

文章编号:1673-1689(2010)02-0249-06

卡拉胶富硒及在软糖中的应用

陈香芝¹, 张慇^{*1}, 龚飞¹, 靖洪兵², 楚朝阳², 张力俊²

(1. 江南大学 食品学院,江苏 无锡 214122;2. 上海金丝猴集团有限公司,上海 201317)

摘 要: 研究了卡拉胶富硒方法中反应温度和时间对富硒效果的影响,发现第一阶段 60 ℃ 水浴 3 h,第二阶段 28 ℃ 水浴 22 h 时为最优条件。在软糖中使用含有钾离子的富硒卡拉胶,对软糖的外观、质构等指标无不良影响。因此,硒化卡拉胶可作为营养强化剂在软糖中应用。

关键词: 硒化卡拉胶;富硒;软糖

中图分类号: TS 246.56

文献标识码: A

Study on the Carrageenan Enriched Selenium and its Applications in Gum-Sweets

CHEN Xiang-zhi¹, ZHANG Min^{*1}, GONG Fei¹, JING Hong-bing²,
CHU Zhao-yang², ZHAN Li-jun²

(1. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Shanghai Jinsihou Co., Ltd, Shanghai 201317, China)

Abstract: In this manuscript, the effect of reaction temperature and time on Kappa-selenocarrageenan was studied and the optimum conditions was described as follows: the first water bath at 60 ℃ for 3 hours, the second water bath at 28 ℃ for 22 hours; after the K⁺ with Kappa-selenocarrageenan enriched in gum-sweets, there was no adverse effect on the shape and texture properties on gum-sweets. Therefore, the Kappa-selenocarrageenan was applicable to gum-sweets as a nutritional enrichment agent.

Key words: Kappa-selenocarrageenan, selenium-enriched, gum-sweets

硒是人体必须的一种重要微量元素,在疾病防治和维护人体健康上有着重要的作用^[1-2]。卡拉胶(Carrageenan),也称角叉菜胶,鹿角藻胶,爱尔兰苔菜胶。主要是从红藻的角叉菜属、麒麟菜属、杉藻属及沙菜属等品种海藻中提取的天然高分子多糖物质,主要有 K-(Kappa)型、L-(Lota)型和 λ-(Lamda)型 3 种类型。由于卡拉胶能形成高粘度

的溶液并能形成凝胶,所以在食品及其他行业中得到很广泛的应用^[3]。硒化卡拉胶保持了卡拉胶的基本构形和生理功能,卡拉胶结构中的部分硫为硒取代形成硒化卡拉胶又称硒酸酯多糖(Kappa-selenocarrageenan),它是一种新的有机硒化合物,其制备方法已于 1992 年 2 月获中国发明专利,并于同年经全国食品添加剂标准化技术委员会终审通过,

收稿日期:2009-01-05

基金项目:瑞典国际科学基金项目 IFS(E/2467-2F)。

*通信作者:张慇(1962-),男,浙江平湖湖人,工学博士,教授,博士生导师,主要从事农副产品的加工与贮藏的研究。Email:ming@jiangnan.edu.cn

用作食品添加剂。硒化卡拉胶,这种有机态结构有效地提高了硒的生物可利用度,且毒性和副作用比无机硒大大降低,可用于开发富硒保健食品^[4-5]。

软糖也称凝胶糖果,近年来,各种保健软糖相继问世,如枸杞软糖、金银花软糖、姜软糖等^[6]。作者研究的目的是开发富含有机硒的新型功能型卡拉胶软糖,卡拉胶软糖是以卡拉胶为主体制造的一种成品。作者主要对卡拉胶富硒方法中的水浴和时间对产品得率得影响,并结合软糖生产工艺制成了结构和外形都比较理想的富含有机硒的卡拉胶软糖。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

