

邵崇璇, 田颖, 李义, 等. 变性淀粉对卡仕达酱性能的影响及复配配方 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(15): 202–208. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021110048

SHAO Chongxuan, TIAN Ying, LI Yi, et al. Effect of Modified Starch on the Properties of Custard Sauce and Its Compound Formula[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(15): 202–208. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021110048

· 工艺技术 ·

变性淀粉对卡仕达酱性能的影响及复配配方

邵崇璇¹, 田颖², 李义², 代建军³, 洪雁^{1,*}, 佟毅^{4,*}

(1. 江南大学食品学院, 江苏无锡 214122;

2. 中粮生物科技技术研发创新中心, 北京 102209;

3. 中粮生化能源公主岭有限公司, 吉林长春 130033;

4. 吉林中粮生化有限公司, 吉林长春 130033)

摘要: 本文在比较羟丙基二淀粉磷酸酯(HWMDP)、乙酰化二淀粉磷酸酯(AWMDP)、乙酰化双淀粉己二酸酯(AWMDA)糊化特性的基础上, 将三种变性淀粉应用于卡仕达酱中, 通过对比卡仕达酱的质构特性、耐烘烤度、流变特性及感官品质, 筛选了合适的变性淀粉, 并考察了变性淀粉、玉米淀粉、卡拉胶和刺槐豆胶添加量对卡仕达酱品质的影响。结果表明: HWMDP 应用在卡仕达酱后, 较添加 AWMDP 和 AWMDA 的卡仕达酱硬度大、黏度高, 感官特性和耐烘烤性较佳。卡仕达酱增稠剂的适宜添加量为: HWMDP 4% (m/m)、玉米淀粉 3% (m/m)、卡拉胶 0.45% (m/m)、刺槐豆胶 0.45% (m/m)。由该配方制得的卡仕达酱各指标接近对照样。

关键词: 卡仕达酱, 变性淀粉, 耐烘烤度, 质构, 感官评定

中图分类号: TS236.9

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2022)15-0202-07

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2021110048



本文网刊:

Effect of Modified Starch on the Properties of Custard Sauce and Its Compound Formula

SHAO Chongxuan¹, TIAN Ying², LI Yi², DAI Jianjun³, HONG Yan^{1,*}, TONG Yi^{4,*}

(1. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China;

2. COFCO Biotechnology R & D Innovation Center, Beijing 102209, China;

3. COFCO Biot-chemical Energy (Gongzhuling), Changchun 130033, China;

4. COFCO (Jilin) Bio-chemical Technology Co., Ltd., Changchun 130033, China)

Abstract: In this paper, the gelatinization characteristics of hydroxypropylwaxy maize distarch phosphate (HWMDP), acetylated waxy maize distarch phosphate (AWMDP) and acetylated waxy maize distarchadipate (AWMDA) were compared with each other. Based on the comparison, three kinds of custard sauce with different modified starch were prepared. Then, by comparing the texture characteristics, baking resistance, rheological properties and sensory quality of the three kinds of custard sauce, the appropriate modified starch was selected. Finally the effects of the addition of modified starch, corn starch, carrageenan and locust bean gum on the quality of custard sauce were investigated. The results showed that the application of HWMDP in custard sauce had higher hardness, higher viscosity, better sensory properties and baking resistance than that of custard sauce added with AWMDP and AWMDA. The suitable addition amount of thickener in custard sauce was: HWMDP 4% (m/m), corn starch 3% (m/m), carrageenan 0.45% (m/m), locust bean gum 0.45% (m/m). The indexes of custard sauce prepared by this formula were close to the control.

Key words: custard; modified starch; baking resistance; texture characteristics; sensory evaluation

收稿日期: 2021-11-05

作者简介: 邵崇璇 (1999-), 女, 本科, 研究方向: 食品科学与工程, E-mail: 516126787@qq.com。

* 通信作者: 洪雁 (1974-), 女, 博士, 教授, 研究方向: 淀粉质资源的开发与利用, E-mail: hongyan@jiangnan.edu.cn。

佟毅 (1963-), 男, 博士, 正高级工程师, 研究方向: 玉米精深加工, E-mail: tongyi@cofco.com。

卡仕达酱也称为吉士酱, 是一种具有一定黏稠度的乳制品, 因其稠度、半固体结构和特殊风味而深受消费者的青睐, 常被用作烘焙食品的表面装饰剂或馅料^[1]。卡仕达酱因具有较好的挺立度、黏稠度和耐烘烤性, 常被装饰在烘焙食品表面^[2], 而卡仕达酱在生产中存在搅打、均质等乳化剪切工艺, 这就要求卡仕达酱中的增稠剂具备耐高温、耐剪切、凝胶性好等特点。目前, 小米淀粉^[1]、木薯淀粉^[3]、玉米淀粉^[4]等原淀粉被用作卡仕达酱的增稠剂。除普通淀粉外, 变性淀粉具有良好的增稠特性。变性淀粉是指在淀粉原有性质的基础上, 为了改善其性能和扩大应用领域, 通过物理、化学或酶法处理, 使其更适合食品工业的要求而制得的淀粉衍生物^[5]。与原淀粉相比, 变性淀粉抗剪切性更高, 热稳定性更强^[6-7], 更适用于卡仕达酱, 但变性淀粉在卡仕达酱中的应用相对较少。

