

转谷氨酰胺酶对即食广式腊肠品质的影响

刘嘉玲¹, 朱佳蕾¹, 曾晓房^{1,2,3,4,*}, 白卫东^{1,2,3,4}, 陈海光^{1,2,3,4}, 于立梅^{1,2,3,4}, 王显韬⁵

(1.仲恺农业工程学院轻工食品学院, 广东广州 510225;

2.广东省岭南特色食品工程技术研究中心, 广东广州 510225;

3.广州市广式传统食品加工与安全控制重点实验室, 广东广州 510225;

4.广东省香精香料(仲恺)工程技术研究中心, 广东广州 510225;

5.广东荣业食品有限公司, 广东中山 528429)

摘要: 本文通过观察质构特性和出油率的变化规律, 研究了转谷氨酰胺酶在即食广式腊肠中的应用及其对产品品质的影响。结果表明: 转谷氨酰胺酶在即食广式腊肠中添加条件以反应温度 55 ℃、反应时间 1.5 h、添加量 0.4% 的条件较优; 在此条件下, 得到的即食腊肠出油率为 1.57%, 较未添加酶的腊肠降低了 56.08%; 产品硬度、弹性、胶粘性、咀嚼性与传统腊肠相差不明显。因此, 添加转谷氨酰胺酶能有效降低即食腊肠的出油率。

关键词: 即食广式腊肠, 转谷氨酰胺酶, 品质, 出油率

Effect of transglutaminase on the quality of ready-to-eat cantonese sausage

LIU Jia-ling¹, ZHU Jia-lei¹, ZENG Xiao-fang^{1,2,3,4,*}, BAI Wei-dong^{1,2,3,4},
CHEN Hai-guang^{1,2,3,4}, YU Li-mei^{1,2,3,4}, WANG Xian-tao⁵

(1.College of Light Industry and Food Science, Zhongkai University of
Agricultural and Engineering, Guangzhou 510225, China;

2.Guangdong Engineering Technology Research Center for Lingnan Specialty Food, Guangzhou 510225, China;

3.Guangzhou Key Laboratory for Processing and Safety Control of
Cantonese-style Traditional Food, Guangzhou 510225, China;

4.Guangdong Engineering Technology Research Center for Flavor & Fragrance (Zhongkai), Guangzhou 510225, China;

5.Guangdong Wingyip-Food Co., Ltd., Zhongshan 528429, China)

Abstract: The variation of oil extraction rate and texture properties were observed, and the effect of transglutaminase on application of ready-to-eat cantonese sausage and its quality were studied in this paper. The results showed that the best condition of transglutaminase on ready-to-eat cantonese sausage were the reaction temperature of 55 ℃, reaction time of 1.5 hours, and content of 0.4%. Under this condition, compared with those without adding enzyme, the oil extraction rate was 1.57% which was decreased by 56.08%. And the hardness, spring, glueyness and chewiness were closed to the traditional sausage. Therefore, the addition of transglutaminase can effectively reduce the oil extraction rate of ready-to-eat cantonese sausage.

Key words: ready-to-eat cantonese sausage; transglutaminase; quality; oil extraction rate

中图分类号: TS264.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2017)04-0197-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2017.04.029

广式腊肠作为中国传统的腊肉制品距今已有一千多年的历史^[1-2], 以外形美观、腊香浓郁、醇香回甜、肠体油润、红白分明等特点而享誉中外^[3-4]。广式腊肠本身是一种高蛋白的食品, 在经过熟化杀菌制成的即食腊肠中由于蛋白质之间形成的凝胶网络结构, 赋予产品一种适宜的口感。但经实验发现, 冷却之后的即食腊肠在硬度、咀嚼性等指标中呈现不

稳定的变化, 并且产品出油现象严重, 不仅影响了产品的外观状态, 还难以形成品质统一、优良的产品。

近年来, 段俊杰^[5]、王平^[6]和余田^[7]等对即食腊肠的加工方法进行了概括和研究; 张士泉^[8]和张洪路^[9]对广式烤腊肠的制作工艺进行了总结; 张瑞宇^[10]和林金莺^[11]等采用真空包装的方式对即食腊肠的制作工艺进行改良。Tsenga^[12]、程巧芬^[13]和孔保

