

穿刺法分析海参质构特征

曹荣¹, 李志超², 刘淇¹, 殷邦忠^{1,*}

(1. 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 山东 青岛 266071; 2. 大连海洋大学食品科学与工程学院, 辽宁 大连 116000)

摘要: 为了准确客观评价食用态海参的质构特征, 建立标准化的海参质构评定方法, 以TA-XT plus型物性测试仪作为检测工具, 研究了穿刺法在海参质构分析中的应用效果, 并采用该方法测定了海参不同部位及不同加工产品的硬度值。结果表明: 采用穿刺法分析海参质构, 其适宜的测试参数为: P/2N探头、测前速度1 mm/s、测试速度5 mm/s、测后速度5 mm/s、穿刺距离10 mm、触发力5.0 g、数据收集率200 pps。海参不同部位的硬度值存在差异, 建议以海参中段背部中心位置作为固定的测定位点。采用该方法测定海参的硬度值, 其标准偏差的变异系数在5%以内, 且可以明显体现不同海参产品的质构差异。该方法可以为海参品质评定提供科学的技术手段。

关键词: 海参; 质构; 穿刺

Texture Analysis of Sea Cucumber by Puncture Test

CAO Rong¹, LI Zhi-chao², LIU Qi¹, YIN Bang-zhong^{1,*}

(1. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China;

2. College of Food Science and Engineering, Dalian Ocean University, Dalian 116000, China)

Abstract: A standardized procedure to assess the hardness of sea cucumber by puncture test using a TA-XT plus texture analyzer was proposed and applied on different body locations of sea cucumber and processed sea cucumber products. Results showed that the appropriate puncture test parameters were determined as follows: probe, P/2N; pre-test speed, 1 mm/s; test speed, 5 mm/s; post-test speed, 5 mm/s; distance, 10 mm; trigger force, 5.0 g; and data acquisition rate, 200 pps. The center position in the backside of the middle section was suggested as the test site. According to the established method, the variation coefficient of hardness could be controlled within 5%, and hardness of different products could be reflected significantly. This method can provide a technical mean for quality assessment of sea cucumber.

Key words: sea cucumber; texture; puncture

中图分类号: TS254.7

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2014) 06-0129-04

doi:10.7506/spkx1002-6630-201406027

随着人民生活水平的不断提高和健康意识的不断增强, 人们在追求食品营养和保健功效的同时, 也越来越重视食品的外观、口感、滋味等感官品质。准确、快捷的食品品质评定方法一直是国内外学者的研究热点^[1]。其中, 利用感官鉴别的方法对食品进行评判分析, 是食品品质评价常用的方法, 但主观评价的人为误差较大, 实验结果的可靠性、可比性差^[2]。质构仪所反映的主要是与力学特性有关的食物品质特征, 其结果具有较高的灵敏性与客观性, 并可进行准确的量化处理, 从而可以更加客观全面的评价食品^[3]。

质构仪在食品中的应用越来越广泛, 国外学者已将其应用到谷物、果蔬、糕点、奶制品、肉制品等多个领域^[4]。国内有关食品质构的研究相对滞后, 且多集中在

粮油、果蔬和禽畜产品方面^[5-8]。近几年来, 质构分析 (texture profile analysis, TPA) 在水产品中的应用逐渐增多, 如史策等^[9]以质构特性作为重要指标研究了反复冷冻-解冻对鲢鱼品质的影响; 胡芬等^[10]分析了5种淡水鱼肉的质构特性及与营养成分的相关性; 黄卉等^[11]论述了质构仪在对虾产品质量分级和评价中的应用前景; 董秀萍等^[12]优化了扇贝柱的TPA测试条件等。而有关海参质构测定方法的研究报道较少。

海参是我国传统的名贵海珍品, 营养价值高, 素有“海中人参”之称^[13]。海参的质地特征与食用时的口感密切相关, 也是评价产品品质的重要指标。而我国在海参质构测定方法方面尚没有统一的标准。针对这一现状, 本实验分析穿刺法在海参质构测定中的应用效果,

收稿日期: 2013-06-19

基金项目: 山东省科技发展计划项目 (2012GHY11533); “十二五”国家科技支撑计划项目 (2012BAD28B05)

