

不同玉米油凝胶作为火腿肠中脂肪替代品

王颂博¹, 马传国¹, 司天雷^{2,3}, 陈小威¹

(1. 河南工业大学 粮油食品学院, 郑州 450001; 2. 小麦和玉米深加工国家工程实验室, 郑州 450001;
3. 国家粮食局粮油食品工程技术研究中心, 郑州 450001)

摘要:在火腿肠中分别以不同油凝胶部分替代动物脂肪, 对其质构、保水性、流变特性、色泽、pH、乳化稳定性以及感官品质进行测定, 评价油凝胶对火腿肠品质的影响, 以得到更适合添加在火腿肠中的油凝胶。结果表明: 在50%的脂肪替代量下, 火腿肠硬度值显著下降, 其中乙基纤维素油凝胶处理组具有最高的硬度值, 但与对照组相比, 其硬度下降49.60%; 单甘酯油凝胶处理组保水性最弱, 除单甘酯、单甘酯/ β -谷甾醇油凝胶处理组外, 其他油凝胶处理组保水性与对照组无显著差异; 单甘酯/ β -谷甾醇油凝胶处理组降低了样品的黄度值, 其他油凝胶处理组提高了火腿肠的亮度值及黄度值, 降低了红度值及pH; 动态流变过程中, 部分油凝胶处理组减小了肉糜加热过程中的储能模量, 到最终加热温度时, 单甘酯、 β -谷甾醇/ γ -谷维素、单甘酯+ β -谷甾醇/ γ -谷维素油凝胶处理组具有与对照组相似的储能模量; 蜂蜡油凝胶处理组乳化稳定性最差, 总汁液损失率为4.28%, 水分损失率为3.51%; 感官评价方面, 蜂蜡、乙基纤维素、 β -谷甾醇/ γ -谷维素、单甘酯+ β -谷甾醇/ γ -谷维素油凝胶处理组具有总体相对较高的感官得分。在实验条件下, β -谷甾醇/ γ -谷维素、单甘酯+ β -谷甾醇/ γ -谷维素油凝胶更适合作为火腿肠中脂肪替代品。

关键词:油凝胶; 脂肪; 火腿肠; 替代品

中图分类号: TS225.6; TS251.6+5 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2021)07-0121-06

Different corn oil gel as a substitute for ham sausage fat

WANG Songbo¹, MA Chuanguo¹, SI Tianlei^{2,3}, CHEN Xiaowei¹

(1. College of Food Science and Technology, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China;
2. National Engineering Laboratory for Wheat and Corn Further Processing, Zhengzhou 450001, China;
3. Grain and Oil Food Engineering Technology Research Center, State Administration of Grain, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: Different oleogels were used to replace animal fats in ham sausage, and their texture, water holding capacity, rheology, color, pH, emulsion stability and sensory quality were measured. The influence of oleogels on the quality of ham sausage were evaluated so as to obtain the more suitable oleogels for adding in ham sausage. The results showed that the hardness of ham sausages decreased significantly with 50% fat replacement. The hardness of ethyl cellulose oleogel treatment group was the highest, but it decreased by 49.60% compared with the control group. Monoglyceride oleogel treatment group had the weakest water holding capacity. Except for the monoglyceride oleogel and monoglyceride/ β -sitosterol oleogel treatment groups, there was no significant difference in water holding capacity between the oleogel treatment groups and the control group. The monoglyceride/ β -sitosterol oleogel

treatment group reduced the yellowness value of the sample, and the other oleogel treatment groups increased the brightness and yellowness value of the ham sausage, and lowered the redness value and pH. In the dynamic rheological process, part of the oleogel treatment groups reduced the storage modulus during the heating

收稿日期: 2020-10-02; 修回日期: 2021-03-24

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(31972110); “十三五”国家重点研发计划项目(2018YFD0401102)

