

加水量对蛋黄粉凝胶特性的影响

张敏, 李文钊

(食品营养与安全教育部重点实验室, 天津科技大学食品工程与生物技术学院, 天津 300457)

摘要: 以蛋黄粉为原料, 研究了水的添加量对蛋黄粉凝胶特性的影响. 采用质构仪的 HDP/SR 和 P/36R 探头对凝胶的质构特性进行了测定, 研究表明加水量对蛋黄粉凝胶质构特性有显著影响; 采用 Ellman's 试剂法研究了加水量对凝胶表面巯基数的影响, 研究表明随着加水量的增大, 蛋黄粉凝胶表面巯基数随之减少.

关键词: 蛋黄粉; 凝胶; 硬度; 弹性

中图分类号: TS253.4

文献标志码: A

文章编号: 1672-6510(2012)06-0027-04

Amount of Water Added into Egg Yolk Powder and its Gel's Properties

ZHANG Min, LI Wenzhao

(Key Laboratory of Food Nutrition and Safety, Ministry of Education, College of Food Engineering and Biotechnology, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China)

Abstract: Egg yolk powder was the raw material. The influence of different amount of water added into it on its gel's properties was studied. HDP/SR rig and P/36R rig of TA. XT Plus were used to determine the texture properties of the gel, and the optimal conditions for the gel's hardness, springness etc. were obtained. This research shows positive impacts of different addition levels of water on egg yolk powder gel's texture properties, and its influence on gel's surface sulfhydryl content was proved with Ellman's Reagent. The results showed the decrease of the gel's surface sulfhydryl content along with the increase of the amount of water added into the powder.

Key words: egg yolk powder; gel; hardness; springness

随着经济全球化进程加快, 干蛋品工业有了很大的发展. 在众多的干蛋品中, 蛋黄粉是其中的重要组成部分. 蛋黄粉主要含有 30%左右的蛋白质和 60%左右的脂肪, 还有少量的糖类、矿物质、维生素、酶等^[1], 是一种营养价值很高的食品, 同时也可以作为一种重要的食品加工原料.

蛋黄中的蛋白质具有多种功能特性, 如热凝胶性、持水性及乳化性等, 尤其是热凝胶性在食品的制作中有着重要的应用^[2]. 蛋白质形成凝胶的特性是蛋白产品在食品中应用的一项非常重要的指标. 现在应用的测定凝胶质构特性的方法主要有压力破裂法、流变仪测定法, 物性仪法是近几年才发展起来的一种测定凝胶的方法. 此外, 蛋白质表面巯基数也是衡量蛋白质凝胶特性变化的一个重要指标. 因此, 本文重点研究了水的添加量对蛋黄粉凝胶特性的影响, 并以

物性测定及表面巯基数的变化作为衡量蛋黄粉凝胶特性变化的指标, 从而丰富蛋黄粉蛋白质结构性质对其功能性质影响的基础理论研究内容, 同时解决蛋品生产中出现的产功能性质降低的问题.

1 材料与方法

1.1 材料

蛋黄粉, 苏州欧福蛋液有限公司生产(粗蛋白含量为 35.92%, 水分含量为 2.67%); Ellman's 试剂(5, 5'-二巯代-2-硝基苯甲酸, DTNB), Sigma 公司; 其他试剂均为分析纯.

TA.XT Plus 型质构仪, 英国 Stable Micro System 公司; 752 E 型紫外-可见分光光度计, 天津市普瑞斯仪器有限公司.

收稿日期: 2012-03-05; 修回日期: 2012-05-11

作者简介: 张敏(1987—), 女, 四川人, 硕士研究生; 通信作者: 李文钊, 副教授, liwenzhao5518@sina.com.

1.2 凝胶制备

取 10 g 蛋黄粉, 配以不同比例的水(10%、15%、20%、25%、30%), 混合均匀后加热一定时间, 取出冷却至室温, 待测.

