

增脆型肠衣表征指标探究

赵换英¹ 宋立国¹ 李智超² 山东海奥斯生物科技有限公司, 山东淄博 256400

作者简介: 赵换英 1983, 女, 高级食品研发工程师, 硕士。

基金项目: 山东省技术创新项目(第三批)(编号: 201830503003) 通信作者: 宋立国 中图分类号: TS206

摘要:以 4 种同一口径的肠衣为研究对象, 比较肠衣灌制成香肠后的脆感差异, 寻找能够判断肠衣脆感性能的较优评价指标。结果表明, 感官评价和口感评价装置可在灌装成香肠阶段判断肠衣脆感, 口感评价装置中口感力值小且下压距离短的产品脆感强; 通过检测肠衣发现, 厚度、弹性模量与脆感的相关系数显示相关性强, 与厚度呈负相关性, 相关系数为 -0.960 , 厚度越薄的脆感较优, 与弹性模量呈正相关性, 相关系数为 0.998 , 弹性模量高的脆感较优; 在散点图下发现耐压强度逼近猪肠衣的耐压强度(0.047Mpa)时脆感较好; 在肠衣成分分析中, 脆性肠衣甘油含量低, 弹性模量高, 使得脆感较好。该探究初步确定了口感评价装置、耐压、厚度、力学性能和弹性模量可判断肠衣脆感的指标, 但更确切的参数区间仍需深入探讨。

关键词: 胶原蛋白肠衣; 增脆型; 天然肠衣

引言

天然肠衣是将健康牲畜的大肠、小肠等经过盐渍或干制加工处理, 最后制成的具有食品包装功能的管状薄膜^[1], 具有取材天然性、富有弹性及贮存时间长等特点, 同时具有蒸、煮、烤或冷藏处理后不易破裂, 色、香、味、形良好等优势^[2]。但天然肠衣的缺点也很明显。产量低, 成本高, 难以机械化生产等^[3], 人造胶原蛋白肠衣弥补了大部分天然肠衣的缺点, 且在市场上逐步替代天然肠衣^[4], 但在口感上, 天然肠衣和胶原蛋白肠衣还存在着差异, 比如胶原蛋白肠衣的口感达不到天然肠衣的脆度。针对这一问题, 肠衣制造商研究出了增脆型胶原蛋白肠衣(又称仿天然肠衣), 如 Viscofan 增脆型肠衣、海奥斯增脆型肠衣等。

SB/T 10373-2012[5] 对整个胶原蛋白肠衣行业进行了规范, 但在具体产品类型上并没有进行规定。目前市场上推出了新型肠衣—增脆型肠衣, 主要有 Viscofan 增脆肠衣和海奥斯增脆肠衣, 这一类型肠衣在口感上与天然肠衣相似。有研究表明, 在香肠的制作过程中制作工艺会对肠衣的脆性产生影响^[6], 但没有在肠衣上进行分析研究。增脆肠衣和普通肠衣在指标上有哪些区别, 增脆型肠衣为什么能在口感上和天然肠衣类似? 目前还没有相关的研究。

实验选取 Viscofan 增脆型肠衣、海奥斯增脆型肠衣、海奥斯普通肠衣、猪肠衣为实验对象, 以香肠的脆感差异为依据, 探索可表征肠衣脆感的指标。实验分为两部分: (1) 按相同实验条件灌制香肠, 分别利用人为感官投票和香肠口感



检测装置^[7]，对香肠脆感差异进行比较；（2）在实验（1）的基础上对肠衣进行实验分析，探索肠衣的耐压、厚度、力学性能和弹性模量与香肠脆感的相关性，分析上述参数是否可表征胶原蛋白肠衣脆感；（3）测定肠衣主要成分蛋白质、甘油、还原糖及灰分，比较成分差异，分析其对肠衣脆感是否产生影响。

1 材料与amp;方法

1.1 仪器与amp;材料

仪器	厂家
MD730 型千分尺	东莞市特马电子有限公司
XLW 型拉力试验机	济南蓝光机电技术有限公司
压力计	杭州鹤山仪表有限公司
口感评价装置	自制装置
VEMAG D-27283 高速灌装机	威迈格食品机械贸易(上海)有限公司
QZX-500 III 烟熏炉	沈阳市吉祥食品机械有限公司
马弗炉	沈阳市节能电炉厂
分析天平	上海上天精密仪器有限公司
凯氏定氮仪	上海昕瑞仪器仪表有限公司
可调温电炉	洛阳华熔窑炉有限公司

