



超高压改性对鸡蛋蛋白液起泡及物理性质的影响

王伟, 李文钊, 杨瑞香
(天津科技大学食品工程与生物技术学院, 天津 300457)

摘要: 采用超高压改性鸡蛋蛋白液,研究了压力、保压时间对蛋白液起泡性质和物理性质的影响。结果表明,新鲜蛋白液在 350 MPa 的静水压下处理 15 min 后的起泡性质最好。此外,超高压改性还导致蛋白液的黏度和表面张力呈现升高后又急剧降低的趋势,并能够降低蛋白液的明度。

关键词: 超高压; 鸡蛋蛋白液; 起泡性质

中图分类号: O521^{+.9}; Q518.4 文献标志码: A 文章编号: 1672-6510(2009)03-0035-04

Influences of Ultra-High Pressure on Foaming and Physical Properties of Egg White Modified

WANG Wei, LI Wen-zhao, YANG Rui-xiang

(College of Food Engineering and Biotechnology, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China)

Abstract: The influences of pressure, time and pH on foaming and physical properties were studied for egg white modified by ultra-high pressure. The results indicates that the egg white can show best performance after treated at hydrostatic pressure of 350 MPa for 15 min. In addition, the ultra-high pressure leads the viscosity and surface tension of modified egg white increase and then decrease sharply, and also can reduce the lightness of the egg white.

Keywords: ultra-high pressure; egg white; foaming property

鸡蛋蛋白具有很高的营养价值和优良的起泡性,它赋予食品独特的颜色、风味以及质构。作为一种重要的食品原料,鸡蛋蛋白液在食品行业中得到广泛的应用,如蛋糕、饼干、面包、冰淇淋、蛋白糖等的制作^[1]。然而,在目前的实际应用中却发现,经过巴氏杀菌的蛋白液的起泡性有所降低,严重影响了使用的效果,并成为其应用和发展的“瓶颈”问题,亟待用新的技术和设备加以解决。

超高压改性技术可以通过改变生物大分子的结构以改善其功能性^[2]。超高压对蛋白质分子的一级结构没有影响^[3],但可以使蛋白质分子间的氢键、二硫键和疏水键等基团发生改变,造成蛋白质的凝集。并且随着压力的升高,这种凝集作用也在逐渐增强,到一定程度后,就会以白色絮状析出或形成凝胶^[4]。已有文献报道^[5],在 160 MPa 下动态超高压均质能

够改善蛋白液的起泡性质。因此,利用超高压技术改性鸡蛋蛋白质,可能会提高其起泡性质,扩大其应用范围。本文研究超高压过程中的压力、时间和 pH 等因素对鸡蛋蛋白液的起泡性质和物理性质的影响,为该技术在蛋白液改性的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料及设备

鲜鸡蛋购于超市。

Hpp-M1 型超高压处理设备,天津市华泰森森生物工程有限公司;OJ-100 型电动搅拌器,天津市欧诺仪器仪表有限公司;K9-MK1 型数字表面张力仪,德国 Kruss GmbH 克吕士公司;DV-III型黏度仪,美国博利飞公司;DC-P3 型全自动测色色差计,北京

收稿日期: 2008-11-03; 修回日期: 2009-02-23

基金项目: 天津科技大学引进人才科研启动基金资助项目(20070446)

作者简介: 王伟(1982—),男,山西人,硕士研究生;通信作者: 李文钊,副教授,liwenzhao@tust.edu.cn.

市兴光测色仪器公司.

1.2 方法

1.2.1 鸡蛋蛋白液的制备

流动水洗去除蛋壳表面污物,在紫外灯下照射 30 min 进行蛋壳表面杀菌. 然后用自制分蛋器将蛋白与蛋黄分开,并挑出蛋白液中的脐带. 将蛋白液用 350 r/min 的转速搅拌,使其缓慢流过布氏漏斗 (80 mm),达到均质和除杂的目的. 最后将均质好的蛋白液于 4 °C 下放置备用.

1.2.2 鸡蛋蛋白液的超高压处理

将 200 mL 鸡蛋蛋白液封装于 18 cm×13 cm 规格包装袋内,封口时排空袋内空气. 然后将样品置于设备的压力腔内,设置压力和时间等参数,对样品进行超高压处理.

