

知识介绍

壳聚糖作为减肥药品的研究进展

刘晓非* 姚炳佳 庄旭品

(天津大学材料科学与工程学院, 300072)

摘要: 壳聚糖对于脂肪具有明显的吸附作用, 并开始被应用于最新的减肥药物中。它可以吸附胆汁酸、脂肪和胆固醇形成絮凝物, 不能被消化而被排出体外。将壳聚糖与其他具有减肥或可抑制其副作用的物质共同使用可提高其对油脂的吸附能力和减肥效果。另外, 还可以通过对壳聚糖进行改性, 使用其衍生物来提高吸附油脂的效率。本文介绍了近年来主要的复合壳聚糖和改性壳聚糖减肥商品, 并提出制备可与油脂互溶的油溶性壳聚糖以期提高吸收效率。

关键词: 壳聚糖; 脂肪; 胆汁酸; 胆固醇; 减肥; 复合; 改性

肥胖已成为当前全球性的流行病, 目前, 世界上约有 12 亿肥胖病患者, 欧美发达国家的肥胖发病率高达 40% 以上^[1], 中国的肥胖患病率正迅速上升。有专家预测, 在未来 10 年内, 中国的肥胖人群可能会超过两亿。而且肥胖的同时还伴随着危险的并发症^[2]: 肥胖者发生 II 型糖尿病的相对危险性是普通人群的 3 倍以上, 患冠心病危险是普通人群的 2 至 3 倍^[3]; 肥胖是心血管病的独立危险因素, 此外, 肥胖还会增加发生癌症、消化系统疾病、呼吸系统疾病和骨关节病的危险性; 肥胖还可导致高血压, 进而诱发脑血管病, 并已成为脑血管病发病的最危险因素。近年来, 对肥胖病人的遗传与能量代谢, 脂肪细胞的形态与功能及其代谢调节、分化机制等的研究, 使人们对肥胖的发病机制有了较深的认识。但由于肥胖的影响因素较多, 相互作用的机理较为复杂, 对于肥胖的发病机制的研究还尚未产生突破性进展。

治疗肥胖已成为最难的健康问题之一, 目前已有多种治疗方法: 如不同饮食行为矫正、营养咨询、药物治疗和饮食添加剂等, 但仍未根本解决问题。节食是减肥的主要手段, 但其缺点是不能对于食欲过盛的人奏效, 而且不断的饥饿打乱了减肥者的正常生活, 还会引起胃灼热或烧心和胃酸的痛苦^[3]。减肥药的出现弥补了这一缺点, 但不同的减肥机理使当今的减肥药品有着不同的功效。一般而言, 减肥药物旨在减少和保持负能量平衡状态以达到期望的体重。它们通常分成四类: (1) 通过其对脑的作用抑制能量(食物)摄取(或减少食欲)降低饥饿感; (2) 通过脂肪末梢、胃肠作用机理抑制脂肪吸收, 减低能量摄入; (3) 经末梢机理增大能量消耗; (4) 刺激脂肪末梢代谢作用, 降低脂肪质量或减少甘油三酯合成。

壳聚糖, 这种自然界中迄今发现的唯一碱性多糖, 已被证明对于脂肪具有明显的吸附作用^[4], 并开始被应用于最新的减肥药物中。在日本壳聚糖减肥药品发展迅猛, 已有成为减肥药主流的趋势。日本厚生省 1985 年拨款 60 亿日元给一些医科大学, 作为甲壳素基础研究和应用开发的费用。日本的几丁聚糖保健品“救多善”, 1996 年进入中国市场, 一年就从中国拿回 10 亿人民币, 折合 143 亿日元, 是厚生省当年拨款的 2.3 倍。1999 年, 《健康产业新闻》对全日本 70 家食品店铺和药品店铺调查了主要畅销的减肥食品材料, 在药店系统中位居第一的就是壳聚糖减肥药^[5]。

