植物明胶卡拉胶的提取工艺研究进展

黄耀江[1,2]，仵　缘[1,2]

（1.中央民族大学 生命与环境科学学院，北京 100081；2.北京市食品环境与健康工程技术研究中心，北京 100081）

摘要：植物明胶卡拉胶是一种高分子的硫酸酯多糖，作为一种食品添加剂广泛应用于食品和药品行业，尤其作为药用胶囊壳的原料，可制备空心胶囊、软胶囊等产品。作者综述了从海洋植物中提取植物明胶卡拉胶以及提高产率、增强凝胶强度的研究现状；对提取过程中4个关键步骤：碱处理、酸化漂白、提胶、脱水干燥进行简单的概述，以期为植物明胶卡拉胶的研究和生产提供参考。

关键词：植物明胶；卡拉胶；基本组成；提取工艺

中图分类号：P745　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1673—1689(2015)04—0349—06

Review on the Extraction of Plant Gelatin-Carrageenan

HUANG Yaojiang[1,2]，*WU Yuan*[1,2]

（1. College of Life and Environment Sciences, MinZu University of China, Beijing 100081,China; 2. Beijing Engineering Research Center of Food Environment and Public Health, Beijing 100081, China）

Abstract: Plant gelatin-carrageenan is a sulfated polysaccharide and is widely used in food and pharmaceutical industries, especially for capsule shells. The article reviewed the extraction of gelatin-carrageenan from marine plants with the emphasis on four key steps, including alkali pretreatment, acidified bleaching, extraction and dehydration. This would help in the future research and production of plant gelatin-carrageenan.

Key words: plant gelatin, carrageenan, components, technological parameters

明胶是一种从动物的骨、生皮、肌腱、膜等结缔组织的生胶质(又称胶原)中提取出来的蛋白质,其相对分子质量从几万到十几万不等[1],广泛应用于食品行业、药品行业，比如制造冲剂、片剂、空心胶囊、软胶囊等产品。目前市场上大部分明胶来源于以牛、猪等动物骨或皮等材料提炼出来的原料。动物源明胶原料受到朊病毒、口蹄疫等影响，使用动物源明胶制得的胶囊不仅可能引起疾病的扩散和传染，给人们带来安全隐患，而且不能被部分有宗教信仰或者素食主义者接受。植物源明胶很好的解决了

收稿日期：2014-04-09

基金项目：北京市教委校企合作产学研项目；北京市科学技术委员会工程中心专项(Z131106002813027)；教育部新世纪优秀人才项目(NCET-11-0842)。

作者简介：黄耀江(1972-)，男，内蒙古通辽人，工学博士，教授，主要从事生物化学与分子生物学、食品安全与公众健康研究。E-mail:yaojiangh@hotmail.com

动物源明胶中存在的问题，还具有动物源明胶所不具备的优点。

植物明胶卡拉胶是一种从海洋植物麒麟菜、角叉菜、杉菜和沙菜等属的海洋红藻中提取出来，由(1→3)-β-D-半乳糖和(1→4)-α-D-半乳糖交替键合而成的重复结构的高分子多糖硫酸酯[2-4]。根据化学键的连接方式以及硫酸基位置的特异性。将植物明胶-卡拉胶分为β族、κ族和λ族3种。β族卡拉胶(包括γ-、β-、δ-、α-卡拉胶)在1,3-连接的D-半乳糖单位上不含硫酸基；κ族卡拉胶(包括μ-、κ-、ν-、ι-卡拉胶)在1,3-连接的D-半乳糖单位C_4上带有1个硫酸基；λ族卡拉胶(包括ξ-、λ-、θ-、π-卡拉胶)则在其C_2上有一个硫酸基。不同类型卡拉胶的结构组成见表1。而实际应用中有κ-型、λ-型、ι-型3种卡拉胶或它们的混合物，这3种卡拉胶的结构式如图1所示[5]。

表1　不同类型卡拉胶的结构组成[10]

Table 1　The structural composition of different carrageenans[10]