原料:RJ-7803 中性卡拉胶软糖粉:上海永杰食品配料有限公司产品。

主要试剂:浓硝酸、乙醇、氯化钠、硒、环己烷、过氯酸、浓盐酸、氢溴酸、甲酚指示剂、浓硝酸、过氯酸、DAN、盐酸羟胺、浓硫酸、EDTA 二钠盐,均为分析纯试剂。

主要仪器:F96 荧光分光光度计:上海棱光技术有限公司产品;HH-2 型数显恒温水浴锅:常州国华电器有限公司产品;FA1104 分析天平:上海天平仪器厂产品;102-2-B3 型电热恒温鼓风干燥箱:上海跃进医疗器械厂产品。

1.2 试验方法

1.2.1 富硒卡拉胶的制作 硒化卡拉胶系水溶胶状态卡拉胶,在强酸性条件下部分硫为硒取代形成硒酸酯,其末端单元的 3,6-内醚-D-半乳糖在 C-1 开环形成 C-Se-H 结构^[7]。

1) 用 12.5 mL 浓硝酸溶解 0.1 g 硒粉,用无离子水定容至 200 mL,配制成质量浓度为 0.5 mg/mL 的硒液;

2) 将 2 g 卡拉胶加入到 200 mL 的 0.5 mol/L 的氯化钠溶液中,并在 90 °C 下加热搅拌,使成为均匀的卡拉胶溶胶液;

3) 将均匀的卡拉胶溶胶液在 pH = 0.5 ~ 2.5 条件下,于 50 ~ 80 °C 反应 2 ~ 4 h 后,继续在 25 ~ 30 °C 下反应 12 ~ 24 h;

4) 按反应液的 1 ~ 2 倍量(体积)加入体积分数 95 %乙醇沉析硒化产物;

5) 过滤;

6) 依次用体积分数 95 %乙醇、无水乙醇洗涤滤出物;

7) 将滤出物在 75 °C 通风干燥;

8) 将干燥后的产物在碾钵中碾钵成粉末状,密封后放入干燥钵备用。

1.2.2 水浴温度和时间对富硒效果的影响 研究在富硒卡拉胶的制作过程中,当调节 pH = 0.5 ~ 2.5 条件下,于 50 ~ 80 °C 反应 2 ~ 4 h 后,继续在 25 ~ 30 °C 下反应 12 ~ 24 h,水浴温度和时间会对富硒效果产生影响,所以研究了在不同的水浴温度和反应时间对以 K-卡拉胶为主体的软糖粉的富硒卡拉胶的率的影响。为了方便研究,把反应过程分为两个阶段,50 ~ 80 °C 反应 2 ~ 4 h 为第一阶段,25 ~ 30 °C 下反应 12 ~ 24 h 为第二阶段。具体研究如下:

1) 研究第一阶段水浴温度 T_1 在 50 ~ 80 °C 这个温度范围内对富硒效果的影响。其中第一阶段水浴时间为 3 h,第二阶段水浴温度和时间分别为 28 °C,18 h。

2) 研究第一阶段水浴时间 t_1 在 2 ~ 4 h 这个时间范围内对富硒效果的影响。其中第一阶段水浴温度 60 °C,第二阶段水浴温度和时间分别为 28 °C,18 h。

3) 研究第二阶段水浴温度 T_2 在 25 ~ 30 °C 这个温度范围内对富硒效果的影响。其中第二阶段水浴时间为 18 h,第一阶段水浴温度和时间分别为 60 °C,3 h。

4) 研究第二阶段水浴时间 t_2 在 12 ~ 24 h 这个时间范围内对富硒效果的影响。其中第二阶段水浴温度 28 °C,第一阶段水浴温度和时间分别为 60 °C,3 h。

1.2.3 软糖的制作

1) 软糖制作工艺 煮糖 → 加入溶胀后的软糖粉 → 加热搅拌 → 调色调味 → 成型 → 干燥 → 包装

2) 工艺要点 胶粉溶胀:软糖粉使用前用冷水充分浸泡,并充分溶胀 1 h 以上;煮糖的要求:一般要求熬煮温度到达 120 °C 以上,并且水分质量分数降到 10 % 以下;搅拌:搅拌速度要均匀,并且是最后的水分质量分数在 30 % 左右,太高和太低都不利于软糖的成型;干燥:干燥温度不高于 60 °C,并且遵循先低温后高温的原则。