本文从壳聚糖应用于减肥的相关机理、研究现状和相关产品等角度对壳聚糖作为减肥药物的最新研究进行了介绍, 并提出了作者的相应观点。

基金项目: 国家自然科学基金(50303015);

作者简介: 刘晓非(1973-), 副教授, 研究方向为功能天然高分子材料。

1 壳聚糖的减肥机理初探

1.1 脂肪的消化和吸收的过程

人体中的脂类共分两种: 脂肪和类脂, 前者为三脂酰甘油或称甘油三脂; 后者主要指磷脂、糖脂、固脂等。类脂的量在人体中相当稳定, 不因肥胖或饥饿而增加、减少。

流入小肠内的胆汁中含有胆汁酸盐, 是较强的乳化剂, 可使疏水的甘油三脂及胆固醇酯等乳化成脂小滴, 有利于脂类的消化; 同时可与共脂肪酶作用激活脂肪酶, 使甘油三脂水解为游离脂肪酸和甘油 2-单脂。这些脂解产物在肠道表面细胞内形成乳糜微粒, 部分经淋巴系统进入血液, 剩余的被肠道吸收进入粘膜细胞而合成脂肪^[6]。

当体内能量匮乏时, 通过脂肪酶优先动员和分解脂肪组织中的脂肪, 脂肪分解为自由脂肪酸和甘油进入血浆, 运至其他组织进行代谢为肌体提供能量, 所以如果对脂肪酸和甘油进行适量的吸收可以促进脂肪的分解、抑制脂肪吸收而达到减肥、保持体型的效果。

现代医学认为脂肪组织是一个高度活性的内分泌器官, 它涉及体内的代谢与体内稳态。其生物活性首先表现为脂肪细胞特有的激素——leptin, 它对调控食欲及肝肌肉, 上皮和肾上腺的末梢效应起着重要作用。这样, 如果能控制脂肪细胞的合成与分泌, 以 leptin 等物质作为信号分子, 即可以控制食物摄入及能量代谢, 进而解决肥胖问题。

1.2 壳聚糖减肥机理

很早人们就发现从发现单纯的壳聚糖可以吸附自身重量很多倍的油脂, 相关动物实验发现: 壳聚糖能有效阻止消化系统吸收胆固醇和甘油三脂, 防止胆固醇及脂肪酸在体内蓄积, 促进这些物质从体内排出^[7]。如饲喂高脂肪混合饲料的大鼠, 同时加入壳聚糖两周后, 实验组的粪便中脂肪含量明显高于对照组^[8]。壳聚糖能够吸附油脂的机理一般认为是自身的氨基使其成为聚阳离子体, 可与带负电的脂肪酸离子相吸附。

壳聚糖还可以和胆汁酸结合影响脂类乳化而减少其吸收。壳聚糖还有促进胆固醇转化为胆汁酸的作用。由于壳聚糖容易和胆汁酸结合并全部排出体外, 那么, 为了保持胆汁酸正常含量就必须在肝脏中将胆固醇转化为胆汁酸, 其结果是血液中的胆固醇含量必然下降, 也具有显著地减肥功能^[8]。

从胃到肠, 随着 pH 值的增加, 壳聚糖的吸附絮凝物(包含壳聚糖、胆汁酸和吸附的脂肪、胆固醇)不会进入血液中, 不能被消化从而正常的被排出体外。这些特点都决定了壳聚糖自身很适于人体内的减肥应用。

但是壳聚糖作为聚阳离子化合物, 一般不能与中性油发生吸附反应, 对脂肪物质在胃中会分解的胆固醇、甾醇、甘油三酸酯等中性油吸附能力不强; 而且由于壳聚糖与脂肪不能互溶, 极大地限制了壳聚糖与脂肪及脂肪酸的相互作用; 再者由于壳聚糖在肠道环境中为不溶解状态, 降低了对脂肪酸的吸附效率; 最后单纯使用壳聚糖会引起便秘等副作用。

