

植物聚多糖葡甘聚糖的性质与应用

祁 黎¹, 李光吉^{2*}

(¹ 广州电器科学研究院, 广州 510300;

² 华南理工大学高分子材料科学与工程系, 广州 510640)

摘要: 全面介绍了魔芋的主要成分——葡甘聚糖(Konjac Glucomannan 简称 KGM)的结构、提纯方法、物理化学性质和其在医药卫生领域的保健功能及药用价值;综述了近年国内外的研究开发现状和其在食品、化工、纺织、医药、石油钻探等领域的应用,从而展示了 KGM 这一丰富的可再生资源的学术研究价值以及在医药、化工、纺织等领域中的广阔的应用前景。

关键词: 魔芋;葡甘聚糖;聚多糖

1 葡甘聚糖的来源和化学结构

魔芋的主要成份是葡萄糖甘露聚糖,简称葡甘聚糖,在干魔芋块茎中含量高达 55%~80%^[1,2]。它是由 D-葡萄糖(G)和 D-甘露糖(M)按 1:1.6 或 1:1.69 的摩尔比通过 β -1,4-吡喃糖苷键结合而成的复合多糖。在其主链上甘露糖的 C3 位置上往往存在着通过 β -1,3 糖苷键结合的支链结构,除葡萄糖和甘露糖残基外,还有少量乙酰基存在^[3,4]。KGM 的结构如图 1 所示。

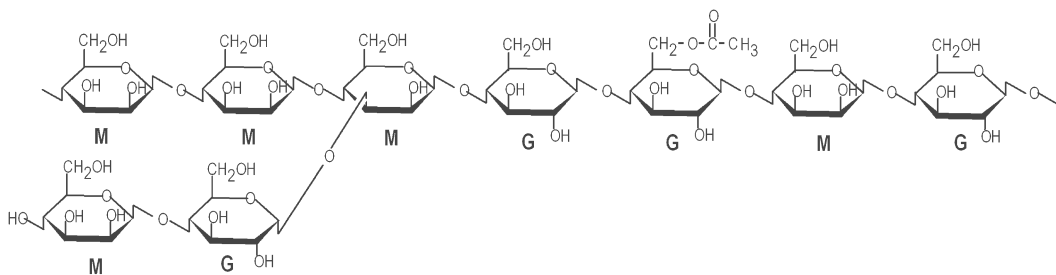


图 1 KGM 的大分子结构

Figure 1 The macromolecular structure of KGM

由于 KGM 的性质受其提取工艺和纯度的影响较大,因此 KGM 的分离和提纯方法的研究一直备受关注,文献中多有报道^[5~7]。其中常用的是乙醇沉淀法、铜盐法和真空冷冻干燥法。铜盐法以及早期的乙醇沉淀法在提纯 KGM 的过程中由于进行了高温处理,使 KGM 失去水溶性而只能溶解在 20%NaOH 溶液中。真空冷冻干燥法由于保持了物质的结构与形态,未受到高温的影响而保持

基金项目: 2001 年国家留学回国人员启动基金和 2003 年广州市科技计划应用基础研究项目;

作者简介: 祁黎,硕士,在校期间主要从事天然高分子材料的改性工作,目前主要从事高分子材料的环境适应性试验研究;

* 通讯联系人. Email:Guangjili@hotmail.com

了良好的水溶性。目前,真空冷冻干燥法是一种比较好的采用较多的方法。近年来,生物催化剂酶亦被用于 KGM 的提纯^[8,9]。这种方法利用淀粉酶和蛋白酶将魔芋精粉中所含的淀粉和蛋白质分解除去,然后再用乙醇将 KGM 从反应体系中提取出来,从而得到高纯度的、水溶性良好的葡甘聚糖。相对于一般的化学方法,利用酶提纯的方法得到的葡甘聚糖的纯度要高的多。

2 魔芋葡甘聚糖的物理性质及其应用

2.1 魔芋葡甘聚糖的亲水性及其应用

葡甘聚糖是一种高分子量的水溶性非离子天然聚合物,其平均分子量因产地、品种、加工方法以及原料储存时间的不同而不同^[10],一般可达到 10^6 数量级。KGM 溶于水,不溶于甲醇、乙醇、丙酮、乙醚等有机溶剂。因此,常常利用它的这一性质来将其从魔芋块茎中分离并进一步提纯。