1.2.4 富硒量的检测

1) 测定硒的标准曲线 参考文献[8-9]进行。

2) 总硒含量的测定

将样品用自来水和去离子水反复冲洗后,吸干表面水分,将样品充分混匀打浆,按四分法取样,按照国家标准 GB / T 5009.93-2003 中的 2,3-二氨基萘(DAN)荧光分光光度法测定总硒含量。

3) 有机硒含量的测定

4 价硒的测定:取一定量的样品于带塞三角烧瓶中,加入去离子水置于 50 ℃ 水浴中振荡浸提 2 h 后,过滤,用去离子水多次洗涤滤渣,与原先的滤液合并并定容至 100 mL 容量瓶中,调节 pH 值至 1.5~2.0,采用 GB / 5009.93-2003 的方法测定硒含量,所得值为 4 价硒含量。

6 价硒的测定:在样品中加入定量的硝酸和高氯酸的混合酸,加热消化后,加入去离子水定容至 100 mL 容量瓶中,然后取等体积样液加入具塞三角瓶中,一份直接用氨水调节 pH 值至 1.5~2.0 后测定硒含量,另一份加入体积分数为 10% 的盐酸溶液,95 ℃ 水浴振荡加热 0.5 h 后,取出冷却,再用氨水调节 pH 值至 1.5~2.0 后,采用 GB / T 5009.93-2003 的方法测定硒含量;两者之差为六价硒含量。有机硒含量 = 总硒含量 - 4 价硒含量 - 6 价硒含量。

2 结果与讨论

2.1 单因素研究不同反应温度反应时间对富硒卡拉胶得率的影响

在富硒卡拉胶的制备过程中,影响产量的主要因素为反应过程的温度和时间,因此,作者研究了不同反应温度和时间对富硒卡拉胶得率的影响,进而寻找最合适的反应条件。

2.1.1 第一阶段水浴温度对富硒卡拉胶得率的影响 由于硒化卡拉胶是利用强烈的反应条件用硒原子取代卡拉胶分子的双硫键中硫的位置,所以水浴温度和反应的时间必然会影响最终的硒化卡拉胶得率,所以控制其它实验条件和卡拉胶反应量以及硒粉加入量一定的条件下,研究第一次水浴的温度在 50~80 ℃ 范围内对富硒卡拉胶得率的影响。由图 1 可以看出,在其他条件都一致的情况下,随着第一阶段水浴温度的升高,产物得率也随之提升,但在 60 ℃ 产物得率到达顶峰之后,随着温度的升高,产物得率开始下降,在 75~80 ℃ 时水浴产物得率下降很快。也由实验得出第一次水浴温度在 55~65 ℃ 范围之内效果较好。

2.1.2 第一阶段水浴时间对卡拉胶得率的影响 第一阶段反应的水浴时间会影响到硒对卡拉胶特定基团替换的完全性,所以第一次水浴时间会影响到最终产物的得率,所以以下实验研究了第一阶段水浴的时间在 2~4 h 范围内对富硒卡拉胶得率的影响。由图 2 可以看出,在其他条件都一致的情况下,随着第一阶段水浴时间的增加,产物的得率也随之增加,但 3 h 以后,产物得率反而减少,原因是

随着反应时间的延长,在酸性条件下部分产物被水解的缘故。所以由试验得出第一阶段水浴时间在 3 h 附近效果较好。

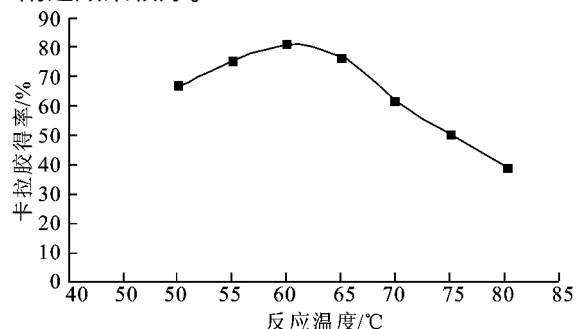


图1 第一阶段水浴温度对富硒卡拉胶得率的影响

Fig. 1 Effect of the Kappa-selenocarrageenan in different first water bath temperature

