

党参多糖的提取方法及生理功能研究进展

裴小平, 郑倩敏 (中山市技师学院食品化工系, 广东中山 528429)

摘要 党参是我国传统名贵中药材, 具有补中益气、健脾益肺等功效, 党参多糖是党参的主要有效成分之一。简要综述了近年来党参多糖的提取方法、生理功能、开发应用及其未来的发展前景, 以期对党参的深度开发利用提供理论依据。

关键词 党参多糖; 提取方法; 生理功能; 开发应用

中图分类号 S567.5⁺3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)32-0130-04

Research Advances on Extraction Method and Physiological Functions of Codonopsis Polysaccharide

PEI Xiao-ping, ZHENG Qian-min (Department of Food & Chemical Engineering, Zhongshan Technician College, Zhongshan, Guangdong 528429)

Abstract Codonopsis is a famous and precious traditional Chinese herbal medicinal, with the function of tonifying middle-Jiao and Qi and strengthening spleen and tonifying lung and other effects. Polysaccharide is one of the functional components of codonopsis. In this assay, the extraction methods, physiological functions, development application and their future development prospects was briefly summarized, to offer theoretical basis for the depth development of codonopsis.

Key words Codonopsis polysaccharide; Extraction methods; Physiological functions; Development and application

《中华人民共和国药典》2005 版收载的党参为桔梗科植物党参、素花党参或川党参等的干燥根, 党参是名贵中药材, 全世界约有 40 种, 我国约有 39 种, 药用 21 种。党参作为常用的治疗及保健药材, 具有补中益气、健脾益肺之功效^[1], 主治脾肺虚弱、气短心悸、食少便溏、虚喘咳嗽、内热消渴等症。党参多糖是党参药材的主要有效成分之一, 其具有抗氧化、抗衰老、抗肿瘤、提高记忆力、增强免疫力、抗溃疡、抗疲劳、降血糖等生理功能^[2]。笔者简要综述了近年来党参多糖的提取方法、生理功能、开发应用及其未来的发展趋势, 以期对党参的深度开发提供理论依据。

1 党参多糖的提取方法

1.1 溶剂法提取党参多糖 宋艺君等^[3]研究发现党参多糖提取的最佳工艺为: 加水提取 3 次, 每次 1 h, 第 1 次加 10 倍量, 第 2、3 次各加 8 倍量; 提取后的药液浓度至 1 g (生药)/mL, 再加乙醇使含醇量达到 80%, 静置 24 h 即可。韩凤梅等^[4]将板桥党参洗净, 切成碎粒, 60 ℃ 干燥 2 h, 称取 100 g 置于 500 mL 圆底烧瓶中, 加石油醚 250 mL, 60~90 ℃ 回流 1 h 以脱脂, 过滤, 石油醚回收; 滤渣挥干溶剂, 然后以 80% 乙醇 250 mL 浸渍过夜, 80~90 ℃ 回流提取 2 次, 每次 1.5 h, 过滤, 药渣加蒸馏水 500 mL 浸 1 h 后, 90 ℃ 温浸提取 40 min, 过滤, 再用 250 mL 蒸馏水 90 ℃ 温浸 30 min, 过滤, 合并滤液, 减压浓缩至 75 mL, 真空冷冻干燥得粗党参多糖, 其得率为 43.6%。武冰峰^[5]通过正交试验确定党参多糖的最佳提取条件为: 85~95 ℃ 水提, 每次 1 h, 提取 3 次, 样液比为 1:20, 该条件下党参多糖的得率为 34.5%。任丽靖等^[6]取干燥的党参药渣 40 g, 加入 400 mL 蒸馏水, 放置 80 ℃ 的水浴中加热提取 3 次, 每次 2 h, 过滤, 合并 3 次提取液, 减压浓缩至原体积的 1/5, 加入 3 倍体积 95% 乙醇, 静置过夜, 4 000 r/min 离心, 收集沉淀, 真空冷冻干燥, 得到 1.095 g 灰白色的党参多糖粗品。李瑞燕^[7]采用水提醇沉法对长治产