KGM 分子量高、水合能力强和不带电荷等特性决定了其水溶液通常具有较高的粘度。1% 的 KGM 水溶液的粘度可达到数十~200 Pa·S。在相同浓度下,KGM 水溶液的粘度高于其它聚多糖,如黄原胶、瓜尔豆胶、刺槐豆胶等。

有时,KGM 溶液的高粘度会给予其加工带来不便,常常需要加入一些阻溶剂来抑制其在水中的溶胀。在工业生产中,常用乙醇或其它有机溶剂作为阻溶剂。这类阻溶剂抑制溶胀的效果好,但成本较高。国内有用价格低廉的硼酸盐作为 KGM 阻溶剂的研究报道^[11,12]。硼酸盐能够和 KGM 形成某种络合物,从而达到抑制 KGM 吸水溶胀的目的。这种络合物加酸活化后可以分解,使 KGM 和硼酸根离子分离开来,从而降低了阻溶的成本。

由于 KGM 具有良好的亲水性,遇水能够快速吸水膨胀并最终形成具有粘度高、稳定性好的溶液的特点,KGM 作为增稠剂和添加剂在食品工业中得到广泛的应用。KGM 用作冰淇淋的稳定剂,可使冰淇淋的口感平滑细腻;作为饼干、面包、蛋糕等烘烤食品的添加剂,可使产品外观平滑,质地疏松;作为啤酒泡沫稳定剂,使啤酒倒杯后气泡细小均匀,挂杯时间长;此外,可增强米纸的拉伸强度,增加面条韧性等^[4]。KGM 与常用的增稠剂黄原胶、瓜尔豆胶及海藻酸钠均可形成协同增稠效应,其中黄原胶与 KGM 之间的协同增稠作用最为显著。KGM 与黄原胶可在 1:10 至 10:1 范围内以任意比例混合,均有显著的协同增稠效应,且当比例为 1:1 时复合胶的稠度最大,协同增稠作用最强烈。这可能与 KGM 与黄原胶的分子间的相互作用有关^[13]。

KGM 良好的吸水性使其还可用于制作可生物降解的高吸水剂,如日常生活中的尿布、餐巾等以及园艺、农业有关的高吸水材料。相对于其它高吸水材料,其优点是安全,于人体无害,并且是可生物降解的环境友好材料。更有意思的是 KGM 还可用来制作胶体炸药,这种炸药在空气中非常稳定且对碰撞不敏感,即使在水下其成份的溶出也很慢,较长时间存放也不失效,不仅可用于一般爆破也能用于水下爆破等多种场合,用途比较广泛^[14]。

另外,KGM 的吸水性和膨润性可改善化妆品与皮肤的接触,具有柔软化的效果,是一种良好的化妆品基质,用于护发化妆品可使头发有光泽。现已有魔芋美容霜、魔芋护发素、魔芋洗发精等问世^[15]。

2.2 魔芋葡甘聚糖的凝胶特性及其应用

KGM 的高分子量赋予其独特的凝胶特性。有研究^[2]表明,KGM 溶液的浓度在 2%~4% 时,在强烈搅拌下剪切变稀,具有一定的流动性;将该溶液静置一段时间后,流动性又会变小,并形成凝胶。此过程是可逆的。然而,如果有胶凝剂如 KOH、NaOH、 K_2CO_3 、 Na_2CO_3 或 Na_3PO_4 存在时,则会

使 KGM 发生化学反应, 脱去乙酰基而形成凝胶, 这种凝胶在水中不再溶解, 也是热不可逆的, 其弹性随温度的升高而增大, 随温度的降低而减小^[16]。

KGM 与四价硼离子能形成一种呈凝胶状的络合物, 可用于制造人工水晶体。所制得的人工水晶体含水分 95%~99.5%, 具有良好的透光性、弹性、强度和生物相容性, 因而可用于制作隐形眼镜和医疗光学制品^[17]。

