

腐竹揭皮过程中理化参数变化趋势研究

崔春, 赵谋明, 赵强忠

(华南理工大学轻工与食品学院, 广东 广州 510641)

摘要: 本文探讨了腐竹揭皮过程中各种理化指标的变化趋势及其对腐竹品质的影响。研究表明, 在揭皮过程中蛋白质浓度和豆浆固形物浓度分别从 3% 和 5% 上升到 4.4% 和 12%, pH 值从 6.5 下降到 6.1, 腐竹中蛋白质含量从 50% 下降到 40.1%, 腐竹的韧性则从 280 g 下降到 50 g。

关键词: 腐竹; 豆浆浓度; 理化指标; pH 值

中图分类号: TS214.2; **文献标识码:** A; **文章编号:** 1673-9078(2007)03-0011-03

Study on Change of Physical and Chemical Parameters in the Forming of Yuba

CUI Chun, ZHAO Mou-ming, ZHAO Qian-zhong

(College of Light Industry and Food Science, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Changes of physical and chemical parameters in the form of Yuba were studied for industrial application. Results showed that protein concentration and soluble solid substances in soymilk increased from 3% to 4.4% and from 5% to 12%, respectively. It was also found that protein concentration in Yuba decreased from 50% to 40.1% and pH value of soymilk decreased from 6.5 to 6.1. Toughness of Yuba also declined from 280 g to 50 g during the forming of Yuba.

Key words: Yuba; pH value; milk concentration; chemical indices

腐竹又叫豆腐皮、豆腐衣、腐筋, 色泽淡黄, 风味独特, 是我国传统特色食品之一。腐竹营养丰富, 富含 V_E、不饱和的脂肪酸、异黄酮、卵磷脂等功能成分, 常食可改善心血管机能, 是高血压、动脉硬化和心血管病患者的营养品, 被称为“素食之最”^[1]。

在加热过程中的, 随着豆浆表面水分子不断蒸发, 表层蛋白质浓度不断增大, 蛋白质分子之间互相碰撞发生聚合反应而聚结, 同时疏水键与脂肪结合从而形成大豆蛋白质-脂类薄膜, 挑起即成腐竹, 这个过程即为揭皮。揭皮是腐竹生产过程最为重要的环节之一, 腐竹揭皮过程中的理化参数的变化直接影响到腐竹的产量和质量^[2-4]。长期以来, 我国腐竹生产以手工作坊为主, 生产全凭经验, 随意性较大, 产品质量不稳定。鲜见关于腐竹揭皮过程中理化参数变化的报道, 有鉴于此, 本文系统探讨了腐竹揭皮过程中各种理化参数的变化趋势, 以期指导实际生产。

1 材料和方法

收稿日期: 2006-11-16

基金项目: 鹤山市科技项目 (D8321736) 资助

作者简介: 崔春 (1978-), 男, 博士, 讲师, 研究方向为食品生物技术

1.1 材料

大豆: 市场购买。

试剂: 浓硫酸、氢氧化钠、硫酸钾、硼酸均为市售分析纯。

1.2 设备

电子天平 JA1003: 上海天平仪器厂; 浆渣自分离磨浆机 FDM-Z 型: 上海卢达电机有限公司; 数显 pH 计 pHS-25: 上海精密科学仪器有限公司; 定氮仪 KDN-2C: 上海纤检仪器有限公司; Texture Analyze TA-XT2i: 英国 stable micro system 公司。

1.3 测定方法

水分的测定: 采用直接干燥法;

蛋白质含量: 凯氏定氮法;

膜的韧性测定: 采用 TA-XT2i 型质构仪 (Texture Analyzer) 测定。每 1 h 取出一张膜, 展平 (不能有任何的褶皱, 以免影响测定的结果), 60 °C 烘 1.5 h 后取出, 静置 30 min, 复水 15 min, 取出。用剪刀剪成长 16 cm, 宽 9 cm 的长方形, 对叠两次, 成一个 9 cm×4 cm 的矩形, 夹在质构仪的上下两端, 进行测定。质构仪测试速度为 5 mm/s, 测试距离为 50 mm, 在此条件下, 读出的拉力作为膜的韧性。

