

海藻糖在冷冻猪肉中的应用研究

李勤¹, 彭亚锋¹, 周家春², 薛峰¹

(1.上海市质量监督检验技术研究院,上海 200233;2.华东理工大学,上海 200237)

摘要:海藻糖是一种由两分子葡萄糖以 $\alpha, \alpha-1, 1$ 键缩合而成的非还原性二糖,具有独特的抗冷冻保护作用、抗脱水保护作用等生物学功能。通过海藻糖在冷冻肉中的应用研究,结果表明:海藻糖能降低冷冻肉的液汁流失率,改善冷冻肉的品质。

关键词:海藻糖,冷冻,猪肉,品质

Application of trehalose in chilled pork

LI Qin¹, PENG Ya-feng¹, ZHOU Jia-chun², XUE Feng¹

(1.Shanghai Institute of Quality Inspection and Technical Research, Shanghai 200233, China;

2.Institute of Biochemical Engineering, East China University of Science & Technology, Shanghai 200237, China)

Abstract: Trehalose is a disaccharide consisting of 2 glucose units linked by $\alpha, \alpha-1, 1$ -glucosidic bond, and it has unique biological functions of antifreezing and antidehydration. When analysing the application of trehalose in chilled pork, it was observed that the drip losses of different chilled pork during storage was reduced, trehalose could improve the qualities of chilled pork to some degree.

Key words: trehalose; chilled pork; quality

中图分类号: TS251.4⁺4

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2009)01-0126-04

海藻糖是在自然界的动植物和微生物中广泛存在的一种双糖,是由特殊双糖分子构成的非还原性糖,其特性非常稳定,能够在高温、高寒、干燥失水等恶劣的条件下在细胞表面形成特殊的保护膜,有效地保护生物分子结构不被破坏,从而维持生命体的生命过程和生物特征,而自然界中如蔗糖、葡萄糖等其它糖类均不具备这一功能。外源性的海藻糖同样对生物体及生物分子有良好的非特异性保护作用^[1,2]。我国肉类工业发展非常迅速,1990年,我国的肉类总产量就超过了美国,成为世界第一产肉大国,2000年我国的肉类总产量达到6720多万t。我国的肉类消费受传统观念的影响,仍以生鲜肉为主,市场销售的肉类中,有90%以上是以生肉的形式被消费者直接购买,而在这些生鲜肉中,又以热鲜肉和冷冻肉为主,冷却肉的比例不足10%^[3]。国内外对鲜肉保鲜的研究报道很多,出现了多种肉类保鲜技术,有低温保藏、真空包装、气调包装、脱氧剂、辐射、鲜肉有机酸及其盐的处理、乳酸菌和抑菌物质进行保鲜、超高压技术或上述方法的配合使用。一般来说,保存鲜肉使用的最普通的方法就是低温保藏,它是一种既经济又实用的保鲜技术。降低温度一方面可降低酶活性,另一方面能减缓微生物生长繁殖的速度^[4]。从市场上来看,冷却肉价格较高,冷冻肉的

价格相对较低。因此,冷冻肉在一定时间内仍然具有较为广阔的市场前景。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

爱森牌后腿猪肉 市售,购自农工商超市;海藻糖 市售,南宁中诺生物工程有限责任公司;白砂糖 市售,上海仁好食品有限公司。

电子精密天平 ARA520,瑞士;医用注射器 5mL;真空滚揉机 KGRJ-1500,嘉兴凯企业生产公司;保鲜袋 25cm×17cm,(英资)声科家居用品(上海)有限公司;电热恒温鼓风干燥箱 DHG-9140A,上海一恒科技有限公司;低速大容量离心机 DL-5-B,飞鸽科技有限公司;冰箱 BCD-268WA,上海上菱冰箱厂;电子速读温度计 E278,明高五金制品(深圳)有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 肉样的分组与处理 取猪后腿肌肉(股二头肌),随机切割成100g左右的肉块,共144块。随机分成12组,每组12块,然后按如下处理:第1组:将海藻糖按质量比1:10配成水溶液,每100g肉注射5mL,即每100g肉中含0.5g海藻糖;第2组:将海藻糖按质量比1:5配成水溶液,每100g肉注射5mL,即每100g肉中含1g海藻糖;第3组:将海藻糖按质量比2:5配成水溶液,每100g肉注射5mL,即每100g肉中含2g海藻糖;第4组:将海藻糖按质量比3:5配成水溶液,每100g肉注射5mL,即每100g肉中含3g海藻糖;第5组:将海藻糖按质量比4:5配成水溶液,

