

不同添加剂对鲜切马铃薯保鲜作用的研究

刘 阳¹,熊 梅¹,韦献雅²,乔明锋^{1*},范文教¹,陈云川¹

(1. 四川旅游学院,四川 成都 610100; 2. 成都农业科技职业学院,成都 温江 611130)

摘 要:为延长鲜切马铃薯货架期,本试验从感官、质构及色差特征评论3种不同复合添加剂对马铃薯的保鲜作用,并对各评价方法进行了相关性分析。结果表明,3种添加剂对鲜切马铃薯都具有保鲜作用,其中添加剂a(0.3%抗坏血酸+0.02%植酸)保鲜效果最好,可有效延长样品货架期;感官评分与质构和色泽特性相关分析表明,感官评定结果与仪器分析结果间具有较高的正相关性,其中质构特性中的硬度值、色泽特性中的L和a*值相关性最高。试验为鲜切马铃薯保鲜剂的筛选提供依据,说明质构仪和色差仪可作为客观、快速的评定方法应用于鲜切马铃薯品质评价。

关键词:鲜切马铃薯;添加剂;保鲜;感官评价;相关分析

马铃薯又名土豆、洋芋等。马铃薯在我国粮食安全、能源安全和消除贫困中具有重要作用,且其效益较高,在我国种植面积一直呈上升趋势^[2-3]。马铃薯以新鲜、方便、营养、可食率高的特点,深受消费者的喜爱^[4]。马铃薯在加工后极易发生褐变、营养物质损失及被微生物污染^[5-7],导致马铃薯加工产品的食用品质下降,货架期缩短,极大影响了马铃薯的安全性及商品价值。

目前,添加剂在食品保鲜方面的研究较多,如抗坏血酸钙是一种安全有效的果蔬褐变抑制剂,无任何副作用,在鲜切莲藕、苹果和油桃等上均有较好的应用效果^[8-10]。天然保鲜剂壳聚糖及其衍生物广泛应用于果蔬保鲜^[11-14]。章志红等研究发现将苯甲酸应用于马蹄莲切花的保鲜^[15],嘉应大学开发的“嘉大1号”保鲜剂用于沙田柚的保鲜^[16],邹海峰等人研制出基于化学改性的新型非金属保鲜剂,用于菜豆和黄瓜等蔬菜的保鲜^[17]。随着时代的发展,天然保鲜剂的开发越来越受人们的重视。

本试验以鲜切马铃薯为原料,添加抗坏血酸、柠檬酸、植酸和氯化钙等添加剂进行保鲜,对储藏过程中马铃薯的感官、质构及色差特性进行分析,确定鲜切马铃薯保鲜的最佳复合添加剂,并探讨3种评价

方法的相关性,探索客观、快速且经济的鲜切马铃薯品质评定方法,提高鲜切马铃薯的食用安全性和延长产品货架期。

1 材料与方法

1.1 实验材料

马铃薯:购于成都市龙泉驿区平安农贸市场,选取大小均匀、无病虫害、外观完整、无机械损伤的马铃薯,洗净后去表皮。为方便指标测量和观察,将去皮后的马铃薯切成大小一致的土豆丝。

1.2 仪器设备

DC-P3 新型全自动测色色差计(北京市兴光测色仪器公司);TMS-PRO 高精度专业食品物性分析仪(美国FTC公司);DZA-01型真空包装机(青岛艾讯包装设备有限公司);SB-3200DTDN型超声波清洗机(宁波新芝生物科技股份有限公司)。

1.3 实验方法

1.3.1 样品处理 分别配制0.3%抗坏血酸+0.02%植酸混合溶液(添加剂a)、0.3%抗坏血酸+0.5%柠檬酸+0.8%氯化钙混合溶液(添加剂b)、0.3%异抗坏血酸钠+0.5%柠檬酸+0.8%氯化钙混合溶液(添加剂c),称取600g马铃薯丝分别置于3种溶液中浸泡1h后,分小袋真空包装,贮藏于(4±1)℃,备用;未添加保鲜剂的样品作为空白对照(CK)。将上述四种马铃薯丝分别在0,12,24,36,48,60,72,84,96h时间下测定感官品质、色差与质构特性。

