

文章编号 :1009 - 038X(2000)05 - 0479 - 05

肉糜制品质地的测定

金磊¹, 麻建国¹, 刘成林²

(1. 无锡轻工大学食品学院,江苏无锡 214036 ;2. 北京航天医学工程研究所,北京 100094)

摘 要 :肉糜制品的质地测定有多种方法,如 W - B 剪切、穿刺和压缩试验等.通过结果比较,发现 3 种方法测得的硬度值呈线性相关,而且每种试验硬度值和功也都线性相关.对于因样品脂肪含量不同所导致的硬度变化,压缩试验最为敏感.

关键词 :肉糜 ;质地 ;W - B 剪切 ;穿刺 ;压缩

中图分类号 :TS251.5

文献标识码 :A

Comparison of the Measurement Techniques for Texture of Meat Batter Products

JIN Lei¹, MA Jian-guo¹, LIU Cheng-lin²

(1. School of Food Science & Technology, Wuxi University of Light Industry, Wuxi 214036 ;2. Institute of Space Medical-Engineering, Beijing 100094)

Abstract : A comparison of the measurement results of the texture of meat batters by using the Warner - Bratzler shear force test, the penetration test and the compression test, respectively, was discussed in this paper. It was found that the hardness results from these measurements and both the hardness and work of every test were linearly covariant. Nevertheless, for determining the change in hardness by variant fat fractions in meat batters, the compression test seems to be the most sensitive technique.

Key words : batters ;texture ;W - B shear force ;penetration ;compression

食品的基本性质包括外观、风味、质地、营养等方面.质地(Texture)是在人和食品接触中表现出来的对物理刺激的反映^[1].食品质地的测量有着悠久的历史,起先测量只是采用感官评定,而精确定义食品质地概念并通过仪器测量物理性质以反映制品质地,则是近一个世纪发展起来的,并在二十世纪三四十年代得到了较大的发展,成为质地测量的发展方向.在香肠类肉糜乳状液的性质研究中,乳状液凝胶的质地对食品的质量是极为重要的.早在 1926 年,Warner 就发明了测量肉制品质地的仪器.

设备包括一个 1 mm 厚不锈钢刀刃,刀刃上有一个 25 mm 等边三角形孔.样品横置于孔中并向下运动直到使“V”形三角刀刃切断样品,仪器自动记录切断过程中所使用的最大的力.随后 Bratzler 等对其进行改进,但基本形式一直未变,此方法被称为 Warner-Bratzler(W - B)剪切试验^[1],也是最早被广泛采用的一种测量肉硬度的方法.穿刺试验形式简单,一般用一平底圆杆刺入样品并记录穿刺过程中最大力,在食品分析中应用广泛.最早的穿刺试验被用来测量果冻,因肉糜加热后形成凝胶,故也适

收稿日期 2000 - 01 - 05 ;修订日期 2000 - 07 - 02.

基金项目 :教育部“留学回国人员科研启动基金”项目资助课题.

作者简介:金磊(1971 -),男,黑龙江伊春人,工学硕士.

用于穿刺试验.压缩试验是沿轴向对样品进行整体压缩而不限制其它方向.应用于食品中固相体系(包括肉制品)时,可测其弹性模量.二十世纪六十年代,随着质地曲线分析法(Texture Profile Analysis)在食品中广泛应用,压缩试验得到了更大的发展.

曾有研究报道了仪器测得的质地参数与感官评定结果的相互关系^[1,2]以及检测结果与不同原料、配方和加工过程的肉制品之间的关系^[3],但对于不同测量方法的结果之间的关联却鲜见提及,因而这些研究结果对于实际检测中选择适当的测量技术缺少指导意义.尤其是对于经高温杀菌制得的肉糜制品(如火腿肠),目前这方面的研究报道还很少.作者对不同脂肪含量肉糜制品分别用3种方法测量质地,然后对不同方法测得的数据进行分析并寻找其相关性.

1 材料与方法

1.1 主要试验材料

猪瘦肉、脂肪、食盐 市售;淀粉 苏州市兴业淀粉厂生产;大豆分离蛋白(SPI) 三江公司提供;亚硝酸钠、抗坏血酸钠、多聚磷酸钠 化学纯.

1.2 主要试验仪器

LLOYD 材料测试仪 英国 LLOYD 仪器公司

产品;煤电两用压力蒸汽消毒器 无锡市第二医疗器械厂产品;飞利浦搅拌器 PHILIPS 公司产品.

