

海带多糖的药用研究进展

薛磊 (合肥工业大学生物与食品工程学院, 安徽合肥 230009)

摘要 从海带多糖提取、组成及其药用价值等方面综述了海带多糖的价值,发现海带多糖具有降血脂、降血糖、免疫调节、抗氧化、抗动脉粥样硬化、抗病毒、抗凝血、抗肿瘤、抗衰老、保肝护肝、抗菌等功效,具有广阔的开发应用前景。

关键词 海带;多糖;提取;药用价值

中图分类号 S986.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)17-388-03

Research Advances on Medicinal Value of *Laminaria japonica* Polysaccharide

XUE Lei (School of Biotechnology and Food Engineering, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230009)

Abstract The extraction, composition and medicinal value of *Laminaria japonica* polysaccharide were summarized. *Laminaria japonica* polysaccharide plays an important role in antihyperlipidemic, immunoregulation, antioxidant, anti-atherosclerosis, antiviral, anticoagulant, anti-tumor, anti-aging effect, hepatorenal protection and antibiosis effect, which has wide development and application background.

Key words *Laminaria japonica*; Polysaccharide; Extraction; Medicinal value

海带属于海藻的一类,它柔韧而长如带子,素有长寿菜、海上之蔬、含碘冠军的美誉。海带中富含蛋白质、氨基酸、矿物质、多酚类、膳食纤维、多糖等成分,具有丰富的营养价值及多种生物活性。

1 海带多糖的提取

海带多糖的提取方法主要有水提法、酸提取法、碱提取法、复合酶提取法、超声提取法、微波提取法等。

1.1 水提法 水提法是多糖的传统提取方法,其原理是通过热力作用使细胞原生质发生质壁分离,使液泡内的多糖成分溶解,扩散到外部的溶剂水中^[1]。蔡彬新等采用热水提法研究海带多糖的提取工艺,结果显示最佳条件为:提取时间4.5 h,料液比1:40,温度70℃,多糖提取率可达到7.90%^[2]。陈立根等采用水提法提取海带多糖,对海带多糖提取工艺进行优化,结果显示,提取温度为100℃,pH 8,提取2次,无水乙醇用量为提取液的4倍时,海带多糖提取率最大^[3]。

1.2 酸提取法 在酸性条件下,海带的细胞、细胞壁容易吸水胀破,从而使海带多糖充分游离,对多糖提取率有极大的提高。林国荣等研究盐酸含量、提取温度、提取时间、固液比等因素对海带多糖提取率的影响,结果显示,盐酸的含量较其他因素对海带多糖提取率的影响大,正交试验显示,多糖提取最优条件为:盐酸含量1.0%、提取温度100℃、固液比1:30、提取时间4 min^[4]。

1.3 碱提取法 海带中部分多糖主要以钙盐形式存在,且不溶于水。碱提取法是通过加入氢氧化钠或碳酸钠等碱性物质使不溶于水的钙盐转化为可溶的钠盐而分离出来的一种方法^[1]。原泽知等探讨了用碱量、温度及时间对海带多糖提取的影响,发现用5% Na₂CO₃溶液在80℃提取3 h,海带多糖得率为2.13%^[5]。

1.4 复合酶提取法 酶提取法是利用单一或混合酶的水解特性将海带细胞壁水解,而后对溶解出的细胞质和细胞液分离纯化得到海带多糖^[1]。何传波等得出纤维素酶解提取海

带多糖的最佳条件为:酶用量1.5%、温度40℃、pH 5、时间2.5 h,结果表明海带多糖得率为3.46%^[6]。赵前程等采用纤维素酶、果胶酶、木瓜蛋白酶复合酶法(比例2:1:1)提取海带多糖,并分析了不同加酶方式对海带多糖得率的影响,结果显示,分步加酶法(先纤维素酶,后果胶酶,最后木瓜蛋白酶)比同步加酶法更有利于多糖的提取^[7]。

1.5 超声波辅助提取法 超声波辅助提取法是利用空化现象,空化中产生的极大压力使海带细胞壁破裂,同时超声波产生的震动作用加强细胞内多糖的释放及扩散,对多糖具有良好效果。刘宝亮等研究了超声波双水协同提取海带多糖,结果表明,最佳工艺为:浸提时间2 h,超声提取30 min,温度60℃,料液比0.019, pH 5,海带多糖的提取率为11.45%^[8]。刘积威利用超声波细胞破碎仪对过40目筛的海带细粉破碎,发现超声波处理20 min 海带多糖提取率最高,可达3.59%,随时间的延长,海带多糖提取率下降^[9]。刘利萍等对海带多糖超声波法提取工艺进行了优化,其采用水为提取溶剂,料液比1:40,超声功率200 W,超声时间45 min,温度80℃等参数对海带多糖进行提取,并与酸提取法进行比较,结果发现超声波法中海带多糖得率为10.26%,与酸提取法比较,不仅得率和多糖含量都有较大提高,而且提取时间大大缩短^[10]。