潞党参中多糖进行提取工艺参数的考察, 筛选出了党参多糖最佳提取工艺: 料液比为 1:10, 提取 1.0 h, 提取 3 次, 提取液浓缩至 1 g/mL, 加入乙醇至醇沉浓度为 80%, 党参多糖提取率为 26.45%。李贵荣等^[8]利用热水醇沉法制备党参多糖, 最佳工艺为浸泡时间 2 h, 提取时间 3 h, 提取温度 100 ℃, 党参多糖提取率为 26.45%。杜清等^[9]确定党参多糖最佳提取工艺为: 石油醚回流 2 h; 滤渣用 95% 乙醇回流 2 h; 滤渣再用 10 倍体积水回流浸提多糖; 用 seavage 法除蛋白, 加入乙醇使含醇量为 80%, 于冰箱静置 12 h, 得多糖沉淀; 采用优化后的工艺提取明党参多糖粗品的得率约为 10%。鲍智娟^[10]采用正交试验方法, 以多糖得率为评价指标, 对轮叶党参中多糖的提取工艺进行筛选, 以期优化轮叶党参多糖的提取工艺, 结果表明, 当提取时间为 4 h, 料液比为 1:15, 提取温度为 70 ℃ 时, 多糖得率最高, 为 8.50%。

溶剂法提取党参多糖的方法一般比较传统, 工艺简单, 但耗时长、生产效率低。不同的学者尽管都是利用溶剂法提取得到了党参多糖, 但所使用的溶剂各不相同, 得率也千差万别。到底哪种溶剂法提取党参多糖值得借鉴, 要看当时所具备的条件来综合考虑。

1.2 超声波辅助法提取党参多糖 余兰等^[11]通过正交试验法优化得到了超声波辅助提取洛龙党参多糖的最佳工艺条件: 提取温度 90 ℃、固液比为 1:50 (m:V)、超声功率 600 W、提取时间 50 min, 在此工艺条件下, 洛龙党参多糖的一次提取率为 15.9%, 多糖含量为 28.36%; 常规热水提取法一次提取率仅为 8.27%, 多糖含量 18.17%, 表明超声波辅助法提取的洛龙党参多糖含量高于常规热水提取法提取的党参多糖含量。范济民等^[12]采用超声波辅助水提-醇沉法提取党参多糖, 研究得出其最佳提取工艺为: 党参干燥粉碎过 60 目筛, 先后经石油醚、80% 乙醇回流, 挥干溶剂后, 在提取温度为 60 ℃、料液比为 1:12 (g:mL)、超声波功率为 700 W、提取时间为 45 min 的条件下提取 2 次, 党参多糖的提取率达到 13.57%。陈韩英等^[13]研究发现超声波辅助法提取复方党参

中多糖的最佳提取工艺为:提取温度 40 ℃、液料比 6:1、提取 20 min、提取 3 次,复方党参多糖的提取率达到 24.59%。

以上的文献资料表明,超声波辅助法提取党参多糖,其得率一般均比传统的溶剂法提取率高。因为,超声波可以给予提取混合液以很大的速度和加速度使浸提剂和提取物不断振荡,从而加速提取成分进入溶剂,增加提取率。

1.3 亚临界水法提取党参多糖 张锐等^[14]研究了亚临界水法提取党参多糖,并确定了最佳提取工艺:提取温度 130 ℃,提取时间 45 min,料液比为 1:12(g:mL),该条件下的提取率为 195.1 mg/g;而使用传统的溶剂法提取的党参多糖提取率为 78.22 mg/g。表明亚临界水法与传统的溶剂法相比具有明显优势,且该法提取充分、能耗低、快速,还能减少有机溶剂的使用。亚临界水是指在一定压力下,水被加热至 100 ℃以上且 <374 ℃以下(临界温度)的高温高压水。亚临界水法与传统溶剂法相比有 3 个方面优势:①随温度的升高,水的氢键被打开或减弱,水的极性降低,使得对低极性的化合物的溶解能力增加;②提高温度能降低水的表面张力和黏度,结合其高压的特性,能增强水对细胞组织的穿透性,加速细胞破壁和细胞内物质的溶出速度;③无有机溶剂残留,是一种绿色健康的提取方法。