收稿日期: 2016-03-30

作者简介: 刘嘉玲(1991-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 肉品加工与质量控制, E-mail: 1129936089@qq.com。

* 通讯作者: 曾晓房(1979-), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 肉品加工与质量控制, E-mail: 59592743@qq.com。

基金项目: 国家自然科学基金项目(31371842); 广东省科技厅科技攻关项目(2013B020312008, 2013B090600064)。

和王淼^[16]等研究结果表明,转谷氨酰胺酶的添加可以很好地改善火腿肠、鸡肉肠的硬度等指标。

本文从转谷氨酰胺酶在广式即食腊肠中的反应温度、反应时间和添加量入手,以产品出油率和硬度、弹性、黏聚性、咀嚼性为主要指标,研究转谷氨酰胺酶在即食腊肠中的应用及其对产品品质的影响,以期为即食广式腊肠的研发提供技术指导。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

食品级转谷氨酰胺酶(TG-B型,酶活:100 U/g) 购于江苏一鸣生物制品有限公司;优质瘦肉和无机肥肉、白砂糖、食盐、高粱酒(酒精含量53%)等 购于家乐福广州海珠区万国广场店;肠衣和草绳 由项目合作单位广州皇上皇集团有限公司提供;食品级亚硝酸钠、水乙醇、三氯乙酸、EDTA、石油醚、蛋白胨、牛肉膏、琼脂、氯化钠、TBA 均为分析纯。

YP6000型电子天平 上海第二天平仪器厂;SF-L型灌肠机、TJ12-H型绞肉机 广东恒联食品机械有限公司;DHG-9140A型电热恒温鼓风干燥箱 上海浦东瑞丰科技有限公司;TMS-pro型质构仪 美国FTC公司;DZ-500型真空包装机 昌万隆包装机电有限公司;DNP-9082型电热恒温培养箱 广东省科学院微生物研究所;DZKW-4型电子恒温水浴锅 北京市中兴伟业仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 广式传统腊肠的基本配方 瘦肉:肥肉=7:3,基本配方^[17]如表1所示。

表1 广式传统腊肠的基本配方

Table 1 Basic recipe of ready-to-eat sausages

添加物	食盐	白砂糖	水	高粱酒	亚硝酸钠
添加量(%)	2.00	8.50	18.00	7.00	0.02

注:广式腊肠的制作按文献[17]中的方法进行,表1中的添加量按照1 kg瘦肉计算。

1.2.2 转谷氨酰胺酶反应条件的确定

1.2.2.1 转谷氨酰胺酶反应温度的确定 将灌好的广式腊肠分别置于保鲜袋中密封,放进恒温箱中进行酶反应。反应温度为:25、35、45、55、65℃,反应时间为2 h,转谷氨酰胺酶添加量为0.6%。以出油率、质构特性为指标,选出转谷氨酰胺酶在即食腊肠中的最适反应温度。

行酶反应。反应温度选用在1.2.2.1中所确定的温度,反应时间分别为:0、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0 h,转谷氨酰胺酶添加量为0.6%。以出油率、质构特性为指标,选出转谷氨酰胺酶在即食腊肠中最适反应时间。

1.2.2.3 转谷氨酰胺酶添加量的确定 在广式腊肠的馅料制作过程中,向馅料中添加不同浓度的转谷氨酰胺酶,分别为:0%、0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%和1.2%,反应时间和反应温度选用1.2.2.1和1.2.2.2所确定的水平值。将灌好的腊肠分别置于保鲜袋中密封,放入恒温箱中进行酶反应。以出油率、质构特性为指标,选出转谷氨酰胺酶在即食腊肠中的最适添加量。