1.3 凝胶质构特性的测定

采用 TA.XT Plus 型质构仪并选用探头 HDP/SR 和 P/36R 对蛋黄粉凝胶进行质构特性的测定. 以计算硬度、面积、正峰值数、线性距离、弹性、黏聚性、恢复性 7 个指标综合来表示蛋黄粉凝胶质构特性. 每项指标均测定 6 次, 计算其平均值、标准偏差^[3].

1.3.1 HDP/SR 测试的具体参数及典型图谱

使用探头 HDP/SR 测定蛋黄粉凝胶样品的硬度、面积、正峰值数、线性距离, 其典型图谱如图 1 所示. 实验参数: 测试前速率 1.00 mm/s, 测试中速率 0.50 mm/s, 测试后速率 10.00 mm/s, 检测模式为下压距离, 下压距离 17.00 mm, 感应力 5.0 g, 测试模式为一次压缩.

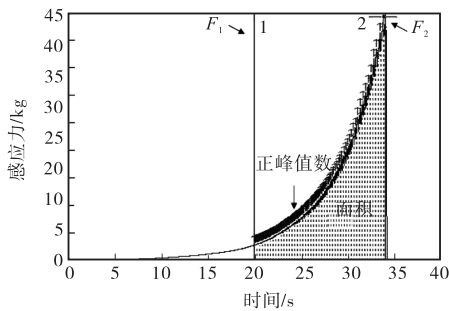


图 1 蛋黄粉凝胶 HDP/SR 测试图谱

Fig. 1 HDP/SR mapping of egg yolk powder gel

硬度: 样品达到一定形变所需要的力. 本测试以样品达到最大形变时的力度来表示样品的硬度(F_2).

面积: 压缩测试时所做的功. 本实验选取的是从 20 s 至测试结束时之间的力的变化和时间轴所围成的面积.

正峰值数: 通过探头压缩, 然后通过软件程序计算出一定限制范围内的正峰的个数.

线性距离: 计算所选区域内(F_1 和 F_2 之间)曲线的长度. 以此参数来表示样品内部的质地的均匀度.

1.3.2 P/36R 测试的具体参数及典型图谱

将蛋黄粉凝胶样品放在承重平台上, 用探头对其进行二次压缩测试, 测定蛋黄粉样品的弹性、黏聚性和恢复性, 其典型图谱如图 2 所示. 实验参数: 测试前速率 1.00 mm/s, 测试中速率 1.00 mm/s, 测试后速率 1.00 mm/s, 检测模式为下压百分比, 下压距离 60%, 感应力 5.0 g, 测试模式为二次压缩.

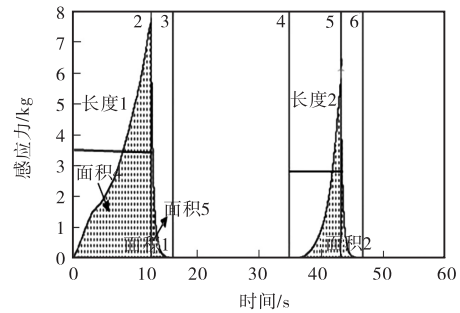


图 2 蛋黄粉凝胶 P/36R 测试图谱

Fig. 2 P/36R mapping of egg yolk powder gel

弹性: 经过压缩以后的变形样品去除变形力后, 恢复到变形前的条件下的高度. 在典型图中, 弹性是用第二次压缩中所检测到的样品的恢复高度(长度 2)和第一次的压缩变形量(长度 1)之比值来表示的.

黏聚性: 测试样品经过第一次压缩变形后所表现出来的第二次压缩的相对抵抗能力, 在典型曲线上表现为两次压缩所做正功之比(面积 1/面积 2). 该值表示在探头与样品接触时用以克服两者表面间吸引力所必需的总功.

