

组织化植物蛋白产品评价方法研究进展

赵琳¹, 王乐凯¹, 李哲滨¹, 兰静², 马永华²

(1. 黑龙江省农业科学院食品加工研究所, 黑龙江哈尔滨 150086; 2. 农业部谷物及其制品质量监督检验测试中心, 黑龙江哈尔滨 150086)

摘要: 随着挤压技术的发展和消费者健康意识的增强, 组织化植物蛋白产品广泛应用于食品加工业中。根据国内外研究论文和报告, 从感官评价、质地分析和微观结构分析等角度, 介绍了中低水分组织化植物蛋白和高水分组织化植物蛋白产品评价方法的研究进展。

关键词: 组织化; 植物蛋白; 评价方法

中图分类号: TS201.2⁺1 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2009)04-0145-03

Research Advances on Evaluate Method of Texturizing Vegetable Protein

ZHAO Lin¹, WANG Le-kai¹, LI Zhe-bin¹, LAN Jing², MA Yong-hua²

(1. Food Processing Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Inspection and Testing Center for Quality of Cereals and Their Products Ministry of Agriculture, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: Texturizing vegetable proteins were widely used in food industry with the development of extrusion technology and enhancement of consumer health consciousness. So from the view of the sensory evaluation, texture analysis and micro-structural analysis the research advances on the evaluate method of middle and low moisture texturizing vegetable proteins and high moisture texturizing vegetable proteins were reviewed in this paper according to the reports from the world.

Key words: texturizing; vegetable protein; evaluate method

植物蛋白具有资源丰富、价格低廉、能量转化效率高特点, 逐渐成为人类最主要的蛋白质来源^[1]。而组织化蛋白是植物蛋白加工利用过程中的重要组成部分。美国年产组织化大豆蛋白约 50 万 t, 产量超过大豆浓缩蛋白和大豆分离蛋白的总和。目前应用最广泛的加工组织化蛋白的方法是挤压组织化法。由挤压工艺生产的组织化蛋白可分为两类: 一类为膨化型, 该类产品水分含量低, 呈膨化的海绵状结构, 使用前需复水处理(非即食性)。另一类为通过高水分组织化技术加工而成的高水分组织化蛋白, 该类产品外观和质地与动物肉类极为相似, 具有组织化程度高、即食、即用、营养成分损失少等特点。随着消费者对健康和美味食品需求的增长, 越来越多的消费者选择食用组织化蛋白, 因此如何准确、有效地评价组织蛋白产品质量, 成为组织化植物蛋白加工研究的一项重要内容。

1 中低水分组织化产品评价方法

1.1 感官评价

感官评价是一种主观评价方法, 该方法在评定组织蛋白产品质量时具有非常重要的作用, 常用的感官评价指标主要包括产品外观、风味和质地。有学者提出在评价组织蛋白质量过程中质地指标最为重要, 其次是外观和风味, 因为组织化产品常与真正的肉混合食用, 往往很难分清组织蛋白和肉, 而且肉制品风味的不断改进也能弥补大豆蛋白的不良气味^[2]。

Maurice 等人提出组织化大豆蛋白产品的组织化分析应包括咀嚼次数(即咀嚼一定量的样品使之达到与对照样品类似吞咽程度所需的咀嚼次数)以及采用拉伸或剪切方式判断产品的状态^[3]。也有学者提出在感官评定产品质量时应包括产品密度和吸水率^[4]。

除了感官评价外很多学者也采用仪器测试的方法评价组织化产品的质地如剪切、拉伸和压缩测试。其中 Breene 提出组织蛋白多用于模拟肉, 因此应采用评价商品肉制品质地的方式评价组织蛋白的质地, 同时提出嫩度(tenderness)和含汁度(juiciness)是评价产品质地过程中的两个重要参数。Breene 采用 ottawa 质构

收稿日期: 2008-12-01

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2006BA D05A 08)