1.3 肉糜制作

1.3.1 肉糜配方 在不同脂肪含量肉糜的配方中,遵循美国 USDA 所规定的“40 规则”^[2],即所添加的水的含量和脂肪含量相加不得超过样品总量的 40%.配方中应用“方差稀释”方法(Dilution Square Technique)制得所需的脂肪含量^[4].配方见表 1.

1.3.2 样品制作 精选瘦肉绞制后加入食盐、亚硝酸盐、磷酸盐和维生素 C,搅拌后静置腌制.加入冰水、淀粉、大豆分离蛋白和一定量脂肪后在实验室用绞肉机上斩拌成肉糜.样品真空脱气 1 h 后进行灌装,接着在 121.1 ℃下杀菌 15 min,最后冷藏待用.

1.4 W-B 剪切

参照 Mittal 所用的方法^[4].加热后样品切成直径 40 mm,高 20 mm 的圆柱体,横放于测试仪上.测量时采用一个“V”形刀头,连接到材料测试仪传感器上,刀头向下移动直到“V”形刀头正好位于样品之上.测量时刀口以 100 mm/min 速度向下运行,直至将样品切断.用形变(Deformation)为横坐标,样品受力(Force)为纵坐标作图,典型的测试图见图 1.记录过程中最大力和刀片通过样品横截面的结果列于表 2.

表 1 不同脂肪含量肉糜配方

Tab.1 The ingredients of the samples containing different fat contents									%
样品	瘦肉	肥膘	水	淀粉	SPI	食盐	磷酸盐	抗坏血酸钠	亚硝酸钠
30%FAT	56	26	10	4	2	2	0.3	0.05	0.01
20%FAT	57	15	20	4	2	2	0.3	0.05	0.01
10%FAT	58	4	30	4	2	2	0.3	0.05	0.01
10% MEAT	67	3	30			2	0.3	0.05	0.01
10% 淀粉	62	3	30	4		2	0.3	0.05	0.01
10% SPI	65	3	30		2	2	0.3	0.05	0.01

表 2 不同样品的硬度和测试所做的功

Tab.2 The hardnesses of the samples and the work done by various measurement methods						
样品	硬度/N			功/g		
	穿刺	压缩	W-B 剪切	穿刺	压缩	W-B 剪切
30%FAT	16.41	159.7	15.79	0.3963	0.2847	0.1689
20%FAT	15.56	129.6	14.34	0.3569	0.2153	0.1502
10%FAT	12.01	110.3	11.14	0.2990	0.2142	0.1165
10% MEAT	11.6	115.3	11.87	0.3023	0.1971	0.1220
10% STARCH	9.92	90.56	9.91	0.2353	0.1684	0.1105
10% SPI	13.64 *	102.9 *	11.75	0.3412	0.1791	0.1170

注: * 为异常数据.

1.5 穿刺试验

参照 Reagan 等人的方法^[5], 将一个直径为 13 mm 的金属圆杆连于材料测试仪上用于穿刺样品. 样品切成直径 40 mm, 高 30 mm 的柱状, 竖直放置于测试平台上. 圆杆下行速度为 50 mm/min, 进入样品 25 mm 后自动返回. 通过形变-力曲线图(典型的测试图见图 2), 计算测试中最大力和穿刺样品所做的总功(即形变-力曲线图所围面积).

1.6 压缩试验

参照 Reagan 等人的方法, 并稍作改变. 将一个“T”形金属压头连在材料仪上, 压头直径 91 mm, 柱状样品直径为 40 mm, 高 20 mm. 压头下行速度 200 mm/min, 把样品压缩到原高度的 40%(即 8 mm)时返回, 通过记录形变-力曲线图(典型的测试图见图 3), 计算测试中最大力和压缩样品所作的功(即曲线图所围的面积).

2 结果和讨论

2.1 实验结果

图 1~3 代表了 3 种检测方法得到的典型测试图. 在各形变力曲线图中都可看出随着形变的扩大, 感受到的力也随之增大. 当形变达到一定程度时即出现屈服值(最大力), 随后力趋于减少或平缓. 屈服值这一点(图中虚线交点处)即定义为样品的硬度, 可视为使肉糜凝胶发生断裂所需要的外力(断裂应力). 在表 2 中列出了各个样品分别采用 3 种不同测试方法所表现出的最大力以及测试所做的功的数值.