作者简介: 曹荣 (1981—), 男, 博士, 主要从事水产品品质评定与控制技术研究。E-mail: caorong@ysfri.ac.cn

*通信作者: 殷邦忠 (1961—), 男, 研究员, 主要从事水产品加工研究。E-mail: yinbz@ysfri.ac.cn

对测试数据的稳定性、准确性进行考察,进而确立海参质构测定的适用程序及其参数。同时,分析海参不同部位的质构特点,确立相对稳定且具有代表性的测定位点,进而建立基于穿刺程序的海参质构测定方法,并采用该方法分析不同类型海参产品的质构特点。本研究可以为TPA在海参产品品质评定中的应用及产品开发提供理论参考和技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

实验用海参均为刺参(*Apostichopus japonicus*)。优质淡干海参由大连棒槌岛海产股份有限公司提供,规格为(5.0±0.2)g/只。鲜活海参购于山东省青岛市胶南海参养殖基地,质量为80~100g/只。

TA-XT plus型物性测试仪 英国Stable Micro Systems公司;BS224-S型电子天平 北京奥多利斯天平有限公司;MLS-3780型全自动高压蒸汽灭菌器 日本Sanyo公司。

1.2 方法

1.2.1 海参样品处理

淡干海参在室温条件下用纯净水浸泡24h、沸水小火煮制20min、(4±1)℃条件下水发12h至可食用状态。

用自制刀具将发制好的海参纵向切成1.5cm的小段,去除靠近头部和尾部的段,取剩余海参段进行质构测定。

1.2.2 TPA

采用物性测试仪进行TPA分析,穿刺测试程序的主要参数为:分别选用P/2(直径2mm)和P/2N(针形)探头,测前速度1mm/s,测试速度5mm/s,测后速度5mm/s,穿刺距离10mm,触发力5.0g,数据采集率200pps(point per second)。穿刺测试的典型曲线及硬度的计算方法见图1。

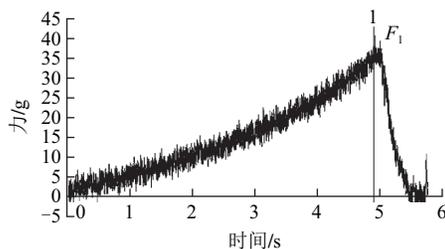


图1 海参穿刺测试曲线

Fig.1 Typical diagram of puncture test in texture analysis for sea cucumber

1.2.3 海参不同部位质构测定

选取水发后大小均一的海参6只,切成1.5cm的段,取中间段,每段等分取5个位点,按照腹部-背部-腹部的顺序分别编号为A、B、C、D和E(图2a),采用穿刺方

法进行硬度的测定。

另外,选取水发后大小均一的海参6只,切成1.5cm的段,取中间6段(图2b),每段选取测定位点C,采用穿刺方法进行硬度的测定。



图2 海参测定位点(a)与分段取样(b)图示

Fig.2 Graphical representation of test sites (a) and sampling parts (b) of sea cucumber

1.2.4 不同加工工艺海参产品质构比较

按照如下4种方式加工海参各6只,采用穿刺方法进行质构测定。I.淡干海参,浸泡24h,水煮20min,水发12h;II.淡干海参,浸泡24h,水煮40min,水发24h;III.鲜海参去除内脏,清洗后105℃高压处理8min;IV.鲜海参去除内脏,清洗后121℃高压处理8min。

1.2.5 数据处理与分析

采用SPSS 11.0进行实验数据的统计分析,实验结果以平均值±标准偏差表示,组间分析采用t-检验,显著性界值以 $P<0.01$ 为非常显著, $P<0.05$ 为显著, $P>0.05$ 为不显著。

2 结果与分析

2.1 海参穿刺实验结果

选取个体差异小的16只干海参(同一批加工产品,原料来源和加工工艺一致),发制前质量为(5.0±0.2)g,发制后质量为(60.6±2.0)g。取发制好的海参,切成1.5cm的段,每只海参取中间2段分别以P/2探头和P/2N探头进行穿刺测试,测定位点为海参背部中心,结果见表1。实验数据表明,采用穿刺程序,硬度值的变异系数较小,P/2探头和P/2N探头对应的硬度值的变异系数分别为16.71%和4.51%。P/2为直径2mm的圆柱形探头,P/2N为针形探头,与海参样本的接触面积小,因此硬度值明显小于P/2探头的测定值($P<0.01$),而P/2N探头对应的测试数据相对稳定,变异系数仅为4.51%,说明该探头更适宜测定海参质构。