1.3.2 色泽测定 使用色差分析仪测定,L(明度值)、a* (红绿色度值,正值代表红色度,负值代表绿

收稿日期:2021-7-27

基金项目:四川省教育厅自然科学基金项目(18ZB0440,18CZ0037);四川旅游学院科研创新团队(18SCTUTD05);四川旅游学院校级科研基金项目(19SCTUZY11);四川省大学生创新创业训练计划(201811552091);四川旅游学院大学生科研项目(2019XKZ16,2019XKZ23)。

作者简介:刘阳(1990-),男,助理研究员,硕士,研究方向:食品科学与工程。E-mail: yangliuy5211@163.com。*为通讯作者。

色度)、 b^* (黄蓝色度值,正值代表黄色度,负值代表蓝色度), $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$,以此判断马铃薯褐变程度^[18-20]。每组样品重复测试5次,结果取平均值。

表1 鲜切马铃薯品质感官评分标准

评分项目	评分细则	分值
色泽	色泽明亮,无褐色及杂色	16~30
	色泽一般,出现部分褐色或杂色	8~15
	色泽暗淡,褐色明显	0~7
气味	具有浓郁的马铃薯香气且无其他味道	16~30
	具有马铃薯的香味,但不浓郁	8~15
	具有一定的马铃薯香味但出现其他杂味	0~7
形态	形态完整,边缘无破损	13~20
	形态基本完整,但边缘存在部分破损	7~12
	破损严重,且出现腐败	0~6
硬度	清脆,具有一定的硬度	13~20
	有一定的硬度,但不脆	7~12
	出现韧性,硬度弱	0~6

1.3.3 质构测定 使用质构仪测定胶粘性、感官弹性、弹性、内聚性和硬度等,以此判断马铃薯的组织状态和口感。将样品取出恢复室温,切成立方体,选

取平底柱形探头,测试条件:起始压力0.375N,形变量60%,停顿时间2s,回升高度20mm,每组样品重复测试5次,结果取平均值^[21]。

1.3.4 感官评价 以10名具有感官评价知识的食品专业人员,从鲜切马铃薯的色泽、气味、形态和硬度四个方面对储藏期的马铃薯的进行感官评价,评分标准见表1,结果取算术平均值^[22]。

1.4 数据分析

利用IBM SPSS Statistics 2.0进行平均数、标准差、方差分析,利用origin9.1进行相关分析和作图。

2 结果与分析

2.1 不同添加剂对储藏期间鲜切马铃薯感官品质的影响

由表2可知,随着贮藏时间的延长,经3组复合添加剂处理的马铃薯新鲜度逐渐降低,48h后,各感官评定结果出现显著差异($P < 0.05$)。3组添加剂对鲜切马铃薯的保鲜效果相差不大,但相比之下,添加剂a的保鲜效果好于其他2组,添加剂c保鲜效果最差。未加保鲜剂的对照样品72h后已不适宜食用,故未统计评分结果。

表2 储藏期间鲜切马铃薯感官评价结果

	0h	12h	24h	36h	48h	60h	72h	84h	96h
a	88.5 ± 2.16Aa	84.2 ± 4.73Ab	83.1 ± 2.81Ab	82.8 ± 3.19Ab	75.9 ± 3.11Ac	72 ± 5.23Ad	65.7 ± 3.13Ae	64.7 ± 2.83Ae	57.6 ± 2.54Af
b	88.5 ± 2.16Aa	82.9 ± 4.37Ab	81.7 ± 4.15Bb	81 ± 2.19ABb	74.4 ± 2.54ABc	70.5 ± 7.17Ad	64 ± 2.90Ae	62.3 ± 2.10Be	54.4 ± 2.46Bf
c	88.5 ± 2.16Aa	83.6 ± 1.50Ab	80 ± 2.05ABc	78.7 ± 5.69Bc	73.1 ± 2.30Bd	71.6 ± 4.45Ad	65.1 ± 2.39Ae	63.9 ± 2.07ABe	53.4 ± 2.73Bf