收稿日期:2008-05-14

作者简介:李勤(1974-),女,实验室副主任,研究方向:食品和日化产品的检验。

每 100g 肉注射 5mL, 即每 100g 肉中含 4g 海藻糖; 第 6 组: 将海藻糖按质量比 5:5 配成水溶液, 每 100g 肉注射 5mL, 即每 100g 肉中含 5g 海藻糖; 第 7 组: 肉块不做处理; 第 8 组: 每 100g 肉注射 5mL 水; 第 9 组: 按每 100g 肉用 2g 海藻糖的比例, 进行涂抹; 第 10 组: 在滚揉机中滚揉 1.5h; 第 11 组: 将肉放入滚揉机中, 按肉:海藻糖 = 100:2 的比例加入海藻糖, 在滚揉机中滚揉 1.5h; 第 12 组: 将肉放入滚揉机中, 按肉:海藻糖 = 100:6 的比例加入海藻糖, 在滚揉机中滚揉 1.5h。

处理完毕后, 放入保鲜袋, 每个袋装一块猪肉, 贴上标签, 置于冰箱的冷冻室中冻藏, 于 7、14、21、28d 时, 每组随机取 3 袋进行实验。

1.2.2 肉样的感官检查^[5-9]

1.2.2.1 色泽 将铁丝网置于搪瓷盘内, 并使铁丝网与搪瓷盘底部的距离大于 2cm。将抽取的样品置于铁丝网上, 在样品上覆盖塑料膜, 使样品在 15~25℃ 自然解冻。待样品中心温度达到 2~3℃ 时, 采用 2~3 人肉眼感官比较判别法。鉴别中同鲜肉进行比较, 最后综合评定。同时结合给分制, 肉色新鲜正常为 100 分, 肉红色稍差为 90 分, 肉色稍暗和发白为 70 分, 肉色发暗为 60 分, 肉色发黑为 0 分。

1.2.2.2 气味 开袋后解冻, 马上采用 2~3 人感官嗅闻肉块的气味, 并进行综合判断。评分标准为: 气味正常为 100 分, 有轻微的异味为 85 分, 有明显的异味为 70 分, 有轻腐味为 60 分, 有较明显的腐败味为 40 分, 出现恶腐味为 0 分。

1.2.2.3 弹性 对解冻肉样采用手指触摸、指压等感官综合处理, 2~3 人综合评定。弹性评分标准为: 肉的弹性正常为 100 分, 弹性差的为 80 分, 很不理想的为 50 分。

1.2.2.4 粘度 采用 2~3 人感官判别法, 最后采用综合评定。粘度评分标准为: 肉的粘度正常为 100 分, 开始明显发粘为 70 分, 严重异常为 50 分。

1.2.3 解冻失水率的测定 液汁流失或保持水能力 (water holding capacity, WHC) 反映了食品的持水性, 是一个综合指标, 与食品的质地、风味、营养和色泽等有关。它分为自然液汁流失和压出液汁流失。当食品经过冻结和解冻损伤比较严重时, 组织间隙大, 内部冰晶融化的水就会通过缝隙自然向外流出, 称为自由液滴; 当机械损伤较轻微时, 内部冰晶融化的水由于毛细管的作用还能够保持在组织中, 当加压时才会往外流出, 这称为压出液滴。因此, 在许多文献中, 把自由液滴叫解冻失水率, 压出液滴叫持水率或系水率^[10-12]。

