

菊粉取代玉米磷酸酯双淀粉对香肠质构和感官特性的影响

罗登林, 武延辉, 徐宝成

(河南科技大学食品与生物工程学院, 河南洛阳 471023)

摘要: 本文以鸡肉和猪肉为原料, 在香肠的生产过程中用短链菊粉按照 0%(对照组)、10%、30%、50%、70%、100%的比例取代玉米磷酸酯双淀粉, 探索对香肠品质的影响。试验采用质构仪和色差计分别测定香肠的质构特性和色泽, 同时进行感官评价, 并计算蒸煮损失。结果表明: 菊粉取代玉米磷酸酯双淀粉后, 各组香肠的弹性与对照组差异不显著($p>0.05$), 而硬度和咀嚼性显著降低($p<0.05$), 香肠口感评分值提高; 含菊粉香肠的红色值(a^*)、黄色值(b^*)降低, 除取代比为 70%的香肠亮度增加外, 其它各组香肠的亮度差异不显著($p>0.05$); 菊粉的添加降低了香肠的蒸煮损失, 说明香肠的出品率得到提高。综合各项分析, 当菊粉取代玉米磷酸酯双淀粉的比例为 70%时, 香肠的评分值最高且品质有显著提高。

关键词: 短链菊粉; 玉米磷酸酯双淀粉; 香肠; 质构特性; 感官品质

文章编号: 1673-9078(2015)7-211-217

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.7.033

Effect of Different Substitution Ratios of Inulin for Maize Distarch Phosphate on Sensory and Textural Properties of Sausages

LUO Deng-lin, WU Yan-hui, XU Bao-cheng

(College of Food and Bioengineering, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471023, China)

Abstract: Different substitution ratios of short-chain inulin (0%: control, 10%, 30%, 50%, 70%, 100%) for maize distarch phosphate were used during the preparation of sausages and their effect on chicken and pork sausage quality was investigated. Textural properties and color parameters of sausages were determined by texture and chromatic aberration analyzers. Cooking loss and sensory evaluation were measured as well. The springiness of the sausages in the experimental and control groups ($p > 0.05$) was similar. Inulin-containing sausages showed an overall improvement in mouthfeel due to the significant decrease in hardness and chewiness ($p < 0.05$) as well as decreased redness (a^*) and yellowness (b^*). Except for the substitution ratio of 70%, the lightness of the experimental and control groups were similar ($p > 0.05$). Cooking loss in the experimental groups was lower than that in the control group, suggesting that the yield of inulin-containing sausages was higher. In summary, sausages scored the highest and showed obvious improvement in quality with 70% substitution ratio of short-chain inulin for maize distarch phosphate.

Key words: inulin; maize distarch phosphate; sausage; textural properties; sensory quality

菊粉(inulin), 又称菊糖, 是由 D-果糖经 $\beta(1\rightarrow2)$ 糖苷键连接而成的线性直链多糖, 末端常带一个葡萄糖残基, 平均分子质量为 5500 左右, 聚合度(DP)为 2~60, 其中平均聚合度 ≤ 10 的菊粉称为短链菊粉^[1]。菊粉具有益生元作用及多种生理功能, 已作为一种功能性食品配料被应用于各类食品中, 尤其是乳类制品, 用来改善产品色泽、口感、质构和加工特性, 降低产

收稿日期: 2014-10-14

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(31371832); 河南省高等学校青年骨干教师资助计划资助项目(2012GGJS-076)

作者简介: 罗登林(1976-), 男, 博士, 副教授, 研究方向为农产品深加工与超声技术

品热量, 提高产品营养价值^[2~4]。目前, 国内外对菊粉应用于非肉制品中的相关研究较多, 而应用于香肠方面的相关研究很少, 且多数研究都是针对菊粉取代脂肪的^[5~9]。其中, Menegas 等^[6]人的研究表明: 菊粉取代含玉米油香肠中的玉米油后, 不影响产品的理化特性、微生物指标和可接受性, 但香肠的硬度和咀嚼性增加, 弹性和亮度降低, 红色加深。Keenan 等^[8]人的研究表明: 菊粉取代脂肪后可以降低香肠的蒸煮损失, 改善香肠的品质稳定性, 但同样会使香肠的硬度增加, 弹性降低。Mendoza 等^[9]人的研究表明: 将菊粉以粉末状加入低脂香肠后可以使香肠的质地更加柔软, 但香肠的嫩度、弹性和黏着性与普通高脂香肠相似, 菊