3 葡甘聚糖的化学性质及其应用

KGM 具有聚多糖高分子化合物的普遍性质。除了通常的降解反应外, 其分子链上大量羟基的存在使其易于发生化学反应, 如酯化、接枝、交联、甲基化、羧甲基化、氧化等。

3.1 葡甘聚糖的降解

对 KGM 降解反应的研究始于二十世纪六、七十年代。研究者们以酸^[18, 19]或 β -甘露糖酶^[20, 21]作为催化剂, 通过对 KGM 进行不同程度的降解, 结合其它分析方法来确定其结构和组成。最终所得到的 KGM 的结构式如图 1 所示。聚多糖类物质的降解都是由连接糖单元的糖苷键的断裂造成的。研究发现, 无论是在酸降解还是酶促降解过程中, 连接不同糖单元的糖苷键的断裂速率是不同的, 这造成了 KGM 降解过程中的某些特殊的现象。国内对酶催化 KGM 的降解也多有研究^[22]。本文作者曾对 KGM 的酶催化可控降解进行详尽的研究^[23~25], 使通过改变反应条件来得到不同分子量的可溶性 KGM 成为可能, 并在此基础上提出了 KGM 水溶液体系的表观粘度与重均分子量之间的关系, 为相关的进一步研究奠定了良好的基础。

3.2 葡甘聚糖的酯化

KGM 分子链上大量存在的羟基使之可被视为一种多元醇而能与各种无机酸或脂肪酸发生酯化反应。关于 KGM 的酯化改性的相关报道较多。改性的目的在于改善和扩展以 KGM 为基质的材料的性能, 从而拓宽 KGM 的应用范围。如用马来酸酐^[26, 27]、没食子酸^[28, 29]、磷酸氢二钠-磷酸二氢钠^[29, 30]和三聚磷酸钠^[27, 29, 30]为酰基供体时, 所得 KGM 衍生物水溶液的粘度、稳定性、成膜性以及抗菌性较未改性的 KGM 都有了很大的改善。其中马来酸酐和磷酸氢二钠-磷酸二氢钠作为酰基供体效果更好, 应用更为广泛。KGM 的磷酸酯还具有絮凝作用, 国内有其对高岭土悬浊液絮凝作用的相关报道^[31, 32]。用长链脂肪酸如棕榈酸、月桂酸、辛酸和油酸作为酰基供体, 可得到相应的 KGM 脂肪酸酯衍生物。这类衍生物可望用做可生物降解的高分子表面活性剂。已有实验证明, 在水包油乳液体系中, 取代度在一定范围内的葡甘聚糖长链脂肪酸酯显示出较好的乳化能力, 即使在高盐浓度和酸性情况下, 仍然具有好的乳化效果^[33, 34]。国内有学者对酯酰葡甘聚糖醛酸钠的制备进行了探讨, 并申请了相关的专利^[35, 36]。本文作者对利用生物催化剂酶来实现 KGM 的酯化进行了研究^[37], 初步的结果表明这一环境友好的合成方法是可行的, 并初步筛选出了适用于催化这一反应的酶。同一般的化学反应相比, 酶催化酯化反应具有转化率高、副反应少、产物易提纯、对环境污染小等优点, 是聚合物合成和改性的主要发展趋势。

3.3 葡甘聚糖的接枝和交联

以硝酸铈铵为引发剂, KGM 能够在 50% 乙醇中与丙烯酸丁酯发生接枝共聚反应, 所得产物的粘度和对柑桔的涂膜保鲜效果较未改性前有显著的提高^[38, 39]。对 KGM 进行交联改性, 同样可以改善其成膜性能。如在 50~60℃ 水溶液中, 边搅拌边滴加三氯氧磷(POCl_3), 所得交联产物的粘度、稳定性、成膜性都较改性前有所提高, 制成的膜均匀、光泽好、强度高, 并具有一定的抗菌能力^[40]。此