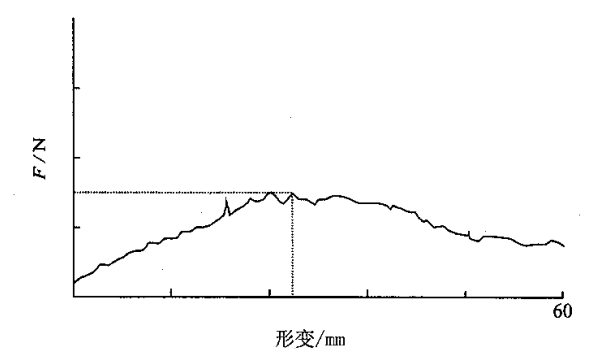


图 1 含 20%脂肪的样品 W-B 剪切试验形变-力曲线图
Fig.1 The deformation-force profile of the 20% fat sample in W-B shear test

2.2 不同方法测得硬度(最大力)的相关性

各种方法测得的数据为了便于相互比较, 对两种方法得到的数据进行相关性分析, 即表 2 中所列的一种方法测得的硬度值(剔除异常数据)为另

一种方法测得的硬度值的函数, 结果列于图 4~6. 由图中结果可见, 对于肉糜经加热所形成的凝胶体系, 应用 3 种方法得到的硬度值相互呈线性相关. 这是个值得探讨的结果, 因为从原理上说 3 种测量方法各异, 各种方法测量样品的物理性质也不尽相同.

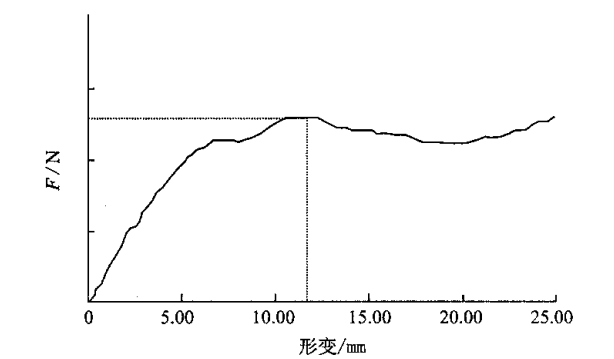


图 2 30%脂肪样品穿刺试验形变-力曲线图
Fig.2 The deformation-force profile of the 30% fat sample in the penetration test

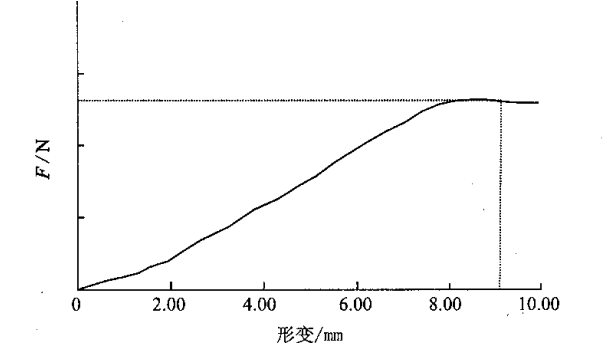


图 3 10%脂肪样品压缩试验形变-力曲线图
Fig.3 The deformation-force profile of the 10% fat sample in compress test

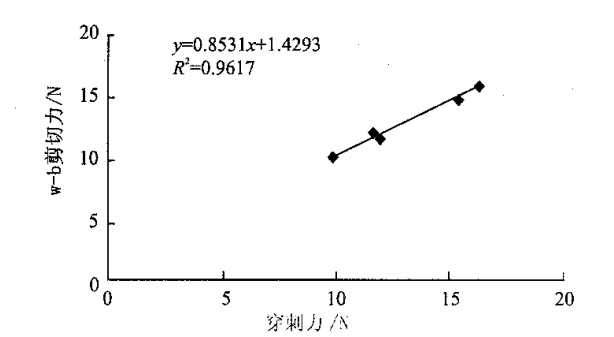


图 4 穿刺和剪切试验的硬度测试结果相关图
Fig.4 The relationship between the hardness results measured by penetration and W-B shear tests