第一作者简介: 赵琳(1978-), 女, 黑龙江人, 硕士, 助理研究员, 从事农产品加工研究。E-mail: zhaolin78@126.com。

测试仪对组织化产品进行测试获得一个客观的质地曲线。分析结果表明嫩度与感官评价具有很好的相关性,但含汁度相关性较差^[5]。

1.2 持水性

挤压参数中温度、水分以及螺杆构型三者通过控制蛋白质的变性程度影响产品的组织化程度,进一步影响产品的持水性^[6]。由于持水性影响产品的功能性和经济性,已经成为挤压产品重要的品质指标。张波等认为持水性可部分反映产品的组织化程度,并根据测定时是否破坏样品组织结构,将持水性分为持水率(Water Holding Capability)和吸水率(Water Absorption Capability)。通过分析结果提出影响产品持水率程度的大小顺序为物料含水率、螺杆构型,影响产品吸水率程度的大小顺序为螺杆构型、挤压温度、物料含水率^[7]。

Dhal 等人以酸和碱变性的大豆蛋白为原料进行挤压加工时也采用持水性作为组织化产品的评价方法,认为弱碱性组织化大豆蛋白持水性较高,但是质地较差。而强碱性组织蛋白硬度较大但复水时易破碎^[8]。

目前国内的一些大豆组织蛋白生产企业也常采用持水性这一指标来评价干燥后的中低水分组织化产品,即将组织化蛋白混合均匀,称取 20 g 置于 250 mL 烧杯中,用 60℃ 蒸馏水浸泡 30 min 后轻轻擦干称重,计算样品持水性。

2 高水分组织化产品评价方法

2.1 感官评价

很多研究学者使用感官分析来评价中低水分蛋白组织化产品,相似方法也用于评价高水分蛋白组织化产品,如 lins 等以硬度、湿度、分层性、弹性、咀嚼性和粘结性等感官评价指标来描述高水分蛋白组织化产品^[9-10]。张余等以产品色泽、表现状态、组织化度、口感(硬度、润滑感、黏弹性)和风味等对组织化花生蛋白进行评价^[11]。

但是 Mercier C 等采用染色的方法对高水分组织化蛋白的纤维形成情况进行观察,即将样品切成薄片并通过一个对蛋白质敏感的考马斯亮蓝或对于碳水化合物敏感的过碘酸希夫试剂(Periodic Acid Schiff Reagent)染色后进行观察。通过该方法得到的结果与拉伸强度的测定结果具有较好的相关性^[12]。

类似中低水分组织蛋白产品质量评价一样,lin 和赵多勇等人以干燥后的高水分蛋白组织化产品为样品测定其持水性^[10,13]。

2.2 质地分析

质构仪因其具有的灵敏、客观可模拟人咀嚼动作等特点被广泛应用于食品质地分析,常采用的分析指标为硬度、粘着性、弹性、聚结性和咀嚼度等。如 Lin、魏益民、赵多勇等人采用质构仪在 TPA 模式下,将样品(切成边长为 15 mm 的正方形,厚度为 3.0 mm)置于

质构仪测试台上,用 P/35 探头(直径为 35 mm,高 35 mm)以 1 mm·s⁻¹ 的速度压缩样品厚度的 50%,用以测定高水分组织化产品的质地^[10,13-14]。

王洪武等采用纤维强度测试方法评定高水分组织化产品的质量,即挤压样品烘干后,用 RHEOMETER 流变仪测试样品的纵向拉伸力和横向拉伸力,计算纵横向拉伸力的比值^[15]。Akinori Noguchi 等人采用法国 Cleextral BC-45 双螺杆挤压机,在原料 pH=7,螺旋转速 60 r·min⁻¹,水分含量 60%,进料速率 15 kg·h⁻¹ 的条件下以纵向拉伸强度 F_L 和横向拉伸强度 F_V 为指标,研究温度对高水分挤压蛋白拉伸强度的影响。结果表明组织蛋白的纵向强度 F_L 始终大于横向强度 F_V。180℃ 时 F_V 达最大值,超过这个温度时 F_L 保持在最大值附近,在任何机筒温度下 F_L 始终大于 F_V,认为 F_L/F_V 应始终为一个大于 1 的值^[12]。

组织化度(Texturization Degree)是评价高水分组织化产品特性的另一项重要指标。研究学者常参照李里特方肉制品组织化度的测定方法,以横向剪切力与纵向剪切力的比值表示产品的组织化度。如魏益民等以组织化度的方法,并结合电镜观察产品的微观结构,对高水分组织化大豆蛋白的纤维形成程度进行描述^[14]。康立宁和张余等人也采用前方法,测定高水分产品的质构、组织化度、色泽等指标,并通过因子分析法综合评价产品特性^[16-17]。