羟丙基二淀粉磷酸酯(HWMDP)、乙酰化二淀粉磷酸酯(AWMDP)、乙酰化双淀粉己二酸酯(AWMDA)三种变性淀粉分别为醚化和酯化交联淀粉, 是酸奶、调味酱等食品中常用的增稠稳定剂。由于交联键的存在, 三种淀粉均具有耐高温、耐剪切的特点^[8], 符合卡仕达酱对增稠剂的要求。

本文将三种变性淀粉应用到卡仕达酱中, 筛选出增稠稳定性较佳的变性淀粉, 通过考察配方中变性淀粉、玉米淀粉、卡拉胶和刺槐豆胶添加量对卡仕达酱性能的影响, 确定出较佳配方, 为变性淀粉在卡仕达酱中的应用提供一定的理论指导。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

HWMDP(溶胀度 15.7%, 羟丙基含量 4.8%)、AWMDP(溶胀度 14.7%, 乙酰基含量 1.7%)、AWMDA(溶胀度 16.5%, 乙酰基含量 1.8%) 中粮生化能源(公主岭)有限公司生产; 香草味卡仕达酱 武陟一村食品有限公司生产; 超醇吐司切片面包 曼可顿食品(上海)有限公司生产; 白砂糖 太古糖业(中国)有限公司生产; 棕榈油 中粮佳悦(天津)有限公司生产; 全脂调制奶粉 双城雀巢有限公司生产; 山梨酸钾 南通奥凯生物技术有限公司生产; 柠檬酸 潍坊英轩实业有限公司生产; 卡拉胶 北京中柏创业化工产品有限公司提供; 刺槐豆胶、单双甘酯 丹尼斯克(中国)有限公司生产; 食盐 中盐长江盐化有限公司生产; 玉米淀粉 北京古松经贸有限公司; 以上原料均为食品级。

TA.XT plus 质构特性仪 英国 SMS 公司; TA Instruments-Waters LLC 流变仪 美国 TA 公司; RVA TECMASTER 型快速黏度分析仪 澳大利亚 New scientific 仪器公司; DHP-9082 电热恒温培养箱 中仪国科(北京)有限公司; SMD-603S+AB+1S 烤箱 无锡胜麦机械有限公司; BCD-211YM/T 冰箱容声冰箱 美善品料理机福维克家电有限公司; 电动搅拌器 德国 IKA 集团; T25 高速剪切分散机 德国 IKA

集团; Panda Plus GEA-Niro 均质机 北京天恩瀚拓科技有限公司; Viscorgraph-E 布拉本德黏度仪 德国布拉本德仪器公司。

1.2 实验方法

1.2.1 卡仕达酱基础配方 参考张淑芬等^[2]、周思好等^[9]的实验方法, 基础配方如表 1 所示。

表 1 卡仕达酱基础配方
Table 1 Basic recipe for custard sauce

原料	添加量(g/100 g)	原料	添加量(g/100 g)
变性淀粉	4.00	全脂奶粉	5.50
玉米淀粉	3.00	单双甘酯	0.40
卡拉胶	0.30	山梨酸钾	0.20
刺槐豆胶	0.30	柠檬酸	0.20
白砂糖	25.00	盐	0.06
棕榈油	18.00	水	43.04

1.2.2 卡仕达酱制备 参考张淑芬等^[2]、周思好等^[9]的实验方法。将卡拉胶、刺槐豆胶和一部分白砂糖混合均匀后溶于 85 ℃ 热水使其分散均匀, 胶总量与糖、热水的比例为 1:60:120, 得到物料 A。称取一定量棕榈油, 待其加热至融化后, 加入单双甘酯混合, 搅拌至单双甘酯完全溶解, 得物料 B。再将剩余所有固体原料搅拌均匀后, 将预拌好的物料与适量水使用搅拌器搅拌 1 min, 得物料 C。在低速剪切的条件下, 把物料 B 缓缓倒入物料 C 使其混合均匀, 再高速剪切 9 min 后加入物料 A, 继续高速剪切 1 min, 用均质机在 200 Pa 的压强下均质, 得物料 D。将均质后的混合物倒入料理机, 在 75 ℃ 下搅拌 10 min, 85 ℃ 下搅拌 15 min, 90 ℃ 下搅拌 5 min, 倒出后装袋冷却至室温, 即得卡仕达酱。卡仕达酱于 4 ℃ 的恒温冰箱中冷藏 24 h 后测定。

1.2.3 增稠剂复配配方研究 参考基础配方, 以变性淀粉、玉米淀粉、卡拉胶和刺槐豆胶的添加量作为变量, 研究各增稠组分对卡仕达酱性能的影响。根据评价体系, 参考张淑芬等^[2]、周思好等^[9]的实验方法, 确定每种原料的适宜添加量, 优化基础配方。