表1 海参穿刺硬度数据分析(n=16)

Table 1 Results of puncture analysis for the hardness of sea cucumber (n=16)

样本	P/2	P/2N
平均值/g	103.9	32.5
标准偏差/g	17.4	1.5
变异系数/%	16.71	4.51

2.2 海参不同部位质构测试结果

采用P/2N探头测定不同位点的硬度值, 结果见表2。不同位点的硬度值有所差别, 其中位点A、C、E之间差异不显著 ($P>0.05$), 位点B、D之间差异也不显著 ($P>0.05$), 但A、C、E的硬度值明显高于B、D ($P<0.05$)。从变异系数上看, 采用P/2N探头对海参进行穿刺, 位点A至E的变异系数均小于10%, 其中位点B、C、D对应的变异系数相对较小, 适宜作为测定的位点。

表2 海参不同位点硬度值 (n=16)

海参样本	位点A	位点B	位点C	位点D	位点E
平均值/g	34.5 ^a	26.4 ^b	33.8 ^a	27.3 ^b	32.8 ^a
标准偏差/g	3.3	1.2	1.8	1.5	2.8
变异系数/%	9.51	4.63	5.43	5.61	8.68

注: 同行标注相同字母者表示差异不显著 ($P>0.05$)。下同。

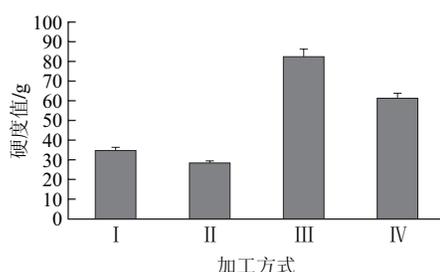
表3是不同段的海参同一位点(位点C)的质构测试结果, 可以看出不同段海参硬度值也有所差异, 靠近头部的段1明显高于其他各段 ($P<0.05$), 而段2~6间没有显著差异。海参不同部位的质构特征存在差异, 因此测定海参硬度值时应固定测定位点。

表3 海参不同段硬度值

Table 3 Hardness values of different parts in sea cucumber

海参样本	段1	段2	段3	段4	段5	段6
平均值/g	37.4 ^a	29.7 ^b	32.3 ^b	32.7 ^b	31.3 ^b	29.9 ^b
标准偏差/g	2.2	1.7	1.3	1.8	1.9	1.3
变异系数/%	5.86	5.86	3.97	5.64	6.20	4.47

2.3 不同加工方式对海参质构的影响



I. 淡干海参, 浸泡24 h, 水煮20 min, 水发12 h; II. 淡干海参, 浸泡24 h, 水煮40 min, 水发24 h; III. 鲜海参去除内脏, 清洗后105℃高压处理8 min; IV. 鲜海参去除内脏, 清洗后121℃高压处理8 min。

图3 海参经不同方式加工后的硬度值

Fig.3 Hardness of sea cucumber products with different processing treatments

为检验所建立的海参质构测定方法的应用效果, 实验中采用不同水发方式获得I和II两种海参产品各6只, 采用不同的高压处理条件获得III、IV两种海参产品各6只, 采用穿刺方法对4种产品进行了硬度值的检测, 测定位点为海参中段背部中心位置(即位点C)。结果表明, 4类产品硬度值的变异系数均在5%以内; 经不同方

式加工的海参产品的硬度值有显著差异 ($P<0.05$), 这说明建立的方法适用于海参质构测定, 获得的数据可以为海参品质评定和加工生产提供科学依据。

3 讨论

3.1 TPA在海参质构测定中的适用性

近年来, 我国的海参消费需求不断增长, 同时海参增殖技术不断进步和发展, 海参产业呈现出巨大的发展势头, 已成为渔业经济中的重要组成部分。但由于海参消费具有明显的地域性, 极少有国外渔业发达国家对海参质构进行研究, 国内有学者采用TPA的方法对海参质构进行分析, 如徐志斌等^[14]采用TPA研究了水发条件对海参质构特性的影响; 向怡卉等^[15]采用TPA分析了盐渍海参水发过程中的质构变化; 郝梦甄等^[16]采用TPA研究了鲜海参、超高压处理海参及传统泡发盐渍海参在4℃冷藏期间质构特性的变化。这些研究发现海参质构测试的数据波动很大, 尤其是硬度值的变异系数大都在10%以上。