外,应用适当的交联剂和反应条件,可以制得高交联度的 KGM 凝胶,这种凝胶具有明显的分子筛作用,可以把小分子物质和大分子物质分离开,其衍生物 DEAE-KGM 作为离子交换层析介质,对多种蛋白质有较高的吸附容量,对不同的蛋白质有一定的分离能力,且具有耐酸、碱和有机溶剂性能以及优良的通透性^[41]。

3.4 葡甘聚糖的甲基和羧甲基化

通过化学改性可以提高 KGM 水溶液的粘度、稳定性和抗菌性,但其衍生物水溶液的透明性都较差。欲得到水溶液透明度较好的衍生物,可对 KGM 进行适当的甲基或羧甲基化。

用硫酸二甲酯处理,取代度在 0.3~1.4 之间时,所得到的甲基化 KGM 溶于水,溶液均匀、粘度高并且是透明的。当取代度为 0.45 时,甲基化 KGM 的溶剂化作用最强,溶液的稳定性最好,其粘度在 30℃ 下可保持 4d 而不改变^[42],这一改进对于进一步拓展 KGM 应用是非常重要的,例如用其制备的透明保鲜膜将更受消费者欢迎。能够达到同样效果的还有其它一些方法,例如在乙醇溶液中,KGM 与氯乙酸和氢氧化钠反应所得到的羧甲基葡甘聚糖水溶液同样具有高透明度。当 KGM:氯乙酸:氢氧化钠=1:1.2:1.5 时效果最好^[43]。另外,先将 KGM 悬浮在二甲基甲酰胺中 24h,再悬浮于 60% 氢氧化钠溶液中 30min 后,将沉淀物过滤、压榨,随后置于氯乙酸-异丙醇中于 50℃ 下搅拌反应 3h 后也可以得到羧甲基化葡甘聚糖。将羧甲基葡甘聚糖用于果蔬涂膜保鲜已取得了良好的效果^[44]。相对来说,甲基化 KGM 的成本比较低,因而更具有市场前景。

3.5 葡甘聚糖的氧化

选择适当的氧化反应体系,将 KGM 进行两步氧化,可以制得 KGM 的双羧基衍生物 DC-GM。对 DC-GM 的结构和性能的研究表明,它具有很好的水溶性,能在纤维素酶和葡萄糖苷酶的生物催化作用下发生降解,并且降解速率是羧基含量的函数。更令研究者感兴趣的是,DC-GM 的体外试验已证实它比其它的聚多糖衍生物具有更强的免疫激励作用^[45]。

4 葡甘聚糖的药物学特性

4.1 抗肿瘤作用

葡甘聚糖有明显的抗肿瘤作用。日本、美国、英国和法国的预防医学科学工作者在这一方面进行了卓有成效的研究工作。研究发现,KGM 有抑制小鼠自发性肝肿瘤^[46]和大鼠二甲胍诱发结肠癌^[47]的作用。国内相关的研究也表明,KGM 可以预防甲基硝基亚硝基胍(MNNG)诱发的肺癌^[48, 49]以及抑制大鼠二甲胍诱发的肠癌^[50]。

4.2 减肥作用

葡甘聚糖不为人体的消化酶所分解,只能存大肠内被某种细菌分解为葡萄糖和甘露糖,但这时已基本上不为人体所利用,因此是一种不含热量的食品。此外,KGM 具有良好的吸水膨胀性,服用之后人有饱胀感而不再思食,降低胃排空速度;可减缓、阻止胆固醇、糖分等营养物质的吸收;具有润肠通便的作用,使人的排泄量增加,有利于减肥,故 KGM 是一种很有应用前景的、安全的减肥药物^[51]。

4.3 降脂作用

作为一种可溶性膳食纤维,KGM 能够与肠内胆汁酸结合,增加胆汁酸排泄,使体内胆汁酸合成增加,不仅降低血液中胆固醇水平,也降低甘油三酯水平。而且在血脂达到正常水平时,继续服用 KGM 不会使血脂水平持续下降。因此,KGM 具有调节脂质代谢,预防高血脂的作用。动物试验表明,在同样喂以高胆固醇含量食品的小鼠中,同时喂以 KGM 的一组小鼠的血脂含量明显低于没有