1.6 微波法 微波法是一种频率在300 MHz至300 GHz之间的电磁波,在微波交变电磁场作用下,极性物质(包括水)引起强烈的极性振荡,可导致电容性细胞膜结构带击穿破裂,或者细胞分子间氢键松弛等破坏,使组成生物体的基本单元细胞遭到严重破坏,从而加速多糖等物质的浸出和扩散。张海艳等利用微波法对海带多糖进行提取,结果显示,当微波功率480 W,提取时间3 min及料液比1:20,此条件下海带多糖得率最高^[11]。利用微波法提取海带多糖,与传统热浸提取方法比较,具有热效率高、提取率高、升温快速均匀、降低成本、对环境无害等优势。

2 海带多糖成分研究进展

多糖是海带中的主要生物活性成分^[12],过去的10年里,海带中活性多糖的提取一直是生物化学和药理学领域的研

作者简介 薛磊(1989-),男,山西忻州人,硕士研究生,研究方向:生物资源综合利用。

收稿日期 2015-04-27

究热点^[13-14]。海带多糖主要存在于细胞内及细胞外的介质中,由褐藻胶、褐藻淀粉、褐藻糖胶、不同比例的半乳糖、木糖、葡萄糖醛酸及少量蛋白质组成^[15]。褐藻糖胶是一种细胞壁多糖,由不同数量的海藻糖、糖醛酸、半乳糖、木糖和硫酸根组成,褐藻糖胶具有多种潜在的药用价值的生物活性,如抗凝血、抗肿瘤、抗炎、抗病毒及抗氧化等^[16]。从海藻中获得的硫酸化多糖据调查可替代肝素,是源于其具有良好的抗凝血活性^[17]。Wang 等利用 DEAE-琼脂糖凝胶色谱柱从海带多糖中分离出 3 种成分,这 3 种成分均由海藻糖、硫酸根及半乳糖组成,其中组分 LF2 中海藻糖、硫酸根、半乳糖三者比例为 6:1:9^[18]。Peng 等利用水提法及 DEAE-25A 色谱柱分离纯化得到一种新的海带多糖 WPS-2-1,分子量为 80 kD,由甘露糖、鼠李糖、海藻糖按 1.0:2.3:1.2 组成,对 A375 和 BGC823 细胞具有显著地抗肿瘤活性^[19]。

3 海带多糖药用研究进展

现代药理研究表明,海带多糖具有降血糖、降血脂、免疫调节、抗肿瘤、抗氧化、抗病毒、抗凝血、抗动脉粥样硬化等多种生物学功效^[20]。

3.1 降血脂和降血糖 徐新颖等用高脂饲料喂养 Wistar 大鼠诱导产生高脂血症,海带多糖干预治疗,结果表明,海带多糖具有良好的降血脂作用^[21]。李福川等将海带经酶解,季胺盐及乙醇分级沉淀,离子交换,凝胶层析等处理,从中逐级分离到 3 种多糖,粗多糖和 FGS(岩藻半乳糖硫酸酯)长期给药 20 d,剂量每天 800 mg/kg,可使四氧嘧啶致糖尿病小鼠的血糖水平降到 82.3% ($P < 0.05$) 和 76.2% ($P < 0.01$)^[22]。王庭欣等用不同剂量的海带多糖作用于四氧嘧啶诱导的高血糖动物模型,研究发现,海带多糖组老鼠血糖值明显低于高血糖模型组,显示了海带多糖具有良好的降血糖功效^[23]。姜文等采用高脂饲料喂养并腹腔注射四氧嘧啶制备 2 型糖尿病动物模型研究海带多糖的降血糖功效,结果显示,相比于模型组,海带多糖治疗组明显降低了血糖浓度,而促进了胰岛素和胰淀素水平的升高,说明海带多糖具有促进胰岛细胞分泌胰岛素,减缓糖尿病的功效率^[24]。