注:小写和大写字母分别表示同行和同列数据差异($P < 0.05$)。

表3 添加剂a对储藏期间鲜切马铃薯质构特性的影响

时间(h)	硬度(N)	胶粘性(N)	咀嚼性(mj)	内聚性(Ratio)	弹性(mm)
0	11.03 ± 0.52a	2.75 ± 0.25a	2.27 ± 0.11a	0.34 ± 0.02a	0.88 ± 0.07a
12	10.05 ± 0.81Ab	2.50 ± 0.32Ab	2.02 ± 0.14b	0.33 ± 0.06Ab	0.83 ± 0.04Ab
24	9.69 ± 0.56b	2.27 ± 0.42bc	1.99 ± 0.15b	0.29 ± 0.03b	0.79 ± 0.05bc
36	9.44 ± 1.22b	2.14 ± 0.20cd	1.89 ± 0.17bc	0.28 ± 0.04bc	0.75 ± 0.06cd
48	9.17 ± 0.72b	2.07 ± 0.28cd	1.84 ± 0.07c	0.27 ± 0.02bc	0.71 ± 0.05de
60	8.99 ± 0.54b	1.90 ± 0.20d	1.70 ± 0.09d	0.27 ± 0.05bc	0.70 ± 0.09de
72	7.75 ± 0.74c	1.88 ± 0.14de	1.67 ± 0.08d	0.27 ± 0.04bc	0.70 ± 0.05de
84	7.38 ± 1.04c	1.61 ± 0.13ef	1.58 ± 0.06d	0.25 ± 0.03bc	0.69 ± 0.07de
96	6.99 ± 1.23c	1.51 ± 0.08f	1.44 ± 0.08e	0.24 ± 0.04bc	0.65 ± 0.08e

注:小写字母表示同列数据差异性($P < 0.05$),下同。

表4 添加剂b对储藏期间鲜切马铃薯质构特性的影响

时间(h)	硬度(N)	胶粘性(N)	咀嚼性(mj)	内聚性(Ratio)	弹性(mm)
0	11.03 ± 0.52a	2.75 ± 0.25a	2.27 ± 0.11a	0.34 ± 0.02a	0.88 ± 0.07a
12	9.88 ± 1.04Ab	2.25 ± 0.29b	1.94 ± 0.06b	0.29 ± 0.24b	0.80 ± 0.02b
24	9.58 ± 0.90b	2.02 ± 0.19c	1.88 ± 0.04bc	0.27 ± 0.04bc	0.77 ± 0.02b
36	9.08 ± 1.12b	1.93 ± 0.06cd	1.86 ± 0.04 cd	0.26 ± 0.03Bd	0.76 ± 0.03b
48	8.71 ± 0.79b	1.90 ± 0.13cd	1.80 ± 0.06d	0.25 ± 0.02Bd	0.71 ± 0.03c
60	8.61 ± 1.12bc	1.88 ± 0.15cd	1.67 ± 0.06e	0.25 ± 0.03 cd	0.69 ± 0.03c
72	7.78 ± 1.36c	1.79 ± 0.12de	1.64 ± 0.06e	0.24 ± 0.01d	0.69 ± 0.03c
84	7.18 ± 1.65cd	1.61 ± 0.09ef	1.56 ± 0.07f	0.24 ± 0.02d	0.64 ± 0.03d
96	6.50 ± 0.94d	1.48 ± 0.10f	1.41 ± 0.05g	0.23 ± 0.03d	0.63 ± 0.07d

表5 添加剂c对储藏期间鲜切马铃薯质构特性的影响

时间(h)	硬度(N)	胶粘性(N)	咀嚼性(mj)	内聚性(Ratio)	弹性(mm)
0	11.03 ± 0.52a	2.75 ± 0.25a	2.27 ± 0.11a	0.34 ± 0.02a	0.88 ± 0.07a
12	9.74 ± 0.76Ab	2.23 ± 0.26b	1.90 ± 0.07b	0.27 ± 0.03b	0.78 ± 0.04b
24	9.53 ± 0.98b	1.98 ± 0.22c	1.86 ± 0.07bc	0.26 ± 0.07bc	0.76 ± 0.02b
36	9.23 ± 1.38b	1.90 ± 0.19c	1.84 ± 0.12bc	0.26 ± 0.08bc	0.75 ± 0.04bc
48	8.50 ± 0.71b	1.85 ± 0.25c	1.77 ± 0.06c	0.25 ± 0.03bc	0.71 ± 0.03c
60	8.43 ± 0.77b	1.80 ± 0.14cd	1.65 ± 0.09d	0.24 ± 0.06bc	0.70 ± 0.03c
72	7.35 ± 1.32c	1.78 ± 0.23cd	1.60 ± 0.10de	0.24 ± 0.06bc	0.69 ± 0.05c
84	7.14 ± 1.60c	1.58 ± 0.10de	1.52 ± 0.03e	0.23 ± 0.02bc	0.61 ± 0.06d
96	6.09 ± 1.07d	1.41 ± 0.07e	1.38 ± 0.03f	0.21 ± 0.27c	0.60 ± 0.03d