1.4 腐竹的生产工艺

大豆→选豆→去皮→浸泡→磨浆→过滤→煮浆→揭皮→烘干→验收→成品

2 结果与讨论

2.1 揭皮过程中豆浆蛋白质和可溶性固形物含量的变化规律

在腐竹揭皮工序中, 豆浆表面的水分不断蒸发, 表面蛋白质浓度相对增高; 蛋白质胶粒获得较高的内能运动加剧, 蛋白质胶粒间的接触、碰撞机会增加, 副价键形成容易, 聚合度加大, 以致形成薄膜, 但薄膜越结越厚达到 0.5 mm 左右时, 即可用专用工具揭起蛋白质薄膜。因此, 豆浆中蛋白质浓度和可溶性固形物含量对腐竹成膜起着重要的影响。揭皮豆浆中蛋白质和可溶性固形物含量的变化规律如图 1 所示。

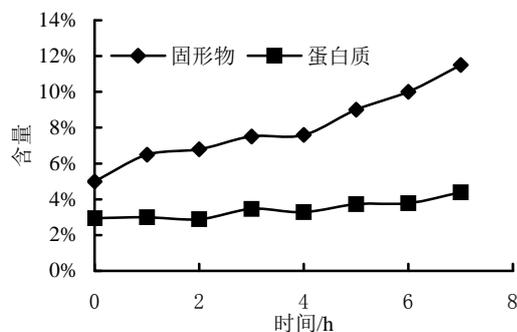


图 1 豆浆中蛋白质和可溶性固形物含量的变化趋势

从图 1 可见, 豆浆中蛋白质浓度和可溶性固形物含量呈上升的趋势, 其中豆浆中蛋白质浓度从 3% 上升到 4.4% 左右, 而可溶性固形物含量从 5% 上升到 12% 左右。在保温揭皮过程中, 豆浆中蛋白质和可溶性固形物总量不断下降, 浆液表面的水分子不断被蒸发导致浆液中蛋白质浓度不断增加, 可溶性固形物浓度也不断的增加。豆浆浓度的增幅明显大于蛋白质浓度的增幅, 这导致蛋白质在固形物中相对浓度降低, 成膜难度加大。可溶性固形物浓度对腐竹的成膜速度有较大的影响。韩智^[5]报道在浆液浓度小于 5.5% 时, 腐竹的产率和成膜速度随着豆浆浓度的增加而增加, 当豆浆蛋白质浓度大于 5.5% 时, 腐竹的产率和成膜速度反而随着豆浆浓度增加而降低。揭皮过程中如任由豆浆浓度增加, 会导致成膜速度越来越慢。在生产实践中可通过加水稀释, 抑制浆液蛋白质浓度的升高, 实现蛋白质薄膜的形成, 生产出腐竹制品。

2.2 揭皮过程中豆浆 pH 值变化规律

豆浆中的 pH 值决定着整个体系的稳定性。浆液 pH 的改变会影响大豆蛋白的离子化和净电荷, 从而改

变蛋白质分子间的排斥力和吸引力, 以及大豆蛋白质分子与水分子结合能力。大豆蛋白的等电点一般在 pH 3.3~5.6。当豆浆 pH 值接近大豆蛋白等电点时, 蛋白质与水分子之间相互作用降低, 大豆蛋白分子之间的相互作用增强, 浆液产生蛋白沉淀, 腐竹薄膜形成速度变慢。反之, 豆浆的 pH 值远离其等电点时, 大豆蛋白质变得增溶或离解成大豆蛋白质分子次级结构。但豆浆的 pH 值呈碱性时, 豆浆中含硫氨基酸破坏加快, 并促进美拉德反应, 成品腐竹色深, 发黑。揭皮过程中豆浆 pH 值的变化规律如图 2 所示。

