

A Review of Algae Polysaccharides and Their Hypolipidemic Effects

Suqin Fan, Zengying Dai, Xinbing Chen, Xiqin Fa, Jian Dong, Xiaomei Wang

State Key Laboratory of Seaweed Active Substances, Qingdao Bright Moon Seaweed Group Co. LTD., Qingdao Shandong
Email: fansuqin09@163.com

Received: Mar. 5th, 2019; accepted: Mar. 15th, 2019; published: Mar. 22nd, 2019

Abstract

This paper reviews the research progress of brown algae polysaccharide and agar in lowering cholesterol, blood sugar and blood pressure, and provides information basis for researchers who develop functional foods.

Keywords

Algae Polysaccharides, Cholesterol Lowering, Blood Sugar Lowering

海藻多糖及其降血脂研究综述

范素琴, 代增英, 陈鑫炳, 法希芹, 董健, 王晓梅

青岛明月海藻生物科技有限公司, 海藻活性物质国家重点实验室, 山东 青岛
Email: fansuqin09@163.com

收稿日期: 2019年3月5日; 录用日期: 2019年3月15日; 发布日期: 2019年3月22日

摘要

本文综述了褐藻多糖和琼脂降胆固醇、降血糖、降血压的研究情况, 为开发功能食品的研究者提供信息基础。

关键词

海藻多糖, 降胆固醇, 降血糖



1. 引言

海藻多糖主要是从海洋藻类植物中提取的多糖类化合物。研究表明,多糖是一大类海洋生物活性物质,由各种海洋生物中分离的多糖,从来源可分为海藻动物多糖、海洋植物多糖、海洋微生物多糖,已证明具有各种各样的生物活性,具有药用功能。海洋多糖类物质具抗肿瘤、抗病毒、抗心血管疾病、抗氧化、免疫调节等多种生物活性而备受关注。多糖因具有抗辐射、抗凝血、降血糖、抗肿瘤和抗病毒等多种生物活性而备受关注[1]。

海洋中的大型海藻主要包括褐藻门、红藻门、绿藻门和蓝藻门的各种藻类植物,在全球各地海域中分布广泛[1]。本章主要介绍从褐藻和红藻中提取的天然多糖——褐藻胶和琼脂在降三高方面的生理活性。

2. 褐藻胶的来源及功能

褐藻胶(Alginates),主要是从褐藻(*Phaeophyceae*)的昆布属、巨藻属、岩衣藻岩藻属等属系品种海藻中提取获得的多糖类物质,单体为 β -1, 4-D-甘露糖醛酸(M)和 α -1, 4-L-古洛糖醛酸(G),是一种天然高分子材料,具有很好的生物相容性和优良的生物活性,是我国海藻工业的一个主要产品。在食品行业,褐藻胶是一种公认的安全的食品添加剂,而且在医药、保健、牙科等领域有广泛的应用。褐藻胶还具有很好的保健功能[1]。

褐藻胶不仅是一种安全的食品添加剂,而且可作为仿生食品或疗效食品的基材,由于它实际上是一种天然纤维素,可减缓脂肪糖和胆盐的吸收,具有降低血清胆固醇、血中甘油三酯和血糖的作用,可预防高血压、糖尿病、肥胖症等现代病。它在肠道中能抑制有害金属如镉、镉、铅等在体内的积累,正是因为褐藻酸钠这些重要作用[1],在国内外已日益被人们所重视。日本人把富含褐藻酸钠的食品称为“长寿食品”,美国人则称其为“奇妙的食品添加剂”。

2.1. 褐藻胶对血浆中胆固醇的影响

褐藻胶进入人体消化系统,会形成海藻酸胶质,这种胶质会包裹部分胆固醇,使这部分胆固醇无法被吸收,并通过肠道被带出体外,此外,褐藻胶能克服降脂药物的一些副作用,可防治动脉粥样硬化;从而达到良好的降脂和降胆固醇的保健功能。

据研究显示,对一小组($n = 6$)回肠造口患者食用低纤维的海藻酸盐(7.5 g/天, M/G = 1.5)补充物,消化道中平均脂肪酸排泄量超过一倍(提高了140%) [2]。许多动物模型研究也证明了这一点,在不同饮食中,当在小肠腔内存在海藻酸盐时,可以降低脂肪的吸收和降低血浆胆固醇[3] [4]。研究表明,这些影响可能是由于粪便胆汁和胆固醇排泄水平增加所致[5] [6]。