粉的加入可以降低香肠的脂肪含量和能量值,提高香肠中可溶性膳食纤维的含量。

目前,还未见用菊粉取代香肠中淀粉的相关报道。香肠中添加适量淀粉可以改善香肠的保水性、弹性、组织结构等,但淀粉添加量过多会使香肠口感变差,消费者倾向于购买淀粉含量低或无淀粉且具有保健功能(如:益生元)的香肠制品。本实验用短链菊粉取代香肠中的玉米磷酸酯双淀粉,主要通过对其质构特性和感官品质的评价,探讨菊粉以不同比例取代玉米磷酸酯双淀粉时对香肠品质的影响,旨在拓宽菊粉在香肠中的应用范围,为开发营养和功能性香肠提供参考。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

新鲜鸡胸、猪前腿肉、白砂糖、香辛料、味精和盐购自洛阳市丹尼斯超市;玉米磷酸酯双淀粉(取代度为0.04)由长春市大华淀粉有限公司生产;短链菊

粉(平均聚合度为10~12)购自昆山拓丰有限公司,在80℃下干燥至质量恒定;大豆蛋白购自洛阳市中和食化供应站;卡拉胶由青岛德慧海洋生物科技有限公司生产。

1.2 仪器与设备

VT-1628W型绞肉机,德国Vitek公司;ZB40型斩拌机,石家庄晓进机械制造科技有限公司;5L立式灌肠机,浙江应晓工贸有限公司;Color imatch型色差计,美国X-rite公司;YXQ-LS-50S II型立式压力蒸汽灭菌器,上海博迅实业有限公司医疗设备厂;Instron 5944型质构仪,美国Instron公司。

1.3 方法

1.3.1 香肠的配方

香肠配方详见表1,香肠配料参考双汇马可波罗特级火腿肠,添加比例参考相关专利及国标并经前期试验优化确定的^[10-11]。

表1 香肠配方

Table 1 Ingredients of sausages

配料	添加比例/%	配料	添加比例/%	配料	添加比例/%
鸡胸	40	大豆分离蛋白	2	三聚磷酸钠	0.15
瘦肉(猪前腿)	20	白糖	2	乳酸链球菌	0.1
肥肉(猪前腿)	8	香辛料	1.1	山梨酸钾	0.065
冰水混合物	18	味精	1	红曲红	0.05
玉米磷酸酯双淀粉	0.5	盐	1	D-异抗坏血酸钠	0.03
菊粉(短链)	0.5	卡拉胶	1.5	亚硝酸钠	0.005

1.3.2 香肠的制作工艺流程

操作要点:将原料肉肥瘦分开绞制,用3mm孔板将肥膘绞制一次,瘦肉绞制2次。加配料斩拌5min。在冰箱里4℃腌制24h,灌装后,高压灭菌条件为120℃,28min。成品室温冷却后在冰箱里4℃下保存,24h后取样测定。

菊粉(粉状)及配料盐水配置

↓

原料肉分割→绞制→斩拌→静腌→灌装→高压杀菌→冷却→成品

1.3.3 香肠的蒸煮损失

对香肠蒸煮前和蒸煮冷却后的质量进行测定,平行测定5次,计算蒸煮损失,取平均值。

$$\text{蒸煮损失率}(\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

式中: m_1 为蒸煮前样品质量, g; m_2 为蒸煮冷却后样品质量, g。

1.3.4 香肠质构特性的测定

利用质构仪对香肠进行质地剖面分析(texture profile analysis, TPA),包括硬度、弹性、凝聚性、咀嚼性、黏着性、胶着性和回复性。将样品剥去肠衣,切成2cm长的圆柱体。室温下用质构仪进行测定,采用P50探头,测试前速度:2mm/s,测试后速度:10mm/s,测试速度:10mm/s,测定间隔时间:5s,压缩比:40%;平行测定5次,取平均值^[12]。

1.3.5 色差测定

对于香肠,将样品切成1cm长的圆柱体,选择切面平整的样品并在其切面上覆上保鲜膜;对于凝胶,取适宜质量的样品用保鲜膜包裹,保持测量面光滑整洁。用合适的色差计测量孔径进行测定。平行测量5次,取平均值。

1.3.6 感官评价

感官评价参考Menegas等^[6]人及徐宝才等^[13]人的方法,并略作改进。香肠的感官评价由30名人员(其

中专业技术人员 10 名, 身体健康、感觉正常、无过敏症状及无服用影响感官灵敏度药物史的无经验人员 20 名) 在专用的感官分析实验室 (室温 21 °C, 湿度 63%) 进行, 分别对香肠的外观、组织状态、色泽、气味、硬度、弹性、口感进行评分。采用 10 分制进行感官评定, 将样品切成 30 mm 长, 每种 5 个, 置于完