因此人们开始将壳聚糖与其他具有减肥或可抑制其副作用的物质共同使用而提高其对油脂的吸附能力。另外, 还可以通过对壳聚糖进行改性, 使用其衍生物来提高吸附油脂的效率。

2 壳聚糖与具有特殊功效的天然产物复合作减肥药物

2.1 壳聚糖和芦荟复合

使用壳聚糖或壳聚糖脂肪复合盐来进行减肥的缺点在于会导致便秘。而芦荟中包含的芦荟皂角苷可起轻度腹泻来弥补壳聚糖导致的便秘影响。芦荟皂角苷的优势在于它并不像大豆皂角苷一样会形成膳食补充剂从而引起上下胃肠道的活动。在上胃肠道, 芦荟皂角苷其表面活性可以增进壳聚糖的分散和对油脂的吸附能力、提升凝聚体密度; 在下胃肠道芦荟皂角苷中的大黄素能够增进大肠中水的保留和粘液的分泌, 会产生轻度腹泻作用^[9]。

另外, 加入盐酸甜菜碱可以增强抗脂肪肝活性, 并提高胃液酸度来促进壳聚糖在胃中的分散; 加入燕

麦纤维或 β -葡萄糖可通过增加胆汁酸分泌来降低血清蛋白^[10]。

相关人体实验表明^[9]: 12 天 55 人每人每天食用含有 2000mg; 壳聚糖、10mg 芦荟皂苷、200mg 盐酸甜菜碱的膳食补充剂。用碳酸钙作为安慰剂进行对比实验, 对粪便脂肪含量进行测量, 结果如表 1 所示:

表 1 壳聚糖复合减肥药对照结果^[9]

Table 1 The result of the contrast experience of chitosan complex diet pills

天数	安慰剂	壳聚糖复合减肥药	差异%
3	2.59	2.80	8.1%
10	2.71	3.30	21.7%
11	1.90	2.45	28.9%
12	1.85	3.03*	63.8%

* $p > 0.05$

2.2 壳聚糖与维生素复合

维生素 C 是一种水溶性的强抗氧化剂, 极好的自由基清除剂, 能保护生物膜免受自由基攻击, 有效的抗衰老营养素, 预防心血管病, 并能提高机体免疫力, 具有保持心肌功能、降低血液中的胆固醇、有效恢复疲劳等功能。更重要的是, 维生素 C 与壳聚糖抑制脂肪的消化吸收有协同作用^[11]。如果在给予 SD 大鼠高脂饮食的同时持续大量给予壳聚糖和维生素 C 钠盐, 在脂肪消化吸收受到抑制的同时, 矿物质如钙离子以及脂溶性维生素 E 吸收受到了抑制, 其效率要比单独的壳聚糖高的多^[3]。

2.3 壳聚糖与烟酸复合

烟碱可引起饥饿状态下脂肪垫脂蛋白脂酶(LPL)活性降低 30%, 而对 LPL 总量及其 mRNA 水平无影响; 相反, 烟碱可升高喂饲状态或饥饿状态下心肌 LPL 活性、总量及 mRNA 水平, 提示烟碱可将贮存在脂肪组织的脂肪垫转化到肌肉组织中利用^[12]。

烟酸是一种强力抗脂解药物, 具有降低甘油三酯及游离脂肪酸的作用。其机理可能是烟酸能降低脂酶的活性, 从而抑制脂肪水解, 使血中与肺内的游离脂肪酸减少; 由于血中血浆游离脂肪酸(FFA)减少, 使肝脏合成极低密度脂蛋白(VLDL)原料不足或缺乏, 因此, 也降低了血浆甘油三酯^[13]。

利用壳聚糖与烟酸反应, 并加入一些维生素酸如: 维生素 C、叶酸、泛酸和维生素 H 等制备减肥药, 可以通过口服来降低血清中胆固醇和高密度脂蛋白的含量。^[14]