固定玉米淀粉 3%, 刺槐豆胶 0.30%, 卡拉胶 0.30%, 改变变性淀粉添加量为: 1%、2%、3%、4%、5%。

固定变性淀粉 4%, 刺槐豆胶 0.30%, 卡拉胶 0.30%, 改变玉米淀粉添加量为: 1%、2%、3%、4%、5%。

固定变性淀粉 4%, 玉米淀粉 3%, 刺槐豆胶 0.30%, 改变卡拉胶添加量为: 0.30%、0.35%、0.40%、0.45%、0.50%。

固定变性淀粉 4%, 玉米淀粉 3%, 卡拉胶 0.45%, 改变刺槐豆胶添加量为: 0.30%、0.35%、0.40%、0.45%、0.50%。

将武陟一村卡仕达酱作为对照样, 根据卡仕达酱的质地特征和性能特点, 选择质构特性中的硬

度、耐烘烤度、感官评定总分作为评价指标,硬度、耐烘烤度、感官评定总分越高,表示越贴近产品的最佳特征。当考察某一因素时,其他已实验的因素取最优值。

1.2.4 质构特性测定 应用 TA.XT plus 质构仪测定卡仕达酱硬度、稠度、黏聚力和黏性。测试模式:压缩,探头类型:HDP/SR 探头。测定条件:测试前速度 1.00 mm/s,测试速度 1.00 mm/s,测试后速度 10.00 mm/s,距离 25.00 mm。

1.2.5 动态流变特性测定 参考周思好等^[9]的实验方法。使用流变仪对卡仕达酱样品进行动态(频率扫描)流变特性的测定。夹具选取 40 mm 平板,测量间隙 2 mm,固定温度 25 ℃,频率范围为 0.1~100.0 Hz,测定储能模量(G')和损耗模量(G'')随振荡频率的变化情况。

1.2.6 耐烘烤度测定 参考徐荣雄等^[10]的实验方法,并做部分修改。取直径为 29 mm 的圆形烘焙专用硅油纸,称取 6.2 g 卡仕达酱填满圆面,设置烤箱温度底火 180 ℃、面火 200 ℃,烘烤 20 min。测量烘烤过后卡仕达酱的底面面积,根据公式计算耐烘烤度。耐烘烤度公式为:

$$\omega(\%) = \frac{S_0}{S_1} \times 100$$

式中, ω 为耐烘烤度,%; S_0 为烘烤前酱的底面积, mm^2 ; S_1 为烘烤后酱的底面积, mm^2 。

1.2.7 感官评定 参考张淑芬等^[2]、周思好等^[9]、徐荣雄等^[10]、Tomaschunas 等^[11]的实验方法。取相同体积的卡仕达酱装饰在相同大小的吐司面包表面,烘烤后,邀请 10 位从事相关专业工作的评价员从挺立度、光泽度、稠度、口感细腻度、黏口性 5 个方面对酱体进行评价打分。评定标准如表 2 所示。

1.2.8 糊化特性测定 参考苏晓芳等^[12]的实验方法测定糊化特性。用 Viscograph-E 型 Brabender 黏度仪进行测定。测定条件:样品浓度,6%(干基, m/m),转速 75 r/min,扭矩 700 cmg,升(降)温速度 3 ℃/min。从 30 ℃ 开始升温,以 3 ℃/min 的速率升温到 95 ℃ 后保温 15 min,然后以 3 ℃/min 的速度降温到 55 ℃,保温 15 min。

为了便于数据分析,在曲线上选取 6 个关键点:开始糊化的温度(A, ℃)、峰值黏度(B, BU)、95 ℃ 恒温开始的黏度(C, BU)、冷却阶段开始的黏度(D,

表 2 卡仕达酱感官评定标准

Table 2 Scoring criteria for sensory evaluation of custard sauce

项目	评分标准	分值(分)
挺立度	挺立度好,未流散	14~20
	较挺立,有软塌现象	7~13
	完全软塌,已流散	1~6
光泽度	表面光泽度高	8~10
	表面光泽度较低	4~7
	表面暗淡无光	1~3
稠度	在口腔内不易流动,稠度很大	14~20
	在口腔内较易流动,稠度较小	7~13
	在口腔内易流动,稠度很小	1~6
口感细腻度	口感均匀细腻	17~25
	口感较细腻	9~16
	口感粗糙,有颗粒感	1~8
黏口性	酱易与牙齿或上颚分离,不黏口	17~25
	酱较难与牙齿或上颚分离,较黏口	9~16
	酱难与牙齿或上颚分离,很黏口	1~8
总分	—	100

BU)、冷却阶段结束的黏度(E, BU)、最终恒温阶段结束的黏度(F, BU)。

B 点与 D 点的差值为崩解值(B-D),表示淀粉破裂强度;C 点与 D 点的差值为热糊稳定性(C-D),反应淀粉糊的热糊稳定性,变化小则黏度热稳定性高;E 点与 D 点的差值为凝胶性(E-D),表示淀粉凝胶性的强弱,变化大则凝胶性大;E 点与 F 点的差值为冷糊稳定性(F-E),表示淀粉糊的冷糊稳定性。

1.3 数据分析

本次试验的数据采用 3 次重复试验的平均值 $\pm$ 标准偏差表示,使用 Origin 2018 对数据进行分析作图,使用 SPSS 26.0 进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同变性淀粉对卡仕达酱质构特性、流变特性、耐烘烤度及感官的影响

2.1.1 质构特性 由表 3 可以看出,添加不同变性淀粉的卡仕达酱样品在硬度、稠度和黏性方面差异显著($P<0.05$),添加 AWMDP 与 AWMDA 的卡仕达酱质构特性结果差异较小,而添加 HWMDP 的卡仕达酱硬度、稠度、黏聚力的绝对值最大。质构的硬度可表征凝胶网络结构的强弱^[9],添加 HWMDP 的卡仕达酱凝胶硬度大,质构特性最接近对照样。三种变性淀粉的变性程度不同,形成的交联键、取代基数量

