置和几何形状的共轭双键的 PUFA,存在于反刍动物的脂、肉和乳制品中,也普遍存在于动植物性产品中,但在动物性产品中的含量更高,尤其是反刍动物自身可以合成该物质^[33-34]。而早在 1983 年,Pariza 等^[35]就已经发现 CLAs 具有抗肿瘤活性。后续研究对皮肤癌小鼠局部给予 CLAs,发现局部给予 CLAs 小鼠的肿瘤有好转,并且肿瘤形成的发生率明显低于对照组小鼠^[36]。此外大量的研究数据表明 CLAs 对肝癌^[37]、乳腺癌^[38]、肺癌^[39]、结肠癌^[40]、卵巢癌^[41]和前列腺癌^[42]有益。研究表明,每天食用 4 种或更多乳制品

的受试者患结直肠癌的风险降低^[43]。这些数据表明,摄入富含 CLAs 的食物降低了某些类型癌症在人类中的发病率和进展。

鉴于羊尾油含有多种具有抗癌活性的脂肪酸,其可能具有一定的抗癌作用。加强对羊尾油功能的开发,有望为癌症病人提供更为合适的食疗辅助方案。

5 结束语

羊尾油作为常用的中药炮制辅料,可发挥降低某些药材的毒性、增强药效的作用,且与其他的炮制方法相比,羊尾油的炮制效果更好,这可能与其所含有的脂肪酸种类和含量有关,但目前采用羊尾油炮制的药材种类和范围有限,需要进一步开发拓展。羊尾油的来源和炼制工艺及炮制工艺的多样性也是影响中药饮片质量的关键因素,有待进一步的改进。此外,与牛肾周脂相比,羊尾油能更好更快地修复伤口、降低炎症,可能也是由于二者脂肪酸种类和含量的差异性所致,羊尾油中的棕榈酸、亚油酸及 AA 的含量均高于牛肾周脂。更为重要的是羊尾油含有 OCFAs、BCFAs 和 CLAs 这些具有抗癌活性的脂肪酸,可能具有潜在的抗癌作用,当然后期也需要更多的证据来证明羊尾油的抗癌活性。这提示我们,通过分提和酯交换等技术对羊尾油进行改性或富集其功能性成分,并将其应用到食品补充剂、调和油以及抗炎、抗癌相关的保健品上,具有广阔的发展前景。

参考文献:

- [1] WANG S H, LIU S R, YUAN T T, et al. Genetic effects of *FTO* gene insertion/deletion (InDel) on fat-tail measurements and growth traits in Tong sheep [J]. *Anim Biotechnol*, 2019(3): 1-11.
- [2] LI Q, LU Z K, JIN M L, et al. Verification and analysis of sheep tail type-associated *PDGF-D* gene polymorphisms [J/OL]. *Animals*, 2020, 10(1): 89 [2020-06-10]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31935823>.
- [3] FAN H Y, HOU Y L, SAHANA G, et al. A transcriptomic study of the tail fat deposition in two types of hulun buir sheep according to tail size and sex [J/OL]. *Animals*, 2019, 9(9): 655 [2020-06-10]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31491862>.
- [4] 刘成江, 吴洪斌, 王俊钢, 等. 新疆肥尾羊脂肪特性研究 [J]. *食品科学*, 2012, 33(6): 159-161.
- [5] AKSU M I. Fatty acid composition of beef intermuscular, sheep tail, beef kidney fats and its effects on shelf life and quality properties of Kavurma [J]. *J Food Sci*, 2009, 74(2): S65-S72.
- [6] 刘丹, 何鑫, 李涛, 等. 不同品种脂臀羊尾脂品质的比