1.2.3 产品出油率的测定 烘烤结束后,称取质量为 m 的广式腊肠,放入PE复合尼龙耐高温食品包装袋中真空密封包装;将密封包装的广式腊肠置于100℃水中加热20 min后,取出腊肠,用质量为 M_1 的食品吸油纸吸净腊肠表面和包装袋内油脂和水分;将吸油纸放入烘箱至恒重,质量为 M_2 ;出油率的计算式是:

$$\text{出油率}(\%) = \frac{M_2 - M_1}{m} \times 100$$

1.2.4 质构特性的测定 采用质构分析仪型号为P/36R探头对样品在室温下进行测定。测定参数如下:测前速度2 mm/s,测试速度2 mm/s,测后速度2 mm/s,压缩程度70%,停留时间5s,样品规格20 mm高的圆柱体,室温条件下用分析仪进行测定,数据采集每个样品重复测定3次。TPA参数及其定义见表2。

1.3 数据处理

数据处理采用SPSS19.0,(ANOVA),Student-Newman-Keuls方差分析, $p < 0.05$,表明差异显著,使用Excel 2010作图。

2 结果与讨论

2.1 转谷氨酰胺酶反应温度的确定

2.1.1 反应温度对产品出油率的影响 由图1可以看出,添加转谷氨酰胺酶的即食腊肠出油率显著($p < 0.05$)低于未添加转谷氨酰胺酶的普通腊肠,在反应温度由25℃升高到65℃的过程中,产品出油率呈现显著降低趋势($p < 0.05$),在55℃条件下经转谷氨酰胺酶处理过的即食腊肠出油率最低,55℃后上升。

表2 TPA参数及其定义

Table 2 Parameters and definitions of TPA

参数	定义
硬度	样品达到一定形变时所需要的力,即第一次穿刺时的最大峰值。

变形样品在去除压力后恢复到形变前的高度比率

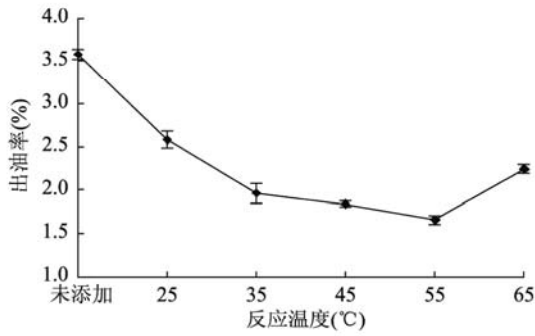


图1 TG 反应温度对出油率的影响

Fig.1 Effects of transglutaminase's reaction temperature on the oil extraction rate

转谷氨酰胺酶是一种耐高温的酶,在反应温度升高的过程中,转谷氨酰胺酶的酰基转移催化作用逐步增强:达到 55 °C 时,催化生成的蛋白质凝胶结构最稳定,能够起到保持产品内部的油份不析出的作用,从而减少产品出油率;随着温度的继续升高,产品本身的蛋白质凝胶易被高温破坏,产品出油率开始升高。

因此,在反应时间和添加量不变的条件下,选择 55 °C 为即食腊肠中 TG 的最优反应温度。

2.1.2 反应温度对产品质构特性的影响 由图 2、图 3 和表 3 可以看出,转谷氨酰胺酶的反应温度对即食腊肠的硬度、胶粘性和咀嚼性都有显著 ($p < 0.05$) 影响,对弹性的影响不显著 ($p > 0.05$)。反应温度对硬度、胶粘性和咀嚼性的影响趋势相似,随着温度的升高,该三项指标呈下降趋势,在 55 °C 处理时降到最低,随后在 65 °C 处理条件下略微上升。

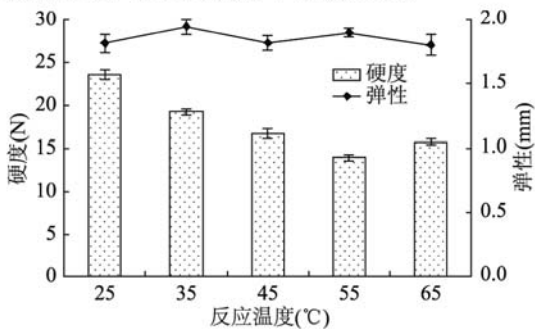


图2 反应温度对硬度和弹性的影响

Fig.2 Effects of transglutaminase's reaction temperature on hardness and springiness