族	1,3-连接的β-D-半乳糖	1,4-连接的α-D-半乳糖单位	类型
κ族卡拉胶	4-硫酸基-D-半乳糖	6-硫酸基-D-半乳糖 3,6内醚-D-半乳糖 2,6-二硫酸基-D-半乳糖 2-硫酸基-3,6-内醚-D-半乳糖	μ κ ν ι
β族卡拉胶	D-半乳糖	6-硫酸基-D-半乳糖 3,6内醚-D-半乳糖 2,6-二硫酸基-D-半乳糖	γ γ、β δ
λ族卡拉胶	2-硫酸基-D-半乳糖	6-硫酸基-D-半乳糖 2,6-二硫酸基-D-半乳糖 2-硫酸基-3,6-内醚-D-半乳糖	ξ λ θ

卡拉胶大分子链节的荷电性及其在线性大分子内的空间结构排列，使之具有增稠、胶凝、悬浮、乳化、成膜和稳定分散剂等很多优良性质[6-7]。植物明胶-卡拉胶不仅在食品生产方面起着重要的作用，而且在制造药用胶囊壳方面也起着越来越重要的作用。范友灵[8]以卡拉胶为原料制备胶囊壳，该原料可以替代动物源明胶，安全无毒，其质量符合国家药品标准要求。聂毅[9]也以卡拉胶为原料，将卡拉胶、活性剂和增塑剂混合，加入去离子水加热溶解，形成溶胶后再制成胶囊。作者研究了从海洋植物麒麟菜中提取卡拉胶工艺，并对提取过程中4个关键步骤：碱处理、酸化漂白、提胶、脱水干燥进行简单的概述，这4个工序的处理工艺科学与否不但影响卡拉胶的性能和质量，而且对卡拉胶的产率和生产成本有着重要影响，为以后植物明胶-卡拉胶的研究和生产提供参考。

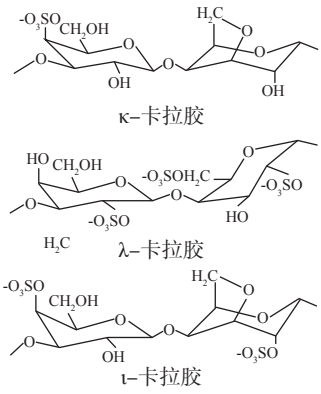

图1　κ、λ、ι-卡拉胶的分子结构

Fig.1　The molecular structure of κ、λ、ι-carrageenans

1 材料的碱处理

提取卡拉胶时，碱液可以使卡拉胶的1,4-连接的D-半乳糖-6-硫酸酯脱去C_6上的硫酸基转变为1,4-连接的3,6-内醚-D半乳糖，促使μ-卡拉胶转变为κ-卡拉胶，或使ν-卡拉胶转变为ι-卡拉胶，不仅使卡拉胶的凝胶强度增强，而且也改进了卡拉胶的性能，故亦称为“碱改性”[11]。而且碱处理还可以破坏卡拉胶中的色素和蛋白质，对提高卡拉胶的产率有很大影响。

蔡祖林[12]比较了麒麟菜在常温浓碱，高温稀碱和中温浓碱预处理下提取卡拉胶的产率，结果表明在中温浓碱处理下最为理想。碱液的温度为(65±2)℃，浸泡时间为1~1.5 h，料液质量体积比1 g:15 mL左右，经过两次过滤得到的卡拉胶产率31~32%，凝胶强度300~450 g/cm^2。张其标[13]采用稀NaOH-KCL盐碱混合液处理耳突麒麟菜，在提胶的过程中加入KCL溶液，避免了提前出胶，降低产率，以及碱液回收难的问题。在碱处理过程中，采用质量分数5%KCL溶液，4%NaOH溶液，在55 ℃的条件下，提取45 h得到目标产物卡拉胶，卡拉胶的产率为40.1%，凝胶强度为1 180 g/cm^2。Pelegrin等[14]用质量分数1%KOH溶液处理3 h，Euchenma isiforme得到较高质量的卡拉胶。徐加超[15]使用KOH溶液处理麒麟菜提高卡拉胶产率，用KOH溶液替代NaOH溶液处理麒麟菜，不仅提高卡拉胶的凝胶强