1.4 微波辅助法提取党参多糖 王秀文等^[15]利用微波法提取党参多糖,优选出的最佳提取工艺条件为:微波功率 130 W,提取时间 6 min,料液比 1:40(g:mL),提取 3 次,党参多糖的提取率为 15.79%,而传统多糖的提取率为 15.11%。通过红外光谱图分析表明微波提取基本没有破坏党参多糖的结构,微波法与传统提取法的党参多糖含量无显著性差异,但微波提取迅速、方法简便,适合工业化生产。王颖莉等^[16]研究微波法提取党参总多糖表明,其最佳提取工艺为:微波功率 390 W、料液比 1:20(g:mL)、提取时间 6 min、提取 2 次,此条件下党参多糖含量为 14.82%;该条件下的多糖得率比传统法提高了 10.26%,因为微波可使细胞内温度突然升高,从而使其内部压力增大,进而导致细胞破裂;细胞内的物质自由流出,传递到周围被溶解,从而加速了有效成分的提取。该学者认为微波法是一种优于传统溶剂法,且提取效率高、用时少、不破坏多糖结构的新的提取法。

1.5 酶法提取党参多糖 岳显文^[17]利用纤维素酶提取得到了党参多糖,该法的最佳工艺为:酶解时间 90 min,纤维素酶用量为 2.4%,酶解温度为 75 ℃,该条件下多糖提取量为(0.489 ± 0.007)mg;同样按上述最佳工艺条件进行传统溶剂法提取,此时多糖含量为(0.369 ± 0.017)mg;与水提传统溶剂法相比,酶解法对多糖的提取提高了 23.92%,因为酶可以加快党参细胞壁的破壁效果,从而增加多糖的提取得率。张弛等^[18]研究了板党多糖的酶法提取,结果表明,木瓜蛋白酶提取板党多糖的最优工艺参数为酶用量 60 U/g 干粉、酶解时间 90 min、pH 5.0、温度 40 ℃,此条件下多糖得率为 23.73%;纤维素酶提取板党多糖的最优工艺参数为酶用量 120 U/g 干粉、酶解时间 150 min、pH 4.0、温度 40 ℃,此条件下多糖得率为 28.22%。周大寨等^[19]利用复合酶法(纤维素

酶 + 木瓜蛋白酶 + 果胶酶)提取板党多糖,研究结果表明其最佳提取工艺为:木瓜蛋白酶、纤维素酶和果胶酶的酶用量分别为 90、90、150 U/g 干粉复合下,pH 5.0、50 ℃ 酶解 90 min,板党多糖得率最高达 26.47%。

2 党参多糖的生理功能

2.1 抗氧化抗衰老 伍春^[20]研究党参多糖对 D-半乳糖致衰老小鼠皮肤抗氧化作用的影响发现,党参多糖能显著提升小鼠皮肤组织中超氧化物歧化酶(SOD)及三磷酸腺苷(ATP)的酶活性,增强机体清除自由基的能力,从而提高皮肤的抗氧化能力,进而达到延缓皮肤衰老的目的;党参多糖可以显著降低小鼠皮肤组织中由 D-半乳糖诱导的糖脂质过氧化产物丙二醛(MDA)及脂褐质(LF)水平,从而减少有害产物对皮肤的损害,进而延缓皮肤衰老的进程;党参多糖能显著增高小鼠皮肤组织羟脯氨酸(HYP)含量,从而能使小鼠皮肤胶原蛋白含量增加,有利于维持皮肤弹性,从而延缓皮肤老化。许爱霞等^[21]研究党参多糖的抗衰老作用及其机制发现,党参多糖能使衰老模型小鼠胸腺指数和脾脏指数升高,血清和肝组织中 MDA 明显下降及 SOD 活力明显上升,脑组织中 LF 明显下降,肾组织中谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活力及一氧化氮合酶(NOS)活力明显升高。这些结果表明党参多糖能增强机体免疫功能,清除自由基及脂质过氧化,从而达到抗衰老作用。熊元君等^[22]对新疆党参多糖抗氧化活性进行了研究,发现其能增加小鼠脑中 SOD 的活性,并减少 MDA 的生成;党参多糖可以清除超氧阴离子自由基(O₂·⁻),且半抑制浓度(IC₅₀)为 5.26 × 10⁻⁴ g/mL,显示出很强的抗氧化能力。