2.3 微观结构分析

lin 等人采用光学显微镜对高水分蛋白组织化产品的纤维结构进行观察。将解冻后的样品切成小块(约为 7 mm×7 mm×7 mm)并切面向上,使挤压方向与 x 轴平行,使用蔡司显微镜,立体相机对试验样品进行拍照,曝光时间为 1 s。将照片放大 30 倍后观察发现,该方法可以明显区别不同水分含量下(60%~70%)蛋白质纤维结构的差异^[10]。

扫描电子显微镜因其具有良好的反映样品表面结构的能力,很多学者都采用该方法评价高水分组织化蛋白纤维结构的形成程度。但是不同学者之间采用样品处理方法稍有不同如 lin 等人采用 -60℃ 冻干的方式进行样品处理,而王洪武、张余、魏益民等人则采用乙醇逐级脱水 and 超临界干燥联合作用的方式进行处理^[10,18-20]。

虽然上述方法在一定程度上能够反映组织蛋白终产品的质地和状态,但是质地分析方法易受样品水分含量影响而且与纤维形成相关性差,不能确切描述组织化蛋白的质构特性和纤维化形成程度。微观结构检验可以提供备检小块样品的微观结构,但是它不能准确反映纤维形成的全部细节而且在操作过程中经常要对样品进行切割,容易造成产品结构改变。除此之外感官观察具有主观性,不能对产品之间的差异提供量

化数据,因此越来越多的研究致力于开发精确检测组织蛋白纤维形成的仪器检验方法。

Yao G 等人以大豆分离蛋白、小麦谷朊粉和非改性小麦淀粉以 6 : 4 : 0.5 的比例混合为原料,在水分为 60%、66%和 72%的条件下进行高水分蛋白组织化。同时采用质地分析、微观结构分析和荧光偏振光谱分析对产出物品质进行评价,结果表明质地分析方法不能准确地描述纤维形成的程度,而基于荧光偏振光谱理论的荧光偏振程度和各向异性指标则能较好地反映挤压过程中纤维的形成,而且各向异性指标与感官检验确切的纤维形成具有显著的相关性,与荧光偏振程度相比各向异性指标能够补偿样品不均一对结果造成的影响^[21]。

Ranasinghesagara J 等根据霍夫变换和回归统计分析开发了一种图像处理技术,可以使用数字图像直接计算样品的纤维系数。样品经切割后使其纤维结构完全暴露,在高瓦数白炽灯下,距离样品 25 cm,采用数码相机将 1.9 cm×1.4 cm 样品放大 0.34 倍拍摄照片。照片经平衡背景、霍夫变换和感兴趣区分析后,计算所有单元的标准偏差。设定样品的纤维系数为标准偏差的倒数,即当纤维分布均匀时标准偏差较小,纤维系数较大。试验结果表明,这种通过数码照片直接计算纤维系数的方法可以区别不同纤维状态,与 Yao G 等人开发的荧光偏振光检测方法相关系数达到 95%^[22]。同时 Ranasinghesagara J 等发明的光子迁移方法(Photon Migration Method)作为一种标准方法进行无损、瞬时检测高水分挤压植物蛋白产品的纤维化度^[23]。

3 存在问题及未来展望

中低水分组织化植物蛋白产品特性的评价方法目前已经较为成熟,而高水分组织化植物蛋白产品特性的评价方法研究则刚刚起步,新开发的评价方法虽然可以比较客观地反应组织化产品纤维形成状态,但是还存在一些问题如 Yao G 等人开发的荧光偏振光谱分析法,当光源激发产生荧光时,其波长在可见光范围内,而且强度较弱因此结果易受外界光线影响,因此不适用于在线检测纤维的形成状态。而 Ranasinghesagara J 等人 2004 年开发的图像处理技术中,样品需经过处理,容易破坏样品原有的纤维状态等。而且在进行高水分组织化植物蛋白产品评价时,不同的研究者选取的指标和评价方法不同,致使实验结果可比性差,减慢了高水分组织化技术的发展速度,成为工业化生产的制约因素,因此制定组织化植物蛋白的评价体系和标准,是高水分组织化产品商业化生产的必然要求。

参考文献:

[1] 陈贵堂,赵琳.植物蛋白的营养生理功能及开发利用[J].食品工业科技,2004,25(9):137-140.