度和产率,而且降低生产成本。因为使用NaOH溶液处理麒麟菜,每处理若干批就要扔掉一批废碱液,而使用KOH溶液处理麒麟菜,剩余的碱液可以循环重复使用,减少环境污染。刘芳等[16]对卡拉胶生产中碱处理工艺的作用机理进行了研究,并观察了碱处理前后藻体的微观结构的变化,碱处理藻体后其表面凸凹不平,使得其蜡质薄层被溶解,一些小分子纤维素、色素、胶质等被溶出。从分子机理上来看,经过碱处理后的卡拉胶分子链上半乳糖-6-硫酸酯脱去硫酸基转变为3,6-内醚-半乳糖残基。经过碱液修饰后的卡拉胶凝胶强度得到很大的提高。刘雪平[17]也使用氢氧化钾溶液处理耳突麒麟菜提取卡拉胶,通过优化卡拉胶的最佳工艺条件,提高卡拉胶的产率和凝胶强度,降低粘度和硫酸基含量,采用质量分数13%碱溶液,85 ℃条件下处理3.5 h,卡拉胶产率为42.55%,凝胶强度1 204.5 g/cm^2,黏度为56.5 mPa·s,硫酸基质量分数为20.37%。侯丽丽[18]采用响应曲面法优化ι-卡拉胶处理工艺,碱液质量分数12%,在32℃下浸泡6.12 h,最后卡拉胶产率为50.16%,凝胶强度为308.76 g/cm^2,黏度为174.5 mPa·s。

2 粗品的酸化漂白

酸化漂白是卡拉胶提取工艺中关键的一步,不仅影响了卡拉胶的外观、形状、透明度以及色泽,而且对卡拉胶的产率和凝胶强度有一定的影响。在提取卡拉胶的过程中海藻中一部分色素在碱处理的过程中已经被处理掉,还有大部分残留的色素存在提取液中,必须通过酸化漂白处理掉,但在酸化漂白的同时又容易对卡拉胶的分子结构产生破坏,导致凝胶强度降低,所以在处理色素和影响卡拉胶产率与凝胶强度之间做好平衡。黄家康[19]研究沙菜卡拉胶漂白工艺时,在酸化漂白工艺环节中用$H_2C_2O_4$再次酸化漂白步骤,可以综合兼顾到卡拉胶产品的色泽、出胶率和凝胶强度,且得出$H_2C_2O_4$比HCL的酸化效果要好,酸化液只在一定浓度范围内对出胶率有提高作用。柏云杉[20]认为外观对卡拉胶比较重要,漂白卡拉胶的方法很多,使用Ca(CLO)$_2$进行漂白时,一些卡拉胶钙盐不能溶解,所以选用NaCLO进行漂白。

3 卡拉胶的提取方法

一般提取卡拉胶的常用方法:直接提取法、恒温水浴提取法、酶提取法。Brasch[21]研究认为恒温水浴提取法从江蓠中提取的胶,凝胶强度较低,得胶率低。为了优化提胶工艺,通常使用蒸汽高压、空气高压提取法,微波辅助、超声波辅助提取法等。不仅提高了卡拉胶的产率,而且也增加了卡拉胶凝胶强度,缩短了提胶的时间周期,可以被广泛应用于工业生产中。

史升耀[22]研究从麒麟菜属中提取卡拉胶,采用直接提取卡拉胶的方法,水提法产率很高,但是凝胶强度较差。经过NaOH溶液处理麒麟菜提取的卡拉胶,产率较低,随着碱液浓度的增加,卡拉胶的凝胶强度增加。用质量分数2 %NaOH溶液提取比水提产率高3~5倍;用CaO提取卡拉胶多数比水提取法稍高点,但没有很大的差别。邱慧霞[23]使用纤维素酶提取麒麟菜中的卡拉胶,与传统提胶方式差别在于:用纤维素酶预处理后可以省去氧化或者酸化漂白卡拉胶,改为用活性碳漂白,从而极大的缩短了生产周期,并且减少对环境的污染。最后酶处理麒麟菜的最佳工艺为:酶用量100 U/g,提胶1.5 h,酶处理时间1 h,明胶产率显著提高。汤毅珊[24]采用高压空气和高压蒸汽两种方法提取卡拉胶,经过处理后的麒麟菜常压提胶率高于高压蒸汽提胶率,而且凝胶强度有所提高。高压空气提胶温度较低,对卡拉胶分子链的热力破坏程度较小,而且通过压缩空气的高压能在不破坏胶体分子结构的前提下有效的破坏藻体的细胞结构,可以在短时间内达到较高的产率。

