

香肠中亚硝酸盐替代品的研究

孙军涛*, 张智超, 孙鹤飞, 肖付刚, 邵志杰, 赵笑笑, 胡丽华

(许昌学院 食品与生物工程学院, 河南省食品安全生物标识快检技术重点实验室, 河南 许昌 461000)

摘要:旨在开发一种复合物配方代替亚硝酸盐应用于香肠中,研究了天然复合配方对香肠的感官品质、抗氧化、质构及防腐的影响。通过单因素和正交试验确定了天然复合配方为茶多酚、葡萄籽提取物、番茄红素和维生素E按25:20:20:16比例组合;添加0.1%复合配方的香肠和亚硝酸盐香肠在65℃放置2天时过氧化值分别为0.036 g/100 g脂肪和0.093 g/100 g脂肪,复合配方抗氧化效果明显优于亚硝酸盐;添加复合配方的香肠在弹性、咀嚼性和胶粘性方面分别高于添加亚硝酸盐香肠0.21 mm、22.84 mJ和1.9 N;25℃保存过程中,添加复合配方的香肠在第4天时初次出现霉点,亚硝酸盐的香肠在第4天时已有霉点,防腐效果也明显优于亚硝酸盐香肠。

关键词:香肠;亚硝酸盐替代品;过氧化值;质构;防腐

中图分类号:TS202.3

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1000-9973.2019.02.016

文章编号:1000-9973(2019)02-0075-05

Study on Substitutes of Nitrite in Sausage

SUN Jun-tao*, ZHANG Zhi-chao, SUN He-fei, XIAO Fu-gang, SHAO Zhi-jie,
ZHAO Xiao-xiao, HU Li-hua

(Key Laboratory of Biomarker Based on Rapid-detection Technology for Food Safety in Henan Province, Food and Bioengineering College, Xuchang University, Xuchang 461000, China)

Abstract: In this paper, a compound formula is developed to replace nitrite in sausage, and the effects of natural compound formula on the sensory quality, anti-oxidant, texture and anti-corrosion of sausage are studied. By single factor and orthogonal test, the natural compound formula is composed of tea polyphenols, grape seed extract, lycopene, and V_E in proportion to 25 : 20 : 20 : 16. The peroxide value of sausage added with 0.1% compound formula and nitrite at 65℃ for 2 days is 0.036 g/100 g fat and 0.093 g/100 g fat respectively, and the antioxidant effect of the compound formula is obviously better than that of nitrite. The elasticity, chewiness and viscosity of sausages with compound formula are higher than those of nitrite sausage, respectively being 0.21 mm, 22.84 mL and 1.9 N. In the process of preservation at 25℃, the mildew of the sausage added with the compound formula firstly appears at the 4th day, the nitrite sausage has a few mildew at the 4th day, and the anti-corrosion effect is obviously better than that of the nitrite sausage.

Key words: sausage; nitrite substitute; peroxide value; texture; anti-corrosion

亚硝酸盐能与肉中蛋白质的分解产物胺类反应生成具有强烈致癌作用的亚硝胺,随着人们对健康意识的增强,对低硝肉制品或无硝肉制品的关注也越来越多,降低亚硝酸盐的使用量迫在眉睫^[1,2]。我国肉类产品量大、市场大,我国肉类产量已超过8700万吨,占全世界的29%,其中肉制品产量占20%左右,按照现

在肉制品的制作工艺,仍需消耗大量的亚硝酸盐,根据国家食品添加剂使用要求,亚硝酸盐在肉制品成品中的含量≤30 mg/kg,目前肉制品加工仍需消耗大量的亚硝酸盐,研制一种亚硝酸盐替代物产品,代替亚硝酸盐应用于肉制品中,将具有很好的经济和社会价值。

本文选择茶多酚、葡萄籽提取物、番茄红素和红曲

收稿日期:2018-09-27

* 通讯作者

基金项目:河南省大学生创新创业训练项目(S201810480009);校地合作专项经费资助项目(2017)

作者简介:孙军涛(1982-),男,河南漯河人,讲师,博士,研究方向:食品科学。

等天然提取物,通过优化工艺配方,并将复合配方代替亚硝酸盐应用于香肠中,对比研究香肠的感官、抗氧化、质构和防腐等特性,为研发亚硝酸盐替代品奠定了基础。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器设备