2.2 抗肿瘤 宫存杞等^[23]研究党参多糖体内抗肿瘤活性发现,党参多糖对 S180 肉瘤小鼠的生命延长率为 17.7%,且与环磷酰胺混用具有明显的增效作用,生命延长率为 68.8%,明显高于环磷酰胺单独使用的 44.0%,表明党参多糖与化疗药物合用在肿瘤治疗方面有一定的药用价值。韩春姬等^[24]研究轮叶党参多糖的抗肿瘤作用表明,0.5、1.0、2.0 g/kg 的轮叶党参多糖对 S180 肉瘤的生长抑制率分别为 15%、35%、54%,且中剂量和高剂量的抑制率高于对照组,说明轮叶党参多糖对小鼠 S180 肉瘤有抑制作用。朱瑞^[25]研究党参多糖的抗肿瘤活性发现,党参总多糖单独作用时能显著抑制人结肠癌细胞 HCT116 的增殖,与 TRAIL 共同作用时具有显著的协同抑制 HCT116 细胞增殖的作用。武静莲等^[26]研究党参多糖对肝癌细胞的活性发现,党参多糖对肝癌细胞 SMMC-7721 具有抑制作用,使肝癌细胞 SMMC-7721 细胞核固缩,有凋亡小体的出现,且党参多糖对小鼠的脏器没有明显的毒性,党参多糖具有抑制肝癌细胞 SMMC-7721 的作用。冯浩雨等^[27]研究党参多糖体内抗肿瘤活性发现,与对照组相比,党参多糖可以将荷 S180 腹水瘤细胞小鼠的生命延长率为 34.29%,表明党参多糖具有抗肿瘤活性。

2.3 提高记忆力 张振东等^[28-29]研究土党参多糖对小鼠学习记忆的作用效果表明,土党参多糖可使小鼠逃避伤害刺激的反应速度加快,错误次数明显减少,遭电击时间缩短(与

模型组比较, $P < 0.01$ 或 $P < 0.05$), 说明土党参多糖具有改善小鼠学习记忆能力的作用; 研究党参多糖对东莨菪碱所致记忆获得障碍模型小鼠(跳台法和 Y 水迷宫法)、亚硝酸钠所致记忆巩固障碍模型小鼠(跳台法)和 40% 乙醇所致记忆再现障碍模型小鼠(暗箱法)学习记忆的影响表明, 党参多糖给药组均能不同程度缩短东莨菪碱所致记忆获得障碍模型小鼠的触电潜伏期($P < 0.01$ 或 $P < 0.05$), 提高空间记忆能力, 缩短寻觅平台的潜伏期($P < 0.01$); 能延长亚硝酸钠所致记忆巩固障碍模型和 40% 乙醇所致记忆再现障碍模型小鼠的记忆潜伏期($P < 0.01$ 或 $P < 0.05$), 减少错误次数($P < 0.01$)。这些结果都能说明党参多糖具有改善小鼠学习记忆能力的作用。

2.4 增强免疫力 龚其海等^[30]研究党参多糖对环磷酰胺 (CTX) 所致小鼠免疫功能抑制的影响发现, 党参多糖组与模型组相比, 指标小鼠胸腺、脾脏指数明显增加, 碳粒廓清速率明显增加, 表明党参多糖可减轻 CTX 所致小鼠免疫功能抑制。林丹丹等^[31]探讨了党参多糖 (CPPS) 和硒化党参多糖 (sCPPS5) 对 CTX 所致免疫抑制小鼠免疫功能的影响, 结果发现, 党参多糖和硒化党参多糖组与模型组相比, 小鼠免疫学指标脾脏指数、胸腺指数均显著高于 CY 模型组 ($P < 0.05$); 且 CPPS 和 sCPPS5 均能够增强免疫抑制小鼠的免疫活性, 硒化修饰后的 CPPS 效果优于未硒化修饰的 CPPS, 说明硒化修饰可以提高多糖的免疫活性。杨光等^[32]研究党参多糖对小鼠免疫反应的影响发现, 党参多糖组羊红细胞 (SR-BC) 抗体生成水平和卵清抗体生成水平均显著高于对照组, 表明党参多糖对正常小鼠抗体生成有增强作用。