2.2 不同添加剂对储藏期间鲜切马铃薯质构特性的影响

由表3、4、5可知,随着贮藏时间的延长,3组添加剂的质构特性指标逐渐减小。经3组添加剂处理的马铃薯胶粘性和咀嚼性具有显著性差异,硬度、内聚性及弹性也具有一定差异性。48h后,添加剂a样品差异性最小,添加剂c样品差异性最大;在各项指标中,经添加剂a处理的马铃薯都较添加剂b、c高,表明经添加剂a处理的鲜切马铃薯保鲜效果最好。

2.3 不同添加剂对储藏期间鲜切马铃薯色泽特性的影响

由表6、7、8知,随着贮藏时间的延长,3组添加剂色泽变化明显,在48h后具有显著性差异($P < 0.05$), ΔE 褐变指数逐渐升高,添加剂a相比添加剂b、c较小。三组添加剂的 a^* 都为负值,色泽偏绿, b^* 都为正值,色泽偏黄。在色泽特性指标(L 、 a^* 、 b^*)中,添加剂 $a > b > c$,表明添加剂a的色泽特性较好,马铃薯的明亮度高,鲜切马铃薯褐变程度低。

表6 添加剂a对储藏期间鲜切马铃薯色泽特性的影响

时间(h)	L	a^*	b^*	ΔE
0	57.34 ± 0.02a	-0.26 ± 0.02a	23.70 ± 0.03a	-
12	57.31 ± 0.04a	-0.31 ± 0.03b	23.67 ± 0.03a	0.07 ± 0.02a
24	57.27 ± 0.02b	-1.04 ± 0.06c	23.55 ± 0.03b	0.80 ± 0.07b
36	57.24 ± 0.03b	-1.90 ± 0.03d	22.86 ± 0.02c	1.85 ± 0.04c
48	57.17 ± 0.04c	-2.23 ± 0.04e	22.46 ± 0.14d	2.34 ± 0.08d
60	56.86 ± 0.02d	-2.55 ± 0.02f	21.86 ± 0.04e	2.98 ± 0.04e
72	56.70 ± 0.04e	-2.84 ± 0.03g	21.24 ± 0.10f	3.63 ± 0.10f
84	56.54 ± 0.01f	-3.28 ± 0.03h	20.97 ± 0.08g	4.15 ± 0.06g
96	56.22 ± 0.03g	-3.45 ± 0.02i	18.91 ± 0.03h	5.86 ± 0.02h

表7 添加剂b对储藏期间鲜切马铃薯色泽特性的影响

时间(h)	L	a [*]	b [*]	ΔE
0	57.34 ± 0.02a	-0.26 ± 0.02a	23.70 ± 0.03a	-
12	57.25 ± 0.02b	-0.55 ± 0.03b	23.67 ± 0.02a	0.31 ± 0.05a
24	57.21 ± 0.01c	-1.56 ± 0.07c	23.51 ± 0.03b	1.32 ± 0.06b
36	57.17 ± 0.01d	-2.27 ± 0.02d	22.69 ± 0.03c	2.25 ± 0.04c
48	56.91 ± 0.02e	-2.53 ± 0.02e	22.11 ± 0.04d	2.80 ± 0.06d
60	56.75 ± 0.01f	-2.87 ± 0.02f	21.77 ± 0.03e	3.30 ± 0.03e
72	56.65 ± 0.02g	-3.03 ± 0.03g	21.20 ± 0.03f	3.79 ± 0.03f
84	56.00 ± 0.03h	-3.41 ± 0.02h	20.88 ± 0.05g	4.43 ± 0.05g
96	55.67 ± 0.02i	-3.55 ± 0.03i	18.59 ± 0.06h	6.30 ± 0.08h