恢复性: 该值度量出变形样品在与导致变形同样的速度、压力条件下的恢复程度. 表示样品在第一次压缩过程中回弹的能力, 是第一次压缩循环过程中返回时样品所释放的弹性能与压缩时探头的耗能之比, 在典型曲线上用面积 5 与面积 4 的比值来表示.

1.4 表面巯基数的测定

取 200 g 样品加入 1% NaCl 10 mL 溶解, 1%NaCl 是用 Tris-甘氨酸缓冲液(Tris 10.4 g, 甘氨酸 6.9 g, EDTA 1.2 g, 用 0.1 mol/L 的 HCl 调节 pH 至 8.0, 定容至 1 L)调配制成, 与样品慢慢混匀后, 取 0.1 mL 稀释蛋白液, 加入 0.5% SDS 2.9 mL 和 Ellman's 试剂 0.02 mL, 在 412 nm 下测定吸光度^[4].

2 结果与讨论

2.1 加水量对蛋黄粉凝胶质构特性的影响

2.1.1 HDP/SR 测试

采用 HDP/SR 探头对蛋黄粉凝胶进行测试, 测试结果如图 3—图 6 所示.

由图 3 可知, 随着加水量的逐渐增加, 样品凝胶硬度随之不断减小.

由图 4 可知, 随着加水量的逐渐增加, 样品凝胶面积随之不断减小. 面积值代表着压缩所做的功, 样品的面积越来越小, 也就表明探头在对其进行压缩测

试所做的功越来越小, 样品的紧实度越来越小。

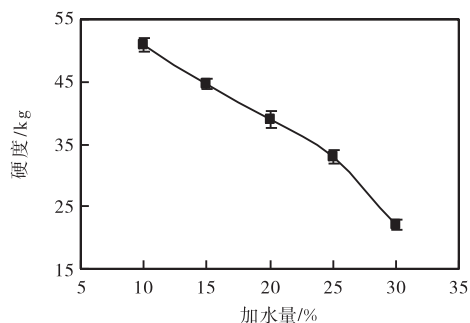


图 3 加水量对蛋黄粉凝胶硬度的影响

Fig. 3 Influences of different addition level of water on egg yolk power gel's hardness

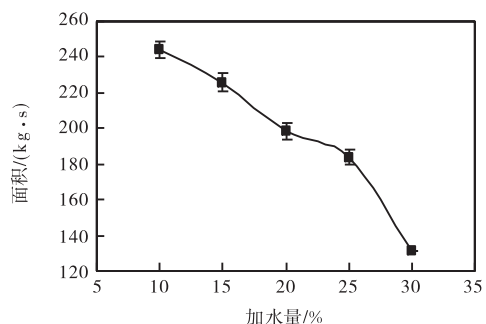


图 4 加水量对蛋黄粉凝胶面积的影响

Fig. 4 Influences of different addition level of water on egg yolk power gel's area

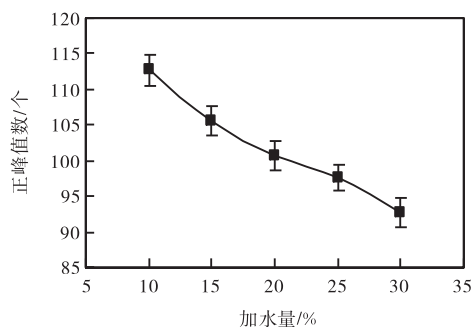


图 5 加水量对蛋黄粉凝胶正峰值数的影响

Fig. 5 Influences of different addition level of water on egg yolk power gel's peak number

由图 5 可知, 随着加水量的增加, 样品的正峰值数随之降低。正峰值数代表的样品的破裂点, 随着 HDP/SR 探头对样品不断挤压, 样品的内部组织结构受到挤压力, 部分组织断裂从而产生破裂点。