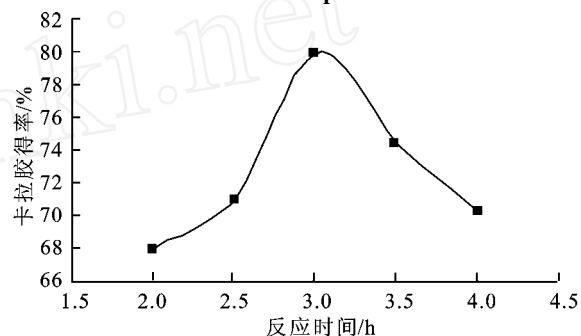


图2 第一阶段水浴时间对富硒卡拉胶得率的影响

Fig. 2 Effect of the Kappa-selenocarrageenan in different first water bath time

2.1.3 第二阶段水浴温度对卡拉胶得率的影响

由于第二阶段水浴温度对卡拉胶富硒产物的凝结存在一定的影响,进而会影响最终产物的得率,所以研究第二次水浴的温度在 25~30 ℃ 对富硒卡拉胶得率的影响。

由图 3 可以看出,在其他条件都一定的情况下,产物的得率随第二次水浴的时间的增加呈先上升后下降趋势,而且在 28 ℃ 附近富硒卡拉胶得率较好。

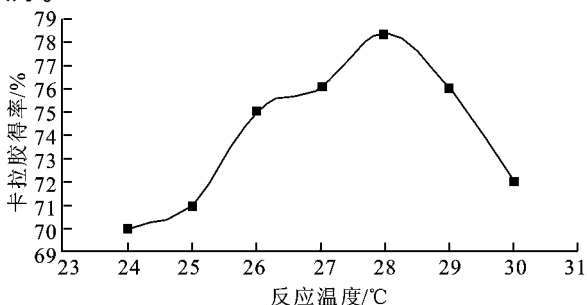


图3 第二阶段水浴温度对富硒卡拉胶得率的影响

Fig. 3 Effect of the Kappa-selenocarrageenan in different second water bath temperature

2. 1. 4 第二阶段水浴时间对卡拉胶得率的影响

由于第二阶段水浴时间对卡拉胶富硒产物的凝结的完全性存在很大的影响,对最终产物的得率影响较大,所以第二阶段水浴的时间对富硒卡拉胶得率的影响。结果如图 4。

由图 4 可以看出,第二阶段水浴的时间对产物得率的影响呈现先上升后下降的趋势,顶峰在 21 h 处,往后产物得率下降可能是由于产物在酸性条件下发生部分水解产生的。所以可以得出在 21 h 附近,产物得率最高。

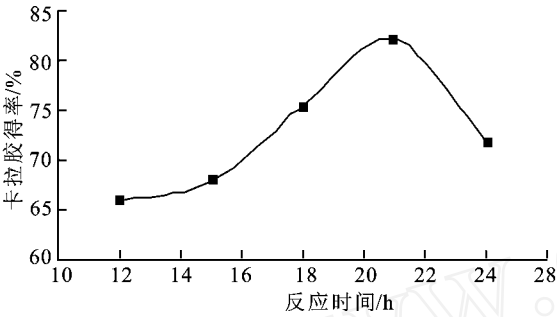


图 4 第二阶段水浴时间对富硒卡拉胶得率的影响
Fig.4 Effect of the Kappa-selenocarrageenan in different second water bath time

2. 2 正交试验优化富硒卡拉胶反应条件

2. 2. 1 正交试验方案设计与确定 经过单因素实验后可以发现:水浴时间和温度并不和硒化卡拉胶得率成正比,而且单因素试验结果发现存在峰值现象,因此,确定了因素水平表,见表 1。

表 1 正交试验因素水平表

水平	因素			
	A 第一阶段 水浴温度/ h	B 第一阶段 水浴时间/ h	C 第二阶段 水浴温度/ h	D 第二阶段 水浴时间/ h
1	55	2.8	26	20
2	60	3.0	28	21
3	65	3.2	30	22