表 1 实验仪器
Tab. 1 Experimental instruments

材料	来源
海奥斯-普通, 海奥斯-增脆	山东海奥斯科技生物科技有限公司
Viscofan-增脆	维斯克凡公司
猪肠衣	河南双汇投资发展股份有限公司
实验所用试剂均为分析纯	/

表 2 实验材料及试剂
Tab. 2 Experimental materials and reagents

1.2 方法

1.2.1 香肠的制备 按照蒜蓉肠配方制备肉馅，以每分钟 500 节及 2.5 圈的扭结圈数等灌装参数下进行肠衣灌装和挂杆，然后推入烟熏炉，出炉后进行裁剪，包装，二次杀菌和冷却后即得最终产品。

1.2.2 香肠感官评价 召集应用实验室 10 名员工和 10 名业务员包含技术支持人员，对香肠试吃盲评。将海奥斯普通、海奥斯增脆、Viscofan 增脆和天然猪肠衣相对应的肠体切段，参评人员轮流选出认为脆感最强，口感最好的进行投票。

投票规则：根据个人第一口咬下去和咀嚼过程中咬破肠衣所用的力和产生脆感，以及咀嚼到最后嘴里是否有肠衣残渣等进行投票。

1.2.3 香肠口感检测 将 4 种实验肠衣制备成即食肠，使用自制口感检测装置进行口感判断。通过该装置可以检测出香肠切断时所用的力值以及肠体的形变。

1.2.4 厚度测试 膜厚度 d (μm) 测试方法为：裁开肠衣，在被测肠衣上随机选取 12 个点，用千分尺测量，取其平均值。

1.2.5 耐压测试 将所取待测样品的一端打结，置常温水浸泡 10min 取出，将肠衣另一端套入带有减压阀和惯性指针的压力计的压缩空气管内，夹紧端口，开启空压机进行缓慢加压至肠衣破裂，当肠衣破裂时读取压力表示值即使耐压强度，如加压时有漏气现象或另一端未扎紧，应按上述方法重新取样再测定。

1.2.6 肠衣力学指标 对 4 种肠衣进行力学性能检测对比，包括纵向抗断力，断裂伸长率和弹性模量。沿肠衣纵向截取（长 × 宽）120mm × 15mm 的小条作为一个样品，置常温水中浸泡 5min，沥干待用。调整拉力试验机的夹距为 100mm，输入肠衣厚度，将上述准备好的肠衣样品在夹头内夹好，夹头以 100mm/min ± 10mm/min 的速度做拉力测试，记录纵向抗断力，断裂伸长率，如肠衣在夹头处破裂，应重新取样测试，共测 10 个样，将测得的十个数据取其算术平均值。

弹性模量计算以式（1）表示

$$\text{弹性模量} = \frac{\text{抗拉强度}}{\text{断裂伸长率}} \quad (1)$$

1.2.7 肠衣主要成分含量检测 蛋白质含量使用凯氏定氮法测定^[8]，甘油用高碘酸氧化-滴定碘法测定^[9]，还原糖用高锰酸钾滴定法测定^[10]，按照食品中总灰分的测定方法测定灰分含量^[11]。



2 结果与分析

2.1 香肠感官评价

出炉后观察肠体状态，发现 Viscofan 增脆型和海奥斯增脆型肠衣都和天然猪肠衣有类似的表面亮度，推断是因为肠衣薄，纤维细腻，除了更易于吸收烟熏液，肉馅的透亮度也优于普通肠衣。

感官评价投票结果如下：

肠衣名称	脆感票数	口感票数
Viscofan- 增脆	5	5
海奥斯 - 增脆	7	5
猪肠衣	8	7
海奥斯 - 普通	0	3

表 3 各肠衣感官评价得票
Tab.3 Votes of sensory evaluation of each casing

感官评价是对肠衣脆感最直观的表达，通过盲评投票结果可以看出，Viscofan- 增脆肠衣和海奥斯 - 增脆肠衣制作的香肠感官评价结果与天然猪肠衣制作的香肠更接近，更有脆感，猪肠衣的脆感和口感票数要优于其他肠衣。

2.2 香肠口感检测

肠衣名称	口感力值 (N)	下压距离 (mm)
viscofan- 增脆	2.8	5
海奥斯 - 增脆	2.8	4
海奥斯 - 普通	5.2	8
猪肠衣	3.0	4

表 4 各肠衣口感检测结果对比
Tab.4 Comparison of taste of each casing

肠体形变为检测仪切割刀片刚切开肠体时刀片下压的距离，距离越短说明肠体脆感越强。

从检测结果可以看出，海奥斯普通肠衣制备的香肠口感力值最高，肠体切开时下压距离最大，说明普通肠衣韧性大，口

感硬；其他增脆型和天然猪肠衣切断时的下压距离基本一致，说明脆感接近。而猪肠衣由于本身韧性稍强，所以在肠体切开时所用力量稍大，也说明在实际试吃时可能需要的力度比增脆型肠衣更大一些，这取决于牙齿的咀嚼力。