解冻失水率的测定步骤: 将铁丝网置于搪瓷盘内, 并使铁丝网与搪瓷盘底部的距离大于 2cm。将抽取的样品用电子称称量后置于铁丝网上, 在样品上覆盖塑料膜, 使样品在 15~25℃ 自然解冻。待样品中心温度达到 2~3℃ 时, 用电子称称量; 再将样品置于铁丝网上放置 30min, 称量; 重复放置 30min, 再称量, 直到连续两次称量差不超过 2g。

解冻失水率的计算公式:

$$x = \frac{y-z}{y} \times 100\%$$

式中: x-样品解冻失水率, %; y-样品解冻前的质量, g; z-样品解冻后的质量, g。

1.2.4 持水率的测定 本实验不采用加压的方法而采用离心法测定样品的失水率。失水率越大, 样品的持水能力越差; 失水率越小, 样品的持水能力越好。

持水率的测定方法^[13]: 将解冻好的样品切成大小均匀的颗粒状, 称取 2g 左右, 放在铜网上, 进行离心, 离心速度为 3000r/min, 时间为 10min, 分别称取离心前后铜网和样品重量。

持水率的计算公式:

$$\text{持水率} = (1 - \text{失水率}) \times 100\%$$

$$\text{失水率} = \frac{x + y - z}{y}$$

式中: x-铜网质量; y-离心前样品质量; z-离心后样品与铜网总质量。

2 结果与分析

2.1 海藻糖对肉样色泽的影响

从表 1 可知, 除单纯注射水的肉样外, 其他各组肉样的色泽基本上差不多, 尤其以滚揉海藻糖的颜色最好。

表 1 冷冻肉色泽变化测定结果

组别	天数(d)				总分
	7	14	21	28	
第 1 组	90	90	70	60	310
第 2 组	90	90	70	60	310
第 3 组	90	90	70	60	310
第 4 组	90	90	70	60	310
第 5 组	90	90	70	60	310
第 6 组	90	90	70	60	310
第 7 组	90	90	70	70	320
第 8 组	90	70	60	60	280
第 9 组	90	90	70	70	320
第 10 组	90	90	70	70	320
第 11 组	90	90	70	70	320
第 12 组	90	90	70	70	320

2.2 海藻糖对肉样气味的影响

从表 2 中可以看出, 不论各组的肉样经过何种处理, 各组肉的气味在贮藏期间均没有变化。可能是由于肉类贮藏的温度比较低, 测试结果为: 经过 24h 冷冻, 肉块的中心温度达 -21℃ 左右。由于温度比较低, 微生物生长繁殖和脂肪氧化速度都比较慢, 所以肉的气味没有变化。

2.3 海藻糖对肉样弹性的影响

从表 3 可以看到, 所有经过注射处理的样品弹性均比较差, 可能是由于注射时针头或者注射时的压力过大而把肉样的结构破坏了; 而经过涂抹和滚揉的样品处理相对柔和, 损伤比较小, 肉的结构相对完整, 经过冷冻以后的肉质相对较紧密, 有坚韧性, 解冻后指压凹陷恢复相对较快。

2.4 海藻糖对肉样黏度的影响

所有各组样品经过解冻后, 外表湿润, 切面有渗

出液,不粘手(见表4)。注射组的渗出液明显多于其他组;涂抹和滚揉肉样渗出液相对较少。

表2 冷冻肉气味变化测定结果

组别	天数(d)				总分
	7	14	21	28	
第1组	100	100	100	100	400
第2组	100	100	100	100	400
第3组	100	100	100	100	400
第4组	100	100	100	100	400
第5组	100	100	100	100	400
第6组	100	100	100	100	400
第7组	100	100	100	100	400
第8组	100	100	100	100	400
第9组	100	100	100	100	400
第10组	100	100	100	100	400
第11组	100	100	100	100	400
第12组	100	100	100	100	400