表3 反应温度对质构影响的方差分析

Table 3 Variance analysis of effects of reaction temperature on texture properties

	硬度(N)	弹性(mm)	胶粘性(N)	咀嚼性(mJ)
F	108.58	1.70	59.86	21.58
p	3.40×10^{-8}	0.23	6.01×10^{-7}	6.62×10^{-5}

这与孙健^[18]、徐幸莲^[19]等的研究结果不相同。产生这样的差别可能是因为孙健等人研究的是质地较为疏松、软嫩的鸡肉肠,含水量较广式腊肠高,鸡肉肠中的蛋白质在转谷氨酰胺酶的作用下能够形成

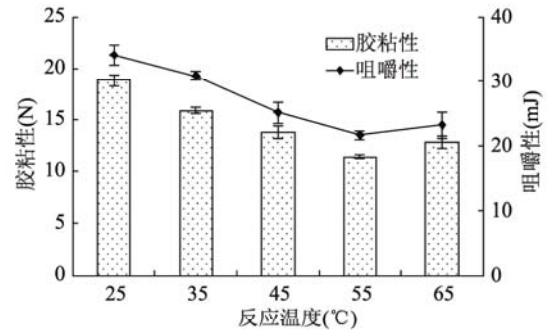


图3 反应温度对胶粘性和咀嚼性的影响

Fig.3 Effects of transglutaminase's reaction temperature on gumminess and chewiness

比较坚固的凝胶网络,有助于提高产品的硬度。本实验研究的是含水量较低的广式即食腊肠,在经过烘烤和熟化之后,其中的蛋白质在转谷氨酰胺酶的作用下形成稳定的凝胶网络,有助于即食腊肠在之后的贮藏期间继续保持原有的硬度等质构特性不发生变化,减缓即食腊肠硬度上升的趋势,起到产品品质改良的作用。但形成过多的凝胶网络,也会引起产品的硬度始终偏大。

由此可知,在 55 °C 内随着反应温度的升高,在转谷氨酰胺酶作用下蛋白质之间形成的凝胶网络越稳定,并在 55 °C 时形成最稳定的凝胶网络,从而更好地改变即食腊肠的质构特性,改善即食腊肠硬度偏大的缺陷,使产品的口感得到极大的改善。

2.2 转谷氨酰胺酶反应时间的确定

2.2.1 反应时间对产品出油率的影响 由图 4 可以看出,随着转谷氨酰胺酶反应时间的延长,产品出油率整体呈现显著 ($p < 0.05$) 下降、随后显著上升的趋势 ($p < 0.05$),但反应时间为 1.0 h 和 1.5 h 的差异并不显著 ($p > 0.05$),所以转谷氨酰胺酶反应时间为 1.0~1.5 h,得到的产品出油率较低。

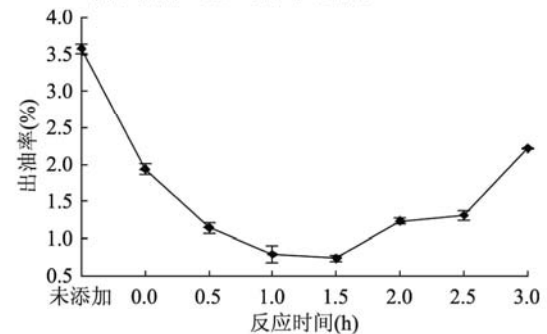


图4 反应时间对出油率的影响

Fig.4 Effects of transglutaminase's reaction time on the oil extraction rate

2.2.2 反应时间对产品质构特性的影响 由图 5、图 6 和表 4 可以看出,转谷氨酰胺酶反应时间对即食腊肠的硬度、胶粘性和咀嚼性都有显著 ($p < 0.05$) 影响,而对弹性的影响不显著 ($p > 0.05$)。在反应时间为 1.5 h 时,即食腊肠的硬度、胶粘性和咀嚼性最小,转谷氨酰胺酶对产品口感硬的缺陷改善情况最好。这是因为在 1.5 h 以内,转谷氨酰胺酶作用下产生的蛋