- [2] Stanley D W. Chemical and structure determinants of texture of fabricated food [J]. Food Technology, 1986, 40(3): 65-68.
- [3] Maurice T J, Burgess L D, Stanley D W. Texture-structure relationship in texturized soy protein. III Textural evaluation of extruded products [J]. Canada Institute Food Science Technology Journal, 1976, 9: 173-176.
- [4] Cumming D B, Stanley D W, Deman J M. Texture-structure relationship in texturized soy protein. II. Textural properties and ultrastructure of an extruded soybean product [J]. Canada Institute Food Science Technology Journal, 1972, 5: 124-128.
- [5] Breene W M. Textural characterization of texturized proteins [J]. Journal Texture Study, 1978, 9: 77-107.
- [6] Crowe T W, Johnson L A, Wang T. Characterization of extruded-extruded soybean flours [J]. Journal American Oil Chemistry Society, 2001, 78: 775-779.
- [7] 张波,魏益民,康立宁,等.挤压参数对组织化大豆蛋白持水性的影响[J].农业工程学报,2007,23(11):260-262.
- [8] Dhal S R, Vilotta R. Twin-screw extrusion texturization of acid and alkali denatured soy proteins [J]. Journal of Food Science, 1991, 56: (4): 1002-1007.
- [9] Lin S, Huff H E, Hsieh F. Texture and chemical characteristics of soy protein meat analog extruded at high moisture [J]. Journal of Food Science, 2000, 65(2): 264-269.
- [10] Lin S, Huff H E, Hsieh F. Extrusion process parameters sensory characteristics and structural properties of a high moisture soy protein meat analog [J]. Journal of Food Science, 2002, 67(3): 1066-1072.
- [11] 张余,魏益民,张波.脱脂花生粉特性对其挤压产品结构的影响[J].中国粮油学报,2007,22(2):53-59.
- [12] Merger C, Linko P, Harper J. Extrusion Cooking [M]. Saint Paul Minnesota American Association for Clinical Chemistry, 1989: 345-347, 362.
- [13] 赵多勇,魏益民,张波,等.高水分组织化大豆蛋白干燥与复水特性研究[J].中国粮油学报,2006,21(3):127-131.
- [14] 魏益民,康立宁,张波,等.高水分大豆蛋白组织化生产工艺和机理分析[J].农业工程学报,2006,22(10):193-197.
- [15] 王洪武,林炳鉴.复合组织蛋白挤压加工工艺的初步研究[J].农业工程学报,2004,20(4):216-219.
- [16] 康立宁.大豆蛋白高水分挤压组织化和机理研究[D].杨凌:西北农林科技大学博士论文,2007.
- [17] 张余.花生蛋白高水分挤压组织化和机理研究[D].杨凌:西北农林科技大学博士论文,2007.
- [18] 王洪武.大豆蛋白质挤压加工的实验与数值模拟研究[D].北京:北京化工大学博士论文,2002.
- [19] 张余,魏益民,张波,等.蛋白质含量对花生粕组织化产品质量的影响[J].中国农业科学,2007,40(8):1753-1759.
- [20] 魏益民,张余,张波,等.花生蛋白高水分挤压组织化过程中的化学键变化[J].中国农业科学,2007,40(11):2575-2581.
- [21] Yao G, Liu K S, Hsieh F. A new method for characterizing fiber formation in meat analogs during high moisture extrusion [J]. Journal of Food Science, 2004, 69(7): 303-307.
- [22] Ranasinghesagara J, Hsieh F H, Yao G. An image processing method for quantifying fiber formation in meat analogs under high moisture extrusion [J]. Journal of Food Science, 2005, 70(8): 450-454.
- [23] Ranasinghesagara J, Hsieh F H, Yao G. A photo migration method for characterizing fiber formation in meat analogs [J]. Journal of Food Science, 2006, 71(5): 227-231.