1.2.3 蛋白液起泡性质的检测

起泡能力的测定^[6]:在室温条件下,将 50 mL 蛋白液移入 250 mL 的平底量筒中(量筒直径 398 mm; 转子直径 232 mm; 转子距量筒底部 20 mm),在 1 650 r/min 条件下搅打 5 min,立即停止,读出此时量筒内泡沫的体积,记作 V_0 ,则

$$\text{起泡能力} = \frac{V_0}{50} \times 100\%$$

泡沫稳定性的测定:将上述泡沫体系放置 10 min 后读出量筒下部排出液体的体积,记作 V_d ,则泡沫的稳定性用失液率来衡量.

$$\text{失液率} = \frac{V_d}{V_0} \times 100\%$$

1.2.4 蛋白液表面张力的检测

取 100 mL 蛋白液,利用 K9-MK1 型数字表面张力仪测定其表面张力.

1.2.5 蛋白液黏度的检测

取 16 mL 蛋白液,选取 DV-III 型黏度仪的 ULA 型转子,在 20 r/min、20 °C 的条件下测定 30 s 时的表观黏度.

1.2.6 蛋白液颜色的检测

利用全自动测色色差计测量蛋白液的颜色,采用 LAB 表色系统表示颜色的变化^[7].

2 结果与讨论

2.1 超高压处理对蛋白液起泡性质的影响

2.1.1 压力对蛋白液起泡性质的影响

将 pH 8.5 的蛋白液样品分别置于不同压力下处理 15 min. 其起泡能力和失液率的结果见图 1.

由图 1 可知,压力对蛋白液起泡性的影响是非线

性的,并且能够分成两个阶段. 在第一阶段,随着压力的升高,蛋白液的起泡能力也在升高,到 350 MPa 时达到第一个峰值,且此时其失液率也减小了,表明此时的泡沫稳定性也较高;此后蛋白液的起泡能力开始下降,到 450 MPa 时最小,然而此时其泡沫稳定性却是最高. 在第二个阶段,蛋白液的起泡能力显著升高,但此时其失液率也随之增高,表明泡沫的稳定性在降低. 由此可以看出,在 350 MPa 时获得的泡沫既有好的起泡能力也有良好的稳定性. 这可能是由于压力的作用提高了蛋白质分子的柔性,使其更容易在气-液界面扩展和吸附,故能够提高蛋白液的起泡性质. 然而随着压力的进一步提高,导致蛋白质大量凝集并析出,降低了蛋白质的溶解性,使得蛋白液的起泡能力虽有提高,但却很不稳定.

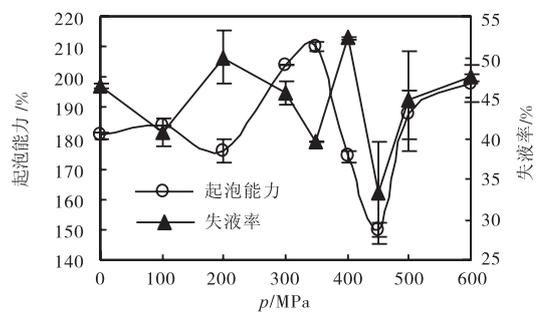


图 1 压力对蛋白液起泡性质的影响
Fig.1 Influence of pressure on foaming property of egg white

2.1.2 保压时间对蛋白液起泡性质的影响

将 pH 8.2 的蛋白液样品置于 350 MPa 下分别处理 5、10、15、20 和 25 min. 其起泡能力和失液率的结果见图 2.

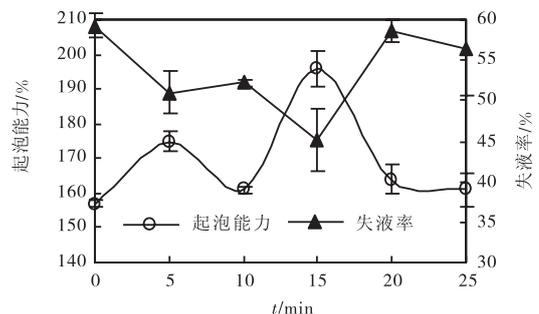


图 2 保压时间对蛋白液起泡性质的影响
Fig.2 Influence of time on foaming property of egg white

由图 2 可知,随着保压时间的延长,蛋白液的起泡能力呈升高的趋势,并在 15 min 时达到最大值,且此时的失液率却最低,表明其泡沫稳定性最好. 其后,由于蛋白质的进一步凝集析出,其起泡能力开始降低,失液率却在增加,表明泡沫稳定性也在降

低.同时,也可以发现在 25 min 的保压时间段中,蛋白液仍处于起泡的第一阶段,并且可以预测,随着时间的延长,蛋白液仍将经历起泡的第二阶段,直至最后形成凝胶.

2.1.3 pH 对蛋白液起泡性质的影响

将蛋白液的 pH 分别用 HCl (2 mol/L) 和 NaOH (2 mol/L) 调节至 6.5、7.0、7.5、8.0 和 8.5,模拟从新鲜到贮藏一段时间的蛋白液的 pH,然后置于 350 MPa 压力下处理 15 min. 其起泡能力和失液率的结果见图 3.