全相同的一次性塑料杯中, 采用三位随机数字进行编号, 每次呈送一种样品, 评定过程中, 各成员在装有日光灯的独立隔间进行, 样品评定之间用清水 (室温) 漱口, 两个样品评价间隔不少于 5 min, 以免相互影响。具体评价标准参考张立栋的方法^[4], 并略作改进, 详见表 2。

表 2 香肠感官评价标准

Table 2 Standards for sensory evaluation of sausage

指标	1~2分	3~4分	5~7分	8~10分
外观	肠衣湿润、发粘, 易与肉分离, 易撕裂, 表面有霉点, 抹后仍有痕迹	肠衣稍有湿润或发黏, 易与肉分离, 但不易撕裂, 表面稍有霉点, 但抹后无痕迹, 发软而无韧性	肠衣略微湿润, 但不发黏, 表面无霉点弹性较差	肠衣干燥完整且紧贴肉馅, 无黏液及霉点, 坚实有弹性
组织形态	切面较粗糙, 有明显裂痕, 中心部有软化现象	切面略粗糙, 有裂痕, 周缘部分有软化	切面细腻, 无明显裂痕, 无软化现象	切面结实, 细腻
色泽	切面呈暗灰色, 发色效果较差, 不均匀	切面颜色、发色效果和均匀性总体而言稍差	切面颜色、发色效果和均匀性总体而言一般	切面呈亮红色, 发色效果好、均匀
气味	无香味, 脂肪或肉馅有明显酸败味	脂肪有轻度酸败味, 有时肉馅带有酸味	香味不明显, 但无脂肪或肉馅的酸败味	具有乳化香肠固有的香味
口感	无肉香味, 过咸或过淡, 肉发散, 像添加了很多淀粉	香味不明显, 略咸或略淡, 肉略微发散, 无嚼劲	稍微有肉香味, 肉质韧性略差	有明显的肉香味, 咸淡适中, 肉质嫩且有韧性
硬度	非常软或非常硬	比较软或者比较硬	稍软或者稍硬	硬度适中
弹性	无弹性	弹性较差	弹性一般	弹性良好

1.3.7 菊粉与玉米磷酸酯双淀粉保水保油性测定

分别测定不同温度下菊粉和玉米磷酸酯双淀粉的保水性。先将离心管在 80 °C 条件下干燥至恒重, 记录其质量。在 15 mL 离心管中加入 2-4 g 样品, 并加 10 mL 蒸馏水, 混匀后在水浴锅中按需要温度恒温 1 h, 以 3000 r/min (相对离心力 1580.6×g) 离心 20 min, 除去上清液, 记录此时离心管与内容物的质量, 之后将其在 80 °C 条件下干燥至恒重, 记录此时离心管及内容物质量^[15]。

$$\text{保水性} (\%) = \frac{m_b - m_c}{m_c - m_a} \times 100\%$$

式中: m_a 为干燥至恒重的离心管质量, g; m_b 为离心后除去上清液的离心管与内容物质量, g; m_c 为干燥至恒重后离心管及内容物的质量, g。

保油性测定参照乔一腾等^[16]人的方法, 并略作改进。分别测定不同温度下菊粉和玉米磷酸酯双淀粉的保油性。在 15 mL 离心管中加入 1 g 样品, 并加约 10 mL 大豆油, 并记录其质量。混匀后在水浴锅中按需要温度恒温 1 h, 以 2000 r/min (相对离心力 702.5×g) 离心 30 min, 记录上清液的质量。

$$\text{保油性} (\%) = \frac{m_e - m_f}{m_d} \times 100\%$$

式中: m_d 为样品质量, g; m_e 为加入的大豆油质量, g; m_f 为离心后上清液质量, g。

1.3.8 数据处理

质构特性、色泽、蒸煮损失和感官评价数据用 Origin8.0 进行统计分析, 方差分析采用 SPSS17.0 统计软件中的 ANOVA 分析, 多重比较采用 Duncan 法, 以 $P < 0.05$ 判断差异有显著性。

2 结果与讨论

2.1 菊粉以不同比例取代淀粉后对香肠蒸煮损失的影响

由图 1 可知, 菊粉取代玉米磷酸酯双淀粉后降低了香肠的蒸煮损失, 取代比例为 10% 时, 与对照组相比蒸煮损失由 1.52% 降至 0.45%, 降幅达 70.39%。之后又有所回升, 取代比为 30% 和 50% 时香肠的蒸煮损失分别为 0.55% (最高) 和 0.54%。取代比为 70% 时香肠的蒸煮损失为 0.45%, 与取代比为 10% 的相同,