2.5 抗溃疡 赵晓芳^[33]、田先翔等^[34]观察党参多糖对 2,4,6-三硝基苯磺酸 (TNBS) 诱导大鼠溃疡性结肠炎的防治作用, 结果发现, 与模型组比较, 板党多糖组大鼠结肠充血水肿, 溃疡症状得到改善, 组织病理学检查结果显示炎性细胞浸润情况明显改善, 表明板党多糖对 TNBS 诱导的大鼠溃疡性结肠炎呈现出良好的预防性治疗作用。周卫东等^[35]研究党参多糖对 5-氟尿嘧啶 (5-FU) 引起的肠道炎症的治疗作用发现, 与对照组相比, 多糖组显著抑制 5-FU 引起的小肠肠绒毛缩短、隐窝深度加深、绒毛高度/隐窝深度比值减少 ($P < 0.01$), 表明党参多糖对 5-FU 引起的肠道黏膜炎有显著的治疗作用。

2.6 保护神经与镇痛 武冰峰等^[36]研究党参多糖对神经干细胞硫代硫酸钠损伤的保护作用发现, 党参多糖组神经干细胞损伤有不同程度的减轻, 说明党参多糖对神经干细胞硫代硫酸钠损伤有明显的保护作用。孙玉等^[37]研究了党参多糖对中枢神经的抑制作用, 结果表明, 与对照组比, 党参多糖组能显著地减少小白鼠的自主活动, 增加戊巴比妥钠及水合氯醛的催眠作用且能降低正常小鼠的体温, 具有一定的镇痛、解热作用, 说明党参多糖对中枢神经系统有抑制作用。

2.7 抗疲劳 彭梅等^[38]研究土党参多糖对小鼠抗疲劳作用的影响发现, 土党参多糖能延长小鼠爬杆时间, 增加小鼠游泳耐力, 降低血乳酸、血尿素氮的含量, 增加肝糖原的含

量, 且与空白对照组比较差异显著 ($P < 0.05$), 表明土党参多糖对小鼠具有很好的抗疲劳作用。王峥涛等^[39]研究党参多糖的抗疲劳活性表明, 党参多糖具有抗疲劳作用, 可增加动物负重游泳时间。

2.8 降血糖 傅盼盼^[40]采用皮下注射肾上腺素诱导糖尿病小鼠模型, 研究党参多糖降血糖功效, 结果发现, 党参多糖对正常小鼠血糖没有显著影响, 但党参多糖对肾上腺素小鼠血糖升高有明显的抑制作用, 该结果提示党参多糖能够显著降低糖尿病小鼠血糖。

3 党参多糖的开发应用

3.1 在保健品上的开发应用 杨鲜^[41]研究党参多糖复合保健饮料发现, 其开发过程为: 取处方量的党参、玉竹、枸杞、菊花, 加水补足 2.19 倍吸水量, 加 12 倍水浸泡 40 min 后回流提取 2 次, 每次 1 h, 过滤, 合并滤液浓缩至 4 mL 相当于 1 g 生药, 浓缩液放置室温后, 搅拌加入 20% 壳聚糖溶液, 于 50 °C 水浴中放置 10 min, 取出, 静置 24 h, 过滤, 得纯化液, 以 16% 纯化液和 1.44% 白砂糖加水配制得到饮料初样, 通过精滤、灌封、90~95 °C 杀菌 25~30 min 后即得质量稳定的保健饮料。党参复合保健饮料具有抗疲劳作用和抗辐射作用, 对辐射后造血系统的保护作用 and 机制需进一步研究。张新国等^[42-43]等利用党参多糖开发了党参多糖钙, 该党参多糖钙将有可能是一种潜在新型的补钙剂, 其开发过程为: 称取 2 g 干燥的党参多糖溶解于 100 mL 蒸馏水中, 配制 2 mol/L CaCl_2 溶液 100 mL, 将配好的 2 mol/L CaCl_2 溶液缓慢滴加入多糖溶液中, 同时滴入 2 mol/L NaOH 使 pH 保持在 9~11, 边加边搅拌进行络合反应, 直到溶液饱和为止, 继续搅拌 1 h, 生成党参多糖钙络合物; 然后静置 24 h, 将沉淀干燥, 得党参多糖钙; 利用党参多糖开发了党参多糖铁, 该党参多糖铁是一种新型的、具有双重补血作用的党参多糖铁补血剂, 其开发过程为: 称取党参多糖 2 g、柠檬酸钠 0.5 g, 溶于 60 mL 去离子水中, 在 25~40 °C 充分搅拌, 使其充分溶解; 再在 70 °C 的水浴中搅拌大约 5 min, 在不断搅拌过程中加入 20% 氢氧化钠溶液调 pH 8.0~8.5, 然后缓缓滴加 2 mol/L 三氯化铁, 重复上述操作, 控制 pH 在 8.0~8.5, 直至反应出现红棕色不溶物, 继续在 70 °C 水浴中加热, 搅拌约 1 h, 停止搅拌后, 静置离心, 然后将沉淀在 50 °C 真空干燥即可。