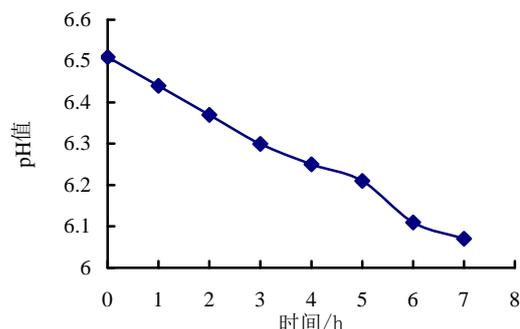


图 2 揭皮过程中豆浆 pH 值变化趋势

从图 2 可看出, 豆浆在整个揭皮过程中呈下降的趋势, pH 值从 6.5 下降到 6.1, 下降约 0.4 个 pH 值。揭皮过程中浆液 pH 值的下降主要是由于豆浆中的蛋白质、碳水化合物等的分解造成。

2.3 腐竹揭皮过程中豆浆的颜色变化

腐竹揭皮工序的时间较长, 超过 6 h, 在这个过程中, 因发生美拉德反应导致豆浆物料的颜色将越来越深, 最终变成深褐色。豆浆的褐变反应进一步导致腐竹颜色变深, 揭皮时间超过 3 h 后腐竹颜色变深, 5 h 以后即变成深褐色。不同揭皮时间豆浆和腐竹颜色的变化见表 1。

表 1 不同揭皮时间豆浆和腐竹颜色的变化

揭皮时间/h	0	1	2	3	4	5	6
豆浆色泽	淡黄	浅黄	淡黄	黄色	深黄色	褐色	深褐色
腐竹色泽	淡黄	浅黄	淡黄	黄色	深黄色	褐色	深褐色

注: 一级腐竹得率为 78.2%

2.4 腐竹中蛋白质含量的变化规律

从每个取样点的腐竹中, 按照样品采样的要求, 从腐竹的头部、尾部、中间取样, 切细、研磨制成大小均匀的颗粒状态, 采用凯氏定氮法测腐竹中蛋白质含量, 其蛋白质含量的变化规律如图 3 所示。

从图 3 可见, 前 4 h 所形成的腐竹的蛋白质含量比较稳定, 在 50% 左右, 后 2 h 所形成的腐竹的蛋白质含量略有下降, 最后 2 h 腐竹的蛋白质含量显著下

降至 40.1%。豆浆中的蛋白质含量随加热时间的延长而增加，而腐竹中蛋白质含量呈下降趋势，其原因可能是蛋白质分子在长时间的加热过程中过度变性，分子内二硫键增加，分子间二硫键减少，蛋白质分子交联的机会降低，导致结合到腐竹中的蛋白质减少，其他成分如总脂肪、中性脂和磷脂含量增加。