白质凝胶量少且不稳定;处理时间超过 1.5 h,虽然生成了稳定的蛋白质凝胶,但时间越长,蛋白质凝胶生成量过多,这都使贮藏期间的即食腊肠硬度越变越大。转谷氨酰胺酶作用反应 1.5 h 的即食腊肠,凝胶状态最稳定,在之后的贮藏期间能够保持原有的质构特性不变。由此可知,转谷氨酰胺酶的最适反应时间为 1.5 h。

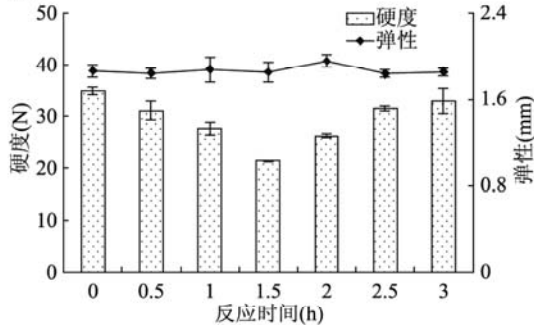


图5 反应时间对硬度和弹性的影响

Fig.5 Effects of transglutaminase's reaction time on hardness and springiness

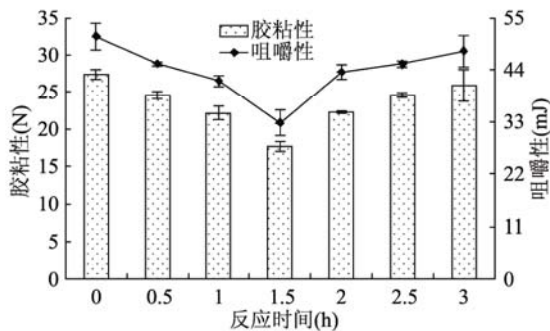


图6 反应时间对胶粘性和咀嚼性的影响

Fig.6 Effects of transglutaminase's reaction time on gumminess and chewiness

表4 反应时间对质构影响的方差分析

Table 4 Variance analysis of effects of reaction time on texture properties

	硬度(N)	弹性(mm)	胶粘性(N)	咀嚼性(mJ)
<i>F</i>	37.34	1.05	31.35	22.98
<i>p</i>	7.88×10^{-8}	0.44	2.43×10^{-7}	1.72×10^{-6}

2.3 转谷氨酰胺酶添加量的确定

2.3.1 添加量对产品出油率的影响 由图7可以看出,未添加转谷氨酰胺酶的即食腊肠出油率高达3.5%,随着转谷氨酰胺酶的添加,产品出油率显著($p < 0.05$)降低;当转谷氨酰胺酶添加量在0.4%~0.8%之间时,产品出油率变化不显著($p > 0.05$);之后随着转谷氨酰胺酶添加量的增大,出油率开始变大,但仍远远低于未添加转谷氨酰胺酶的产品。因此,转谷氨酰胺酶添加量在0.4%~0.8%之间较为适宜。