作者简介: 王颂博(1996), 男, 硕士研究生, 研究方向为油脂化学与品质(E-mail) wang_199678@163.com。

通信作者: 司天雷, 讲师, 博士(E-mail) stlhaut@163.com。

process of the meat emulsion, and when the final heating temperature was reached, the monoglyceride, β -sitosterol/ γ -oryzanol, monoglyceride + β -sitosterol/ γ -oryzanol oleogel treatment groups had the storage modulus similar to the control group. The beeswax oleogel treatment group had the worst emulsion stability, with a total juice loss of 4.28% and a water loss of 3.51%. In terms of sensory evaluation, beeswax, ethyl cellulose, β -sitosterol/ γ -oryzanol, monoglyceride + β -sitosterol/ γ -oryzanol oleogel treatment groups had relatively high sensory scores. In this study, β -sitosterol/ γ -oryzanol and monoglyceride + β -sitosterol/ γ -oryzanol oleogel were more suitable as fat substitutes in ham sausage.

Key words: oleogels; fat; ham sausage; substitute

我国是肉制品生产大国,肉类制品在人们饮食结构中占有重要地位。火腿肠作为我国肉制品中的主要品种,因其具有独特的质地、良好的口感以及携带食用方便快捷等优点而深受人们喜爱。目前,火腿肠产量已占我国整个肉制品产量的1/3^[1]。火腿肠主要由水、脂肪、蛋白质、碳水化合物组成,同时还含有多种维生素以及矿物质等营养成分。脂肪作为火腿肠中非常重要的成分之一,可以为其提供独特的口感、风味、多汁性等^[2-4]。但是,目前火腿肠生产过程中所使用的脂肪原料多为猪肥膘、鸡皮等动物脂肪,其中含有大量的饱和脂肪酸(SFA)以及少量的反式脂肪酸(TFA)。对20种市售火腿肠中脂肪调研结果表明,其脂肪含量为9%左右,最高为13.75%,脂肪酸组成中很大一部分为饱和脂肪酸,且均含有反式脂肪酸^[5]。研究表明,过量摄入饱和脂肪酸会对心血管健康造成负面影响^[6]。随着经济的发展、人们对食品成分与健康关系的认知以及生活水平的提高,通过营养促进健康已经成为消费者的追求并作为一些国家公共卫生计划中越来越重要的目标^[7]。油凝胶通过凝胶剂将液态植物油固定或限制在热可逆的三维网络中,从而使其具有一定的结构和功能性。目前,根据不同的组成及堆积形式可将油凝胶分为5种类型,分别为结晶颗粒、结晶纤维、聚合物链、颗粒填充网络和液体结晶相^[8]。不同类型的油凝胶可在巧克力、饼干、汉堡等食品中部分替代脂肪而不显著影响其品质,且可提高其营养价值^[9-11]。然而,油凝胶的性质受凝胶剂种类、脂肪酸组成等影响^[12],且不同类型的油凝胶应用于同一食品也可能产生不同的效果,因此本研究以具有不同凝胶机制的蜂蜡(结晶颗粒)、单甘酯(结晶颗粒)、乙基纤维素(聚合物链)、甾醇/谷维素(结晶纤维)等作为凝胶剂制备玉米油凝胶并部分替代火腿肠中的动物脂肪,对火腿肠品质进行分析,以期生产更健康的火腿肠及食品专用脂质的研发提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

玉米油、猪里脊肉、猪板油、白砂糖、食盐、淀粉、味精、白胡椒粉、大料粉、猪肉香精、塑料肠衣,市售;大豆分离蛋白,临沂山松生物制品有限公司;复合磷酸盐,河南恩苗食品有限公司; β -谷甾醇(纯度>75%)、 γ -谷维素(纯度 \geq 99%)、单甘酯(纯度 \geq 90%),麦克林生化科技有限公司;蜂蜡(纯度 \geq 95%),东光县东泰蜡制品厂;乙基纤维素(纯度>99%),湖北远成生物科技有限公司。

AUY-220型电子分析天平,日本Shimadzu公司;DF-101Z集热式恒温加热磁力搅拌器,巩义市京华仪器责任有限公司;TA-XT Plus质构仪,英国Stable Micro Systems公司;Rheostress60型哈克流变仪,美国赛默飞世尔科技有限公司;TG16-WS离心机,湖南湘仪实验室仪器开发有限公司;FW-100高速万能粉碎机,北京市永光明医疗仪器有限公司;CR-410彩色色差计,日本柯尼卡美能达公司。