TPA是目前食品领域比较常用的质构测定方法, 通过模拟人体口腔的咀嚼运动, 对固体半固体样品进行两次压缩, 根据探头感应到力的情况得出质构测试曲线。通过TPA可以获得测试对象的硬度、弹性、黏聚性、咀嚼性等多个物性学指标。然而, TPA方法在应用时要求测试的样本尽量整齐、均一^[17], 海参形体不规则, 体表有肉刺, 食用状态的海参内脏已经去除, 腹部中空, 切面呈现不规则的带有缺口的圆环状。海参这种外形上的特殊性会导致TPA测试时探头受力不均, 从而造成实验数据偏差大、影响测试稳定性和可靠性的情况。

3.2 穿刺法在海参质构测定中的应用效果

穿刺法可以获得的食品物性学指标虽然相对较少, 但精确度较高^[18], 对于不完全均一的样本同样可以获得较为理想的测试数据, 因此在食品品质评定中的应用逐渐增多。如丁武等^[19]采用穿透法量化评定肉制品的嫩度, 成功建立了穿透参数与感官品评嫩度值之间的相关性; 马庆华等^[20]建立了基于质构仪穿刺试验的冬枣质构品质评价方法等。本研究验证了穿刺法在海参质构测试中的应用效果, 并对比了两种不同直径探头的测试稳定性, 发现采用P/2N针形探头可显著提高测试数据的稳定性。这说明海参质构测定时通过减少探头与海参的接触面积, 可在一定程度上解决海参形体特殊、难以获得整齐均一样本的问题。

另外, 本研究发现海参不同部位的硬度值有明显差异。研究者曾以南美白对虾和鹰爪虾为研究对象, 发现不同种类的虾仁以及同种虾仁的不同部位间质构特征有较大的差别^[21]。关于海参不同部位TPA的结果与之类

似。为便于不同批次和不同类型海参产品的质构比较,建议以海参中段的背部中心位置作为测定的位点。

3.3 不同加工方式对海参质构的影响

干制品是目前我国海参产品的主要类型之一^[22]。海参由干制品到可食用状态,必须经过水发过程。干参的品质、发制方法会显著影响海参的食用口感。即食海参是我国另一种主要的海参产品类型,鲜参直接高压处理是其中一种主要的加工方式^[23]。本研究以硬度值为指标,分析对比了不同工艺加工的海参产品在质构方面的差异,一方面验证了所建立的质构测定方法的实际应用效果,另一方面也说明不同的加工工艺会显著影响海参的质构特性。其中,干海参在加工中由于历经多次的蒸煮、浸泡等过程,其体壁胶原蛋白结构破坏严重^[24],因此其硬度值明显低于鲜参高压处理的样品,这也是干参水发后口感欠佳的重要原因。不同温度高压处理的海参样品硬度值同样差异显著($P<0.01$),这可能与海参胶原蛋白结构和分子量在不同温度下的变化密切相关^[25]。

4 结论

4.1 穿刺法测定海参质构的适宜参数为: P/2N针形探头、测前速度1 mm/s、测试速度5 mm/s、测后速度5 mm/s、穿刺距离10 mm、触发力5.0 g。采用该方法测得的海参硬度值相对稳定,变异系数在5%左右。

4.2 海参不同部位的硬度值有所差异,为方便对比分析,测定时应固定海参的测定位点。建议以海参中段背部中心位置作为测定的位点。

4.3 采用该方法检测不同工艺加工的海参产品,测试数据可明显体现产品之间的质构差异。该方法可以为海参品质评定和加工生产提供参考。

参考文献:

- [1] FAVALLI S, SKOV T, BYRNE D V. Sensory perception and understanding of food uniqueness: from the traditional to the novel[J]. Food Research International, 2013, 50(1): 176-188.
- [2] MURRAY J M, DELAHUNTY C M, BAXTER I A. Descriptive sensory analysis: past, present and future[J]. Food Research International, 2001, 34(6): 461-471.
- [3] 楚炎沛. 物性测试仪在食品品质评价中的应用研究[J]. 粮食与饲料工业, 2003, 7(4): 40-42.
- [4] TUNICK M H. Food texture analysis in the 21st century[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2010, 59(5): 1477-1480.
- [5] 孙辉, 姜薇莉, 田晓红, 等. 利用物性测试仪分析小麦馒头品质[J]. 中国粮油学报, 2006, 20(6): 121-125.
- [6] 贾艳茹, 魏建梅, 高海生. 质构仪在果实品质测定方面的研究与应用[J]. 食品科学, 2011, 32(增刊1): 184-186.
- [7] 李志文, 张平, 张昆明, 等. 1-MCP 结合冰温贮藏对葡萄果实质地的影响[J]. 农业机械学报, 2011, 42(7): 176-181.
- [8] 杨玉娥, 李法德, 孙玉利, 等. 加热方式对猪里脊肉质构特性的影响[J]. 农业机械学报, 2007, 38(11): 60-64.
- [9] 史策, 崔建云, 王航, 等. 反复冷冻-解冻对鲢品质的影响[J]. 中国水产科学, 2012, 19(1): 167-173.
- [10] 胡芬, 李小定, 熊善柏, 等. 5种淡水鱼肉的质构特性及与营养成分的相关性分析[J]. 食品科学, 2011, 32(11): 69-73.
- [11] 黄卉, 李来好, 杨贤庆, 等. 对虾产品质量分级要素及评价技术[J]. 中国水产科学, 2010, 17(6): 1371-1376.
- [12] 董秀萍, 肖桂华, 朱蓓薇, 等. 扇贝柱质构分析的测试条件[J]. 大连工业大学学报, 2011, 30(3): 157-160.
- [13] 姜健, 杨宝灵, 郇阳. 海参资源及其生物活性物质的研究[J]. 生物技术通讯, 2004, 15(5): 537-540.
- [14] 徐志斌, 陈青, 励建荣. 水发条件对海参(*Acaudina molpadioidea*)质构特性及微观结构的影响研究[J]. 食品科学, 2010, 31(7): 37-41.
- [15] 向怡卉, 苏秀榕, 董明敏, 等. 盐渍海参水发技术的研究[J]. 食品科学, 2008, 29(12): 153-156.
- [16] 郝梦甄, 胡志和. 超高压和盐渍泡发处理海参的质构和功能成分比较研究[J]. 食品科学, 2013, 34(5): 115-119.
- [17] WILKINSON C, DIJKSTERHUIS G B, MINEKUS M. From food structure to texture[J]. Trends in Food Science & Technology, 2000, 11(12): 442-450.
- [18] LUYTEN H, VLIET T, WALSTRA P. Comparison of various methods to evaluate fracture phenomena in food materials[J]. Journal of Texture Studies, 1992, 23(3): 245-266.
- [19] 丁武, 寇莉萍, 张静, 等. 质构仪穿透法测定肉制品嫩度的研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(10): 138-141.
- [20] 马庆华, 王贵禧, 梁丽松. 质构仪穿刺试验检测冬枣质地品质方法的建立[J]. 中国农业科学, 2011, 44(6): 1210-1217.
- [21] 曹荣, 刘淇, 殷邦忠, 等. 虾仁TPA质构分析及不同熟制加工方式对其品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(6): 1-5.
- [22] 朱文嘉, 王联珠, 丁海燕, 等. 我国海参产业现状及质量控制对策[J]. 中国渔业质量与标准, 2013, 2(4): 57-60.
- [23] 唐家林, 吴成业, 刘淑集, 等. 即食海参加工工艺的研究[J]. 福建水产, 2012, 34(1): 31-35.
- [24] 崔凤霞. 海参胶原蛋白生化性质及胶原肽活性研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2007.
- [25] 王哲平, 刘淇, 曹荣, 等. 温度对刺参胶原蛋白结构和分子量变化的影响[J]. 渔业科学进展, 2012, 32(6): 80-84.