对于喂食1%胆固醇的大鼠,1%和3%浓度的海藻酸钠降低血中胆固醇水平(来自无纤维对照的血浆胆固醇平均分别降低8.5%和20.5%)与海萝聚糖(7.3%和20.9%)相似,但是比卡拉胶(14.6%和29.9%)低。所有这些纤维都比琼脂具有更大的降胆固醇作用(食用3%仅降低血浆中总胆固醇的1.8%)。在这项研究中也证明了一点:低分子量的海藻酸盐似乎没有降低胆固醇的作用。对于每天喂食较高胆固醇和脂肪含量的大鼠,海藻酸包合物对总胆固醇降低的作用类似于一些其他海藻多糖(硫酸化酸性多糖,紫菜胶),并且降低血液胆固醇浓度比岩藻多糖和琼脂强[7] [8]。对于每日饮食中不喂食胆固醇的大鼠,喂食5%或10%

海藻酸钠或瓜尔豆胶 21 天, 对降低血浆胆固醇浓度比较相似。

Paxman 通过一组临床试验来验证了褐藻胶的降脂降糖功能[9]。他开发一款含海藻酸钠饱感饮料(配方如表 1), 让试验者饮用, 来观察海藻酸钠对降脂、营养平衡及胆固醇的影响。选取的试验人员在试验前一天晚上按规定用餐, 然后空腹参加试验, 早上 9 点用早餐, 均为 60 g 玉米片, 160 g 牛奶, 200 g 橘子汁。12 点试验人员饮用 100 mL 海藻酸钠饱感饮料, 或 100 mL 对照饮料(含 0.25 g 羟丙甲纤维素, 0.7 g 碳酸钙, 7 g 果糖, 0.24 g 香料)。30 min 后吃 300 g 的意大利通心粉及 100 g 番茄酱。在吃前 15 分钟及吃后 225 分钟的时间内定期测试血液成分。初步结果显示海藻酸饮料对血液中胆固醇及糖含量的影响不大。但是在试验组比较肥胖的人中发现, 胆固醇含量在喝了海藻酸饮料后有实质性的下降, 而且, 血液中的葡萄糖含量也有实质性的下降。

Table 1. Formulation of sodium alginate beverage 12.79 g dry powder and 100 mL water

表 1. 海藻酸钠饮料的配方 12.79 g 干粉与 100 mL 水调配

成分	质量(g)
海藻酸钠	1.5
碳酸钙	0.7
碳酸氢钠	0.5
葡萄糖酸内酯	2.8
苹果酸	0.05
果糖	7
香料	0.24

英国纽卡斯尔大学的科学家说, 在普通海带中发现的海藻酸可以抑制人的身体吸收脂肪。试验显示, 如果将海藻酸含量增加四倍, 对脂肪的吸收可以降低 75%。试验将海藻酸掺入面包, 结果即便是少量摄入, 人体对脂肪的吸收也减少了三分之一[10]。

《营养评价与治疗》杂志上发表的研究论文说, 17 名男性每天摄入高胆固醇食物, 实验组每天同时摄入 4 g 海藻酸钠, 结果显示: 连续食用 3 周后, 实验组人员胆固醇值比实验之前还低, 且实验组胆固醇值比空白组降低 10, 表明食用海藻酸钠能减少胆固醇吸收[10]。

2.2. 褐藻胶对血糖和胰岛素反应的影响

褐藻胶本身不被人体消化吸收, 可以被认为是一种膳食纤维, 而膳食纤维对人体有很多有益的生理作用。此外, 食品中的褐藻胶可以调节人体食欲和能量的吸收。这个作用主要是由于褐藻胶在胃酸的作用下形成胶体, 从而延缓了胃的清空, 刺激了胃牵张感受器, 降低了肠道对营养成分的吸收, 并影响血糖的控制。长期服用含褐藻胶食物有用于对糖尿病及偏食患者的治理。

已有研究表明, 海藻酸盐可以降低葡萄糖的吸收率。对一组 II 型糖尿病患者食用含有 5 g 海藻酸钠和相似水平可消化碳水化合物, 脂肪和蛋白质的实验餐, 结果显示, 这种低含量的藻酸盐会降低血糖峰值和血浆胰岛素升值(分别降低了 31%和 42%), 并延长了餐后排空时间[11]。也有报道表明, 给健康人体喂食低剂量的海藻酸盐(液体饮料中含有 1.5 g 海藻酸钠)有类似降低餐后血糖和胰岛素升高的结果[12]。在这项研究中, 给同一人群的 30 名健康成年人食用 1.5 g 藻酸盐饮料, 3 h 之后能显著降低餐后最高血糖浓度和总葡萄糖的吸收量, 明显高于含有 1.2 g 阿拉伯树胶和 0.3 g 瓜尔豆胶的类似饮料。与含有瓜尔豆