猪肉、鸡胸肉、市售香肠:许昌胖东来超市;茶多酚、葡萄籽提取物、番茄红素、维生素 E:河南坚久实业有限公司;红曲:山东中惠生物科技股份有限公司;亚硝酸钠:四川金山制药有限公司;冰乙酸、硫代硫酸钠:天津市风船化学试剂科技有限公司;三氯甲烷:烟台市双双化工有限公司;其他试剂:均为国产分析纯。

质构仪(TMS-PRO) 美国 FTC 公司;分析天平(FA1004B) 上海佑科仪器仪表有限公司;烤香肠机 瑞安市成业机械制造有限公司;绞肉机 中山市金正生活电器有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 香肠的制作^[3,4]

1.2.1.1 选料

挑选瘦肉比率为 80% 的五花肉,去除皮,切成小块;挑选一定量的鸡胸肉,切成小块。

1.2.1.2 绞肉

将猪肉与鸡胸肉按照 2:1 的比例混合,用绞肉机绞碎备用。

1.2.1.3 搅拌

称取绞碎后的碎肉,添加碎肉重量 30% 的大豆分离蛋白,然后分别称取碎肉和大豆蛋白总重量 1% 的食盐、味精、鸡精和糖,0.15% 的五香粉,0.02% 的异抗坏血酸钠,0.1% 的三聚磷酸盐,0.25% 的葡萄糖内酯,0.10% 的复合配方(茶多酚、葡萄籽提取物、番茄红素、维生素 E 和红曲按比例混合),混合均匀后备用。

用 50℃ 纯净水将碎肉和大豆蛋白总重量 2% 的卡拉胶和 1.5% 的海藻酸钠溶解均匀,倒入混匀的物料中,搅拌 30 min。

1.2.1.4 灌肠

将搅拌混匀后的肉馅脱气后立即进行灌肠,根据需要截取合适的香肠长度。

1.2.1.5 蒸煮、冷却

将灌好的香肠在 85℃ 煮制 30 min,冷却后备用。

1.2.1.6 烤制

将香肠放烤肠机内在 100℃ 烤制 30 min,取出,得到香肠。

1.2.2 复合配方香肠的单因素试验

分别选取红曲添加量(0.04%,0.08%,0.12%,

0.16%,0.20%)、茶多酚添加量(0.01%,0.015%,0.02%,0.025%,0.03%)、葡萄籽提取物添加量(0.02%,0.06%,0.10%,0.14%,0.18%)、番茄红素添加量(0.005%,0.01%,0.015%,0.02%,0.025%)和维生素 E 添加量(0.004%,0.008%,0.012%,0.016%,0.02%)5 个因素,根据 GB/T 20712—2006 和 GB/T 23493—2009 建立感官评价体系表(见表 1),研究各因素对复合配方香肠色泽、组织、气味和滋味的感官品质影响,初步确定各因素的添加量。

表 1 复合配方香肠的感官评定体系

Table 1 Sensory evaluation of compound formula sausage

指标	标准	评分
色泽	呈红色,外表有光泽	16~25
	色泽较暗,有光泽	11~18
	色泽灰暗无光泽	1~10
组织	外形完整,均匀有弹性	19~25
	外形不完整,弹性小	11~18
	组织内陷,弹性较差	1~10
气味	香味纯正浓郁,无异味	19~25
	香味平淡,略带异味	11~18
	有酸败味	1~10
滋味	滋味鲜美,肉质细嫩,咸甜适中	19~25
	肉质稍粗,咸甜偏重或轻,香气平淡	11~18
	有异味	1~10

1.2.3 复合配方香肠的正交试验

根据单因素试验的结果,选取茶多酚、葡萄籽提取物、番茄红素和维生素 E 4 个因素 3 水平,根据正交表 $L_9(3^4)$ 进行正交试验,确定香肠的最佳配方。

1.2.4 过氧化值对比分析

分别选择空白、添加亚硝酸盐(0.01%亚硝酸钠添加)、添加复合配方(0.1%复合配方添加)的香肠以及商品 1 和商品 2 的香肠,置于 65℃ 鼓风干燥箱中,分别按 0,1,2,3,4 天的时间间隔取样,粉碎后,按照 1:2 质量体积比加入石油醚,浸提 6 h,蒸干后即脂肪样品。根据 GB 5009.227—2016 测定脂肪样品的过氧化值。