菊粉完全取代淀粉时的蒸煮损失最低, 仅为 0.15%。说明用菊粉取代香肠中的玉米磷酸酯淀粉可以明显降低香肠的蒸煮损失。

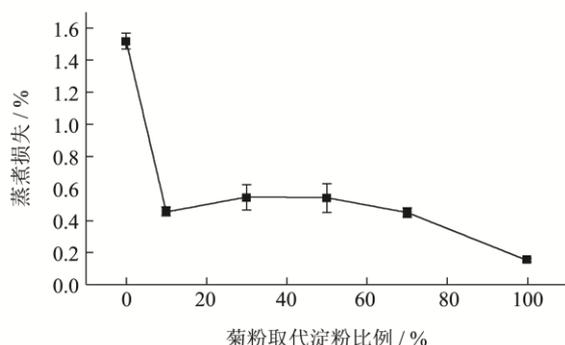


图 1 菊粉取代淀粉比例对香肠蒸煮损失的影响

Fig.1 Effect of inulin substitution ratio on the cooking loss rate of sausages

有研究表明, 香肠的蒸煮损失与其保水保油性有关^[17-19]。对菊粉和玉米磷酸酯双淀粉进行离心实验测定两者的保水性和保油性结果如表 3 所示: 在质量分数为 20%-80%之间, 当质量分数低于 50%时, 玉米磷酸酯双淀粉的保水性差异不显著 ($p>0.05$), 当质量分数高于 50%时, 其保水性随质量分数的增加而增强; 而菊粉的保水性在质量分数低于 60%时, 随质量分数

的增加而增强, 当质量分数在 60%~80%时, 保持稳定。随着质量分数的增加, 玉米磷酸酯双淀粉的保油性先增强再减弱, 质量分数为 60%时达到最大值; 菊粉的保油性在质量分数低于 70%时, 随质量分数的增加而增强, 之后保持稳定。总之, 菊粉的保水保油性强于玉米磷酸酯双淀粉, 这是因为对于玉米磷酸酯双淀粉, 其保水性机理为: 香肠中肉糜的持水性主要取决于蛋白质的作用, 在加热过程中, 蛋白质逐渐变性形成网络状结构的凝胶, 导致部分结合水流失, 玉米磷酸酯双淀粉的糊化温度高于蛋白质的变性温度, 随着温度的升高, 淀粉逐渐吸水溶胀, 之后糊化, 糊化后的淀粉将变性蛋白质流失的结合水吸收从而使其具有较好保水性。菊粉的保水性机理: 作为一种可溶性膳食纤维, 其化学结构中含有许多亲水基团, 从而具备较优异的保水性。另外有研究认为菊粉所形成的聚集在一起的相互作用的微晶网络结构可以吸附大量的水分^[20]。至于菊粉的保油性更强, 可能因为菊粉对大豆油的吸附作用强于玉米磷酸酯双淀粉。总之, 菊粉具备比玉米磷酸酯双淀粉更强的保水保油性, 从而使其对降低香肠蒸煮损失的作用更明显, 而香肠蒸煮损失的降低可以提高其出品率。

表 3 不同质量分数的玉米磷酸酯双淀粉和菊粉的保水性和保油性

Table 3 Water and oil retention of modified maize starch and inulin at different concentrations

特性	原料	质量分数/%						
		20	30	40	50	60	70	80
保水性	玉米磷酸酯双淀粉	80.64±1.86 ^d	82.45±0.11 ^d	79.52±2.07 ^d	82.14±2.21 ^d	121.06±1.93 ^c	153.59±3.29 ^b	173.36±4.83 ^a
	菊粉	79.02±6.69 ^d	91.73±2.08 ^c	101.09±6.61 ^{bc}	105.82±7.06 ^b	178.38±10.56 ^a	174.91±3.19 ^a	174.33±2.08 ^a
保油性	玉米磷酸酯双淀粉	88.31±1.19 ^c	93.55±0.69 ^b	93.31±5.47 ^b	97.83±2.57 ^{ab}	100.76±3.57 ^a	93.61±1.11 ^b	88.22±1.09 ^c
	菊粉	95.49±2.96 ^c	95.67±8.71 ^c	96.40±0.60 ^{bc}	98.07±0.40 ^{bc}	104.94±1.14 ^b	114.86±7.47 ^a	118.02±3.18 ^a