2.4 壳聚糖与某些植物复合

红葡萄中的多酚具有很高的抗氧化活性, 洋蓟提取物可有效地抑制因脂肪肝引起的肝肥大及功能损伤, 欧蒲公英提取物可有效地激活肝、肾功能。最近日本相关专利^[15]以脱乙酰壳聚糖、红葡萄提取物、洋蓟提取物和欧蒲公英提取物在亲水性溶剂中混匀来制备减肥药, 用于强化降低血胆固醇、过氧化脂质和甘油三酯, 减轻体重、脂肪组织重量、应激和反弹。

2.5 壳聚糖与中药复合

我国在壳聚糖减肥方面研究较多的主要是壳聚糖及其衍生物与中药的复合。

2.5.1 壳聚糖与大黄复合

大黄是传统中药之一, 具有良好的减肥作用, 但由于其有较强的致泻作用, 故在临床运用上受到限制。壳聚糖除有良好的吸附油脂性外, 还可作为药品的粘结剂和稳定剂, 具有良好的抗分散体失稳现象。运用壳核糖作为大黄的粘结剂与稳定剂, 制成的大黄壳聚糖片^[16]能使传统中药大黄的致泻副作用大大减弱。肥胖和减肥试验中明确显示大黄壳聚糖片能减轻大鼠体重, 明显减少脂肪重量和脂体比, 显示有良好的减肥作用。

减肥试验结果表明: 中、高剂量组肥胖模型动物喂养 30 天后动物体重与模型对照组相比均明显下降; 高剂量组动物体内脂肪重和脂体比明显较对照组减少, 见表 2。

2.5.2 羧甲基壳聚糖与决明子复合

决明子是一种药食两用的中药, 具有降脂, 改善胃肠功能的作用。将水溶性的羧甲基壳聚糖与决明子复合制成复方壳聚糖^[17-19], 对于内源性高胆固醇血症和由于外因胆固醇的迅速吸收或加速肝脏中胆固醇的合成所致的血清胆固醇升高均有明显抑制效果, 表明其降脂作用

是可靠的,而且无烟酸类药物引起的血管扩张、皮肤潮红及胃肠道刺激等不良反应。且复方壳聚糖对高密度脂蛋白胆固醇具有显著升高作用,这对防治高脂血症和心血管病有重要意义。

表 2 对肥胖模型大鼠体积、体内脂肪重和脂体比的影响^[16] (x±s)

Table 2 The effect to the size, lipid weight and the rate of lipid and size of obesity model(x±s)

	n/只	造模前体积	造模后体积	实验末体积	体重增加	体内脂肪重	脂体比/(g/100g)
模型对照组	10	49±3.1	324±27.6	411±31.4	362±30.8	6.05±0.90	1.47±0.18
低剂量组	10	50±2.7	320±16.5	391±14.6	341±13.3	6.08±0.91	1.55±0.25
中剂量组	10	51±2.6	317±19.0	341±40.5	290±41.0*	5.04±1.31	1.46±0.31
高剂量组	10	51±2.7	306±19.1	355±37.3	304±39.0*	3.93±1.14*	1.11±0.27*

*与模型对照组相比 P<0.05

2.5.3 壳聚糖与左旋肉碱、魔芋复合 左旋肉碱化学名为 L-*p*-羟基- γ -三甲基铵丁酸,是控制脂肪酸代谢的重要因子,脂肪好比燃料,那么 L-肉碱则是氧气。正因为如此,L-肉碱能减少各种情形下血液和组织中的脂肪蓄积,补充肉碱可降低各种组织的脂肪量,尤其是当体内脂肪增多时,L-肉碱可起到转化脂肪、消耗脂肪之功效^[20]。