1.2.5 香肠质构对比分析测定

将空白、添加亚硝酸盐、添加复合配方的香肠以及商品 1 和商品 2 的香肠分别切成长度 30 mm 的块状,采用质构仪(TMS-Pro)对各样品进行质构测定,选取球探头($\Phi 12.7$ mm)测试前速度 60 mm/min,压缩率 70%,起点感应力 1.0 N,对比分析各样品的弹性、硬度、咀嚼性、内聚性和胶粘性^[5,6]。

1.2.6 香肠保质期对比分析

分别将空白、添加亚硝酸盐、添加复合配方的香肠以及商品 1 和商品 2 的香肠无包装放置于 25℃ 培养箱中,每间隔 1 天观察记录各样品的发霉情况。

2 结果与分析

2.1 复合配方香肠单因素试验

2.1.1 红曲添加量对复合配方香肠品质的影响

红曲色素作为一种食用天然色素,具有性质稳定、耐热性强及对蛋白质着色力强的特点,在香肠生产过程中主要作为着色剂使用^[7,8]。红曲添加量对香肠感官品质的影响结果见表 2。

表 2 红曲添加量对复合配方香肠品质的影响

Table 2 Effect of *Monascus* on the quality of compound formula sausage

红曲添加量(%)	色泽	组织	气味	滋味	评分
0.04	16	22	19	20	77
0.08	22	22	22	21	88
0.12	18	19	20	20	77
0.16	17	19	19	17	72
0.20	16	19	19	18	73

由表 2 可知,红曲主要影响香肠的色泽,当红曲添加量为 0.08% 时,香肠色泽呈红色,与市售香肠色泽接近,感官评分最高;当红曲添加量过多时,香肠色泽过于鲜艳,影响产品的色泽。

2.1.2 茶多酚添加量对复合配方香肠品质的影响

茶多酚是一种天然多酚类物质,具有很好的抗氧化性,与维生素 E 混合使用,具有增效作用,作为天然抗氧化剂广泛应用于肉制品中^[9,10]。随着茶多酚添加量的增加,抗氧化的效果会明显增强,但添加量过多会影响香肠的口感,同时,因为茶多酚的脂溶性低,过多的添加也会导致茶多酚在香肠中的分布不均匀,影响产品组织状态,结果见表 3。

表 3 茶多酚添加量对复合配方香肠品质的影响

Table 3 Effect of tea polyphenols on the quality of compound formula sausage

茶多酚添加量(%)	色泽	组织	气味	滋味	评分
0.01	18	18	18	18	72
0.015	18	16	18	17	75
0.020	20	20	18	19	77
0.025	21	22	20	21	84
0.030	19	20	20	19	78

由表 3 可知,当茶多酚添加量为 0.025% 时,感官评分最高。

2.1.3 葡萄籽提取物添加量对复合配方香肠品质的影响

葡萄籽提取物中含有多酚类物质,具有清除自由基、抗氧化、抗疲劳和抗菌等功效,应用于肉制品中,能够有效降低肉制品储藏过程中的初级氧化产物,抑制微生物的生长^[11,12]。葡萄籽提取物对香肠感官品质的影响见表 4。

表 4 葡萄籽提取物添加量对复合配方香肠品质的影响

Table 4 Effect of grape seed extract on the quality of compound formula sausage

葡萄籽提取物添加量(%)	色泽	组织	气味	滋味	评分
0.01	18	18	20	20	76
0.02	21	19	22	22	84
0.03	17	18	20	20	75
0.04	17	17	19	19	72
0.05	17	18	18	18	71

由表 4 可知,葡萄籽提取物添加量过多,自身的气味掩盖了香肠的风味,产生苦涩口感,同时影响香肠的色泽,当葡萄籽提取物的添加量为 0.02% 时,香肠感官评分最高,产品感官品质好。

2.1.4 番茄红素添加量对复合配方香肠品质的影响

番茄红素是一种天然的脂溶性色素,具有抗氧化、抗癌防癌、降血脂等多种生理活性,广泛应用于保健食品、医药和化妆品行业,在肉制品加工过程中,番茄红素能够有效减缓脂肪的氧化,抑制腐败菌的生长,可作为肉类食品的防腐保鲜剂使用^[13,14]。番茄红素添加量对香肠色泽、组织、气味和滋味的影响结果见表 5。