1.2 实验方法

1.2.1 油凝胶的制备

按质量分数为10%分别称取凝胶剂单甘酯(MG)、 β -谷甾醇(Sit)/ γ -谷维素(Ory)(质量比4:6)、蜂蜡、单甘酯/ β -谷甾醇(质量比5:5)、单甘酯+ β -谷甾醇/ γ -谷维素(质量比5:2:3)、乙基纤维素(EC)于玉米油中,在90℃(乙基纤维素在170℃)、磁力搅拌下加热30 min,确保凝胶剂完全溶解,然后冷却至室温,储存于4℃冰箱中备用。

1.2.2 火腿肠的制作

火腿肠基础配方:猪里脊肉88 g,淀粉16 g,大豆分离蛋白12 g,食盐4 g,白砂糖2 g,味精0.4 g,复合磷酸盐0.6 g,冰水40 g,白胡椒粉0.36 g,大料粉0.16 g,猪肉香精0.48 g。对照组,猪板油36 g;处理组,猪板油18 g+油凝胶18 g。

火腿肠制作工艺:原料肉→绞肉→斩拌→灌装→蒸煮→冷却→成品。

火腿肠制作操作要点:①绞肉。将新鲜猪里脊肉剔除可见的脂肪和结缔组织,与猪板油分别用6 mm孔板绞肉机绞制。②斩拌。先将绞制的肉与食盐、复合磷酸盐、味精、白砂糖等辅料混匀,与1/3冰水加入粉碎机斩拌15 s,再加入淀粉和大豆分离蛋白以及1/3冰水再次斩拌15 s,最后添加猪板油、油凝胶、香辛料及1/3冰水斩拌至肉泥光亮均匀细腻。③灌装。将肉糜用手动灌肠器小心灌入直径为25 mm的塑料肠衣中,避免气泡,肠体饱满,结扎。④蒸煮、冷却。将灌装好的火腿肠放入沸水中煮制50 min,用水喷淋冷却,放入4℃冰箱储存备用。

1.2.3 火腿肠品质分析

1.2.3.1 质构测定(TPA)

对所制备的火腿肠进行质构测定。样品规格:高11 mm,直径25 mm。测定条件:P50探头;测前、测中和测后速率分别为2.0、0.8、0.8 mm/s;测定间隔时间5 s;压缩比75%,触发力5 g;测定环境温度25℃。

1.2.3.2 保水性测定

用刀将火腿肠切成1 cm³的小方块并称质量(记为 m_1 ,精确到0.001 g)。将称量的火腿肠小方块置于离心管中,在25℃、4 000×g下离心15 min,取出火腿肠,用滤纸将其表面的水分吸干,称其质量(记为 m_2)。按下式计算保水性(R)。

$$R = m_2/m_1 \times 100\% \quad (1)$$

1.2.3.3 色泽测定

采用色差计对火腿肠横截面色泽进行测定。测

定光源为D65,以标准白板进行标定。测定结果以亮度值(L^*)、红度值(a^*)和黄度值(b^*)表示。

1.2.3.4 乳化稳定性测定

称取按1.2.2方法斩拌好的肉糜(质量为 m_1)于50 mL离心管(质量为 m_0)中,在3 000 r/min下离心5 min,驱除肉糜中的气泡;然后在75℃水浴中加热30 min,取出后将离心管倒置在预先称重的表面皿(质量为 m_2)中1 h,称量肉糜和离心管总质量(m_3);将装有汁液的表面皿在105℃下干燥直至质量达到恒重(总质量为 m_4)。按照以下公式计算总汁液损失率(Y_0)、水分损失率(Y_1)和脂肪损失率(Y_2)。

$$Y_0 = (m_0 + m_1 - m_3)/m_1 \times 100\% \quad (2)$$

$$Y_1 = [(m_0 + m_1 + m_2) - (m_3 + m_4)]/m_1 \times 100\% \quad (3)$$

$$Y_2 = (m_4 - m_2)/(m_0 + m_1 - m_3) \times 100\% \quad (4)$$

1.2.3.5 动态流变特性测定

将按1.2.2方法斩拌好的肉糜作为样品测定其动态流变特性。测试参数:选取40 mm平板,在双层隔板间加入肉糜样品,夹缝1 mm,应变2%,频率0.1 Hz;样品以2℃/min的速度采用温度扫描程序由20℃升至80℃。