注: 表中所显示的数据为平均值±SE, 同行不同字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

2.2 菊粉以不同比例取代淀粉后对香肠质构特性的影响

表 4 菊粉取代比对香肠质构特性的影响

Table 4 Effect of inulin substitution ratio on textural properties of sausages

参数	菊粉替代淀粉比例/%					
	0	10	30	50	70	100
硬度/N	58.41±1.09 ^a	50.82±0.85 ^b	44.59±1.61 ^c	41.96±1.32 ^d	36.03±1.45 ^e	32.92±0.87 ^f
弹性/cm	0.74±0.01 ^a	0.68±0.08 ^a	0.67±0.03 ^a	0.69±0.04 ^a	0.72±0.03 ^a	0.70±0.07 ^a
凝聚性	0.52±0.08 ^a	0.33±0.06 ^b	0.37±0.03 ^b	0.40±0.03 ^b	0.50±0.06 ^a	0.32±0.06 ^b
咀嚼性/N cm	22.22±3.18 ^a	11.59±2.92 ^{bc}	11.23±1.35 ^{bc}	11.60±1.44 ^{bc}	13.08±2.32 ^b	7.42±2.11 ^c
黏着性/N S	0.83±0.10 ^c	2.50±0.27 ^a	1.45±0.18 ^b	1.81±0.26 ^b	0.53±0.03 ^c	1.49±0.27 ^b
胶着性/N	30.24±4.54 ^a	17.04±3.13 ^b	16.68±1.68 ^b	16.70±1.06 ^b	18.13±2.65 ^b	10.52±2.11 ^c
回复性	0.33±0.04 ^d	0.48±0.02 ^{ab}	0.35±0.06 ^{cd}	0.43±0.05 ^{bc}	0.37±0.02 ^{cd}	0.55±0.07 ^a

注: 表中所显示的数据为平均值±SE, 同行不同字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

由表 4 可知, 实验组与对照组相比: 弹性差异不显著 ($p>0.05$), 香肠的硬度随着菊粉取代比增加而降低, 咀嚼性和胶着性均降低, 变化趋势类似。实验组中, 取代比为 100% 的香肠的咀嚼性和胶着性均最小, 取代比为 70% 的香肠的咀嚼性最大, 胶着性除取代比为 100% 的香肠外, 其它实验组间差异不显著 ($p>0.05$); 除取代比为 70% 的香肠与对照组相比差异不显著 ($p>0.05$) 外, 其它组香肠的黏着性增强, 凝聚性降低, 取代比为 10% 的香肠黏着性最强; 实验组中, 回复性整体有所增强, 且取代比为 100% 的香肠回复性最强。

实验组香肠与对照组相比硬度降低, 可能因为香肠中的菊粉凝胶比淀粉凝胶更柔软, 因为菊粉可形成光滑细腻、脂肪般结构的凝胶^[21]。也可能与蛋白质: 脂肪: 水比例的变化有关, 该实验中由于香肠保水保油性的增加导致蛋白质: 脂肪: 水比例的变化, 而这一比例与肉制品的质构特性有必然联系。胶着性和咀嚼性是基于硬度的二次特性, 三者经常有类似的表现规律, 本实验的研究结果与之相符^[21]。咀嚼性的降低

可能是因为菊粉取代淀粉后使香肠的保水保油性得到提高, 肌肉蛋白与水形成交叉连接的相互作用降低, 香肠质地变得更加柔软, 从而更易于咀嚼, 但是否会改善香肠的口感, 由后面的感官评价结果确定。凝聚性降低可能因为菊粉取代玉米磷酸酯双淀粉后香肠内部各成分相互作用力减弱, 或许本实验所用玉米磷酸酯双淀粉凝胶对于增强香肠中各组分间相互作用力的能力强于菊粉凝胶。黏着性体现试样在其他物体表面的附着能力大小, 整体而言, 菊粉取代玉米磷酸酯双淀粉后使香肠附着能力增强。Nowak 等^[23]人认为黏着性和凝聚性是香肠处理过程中的重要参数, 尤其与香肠的切片性密切相关。两者的值过高会使香肠难以切割且使香肠具有不讨人喜欢的黏性, 菊粉取代淀粉后使香肠易于切割但是黏性增强。

2.3 菊粉以不同比例取代淀粉后对香肠色泽的影响

表 5 菊粉取代比对香肠色泽的影响

Table 5 Effect of inulin substitution ratio on color of sausages

指标	菊粉取代淀粉比例/%					
	0	10	30	50	70	100
ΔE^*_{ab}	0	1.44±0.05 ^c	1.45±0.01 ^c	2.01±0.06 ^b	1.39±0.08 ^c	3.01±0.03 ^a
L*	58.52±0.85 ^b	58.62±0.04 ^b	58.67±0.07 ^b	58.83±0.03 ^b	59.81±0.08 ^a	58.54±0.06 ^b
a*	20.11±0.4 ^a	19.02±0.04 ^c	19.19±0.04 ^c	19.13±0.04 ^c	19.64±0.04 ^b	17.99±0.08 ^d
b*	18.22±0.73 ^a	17.55±0.05 ^{bc}	17.12±0.04 ^c	16.50±0.05 ^d	18.00±0.03 ^{ab}	16.22±0.05 ^d