- 较分析[J]. 现代食品科技, 2019, 35(4): 244-249.
- [7] 李伟, 轩辕欢, 李茜. 新疆地区中药炮制辅料羊脂油初步筛选[J]. 新疆中医药, 2019, 37(3): 45-46.
- [8] 白明纲, 牛斯日古. 蒙药炮制法对硫黄中硫及砷盐含量影响的研究[J]. 中国中药杂志, 1996, 21(10): 603-605.
- [9] 高希西. 乳脂肪甘油三酯分析及黄油分馏物组成与物化特性研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2016.
- [10] 蒋俊. 基于体内自组装胶束形成机制的羊脂油对淫羊藿黄酮苷元抗骨质疏松增效机理研究[D]. 南京: 南京中医药大学, 2015.
- [11] 陈玲玲, 贾晓斌, 贾东升. 淫羊藿炮制机制研究进展[J]. 中草药, 2010, 41(12): 2108-2111.
- [12] 李杰, 孙娥, 张振海, 等. 羊脂油对淫羊藿活性黄酮自组装胶束模拟形成的影响[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(17): 3278-3282.
- [13] 库丽夏西, 热依汗古丽. 羊尾油在哈萨克医药中的应用[J]. 中国民族医药杂志, 2011, 17(9): 87-88.
- [14] 阿尔新·达开, 加依娜尔·沙林别克. 哈萨克医习用动物药材羊脂的药理作用[J]. 中国民族医药杂志, 2013(11): 38-39.
- [15] 高杰. 羊脂的抗炎作用及其应用研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2018.
- [16] 王俊丽, 马学军, 高婷, 等. 两种油脂对小鼠皮肤创伤修复作用研究[J]. 中国农学通报, 2017, 35(2): 111-115.
- [17] TANG L, LI X L, DENG Z X, et al. Conjugated linoleic acid attenuates 2, 4-dinitrofluorobenzene-induced atopic dermatitis in mice through dual inhibition of COX-2/5-LOX and TLR4/NF- κ B signaling[J/OL]. J Nutr Biochem, 2020, 81: 108379 [2020-06-10]. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2020.108379>.
- [18] LEE K J, KO Y J, KANG S K, et al. Additive anti-inflammation by a combination of conjugated linoleic acid and α -lipoic acid through molecular interaction between both compounds[J]. Food Sci Biotechnol, 2019, 29(3): 419-429.
- [19] PÉREZ-MARTÍNEZ P I, ROJAS-ESPINOSA O, HERNÁNDEZ-CHÁVEZ V G, et al. Anti-inflammatory effect of *omega* unsaturated fatty acids and dialysable leucocyte extracts on collagen-induced arthritis in DBA/1 mice[J]. Int J Exp Pathol, 2020, 101(112): 55-64.
- [20] YAN Y, WANG Z, GREENWALD J, et al. BCFA suppresses LPS induced IL-8 mRNA expression in human intestinal epithelial cells[J]. Prostag Leukot Essent Fatty Acids, 2017, 116: 27-31.
- [21] WOLK A, VESSBY B, LJUNG H, et al. Evaluation of a biological marker of dairy fat intake[J]. Am J Clin Nutr, 1998, 68(2): 291-295.
- [22] FUKUZAWA M, YAMAGUCHI R, HIDE I, et al. Possible involvement of long chain fatty acids in the spores of *ganoderma lucidum* (*Reishi houshi*) to its anti-tumor activity[J]. Biol Pharm Bull, 2008, 31(10): 1933-1937.
- [23] XU C, WU P, GAO J, et al. Heptadecanoic acid inhibits cell proliferation in PC-9 non-small-cell lung cancer cells with acquired gefitinib resistance[J]. Oncol Rep, 2019, 41(6): 3499-3507.
- [24] JAMEBOZORGI F H, YOUSEFZADI M, FIRUZI O, et al. In vitro anti-proliferative activities of the sterols and fatty acids isolated from the Persian Gulf sponge; *Axinella sinoxea*[J]. DARU J Pharmac Sci, 2019, 27(1): 121-135.
- [25] OSKARSSON A, OHLSSON ANDERSSON Å. Suppressed sex hormone biosynthesis by alkylresorcinols; a possible link to chemoprevention[J]. Nutr Cancer, 2016, 68(6): 978-987.
- [26] MATEJCIC M, LESUEUR F, BIESSY C, et al. Circulating plasma phospholipid fatty acids and risk of pancreatic cancer in a large European cohort[J]. Int J Cancer, 2018, 143(10): 2437-2448.
- [27] YANG Z, LIU S, CHEN X, et al. Induction of apoptotic cell death and in vivo growth inhibition of human cancer cells by a saturated branched-chain fatty acid, 13-methyltetradecanoic acid[J]. Cancer Res, 2000, 60(3): 505-509.
- [28] VAHMANI P, SALAZAR V, ROLLAND D C, et al. *Iso*-but not *anteiso*-branched chain fatty acids exert growth-inhibiting and apoptosis-inducing effects in MCF-7 cells[J]. J Agric Food Chem, 2019, 67(36): 10042-10047.
- [29] WRIGHT K C, YANG P, VAN PELT C S, et al. Evaluation of targeted arterial delivery of the branched chain fatty acid 12-methyltetradecanoic acid as a novel therapy for solid tumors[J]. J Exp Ther Oncol, 2005, 5(1): 55-68.
- [30] CHIKWANHA O C, VAHMANI P, MUCHENJE V, et al. Nutritional enhancement of sheep meat fatty acid profile for human health and wellbeing[J]. Food Res Int, 2018, 104: 25-38.
- [31] YANG P, COLLIN P, MADDEN T, et al. Inhibition of proliferation of PC3 cells by the branched-chain fatty acid, 12-methyltetradecanoic acid, is associated with inhibition of 5-lipoxygenase[J]. Prostate, 2003, 55(4): 281-291.
- [32] LIN T X, YIN X B, CAI Q Q, et al. 13-Methyltetradecanoic acid induces mitochondrial-mediated