2.3.2 添加量对产品质构特性的影响 在图8、图9和表5中,TG浓度为0的腊肠是指未添加TG的腊肠经过熟化灭菌包装得到的最终产品。由图8、图9

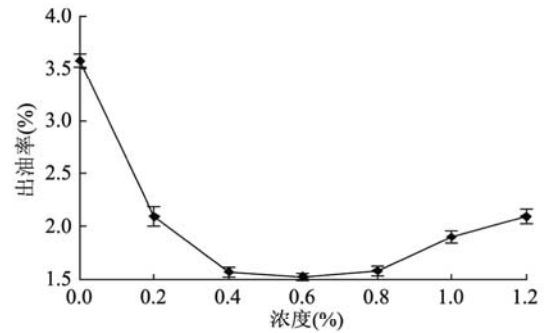


图7 TG浓度对出油率的影响

Fig.7 Effects of transglutaminase's density on the oil extraction rate

可以看出,即食腊肠的硬度、胶粘性和咀嚼性都比传统食用方式(经过蒸煮后直接食用)的腊肠大,随着转谷氨酰胺酶的添加,这三个指标都呈现下降趋势并在转谷氨酰胺酶添加量为0.4%时最接近不添加转谷氨酰胺酶的腊肠。而转谷氨酰胺酶的添加对即食腊肠的弹性影响并不显著($p > 0.05$)。这是因为转谷氨酰胺酶添加量少,不足以形成稳定的凝胶结构,转谷氨酰胺酶添加量过多则会形成过多的蛋白质凝胶,都不利于即食腊肠获得良好的质构特性。转谷氨酰胺酶添加量为0.40%左右时,得到的即食腊肠质构特性最接近传统食用方式的腊肠。

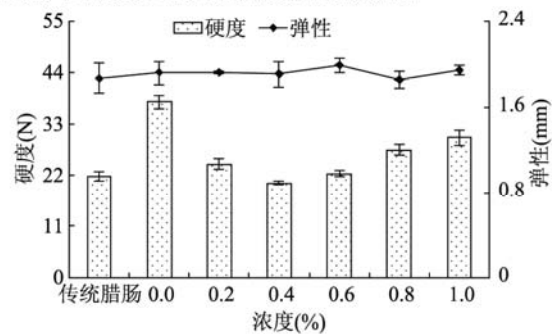


图8 TG浓度对硬度和弹性的影响

Fig.8 Effects of transglutaminase's density on hardness and springiness

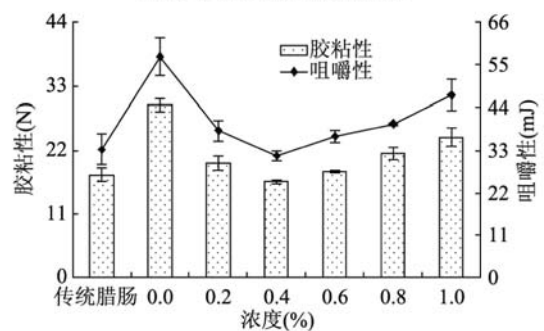


图9 TG浓度对胶粘性和咀嚼性的影响

Fig.9 Effects of transglutaminase's density on gumminess and chewiness

3 结论

转谷氨酰胺酶的最适反应温度为 55 ℃,最适反应时间为 1.5 h,最适添加量为 0.4%。在此条件下,得到的即食腊肠出油率为 1.57%,较未添加酶的腊

表5 TG浓度对质构影响的方差分析

Table 5 Variance analysis of effects of transglutaminase's density on texture properties

	硬度 (N)	弹性 (mm)	胶粘性 (N)	咀嚼性 (mJ)
F	37.34	1.05	31.35	22.98
p	7.88×10^{-8}	0.44	2.43×10^{-7}	1.72×10^{-6}

肠降低了 56.08%，产品硬度、弹性、胶粘性、咀嚼性与传统腊肠相差不明显，与传统腊肠最接近。转谷氨酰胺酶在即食腊肠中的添加能够起到产品品质改良的作用，不仅能够控制产品生产过程中的出油现象，降低产品的出油率，还能通过形成凝胶，保持产品在贮藏期间硬度、胶粘性和咀嚼性等质构特性不发生显著的变化，赋予产品良好的品质。

参考文献

[1] 徐勇, 梁丽敏, 李春荣, 等. 维生素 C 和维生素 E 在广式腊肠中的应用研究 [J]. 食品工业科技, 2007 (11): 191-192.
 [2] 赵谋明, 孙为正, 吴燕涛, 等. 广式腊肠脂质降解与氧化的控制研究 [J]. 食品与发酵工业, 2007 (8): 10-13.
 [3] 刘会平, 郝林, 成文生, 等. 广式腊肠成熟过程中风味物质变化规律的研究 [A]. 中国畜产品加工研究会. 2001 年肉类科技交流会暨中国畜产品加工研究会第三届肉类科技大会论文集 [C]. 中国畜产品加工研究会, 2001: 4.
 [4] Du M, Ahn D U. Volatile substances of Chinese traditional Jinhua ham and Cantonese sausage [J]. Food Chemistry and Toxicology, 2001, 66 (6): 827-831.
 [5] 段俊杰. 即食腊肠生产工艺 [J]. 肉类研究, 2001 (3): 18-22.
 [6] 王平. 休闲即食腊肠的加工技术 [J]. 肉类工业, 2010 (7):