胶的小吃相比,含有藻酸盐的小吃在 3 h 之后也会降低餐后血糖浓度和总葡萄糖吸收量[13]。

2.3. 褐藻胶对降血压的影响

导致人体血压升高的一个重要因素是人体中的微量元素钠和钾失去平衡,高血压患者经常处于钾低钠高的状态,海藻酸钾能够给人体补充钾而减少钠,是防治高血压的一种有效药物,尤其是低分子海藻酸钾被誉为“生命活化因子”,可以有效净化血液环境,防治高血压,冠心病等疾病发生[14]。如长健航母牌怡和胶囊中就是利用海藻酸钾来达到降血压的功效。

3. 琼脂降血脂和降血糖的研究

琼脂是从某些红藻中提取的一类多糖,由硫酸基含量最低的中性琼脂糖(Agarose)和硫酸基、丙酮酸含量中等的酸性琼脂糖,以及硫酸基含量很高的酸性半乳糖连续分布组成的聚合物。随着对多糖生物学功能的深入,海藻硫酸多糖表现出多种生物活性,其活性研究已经成为目前新药研究的一个热点。硫酸琼脂是琼脂的组成成分之一,是一种硫酸根和酸性多糖含量较高的硫酸酯多糖。由于多糖硫酸酯的生物活性与硫酸根的含量密切相关,这使得硫酸琼脂有降血糖、降血脂、抗氧化等多种生物活性。

赵永强[15]对龙须菜(*Gracilaria lemaneiformis*)硫酸琼脂寡糖的体外抗氧化进行了评价,发现硫酸琼脂寡糖具有抗氧化活性,而且活力高于琼脂寡糖; Tadashi Kiho 等[4]、谌素华等[5]、王兵等[6]研究发现,硫酸酯多糖具有降血脂、降血糖等作用,能加速肝脏的代谢,明显降低四氧嘧啶糖尿病大鼠血液及肝组织中过高的丙二醛(MDA)。

刘秋凤等[16]人研究表明,硫酸琼脂能够缓解糖尿病体质量减少的体征,保护肝脏、脾脏和胸腺使得糖尿病小鼠具有一定的免疫能力,同时能促进糖尿病小鼠的肝糖元正常代谢,对近期血糖值具有一定调节作用,能够控制糖尿病产生并发症,具有降血糖作用,并且降血糖效果随着剂量的增加而增强。降血糖作用可能是通过改善微循环、增加胰岛素受体或提高其亲和力、防止脂质过氧化等[17],而硫酸琼脂具有抗氧化作用,这可能是硫酸琼脂能够降血糖的原因之一。

硫酸琼脂降血脂活性试验,结果表明,硫酸琼脂能明显减缓高血脂症大鼠体质量增长的速度,达到一定剂量时还具有降低体质量的效果;降低了血清中 TC、TG 含量,升高血液中 HDL-C 含量,降低 LDL-C 含量,具有降血脂功效。这可能因为硫酸琼脂作为一种可溶性膳食纤维,具有很高的吸水性,可在胃内膨胀,增加饱腹感,延缓胃排空,减少食物的摄入,从而达到减肥的目的,同时能够阻碍机体对脂肪的吸收,吸附胆汁酸并降低 TC 和 TG [18]。

另外,从红藻中提取的另一种胶体 - 卡拉胶,作为一种膳食纤维,它也可降低血清低密度脂蛋白(LDL)、抑制胆固醇的吸收(除了直接影响胆固醇吸收外,卡拉胶还可通过形成凝胶吸附胆酸,而胆酸的合成需要消耗胆固醇)。

4. 应用前景

海藻多糖是一类从天然海藻中提取的多糖类化合物,由于其独特的化学结构及生理特性,使其具有很好的保健功能,如降血糖、降血脂、降血压及其他功能特性,是食品尤其是功能食品及保健品的焦点,为功能产品的开发提供了优质原料。

参考文献

- [1] 张国防, 秦益民, 姜进举. 海藻的故事[M]. 北京: 知识出版社, 2016.
- [2] Sandberg, A.S., Andersson, H., Bosaeus, I., Carlsson, N.G., Hasselblad, K. and Harrod, M (1994) Alginate, small-Bowel Sterol Excretion, and Absorption of Nutrients in Ileostomy Subjects. *American Journal of Clinical Nutri-*