2. 2. 2 正交试验结果与分析 根据表 1 的因素水平表进行正交试验,实验结果如表 2 所示。由表 2 可知,筛选出的最优工艺是 $A_2B_2C_2D_3$,也就是第一阶段水浴温度 60 ,水浴时间 3 h,第二阶段水浴温度 28 ,水浴时间 22 h。

通过比较极差可以发现,对于硒化卡拉胶得率而言影响最主要的因素是第一阶段的水浴时间和第二阶段的水浴温度,其次是第一阶段的水浴温度。而且由均值可以知道,并不是反应的温度和反

应的时间越长越好。

表 2 正交试验结果表

水平	因素				富硒 卡拉胶 得率/ %
	A 第一阶段 水浴温度/ h	B 第一阶段 水浴时间/ h	C 第二阶段 水浴温度/ h	D 第二阶段 水浴时间/ h	
1	1	1	1	1	64.32
2	1	2	2	2	81.23
3	1	3	3	3	71.32
4	2	1	2	3	80.67
5	2	2	3	1	80.34
6	2	3	1	2	71.62
7	3	1	3	2	71.25
8	3	2	1	3	75.34
9	3	3	2	1	72.54
均值	216.87	216.24	211.28	217.20	
均值	232.63	236.91	234.44	224.10	
均值	219.13	215.48	222.91	227.33	
极差	15.76	21.43	23.16	10.13	

2. 3 拉胶软糖的制作

按照目前成熟的普通软糖的制作工艺,根据硒化卡拉胶不同的添加量,熬制软糖。试验中发现,添加了硒化卡拉胶的软糖很难成型。

相关资料表明^[10-11]。一般来说,κ 型-卡拉胶中的硫酸酯质量分数 20 % 左右,3,6-内醚-半乳糖的质量分数为 34 % ,其相对分子质量约 200 000 ~ 60 000,具有热可逆胶凝特征,即其凝胶体加热时溶化成胶液,冷却后又形成凝胶。κ 型-卡拉胶在应用时必须要有 K^+ 的存在才能使凝胶达到最大强度,当卡拉胶被溶解时, K^+ 被夹在 κ 型-卡拉胶的双螺旋体之间,减少了两个链之间硫酸基的静电排斥作用,形成电荷的中性排列,此时则形成坚实的凝胶。

而且卡拉胶富硒反应后硒取代了卡拉胶本身的硫的基团位置,一定程度了改变了卡拉胶的结构,并可能使得影响成型的 K^+ 缺失,以及酸性较大使得难以成型,尝试在制备富硒卡拉胶的后期过程通过添加 K^+ ,再适当降低酸性来解决。在溶解硒粉后,加入适量的 KOH 溶液,使 $pH = 2$,这样即降低了酸性,又加入了 K^+ 。实验后发现,制成的硒化卡拉胶颜色呈白色,做成的糖的颜色也与普通卡拉胶做成的一样成晶莹透明,成型也较之前有了明显的改善。说明加入 KOH 确实能使得性状改善,表

3 为不同卡拉胶软糖的性状比较。

表 3 不同卡拉胶软糖的性状比较

Tab. 3 Character comparison in different carrageenan soft sweets

性状	样品 1	样品 2	样品 3
颜色	略带土黄色	晶莹透明	晶莹透明
拉伸性	差	好	较好
粘性	差	好	较好
弹性	差	好	较好
成型	难	容易	容易
口感	较好	好	好

注 :样品 1 为硒化卡拉胶软糖 ,硒化卡拉胶不含 K^{+} ;样品 2 为硒化卡拉胶软糖 ,硒化卡拉胶含 K^{+} ;样品 3 为普通卡拉胶软糖。

由上表可以看出 ,在通过添加 K^{+} 后 ,软糖的各项指标都达到了要求 ,和普通卡拉胶几乎没有差别。这样 ,在软糖中 ,添加改良后的富硒卡拉胶既满足了软糖的各项技术指标 ,又达到了作为营养强化剂的要求。

2. 4 富硒量检测

2. 4. 1 硒的标准曲线测定通过测定硒标准溶液的荧光值 ,用最小二乘法处理数据 ,回归得到关于荧光值 (y) 和硒质量分数 (x) 的标准工作曲线 : $y = 12. 463x + 0. 152 3$ 。标准工作曲线见图 5。