3.2 在药品上的开发应用 杨静^[44]利用党参多糖开发了党参多糖滴丸, 其开发过程为: 党参多糖与 PEG4000、PEG6000 配比为 1:1:2, 药液熔融温度 80 °C, 滴速 30 d/min, 滴距 20 cm, 冷凝液为甲基硅油, 滴头内口外径为 2 mm, 冷凝剂温度 10 °C, 所得滴丸平均丸重 25 mg; 还对党参多糖滴丸进行质量标准研究, 建立了有效成分党参多糖的含量测定方法。另外, 江西新世纪民星动物保健品有限公司研究了党参多糖口服液, 其口服液的规格为 100 mL/瓶 (2 g 生药/mL), 该党参多糖口服液具有抗应激、抗炎作用, 可进行临床应用^[45]。李早慧等^[46]利用党参多糖开发了党参多糖片, 其开发过程为: 药物与辅料的比值为 2:1, 乳糖比例为 10%, PVP 为 10%, 硬脂酸镁为 0.3%; 在最佳处方条件下, 片剂的硬度、重量差异、

脆碎度和崩解度都符合规定。

4 展望

人类对多糖的研究已有上百年的历史,早期的研究与蛋白、核酸同步。近年来,随着分子生物学、生物化学等多个学科的发展,多糖的生物活性逐渐被人们所发现和认识到。党参多糖的研究虽然起步较早,但早期这些研究主要集中在党参总多糖含量测定和党参多糖的药理作用上。因此,当前党参多糖的研究仍存在以下问题:很难从分子水平上阐明作用机制和药理作用;多糖的化学结构不明确,构效关系不清楚。今后应加强对党参多糖的应用研究,开发出市场前景好的医疗、保健产品,对党参多糖的进一步深入研究将有利于促进中药现代化的进程,能更好地为人类健康服务。