注: 表中所显示的数据为平均值±SE, 同行不同字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

表 6 菊粉和玉米磷酸酯双淀粉的色泽参数

Table 6 Color parameters of modified maize starch and inulin

色泽参数	原料	质量分数/%			
		20	30	40	50
L*	玉米磷酸酯双淀粉	62.82±4.05 ^{ab}	62.47±3.63 ^b	63.07±1.05 ^{ab}	68.38±1.28 ^a
	菊粉	65.23±2.12 ^a	75.33±3.13 ^a	74.86±9.36 ^a	72.72±8.23 ^a
a*	玉米磷酸酯双淀粉	-2.09±0.06 ^d	-1.83±0.09 ^c	-1.56±0.12 ^b	-1.34±0.05 ^a
	菊粉	-0.85±0.03 ^a	-1.03±0.09 ^a	-0.96±0.14 ^a	-0.97±0.14 ^a
b*	玉米磷酸酯双淀粉	-2.82±0.44 ^c	-1.73±0.213 ^b	1.92±0.04 ^a	2.35±0.26 ^a
	菊粉	0.15±0.03 ^d	0.59±0.04 ^c	1.89±0.06 ^b	2.18±0.16 ^a

注: 表中所显示的数据为平均值±SE, 同行不同字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

由表 5 可知, 取代比为 10%、30% 和 70% 的香肠的 ΔE^*_{ab} (总色差) 差异不显著 ($p>0.05$), 且接近对照组, 取代比为 100% 的香肠 ΔE^*_{ab} 最大, 取代比为 50% 的香肠次之。取代比为 70% 的香肠亮度强于对照组香肠, 其它四组香肠的亮度与对照组相比差异不显著 ($p>0.05$)。菊粉取代淀粉后使香肠的红色和黄色变

浅, 也就是偏绿和偏蓝。香肠的黄色从取代比 10% 到取代比 50% 逐渐变浅, 到 70% 又明显变深。取代比为 100% 的香肠红色和黄色都最浅。但是取代比为 70% 时, 香肠红色和黄色与对照组香肠的最为接近。

由表 6 可知在质量分数为 20%~50% 时菊粉凝胶比玉米磷酸酯双淀粉凝胶更亮, 但由于两者亮度相差

不大,且两者在香肠中含量相对较少,所以菊粉取代玉米磷酸酯双淀粉后对香肠亮度几乎无影响。当质量分数为20%~50%时,菊粉凝胶和玉米磷酸酯双淀粉凝胶均偏绿,但菊粉凝胶的红色变量值(a^*)大于玉米磷酸酯双淀粉。当浓度较低(20%~30%)时,玉米磷酸酯双淀粉凝胶偏蓝,菊粉凝胶偏黄;浓度略高(40%~50%)时两者均偏黄,且玉米磷酸酯双淀粉凝胶黄色比菊粉凝胶略深。实验组香肠红色变浅可能是由于菊粉取代淀粉后使香肠的保水保油性增加,肌红蛋白和红细胞色素浓度降低,而菊粉和淀粉凝胶在香肠中含量相对较少,两者凝胶色泽对香肠整体色泽的影响有限。而香肠的黄色变浅,一方面和香肠的保水保油性增加有关,另一方面,当菊粉凝胶浓度较高时其黄色要比玉米磷酸酯双淀粉凝胶的浅。不过也有研究认为,菊粉形成的白色半透明的凝胶使香肠的红色和黄色变浅^[24]。

2.4 菊粉以不同比例取代淀粉后对香肠感官

特性的影响

由表7可知,除口感、色泽和硬度外实验组的其他指标与对照组相比差异不显著($P>0.05$)。实验组香肠的口感好于对照组,这说明菊粉取代玉米磷酸酯双淀粉后降低了香肠的硬度和咀嚼性,使得香肠口感变得更加柔和细腻,嫩度更好。除取代比为100%的香肠色泽评分略低外,其他实验组香肠的色泽与对照组香肠差异不显($P>0.05$),这与色差计测定结果不吻合,或许是因为色泽的变化太小,人眼难以辨别。O'Sullivan等^[25]人认为这样的差异有很多原因,其中之一就是对产品评价的出发点不同,色差计仅对颜色进行点对点(point-to-point)的专门测量,而评价员考虑的是香肠色泽的整体特性;实验组香肠的硬度除取代比为10%的香肠外,其他组的硬度均低于对照组,且随着菊粉取代比的增加呈降低趋势,这与质构仪测定结果相吻合。评审组认为取代比为70%的香肠综合特性最好。