魔芋中含有 60%左右的葡萄甘露聚糖,为可溶性膳食纤维,魔芋中同时含有蛋白质、脂肪、矿物质等,具有促进肠蠕动、降压、降血糖、降低胆固醇、通便等多种生理功能。魔芋多糖具有吸水性强、粘度大、膨胀率高等特点,进入胃中后,吸收胃液可膨胀 50~100 倍,产生饱腹感,进而调节饮食,起到减肥之功效。

将壳聚糖、L-肉碱和魔芋三者有机配合服用,他们可以不同方式协同作用,进而达到减肥之功效,其效果比长时间服用大剂量的单一组分效果要好很多^[1]。

2.5.4 壳聚糖与其他中药复合 制首乌具有养肝扩肝,补益肝肾的作用,其能减少肠道对胆固醇的吸收,促进胆固醇排泄,其中丰富的植物卵磷脂还能阻止胆固醇在肝内沉积,有益于脂肪肝的治疗。丹参具有活血化淤,改善肝脏微循环,增加肝细胞营养和氧的供给,促进肝内脂质的氧化而具有降肝脂的作用。牛膝中含有三萜皂甙水解后产生的齐墩果酸,具有保肝、抗肝脂变作用。泽泻能抑制外源性胆固醇和甘油三酯吸收,抑制肝内和甘油三酯合成使肝内脂肪含量减少。由于这些药物的不同作用产生互补,而使其与壳聚糖的复方制剂对脂肪肝治疗有显著疗效^[21]。

2.6 壳聚糖与亚麻油以适当的比率结合来吸附甘油三酸酯

将壳聚糖与亚麻油以适当的比率结合作为食品添加剂以吸收食用脂肪而避免其被胃肠吸收。亚麻籽是一种食用纤维,含有亚麻籽的食品添加剂可以降低胆固醇而不会对食物产生影响。壳聚糖与其他中性植物纤维不同,它不被消化,所以不含有热量。在体外,壳聚糖可以结合其自身重量 10 至 100 倍的甘油三脂,而在生理条件下,壳聚糖可以结合其自身重量四至五倍的油脂^[7]。研究指出亚麻油与壳聚糖以一定比例混合可以产生协同效应来极大的增强吸收脂肪的效率^[22],如图 1 所示,其中亚麻油与壳聚糖的比率最佳为 2:1 到 4:1。

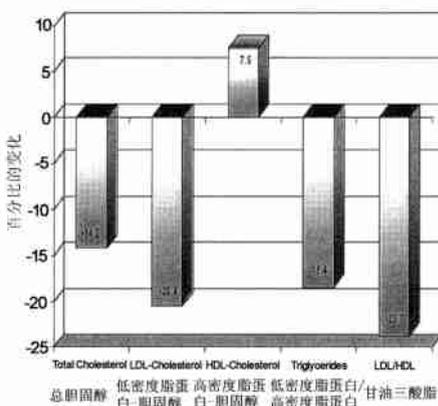


图 1 人体实验^[22]
一男子每天每顿午餐和晚餐前分别服用 6g 亚麻油:壳聚糖=4:1 的混合物,28 天时其血清脂肪的变化

Figure 1 Human experience^[22]

3 壳聚糖衍生物作为减肥药物

交联的 *N-O*-羧甲基壳聚糖可以增强壳聚糖从乳清中吸附甘油三脂的能力^[23,24]。壳聚糖经戊二醛交联后再用苯丙氨酸修饰,这种吸附剂在体外对胆固醇的饱和吸附量达到 54.75mg/g;用色氨酸修饰的交联壳聚糖,当血清胆固醇总浓度为 9.54mmol/L 时,在 37℃下吸附 1h,血清脂蛋白的去除率为 46.21%,苯丙氨酸修饰的交联壳聚糖吸附 44.6%,这种壳聚糖树脂可用于体外血清灌流^[8]