摄入 KGM 的小鼠^[52~54]。

4.4 降血糖作用及其它作用

KGM 还有降血糖的作用。尽管迄今为止,人们还没有完全确定糖尿病的病因,但一般认为与过多的食用精制的碳水化合物食品而对多糖类膳食纤维的摄入量不足有关。KGM 具有改善耐糖性的作用。有研究表明,在糖尿病人的饮食中每天加入 3.6 和 7.2g(KGM),90d 后血清胆固醇和血糖值平均分别降低 11.2% 和 29%,可大大减少胰岛素或其它降血糖药物的用量,有些病人甚至可以不再用降血糖药物^[55]。

另外,KGM 还有通便^[56]、抗衰老^[57]、防止骨质疏松^[58]等作用。而我国医学也早有魔芋治疗肿痛、解毒、咳嗽等记载^[59]。

5 葡甘聚糖的国内外研究现状及展望

我国是魔芋的主要生产国之一。但是,在魔芋及其主要成份魔芋葡甘聚糖的研究与开发应用方面,走在前列的却是日本、美国及欧洲等发达国家。以日本为例,全国生产魔芋食品的企业有 3000 家之多,年产值达 1000 多亿日元,除采用日本产魔芋外,每年还从我国进口大量的魔芋精粉及其加工产品^[60]。早在二十世纪四、五十年代,日本学者就开始对 KGM 进行系统的理论和应用研究,开发出了一系列保健食品和其它可用于医疗化工等行业的产品。目前,日本的 KGM 开发已进入了多学科、多行业与多种技术复合的研究阶段。此外,一些发达国家的预防医学科学工作者多年来对 KGM 在预防心血管疾病以及糖尿病、胆结石、十二指肠溃疡、肿瘤、肥胖症等疾病中的功能和机理进行了富有成效的研究工作,肯定了 KGM 的药用价值。也有国外学者对 KGM 在酶的固定化^[61]、药物缓释^[62]等领域中的应用进行了研究。

我国对葡甘聚糖的研究起步较晚,仅有十多年历史。所涉及的研究领域与国外学者相似,主要集中在 KGM 的提取、结构分析与表征、食品学性质(如流变性、增稠性等)、物化性质、作为食品的加工方法、药用和保健功能、化学改性等。所开发的产品不多,档次不高,主要用做食品添加剂和增稠剂。魔芋精粉主要用于出口,产品附加值低,并且其生产深受国际市场的制约。近年来,由于政府、工业界和研究者对可再生资源的开发利用日益重视,KGM 的研究也日趋活跃。武汉大学的张俐娜教授领导的研究小组最近对 KGM 与其它聚多糖形成的共混膜的结构与性能进行了比较深入的研究^[63,64]。然而,KGM 的深层次开发和应用领域的拓展仍需大量的工作。

KGM 作为我国特有的可再生资源,加强对它的研究与开发,对于改变我国以出口原料为主的状况,提高产品的附加值将具有十分重要的意义。

参考文献:

- [1] 莫湘涛,张梅芬,李敏艳. 湖南师范大学自然科学学报,1998,21(1):85~88.
- [2] Nishinari K, Williams P A, Phillips G O. Food Hydrocolloids, 1992, 6(2):199~222.
- [3] Dav V, McCarthy S P. J Environ Polym Degrad, 1997, 5(4):237~241.
- [4] 邹新禧,谢美然. 现代化工,1995,15(12):15~17.
- [5] 吴万兴,李科友,张忠良,等. 陕西林业科技,1999,(增刊):42~43,53.
- [6] 冲增哲著,张忠良,王照利. 陕西林业科技,1999,(增刊):50~53.
- [7] 胡敏,李波,龙萌,等. 食品科技,1999,1:31~33.
- [8] 莫湘涛,张梅芬,李敏艳. 湖南师范大学自然科学学报,1998,21(1):85~88.
- [9] 邱树毅,汤庆莉,卢红梅,等. 贵州工业大学学报(自然科学版),2000,29(3):75~83.