1.2.3.6 感官评价

由20名经培训具有感官评定经验的食品专业学生组成感官评价小组,对样品的外观、色泽、风味、组织状态、口感5个感官指标进行评价,每次评价前均用纯净水漱口。感官评价标准见表1。

表1 感官评价指标、评价方法和标准

指标	评价方法	评分标准	分值
外观	观察切面是否光滑均匀,有无气孔、渗水渗油现象	切面光滑且基本无气孔,无渗水渗油现象	11~15
		有少许气孔,略有渗水渗油现象	6~10
		气孔大且多,有渗水渗油现象	1~5
色泽	观察是否具有产品固有色泽,是否出现褪色、变色	具固有颜色,光泽度高	11~15
		颜色浅,光泽度低	6~10
		颜色暗淡,无光泽	1~5
风味	品尝咸淡、肉香味浓郁程度,是否有异味	鲜香可口,香味浓郁,无异味	11~15
		香味一般,无异味	6~10
		香味较淡或有异味	1~5
组织状态	观察组织紧密程度以及切面是否有气泡	组织紧密,无气泡或仅少量气泡	11~15
		组织较为紧密,有部分气泡	6~10
		组织松散,有大量气泡	1~5
口感	品尝有无颗粒感,是否有弹性,硬度是否适中	无颗粒感,弹性好,硬度适中	11~15
		有颗粒感,弹性一般,硬度较差	6~10
		有明显颗粒感,弹性差,硬度差	1~5

1.2.4 数据统计与分析

各样品处理重复测定3次,实验数据以“ $x \pm s$ ”

表示,采用SPSS26.0统计软件进行分析,应用方差分析(ANOVA)进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同凝胶剂制备的油凝胶对火腿肠质构特性

表 2 不同油凝胶部分替代脂肪制备的火腿肠的质构特性

样品	硬度/g	黏着性	内聚性	弹性/%	咀嚼性/g
对照	26 756.98 ± 575.16 ^a	-185.99 ± 2.71 ^b	0.41 ± 0.01 ^a	73.76 ± 1.34 ^b	8 508.07 ± 365.86 ^a
EC	13 486.16 ± 355.26 ^b	-417.07 ± 175.54 ^a	0.23 ± 0.00 ^{bc}	71.40 ± 5.29 ^{bc}	2 196.12 ± 219.34 ^b
蜂蜡	10 153.50 ± 657.98 ^c	-315.70 ± 24.19 ^{ab}	0.26 ± 0.03 ^b	63.31 ± 2.72 ^{cd}	1 740.89 ± 71.88 ^{bc}
Sit/Ory	9 898.43 ± 555.30 ^c	-331.33 ± 68.03 ^a	0.22 ± 0.01 ^{bc}	70.17 ± 5.90 ^{bc}	1 663.59 ± 87.91 ^c
MG/Sit	9 050.09 ± 153.10 ^{cd}	-47.12 ± 10.45 ^c	0.25 ± 0.01 ^b	86.30 ± 4.05 ^a	1 912.99 ± 127.78 ^{bc}
MG + Sit/Ory	7 909.16 ± 182.63 ^{de}	-44.99 ± 2.44 ^c	0.25 ± 0.01 ^b	84.96 ± 2.88 ^a	1 603.19 ± 34.41 ^c
MG	7 137.75 ± 60.47 ^e	-319.72 ± 57.77 ^{ab}	0.18 ± 0.04 ^c	57.39 ± 4.02 ^d	989.55 ± 33.32 ^d