Furda 发现壳聚糖能绑定一定量的脂肪酸来合成复合盐^[7]。并称这种绑定是由于壳聚糖中的自由氨基形成离子键从而获得了比通常吸附要强得多的绑定效应。这种壳聚糖脂肪酸复合物在被哺乳动物摄入后, 将绑定多余的脂肪, 这些脂肪包括甘油三酸酯、脂肪酸、胆汁酸、胆固醇和其他的固醇, 而被绑定的脂肪将被人体排出体外。

许加超等将定量的壳聚糖与定量的油酸, 在一定的温度条件下, 经高速搅拌器均化而成的高质量壳聚糖油酸脂乳液, 进行了人体试验, 观察了 78 名肥胖症患者应用壳聚糖油酸脂前后体重和血脂的变化。结果表明: 应用了 60 天降低体重总有效率为 97.4%, 平均降低 3.8kg, 胆固醇、甘油三酯明显降低^[25]。

作者认为, 制备可与油脂互溶的油溶性壳聚糖, 其与油脂的作用并不受 pH 值的限制, 与油脂的作用力也可大大提高, 所以将油溶性壳聚糖用于吸收被胰液和胆汁分解后的甘油和脂肪酸, 可极大地提高吸收效率, 并取得明显的减肥效果。

另外, 还可以通过改变壳聚糖的形态来提高其减肥效果。例如, 球状壳聚糖对血浆低密度脂蛋白及极低密度脂蛋白有较好的吸附性, 可用于高质血症患者的血液灌流; 对胆固醇、甘油三酯均有明显的吸附作用, 且随脱乙酰度的提高吸附率增大^[8]。

作者研究了羟乙基壳聚糖和 O-羧甲基壳聚糖对营养性肥胖大鼠体重及体脂含量的影响: 表 3 反映了各组间动物体重的动态变化, 实验初始时各组间大鼠体重比较接近, 自第四周开始壳聚糖衍生物各剂量组大鼠体重的下降趋势逐渐突出, 至实验结束时壳聚糖衍生物添加组大鼠体重明显降低, 羟乙基壳聚糖和 O-羧甲基壳聚糖高剂量组大鼠分别比对照组低 90.22g、80.51g, 差异具有显著性 ($P < 0.01$)。整个实验期间喂饲基础饲料的肥胖对照组大鼠体重波动不大, 而两种壳聚糖衍生物添加组大鼠体重分别减轻了 94.93g、83.75g, 大约是对照组大鼠体重减轻量的 40 倍。体脂含量是反映生物体肥胖程度的又一个重要指标, 由表 3 中的数据可见壳聚糖对体脂含量和体重的影响类似, 两种衍生物均能明显降低大鼠的体脂含量, 并且具有明显的剂量依赖性。

表 3 Chitosan 对大鼠体重及体脂含量的影响 ($\bar{x} \pm s$)

Table 3 The effect of chitosan to the body weight and fat content of rat

分组	N	大鼠体重 /g			体脂含量 /%
		W1	W4	W6	
C	10	369.12 ± 34.76	349.45 ± 30.67	366.95 ± 24.82	1.0714 ± 0.3520
TA1	10	375.08 ± 31.69	347.13 ± 23.79	343.07 ± 22.07 *	0.7336 ± 0.5103
TA2	9	382.33 ± 51.71	338.43 ± 37.06	323.88 ± 26.47 **	0.4377 ± 0.2171 **
TA3	10	371.66 ± 30.37	307.69 ± 27.01 **	276.73 ± 31.74 **	0.2291 ± 0.1184 **
TB1	10	370.07 ± 27.43	343.38 ± 31.82	348.47 ± 24.05	0.8424 ± 0.2555
TB2	10	368.48 ± 33.69	342.05 ± 21.54	339.48 ± 15.50 *	0.7224 ± 0.1938
TB3	7	369.19 ± 32.41	307.47 ± 39.19 **	285.44 ± 38.76 **	0.4678 ± 0.1632 **