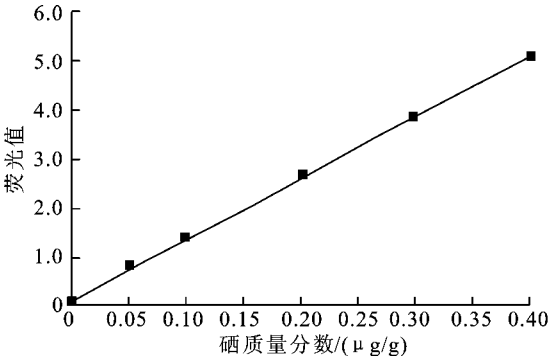


图 5 硒标准工作曲线

Fig. 5 Selenium standard curve

2. 4. 2 硒化卡拉胶和卡拉胶软糖的富硒量检测根据反应的时间和温度对富硒效果的影响实验 ,选取了第一次水浴温度为 60°C ,时间 3 h ;第二次水浴 28°C 水浴 22 h 为较优条件。结合专利的反应方法 ,制备富硒卡拉胶 ,并对富硒量进行检测。结果表明 :制备的硒化卡拉胶成品略带淡黄色粉末 ,颜色和原卡拉胶粉相比略深 ,硒化卡拉胶中硒质量分数平均为 $0. 368\text{ mg/g}$ 。

对上述的硒化卡拉胶与卡拉胶软糖粉按照质量比 1 : 9 比例混合制成的软糖、全为硒化卡拉胶制成的软糖、添加了 KOH 的硒化卡拉胶与卡拉胶软糖粉按照质量比 1 : 9 比例混合制成的软糖、全为卡拉胶软糖粉制成的软糖。4 种软糖成品按照上述的检测硒的方法进行检测 ,编号分别为 1 ~ 4 ,结果见表 4。

表 4 富硒量对比

Tab. 4 Comparison of selenium content

编号	成品软糖取样质量/ g	硒质量分数/ ($\mu\text{g/g}$)
1	1. 50	0. 120
2	1. 50	1. 202
3	1. 50	0. 123
4	1. 50	0

从上表可以看出 ,1 号样品得出的硒质量分数的平均值为 $0. 120\text{ }\mu\text{g/g}$ (硒/ 软糖) 软糖 ,2 号样品得出硒的质量分数为 $1. 202\text{ }\mu\text{g/g}$ (硒/ 软糖) 软糖 ,3 号样品得出的硒含量的平均值为 $0. 123\text{ }\mu\text{g/g}$ (硒/ 软糖) 软糖 ,4 号空白样品未检测出硒。所以可看出 ,在相同的条件下 ,添加了 K^{+} 的硒化卡拉胶制成的软糖的含硒量与不添加 K^{+} 的硒化卡拉胶制成软糖的含硒量基本无异 ,也就是说添加 KOH 不影响卡拉胶的富硒量 ,也不影响软糖的中含硒量 ,且根据表 3 , K^{+} 对含硒软糖的性状起到良好的改变与恢复作用。

3 结 语

1) 研究富硒反应中反应温度和时间与富硒效果关系发现 ,在选取了第一次水浴温度为 60°C ,时间 3 h ;第二次水浴 28°C 水浴 21 h 为较优条件。在此条件下 ,制备出富硒量达到 $0. 368\text{ mg/g}$ (硒/ 硒化卡拉胶) 的硒化卡拉胶。

2) 在软糖制作过程中发现 ,使用硒化卡拉胶替代普通卡拉胶后软糖无法成型 ,原因是在制备硒化卡拉胶的过程中 ,卡拉胶的部分基团被取代和部分离子丢失 ,使得凝胶性能遭到了破坏。但是 ,经过在制备硒化卡拉胶的过程中 ,使用 KOH 来调节反应体系的 pH 值到 2 ,最终制备的硒化卡拉胶不仅颜色和原卡拉胶更接近 ,而且用它制出的软糖成型较好 ,各项指标也都达到了技术要求。同时说明了硒化卡拉胶作为营养强化剂在软糖中是适用的。