结果显示增脆肠衣与天然肠衣所需的口感力值小，下压距离短，对比普通肠衣口感力值和下压距离有明显差异，香肠口感检测装置能够检测肠衣应用后的脆感差异，且与感官投票结果相符，可作为表征增脆型肠衣的特性指标之一。

2.3 肠衣厚度比较

肠衣名称	厚度 (um)
Viscofan- 增脆	39 ± 2
海奥斯 - 增脆	36 ± 2
海奥斯 - 普通	45 ± 3
猪肠衣	31 ± 2

表 5 各类型肠衣的厚度比较
Tab.5 Comparison of casings thickness

表 5 为四种肠衣的平均厚度，结果显示海奥斯普通肠衣的厚度最大，且明显大于其他肠衣，为 45 ± 2um，海奥斯增脆肠衣厚度为 36 ± 2um、Viscofan 增脆肠衣厚度为 39 ± 2um，猪肠衣在厚度为 31 ± 2um。这可能是由于海奥斯普通肠衣和增脆型肠衣的胶原制备工艺的不同，普通肠衣所用胶原纤维更粗，利用该纤维编织的肠衣膜也更厚。在感官上，普通肠衣制作的香肠口感硬，难以咬断，韧性强，说明肠衣的厚度影响了肠衣的脆感。

采用统计学计算协方差和相关系数发现协方差为 -15，说明存在相关性；相关系数为 -0.96，说明厚度与脆感的负相关性很强。这表明，在 31 ± 2 μm（猪肠衣厚度）到 45 ± 2 μm（海奥斯 - 普通肠衣）的区间范围内，厚度越薄，越接近猪肠衣的厚度时肠衣脆感越好。这一差异性表明厚度可作为表征仿天然肠衣的特性指标之一。



肠衣名称	厚度 (um)	脆感得票	厚度与脆感相关系数	厚度与脆感协方差
Viscofan-增脆	39 ± 2	5	-0.960	-15
海奥斯-增脆	36 ± 2	7		
海奥斯-普通	45 ± 3	0		
猪肠衣	31 ± 2	8		

表 6 厚度与脆感得票相关性分析
Tab. 6 Correlation analysis between thickness and crispness

2.4 肠衣耐压强度比较

肠衣名称	耐压强度 (Mpa)
Viscofan-增脆	0.050
海奥斯-增脆	0.048
猪肠衣	0.047
海奥斯-普通	0.040

表 7 四种肠衣的耐压强度
Tab. 7 Pressure resistance of the four casings

耐压强度结果与感官评价结果结合对比发现，海奥斯-增脆和 Viscofan-增脆肠衣的耐压强度接近猪肠衣，且感官评价中的脆感也接近猪肠衣。猪肠衣脆感最好，以猪肠衣耐压强度为中心，海奥斯-增脆、Viscofan-增脆、海奥斯-普通耐压强度与猪肠衣耐压强度离散程度相继增加，脆感评价也越来越低，说明要想获得和天然肠衣相似的脆感，在耐压强度上需要与猪肠衣相接近。

2.5 肠衣力学性能比较

仿天然肠衣与天然肠衣主要特性在于感官评价上更有脆感，为了将这种感官上的评价具象化，选用了弹性模量与分析研究，弹性模量可视为衡量材料产生弹性变形难易程度的指标，其值越大说明刚性越大，越柔软的材料弹性模量越小；

从表 8 结果可以看出，海奥斯普通肠衣的纵向抗断力和断裂伸长率明显大于其他肠衣，说明该肠衣韧性最大，脆性最小。两种增脆型肠衣和猪肠衣相比较，Viscofan 和海奥斯肠衣数值比较接近，差异不明显，均接近天然肠衣。

肠衣名称	纵向抗断力 (N)	断裂伸长率 (%)	弹性模量
Viscofan-增脆	9.89	15.0	0.54
海奥斯-增脆	9.63	14.9	0.56
海奥斯-普通	12.58	20.2	0.50
猪肠衣	10.1	14.4	0.57

表 8 四种肠衣的力学性能
Tab. 8 Mechanical properties of four casings

肠衣名称	弹性模量	脆感得票	弹性模量与脆感相关系数	弹性模量与脆感协方差
Viscofan-增脆	0.54	5	0.998	0.0825
海奥斯-增脆	0.56	7		
海奥斯-普通	0.50	8		
猪肠衣	0.57	0		