* 与 Control 组相比 $P < 0.05$; ** 与 Control 组相比 $P < 0.01$

作者还对肝脏、心脏及主动脉弓进行了病理学检查, 结果显示各组大鼠心脏和主动脉弓大体正常, 均未见脂肪浸润。不同剂量壳聚糖衍生物添加组肝脏脂肪变性的程度如表 4:

表 4 大鼠肝脏病理学检测结果

Table 4 The result of pathology test of rat

	C	TA1	TA2	TA3	TB1	TB2	TB3
心肌脂肪沉积情况	—	—	—	—	—	—	—
主动脉弓脂肪沉积	—	—	—	—	—	—	—
肝脏脂肪变性程度	+++	++	+	+	++	+	+

肥胖对照组大鼠肝细胞呈严重的脂肪变性,肝细胞浆内见多量大小不等的脂肪空泡,许多小的脂肪空泡融合形成大的脂滴。羟乙基壳聚糖及 *O*-羧甲基壳聚糖低剂量组,肝细胞弥漫性水变性,肝窦狭窄,肝细胞脂肪变性的程度较肥胖组轻,部分肝细胞内见脂肪空泡。部分剂量组肝窦狭窄不明显,胞浆内仍可见脂肪空泡形成。高剂量添加组肝细胞未见水变性,肝窦恢复正常,细胞浆内仅见少许脂滴,脂肪变性程度减轻。

4 壳聚糖减肥商品

美国 FDA 对于壳聚糖作为减肥商品的评价是:壳聚糖可吸收其自身重量 4~5 倍的脂肪,与摄入其他天然纤维,如:木棉花、胶质、瓜尔豆、纤维素、甲壳素、角叉菜、海藻酸钠、槐豆、魔芋、刺梧桐树胶、琼脂等相比,摄入壳聚糖已表明可以使肌体排出 5~10 倍的脂肪。壳聚糖是一种不被消化的食用纤维,可以吸收脂肪和促进食用脂肪和胆固醇的排出^[26]。但该声明中并没有明确表示壳聚糖可用于有关人的减肥药品中。

虽没得到政府文字上的认定,但以壳聚糖及其衍生物为主要成分的各种减肥产品依然层出不穷。普通的壳聚糖产品已在欧洲和日本卖了大约 20 年,但其中大多数为纯壳聚糖制品,其对于脂肪的吸附在实际上并不能在人体内吸附足够量来达到减肥的目的。以下结合本文内容介绍一些不同复合或改性的壳聚糖减肥商品。

(1)Chitosol:一种以壳聚糖为原料进行改性的专利产品,其公司宣称此产品受美国专利保护且已售出一百万瓶,成为壳聚糖减肥商品中的销量最高的产品。

(2)Chitosan HD /LipoSan Ultra:亚麻籽与壳聚糖的复合产品,宣称可以吸附 3 倍于常规壳聚糖的脂肪,且可在 1min 内溶解。

(3)CHITOSLIM:壳聚糖与维生素 C 和烟碱的复合物。

(4)*X-fat*:一种英国专利产品,主要成分为液态壳聚糖。

(5)CHITOSAN PLUS:壳聚糖和抗坏血酸维生素 C 的混合物,抗坏血酸维生素可增强壳聚糖机和脂肪的能力。

(6)Chitorex:液态壳聚糖,宣称其效率高于普通片状或粉状壳聚糖近 3000 倍。

(7)ChitoSure:含有草药如:藤黄、肌糖、药属葵根和红榆的壳聚糖复合物。

(8)维亨:壳聚糖、苯丙氨酸、吡啶甲酸铬、左旋肉碱、维生素 C、维生素 E、维生素 B1、维生素 B2、维生素 B6、烟酰胺、葡萄糖酸锌和葡萄糖酸亚铁的复合物。经审核,该产品符合《中华人民共和国食品卫生法》和《保健食品管理办法》的有关规定,已予批准。