参考文献

- [1] 孙政华,邵晶,郭斌. 党参化学成分及药理作用研究进展[J]. 安徽农业科学,2015,43(33):174-176.
- [2] 许爱霞,张振明,葛斌,等. 党参多糖抗衰老作用机制的实验研究[J]. 中国现代应用药学,2006,23(8):729-731.
- [3] 宋艺君,郭涛. 党参多糖提取纯化工艺的研究[J]. 现代中医药,2010,30(3):77-78.
- [4] 韩凤梅,程伶俐,陈勇. 板桥党参多糖的分离纯化及组成研究[J]. 中国药理学杂志,2005,40(18):1381-1383.
- [5] 武冰峰. 党参多糖的分离纯化、理化性质与生物活性研究[D]. 贵阳:贵州大学,2007.
- [6] 任丽清,张静,刘志存,等. 党参多糖的分离纯化及其结构研究[J]. 中草药,2008,39(7):986-989.
- [7] 李瑞燕. 党参水溶性多糖的提取工艺研究[D]. 太原:山西医科大学,2007.
- [8] 李贵荣,杨胜圆. 党参多糖的提取及其对活性氧自由基的清除作用[J]. 化学世界,2001,42(8):421-422,434.
- [9] 杜清,秦民坚,郭巧生. 明党参多糖提取工艺研究[J]. 现代中药研究与实践,2005,19(4):51-53.
- [10] 鲍智娟. 轮叶党参多糖提取及其含量测定[J]. 延边大学学报(自然科学版),2009,35(4):350-352.
- [11] 余兰,陈华,娄方明. 超声波辅助提取洛党参多糖的工艺优化[J]. 食品与机械,2010,26(6):135-137.
- [12] 范济民,蒋小丽,赵志换. 山西党参多糖提取工艺的优化[J]. 化学与生物工程,2012,29(9):47-50.
- [13] 陈韩英,廉宜君,陈韩飞,等. 正交设计法优化复方党参中多糖的提取工艺[J]. 中国医院药学杂志,2010,30(2):102-104.
- [14] 张锐,张旭,刘建群,等. 党参的亚临界水提取工艺优选[J]. 中国实验方剂学杂志,2013,19(10):34-37.
- [15] 王秀文,王颖莉,裴晓丽,等. 均匀设计法优选党参茯苓水溶性多糖的微波提取工艺[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(4):24-27.
- [16] 王颖莉,王秀文,曾冬明,等. 四君子汤(党参)多糖的微波法提取工艺及其光谱分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(16):77-80.
- [17] 岳显文. 党参酶解提取工艺优化[J]. 黑龙江医药,2011,24(5):743-744.
- [18] 张驰,朱玉昌,周大寨. 板党多糖酶法提取研究[J]. 食品科学,2008,29(11):308-311.

- [19] 周大寨,朱玉昌,黄卫,等. 复合酶法提取板党多糖的研究[J]. 时珍国医国药,2009,20(8):1928-1929.
- [20] 伍春. 党参多糖对 D-半乳糖致衰老小鼠皮肤抗氧化作用及基因表达谱的影响[D]. 兰州:甘肃中医学院,2014.
- [21] 许爱霞,张振明,葛斌,等. 党参多糖抗衰老作用机制的实验研究[J]. 中国现代应用药学,2006(S2):729-731.
- [22] 熊元君,陈敏,李晓瑾,等. 新疆党参多糖对 SOD、MDA 的影响[J]. 新疆中医药,2000(3):13.
- [23] 官存杞,张君,赵娟,等. 新疆党参多糖的制备及体内抗肿瘤作用的研究[J]. 农垦医学,2007,29(6):404-406.
- [24] 韩春姬,李铭万,李莲姬,等. 轮叶党参多糖对小鼠 S₁₈₀ 肉瘤的抑制作用[J]. 延边大学医学学报,2000(4):249-250.
- [25] 朱瑞. 党参多糖的分析及抗肿瘤活性研究[D]. 长春:东北师范大学,2013.
- [26] 武静莲,徐强,谢亲建,等. 党参抗肿瘤药理作用研究[J]. 西部中医药,2016,29(8):18-21.
- [27] 冯浩丽,高建平. 党参多糖体内抗肿瘤活性研究及急性毒性实验[J]. 山西中医,2012,28(8):49-50.
- [28] 张振东,杨娟,吴兰芳,等. 神经营养因子样土党参多糖促进小鼠学习记忆作用的实验研究[J]. 时珍国医国药,2011,22(8):1845-1847.
- [29] 张振东,吴兰芳,景永帅,等. 党参多糖对小鼠学习记忆作用研究[J]. 山地农业生物学报,2010,29(3):242-245.
- [30] 龚其海,赵万,余兰,等. 两种党参多糖对小鼠免疫功能影响的比较[J]. 遵义医学院学报,2012,35(4):267-270.
- [31] 林丹丹,秦磊,任喆,等. 硒化党参多糖对免疫抑制小鼠免疫功能的影响[J]. 中国畜牧兽医,2016,43(6):1544-1549.
- [32] 杨光,李发胜,刘辉,等. 党参多糖对小鼠免疫功能的影响[J]. 中药药理与临床,2005,21(4):39.
- [33] 赵晓芳. 板党多糖对溃疡性结肠炎大鼠的防治作用及机制研究[D]. 武汉:湖北中医药大学,2016.
- [34] 田先翔,赵晓芳,吴勇,等. 板党多糖对溃疡性结肠炎大鼠的防治作用及其分子机制研究[J]. 中国实验方剂学杂志,2016(10):107-112.
- [35] 周卫东,项磊,卢汉琪,等. 党参多糖改善 5-氟尿嘧啶诱导小鼠结肠黏膜炎的实验研究[J]. 辽宁中医杂志,2016(7):1495-1498.
- [36] 武冰峰,杨娟,谢红,等. 党参多糖对神经干细胞硫代硫酸钠损伤的保护作用[J]. 时珍国医国药,2008,19(2):280-281.
- [37] 孙玉,李伟,孙英莲,等. 党参多糖对中枢神经系统的影响[J]. 吉林中医药,1989(5):36-37.
- [38] 彭梅,张振东,杨娟. 土党参多糖对小鼠的抗疲劳作用[J]. 食品科学,2011,32(19):224-226.
- [39] 王峰涛,徐国钧. 中药党参类对动物耐疲劳及抗缺氧作用的影响[J]. 植物资源与环境,1992(3):10-14.
- [40] 傅盼盼. 党参多糖降血糖作用及其机制的研究[D]. 长春:吉林大学,2008.
- [41] 杨鲜. 党参复合保健饮料的研制[D]. 重庆:西南大学,2015.
- [42] 张新国,曾艳龙,陈文洁,等. 党参多糖钙的制备及鉴别[J]. 中药材,2011,34(1):137-139.
- [43] 张新国,陈文洁,曾艳龙,等. 党参多糖铁的合成及鉴别[J]. 中国药学报,2011,39(1):77-81.
- [44] 杨静. 不同产地党参质量比较及党参多糖滴丸的研究[D]. 太原:山西医科大学,2010.
- [45] 侯丽丽,晏永新,蔡美萍,等. 党参多糖口服液抗应激及抗炎作用的研究[J]. 中国兽药杂志,2013,47(11):37-39.
- [46] 李早慧,王建国. 党参多糖片的制备及其质量考察[J]. 黑龙江畜牧兽医,2015(23):206-208.