3) 实验室制备的软糖富硒量最高为 $1. 202\text{ }\mu\text{g/g}$,同时硒化卡拉胶作为营养强化剂的使用剂量符

合相关规定的要求。

参考文献(References):

- [1] Pezzarossa B , Petruzzelli G , Petacco F , et al. Absorption of selenium by *Lactuca sativa* as affected by carboxymethylcellulose[J]. **Chemosp Here**, 2007 ,67 :322 - 329.
- [2] 吴正奇 , 刘建林. 我国富硒食品的研究进展[J]. 中国食物与营养 ,2005 ,(6) :15 - 17.
WU Zheng-qi , LIU Jian-lin. The advancement in selenium enriched food research in China[J]. **Food and Nutrition in China**, 2005 ,(6) :15 - 17. (in Chinese)
- [3] 夏菊花. 卡拉胶的特性与其在食品工业中的应用[J]. 化学教育 ,2005 ,(9) : 1 - 12.
XIA Ju-hua. Characteristics of carrageen gum and its application in food industry[J]. **Chinese Journal of Chemical Education**, 2005 ,(9) : 1 - 12. (in Chinese)
- [4] 刘建林 , 何新乡. 硒酸盐多糖的特性及其在食品工业中的应用[J]. 冷饮与速冻食品工业 ,2003 ,9(3) : 27 - 29.
LIU Jian-lin , HE Xin-xiang. Kappa-selenocarrageenan and its applications in food industry[J]. **Beverage & Fast Frozen Food Industry**, 2003 ,9(3) : 27 - 29. (in Chinese)
- [5] 丁文平 , 甘平洋. 硒化卡拉胶预混料在面粉中的添加技术与混合均匀性探讨[J]. 粮食加工 ,2007 ,32 (6) : 25 - 30.
DING Wen-ping , GAN Ping-yang. Selenium kappa gum Pre-mix material adding technology in flour and talk about mix even [J]. **Grain Processing**, 2007 ,32 (6) : 25 - 30. (in Chinese)
- [6] 谢苒萸 , 蔡云升. 功能性润喉软糖的研制[J]. 食品工业 ,2000 ,(2) : 35 - 36.
XIE Ran-yu , CAI Yun-sheng. Development of functional Runhou Gum sweets[J]. **Foodstuff Industry**, 2000 ,(2) : 35 - 36. (in Chinese)
- [7] 唐家骏 , 葛海凤. 硒化卡拉胶的制法[P]:中国 ,88103347.2. 1993-03-14.
- [8] 秦昉. 植物中有机硒含量的测定[J]. 无锡轻工大学学报 ,1998 ,17(4) :75 - 77.
QIN Fang. Determination of organic selenium in the plant[J]. **Journal of Wuxi University of Light Industry**, 1998 ,17(4) :75 - 77. (in Chinese)
- [9] 高建忠 , 秦顺义. 氰化物发生 - 原子荧光光谱法测定富硒酵母中的有机硒和无机硒[J]. 分析科学学报 ,2006 ,22(2) : 157 - 160.
GAO Jian-zhong , QIN Shun-yi. Determination of the organic and inorganic selenium contents in selenium-enriched yeast by hydride generation-atomic fluorescence spectrometry[J]. **Journal of Analytical Science**, 2006 ,22(2) : 157 - 160. (in Chinese)
- [10] 邓念想 , 徐业顺. BLW 保水型卡拉胶的应用[J]. 肉类工业 ,2007 ,(7) : 36 - 37.
DENG Nian-xiang , XU Ye-shun. Application of BLW carrageenan[J]. **Meat Industry**, 2007 ,(7) : 36 - 37. (in Chinese)
- [11] 邓念想 , 代祥. BLW 保水型卡拉胶的研究与生产[J]. 肉类工业 ,2007 ,(6) : 38 - 39.
DENG Nian-xiang , DAI Xiang. Research and production of BLW-carrageen[J]. **Meat Industry**, 2007 ,(6) : 38 - 39. (in Chinese)

(责任编辑:朱明)