- [10] Sugiyama N, Shimahara H, Andoh T, et al. *Agric Biol Chem*, 1972, 36(8); 1381~1387.
- [11] 邹应龙, 郝晓芸. 食品科学, 1998, 19(9); 17~20.
- [12] 张东华, 习培清, 汪庆平. 食品工业科技, 1998, 3; 37~38.
- [13] 陈运中. 食品科学, 1999, 9; 12~14.
- [14] 李志孝, 华苏明, 陈耀祖. 甘肃中医学院学报, 1989, 1; 56~58.
- [15] 吴翠英. 中国粮油食品, 1986, 3; 33~35.
- [16] 沈悦玉, 杨湘庆. 食品科学, 1995, 16(6); 14~19.
- [17] 李波, 谢笔钧. 农牧产品开发, 1999, 8; 6~7.
- [18] Kato K, Matsuda K. *Agric Biol Chem*, 1972, 36(4); 639~644.
- [19] Kato K, Matsuda K. *Agric Biol Chem*, 1969, 33(10); 1446~1453.
- [20] Shimahara H, Suzuki H, Sugiyama N, et al. *Agric Biol Chem*, 1975, 39(2); 301~312.
- [21] Takahashi R, Kusakabe I, Kusama S, et al. *Agric Biol Chem*, 1984, 48(12); 2943~2950.
- [22] He Z M, Zhang J, Huang D P. *Biotechnol Lett*, 2001, 23; 389~393.
- [23] Li G J, Qi L, Li A P, Ding R. *Macromol Symp*, 2004, 216; 165~178.
- [24] 李光吉, 祁黎, 宗敏华. 高分子学报, 2003, 5; 650~654.
- [25] 李爱萍, 李光吉. 2003'全国高分子学术论文报告会论文集, 2003. 10. 9~14, 中国杭州. G20-21.
- [26] 胡耀星, 谢笔钧, 胡慰望. 食品科学, 1992, 4; 5~10.
- [27] 汤荣生, 穆军, 黄道宪, 等. 食品科学, 1996, 17(7); 62~65.
- [28] 王文晟, 谢笔钧, 胡慰望, 等. 食品科学, 1994, 7; 3~6.
- [29] 尉芹, 马希汉, 陈本文, 等. 西北林学院学报, 1996, 11(1); 86~90.
- [30] 胡敏, 胡慰望, 谢笔钧. 武汉大学学报(自然科学版), 1994, 3; 101~109.
- [31] 张昌军, 杨志孝, 于敏, 等. 化学世界, 1994, 35(2); 83~84.
- [32] 奉平, 陈旭东, 杨大成, 等. 化学研究与应用, 1995, 7(3); 326~328.
- [33] 田炳寿, 董常明, 骆定法. 高分子学报, 1999, 3; 326~330.
- [34] Tian B S, Dong C M, Chen L. *J Appl Polym Sci*, 1998, 67(6); 1035~1038.
- [35] 干信. CN 1058268C(ZL 98121622. 6).
- [36] 干信. CN 1275623A(ZL 99116531. 4).
- [37] Li G J, Qi L, Zong M H. *Acta of Zhongshan University (Natural Science Edition)*, 2003, 7, 42(Suppl); 21~23.
- [38] 刘惠君, 胡慰望, 谢笔均. 食品科学, 1998, 19(11); 50~52.
- [39] 刘惠君, 胡慰望, 谢笔均. 食品科学, 1998, 19(12); 50~53.
- [40] 张升辉, 宋新建, 米远祝. 食品工业科技, 1999, 20(6); 19~21.
- [41] 莫卫平, 蒙义文, 贾成禹, 等. 离子交换与吸附, 1992, 8(1); 5~9.
- [42] Kishida N, Okimasu S. *Agric Biol Chem*, 1978, 42(3); 669~670.
- [43] 庞杰, 孙远明, 张玉进. 西南农业大学学报, 1998, 20(3); 216~218.
- [44] 李乐农, 吴振球. 湖南农业大学学报, 1996, 22(2); 131~133.
- [45] Ohya Y, Ihara K, Murata J, et al. *Carbohydr Polym*, 1994, 25; 123~130.
- [46] Mizutani T. *Cancer Lett*, 1982, 17(1); 27.
- [47] Mizutani T. *Cancer Lett*, 1983, 19(1); 1.
- [48] 罗德元, 李玉琼, 邓士林, 等. 华西医科大学学报, 1991, 22(3); 287~291.
- [49] 罗德元, 李玉琼. 中华肿瘤杂志, 1992, 14(1); 48~50.
- [50] 蒋与刚, 张茂玉, 侯蕴华, 等. 解放军预防医学杂志, 1995, 13(1); 27~32.
- [51] 马百平. 中草药, 1993, 24(1); 49~53.
- [52] Aoyama Y, Matsumoto H, Tsuda T. *Agric Biol Chem*, 1988, 52(11); 2811~2816.
- [53] Aoyama Y, Ohmura E, Yoshida A. *Agric Biol Chem*, 1987, 51(11); 3125~3131.
- [54] Tsuji K, Nakagawa Y. *Nutrition Reports International*, 1984, 30(1); 19~25.