表7 感官评价结果

Table 7 Result of sensual evaluation

指标	菊粉取代淀粉比例/%					
	0	10	30	50	70	100
气味	8.40±0.97 ^a	7.70±1.49 ^a	8.10±0.99 ^a	7.90±1.79 ^a	8.00±0.94 ^a	8.30±0.82 ^a
外观	7.00±1.00 ^a	7.70±1.00 ^a	7.80±1.39 ^a	8.10±1.05 ^a	7.00±1.00 ^a	7.90±0.93 ^a
组织状态	7.10±1.45 ^a	7.60±1.07 ^a	7.30±1.49 ^a	7.60±1.90 ^a	6.70±1.64 ^a	7.30±1.16 ^a
色泽	7.80±1.27 ^a	7.90±0.90 ^a	8.00±1.04 ^a	7.90±1.31 ^a	7.80±0.98 ^a	6.75±1.22 ^b
口感	5.70±2.10 ^c	7.50±1.17 ^a	7.25±0.97 ^{ab}	7.60±1.93 ^a	7.80±1.03 ^a	6.10±1.24 ^{bc}
硬度	7.30±1.30 ^a	7.30±1.42 ^a	7.10±1.31 ^{ab}	6.60±1.00 ^{abc}	6.25±0.75 ^{bc}	5.75±0.97 ^c
弹性	7.00±0.67 ^a	7.20±1.03 ^a	7.60±0.97 ^a	7.40±1.26 ^a	6.90±1.10 ^a	7.50±1.43 ^a

注:表中所示的数据为平均值±SE,同行不同字母表示差异显著($P<0.05$)。

3 结论

3.1 与普通香肠相比,含菊粉香肠的硬度、咀嚼性、胶着性均降低,回复性增强,弹性差异不显著($p>0.05$);除菊粉对玉米磷酸酯双淀粉取代比为70%的香肠与普通香肠相比差异不显著($p>0.05$)外,其它组香肠的黏着性增强,凝聚性降低。含菊粉香肠的红色值(a^*)、黄色值(b^*)低于普通香肠,除菊粉对玉米磷酸酯双淀粉取代比为70%的香肠亮度增加外,其它各组香肠的亮度差异不显著($p>0.05$);当取代比为0%-70%时,各组香肠的色泽评分差异不显著($p>0.05$),含菊粉香肠的口感变好;菊粉的添加降低了香肠的蒸煮损失,增加其出品率。

3.2 综合各项分析,当菊粉取代玉米磷酸酯双淀粉的比例为70%时,香肠的综合评分最高。菊粉的加入不

仅提高了香肠的品质,改变了常见膳食纤维对品质所产生的劣化现象,还赋予了香肠特定的益生元功效。而关于其它链长的菊粉(长链和天然菊粉)取代淀粉对香肠品质的影响还有待进一步探索。

参考文献

- [1] Chi Z M, Zhang T, Cao T S, et al. Biotechnological potential of inulin for bioprocesses [J]. *Bioresource Technology*, 2011, 102(6): 4295-4303
 - [2] Bosscher D, Van Loo J, Franck A. Inulin and oligofructose as functional ingredients to improve bone mineralization [J]. *International Dairy Journal*, 2006, 16: 1092-1097
 - [3] 彭英云,郑清,张涛.菊粉的功能与利用[J].食品研究与开发,2012,33(10):236-240
- PENG Ying-yun, ZHENG Qing, ZHANG Tao. The function