表 3 添加不同种变性淀粉的卡仕达酱质构特性

Table 3 Texture properties of custard sauce with different modified starch

样品	硬度(g)	稠度(g·sec)	黏聚力(g)	黏性(g·sec)
对照样	2002.90 $\pm$ 20.34 ^a	1999.35 $\pm$ 52.49 ^a	-1805.10 $\pm$ 1.65 ^b	-545.09 $\pm$ 44.08 ^c
卡仕达酱(HWMDP)	1109.95 $\pm$ 44.53 ^b	1260.72 $\pm$ 10.47 ^b	-861.77 $\pm$ 119.11 ^a	-109.76 $\pm$ 15.60 ^a
卡仕达酱(AWMDP)	860.41 $\pm$ 13.33 ^c	1008.11 $\pm$ 129.37 ^c	-785.99 $\pm$ 68.58 ^a	-188.57 $\pm$ 30.11 ^b
卡仕达酱(AWMDA)	887.74 $\pm$ 11.38 ^c	1006.67 $\pm$ 9.11 ^c	-754.22 $\pm$ 2.28 ^a	-199.98 $\pm$ 19.13 ^b

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$);表4、表6~表10同。

不同,因此它们对卡仕达酱凝胶质构的影响不同。

2.1.2 动态流变特性 图 1 为添加不同种变性淀粉卡仕达酱的动态流变特性测定结果。三组卡仕达酱及对照样的 G' 与 G'' 随频率的升高而增加, G'' 远小于 G' , $\tan\delta$ 小于 1, 显示为一种弱凝胶动态流特性^[13]。在同一角频率下, 三组卡仕达酱的 G' 和 G'' 从大到小依次为: HWMDP 组 > AWMDA 组 > AWMDP 组, $\tan\delta$ 结果为: HWMDP 组 < AWMDA 组 < AWMDP 组。添加 HWMDP 的卡仕达酱流变特性最接近对照样, 弹性最大, 凝胶强度最大。动态流变特性反映体系的黏弹性。储能模量(G')表征凝胶体的刚度和弹性; 损耗模量(G'')反映卡仕达酱抵抗流动的能力, 对应凝胶体的黏度和流动; $\tan\delta$ 越小, 表明体系的弹性比例越大^[13-15]。结果表明添加 HWMDP 的卡仕达酱弹性最大, 其次是添加 AWMDA 的酱。

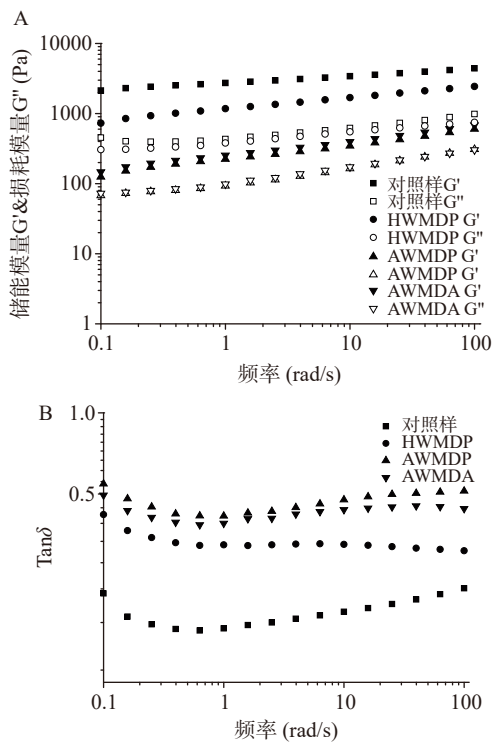


图 1 添加不同种变性淀粉卡仕达酱的动态流变特性
Fig.1 Rheological properties of custard sauce with different modified starch

2.1.3 耐烘烤度 表 4 显示卡仕达酱的耐烘烤度从大到小依次为: 对照样 > HWMDP 组 > AWMDP 组 > AWMDA 组, 添加 HWMDP 的卡仕达酱烘烤后保持挺立状态, 有一定的保型性, 未焦糊, AWMDP 组和 AWMDA 组的酱体发生一定程度的变形, 并且完全焦糊。卡仕达酱应用在烘焙食品表面上必须经高温烘烤后具有良好的烘烤色泽, 不易焦糊, 并保持良好的挺立度和保型性^[16]。HWMDP 组烘烤后酱体状态良好, 耐烘烤度接近对照样, 烘烤效果优于添加其他两种变性淀粉的卡仕达酱。

2.1.4 感官评定 表 5 给出了添加不同变性淀粉卡仕达酱的感官评定结果。三组卡仕达酱在光泽度、

表 4 添加不同种变性淀粉的卡仕达酱耐烘烤度

Table 4 Baking resistance of custard sauce with different modified starch		
样品	状态	耐烘烤度(%)
对照样	挺立, 保型性良好, 未焦糊	100.00±0.00 ^a
卡仕达酱(HWMDP)	较挺立, 有一定保型性, 未焦糊	92.88±0.54 ^b
卡仕达酱(AWMDP)	软塌, 保型性差, 完全焦糊	60.78±1.22 ^c
卡仕达酱(AWMDA)	流散, 保型性差, 完全焦糊	48.54±1.05 ^d