聚合物压电智能材料研究新进展	胡 南	刘雪宁	杨治中(5—75)
聚丙烯酰胺的土壤改良效应	董 英	郭绍辉	詹亚力(5—83)
壳聚糖保鲜膜的研究进展	冯守爱	林宝凤	梁兴泉
植物聚多糖魔芋葡甘聚糖的性质与应用	祁 黎	李光吉	(6—73)
含氟硅油合成研究及其应用	李战雄	唐松青	陈国强(6—79)

高分子与工业

热塑性酚醛树脂覆膜砂的研究进展	张伟民	任国平	秦升益(3—99)
-----------------------	-----	-----	-----------

教 学

高分子化学题库系统的开发	黄美荣	李新贵	(2—96)
间歇加力聚合物温度形变曲线测定仪的研制	张爽男	李景庆	田晓明 许晓秋 (2—103)
“高分子物理”的问答式互动教学	萧聪明		(3—106)
高分子物理实验多媒体教学软件的研制和应用	程晓敏	史初例	张 静 (4—108)
对功能高分子课程教学的思考	刘引烽		(5—88)
如何理解混合溶剂的良、劣性	朱平平	杨海洋	何平笙(5—93)
“高分子化学”课程有关概念和公式研究	王久芬	徐宏妍	(6—83)
自由基聚合中平均聚合度的学习	谷亚新		(6—87)
从麦克斯韦速度分布函数直接推导高分子链末端距分布函数	朱平平	杨海洋	何平笙(6—91)

(上接 78 页)

- [55] 黄承钰. 营养学报, 1989, 11(4): 360.
- [56] 崔熙, 蒋晓聪, 李松林, 等. 中药材, 1996, 19(12): 627~629.
- [57] 古元东, 史建勋, 胡卓逸. 中草药, 1999, 30(2): 127~128.
- [58] 张银柱, 杨超英, 张茂玉, 等. 华西医科大学学报, 1994, 25(3): 341~344.
- [59] 黄年来. 三明科技, 1984, 4: 40.
- [60] 许时婴, 钱和. 无锡轻工业学院学报, 1991, 10(1): 1~12.
- [61] P rols C, Piffaut B, Scher J. et al. Enzyme and Microbial Technology, 1997, 20: 57~60.
- [62] Victor L, Thomas A, David F. USP, 5486364, 1996—01—23.
- [63] Yang G, Zhang L N, Yamane C. et al. J of Membrane Science, 1998, 139: 47~56.
- [64] Gao S J, Zhang L N. Macromolecules, 2001, 34(7): 2202~2207.

Properties and Applications of a Plant Polysacchride Konjac Glucomannan

QI Li¹, LI Guang-ji²

(¹ Guangzhou Electric Apparent Research Institute, Guangzhou 510300, China;

² Department of Polymer Science and Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: A comprehensive view of Konjac glucomannan(KGM), the main component of plant Konjac, is introduced in this paper, including its structure, method of purification, physical and chemical properties, its value as drugs and health-care in the field of medical treatment. The progress in the research and development of KGM and its applications in food, chemical, textile, medication and oil industry are reviewed, showing that as an important renewable resource KGM and its derivatives have broad prospects for applications in many fields.

Key words: Konjac; Glucomannan; Polysacchrides