表 9 弹性模量与脆感得票相关性分析
Tab.9 Correlation analysis between elastic modulus and crispness

与感官评价结果对比发现，弹性模量的线性与感官评价吻合，猪肠衣的弹性模量较高，脆感最好，海奥斯-普通弹性模量较低，感官评价中脆感也较差。在相关性分析中协方差为 0.0825，两者存在相关性，相关系数为 0.998，说明两者有强正相关性，弹性模量可以有效的分辨肠衣的脆感，可用作表征增脆肠衣的特性指标之一。



2.6 肠衣成分含量比较

肠衣名称	纵向抗断力 (N)	断裂伸长率 (%)	弹性模量
Viscofan- 增脆	9.89	15.0	0.54
海奥斯 - 增脆	9.63	14.9	0.56
海奥斯 - 普通	12.58	20.2	0.50
猪肠衣	10.1	14.4	0.57

表 10 肠衣成分含量
Tab 10 content of casings

肠衣成分检测结果显示增脆型肠衣的甘油含量对比普通肠衣明显要低，有研究显示 [12] 胶原膜中甘油含量对胶原膜塑性产生影响，甘油增多时，会增大胶原膜的断裂伸长率，降低抗拉强度与弹性模量。

表 8 和表 10 对比可知，甘油的含量对胶原蛋白肠衣有着相同的影响，增脆型肠衣中甘油含量低，弹性模量高，而较高的弹性模量会使肠衣脆感较优。

3 结论

在香肠的脆感分析中，存在脆感差异性，造成这种差异性的原因是肠衣不同造成的。常规方法的检测中需要将肠衣灌装，蒸煮等操作制成香肠后才能分辨脆感的强弱，且评价方式是耗费人力进行品尝投票，这种方法耗时长，耗材多，占用较多人力。作者以口感品尝结果为依据，在口感评价装置，肠衣耐压、厚度、力学性能和弹性模量中探寻能表征肠衣脆感的指标。

研究发现，口感评价装置在香肠阶段的检测中能进行有效的辨别，节省大量人力，口感检测装置中口感力值小，下压距离短的脆感要好；肠衣的实验分析中发现，随着肠衣厚度变薄，越接近实验中猪肠衣的厚度 $31 \pm 2 \mu\text{m}$ ，脆感越好；肠衣耐压越接近实验中猪肠衣的耐压 0.047Mpa ，脆感越好，与

猪肠衣耐压的离散程度越高的肠衣脆感越差；在肠衣的力学检测中，与普通肠衣对比，三种增脆型肠衣的纵向抗断力与断裂伸长率相对较低，经过计算后发现弹性模量与脆感呈正相关性，弹性模量越高脆感越好；成分测定中甘油差异性明显，可推测甘油含量影响肠衣的脆感。

虽然上述实验结果呈现一定的变化趋势，但单一的指标变化不适合直接判定肠衣的脆感，需综合分析，才能更好的反映脆感的强弱。■

参考文献：

- [1] 王薪宇. 利用天然肠衣制备人造水解胶原肠衣膜的研究 [D]. 北京化工大学, 2017.
- [2] 陈士忠. 天然肠衣的优势 [J]. 农产品加工, 2004(04):19
- [3] 刘登勇, 魏法山, 高娜, 刘欢, 谢文佳. 我国天然肠衣产业发展的影响因素和对策研究进展 [J]. 肉类研究, 2017, 31(01):42-47.
- [4] 潘鹏. 采用天然肠衣制备胶原蛋白肠衣膜的研究 [D]. 北京化工大学, 2013.
- [5] SB/T 10373-2012, 胶原蛋白肠衣 [S].
- [6] 张晓敏, 徐宝才, 周辉, 杨明. 提高脆皮肠动物肠衣脆性的工艺研究 [J]. 肉类研究, 2011, 25(12):19-21
- [7] 赵换英, 宋立国, 熊志强, 马龙, 曹志鹏. 肠衣口感自动检测机 [P]. 山东省: CN211347752U, 2020-08-25.
- [8] GB 5009.5-2016, 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定 [S].
- [9] 彭晋平, 杨继红, 彭新立, 黄笔武. 高碘酸氧化-滴定碘法测定甘油含量的研究 [J]. 精细石油化工, 2001(04):67-68.
- [10] GB 5009.7-2016, 食品安全国家标准 食品中还原糖的测定 [S].
- [11] GB 5009.4-2016, 食品安全国家标准 食品中灰分的测定 [S].
- [12] 吴静敏. 影响胶原肠衣膜机械性能的塑化要素分析 [D]. 江南大学, 2020.