表8 添加剂c对储藏期间鲜切马铃薯色泽特性的影响

时间(h)	L	a [*]	b [*]	ΔE
0	57.34 ± 0.02a	-0.26 ± 0.02a	23.70 ± 0.03a	-
12	57.22 ± 0.03b	-0.74 ± 0.12b	23.65 ± 0.02a	0.50 ± 0.10a
24	57.17 ± 0.01c	-1.63 ± 0.05c	23.42 ± 0.07b	1.41 ± 0.05b
36	57.16 ± 0.01c	-2.54 ± 0.20d	22.50 ± 0.06c	2.59 ± 0.19c
48	56.81 ± 0.01d	-2.85 ± 0.06e	21.82 ± 0.09d	3.24 ± 0.07d
60	56.68 ± 0.01e	-3.06 ± 0.01f	21.75 ± 0.04e	3.47 ± 0.04e
72	56.53 ± 0.03f	-3.32 ± 0.03g	21.14 ± 0.03f	4.07 ± 0.05f
84	55.47 ± 0.01g	-3.65 ± 0.02h	20.86 ± 0.23g	4.81 ± 0.13g
96	54.72 ± 0.02h	-3.75 ± 0.03i	18.43 ± 0.06h	6.84 ± 0.03h

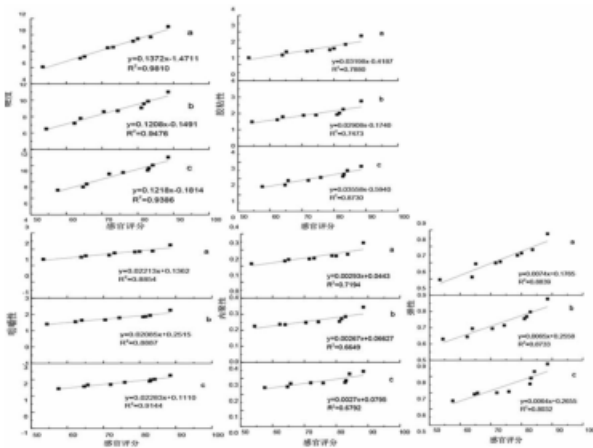


图1 感官评分与质构特性相关性分析

2.4 感官评分与质构和色泽特性相关性分析

由图1可知,质构仪分析的硬度与感官评分有显著的正相关性($R^2 > 0.9000$),其中添加剂a正相关性最显著($R^2 = 0.9810$)。咀嚼性和弹性与感官之间有显著正相关性($0.8000 < R^2 < 0.9200$),其中,添加剂a的弹性正相关性最显著($R^2 = 0.8839$)。胶粘性和内聚性与感官评定结果也有正相关性,但添加剂b、c样品内聚性的结果间相关性较差,可能是在感官评定时易受硬度与弹性等指标的干扰。综上,

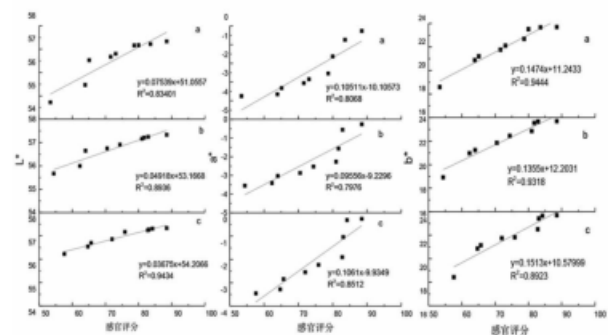


图2 感官评分与色泽特性相关性分析

感官评价与质构特性结果存在较显著的正相关性,其中,经添加剂a处理的马铃薯样品相关性最高。

由图2可知,样品a的 b^* ($R^2 = 0.9444$)、样品b的 b^* ($R^2 = 0.9318$)及样品c的L ($R^2 = 0.9434$)与感官评分的正相关性强;样品a的 a^* ($R^2 = 0.8068$)、L ($R^2 = 0.8340$)、样品b的 a^* ($R^2 = 0.7976$)、L ($R^2 = 0.8936$)及样品c的 a^* ($R^2 = 0.8512$)、 b^* ($R^2 = 0.8923$)与感官评分也有显著的正相关性,其中,以样品a相关性最高,样品b相关性较低,可能是在感官评定时易受外部环境干扰。3组添加剂的色差特征与感官评分结果都呈现正相关,其中添加剂a和c处理的马铃薯样品相关性较高。