由图 6 可知, 随着加水量的增加, 样品的线性距离随之降低。线性距离计算的是图 1 内 (F_1 和 F_2 之间) 曲线的长度。曲线锯齿越多, 线性距离越大, 表示样品内部质地越不均匀, 反之, 曲线越光滑, 线性距

离越小, 表示样品内部质地均匀。

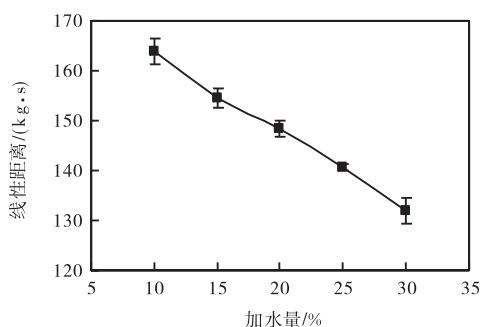


图 6 加水量对蛋黄粉凝胶线性距离的影响

Fig. 6 Influences of different addition level of water on egg yolk power gel's linear distance

产生以上实验结果的原因是由于随着加水量的增加, 蛋黄粉中蛋白质吸水胀润并与水互相结合, 加之水具有使制品柔软湿润的特性^[3], 故而随着加水量的增加, 蛋黄粉样品的硬度和面积随之变小。由于水的加入, 内部组织中的空气被水排出, 组织结构变得柔软而均匀, 组织连接性变得越来越好, 从而不易产生破裂点, 因此在图中表现为正峰值数逐渐下降, 线性距离也不断减小。

2.1.2 HDP/SR 测定指标与加水量相关性分析

蛋黄粉凝胶特性 HDP/SR 测定指标与加水量相关性分析见表 1 和表 2。

表 1 蛋黄粉凝胶测试硬度、面积与加水量的相关性分析
Tab. 1 Relevance analysis of hardness, area and water added into egg yolk powder gel

	加水量	硬度	面积
加水量	1		
硬度	-0.990**	1	
面积	-0.974**	0.995**	1

注: **表示在 0.01 水平上显著 (双尾检验)。

由表 1 可以看出蛋黄粉凝胶的硬度和面积随加水量的增加成显著负相关, 而硬度与面积的相关系数也高达 0.995。以硬度和面积这两个指标结合起来表示蛋黄粉凝胶的硬度质地。测试得到的硬度、面积是整个压缩测试过程中质构仪所做的功, 在一定程度上表示牙齿咀嚼蛋黄粉凝胶时所做的功。表示随着加水量的增加蛋黄粉中的蛋白质不断吸水胀润, 导致凝胶硬度不断下降。

正峰值数与线性距离随加水量的增加也呈显著负相关(表 2), 正峰值数越多, 凝胶的破裂点越多, 在图像上表现得就是压缩曲线锯齿越多, 从而线性距离

就越大, 蛋黄粉的凝胶质地就越不均匀, 反之, 正峰值数越少, 则凝胶的破裂点越少, 从而线性距离就越小, 蛋黄粉的凝胶质地就越均匀. 两者结合可以表示凝胶的匀质度.

表 2 蛋黄粉凝胶测试正峰值数、线性距离与加水量的相关性分析

Tab. 2 Relevance analysis of peak number, linear distance and water added into egg yolk powder gel

	加水量	正峰值数	线性距离
加水量	1		
正峰值数	-0.991**	1	
线性距离	-0.998**	0.993**	1

注: **表示在 0.01 水平上显著 (双尾检验).

2.1.3 P/36R 测试

采用 P/36R 探头对蛋黄粉凝胶样品进行质构特性的测定, 测试结果如图 7 所示.