表 5 添加不同种类变性淀粉卡仕达酱的感官评定(分)

Table 5 Sensory evaluation of custard sauce with different kinds of modified starch (score)				
样品	对照样	卡仕达酱(HWMDP)	卡仕达酱(AWMDP)	卡仕达酱(AWMDA)
挺立度	18.0±1.58 ^a	15.2±2.05 ^a	9.0±3.74 ^b	5.4±1.52 ^b
光泽度	6.0±0.71 ^a	6.4±0.71 ^a	6.4±1.52 ^a	7.4±1.82 ^a
稠度	18.0±0.71 ^a	15.8±1.79 ^{ab}	13.2±5.26 ^{ab}	11.6±5.50 ^b
口感细腻度	25.0±0.00 ^a	22.8±3.35 ^a	22.8±3.35 ^a	22.6±3.29 ^a
黏口性	22.0±0.71 ^a	21.4±1.95 ^a	21.6±1.82 ^a	21.4±1.95 ^a
总分	89.0±1.87 ^a	81.8±7.23 ^{ab}	73.0±11.79 ^{bc}	68.4±9.56 ^c

注: 同行不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

口感细腻度和黏口性方面无显著差异($P>0.05$), 酱体表面光泽度高、口感细腻、无颗粒感、不黏口。变性淀粉种类对卡仕达酱的挺立度、稠度影响较大, HWMDP 组挺立度和稠度最高, AWMDP 组次之。感官评定总得分从大到小依次为: HWMDP 组 > AWMDP 组 > AWMDA 组。

2.2 不同变性淀粉的糊化特性

表 6 显示了三种变性淀粉的糊化特征参数。由表 6 可知, HWMDP 的成糊温度(A)最低, 这是因为 HWMDP 中羟丙基含量高于 AWMDP、AWMDA 中乙酰基含量, 羟丙基为亲水基团, 使得淀粉分子与水分子更容易结合, 易于糊化^[8]。HWMDP 的终值黏度(F)、凝胶性(E-D)均高于 AWMDP、AWMDA。终值黏度是淀粉由热淀粉糊变为凝胶状态后维持的最终黏度, 表征在室温条件下淀粉糊的硬度^[17]; 而凝胶性的强度与凝胶硬度、强度、黏性有关。同种原料的变性淀粉交联度越高越容易回生, 因为交联键使淀粉分子结合紧密, HWMDP 的交联度相对较高, 因此 HWMDP 拥有较好的凝胶特性。三种淀粉热糊稳定性(C-D)绝对值大小为: AWMDP > HWMDP > AWMDA, C 和 D 点变化小的淀粉热稳定性强^[18]。HWMDP 热稳定性较 AWMDA 差, 但优于 AWMDP。

变性淀粉在卡仕达酱中主要达到增稠稳定的作用, 因此淀粉的糊化特性对其在卡仕达酱中的应用具有一定影响。HWMDP 终值黏度最高, 淀粉糊化后形成的凝胶硬度最大, 分子间形成的凝胶网络结构强; 由于 HWMDP 的凝胶性最大, 一定程度的回生使淀粉凝胶硬度增加, 弹性增强, 对卡仕达酱韧性的形成具有良好的贡献^[19], 因此添加了 HWMDP 的卡仕达酱具有良好的质构和流变特性。HWMDP 凝胶结

表 6 三种变性淀粉的糊化特征值

Table 6 Gelatinization eigenvalues of HWMDP, AWMDP and AWMDA

样品	A(℃)	B(BU)	C(BU)	D(BU)	E(BU)	F(BU)
HWMDP	57.0±12.41 ^b	1061±15.00 ^b	915±11.67 ^b	942±13.67 ^b	1572±24.00 ^a	1659±16.00 ^a
AWMDP	63.1±5.22 ^a	900±12.33 ^c	863±17.33 ^c	901±5.33 ^c	1208±18.67 ^c	1242±22.00 ^c
AWMDA	62.0±9.03 ^a	1187±23.00 ^a	1104±31.33 ^a	1097±8.33 ^a	1522±13.00 ^b	1561±13.33 ^b

构的强度高于其他两种变性淀粉,提高了卡仕达酱的保型性。HWMDP 热稳定性较 AWMDA 差,但由于保型性强,卡仕达酱内部水分不易蒸发,高温烘烤后不易焦糊,外观良好。

综合考虑变性淀粉的变性程度、糊化特性以及应用效果,HWMDP 具有优越的性能,满足卡仕达酱的应用需求。但根据基础配方制得的添加 HWMDP 的卡仕达酱,其各项指标较对照组有显著差异($P<0.05$),需进一步优化卡仕达酱的配方。

2.3 卡仕达酱增稠剂用量优化

2.3.1 HWMDP 添加量对卡仕达酱的影响 由表 7 可知,HWMDP 的添加量对卡仕达酱的品质特性有着显著影响($P<0.05$),随着 HWMDP 添加量的升高,卡仕达酱的感官评定总分大幅上升。硬度和耐烘烤度在 HWMDP 添加量为 4% 时达到最高值,当添加量继续增加到 5% 时,卡仕达酱的硬度、耐烘烤度下降,原因是 HWMDP 添加量越多,糊化后膨胀淀粉颗粒越多,凝胶网络结构更稳定,硬度增强;但添加过量,导致淀粉颗粒之间堆积紧密,糊化困难^[17],凝胶强度减弱^[20]。根据评价指标,确定 HWMDP 的最适添加量为 4%。