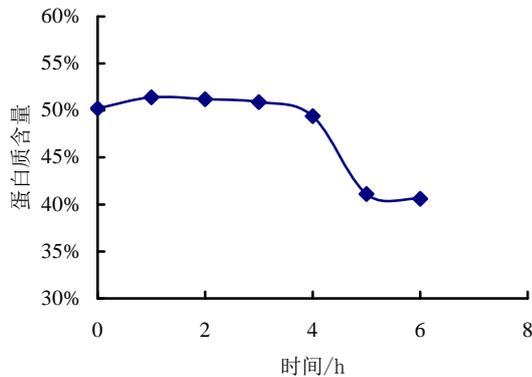


图 3 腐竹中蛋白质含量的变化趋势

2.5 膜的韧性的变化规律

腐竹要求的口感有一定的韧性，通过质构仪拉伸膜的力来反映膜的韧性，膜的韧性的变化如图 4 所示。图中“0”点是开始揭第一张膜时拉力的大小，之后每小时取一张膜。

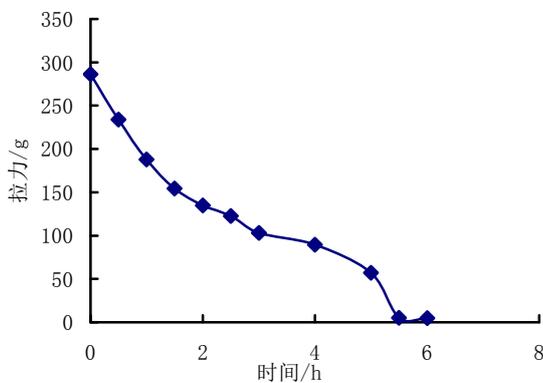


图 4 膜的韧性变化趋势

腐竹产品的韧性与大豆蛋白质分子之间聚合时形成的键的数目有关。从图 4 可见，随着揭皮时间的延长，膜的韧性呈下降的趋势，最后 1 h 出来的膜，几

乎是一拉就断，没有韧性。膜的韧性与豆浆浓度、豆浆中蛋白质浓度、豆浆的 pH 值以及腐竹中蛋白质含量密切相关。揭皮初期，蛋白质分子呈一种卷曲的紧密结构，表面被水化膜包围着，具有相对的稳定性。通过加热，蛋白质分子就从卷曲状态舒展开来，原来包在卷曲结构内部的疏水基团就暴露出来，而原来在蛋白质分子卷曲结构外部的亲水性基团都相应减少。随着加热的进行，蛋白质分子间通过疏水键、二硫键的结合，形成中间留有空隙的立体网络结构。随着加热的继续进行，蛋白质过度变性，二硫键氧化，形成凝胶的机会减少，到最后不能形成立体网络结构，就不能在形成成膜。

3 结论

在揭皮过程中蛋白质含量和可溶性固形物含量随加热时间延长而升高，其中可溶性固形物含量增幅大于蛋白质含量的增长，浆液的 pH 值随加热时间的延长而降低 0.4 个 pH 值；腐竹中蛋白质含量随揭皮时间的延长而降低，韧性也随之而降低。

参考文献

- [1] 任广鸣.国外腐竹生产工艺研究概况[J].食品科学, 1989, (5): 44-45.
- [2] A hmeda A., A. Izagtat, Intez All. Protein-lipid interactions in food systems: review [J]. International Journal of Food Science and Nutrition, 2002, 53: 249-260.
- [3] 邓瑞君.优质腐竹生产的研究 [J].食品与机械, 1998, (3): 19-20.
- [4] 张军合.腐竹生产工艺的改进研究[J].粮油加工与食品机械, 2001, (11): 42-44.
- [5] 韩智,石谷孝佑,李再贵,不同豆浆浓度和浆液深度对腐竹生产的影响,农业工程学报,2005,21(11):179-181
- [6] 刘昭明.腐竹生产工艺原理研究[J].广西工学院学报, 1994,5 (1): 67- 71.
- [7] O. R.菲尼马.食品化学[M].北京:中国轻工业出版社, 1991.

上接第 16 页)

- [2] Wood TM. Proper tie sand mode of action of cellulases [J]. Biotechnol Bioeng.Symp,1975,(5):111-137.
- [3] 梁霆,王遂,莫志忠,等.纤维素酶液体深层发酵条件的研究[J].生物技术,1997,7(6):22-26.
- [4] 刘德海,王红云,等.纤维素酶高产菌株的选育及其生物学性状的研究[J].饲料工业, 2005, 18 (26): 24~26

- [5] 姚强,黄琰,陈冠军.产耐碱纤维素酶丝状真菌的筛选和鉴定[J].山东大学学报,2005,(1):119~124
- [6] 管斌,丁友,谢来苏等.还原糖测定方法的规范[J].无锡轻工大学学报,1999,18(3):74-79
- [7] 周与良,邢来君.真菌学[M].北京:高等教育出版社,1986. 417-457.
- [8] 戴芳澜.中国真菌总汇[M].北京:科学出版社,1979.493