3.2 免疫调节 詹林盛等研究发现,海带多糖具有良好的免疫调节作用,能提高免疫低下小鼠胸腺、脾重量指数,促进脾脏 T、B 淋巴细胞的增殖,并对体液免疫也有一定的促进作用,从而改善机体的免疫功能^[25]。徐荣杰等利用大鼠慢性阿霉素肾病模型评估海带多糖的抗炎作用,结果显示,海带多糖能降低肾组织中 IL-6、IL-8 的表达,从而发挥抗炎性损伤治疗作用^[26]。

3.3 抗氧化 林国荣发现,海带多糖对 $\cdot\text{OH}$ 的有较明显消除效果,且消除效果与海带多糖浓度有关,当浓度为 2.0 mg/ml 时,清除率达到最大,说明海带多糖具有一定的抗氧化能力^[27]。周娟等发现,海带多糖可体外清除 O_2^- 及 $\cdot\text{OH}$,抑制 H_2O_2 诱导的红细胞溶血及肝组织中脂质过氧化,具有明显的过氧化的作用,是一种天然抗氧化剂^[28]。Xue 等经海带褐藻糖胶经微酸水解得到一种低分子量的硫酸化多糖,结果显示,海带多糖能明显减缓 Cu^+ 对 LDL 的氧化,具有较好

的抗氧化作用^[29]。

3.4 抗动脉粥样硬化 李春梅等发现,海带多糖能够降低血清 TC、TG 含量,减少高脂动物动脉内膜斑块面积及病变程度,显示海带多糖能够抑制动脉粥样硬化的形成^[30]。陈向凡等发现,海带多糖对高脂饲料诱导的动脉粥样硬化具有明显的保护作用,其通过降低血清 TG、TC、LDL-C 水平,且明显抑制主动脉 ICAM-1、VCAM-1 的表达,从而降低炎症细胞对血管内皮的黏附,起到对 AS 的保护作用^[31]。

3.5 抗病毒与抗凝血 谢露等采用制备家兔动-静脉旁路血栓形成模型,测定 CT、PT、APTT 及血栓重量,评估海带多糖抗凝血活性,结果显示,海带多糖能延长 CT、PT、APTT,抑制血小板的黏附性,从而有效地抑制血栓的形成^[32]。

3.6 抗肿瘤 庞建明等研究发现,海带多糖纯化组分对荷 Heps 瘤株小鼠具有很好的抑瘤作用,且不影响老鼠的正常生长^[33]。徐中平等利用同位素标记手段,发现海带多糖能抑制人肺癌细胞(NKM)和肝癌细胞(SMMC)DNA、RNA、蛋白质的合成,从而抑制其生长^[34]。Noda 等利用小鼠艾氏腹水癌细胞研究海带多糖的抗肿瘤活性,结果显示,海带多糖对腹水癌细胞有明显的抑制作用,抑制率为 57.6%^[35]。

3.7 抗衰老 孔鹏等研究发现,海带多糖能够通过提高生物体内抗氧化物酶(SOD、CAT)的活性,降低丙二醛含量达到抗衰老的作用^[36]。杨伟丽等发现,海带多糖能提高衰老小鼠的胸腺及脾指数,有保护免疫器官的作用,能明显增强巨噬细胞的吞噬能力,增强体内抗氧化物酶活,显示海带多糖具有增强机体免疫及良好的抗衰老作用^[37]。

3.8 保肝护肝 朱海波等以对四氯化碳致小鼠急性肝损伤研究海带多糖对肝的保护作用,结果显示,海带多糖具有良好的保肝功能,其机理可能与提高机体的抗氧化能力有关^[38]。

3.9 抗菌 Li 等通过测定 MIC 值,发现海带多糖对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌有明显的抑制作用^[39]。

4 展望

鉴于海带多糖具有的降血糖、降血脂、免疫调节、抗肿瘤、抗氧化、抗病毒、抗凝血、抗动脉粥样硬化等多种生物学功效,海带多糖在药品领域中具有广泛的应用前景。目前已开发出来的产品有日本东洋研究所研发的昆布复合片(又称昆布多糖),具有抗肿瘤、增强免疫和保护肾脏的作用。

此外,海带多糖除了在药品方面具有广泛应用前景外,也可以应用到食品领域中。王秀娟等以海带多糖为原料,采用正交法确定海带多糖饮料的配方,将其配制成饮料^[40]。海带多糖饮料的最佳配方为,海带多糖提取液浓度为 50%,柑橘汁浓度为 10%,柠檬酸浓度为 0.3%,苹果香精浓度为 1.5%。该饮料为浅橙黄色,味感柔和、酸甜适口,具有独特的香味。

参考文献

- [1] 崔少华. 三种海带多糖结构鉴定及其抗动脉粥样硬化活性和免疫调节活性调控机制研究[D]. 合肥:合肥工业大学,2014.
- [2] 蔡彬新,周逢芳,姚玲灵. 海带多糖的提取工艺[J]. 食品研究与开发, 2012,33(9):80-82.