- tion, **60**, 751-756. <https://doi.org/10.1093/ajcn/60.5.751>
- [3] Brownlee, I.A., Allen, A., Pearson, J.P., Dettmar, P.W., Havler, M.E., Atherton, M.R. and Onsoyen, E. (2005) Alginate as a Source of Dietary Fiber. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **45**, 497-510. <https://doi.org/10.1080/10408390500285673>
- [4] Jimenez-Escrig, A. and Sanchez-Muniz, F.J. (2000) Dietary Fibre from Edible Seaweeds: Chemical Structure, Physicochemical Properties and Effects on Cholesterol Metabolism. *Nutrition Research*, **20**, 585-598. [https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(00\)00149-4](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(00)00149-4)
- [5] Seal, C.J. and Mathers, J.C. (2001) Comparative Gastrointestinal and Plasma Cholesterol Responses of Rats Fed on Cholesterol-Free Diets Supplemented with Guar Gum and Sodium Alginate. *British Journal of Nutrition*, **85**, 317-324. <https://doi.org/10.1079/BJN2000250>
- [6] Kimura, Y., Watanabe, K. and Okuda, H. (1996) Effects of Soluble Sodium Alginate on Cholesterol Excretion and Glucose Tolerance in Rats. *Journal of Ethnopharmacology*, **54**, 47-54. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(96\)01449-3](https://doi.org/10.1016/0378-8741(96)01449-3)
- [7] Wang, L.Z., Liu, L., Holmes, J., Kerry, J.F. and Kerry, J.P. (2007) Assessment of Film-Forming Potential and Properties of Protein and Polysaccharide-Based Biopolymer Films. *International Journal of Agriculture Food Science & Technology*, **42**, 1128-1138. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01440.x>
- [8] Ren, D., Noda, H., Amano, H., Nishino, T. and Nishizana, K. (1994) Study on the Hypertensive and Antihyperlipidemic Effect of Marine Algae. *Fisheries Science*, **60**, 83-88. <https://doi.org/10.2331/fishsci.60.83>
- [9] Paxman, J.R., Richardson, J.C., Dettmar, P.W. and Corfe, B.M. (2008) Alginate Reduces the Increased Uptake of Cholesterol and Glucose in Overweight Male Subjects: A Pilot Study. *Nutrition Research*, **28**, 501-505. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2008.05.008>
- [10] Qin, Y. (2018) Bioactive Seaweed Substances for Functional Food Applications. Academic Press, New York, 200-235. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813312-5.00006-6>
- [11] Torsdottir, I., Alpsten, M., Holm, G., Sandberg, A.S. and Tolli, J. (1991) A Small Dose of Soluble Alginate Fiber Affects Postprandial Glycemia and Gastric Emptying in Humans with Diabetes. *Journal of Nutrition*, **121**, 795-799. <https://doi.org/10.1093/jn/121.6.795>
- [12] Wolf, B.W., Lai, C.S., Kipnes, M.S., Ataya, D.G., Wheeler, K.B., Zinker, B.A., Garleb, K.A. and Firkins, J.L. (2002) Glycemic and Insulinemic Responses of Nondiabetic Healthy Adult Subjects to an Experimental Acid-Induced Viscosity Complex Incorporated into a Glucose Beverage. *Journal of Nutrition*, **18**, 621-626. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(02\)00750-5](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(02)00750-5)
- [13] Williams, J.A., Lai, C.-S., Corwin, H., Ma, Y., Maki, K.C., Garleb, K.A. and Wolf, B.W. (2004) Inclusion of Guar Gum and Alginate into a Crispy Bar Improves Postprandial Glycemia in Human. *Journal of Nutrition*, **134**, 886-889. <https://doi.org/10.1093/jn/134.4.886>
- [14] 冀为, 陈欲云, 杜俊蓉, 喻冬柯, 等. 低分子海藻酸钾降压作用及药动学的实验研究[J]. *四川大学学报(医学版)*, 2009, 40(4): 694-696.
- [15] 赵永强. 龙须菜琼胶糖的制备及其副产物的研究[D]: [硕士学位论文]. 湛江: 广东海洋大学, 2010.
- [16] 刘秋凤. 龙须菜中硫琼脂的提取、纯化及部分生物活性的研究[D]: [硕士学位论文]. 福州: 福建农林大学, 2013.
- [17] 任初杰. 不同溶剂提取花生粕多糖工艺结构及抗氧化活性的研究[D]: [博士学位论文]. 武汉: 华中农业大学, 2007.
- [18] 张君萍. 沙葱籽油和多糖的提取及其降血脂作用[D]: [博士学位论文]. 南京: 南京农业大学, 2011.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5665, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: br@hanspub.org