- and utilization of inulin [J]. Food Research and Development, 2012, 33(10): 236-240
- [4] 魏凌云, 王建华, 郑晓冬, 等. 菊粉研究的回顾与展望[J]. 食品与发酵工业, 2005, 31(7): 81-85
WEI Ling-yun, WANG Jian-hua, ZHENG Xiao-dong, et al. Review and prospects of the inulin research [J]. Food and Fermentation Industries, 2005, 31(7): 81-85
- [5] Huang S C, Tsai Y F, Chen C M. Effects of wheat fiber, oat fiber, and inulin on sensory and physico-chemical properties of Chinese-style sausages [J]. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2011, 24(6): 875-880.
- [6] Menegas L Z, Pimentel T C, Garcia S, et al. Dry-fermented chicken sausage produced with inulin and corn oil: Physicochemical, microbiological, and textural characteristics and acceptability during storage [J]. Meat Science, 2013, 93(3): 501-506.
- [7] Tomaschunas M, Zörb R, Fischer J, et al. Changes in sensory properties and consumer acceptance of reduced fat pork Lyon-style and liver sausages containing inulin and citrus fiber as fat replacers [J]. Meat Science, 2013, 95(3): 629-640.
- [8] Keenan D F, Resconi V C, Kery J P, et al. Modelling the influence of inulin as a fat substitute in comminuted meat products on their physico-chemical characteristics and eating quality using a mixture design approach [J]. Meat Science, 2014, 96(3): 1384-1394.
- [9] Mendoza E, Garcia M L, Casas C, et al. Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages [J]. Meat Science, 2001, 57(4): 387-393.
- [10] 王海滨, 黄梅香. 一种低钠盐火腿肠及其制备方法: 中国, 201110031219.4[P]. 2013-03-13
WANG Hai-bin, HUANG Mei-xiang. Production methods of a low sodium salt ham sausage: China, 201110031219.4 [P]. 2013-03-13
- [11] GB/T2760-2011, 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2011
- [12] GB/T2760-2011, National food safety standards – standards for uses of food additives [s]. Beijing: Standards Press of China, 2011
- [13] 罗飞. 利用 TPA 模式测试不同类型火腿肠的质构特性[J]. 肉类研究, 2004, 4: 39-41
LUO Fei. Using TPA mode to testing the structural traits of the different kind of ham sausages [J]. Meat Research, 2004, 4: 39-41
- [14] 徐宝才, 孙建清, 周辉, 等. 原料肉组成对低温乳化香肠质构特性的影响及其配方优化[J]. 南京农业大学学报, 2011, 34(4): 111-116
XU Bao-cai, SUN Jian-qing, ZHOU Hui, et al. Effect of raw meat composition on textural properties of low temperature emulsified sausage and its proportion optimization [J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2011, 34(4): 111-116
- [15] 张立栋. 功能性发酵香肠工艺技术的研究[D]. 天津: 天津商业大学, 2009
ZHANG Li-dong. Study on processing technology of functional fermented sausage [D]. Tianjin: Tianjin University of Commerce, 2009
- [16] 许威. 菊粉物化特性的研究[D]. 洛阳: 河南科技大学, 2012
XU Wei. Study on physicochemical properties of inulin [D]. Luoyang: Henan University of Science and Technology, 2012
- [17] 乔一腾, 司玉慧, 盖国胜, 等. 超微粉碎对大豆分离蛋白功能性质的影响[J]. 中国食品学报, 2012, 12(9): 57-61
QIAO Yi-teng, SI Yu-hui, GAI Guo-sheng, et al. Effect of ultrafine comminution on functional properties of soybean protein isolate [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2012, 12(9): 57-61
- [18] Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J, et al. Effect of added citrus fibre and spice essential oils on quality characteristics and shelf-life of mortadella [J]. Meat Science, 2010, 85(3): 568-576
- [19] Sánchez-Zapata E, Muñoz C M, Fuentes E, et al. Effect of tiger nut fibre on quality characteristics of pork burger [J]. Meat Science, 2010, 85(1): 70-76
- [20] Piñero M P, Parra K, Huerta-Leidenz N, et al. Effect of oat's soluble fibre (β -glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties [J]. Meat Science, 2008, 80(3): 675-680
- [21] Bot A, Erle U, Vreeker R, et al. Influence of crystallisation conditions on the large deformation rheology of inulin gels [J]. Food Hydrocolloids, 2004, 18(4): 547-556
- [22] Kip P, Meyer D, Jellema R H. Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts [J]. International Dairy Journal, 2006, 16(9): 1098-1103
- [23] Selgas M D, Cáceres E, García M L. Long-chain soluble dietary fibre as functional ingredient in cooked meat sausages [J]. Food Science and Technology International, 2005, 11(1): 41-47
- [24] Nowak B, Von Mueffling T, Grotheer J, et al. Energy Content, Sensory Properties, and Microbiological Shelf Life of German Bologna - Type Sausages Produced with Citrate or Phosphate and with Inulin as Fat Replacer [J]. Journal of

- Food Science, 2007, 72(9): S629-S638
- [25] Cáceres E, García M L, Toro J, et al. The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages [J]. Meat Science, 2004, 68(1): 87-96
- [26] O'Sullivan M G, Byrne D V, Martens H, et al. Evaluation of pork colour: prediction of visual sensory quality of meat from instrumental and computer vision methods of colour analysis [J]. Meat Science, 2003, 65(2): 909-918

现代食品科技