尽管很少有研究者采用微波辅助法和超声波辅助法提取卡拉胶,但是这两种方法在提取多糖物质时具有良好的特性,提取量高,周期短,可以被应用于卡拉胶的提取。李敏晶[25]采用微波法辅助溶剂提取法从褐藻海带中提取多糖,料液比质量体积1 g:20 mL、微波功率350 W、提取时间2 min。微波辅助提胶法缩短了提取周期、提高了褐藻海带多糖的提取率和回收率。钱国英[26]采用在超声温度65 ℃,V(乙醇):V(丙酮)=3:1为溶剂的前提下,超声功率530 W,液料体积质量比40 mL/g,超声时间22 min。得到羊栖菜粉末中岩藻黄质粗品得率2.68%,纯度为2.02%。

4 卡拉胶的脱水干燥

一般情况下,直接采用日光照射的方法干燥含有卡拉胶的提取液,其他脱水的方法有压榨脱水

法、转鼓脱水法、冻结融化脱水法、冷冻干燥法等。每种方法都具有一定的局限性和缺点，比如压榨脱水法和转鼓脱水法不易将杂质去除干净，冷冻干燥法成本很高，很难应用于工业生产。

目前国内基本采用冻胶或盐析物重压脱水，朱敏[27]在研究刺麒麟菜基本成分分析和ι-卡拉胶的提取工艺参数优化试验中，将滤液冷却至40～50 ℃进行脱水处理，经过尼龙纱布挤压过滤后的滤饼干燥，即可得到成品ι-卡拉胶。但是该法周期较长，而且容易受到微生物的污染[28]。酒精脱水法也是一种效果良好的脱水方法，可以避免以上问题的产生，被广泛应用于工业生产。韩国华[29]将从麒麟菜中提取出的卡拉胶精滤液与体积分数95%的乙醇溶液混合反应而沉淀，该法脱水效果良好。李春海等[30]在研究卡拉胶工业中碱改性的参数优化研究时，采用酒精脱水法干燥卡拉胶，为了减少酒精成本，添加适量的KCL溶液，过滤的沉淀置烘干箱干燥即可得到成品。刘婉乔[31]在研究从麒麟菜为原料提取卡拉胶过程中，也是采用酒精脱水的方法沉淀卡拉胶，再通过筛网干燥机干燥卡拉胶成品。

5 结　语

从麒麟菜中提取卡拉胶的技术，每一步的方法和技术都要经过大量的重复试验到最后确定最优的提取工艺。在卡拉胶提取工艺的4个关键步骤中，碱处理对于提胶至关重要，一般提取卡拉胶的产量越多，硫酸基质量分数就越高，而且凝胶强度与硫酸基质量分数相关，硫酸基质量分数越高其凝胶强度就越低。目前采用高温稀碱法预处理麒麟菜，不仅可以避免消耗大量的碱液而污染环境，而且缩短了生产周期，但是高温稀碱法一定程度上造成了卡拉胶的流失。秦晓娟[32]研究醇碱改性制备高凝胶强度κ-卡拉胶，在醇碱改性工艺中，采用乙醇溶液预处理麒麟菜，有效的解决了高温稀碱法制胶的缺陷，卡拉胶的产率为39.15%，凝胶强度为2 567.9 g/cm^2，此法比传统的碱改性工艺效率高10倍。所以能合理的控制影响碱处理的各个因素（时间，温度，碱浓度，添加酒精等），提高卡拉胶的产率和增强卡拉胶的凝胶程度。其次，要解决胶体色泽与凝胶强度、提胶产率之间的矛盾，就要合理的控制添加漂白剂的量，以及漂白时间，漂白剂浓度等因素。在提取卡拉胶的工艺中，传统的水提法、酶提法耗水量大、污染大、成本高不适合大规模的生产。常温高压提取法、微波辅助提取法、超声波辅助提取法等，出胶率高，提胶周期短，而且对卡拉胶的化学结构破坏小，易于操作。脱水干燥工艺应该综合考虑去除杂质和减少能耗等因素，选择合适的脱水干燥法技术。