表 7 添加不同质量分数 HWMDP 卡仕达酱的品质特性
Table 7 Quality characteristics of custard sauce with different mass fractions of HWMDP

样品	硬度(g)	耐烘烤度(%)	感官总分(分)
对照样	2002.90±20.34 ^a	100.00±0.00 ^a	89.0±1.87 ^a
卡仕达酱(1%HWMDP)	336.96±11.27 ^e	32.42±2.32 ^f	66.4±7.33 ^c
卡仕达酱(2%HWMDP)	710.93±22.47 ^d	65.94±1.70 ^e	69.8±13.22 ^c
卡仕达酱(3%HWMDP)	898.18±24.91 ^c	72.84±1.10 ^d	72.0±10.56 ^{bc}
卡仕达酱(4%HWMDP)	1109.95±44.53 ^b	92.88±0.54 ^b	81.8±7.23 ^{ab}
卡仕达酱(5%HWMDP)	851.26±31.58 ^c	86.65±1.00 ^c	82.0±8.15 ^{ab}

2.3.2 玉米淀粉添加量对卡仕达酱的影响 表 8 显示了玉米淀粉添加量对卡仕达酱品质特性的影响。当玉米淀粉添加量从 1% 增加到 3%,卡仕达酱的硬度呈上升趋势,这是因为玉米淀粉糊化后冷却回升,卡仕达酱质地变硬。添加量大于 3% 后,耐烘烤度和感官评定总分无显著差异($P>0.05$),硬度呈现出下降趋势,这是由于玉米淀粉添加过量,导致糊化温度升高,糊化变困难^[17]。耐烘烤度、感官评定总分随玉米淀粉添加量的增加而升高。综合以上结果,由于硬度较难接近对照样,选取硬度、耐烘烤度、感官评定结果综合接近对照样的卡仕达酱,确定玉米淀粉的最适添加量为 3%。

表 8 添加不同质量分数玉米淀粉卡仕达酱的品质特性

Table 8 Quality characteristics of custard sauce with different mass fractions of corn starch

样品	硬度(g)	耐烘烤度(%)	感官总分(分)
对照样	2002.90±20.34 ^a	100.00±0.00 ^a	89.0±1.87 ^a
卡仕达酱(1%玉米淀粉)	960.62±40.06 ^c	72.14±1.29 ^d	77.0±11.64 ^b
卡仕达酱(2%玉米淀粉)	1050.10±91.39 ^{bc}	87.69±0.36 ^c	79.4±5.22 ^{ab}
卡仕达酱(3%玉米淀粉)	1109.95±44.53 ^b	92.88±0.54 ^b	81.8±7.23 ^{ab}
卡仕达酱(4%玉米淀粉)	1035.93±52.93 ^{bc}	100.00±0.06 ^a	80.8±5.01 ^{ab}
卡仕达酱(5%玉米淀粉)	993.52±80.25 ^{bc}	99.90±0.17 ^a	82.8±5.26 ^{ab}

2.3.3 卡拉胶添加量对卡仕达酱的影响 卡拉胶来源于海藻提取物,弹性大且能形成凝胶^[21],有利于增加卡仕达酱的挺立度。由表 9 可知,卡拉胶的添加量对卡仕达酱的硬度有显著影响($P<0.05$),随着卡拉胶添加量的上升,硬度增大,这是因为卡拉胶具有良好的增稠性和凝胶特性,卡拉胶分子数增多,分子间的交联增强^[22],凝胶硬度越高。当卡拉胶添加量超过 0.45% 时,卡仕达酱的硬度呈现下降趋势,这是由于卡拉胶和淀粉之间存在着交互作用^[23],卡拉胶添加量为 0.45% 时达到最佳协同比,凝胶强度最大。五组卡仕达酱样品的耐烘烤度均在 90% 以上,感官评定总分在 0.45% 时达到最大值。以上结果表明,添加量为 0.45% 的卡仕达酱效果最佳。

表 9 添加不同质量分数卡拉胶卡仕达酱的品质特性
Table 9 Quality characteristics of custard sauce with different mass fractions of carrageenan

样品	硬度(g)	耐烘烤度(%)	感官总分(分)
对照样	2002.90±20.34 ^a	100.00±0.00 ^a	89.0±1.87 ^a
卡仕达酱(0.30%卡拉胶)	1109.95±44.53 ^c	92.88±0.54 ^c	81.8±7.23 ^b
卡仕达酱(0.35%卡拉胶)	1143.95±28.46 ^c	99.97±0.06 ^a	85.8±4.97 ^a
卡仕达酱(0.40%卡拉胶)	1293.00±38.80 ^b	93.37±0.06 ^{bc}	87.8±3.20 ^a
卡仕达酱(0.45%卡拉胶)	1363.89±94.70 ^b	100.00±0.00 ^a	88.6±4.34 ^a
卡仕达酱(0.50%卡拉胶)	1266.54±29.63 ^b	93.48±0.11 ^b	86.6±2.70 ^a