- [3] 陈立根,丁晨辉. 海带多糖的提取及其对小球藻生长的影响研究[J]. 广东化工,2012,40(6):27-33.
- [4] 林国荣,姚剑端,杨杰坤. 海带多糖和甘露醇的提取工艺研究[J]. 福建水产,2014,36(3):205-210.
- [5] 原泽知,程开明,黄文,等. 海带多糖的提取工艺及降血脂活性研究[J]. 中药材,2010,33(11):1795-1798.
- [6] 何传波,魏好程,熊何健,等. 酶与微波处理对海带多糖提取及抗氧化活性的影响[J]. 食品科学,2013,34(18):51-55.
- [7] 赵前程,滕钊,汪秋宽,等. 复合酶法提取海带多糖的研究[J]. 沈阳农业大学学报,2007,38(7):220-223.
- [8] 刘宝亮,曹桂萍,张金涛,等. 超声波-双水相协同提取海带多糖工艺的研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(31):17445-17447.
- [9] 刘积威. 超声波提取海带多糖及抗辐射作用研究[J]. 中国社区医师(医学专业),2011(23):111-113.
- [10] 刘利萍,钟引飞. 海带多糖的超声波提取及对自由基清除作用研究[J]. 绍兴文理学院学报:自然科学版,2005(7):49-51.
- [11] 张海艳,崔海萍. 微波提取海带多糖的工艺研究[J]. 江苏农业科学,2009(6):360-361.
- [12] ZHAO X,XUE C H,LI Z J,et al. Antioxidant and hepatoprotective activities of low molecular weight sulfated polysaccharide from *Laminaria japonica*[J]. Journal of Applied Phycology,2004,16:111-115.
- [13] COSTA L S,FIDELIS G P,CORDEIRO S L,et al. Biological activities of sulfated polysaccharides from tropical seaweeds[J]. Biomedicine and Pharmacotherapy,2010,64:21-28.
- [14] LEE S H,ATHUKORALA Y,LEE J S,et al. Simple separation of anticoagulant sulfated galactan from red algae[J]. Journal of Applied Phycology,2008,20:1053-1059.
- [15] ZVYAGINTSEVA T N,SHEVCHENKO N M,NAZARENKO E L,et al. Water-soluble polysaccharides of some brown algae of the Russian Far-East. Structure and biological action of low-molecular mass polyuronans[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology,2005,320(2):123-131.
- [16] WANG J,ZHANG Q,ZHANG Z,et al. Potential antioxidant and anticoagulant capacity of low molecular weight fucoidan fractions extracted from *Laminaria japonica*[J]. International Journal of Biological Macromolecules,2010,46(1):6-12.
- [17] MATSUBARA K,MATSUURA Y,BACIC A,et al. Anticoagulant properties of a sulfated galactan preparation from a marine green alga, *Codium cylindricum*[J]. International Journal of Biological Macromolecules,2001,28(5):395-399.
- [18] WANG J,ZHANG Q,ZHANG Z,et al. Structural studies on a novel fucogalactan sulfate extracted from the brown seaweed *Laminaria japonica*[J]. International Journal of Biological Macromolecules,2010,47(2):126-131.
- [19] PENG Z,LIU M,FANG Z,et al. Composition and cytotoxicity of a novel polysaccharide from brown alga (*Laminaria japonica*) [J]. Carbohydrate Polymers,2012,89(4):1022-1026.
- [20] TOMOHIRO O,YJNYI Y,TAKASHI Y,et al. Two fucoidans in the holdfast of cultivated *Laminaria japonica*[J]. Journal of Natural Medicines,2006,60:236-239.
- [21] 徐新颖,秦丽华,郭云良,等. 海带多糖在高血脂症大鼠中的降血脂和抗氧化作用[J]. 解剖学报,2010,41(5):693-697.
- [22] 李福川,唐志红,崔博文,等. 三种海带多糖的降糖作用[J]. 中国海洋药物,2000(5):12-15.
- [23] 王庭欣,王庭祥,庞佳宏. 海带多糖降血糖、血脂作用的研究[J]. 营养学报,2007,29(1):99-100.
- [24] 姜文,王亚男,于竹芹,等. 海带多糖对在 2 型糖尿病小鼠血糖水平的影响[J]. 临床医学工程,2012,19(9):1465-1466.
- [25] 詹林盛,张新生,吴晓红,等. 海带多糖的免疫调节作用[J]. 中国生化药物杂志,2001,22(3):116-118.
- [26] 余荣杰,赵洪雯,李敏,等. 海带多糖对大鼠阿霉素肾病的抗炎性损伤治疗作用[J]. 重庆医学,2008,37(8):800-802.
- [27] 林国荣. 海带多糖的分离及其体外抗氧化活性的探究[J]. 莆田学院学报,2014,21(2):19-23.
- [28] 周娟,吴宏,刘青,等. 海带多糖的体外抗氧化活性研究[J]. 广东药学院学报,2009,25(4):397-400.
- [29] XUE C H,FANG Y,LIN H,et al. Chemical characters and antioxidative properties of sulfated polysaccharides from *Laminaria japonica*[J]. Journal of Applied Phycology,2001,13(1):67-70.
- [30] 李春梅,高永林,李敏,等. 海带多糖对实验性高血脂鹌鹑的降脂及抗动脉粥样硬化作用[J]. 中药材,2005,28(8):676-678.
- [31] 陈向凡,王玉琴,陈建忠,等. 海带多糖预防大鼠动脉粥样硬化的研究[J]. 中药药理与临床,2012,28(5):84-87.
- [32] 谢露,陈蒙华,黎静,等. 海带多糖 L01 对实验性动物血液凝固和血小板活性的影响[J]. 中国临床康复,2005,9(5):124-125.
- [33] 庞建明,沈子龙,张瑾. 海带多糖不同组分降血脂及抗肿瘤作用的研究[J]. 中国药科大学学报,2002,33(1):55-57.
- [34] 徐中平,孙卫东,姜振芳. 海带多糖 FGS 体内抗瘤作用的研究[J]. 曲阜师范大学学报,2006,32(2):103-106.
- [35] NODA H,AMANO H,ARASHIMA K,et al. Antitumor activity of marine algae[J]. Hydrobiologia,1990,204(1):577-584.
- [36] 孔鹏,姚翠鸾,齐丽薇,等. 海带多糖的抗衰老作用及其机理的研究[J]. 河北农业大学学报,2007,30(4):63-66.
- [37] 杨伟丽,刘青,祁梅,等. 海带多糖对小鼠的抗衰老作用[J]. 兰州大学学报,2009,35(4):46-48.
- [38] 朱海波,王长海,郑秋生. 海带多糖对四氯化碳致小鼠肝损伤的保护作用[J]. 烟台大学学报,2008,21(3):204-208.
- [39] LI L Y,LI L Q,GUO C H. Evaluation of in vitro antioxidant and antibacterial activities of *Laminaria japonica* polysaccharides[J]. Journal of Medicinal Plants Research,2010,21(4):2194-2198.
- [40] 王秀娟,梁久伟,詹冬玲. 海带多糖饮料的研制[J]. 食品研究与开发,2012,33(7):93-95.