14-16.
 [7] 余田. 即食性香肠片的研制 [J]. 肉类工业, 1993 (10): 25-26.
 [8] 张士泉. 3 款新式即食灌肠制作方法 [J]. 工艺创新, 2010, (4): 48-49.
 [9] 张洪路. 三种新式及时灌肠制作方法 [J]. 农家科技, 2009 (11): 41.
 [10] 张瑞宇. 巴氏灭菌即食川式腊肉加工及品质控制关键技术 [C]. 第四届中国肉类科技大会论文集. 北京: 北京市粮食科学研究所, 2003: 270-274.
 [11] 林金莺, 安琪. 广式即食腊肠的制作 [J]. 肉类工业, 2004, 281 (9): 9.
 [12] Tsenga Tsai Fuh, Liu Deng cheng, Chen Ming Tsao. Evaluation of transglutaminase on the quality of low-salt chicken meat-balls [J]. Meat Science, 2005, 55 (4): 427-431.
 [13] 程巧芬. 转谷氨酰胺酶改性蛋白及对肉制品质构性能的影响 [D]. 南京: 南京农业大学, 2002.
 [14] 孔保华, 马英俊, 刁亚琨. 粘结剂使用条件对重组牛肉品质的影响 [J]. 食品科学, 2012, 33 (1): 92-97.
 [15] 孙健, 徐幸莲, 周光宏, 等. 转谷氨酰胺酶、复合磷酸盐、卡拉胶、酪蛋白对肌肉肠硬度的影响 [J]. 食品科学, 2005, 26 (5): 37-40.
 [16] 王淼, 吴小平. 转谷氨酰胺酶在肉制品中的应用 [J]. 食品机械, 2001, 83 (3): 33-35.
 [17] 曾晓房, 白卫东, 陈海光, 等. 三级和四级广式腊肠风味特性研究 [J]. 食品与发酵工业, 2009, 35 (11): 178-183.
 [18] 孙健. 转谷氨酰胺酶及其他功能性添加物对肌肉肠质构特性的影响 [D]. 南京: 南京农业大学, 2004.
 [19] 徐幸莲, 程巧芬, 周光宏. 转谷氨酰胺酶对蛋白质凝胶性能的影响 [J]. 食品科学, 2003, 24 (10): 38-43.

“美国人不吃转基因”入围 10 大科学流言

美国人不吃转基因？圣女果、紫薯、彩椒都是转基因食品？由中国科协主办的“典赞·2016 科普中国”活动日前揭晓 2016 年度十大“科学”流言终结榜，其中两项涉及转基因话题。同时揭晓的还有年度十大科学传播事件等榜单。

作为年度科学传播的一场盛宴，这次活动从 8 月开始向社会各界公开征集本年度具有影响力和科学传播元素的事件、人物、流言和科普作品。经权威专家评选后再经 600 多万人次网络投票，最终确定了评选结果。北青报记者注意到，年度十大“科学”流言终结榜中，全部事关人体健康，多数涉及食品安全，其中两项更是集中在备受关注的转基因话题上：美国人不吃转基因？圣女果、紫薯、彩椒都是转基因食品？此外，方便面 32 小时不能消化、个头大和奇形怪状的草莓是因为打了激素、喝苏打水能预防癌症……这些今年曾一度流传的话题都被科学一一给予了否认。

此外，在年度十大科学传播事件榜单中，人类首次探测到引力波、“阿尔法狗”横扫李世石、“天宫二号”发射成功、“中国天眼”FAST 落成、超百位诺奖得主联署公开信呼吁停止反对转基因技术，都是年度科学盛事，极大地促进了公众尤其是青少年对科学的关注和热爱。

摘自：北京青年报