注:同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。下同

由表 2 可知,对照组猪脂肪火腿肠的硬度、内聚性、咀嚼性显著大于油凝胶处理组。其中:在油凝胶处理组的硬度方面,单甘酯油凝胶处理组具有最低值,乙基纤维素油凝胶处理组具有最高值,与对照组相比,其硬度分别下降 73.32% 及 49.60%;在内聚性方面,单甘酯油凝胶处理组同样具有最低值,与对照组相比,降低 56.10%,而其他油凝胶处理组间无显著差异;在咀嚼性方面,油凝胶处理组间表现出显著差异,具有最低值的单甘酯油凝胶处理组咀嚼性只达到对照组的 11.63%。由乙基纤维素油凝胶、 β -谷甾醇/ γ -谷维素油凝胶制备的火腿肠其弹性与对照组无显著差异,而由单甘酯/ β -谷甾醇油凝胶制备的火腿肠具有最高的弹性。研究表明,油凝胶替代脂肪会导致肉制品质构特性下降^[13-15]。本研究中,在相同的脂肪替代量下,采用不同凝胶机制的油凝胶替代脂肪对火腿肠的质构特性影响也具有显著差异。单甘酯以结晶颗粒的方式,通过弱氢键作用形成环状结晶网络^[16],从而阻止了液体油的流动,形成相对较弱的油凝胶,其替代脂肪制备的火腿肠在所有样品中也具有最低的质构特性值;而如蜂蜡通过将正构烷烃或蜡酯改变为微晶片^[17], β -谷甾醇/ γ -谷维素通过自

的影响(见表 2)

组装形成纤维网络构建的油凝胶均具有较强的质构特性^[18],它们在火腿肠中也能相对更好地替代脂肪,形成与对照组火腿肠更接近的质构特性。

2.2 不同凝胶剂制备的油凝胶对火腿肠保水性的影响(见图 1)

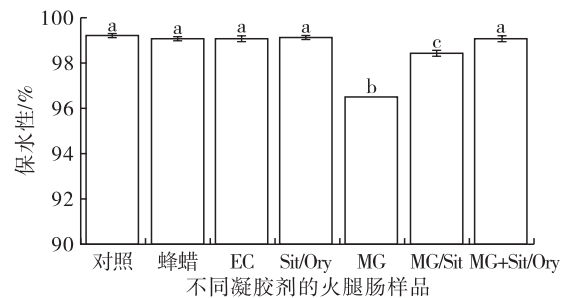


图 1 不同油凝胶部分替代脂肪制备的火腿肠保水性

由图 1 可知,单甘酯油凝胶处理组及单甘酯/ β -谷甾醇油凝胶处理组火腿肠的保水性较低,分别为 96.5% 和 98.4%,其他油凝胶处理组与对照组火腿肠在保水性方面没有显著差异。这可能与单甘酯形成的较弱的凝胶结构有关,使其产品不能较好地保留水分。

2.3 不同凝胶剂制备的油凝胶对火腿肠色泽的影响(见表 3)

表 3 不同油凝胶部分替代脂肪制备的火腿肠色泽及 pH

样品	L^*	a^*	b^*	pH
对照	75.60 ± 0.13 ^f	10.47 ± 0.16 ^a	11.36 ± 0.12 ^d	6.41 ± 0.01 ^a
蜂蜡	78.63 ± 0.16 ^a	7.74 ± 0.19 ^b	12.84 ± 0.02 ^b	6.27 ± 0.01 ^{ab}
EC	77.38 ± 0.08 ^{bc}	6.82 ± 0.16 ^d	13.36 ± 0.14 ^a	6.23 ± 0.01 ^{bc}
Sit/Ory	77.54 ± 0.30 ^b	7.39 ± 0.13 ^c	12.86 ± 0.27 ^b	6.30 ± 0.03 ^{ab}
MG	77.06 ± 0.28 ^{cd}	7.32 ± 0.16 ^c	12.18 ± 0.32 ^c	6.20 ± 0.00 ^{bc}
MG/Sit	76.54 ± 0.26 ^c	6.82 ± 0.18 ^d	10.02 ± 0.18 ^e	6.00 ± 0.01 ^d
MG + Sit/Ory	76.78 ± 0.15 ^{de}	6.64 ± 0.17 ^d	12.38 ± 0.20 ^c	6.14 ± 0.03 ^c