2.3.4 刺槐豆胶添加量对卡仕达酱的影响 由表 10 可知,卡仕达酱的耐烘烤度和感官评定总分受刺槐豆胶添加量的影响较小,硬度受刺槐豆胶添加量的影响较大,添加量越多,硬度越高。当刺槐豆胶添加到 0.45% 时,硬度达到最大值 1670.09 g。由于 HWMDP、玉米淀粉、卡拉胶与刺槐豆胶可通过分子间的相互作用而达到协同增效的作用,混合后的体系能够使体系的增稠稳定性增强^[19,24-25],刺槐豆胶的添加量为 0.45% 时,达到最佳协同比,确定刺槐豆胶的最佳添加量为 0.45%。

表 10 添加不同质量分数刺槐豆胶卡仕达酱的品质特性
Table 10 Quality characteristics of custard sauce with different mass fractions of locust bean gum

样品	硬度(g)	耐烘烤度(%)	感官总分(分)
对照样	2002.90±20.34 ^a	100.00±0.00 ^a	89.0±1.87 ^a
卡仕达酱(0.30%刺槐豆胶)	1363.89±94.70 ^d	100.00±0.00 ^a	88.6±4.34 ^a
卡仕达酱(0.35%刺槐豆胶)	1450.13±22.80 ^{cd}	99.97±0.06 ^a	85.0±3.58 ^a
卡仕达酱(0.40%刺槐豆胶)	1522.67±20.92 ^c	100.00±0.00 ^a	85.2±4.67 ^a
卡仕达酱(0.45%刺槐豆胶)	1670.09±26.96 ^b	100.00±0.00 ^a	87.4±2.95 ^a
卡仕达酱(0.50%刺槐豆胶)	1518.18±32.85 ^c	99.97±0.06 ^a	86.8±3.11 ^a

3 结论

本文将三种变性淀粉添加在卡仕达酱中对比卡仕达酱的品质特性, 结果得:

添加 HWMDP 的卡仕达酱硬度高、弹性大, 具有良好的挺立度、保型性和耐烘烤性, 感官评定分数最高。HWMDP 终值黏度高, 凝胶性、崩解值高于 AWMDP 和 AWMDA, 更适用作卡仕达酱增稠剂。综合考虑淀粉性能和应用效果, 选择 HWMDP 作为卡仕达酱原料。

四种增稠组分的添加量对卡仕达酱的硬度、耐烘烤性和感官评定有一定影响, 随添加量的增多, 卡仕达酱性能呈先上升、后下降的趋势。经优化后得到的增稠剂的适宜添加量为: HWMDP 4%(m/m)、玉米淀粉 3%(m/m)、卡拉胶 0.45%(m/m)、刺槐豆胶 0.45%(m/m)。由该配方制得的卡仕达酱硬度高、耐烘烤度高, 具有良好的感官特性。

参考文献

- [1] SHAIKH M, ALI T M, HASNAIN A. Utilization of chemically modified pearl millet starches in preparation of custards with improved cold storage stability[J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2017(104): 360–366.
- [2] 张淑芬, 吴宗帅, 吴磊, 等. 预糊化变性淀粉的制备及其在卡仕达酱中的应用研究[J]. *食品科技*, 2017, 42(8): 278–282. [ZHANG S F, WU Z S, WU L, et al. Preparation of pregelatinized modified starch and application in custard cream[J]. *Food Science and Technology*, 2017, 42(8): 278–282.]
- [3] WASIU A, LATEEF O S, TAOFIK A S, et al. Development of an optimized cassava starch-based custard powder[J]. *Journal of Culinary Science and Technology*, 2019, 1(17): 22–44.
- [4] BULIYAMINU A A, TILAHUN S, SAMSON A O. Structural, rheological and *in vitro* digestibility properties of composite corn-banana starch custard paste[J]. *LWT-Food Science & Technology*, 2017(79): 84–91.
- [5] 周惠明. 谷物科学原理[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2019: 37–39. [ZHOU H M. Principles of cereal science[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2007: 37–39.]
- [6] 徐忠, 孙月, 蓝英阁, 等. 变性淀粉在调味品加工中的应用研究进展[J]. *中国调味品*, 2018, 43(11): 179–190. [XU Z, SUN Y, LAN Y G, et al. Research progress on application of modified starch in condiment processing[J]. *China Condiment*, 2018, 43(11): 179–190.]