随着科技的不断进步，提取卡拉胶的技术和方法也在不断的更新和发展，而且从麒麟菜中提取的卡拉胶的产率和产品的凝胶强度也会逐渐提高，最终让卡拉胶的工业生产技术更加成熟。

参考文献(Reference):

[1] 位绍红，许永安. 明胶提取工艺及其应用的研究进展[J]. 福建水产，2007，(02)：67-71.
WEI Shaohong, XU Yongan. The research progress of gelatin extraction technology and its application[J]. **Journal of Fu Jian Fisheries**, 2007, (02): 67-71.

[2] PRADO-FERNANDEZ J, RODRIGUEZ-VAZQUEZ J A, TOJO E, et a1. Quantitation of κ-, ι-, and λ-carrageenans by mid-infrared spectroscopy and PLS regression [J]. **Analytica Chimica Acta**, 2003, 480 (01): 23-37.

[3] SCHAEFFER D J, KRYLOV V S. Anti-HIV activity of extracts and compounds from algae and cyanobacteria[J]. **Ecotoxicol Environ Saf**, 2000, 45(03): 208-277.

[4] 吴海歌，王艳预，姚子昂. 卡拉胶寡糖的制备及其生物活性的研究[J]. 化学与生物工程，2010，27(06)：37-40.
WU Haige, WANG Yanyu, YAO Ziang. Preparation of carrageenan oligo saccharides and study on its biological activity[J]. **Chemistry & Bioengineering**, 2010, 27(06): 37-40.

[5] 张乐华，王元兰，李忠海. 卡拉胶的结构·性能·生产及其在饮料工业中的应用[J]. 安徽农业科学，2008，36(7)：3042-3044.
ZHANG Lehua, WANG Yuanlan, LI Zhonghai, et al. Study on the structure, properties and production of carrageenan and its application in beverage industry[J]. 2008, 36(7): 3042-3044.

[6] 李丹丹，金征宇，徐学明，等. 菊糖-κ-卡拉胶-牛奶饮料的流变行为[J]. 食品与生物技术学报，2009，28(02)：172-176.

LI Dandan, JIN Zhengyu, XU Xueming, et al. Flow behaviour of inulin-κ-carrageenan-milk beverages[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2009, 28(02): 172-176.

[7] 蔡秀丹,谭小风,吴荣书,等. 滇橄榄凝胶软糖的研制[J]. 食品科技,2009,34(06):83-87.
CAI Xiudan, TAN Xiaofeng, WU Rongshu, et al. Study on preparation of phyllanthus embical fruit jelly-sweets[J]. **Food Science and Technology**, 2009, 34(06): 83-87.

[8] 范友灵,王黎明,彭宏俊,等. 复配天然植物胶及其在软胶囊制备中的应用 [P]:中国专利,03118997.0.2003-10-22.

[9] 聂毅,黄瑞芳,黄爱晶. 卡拉胶软胶囊囊材及其制备方法[P]:中国专利,200910203514.6[P].2010-02-03.

[10] 詹晓北. 食品胶的生产、性能与应用[M]. 北京:中国轻工业出版社,2003:258.

[11] 汪春牛,时杰,刘平怀,等. 卡拉胶与琼胶提取工艺的研究进展[J]. 海洋科学,2012,36(06):122-126.
WANG Chunniu, SHI Jie, LIU Pinghuai, et al. Progress of extraction of the carrageenan and agar[J]. **Marine Sciences**, 2012, 36(06): 122-126.