由表 3 可知,油凝胶部分替代脂肪对火腿肠的色泽影响显著。在所有处理组中,对照组火腿肠具有最低的亮度值以及最高的红度值,所有的油凝胶

处理组均显著提高了火腿肠的亮度,并且以蜂蜡油凝胶处理组的亮度值最高,这可能与蜂蜡自身的色泽有关。此外,用油凝胶部分替代脂肪对火腿肠黄

度值同样具有显著影响,由于玉米油本身的黄色,所有油凝胶处理组与对照组相比均有更高的黄度值(除单甘酯/ β -谷甾醇油凝胶处理组)。在火腿肠pH方面,对照组与蜂蜡、 β -谷甾醇/ γ -谷维素油凝胶处理组制备的火腿肠无显著差异,其他油凝胶处理

组pH均显著降低。这些结果可能是由于凝胶剂混合物与猪脂肪相比呈酸性所致。这对于开发抑制微生物生长的安全产品也可能具有重要意义。

2.4 不同凝胶剂制备的油凝胶对火腿肠乳化稳定性的影响(见表4)

表4 不同油凝胶部分替代脂肪制备的火腿肠的乳化稳定性

样品	总汁液损失率	水分损失率	脂肪损失率
对照	1.98 ± 0.25 ^{bc}	1.62 ± 0.20 ^{bcd}	18.11 ± 0.20 ^a
蜂蜡	4.28 ± 0.57 ^a	3.51 ± 0.44 ^a	17.81 ± 0.67 ^a
EC	1.50 ± 0.16 ^c	1.22 ± 0.11 ^c	18.48 ± 1.26 ^a
Sit/Ory	1.56 ± 0.37 ^c	1.34 ± 0.36 ^{cd}	14.83 ± 2.91 ^{ab}
MG	2.45 ± 0.44 ^{bc}	1.99 ± 0.39 ^{bcd}	19.30 ± 1.40 ^a
MG/Sit	3.06 ± 0.07 ^b	2.58 ± 0.03 ^b	15.65 ± 0.84 ^{ab}
MG + Sit/Ory	2.58 ± 0.04 ^{bc}	2.26 ± 0.05 ^{bc}	12.27 ± 0.65 ^b

由表4可知,乙基纤维素、 β -谷甾醇/ γ -谷维素、单甘酯、单甘酯/ β -谷甾醇、单甘酯+ β -谷甾醇/ γ -谷维素油凝胶处理组与对照组火腿肠在总汁液损失以及水分损失率方面无显著差异,总汁液损失率为1.50%~3.06%,水分损失率为1.22%~2.58%。蜂蜡油凝胶处理组具有最高的总汁液损失及水分损失率,分别为4.28%和3.51%。在脂肪损失率方面,单甘酯+ β -谷甾醇/ γ -谷维素油凝胶处理组具有最低的脂肪损失率(12.27%),其他处理组与对照组无显著差异。结果表明,除蜂蜡油凝胶处理组外,其他油凝胶处理组均具有与对照组相似的肉糜乳化稳定性,在50%油凝胶替代比例下,不会破坏肉糜热稳定性。

2.5 不同凝胶剂制备的油凝胶对火腿肠流变特性的影响(见图2)

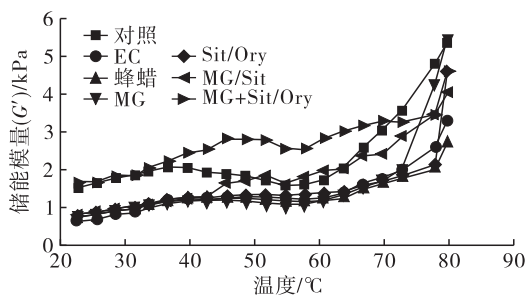


图2 不同油凝胶部分替代脂肪制备的肉糜储能模量

动态流变学分析有助于研究肉制品加工过程中蛋白质的功能特性和凝胶形成过程,而该过程是形成良好质构的基础。由图2可知:对照组肉糜在初始加热后, G' 快速增加,这表明开始形成凝胶或者具有弹性蛋白质网络结构的初步形成;然后, G' 随着加热逐步降低,在50~60℃间出现最低点, G' 的暂时性降低是由于肌球蛋白的尾部发生变性,主要涉及非共价键的解离与分子间暂时的交互作用从而增加