表 5 番茄红素添加量对复合配方

香肠品质的影响

Table 5 Effect of lycopene on the quality of compound formula sausage

番茄红素添加量(%)	色泽	组织	气味	滋味	评分
0.005	18	17	19	20	74
0.010	18	18	20	20	76
0.015	19	18	20	20	77
0.020	20	21	21	20	82
0.025	17	18	19	19	73

由表 5 可知,番茄红素添加过多时,会导致香肠的色泽过于鲜艳,掩盖香肠原有的香气;当番茄红素添加量为 0.02% 时,制备的香肠感官评价最好。

2.1.5 维生素 E 添加量对复合配方香肠品质的影响

维生素 E 可以降低脂类的氧化速度,延缓肌红蛋白的氧化,改善肉的品质,与茶多酚、番茄红素等多种天然抗氧化剂配合使用,具有协同作用^[15,16]。维生素 E 对制作的香肠色泽组织、气味和滋味的影响见表 6。

表 6 维生素 E 添加量对复合配方香肠品质的影响

Table 6 Effect of V_E on the quality of compound formula sausage

维生素 E 添加量(%)	色泽	组织	气味	滋味	评分
0.004	19	18	19	18	74
0.008	19	17	19	19	74
0.012	19	19	20	20	77
0.016	19	21	20	21	81
0.020	19	20	19	18	76

由表 6 可知,当维生素 E 添加量为 0.016%时,香肠的感官评分最高。

2.2 正交试验

根据单因素试验结果,选择茶多酚、葡萄籽提取物、番茄红素和维生素 E 的添加量进行 $L_9(3^4)$ 正交试验,正交试验因素水平表和正交试验结果分别见表 7 和表 8。

表 7 正交试验因素水平表
Table 7 Factors and levels of orthogonal experiment %

水平	A 茶多酚	B 葡萄籽提取物	C 番茄红素	D 维生素 E
1	0.020	0.01	0.015	0.008
2	0.025	0.02	0.020	0.012
3	0.030	0.03	0.025	0.016

表 8 正交试验结果
Table 8 Results of orthogonal test

试验号	A 茶多酚 (%)	B 葡萄籽提取物 (%)	C 番茄红素 (%)	D V_E (%)	评分
1	1	1	1	1	74
2	1	2	2	2	76
3	1	3	3	3	79
4	2	1	2	3	87
5	2	2	3	1	88
6	2	3	1	2	81
7	3	1	3	2	74
8	3	2	1	3	85
9	3	3	2	1	83
K_1	229	235	240	246	
K_2	257	250	246	240	
K_3	242	243	242	251	
k_1	76.3	78.3	80.0	82.0	
k_2	85.7	83.3	82.0	80.0	
k_3	80.7	81.0	80.7	83.7	
R	9.4	5.0	2.0	3.7	
主次因素	A>B>D>C				
最优组合	$A_2 B_2 C_2 D_3$				

由表 8 可知,影响香肠品质复合配方 4 个因素的主次顺序为:茶多酚>葡萄籽提取物>维生素 E>番茄红素,复合配方的最佳组合为:茶多酚 0.025%,葡萄籽提取物 0.02%,番茄红素 0.02%,维生素 E 粉 0.016%。

2.3 香肠过氧化值的对比分析

油脂氧化的主要初级产物是氢过氧化物,在油脂氧化的初期,过氧化值会随着脂肪氧化程度的升高而增加,脂肪氧化后期,由于氧化产物氢过氧化物的分解速度超过了它的生成速度,最终导致过氧化值的降低,因此,过氧化值可作为脂肪氧化初期氧化程度的一个评价指标^[17,18]。

根据研究的制作方法,分别制作无添加剂、添加亚硝酸盐、添加复合配方的香肠,同时购买市售的 2 种品牌的香肠,置于 65℃鼓风干燥箱中,定期取样测定过氧化值的变化,结果见图 1。