- apoptosis in human bladder cancer cells [J]. *Urol Oncol - Semin Ori*, 2012, 30(3):339-345.
- [33] LIN G L, WANG H, DAI J, et al. Conjugated linoleic acid prevents age - induced bone loss in mice by regulating both osteoblastogenesis and adipogenesis [J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2017, 490(3): 813 - 820.
- [34] GARCIA C, DUBY C, CATHELINE D, et al. Synthesis of the suspected *trans*-11, *cis*-13 conjugated linoleic acid isomer in ruminant mammary tissue by FADS3 - catalyzed Δ 13 - desaturation of vaccenic acid [J]. *J Dairy Sci*, 2017, 100(1): 783 - 796.
- [35] PARIZA M W, LORETZ L J, STORKSON J M, et al. Mutagens and modulator of mutagenesis in fried ground beef [J]. *Cancer Res*, 1983, 43(5):2444s - 2446s.
- [36] HA Y L, GRIMM N K, PARIZA M W. Anticarcinogens from fried ground beef: heat - altered derivatives of linoleic acid [J]. *Carcinogenesis*, 1987, 8(12): 1881 - 1887.
- [37] YAMASAKI M, NISHIDA E, NOU S, et al. Cytotoxicity of the *trans*10, *cis*12 isomer of conjugated linoleic acid on rat hepatoma and its modulation by other fatty acids, tocopherol, and tocotrienol [J]. *In Vitro Cell Dev - An*, 2005, 41(7):239 - 244.
- [38] ZENG Y H, LIU P, YANG X H, et al. The dietary *c*9, *t*11 - conjugated linoleic acid enriched from butter reduces breast cancer progression in vivo [J/OL]. *J Food Biochem*, 2020, 44(4): e13163 [2020 - 06 - 10]. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13163>.
- [39] SŁOWIKOWSKI B K, DRZEWIECKA H, MALESZA M, et al. The influence of conjugated linoleic acid on the expression of peroxisome proliferator - activated receptor - γ and selected apoptotic genes in non - small cell lung cancer [J]. *Mol Cell Biochem*, 2020, 466(1/2):65 - 82.
- [40] SHIRAIISHI R, IWAKIRI R, FUJISE T, et al. Conjugated linoleic acid suppresses colon carcinogenesis in azoxymethane - pretreated rats with long - term feeding of diet containing beef tallow [J]. *J Gastroenterol*, 2010, 45(6):625 - 635.
- [41] SHAHZAD M M K, FELDER M, LUDWIG K, et al. *Trans*10, *cis*12 conjugated linoleic acid inhibits proliferation and migration of ovarian cancer cells by inducing ER stress, autophagy, and modulation of Src [J/OL]. *PLoS One*, 2018, 13(1):e0189524 [2020 - 06 - 10]. <https://doi.org/10.1371/journal.phone.0189524>.
- [42] CESANO A, VISONNEAU S, SCIMECA J A, et al. Opposite effects of linoleic acid and conjugated linoleic acid on human prostatic cancer in SCID mice [J]. *Anticancer Res*, 1998, 18(3A):1429 - 1434.
- [43] LARSSON S C, BERGKVIST L, WOLK A. High - fat dairy food and conjugated linoleic acid intakes in relation to colorectal cancer incidence in the Swedish Mammography Cohort [J]. *Am J Clin Nutr*, 2005, 82(4):894 - 900.

(上接第 73 页)

- [8] 郑景霞. β -胡萝卜素-薏苡仁油复合脂质体的制备及功能特性研究[D]. 南昌:南昌大学, 2018.
- [9] 于桐, 吴超, 季鹏, 等. 黄芩素固体脂质纳米粒冻干粉制备及体外释药性质的研究[J]. *中草药*, 2015, 46(18): 2720 - 2726.
- [10] TANG B, FANG G, GAO Y, et al. Liposomes loading paclitaxel for brain - targeting delivery by intravenous administration: in vitro characterization and in vivo evaluation [J]. *Int J Pharmac*, 2014, 475(1/2): 416 - 427.
- [11] 夏书芹, 许时婴. 辅酶 Q10 纳米脂质体稳定性的研究 [J]. *食品与发酵工业*, 2006, 32(2): 28 - 32.
- [12] 陈光明. 甘露醇冻干特性的实验研究 [C]//第八届全国冷冻干燥学术交流会议论文集. 北京:中国制冷学会, 2005: 39 - 43.
- [13] 王立华, 王永利, 黄慧婷, 等. 脂质体冻干因素研究概况 [J]. *中国实验方剂学杂志*, 2012, 18(24): 371 - 374.
- [14] 张玉华, 凌沛学, 籍保平, 等. 糖类在生物活性物质冷冻干燥中的保护作用及其作用机制 [J]. *中国生化药物杂志*, 2006, 27(4): 247 - 249.
- [15] 王健, 李明轩. 冷冻干燥对提高脂质体稳定性的研究概况 [J]. *中国医药工业杂志*, 2005, 36(9): 576 - 580.
- [16] 邬瑞光, 周洪伟, 张小华, 等. DSC 和 XRD 法研究丹皮酚和脂质体的相互作用 [J]. *中医药信息*, 2011, 28(5):10 - 13.
- [17] 林菁. 甘露醇修饰食品脂质纳米粒:冻干稳定作用、结构特征与抗氧化活性 [D]. 广东 深圳:深圳大学, 2015.