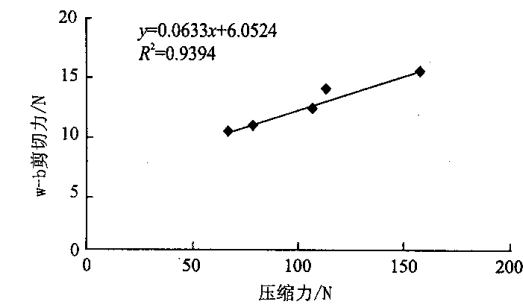


图 5 压缩和剪切试验硬度测试结果相关图
Fig. 5 The relationship between the hardness results measured by compress and W-B shear tests

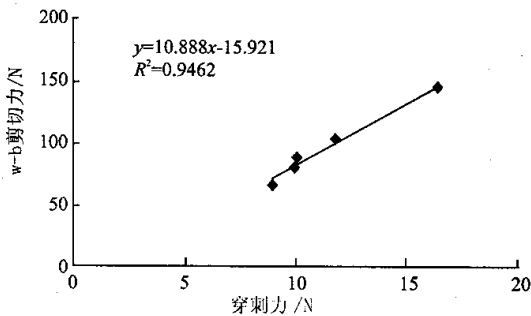


图 6 穿刺和压缩试验硬度的测试结果相关图
Fig. 6 The relationship between the hardness results measured by penetration and compress tests

Bourne 认为剪切试验实际上是一种切断过程. Voiscy 和 Larmond 应用维也纳香肠作为样品研究 W-B 剪切过程后,认为主要是由当刀刃切入样品周围时所产生张力导致样品切开.认为 W-B 剪切是一个综合了张力、压缩和剪切的复杂应力模式^[1].

Bourne 还认为穿刺试验所测得的屈服应力是和探头的面积和周长成正比.穿刺试验中检测了食品的两个性质:压缩和剪切.在探头下方样品受到压缩所感受到的力和探头截面积成正比,在探头周边样品受到剪切,感受到的力正比于探头周长.这种关系可用以下公式表示.

$$F = K_C A + K_S P + C$$

F 穿刺时应力; K_C 样品压缩系数; K_S 样品剪切系数; A 探头截面积; P 探头周长; C 常数.

在压缩试验中样品只受到压缩,因是整体压缩,过程中伴随着样品体积变化.虽然 3 种试验都包含压缩,但由于测试元件和样品接触面积不同(压缩试验>穿刺试验>W-B 剪切),各种方法感受到的力的程度也不一样.

虽然 3 种方法测量的物理性质并不完全一样,但其硬度值线性相关,这可能和肉糜的凝胶结构有关.肉糜是一个极其复杂的体系,可以看作是固态乳状液(Solid Emulsion),体系中的两相不是单纯的液体,而是肉中可溶性蛋白质和悬浮在蛋白溶液中的脂肪液滴.通过加盐腌制提出的可溶性肌原纤维蛋白质在斩拌过程中与脂肪混合,在脂肪粒子表面覆盖上了肌原纤维蛋白质,尤其是肌球蛋白.加热时蛋白质凝固,脂肪粒子被包裹在周围的蛋白质基质当中^[4].乳化过程中肌原纤维蛋白质以其亲水部分在脂肪微粒周围形成保护膜,在斩拌和加热时有利于脂肪分散,并可防止脂肪微粒聚集.这种保护膜是蛋白质的粘附网络的形成基础^[6].由此可以认为肉糜乳状液凝胶是连续的三维蛋白质网状凝胶.虽然 3 种测量方法对凝胶体系作用方式不同,测量的物理量也不一样,但过程中都是使凝胶发生形变并导致凝胶破坏,又由于肉糜凝胶是均匀的三维网状结构,所以各种方法测得硬度值具有相关性.

经过回归分析后发现所得相关直线并不过原点,这可能是由于 3 种测量方法检测肉糜乳状液的物理性质不同所致.

2.3 最大力和功的关系

对于每一种试验方法,通过形变-力曲线图所得到的功作为纵坐标,相应得到的最大力作为横坐标.数据的回归分析结果见图 7~9.

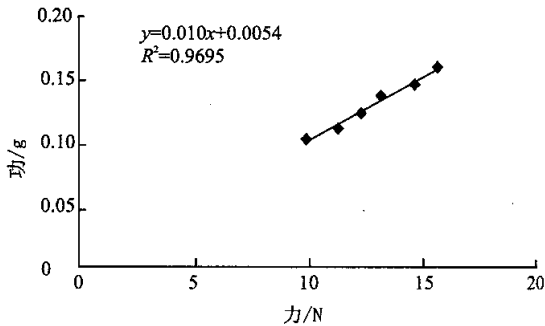


图 7 剪切试验的最大力和功的相关图
Fig. 7 The relationship between the hardness and work in the W-B shear test

由图可见 3 种试验得到的功和相应的最大力(硬度)呈线性相关,这也说明每种方法得到的形变-力曲线图都有类似的变化趋势.理论上如果没有力也就没有功,所以各曲线应该过原点,在图中出现相当小的截距(分别为 0.0054、0.0676、0.0069),这可能是由于测量的误差所致.