表3 冷冻肉弹性变化测定结果

组别	天数(d)				总分
	7	14	21	28	
第1组	80	80	50	50	260
第2组	80	80	50	50	260
第3组	80	80	50	50	260
第4组	80	80	50	50	260
第5组	80	80	50	50	260
第6组	80	80	50	50	260
第7组	80	80	80	80	320
第8组	80	80	50	50	260
第9组	80	80	80	80	320
第10组	80	80	80	80	320
第11组	80	80	80	80	320
第12组	80	80	80	80	320

表4 冷冻肉黏度变化测定结果

组别	天数(d)				总分
	7	14	21	28	
第1组	70	70	70	50	260
第2组	70	70	70	50	260
第3组	70	70	70	50	260
第4组	70	70	70	50	260
第5组	70	70	70	50	260
第6组	70	70	70	50	260
第7组	70	70	70	70	280
第8组	70	70	70	50	260
第9组	70	70	70	70	280
第10组	70	70	70	70	280
第11组	70	70	70	70	280
第12组	70	70	70	70	280

2.5 海藻糖对肉样解冻失水率的影响

从失水率的测定结果来看(见表5),含海藻糖肉块各组失水率比不处理的和单纯注水的肉样要好;中等剂量(每100g肉中含3g海藻糖)的海藻糖注射处理的肉样的失水率要比低剂量的海藻糖注射低;涂抹了海藻糖肉样的失水率是最低的,效果是较好的,但是随着测试时间的推移,其失水率出现了明显的增加,这可能是由于海藻糖溶液仅涂抹在表面,未能渗透到肉块中,海藻糖的作用未充分发挥;而经过滚揉处理的样品,失水率均比其他各组低,可能滚揉

有助于肌动蛋白的溶出,而对肉样具有保护作用;而肉样在滚揉机中加入海藻糖一起滚揉,其解冻失水率明显比其他组低。因此,海藻糖对降低肉样解冻失水率有一定作用。

Michiko Fuchigami等^[14]通过在内酯豆腐中添加海藻糖,再将豆腐经超高压和冷冻处理,发现海藻糖在降低冰晶体的大小等方面起了一定作用。海藻糖可能降低肉样冷冻中冰晶体的大小,减少冷冻对细胞的损伤;也许验证了海藻糖的“水替代”假说,海藻糖可代替动植物组织或细胞中水分的作用,即在组织和细胞失水时,能发挥多种功效,保护组织、细胞的结构不易受干燥和冻结的损害。

表5 解冻失水率测定结果

组别	天数(d)			
	7**	14**	21**	28**
第1组	6.32 ± 1.26	7.84 ± 0.94	8.66 ± 0.16	10.20 ± 1.66
第2组	6.27 ± 0.72	7.64 ± 0.14	9.22 ± 1.04	10.78 ± 1.58
第3组	6.51 ± 1.54	7.01 ± 1.32	8.08 ± 0.084	11.94 ± 0.79
第4组	5.99 ± 0.97	7.19 ± 0.18	8.32 ± 1.46	10.62 ± 1.52
第5组	5.79 ± 0.27	7.90 ± 0.28	8.52 ± 0.79	11.50 ± 0.25
第6组	5.75 ± 0.63	7.07 ± 0.14	8.25 ± 0.38	11.03 ± 0.19
第7组	5.20 ± 0.86	6.82 ± 0.56	9.94 ± 0.57	12.06 ± 1.18
第8组	6.32 ± 1.10	7.98 ± 0.73	9.46 ± 0.19	11.70 ± 0.56
第9组	4.76 ± 1.29	6.16 ± 0.50	8.81 ± 1.00	10.58 ± 1.30
第10组	5.72 ± 0.39	6.44 ± 0.22	7.54 ± 0.16	9.97 ± 0.89
第11组	5.35 ± 0.77	6.11 ± 1.23	7.85 ± 0.91	8.50 ± 0.28
第12组	5.21 ± 0.37	6.22 ± 0.14	7.21 ± 0.97	8.12 ± 0.31