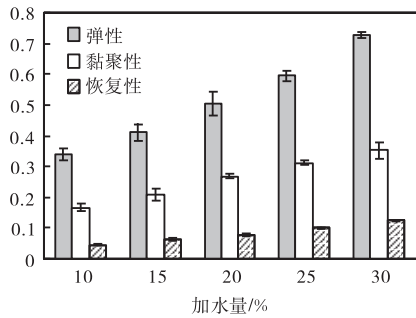


图 7 加水量对蛋黄粉凝胶弹性、黏聚性、恢复性的影响
Fig. 7 Influences of different addition level of water on egg yolk powder gel's springiness, cohesiveness, resilience

由图 7 可知, 弹性、黏聚性、恢复性随着加水量的增加而增加. 这是由于水的添加量逐渐增大, 蛋黄粉充分吸水胀润, 水分子穿插于蛋黄粉蛋白质的网络结构中, 使蛋黄粉内部组织结构变得愈加紧实细腻, 从而导致弹性、黏聚性及恢复性逐渐增大.

2.1.4 P/36R 测定指标与加水量相关性分析

加水量与蛋黄粉凝胶的弹性、黏聚性、恢复性呈现极其显著的相关性(见表 3), 加水量与弹性的相关性更是高达 0.999.

由表 3 可以看出, 加水量与弹性的相关性最好, 相关性系数为 0.999. 弹性代表经过压缩以后的变形样品去除变形力后, 恢复到变形前的条件下的高度, 随着加水量的增加, 水逐渐进入到蛋白质的空间网络结构中, 使蛋白质的网络结构连接更加紧密, 在受到外力作用时, 网络结构连接越紧密越能够抵挡住外界对其所做的功, 从而弹性就越好.

表 3 蛋黄粉凝胶 P/36R 测试指标与加水量的相关性分析
Tab. 3 Relevance analysis of P/36R test index and water added into egg yolk powder gel

	加水量	弹性	黏聚性	恢复性
加水量	1			
弹性	0.999**	1		
黏聚性	0.998**	0.997**	1	
恢复性	0.994**	0.995**	0.987**	1

注: **表示在 0.01 水平上显著 (双尾检验).

2.2 加水量对蛋黄粉凝胶表面巯基数的影响

采用 Ellman's 试剂法, 对蛋黄粉凝胶样品进行测定, 测 6 次平行样, 计算其平均值、标准差, 结果如图 8 所示.

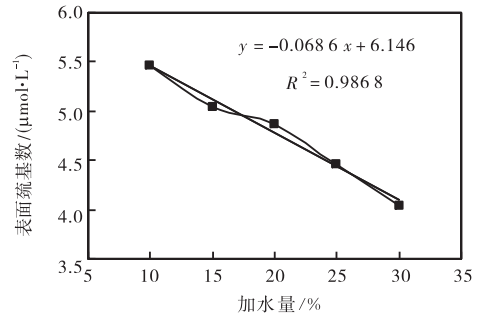


图 8 加水量对蛋黄粉凝胶表面巯基数的影响
Fig. 8 Influences of different addition level of water on egg yolk powder gel's surface thiol content

由图 8 可知, 随着加水量的增加, 蛋黄粉凝胶的表面巯基数呈现下降的趋势. 加水量与表面巯基数相关性良好, 相关性系数为 0.9868. 分析原因是由于水的添加量逐渐增大, 水分子进入到蛋白质网络结构中, 蛋黄粉充分吸水胀润, 部分巯基埋藏在蛋白质分子中^[5], 从而导致表面巯基数有下降的趋势.

3 结论

通过质构仪分析蛋黄粉的凝胶特性, 采用 HDP/SR 涂布实验得出加水量与凝胶硬度、面积、正峰值数、线性距离均呈显著的负相关性, 而凝胶硬度和面积呈显著的正相关性, 可以结合表示蛋黄粉凝胶的硬度质地; 凝胶正峰值数和线性距离两个指标也呈显著的正相关性, 可结合表示蛋黄粉凝胶内部质地的均匀程度. 采用 P/36R 压缩实验得出加水量与凝胶的弹性、黏聚性、恢复性呈显著的正相关性. 采用 Ellman's 试剂法研究了加水量对凝胶表面巯基数的

(下转第 40 页)