(9)风暴减肥胶囊:由壳聚糖、丙酮酸钙及左旋肉碱酒石酸盐制成。

5 展望

单纯靠天然壳聚糖利用其聚阳离子性来对油脂进行吸附进行减肥是不现实的,其减肥产品的减肥效率也不会很高。需要通过对壳聚糖进行改性,增强其溶解能力和对脂肪的吸附能力,如开发油溶性壳聚糖衍生物,使油脂不简单的吸附于壳聚糖上,而使其溶解于壳聚糖衍生物之中,即可极大程度地提高壳聚糖对于油脂的吸收效率。

参考文献:

[1] 张廷军. CN 01142084.7, 2001-09-11.

[2] 邓华聪,刘东方. 临床内科杂志, 2003, 20(3): 116~118.

[3] 陈爱忠. CN 02157749.8, 2002-12-26.

[4] Kumar R, Majeti N V. *Reac Func Polym*, 2000, 46(1): 1~27.

[5] 黄清谈. 中国化工报, 2001 10 25.

[6] 沈同. 生物化学. 北京: 高等教育出版社.

- [7] Ivan F, Wayzata M N. USP 4, 223, 023, 1980-09-16.
- [8] 蒋挺大. 壳聚糖, 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [9] Meyers A E, Priddy M R, et al. USP 5, 932, 561, 1999-08-03.
- [10] Angerer D, David J, Donald M. USP 6, 326 475, 2001-12-04.
- [11] Kanauchi O, Deuchi K. USP 5, 453, 282, 1995-09-26.
- [12] 谭正怀. 国外医学: 内分泌学分册, 2000 20(6): 320~324.
- [13] 张伯勋 张群. 中华医学杂志, 1996 76(1): 9~12.
- [14] Ivan F, Wayzata M N. USP 5 736, 532, 1998-04-07.
- [15] Mishima S, Sakamoto T, Tanaka Y. JP 2001302519-A, 2001.
- [16] 方校良 竹剑平. 浙江中西医结合杂志, 2000, 10(12): 724~725.
- [17] 董爱森 陈志敏, 等. 福建医药杂志, 2001, 23(2), 104~106.
- [18] 董爱森 徐榕青, 等. 海峡药学, 2001, 13(2): 15~16.
- [19] 葛为公 周长坚. 广西医科大学学报, 1999, 16(3): 303~304.
- [20] 高明华. CN 01112976X, 2001-10-24.
- [21] 吴翠贞 王瑞云, 戚晓红. CN 01127118.3, 2003-12-17.
- [22] Babish J G. USP 6, 506, 420, 2003-1-14.
- [23] Muzzarellia R A A, Frega N. Carbohydr Polym, 2000(43): 263-268.
- [24] Damodaran S, Madison W I. USP 5, 436, 014, 1995-7-25.
- [25] 许加超 张爱华, 等. 中国海洋药物, 2002, 21(3): 35~37.
- [26] Albert M F. Notice of Statements under 21 U S C. 403(r)(6), 2001, Jan. 31.

A Review of Chitosan as Diet Pills

LIU Xiao-fei, YAO Bing-jia, ZHUANG Xu-pin

(School of Material Science and Technology, Tianjin University, Tianjin, 300072, China)

Abstract: Chitosan has an obviously absorptive effect to fat, and has been used to make latest diet pills. It can absorb bile acid, fat, and cholesterol into flocculation, preventing the digestion and absorption and promoting their excretion. Mixing chitosan and other substance, which has weight loss function or being able to prevent side effect of chitosan improve its absorptive capability to lipid and the weight loss effect. In addition, chitosan derivatives can also mend the efficiency of absorbing lipid. This article will introduce main chitosan compounds and modified chitosan weight loss merchandise, and also bring forward to prepare organic solubility chitosan derivatives can dissolve in the lipid to improve its efficiency of absorption.

Key words: Chitosan; Fat; Bile acid; Cholesterol; Weight loss; Compound; Modify