[12] 蔡祖林. 胶麒麟菜多糖的碱改性提取法[J]. 水产科技情报, 2005,(3):12-14.
CAI Zulin. Studies on eucheuma polysaccharide gum extracted by alkali modified[J]. **Fisheries Science & Technology Information**, 2005,(3): 12-14.

[13] 张其标. 耳突麒麟菜卡拉胶提取工艺条件的优化选择[J]. 食品科学, 1999, 20(4):34-36.
ZHANG Qibiao. The research of the optimization of arrageenan extraction process conditions from enation encheuma[J]. **Food Science**, 1999, 20(4): 34-36.

[14] Pelegrin Y F, Robledo D, Azamar J A. Carrageenan of eucheuma isiforme from Yucatan, effect of extraction conditions[J]. **Botanica Marina**, 2006, 49: 65-71.

[15] 许加超. 氢氧化钾预处理提高卡拉胶产率的工艺研究[J]. 海洋科学,1996,(05):7-9.
XU Jiachao. Technology studies of raise the carrangeenan yield with potassium pretreatment[J]. **Marine Sciences**, 1996, (05): 7-9.

[16] 刘芳,赵谋明,徐建祥,等. 卡拉胶生产中碱处理工艺的作用机理[J]. 食品科学,2000,21(11):11-14.
LIU Fang, ZHAO Mouming, XU Jianxiang, et al. The research on mechanism of alkali treatment process of carrageenan extraction [J]. **Food Science**, 2000, 21(11): 11-14.

[17] 刘雪平,许加超,侯丽丽,等. 低黏度低硫酸基卡拉胶提取方法研究[J]. 农产品加工.学刊 (下), 2013,(07):4-8.
LIU Xueping, XU Jiachao, HOU Lili, et al. The extraction technology of low viscosity and low sulfate group of carrageenan[J]. **Farm Products Processing**, 2013,(07): 4-8.

[18] 侯丽丽, 许加超, 孙丽雯, 等. 响应曲面法优化ι-卡拉胶处理工艺[J]. 农产品加工: 创新版 (中), 2014, (2): 21-25.
HOU Lili, XU Jiachao, SUN Liwen, et al. Optimization Technology of Processing of ι-carrageenan by Response Surface Methodology[J]. **Farm Products Processing**, 2014,(2): 21-25.

[19] 黄家康,蔡鹰,李思东,等. 沙菜卡拉胶漂白工艺研究[J]. 广东化工,2009,36(04):31-33.
HUANG Jiakang, CAI Ying, LI Sidong, et al. Investigation of bleaching process for carrageena from hypena[J]. **Guangdong Chemical Industry**, 2009, 36(04): 31-33.

[20] 柏云杉. 卡拉胶的制备, 性质及应用研究[J]. 化学通报, 1995, 5:42-45.
BAI Yunshan. Study on the carrageenan preparation, properties and application[J]. **Chemistry**, 1995, 5: 42-45.

[21] Brasch D J, Chuah C T, Melton L D.The agar-type polysaccharide from the red alga Gracilaria secundata[J]. **Carbohydrate Research**, 1983, 115: 191-198.

[22] 史升耀. 中国海南岛麒麟菜属卡拉胶的制备与性质[J]. 水产学报,1986,(10):1-9.
SHI Shengyao. Preparation and characterization of the carrageenan of China's hainan island kirin[J]. **Journal of Fisheries of China**, 1986, (10): 1-9.

[23] 邱慧霞,赵谋明,彭志英. 酶法海藻提胶工艺的研究[J]. 食品与机械,1998,(02):15-16.
QIU Huixia, ZHAO Mouming, PENG Zhiying, et al. Research of gel extractive technology with cellulase pretreatment from seaweed [J]. **Food and Machinery**, 1998, (02): 15-16.