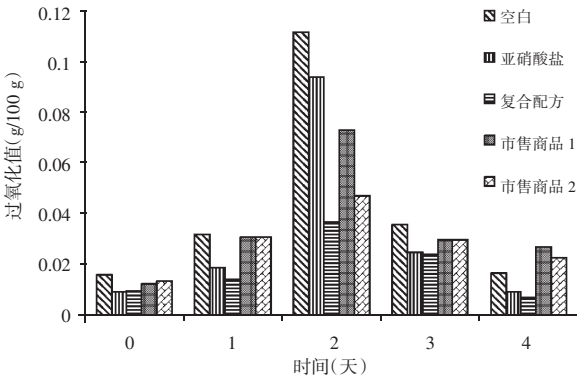


图 1 香肠过氧化值对比分析

Fig. 1 Comparative analysis of peroxide value of sausage

由图 1 可知,在 0~2 天时间内各样品的过氧化值呈现上升趋势,并达到最高,空白香肠的过氧化值从开始的 0.016 g/100 g 上升到 2 天时的 0.11 g/100 g,添加亚硝酸盐香肠过氧化值从 0.009 g/100 g 上升到 0.093 g/100 g,市售商品 1 的过氧化值从 0.012 g/100 g 上升到 0.072 g/100 g,市售商品 2 的过氧化值从 0.013 g/100 g 上升到 0.047 g/100 g,而添加复合配方的香肠的过氧化值从 0.009 g/100 g 升到 0.037 g/100 g 脂肪,结果表明:添加复合配方的香肠的脂质氧化程度明显低于空白香肠、亚硝酸盐香肠、市售香肠,该复合配方能够有效延缓香肠的脂肪氧化酸败,延长产品的货架期。

2.4 香肠质构的对比分析

采用质构仪分别对空白、添加亚硝酸盐、添加复合配方、商品 1 和商品 2 5 种不同的香肠样品的弹性、硬度、咀嚼性、内聚性和胶粘性进行测定,测定结果见表 9。

表 9 香肠质构对比分析

Table 9 The comparative analysis of texture of sausage

样品	弹性(mm)	硬度(N)	咀嚼性	内聚性	胶粘性(N)
空白	8.91	27.0	113.43	0.47	12.7
亚硝酸盐	10.60	25.1	128.33	0.48	12.1
复合配方	10.81	29.0	151.17	0.48	14.0
商品 1	11.73	40.3	221.95	0.47	18.9
商品 2	11.0	25.8	94.48	0.33	8.6

由表 9 可知,复合配方的香肠在弹性、硬度、咀嚼性、内聚性和胶粘性方面明显优于空白香肠和添加亚硝酸盐的香肠,质构特性也明显优于市售商品 2,而在弹性、硬度、咀嚼性和胶粘性方面低于市售商品 1,由于市售商品在制作工艺上与本文产品的制作不同,会导致产品的质构特性存在差异,按照该研究的制作方

法,复合配方与亚硝酸盐相比,香肠的质构具有一定的改善。

2.5 香肠保存期对比分析

将空白、添加亚硝酸盐、添加复合配方的香肠以及市售香肠在无包装条件下置于 25 ℃ 培养箱中,间隔 1 天观察香肠的霉变情况,见表 10。

表 10 香肠保质期对比分析

Table 10 The comparative analysis of shelf life of sausage

天数(天)	1	2	3	4	5	6	7
空白		+	+++	++++	+++++	++++++	+++++++
亚硝酸盐			++	+++	++++	+++++	+++++
复合配方			+	++	+++	++++	+++++
商品 1			++	+++	++++	+++++	+++++
商品 2			++	+++	++++	+++++	+++++

注:“+”代表霉点的数量。

由表 10 可知,保存 2 天时,各香肠样品均未出现霉变,第 3 天时,空白样品出现霉点,第 4 天后,各样品均开始出现霉点,随着时间的延长,霉点数量逐渐增多;整体分析表明,添加复合配方的霉变程度均低于空白、亚硝酸盐和市售香肠。微生物生长繁殖是导致肉制品腐败变质的最主要原因之一,肉制品中常见的腐败菌有乳酸链球菌、芽孢杆菌和肠膜明串珠菌等^[19,20],复合配方中含有茶多酚、番茄红素和葡萄籽提取物等天然提取物,具有很好的抑菌防腐功效,因此,复合配方的保质期较其他样品好。

3 结论

天然复合配方由茶多酚、葡萄籽提取物、番茄红素和维生素 E 组成,按照 25:20:20:16 的比例混合;按照 0.1% 复合配方添加量制作的香肠,在抗氧化效果和抑菌防腐方面,明显优于空白样品、添加亚硝酸盐样品和市售样品;复合配方能够提高香肠的质构特性,在弹性、硬度、咀嚼性、内聚性和胶粘性方面,复合配方的香肠明显优于空白香肠和添加亚硝酸盐的香肠。

参考文献:

[1]胡开群,汪超,李冬生,等.发酵香肠中亚硝酸盐的控制及代用品研究进展[J].食品工业,2017,38(4):241-245.