(上接第 123 页)

- [31] 张林,孙向阳,曹吉鑫,等. 西北干旱区森林和草原 SOC 向 SIC 转移的研究进展[J]. 西北林学院学报,2010,25(2):40-44.
- [32] CAPO R C, CHADWICK O A. Application of strontium isotopes to the mass balance of calcium in desert soils: Eolian input vs in-situ weathering[J]. Geological Society of America Abstract with Program,1993,25:394.
- [33] 乌力更,李霞,陈晓远. 全新世以来内蒙古黑垆土的历史演变[M]//陆景冈. 土壤地质(第四辑). 北京:中国农业出版社,1997:27-32.
- [34] 张林,孙向阳,曹吉鑫,等. 内蒙古荒漠草原土壤有机碳向土壤无机碳酸盐的转移[M/OL]. 北京:中国科技论文在线(2009-02-10)[2017-07-11]. <http://www.paper.edu.cn/releasepaper/content/200902-303>.
- [35] CLOUGH A, SKJEMSTAD J O. Physical and chemical protection of soil organic carbon in three agricultural soils with different contents of calcium

- carbonate[J]. Soil research,2000,38(5):1005-1016.
- [36] DÍAZ-HERNÁNDEZ J L, FERNÁNDEZ E B, GONZÁLEZ J L. Organic and inorganic carbon in soils of semiarid regions: A case study from the Guadix-Baza basin (Southeast Spain) [J]. Geoderma,2003,114(1/2):65-80.
- [37] MORENO F, MURILLO J M, PELEGRÍN F, et al. Long-term impact of conservation tillage on stratification ratio of soil organic carbon and loss of total and active CaCO₃ [J]. Soil and tillage research,2006,85(1/2):86-93.
- [38] BALDOCK J A, SKJEMSTAD J O, DERENNE S, et al. Role of the soil matrix and minerals in protecting natural organic materials against biological attack[J]. Org Geochem,2000,31(7/8):697-710.
- [39] FERNÁNDEZ-UGALDE O, IÑIGO V, BARRÉ P, et al. Effect of carbonates on the hierarchical model of aggregation in calcareous semi-arid Mediterranean soils[J]. Geoderma,2011,164(3):203-214.