[24] 汤毅珊,赵谋明,高孔荣. 麒麟菜卡拉胶提取新工艺的探讨[J]. 食品工业科技,1997,(02):30-34.
TANG Yishan, ZHAO Mouming, GAO Kongrong. Exploration on new extraction technology of eucheuma carrageenan[J]. **Science and Technology of Food Industry**, 1997, (02): 30-34.

[25] 李敏晶,付荣香,毛婕昕. 褐藻海带多糖的微波辅助提取工艺研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(23):12685-12686.12696.
LI Minjing, FU Rongxiang, MAO Jiexin. Process conditions of microwave-assisted extraction of polysaccharide from brown seawood laminaria japonica aresch[J].**Journal of Anhui Agricultural Sciences**,2010,38(23):12685-12686.12696.
[26] 刘丽平,奚歆儿,汪财生,等. 超声波辅助提取羊栖菜岩藻黄质的工艺优化[J]. 浙江农业科学, 2012,(3): 380-384.
LIU Liping, XI Xiner, WANG Caisheng, et al. Technology optimization on extracting fucoxanthin pigments assisted by ultrasound [J].**Journal of Zhe Jiang Agricultural Sciences**, 2012,(3):380-384.
[27] 朱敏, 张立新, 史大永. 刺麒麟菜基本成分分析和ι-卡拉胶的提取工艺参数优化[J]. Marine Sciences, 2011, 35(12):63-67.
ZHU Min, ZHANG Lixin, SHI Dayong. Analysis of compositions of eucheuma spinosum and studies on the technological parameters in ι-carrageenan extraction from this alga[J]. **Marine Sciences**, 2011, 35(12):63-67.
[28] 周卫国, 王文智. 卡拉胶的生产及应用[J]. 中国食品添加剂, 2003,(Z1):162-164.
ZHOU Weiguo, WANG Wenzhi. The production and application of carrageenan[J]. **China Food Additives**, 2003,(Z1):162-164.
[29] 韩国华, 李海霞. 菲律宾刺生麒麟菜提取ι-卡拉胶的工艺探讨[J]. 食品与机械,2001,(3):31-32.
HAN Guohua,LI Haixia. Process to extract ι- carrageenan from eucheuma spinosum[J]. **Food and Machinery**, 2001,(3):31-32.
[30] 李春海,杨礼俊. κ-卡拉胶工业生产中碱改性的参数优化研究[J]. 食品工业科技,2003,24(10):124-127.
LI Chunhai, YANG Lijun. Study on optimization of parameters for alkali modified of κ-carrageenan industrial production[J]. **Science and Technology of Food Industry**,2003,24(10):124-127.
[31] 刘婉乔,邝荣泽. 红藻麒麟菜提取卡拉胶新工艺[J]. 食品科学,1992,(08):23-26.
LIU Wanqiao,KUANG Rongze. Study on new technology of carrageenan extracttion from red algae eucheuma[J]. **Food Science**, 1992,(08):23-26.
[32] 秦晓娟,王洪新,马朝阳,等. 醇碱改性制备高凝胶强度κ-卡拉胶[J]. 世界科技研究与发展,2011,33(05):787-790.
QIN Xiaojuan, WANG Hongxin, MA Chaoyang, et al. Preparation of high gelling strength κ-carrageenan by ethanol-alkali modification[J]. **World Sci-tech R& D**, 2011,33(05):787-790.

科 技 信 息

澳新批准一种天门冬酰胺酶作为加工助剂

据澳新食品标准局消息,2月27日澳新食品标准局发布食品标准通知公告03-15,修订澳新食品标准1.3.3,批准枯草芽孢杆菌生产的天门冬酰胺酶作为食品生产加工助剂。

这种天门冬酰胺酶来自转基因枯草芽孢杆菌菌株。它可将天冬酰胺催化水解成天冬氨酸,因此可降低食品加工过程中产生的丙烯酰胺。

该种酶由诺维信A/S生产,可用于生产谷物早餐、马铃薯类零食、马铃薯片还可用于咖啡豆的预处理。

[信息来源]食品伙伴网. 澳新批准一种天门冬酰胺酶作为加工助剂 [EB/OL]. (2015-3-3). http://news.foodmate.net/2015/03/297482.html