注:**表示无显著性差异(P<0.05)。

2.6 海藻糖对肉样持水率的影响

从持水率的结果来看(见图1),随着冷冻时间的延长,肉的持水率都存在下降的趋势,添加海藻糖组的比没有添加海藻糖组的好,而且海藻糖添加量越多,肉样持水率越大。这一结果与失水率的测定结果比较一致,说明了海藻糖在冷冻肉制品中可以较好地提高猪肉的持水能力,其原因可能是海藻糖的“水替代”作用,或者可能是海藻糖能够降低肉样冷冻中冰晶体的大小,减少冷冻对细胞的损伤,所以肉样的持水率得到提高。但是,提高肉样持水率的效果还不十分显著,也许是因为海藻糖在滚揉过程中没有完全溶解或者滚进到肉中心,以至于海藻糖在肉样中分布不均匀,海藻糖的作用没有发挥出来,导致了海藻糖不能有效地提高肉样的持水率。

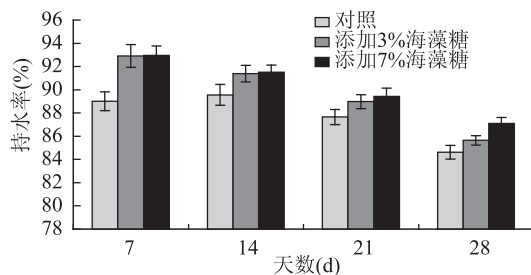


图1 肉样持水率的测定结果

3 讨论

据报道^[15],海藻糖在保护皮肤和动物器官方面效果明显。因此,海藻糖在冷冻肉的保鲜方面的应

用前景还是比较好的。

本实验采用的注射方法对肉样结构有一定的破坏作用,同时注射的海藻糖在肉样中分布不均匀;滚揉方法虽然对肉样结构影响不大,但海藻糖在肉样中也难以分布均匀。如果在工艺上加以改进,采用其他方法,比如灌注助肉处理^[16],通过诸如颈静脉的一个分开的静脉从该循环系统中除去血液和液体,从而清洗了该动物的循环系统,在不破坏肉样结构的前提下,使海藻糖能够均匀分布于肉样中,海藻糖也许能够充分发挥作用。

4 结论

将海藻糖通过注射和滚揉的方法加入肉样中,进行冷冻和解冻实验,研究表明:海藻糖能够改善冷冻肉样的色泽、粘度、弹性、气味等感官指标,能够降低肉样的解冻失水率和提高持水率,改善冷冻肉样的品质,但作用不是十分显著。

参考文献:

- [1] 袁勤生. 海藻糖的应用研究进展[J]. 食品与药品, 2005, 7(4): 1~3.
- [2] 聂凌鸿, 宁正祥. 海藻糖的生物保护作用[J]. 生命的化学, 2001, 21(3): 206~209.
- [3] 戴瑞彤, 南庆贤. 我国肉类工业发展及高新技术应用[J]. 肉品卫生, 2002(2): 5~6.
- [4] 彭丽英, 苗耀先, 黄润全. 鲜肉保鲜技术的动向[J]. 山西农业大学学报, 2002, 22(4): 356~358.
- [5] 马美湖, 等. 冷却肉生产中保鲜技术的研究-溶菌酶、