[2]李轶欣,王玉田,查恩辉.亚硝酸盐在肉制品加工中的作用及其替代品研究进展[J].肉类工业,2009(5):51-53.
[3]朱迎春,杜智慧,马丽珍,等.发酵剂对发酵香肠微生物及理化特性的影响[J].现代食品科技,2015,31(9):198-204.
[4]刘彤彤,张雅玮,郭秀云,等.响应面法优化低钠盐火腿加工工艺[J].食品工业科技,2018,39(5):134-140.
[5]袁晓龙,韩衍青,李景军,等.水分、变性淀粉、大豆分离蛋白和卡拉胶对低脂香肠的影响[J].食品工业科技,2014,35(12):253-257.
[6]赵改名,郝红涛,田玮,等.利用质构值对火腿肠进行分级的研究[J].食品科学,2013,34(7):28-33.
[7]李玉珍,肖怀秋,兰立新,等.红曲替代亚硝酸盐在肉制品呈色中的应用[J].中国食品添加剂,2008(6):119-123.
[8]刘兴艳,蒲彪,罗小妙.红曲色素在肉制品中的应用[J].肉类研究,2007(7):19-21.
[9]章林,黄明,周光宏.天然抗氧化剂在肉制品中的应用研究进展[J].食品科学,2012,33(7):299-303.
[10]肖雷,姚菁华,朱红菊,等.茶多酚防腐机理及其在肉制品加工中的应用[J].食品研究与开发,2009,30(6):160-162.
[11]王蔚薪,李华,高锦明.葡萄籽提取物研究进展[J].酿酒科技,2005(2):71-74.
[12]彭惠惠,李吕木.葡萄籽提取物作为肉制品保鲜剂的研究进展[J].食品与发酵工业,2011,37(1):128-132.
[13]罗金凤,任美燕,陈敬鑫,等.番茄红素的生理功能及保持其稳定性方法的研究进展[J].食品科学,2011,32(19):279-283.
[14]黄明亮,孙颖,王雪莹,等.番茄红素的提取工艺及在食品中的应用[J].中国调味品,2012,37(6):106-110.
[15]卢裕铭,戚穗坚,陈海彬,等.维生素 E 脂质体对猪肉制品品质的影响[J].现代食品科技,2012,28(4):402-405.
[16]史清河.维生素 E 对肉品质的改善作用[J].中国饲料,1999(3):9-12.
[17]姚慧.紫苏中迷迭香酸的提取及其在肉制品中的应用[D].天津:天津科技大学,2010.
[18]赵颖,冯伟.抗氧化剂延长低温肉制品保存期研究[J].中国食品添加剂,2010(1):181-185.
[19]禹迎迎.天然复合植物提取物对低温肉制品微生物及理化品质的影响[D].南京:南京农业大学,2013.
[20]孙翠焕,王艳华,朱万芹,等.肉制品腐败变质原因分析[J].微生物学杂志,2011,31(3):106-109.

(上接第 74 页)

[14]吴金松.大叶麻竹笋多糖的分离纯化和鉴定[D].重庆:西南大学,2015.
[15]李建,王磊.水提取榛子壳多糖的工艺优化[J].哈尔滨商业大学学报,2016,12(8):47-55.
[16]Debangana C, Atindra K S, Sharma G D. Bamboo shoot microbiology, biochemistry and technology of fermentation—a review[J].Indian Journal of Traditional Knowledge,2012,11(2):242-249.

[17]郑永飞.活性多糖的保健功能及其应用[J].粮食与食品工业,2009,16(4):88-91.
[18]Zhang Y Y, Li S, Wang X H, et al. Advances in lentinan: isolation, structure, chain conformation and bioactivities[J]. Food Hydrocolloids,2011,25(2):196-206.
[19]刘婷,周光明.多糖的提取和分析方法[J].化工时刊,2008(3):67-70.
[20]景永帅,张丹参,吴兰芳,等.荔枝低分子量多糖的分离纯化及抗氧化吸湿保湿性能分析[J].农业工程学报,2016,32(9):277-283.