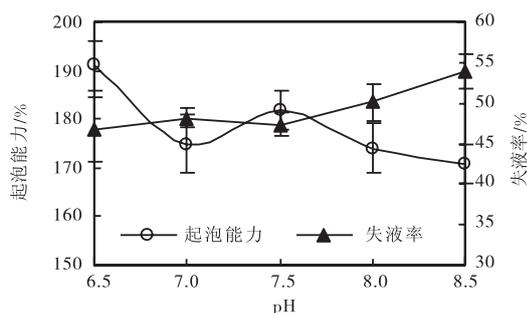


图 3 pH 对蛋白液起泡性质的影响

Fig.3 Influence of pH on foaming property of egg white

由图 3 可知,随着 pH 的升高,蛋白液的起泡能力呈下降的趋势,同时失液率却在增加,表明其泡沫稳定性也随之降低.这就说明,pH 越高,蛋白液对压力的作用越敏感,也就越容易发生变性凝集.即鸡蛋越新鲜,经过超高压改性后其起泡性质也越好.

2.2 超高压处理对蛋白液黏度和表面张力的影响

2.2.1 压力对蛋白液黏度和表面张力的影响

不同压力下蛋白液黏度和表面张力的变化情况如图 4 所示.

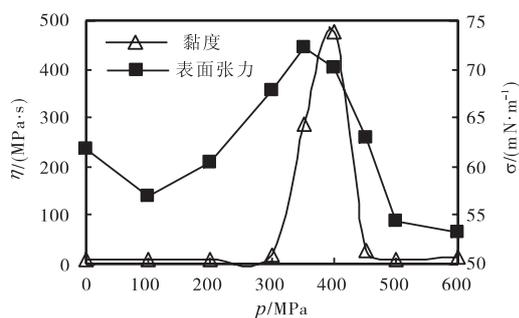


图 4 压力对蛋白液黏度和表面张力的影响

Fig.4 Influence of pressure on viscosity and surface tension of egg white

由图 4 可知,随着压力的升高,蛋白液的黏度并未随之发生显著的变化.但当压力增高到 300 MPa 以上时,蛋白的凝集效应开始发生显著的变化,导致蛋白液的黏度发生突变.但当压力超过 450 MPa 时,由于蛋白溶解性的下降并开始析出,蛋白液的黏度又

急剧降低.蛋白液表面张力的变化趋势同黏度的变化趋势相类似,蛋白的凝集效应促使其表面张力升高,并在 350 MPa 时达到最高;其后随着蛋白溶解性的下降而减小.

2.2.2 保压时间对蛋白液黏度和表面张力的影响

不同保压时间下蛋白液黏度和表面张力的变化情况如图 5 所示.

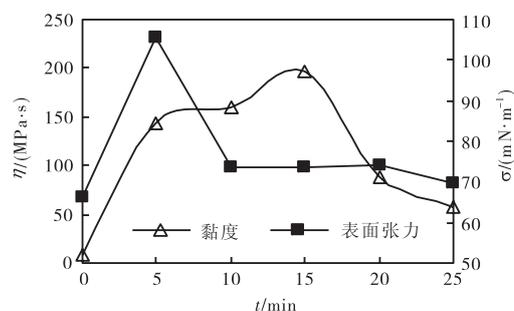


图 5 保压时间对蛋白液黏度和表面张力的影响

Fig.5 Influence of time on viscosity and surface tension of egg white

由图 5 可知,随着保压时间的延长,蛋白液的黏度和表面张力也随之升高,其后,由于蛋白质的溶解性降低,其黏度和表面张力又开始下降.同时也可以看到,10 min 后,时间的延长对表面张力的影响较小.

2.2.3 pH 对蛋白液黏度和表面张力的影响

不同 pH 条件下蛋白液黏度和表面张力的变化情况如图 6 所示.

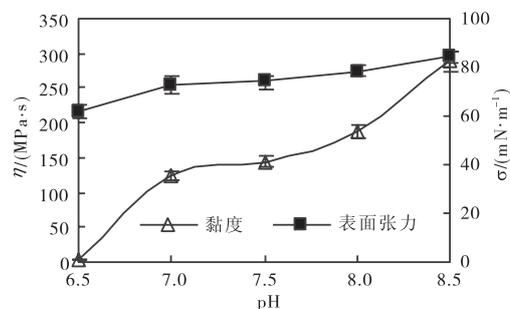


图 6 pH 对蛋白液黏度和表面张力的影响

Fig.6 Influence of pH on viscosity and surface tension of egg white

由图 6 可知,随着 pH 的增大,蛋白液的黏度也在不断增大,这就表明鸡蛋越新鲜,经超高压改性后的黏度就越小,即流动性越好.同时也可以看到,表面张力随 pH 的增大也在加大,但影响相对较小.