- Nisin、GNa 液复合性保鲜试验[J]. 食品科学, 2003, 24(4): 74~75.
- [6] 马美湖, 林亲录, 张凤凯. 冷却肉生产中保鲜技术的初步研究-溶菌酶、Nisin、Gna 液保鲜效果的比较实验[J]. 食品科学, 2002, 23(8): 235~241.
- [7] 中华人民共和国卫生部. 中华人民共和国国家标准. 猪肉卫生标准[S]. GB2707-94.
- [8] 王玉珠, 李勇. 猪肉新鲜度的简易快速检测法[J]. 肉类工业, 2001(10): 38.
- [9] 于学博, 戴香彬. 猪肉新鲜度的检测及肉质评定[J]. 肉品卫生, 2000(11): 15~17.
- [10] 谢晶. 高压静电场中食品冻结和解冻过程的实验研究[D]. 上海理工大学博士学位论文, 2005.
- [11] 孙学兵. 高压脉冲电场加速食品解冻的实验研究及其装置研制[D]. 北京工商大学硕士学位论文, 2002.
- [12] 国家质量技术监督局验中华人民共和国卫生部. 中华人民共和国国家标准. 鲜、冻禽产品[S]. GB16869. 2-2000.
- [13] 缪松, 等. 不同冻结速度对猪肉、青鱼肌肉咀嚼性和持水能力的影响[J]. 制冷, 2000(3): 19~20.
- [13] Michiko Fuchigami, Noriko Ogawa, Ai Teramoto. Trehalose and hydrostatic pressure effects on the structure and sensory properties of frozen tofu (soybean curd) [J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2002(3): 139~147.
- [15] 齐战, 杨大运, 王善政. 海藻糖在器官组织保存中的应用[J]. 国外医学呼吸系统分册, 2005, 25(3): 210~211.
- [16] 简 W 卡科留斯基. 灌注助肉处理[P]. 申请号 96191636.

(上接第 125 页)

藏过程中,发生了脂质氧化,这和 Monahan 的研究结果是一致的^[10]。

另外可以看出,随着熟肉糜冷藏时间的延长,在 326、370、453nm 处的同步荧光峰强度逐渐增强。因此,可选择这些波长处的同步荧光峰强度作为今后分析熟肉糜氧化状态的手段。

3 结论

建立了冷藏熟肉糜水提液的同步荧光光谱测量方法: 0.5g 冷藏熟肉糜样品,加入 0.02% V_c 溶液 10mL,超声提取得到提取液,在 $\Delta\lambda 70\text{nm}$,激发狭缝宽度 10nm、发射狭缝宽度 10nm 的条件下扫描,得到其同步荧光光谱。熟肉糜水提液在 326、370、453nm 处的同步荧光峰强度随着冷藏时间的延长逐渐增强,可用于冷藏熟肉糜氧化状态的评价。

参考文献:

- [1] J P Wold, M Mielnik. Nondestructive assessment of lipid oxidation in minced poultry meat by autofluorescence spectroscopy [J]. Journal of Food Science, 2000, 65(1): 87~95.
- [2] Hasegawa K, Endo Y, Fujimoto K. Assessment of lipid oxidation in freeze-dried pork and egg yolk by solid sample spectrofluorometry [J]. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 1993, 40(2): 150~153.

- [3] 何立芳, 林丹丽, 李耀群. 同步荧光分析法的应用及其新进展[J]. 化学进展, 2004, 16(6): 879~885.
- [4] E Aida Pen-a-Ramos, Youling L Xiong. Whey and soy protein hydrolysates inhibit lipid oxidation in cooked pork patties [J]. Meat Science, 2003, 64: 259~263.
- [5] 许金钧, 王尊本. 荧光分析法[M]. 北京: 科技出版社, 2006. 35~40.
- [6] 梁卓文, 孟艰辛. 同步荧光分析中 $\Delta\lambda$ 的计算机辅助优化[J]. 计算机与应用化学, 2005, 22(2): 129~132.
- [7] Beppu M, Murakami K, Kikugawa K. Fluorescent and cross-linked proteins of human erythrocyte ghosts formed by reaction with hydroperoxylinoleic acid, malonaldehyde and monofunctional aldehydes [J]. Chem Pharm Bull, 1986, 34(2): 781~788.
- [8] Chio KS, Tappel AL. Synthesis and characterization of the fluorescent products derived from malonaldehyde and amino acids [J]. Biochemistry, 1969, 8: 2821~2832.
- [9] Hasegawa K, Endo Y, Fujimoto K. Oxidative deterioration in dried fish model systems assessed by solid sample fluorescence spectrophotometry [J]. J Food Sci, 1992, 57: 1123~1126.
- [10] Monahan F J. Oxidation of lipids in muscle foods: fundamental and applied concerns. In Antioxidants in Muscle Foods. Nutritional Strategies To Improve Quality [M]. New York: Wiley-Interscience, 2000. 3~23.