- [7] 李真, 安阳, 艾志录, 等. 不同类型变性淀粉的理化特性比较[J]. *中国食品学报*, 2019, 19(4): 280–286. [LI Z, AN Y, AI Z L, et al. Comparison of physicochemical properties of different types of modified starch[J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2019, 19(4): 280–286.]
- [8] 程东, 洪雁, 庞艳生, 等. 交联和羟丙基改性对蜡质玉米淀粉糊化和流变性质的影响[J]. *食品与发酵工业*, 2016, 42(3): 18–23. [CHENG D, HONG Y, PANG Y S, et al. Effects of cross linking and hydroxypropyl modification on gelatinization and rheological properties of waxy corn starch[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2016, 42(3): 18–23.]
- [9] 周思好, 李贤才, 杨宇, 等. 不同糖醇对绿茶卡仕达酱品质特性的影响[J]. *食品工业科技*, 2020, 44(4): 37–41, 47. [ZHOU S Y, LI X C, YANG Y, et al. Effects of different sugar alcohol on the quality of the tea custard cream[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2020, 44(4): 37–41, 47.]
- [10] 徐荣雄, 邓瑞君. 耐烘烤果酱的研究[J]. *食品科技*, 2013(9): 83–87. [XU R X, DENG R J. The research of baking stable jam[J]. *Food Science and Technology*, 2013(9): 83–87.]
- [11] TOMASCHUNAS M, KOHN E, BENNITZ P, et al. Quantitative and qualitative variation of fat in model vanilla custard desserts: Effects on sensory properties and consumer acceptance[J]. *Journal of Food Science*, 2013, 78(4-5-6): 894–901.
- [12] 苏晓芳, 刘匀昀, 郭娟娟, 等. 紫薯淀粉与卡拉胶共混体系糊化及流变学特性的研究[J]. *热带作物学报*, 2014, 35(9): 1853–1859. [SU X F, LIU Y Y, GUO J J, et al. Pasting and rheological properties of purple sweet potato starch and carrageenan mixed systems[J]. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 2014, 35(9): 1853–1859.]
- [13] 裴晶莹, 赵佳慧, 李晓磊, 等. 刺槐豆胶与玉米淀粉混物流变特性分析[J]. *食品研究与开发*, 2018, 39(1): 11–14. [PEI J Y, ZHAO J H, LI X L, et al. Rheological analysis of corn starch and locust bean gum mixture[J]. *Food Research and Development*, 2018, 39(1): 11–14.]
- [14] 肖悦, 刘敏, 刘金光, 等. 黄变对大米流变特性以及内部结构的影响[J]. *食品科学*, 2020, 41(11): 22–27. [XIAO Y, LIU M, LIU J G, et al. Effect of postharvest yellowing on rheological properties and internal structure of rice[J]. *Food Science*, 2020, 41(11): 22–27.]
- [15] 张雅媛, 洪雁, 顾正彪, 等. 玉米淀粉与黄原胶复配体系流变和凝胶特性分析[J]. *农业工程学报*, 2011, 27(9): 357–362. [ZHANG Y Y, HONG Y, GU Z B, et al. Rheological and gel properties of corn starch and xanthan gum blend system[J]. *Transactions of the CSAE*, 2011, 27(9): 357–362.]
- [16] 林俊忠. 巧妙运用变性淀粉推动烘焙食品行业可持续发展的路径探[J]. *食品工程*, 2021(1): 5–6. [LIN J Z. Ingenious use of modified starch to promote the sustainable development of the bakery industry[J]. *Food Engineering*, 2021(1): 5–6.]
- [17] 潘治利, 张焱, 艾志录, 等. 马铃薯淀粉糊化和凝胶特性与马铃薯粉品质的关系[J]. *食品科学*, 2017, 38(5): 197–201. [PAN Z L, ZHANG Y, AI Z L, et al. Relationship between gelatinization and gelling properties of potato starch and potato noodles[J]. *Food Science*, 2017, 38(5): 197–201.]

- [18] 何绍凯, 田映良, 曹余, 等. 交联和羟丙基改性对蜡质玉米淀粉糊性能的影响[J]. *中国食品添加剂*, 2014(2): 75-79. [HE S K, TIAN Y L, CAO Y, et al. Effects of crosslinking and hydroxypropylated modification on properties of waxy starch[J]. *China Food Additives*, 2014(2): 75-79.]
- [19] 廖卢艳, 吴卫国. 不同淀粉糊化及凝胶特性与粉条品质的关系[J]. *农业工程学报*, 2014, 30(15): 332-338. [LIAO L Y, WU W G. Relationship between gelatinization and gel properties of different starch and their noodles[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2014, 30(15): 332-338.]
- [20] 孙慢慢. 变性淀粉的性质及在酸奶中的应用研究[D]. 无锡: 江南大学, 2012. [SUN M M. Studying on the properties of modified starched and application in yoghurt[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2012.]
- [21] 潘立英, 宋臻善, 郭桦, 等. 卡拉胶对月饼果味酱品质的影响[J]. *现代食品科技*, 2013(6): 1342-1345. [PAN L Y, SONG Z S, GUO Y, et al. Effect of carrageenan on the quality of a fruit-flavor jam used for mooncake preparation[J]. *Modern Food Science and Technology*, 2013(6): 1342-1345.]
- [22] 陈龙. 普鲁兰多糖对大米淀粉性质的影响及机理研究[D]. 无锡: 江南大学, 2015. [CHEN L. Effects and mechanism investigation of pullulan on the properties of rice starch[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2015.]
- [23] 肖杨, 蒯君莅, 郑远荣, 等. 卡拉胶和黄原胶对酸性凝胶型再制干酪质构的影响[J]. *食品科学*, 2012, 33(23): 93-97. [XIAO Y, H J L, ZHENG Y R, et al. Effect of carrageenan and xanthan gum on texture of acid gel reprocessed cheese[J]. *Food Science*, 2012, 33(23): 93-97.]
- [24] 郭肖. 刺槐豆胶及其复配胶流变学性质的研究[D]. 兰州: 西北师范大学, 2013. [GUO X. Study on rheological properties of locust bean gum and its complex gums[D]. Lanzhou: Northwest Normal University, 2013.]
- [25] 刘文娟, 何绍凯, 曹余, 等. 马铃薯淀粉及其7种变性淀粉糊液特性的比较研究[J]. *中国食品添加剂*, 2015, 142(12): 60-64. [LIU W J, HE S K, CAO Y, et al. A paste features of potato starch and its seven modified starch[J]. *China Food Additives*, 2015, 142(12): 60-64.]