3 结论

本试验采用感官评价、质构及色差特征方法分析3种复合添加剂对鲜切马铃薯的保鲜作用,并对各评价方法进行了相关性分析。结果表明,3种添加剂对鲜切马铃薯都具有保鲜作用,其中添加剂a(0.3%抗坏血酸+0.02%植酸)保鲜效果最好,可有效延长样品货架期;感官评分与质构和色泽特性相关分析表明,感官评定结果与仪器分析结果间具有较高的正相关性,其中质构特性中的硬度值、色泽特性中的L和a*值相关性做好。试验为鲜切马铃薯保鲜剂的筛选提供依据,并说明质构仪和色差仪可作为客观、快速的鲜切马铃薯品质评定方法。

参考文献:

- [1] 刘水长. 发展马铃薯产业大有可为[J]. 中国粮食经济, 2004, (10): 43-45.
- [2] 屈冬玉. 中国马铃薯产业发展与食品安全[J]. 中国农业科学, 2005, 38(2): 358-362.
- [3] 屈冬玉, 谢开云, 金黎平, 等. 中国马铃薯产业与现代农业[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2007: 1-8.
- [4] 陈功, 余文华, 徐德琼, 等. 净菜加工技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2005: 21-25.
- [5] Tudela J A, Espin J C, Gil M I. Vitamin C retention in fresh-cut potatoes [J]. *Postharvest Biology & Technology*. 2002, (26): 75-84.
- [6] 王俊宁, 饶景萍, 任小林, 等. 切割果蔬加工与贮藏的研究进展[J]. 西北农林科技大学学报, 2002, 30(1): 141-143.
- [7] Ahenainen R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables [J]. *Trends in food science&technology*. 1996, (7): 179-187.
- [8] 穆同娜, 张惠, 景全荣. 油脂的氧化机理及天然抗氧化物的简介[J]. 食品科学, 2004, 25(S1): 241-244.
- [9] 陈玉香, 刘阳, 周道玮. 茶多酚对豆油及猪油的抗氧化作用[J]. 食品科学, 2001, 22(11): 27-29.
- [10] 王天佑, 王玉娟, 秦文. 猪肉挥发性盐基氮值指标与其感官指标的差异研究[J]. 食品工业科技, 2007, (12): 124-126.
- [11] 覃志英, 盛家荣, 陈超球, 等. 壳聚糖常温保鲜芒果的试验[J]. 广西化工, 1998, 2(1): 23-25.
- [12] 水茂兴, 马国瑞, 陈美慈, 等. 壳聚糖处理番茄、青椒的保鲜效果[J]. 浙江农业科学, 2004, (1): 64-67.
- [13] 吴友根, 陈金印. 壳聚糖在果蔬保鲜上的研究现状及前景[J]. 食品与发酵工业, 2002, 12(28): 52-56.
- [14] 袁毅桦, 赖兴华, 霍银英. 壳聚糖常温保鲜番茄的研究[J]. 食品科学, 1997, (4): 62-65.
- [15] 章志红, 孙天舒, 朱凤娟. 九种保鲜剂对切花马蹄莲保鲜效果的研究[J]. 湖北农业科学, 2013, (5): 1128-1130.
- [16] 才俊明, 黄建华, 侯剑泉. 沙田柚无毒保鲜剂研究及应用[J]. 嘉应大学学报, 1992, (4): 96-105.
- [17] 邹海峰, 鞠丽荣, 何其庄. 一种新型非金属矿物保鲜剂的研制及应用[J]. 长春科技大学学报, 1998, 84(4): 74-74.
- [18] 吴锦铸, 余小林, 曾洲华, 等. 切分蔬菜保鲜工艺研究[J]. 食品与发酵工业, 2000, 26(4): 33-36.
- [19] 韩涛, 李丽佳, 赵佳. 切割山药片在贮存期间的色泽变化及护色工艺研究[J]. 食品工业科技, 2005, 26(1): 175-177.
- [20] 李玉斌, 乔明锋, 彭毅秦, 等. 酱油色泽的化学计量分析法研究[J]. 食品工业科技, 2017, 38(02): 123-126, 131.
- [21] Cardoso Carlos M. L., Mendes rogerio, Nunes Maria L. Instrumental texture and sensory characteristics of cod frankfurter sausages [J]. *International Journal of Food Properties*. 2009, 12(3): 625-643.
- [22] 马永强, 韩春然, 刘静波. 食品感官检验[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 31-32.