(上接第 373 页)

课程项目化教学改革实施提高了生物技术及应用专业人才培养的质量,部分优秀毕业生已成为组培企业的骨干力量,毕业生深受用人单位的喜爱,但在项目化教学中也遇到一些困惑,如教学项目的选择、教材的开发、实训条件的改善、学生基础的提高、教师的再培训等^[9],这些问题需要在以后的教学中逐步解决,才能真正实现教学为生产服务,学校与企业对接,学生零距离上岗。

参考文献

- [1] 应力恒. 基于工作过程的课程项目化教学改革[J]. 中国职业技术教育,2008(22):36-38.

- [2] 龙芳. 高职项目化教学课程考核模式研究[J]. 职业教育研究,2009(2):147,148.
- [3] 戴士弘. 职业教育课程教学改革[M]. 北京:清华大学出版社,2007.
- [4] 洪霄,付彬,李涤非. 高职院校项目化教学探讨[J]. 中国成人教育,2008(11):92-93.
- [5] 邱运亮. 植物组培快繁技术[M]. 北京:化学工业出版社,2010.
- [6] 林淦,李玉清. 蝴蝶兰植物组织培养研究进展[J]. 陕西农业科学,2008,54(1):87-88.
- [7] 中华人民共和国农业部. 马铃薯脱毒种薯繁育技术规程,中华人民共和国农业行业标准, NY/T1212-2006[S]. 中华人民共和国农业部,2006.
- [8] 朱红雨. 高职项目化教学中教学情境创设的实践[J]. 职教论坛,2011(11):29-31.
- [9] 袁红萍. 项目教学法在高职教学实施中的问题及对策[J]. 价值工程,2011,30(7):232-233.