了肌肉蛋白的移动性;随后继续加热到80℃, G' 呈现持续增加的趋势,这是由于疏水基团的形成和二硫键的相互作用增加了蛋白质聚集体的交互作用,形成了良好的丝状结构,这表明肉糜由黏性溶胶状态向弹性凝胶网络结构的转变^[19]。添加了油凝胶的肉糜 G' 的变化规律与对照组肉糜相似。在整个加热过程中,除了单甘酯/ β -谷甾醇、单甘酯+ β -谷甾醇/ γ -谷维素油凝胶处理组外,其他油凝胶处理组肉糜的 G' 比对照组肉糜低,表明添加油凝胶的肉糜具有较小的刚性和弹性,其最终产品硬度值显著下降也证明了这一变化,这可能是由于添加油凝胶降低了肉糜盐溶蛋白的溶出,影响了蛋白质凝胶网络和基质的形成。并且,其在谷值附近下降程度较低,原因可能是添加了油凝胶的肉糜肌球蛋白变性程度较低,影响了共价键的解离等因素,导致其 G' 降低程度较低。在最终温度达到80℃时,单甘酯、 β -谷甾醇/ γ -谷维素、单甘酯+ β -谷甾醇/ γ -谷维素油凝胶处理组具有与对照组相似的储能模量。

2.6 不同凝胶剂制备的油凝胶对火腿肠感官特性的影响(见图3)

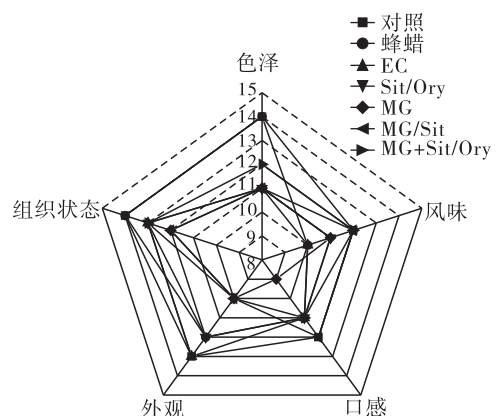


图3 不同油凝胶部分替代脂肪制备的火腿肠感官评价

由图3可知,对照组样品在各感官评价指标中均具有较高得分。在色泽方面,蜂蜡油凝胶处理组得分为14.00,具有与对照组样品最接近的色泽。外观上,乙基纤维素油凝胶处理组与对照组相似度最高,得分约为13.00;其次为蜂蜡、 β -谷甾醇/ γ -谷甾醇油凝胶处理组,得分约为12.00,此时产品切面较为光滑,无渗水渗油现象;单甘酯、单甘酯/ β -谷甾醇、单甘酯+ β -谷甾醇/ γ -谷甾醇油凝胶处理组在外观方面得分较低,有少量渗油现象。口感方面,单甘酯油凝胶处理组具有最低的得分,弹性及硬度较差,其他油凝胶处理组与对照组差距较小。在风味方面,各油凝胶处理组与对照组差异较小,乙基纤维素、蜂蜡油凝胶处理组具有相对较低的得分。组织状态方面,蜂蜡油凝胶处理组得分较高,组织紧密,仅有少量气泡,单甘酯/ β -谷甾醇油凝胶处理组得分较低,组织较松散。综合各感官指标分析,蜂蜡、乙基纤维素、 β -谷甾醇/ γ -谷甾醇、单甘酯+ β -谷甾醇/ γ -谷甾醇油凝胶处理组具有总体相对较好的感官得分。

3 结论

通过对火腿肠质构、保水性、色泽、流变特性、感官品质等进行测定,对比了6种油凝胶在相同脂肪替代量下对火腿肠品质的影响。结果表明,总体上油凝胶替代脂肪会显著降低火腿肠的硬度、咀嚼性,提高亮度值及黄度值,略微降低红度值及pH。除单甘酯、单甘酯/ β -谷甾醇油凝胶处理组具有较低保水性,蜂蜡油凝胶处理组具有较差的乳化稳定性外,其他油凝胶处理组与对照组差异较小。感官评价方面,蜂蜡、乙基纤维素、 β -谷甾醇/ γ -谷甾醇、单甘酯+ β -谷甾醇/ γ -谷甾醇油凝胶处理组得分较高。因此,在所选油凝胶中, β -谷甾醇/ γ -谷甾醇、单甘酯+ β -谷甾醇/ γ -谷甾醇油凝胶可能更适合作为火腿肠中脂肪替代品。