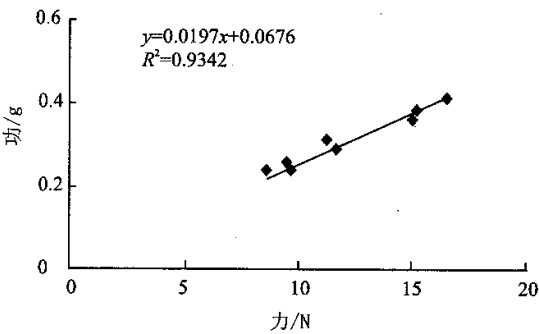


图 8 穿刺试验最大力-功的相关图

Fig. 8 The relationship between the hardness and work in the penetration test

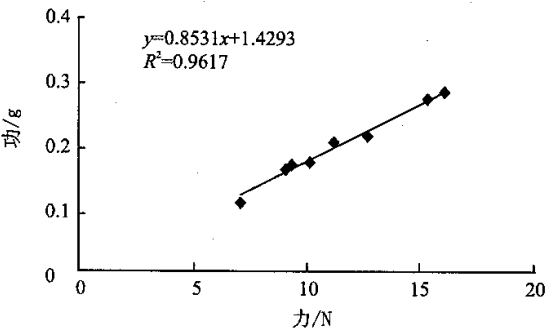


图 9 压缩试验的最大力和功的相关图

Fig. 9 The relationship between the hardness and work in the compress test

2.4 3 种测量方法的敏感性比较

虽然 3 种方法测得的硬度呈线性相关 ,但对于不同脂肪含量的肉糜 ,各方法测得的硬度变化率并不相同 .测量方法的敏感性可用标准肉糜(脂肪含量为 30%、20%、10%)硬度的变化率表示 ,变化率越大 ,敏感性越高 .

3 种方法中 ,压缩试验对于不同脂肪含量导致肉糜硬度变化最为敏感 .这可能是由于在压缩实验中肉糜凝胶整体受到压缩而产生形变 ,而在其它 2 种实验中肉糜只是局部发生形变 .形变程度的差别导致了硬度的变化程度不同 ,因而使得对样品的敏感性出现差异 .

3 结 论

通过对不同肉糜样品质地的检测和对它们的硬度及过程所做功的相关分析 ,可得出以下结论 :

- 1) 在肉糜凝胶质地测定中 ,3 种比较常用的测量方法(W-B 剪切、穿刺、压缩)测得的硬度值线性相关 ,这可能是由于肉糜乳状液形成均匀的三维网状结构所致 .相关性回归方程的截距可用 3 种方法测量凝胶的不同物理性质来解释 .3 种方法测得的最大力和功都呈线性相关 .
- 2) 对于不同脂肪含量肉糜的硬度变化 ,3 种测量方法的敏感度不同 .其中以压缩试验最为敏感 ,是比较适宜的质地测量方法 .

参考文献

[1] BOURNE M C. Texture and Viscosity : Concept and Measuremen[M]. London : Academic Press , 1982.

[2] CHANG H C . Optimizing quality of frankfuters containing oat bran and added wate[J]. J Food Sci , 1997 62 : 194 ~ 202.

[3] CLAUS J R , HUNT M C. Low fat , high added - water bologna formulated with texture - modifying ingredient[J]. J Food Sci , 1991 56 : 643 ~ 652.

[4] MIRRAL G S , BARBUT S. Effect of fat reduction on frankfuters physical and sensory characteristic[J]. Food Research International , 1994 27 : 425 ~ 431.

[5] J O REAGAN. Effect of processing variables on the microbial , physical and sensory characteristics of pork sausage[J]. J Food Sci , 1983 48 : 146 ~ 162.

[7] 张万福 编译 . 食品乳化剂[M]. 北京 : 中国轻工业出版社 , 1996.

(责任编辑 朱 明)