2.3 超高压处理对蛋白液色泽的影响

2.3.1 压力对蛋白液色泽的影响

蛋白液的颜色一般为澄清的黄绿色,而改性后的蛋白液由表 1 可知,随压力的增加明度呈减小的趋势,表明蛋白液的颜色在变暗;当压力大于 500 MPa

时,由于有白色蛋白析出,故使明度又有所增加. a^* 和 b^* 随压力增大也呈先减小后增大的趋势,这就表明蛋白液先向绿、蓝色方向变化,后又向红、黄色方向变化. 根据 Birren 的食欲与色泽调查^[8],从红色到黄色和绿色到蓝色易被人接受,介于黄色和绿色之间的黄绿色却难以让人接受. 故超高压改性可以在一定程度上改善人们对蛋白液颜色的接受程度.

表 1 压力对蛋白液色泽的影响

Tab.1 Influence of pressure on colour of egg white

p/MPa	L^*	a^*	b^*
0	69.65	35.14	-731.45
100	70.05	32.19	-1 997.65
200	70.68	32.58	-2 018.47
300	69.42	31.43	-1 953.81
350	64.41	29.50	-1 802.38
400	55.07	30.06	-1 732.45
450	57.80	32.02	-1 910.72
500	61.65	30.96	-1 783.16
600	62.83	33.69	-2 056.81

2.3.2 保压时间对蛋白液色泽的影响

由表 2 可知,随着保压时间的延长,蛋白液由于明度的减小而使颜色变暗;同时由于 a^* 和 b^* 的减小,使其颜色向红、黄色变化.

表 2 保压时间对蛋白液色泽的影响

Tab.2 Influence of time on colour of egg white

t/min	L^*	a^*	b^*
0	70.7	34.14	-770.70
5	63.06	31.29	-666.96
10	58.89	30.13	-631.03
15	57.65	30.27	-628.02
20	53.07	29.89	-620.23
25	53.42	30.83	-635.63

2.3.3 pH 对蛋白液色泽的影响

pH 的变化对蛋白液色泽的影响见表 3.

表 3 pH 对蛋白液色泽的影响

Tab.3 Influence of pH on colour of egg white

pH	L^*	a^*	b^*
6.5	53.47	30.46	-760.72
7.0	52.47	30.14	-766.00
7.5	51.76	29.49	-751.78
8.0	52.68	29.75	-753.83
8.5	53.43	30.24	-754.57

由表 3 可知,pH 的增加对蛋白液颜色的变化影响较小,表明鸡蛋的新鲜程度对改性后的颜色并无

大的影响.

3 结 论

静态超高压作用使蛋白质发生了凝集效应. 这种凝集效应在一定的范围内可以提高蛋白液的起泡性质,使其黏度和表面张力升高,降低蛋白液的明度. 然而,当超过此范围后,随着蛋白的大量凝聚,会导致起泡性质降低,失去其应用的价值. 研究发现,经 350 MPa,保压 15 min 的改性新鲜蛋白液起泡性质最好.

参考文献:

- [1] Van der Plancken I, Van Losy A, Hendrickx M E. Combined effect of high pressure and temperature on selected properties of egg white proteins [J]. Innovative Food Science and Emerging Technology, 2005, 6(1): 11-20.
- [2] Chapleau N, de Lamballerie-Anton M. Improvement of emulsifying properties of lupin proteins by high pressure induced aggregation[J]. Food Hydrocolloid, 2003, 17(3): 273-280.
- [3] Hayashi R, Kawamura Y, Nakasa T, et al. Application of high pressure to food processing: pressurization of egg white and yolk, and properties of gels formed[J]. Agricultural and Bio-logical Chemistry, 1989, 53(11): 2935-2939.
- [4] 王璋. 食品化学[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1991: 146.
- [5] 涂宗财, 豆玉新. 动态超高压均质对蛋清蛋白溶液的起泡性、成膜性的影响[J]. 食品工业科技, 2008, 29(6): 77-81.
- [6] 刘坚, 江波. 超高压对鹰嘴豆分离蛋白起泡性能的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(28): 9012-9013.
- [7] Gracia-Juliá A, Renéa M, Cortés-Muñoz M, et al. Effect of dynamic high pressure on whey protein aggregation: A comparison with the effect of continuous short-time thermal treatments[J]. Food Hydrocolloids, 2008, 22(6): 1014-1032.
- [8] 屠康, 姜松, 朱文学. 食品物性学[M]. 南京:东南大学出版社, 2006: 161.