参考文献:

- [1] 何立超,李成梁,马素敏,等. 辐照对猪肉火腿肠风味与品质的影响[J]. 食品科学,2017,38(9):34-39.
- [2] MORA-GALLEGO H, SERRA X, GUÀRDIA M D, et al. Effect of the type of fat on the physicochemical, instrumental and sensory characteristics of reduced fat non-acid fermented sausages[J]. Meat Sci, 2013, 93(3):668-674.
- [3] ZETZL A K, MARANGONI A G, BARBUT S. Mechanical properties of ethylcellulose oleogels and their potential for saturated fat reduction in frankfurters[J]. Food Funct, 2012, 3(3):327-337.
- [4] FRANCO D, MARTINS A J, LÓPEZ-PEDROUSO M, et al. Evaluation of linseed oil oleogels to partially replace pork backfat in fermented sausages[J]. J Sci Food Agric, 2020, 100:218-224.
- [5] 胡明明,牛跃庭,季敏,等. 市售火腿肠中油脂调研[J]. 粮食与油脂, 2017, 26(12):78-80.
- [6] MUGUERZA E, FISTA G, ANSOARENA D. Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages[J]. Meat Sci, 2002, 61(4):397-404.
- [7] MARTINS A J, VICENTE A A, CUNHA R L, et al. Edible oleogels: an opportunity for fat replacement in foods[J]. Food Funct, 2018, 9(2):758-773.
- [8] DAVIDOVICH-PINHAS M, BARBUT S, MARANGONI A G. Development, characterization, and utilization of food-grade polymer oleogels[J]. Annu Rev Food Sci Technol, 2016, 7(1):65-91.
- [9] LI L L, LIU G Q. Corn oil-based oleogels with different gelation mechanisms as novel cocoa butter alternatives in dark chocolate[J]. J Food Eng, 2019, 263:114-122.
- [10] MOGHATADEI M, SOLTANIZADEH N, GOLI S A H. Production of sesame oil oleogels based on beeswax and application as partial substitutes of animal fat in beef burger[J]. Food Res Int, 2018, 108:368-377.
- [11] JANG A, BAE W, HWANG H S, et al. Evaluation of canola oil oleogels with candelilla wax as an alternative to shortening in baked goods[J]. Food Chem, 2015, 187:525-529.
- [12] YANG S, ZHU M, WANG N, et al. Influence of oil type on characteristics of β -sitosterol and stearic acid based oleogel[J]. Food Biophys, 2018, 13(4):1-12.
- [13] WANG X X, XIE Y Y, LI X M, et al. Effects of partial replacement of pork back fat by a camellia oil gel on certain quality characteristics of a cooked style Harbin sausage[J]. Meat Sci, 2018, 146:154-159.
- [14] KOUZOUNIS D, LAZARIDOU A, KATSANIDIS E. Partial replacement of animal fat by oleogels structured with monoglycerides and phytosterols in frankfurter sausages[J]. Meat Sci, 2017, 130:38-46.
- [15] BARBUT S, WOOD J, MARANGONI A. Quality effects of using organogels in breakfast sausage[J]. Meat Sci, 2016, 122:84-89.
- [16] YILMAZ E, ÖĞÜTCÜ M. Properties and stability of hazelnut oil organogels with beeswax and monoglyceride[J]. J Am Oil Chem Soc, 2014, 91(6):1007-1017.
- [17] BLAKE A I, CO E D, MARANGONI A G. Structure and physical properties of plant wax crystal networks and their relationship to oil binding capacity[J]. J Am Oil Chem Soc, 2014, 91(6):885-903.
- [18] MARTINS A J, CERQUEIRA M A, PASTRANA L M, et al. Sterol-based oleogels' characterization envisioning food applications[J]. J Sci Food Agric, 2019, 99:3318-3325.
- [19] 吴满刚. 脂肪和淀粉对肌原纤维蛋白凝胶性能的影响机理[D]. 江苏 无锡:江南大学, 2010.