

文章编号: 1673-1689(2011)05-0687-07

原料预处理工艺对豆瓣酱品质的影响

丁祖志¹, 刘金霞², 蒋立胜², 李崎^{*1}

(1. 江南大学 工业生物技术教育部重点实验室, 江苏 无锡 214122; 2. 胡玉美酿造食品 有限责任公司, 安徽 安庆 246002)

摘 要: 作者比较了两种工艺酱醅的常规理化指标。结果显示: 酱醅水分、总酸、氨态氮、还原糖质量分数上存在明显差异。基于此, 作者分析了两种工艺在酿造过程中存在的差异, 指出由于原料预处理工艺的不同, 高压蒸煮工艺熟料水分质量分数及淀粉糊化度低于常压蒸煮工艺, 对成曲酶活及酱醅发酵过程带来影响, 最终形成两种工艺所得酱醅常规理化指标的差异。

关键词: 原料预处理工艺; 豆瓣酱; 糊化; 消化

中图分类号: TQ 920.1

文献标识码: A

Effect of the Pretreatment of Raw Materials to the Quality of Bean Paste

DING Zu-zhi¹, LIU Jin-xia², JIANG Li-sheng², LI Qi^{*1}

(1. Key Laboratory of Industrial Biotechnology, Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122, China;
2. Hu Yumei Fermenting Food Co. Ltd., Anqing 246002, China)

Abstract: The pretreatment of raw materials have a major impact on the quality of bean paste. According to the pressure used in cooking stage, the processes are divided into atmospheric pressure process and high-pressure cooking process. This study compared the conventional physical and chemical indicators of bean paste of the two processes, and the results indicated that the content of water, total acid, ammonia nitrogen and reduce sugar in bean paste are significant differences. Based on the above results, the differences of the two processes exist in the brewing process were analyzed. It was found that the different pretreatment of raw materials result in that starch gelatinization and moisture content of high-pressure cooking process is lower than atmospheric pressure cooking process, thus affect soya sauce koji enzyme activity and the fermentation process. the final results are the differences of conventional physical and chemical indicators of bean paste.

Key words: pretreatment of raw materials, bean paste, gelatinization, digestion

蚕豆酱是以蚕豆、面粉、食盐等为主要原料, 利用以米曲霉为主的多种微生物共同作用发酵制成的一种半流动状态黏稠的调味品。蚕豆酱是我国

传统的发酵豆制品, 起源于四川资中、资阳和绵阳一带, 后逐渐普遍至长江中下游地区, 至今已有 200 多年的历史^[1]。蚕豆酱中含有多种碳水化合物、脂

收稿日期: 2010-09-15

* 通信作者: 李崎(1971-), 女, 上海人, 工学博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事酿酒工程方面的研究。

Email: liqi@jiangnan.edu.cn

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

类、蛋白质、氨基酸、维生素和矿物元素^[2]。其以独特的工艺、细腻的品质、丰富的营养、鲜香可口的风味而深受广大消费者的青睐,成为众多家庭烹饪、佐餐中不可或缺的调味品,有着广阔的市场前景。

豆瓣酱的生产可分为3个阶段,即原料预处理阶段、制曲阶段、发酵阶段^[3]。其中原料预处理作为生产的第一个环节,对成曲的质量及豆瓣酱的出品率等有重要的影响。传统豆瓣酱生产原料预处理采用浸泡后常压蒸煮,存在出品率低、能耗大、周期长、污染高、占用场地大等缺点^[4]。因此,目前厂家趋向于采用短时高温润水后高压蒸煮的工艺,以克服传统工艺存在的缺点,且有利于推进蚕豆瓣的工业化生产。

作者研究了常压与高压蒸煮工艺所得酱醅常规理化指标的差异,并对两种工艺原料预处理、制曲、发酵阶段进行了初步分析,解释了导致两种工艺在理化指标上存在差异的原因。

1 材料与方 法

1.1 实验材料

1.1.1 实验原料 蚕豆瓣、面粉、食盐:市售;瓦垭:规格为装水2.5 kg/个,市售;生产菌种:沪酿3.042米曲霉:作者所在实验室保藏。

1.1.2 主要试剂 氢氧化钠、甲醛、氯化钠、葡萄糖、酒石酸钾钠、硫酸铜、铬酸钾、硝酸银、硫酸锌、钼酸、钨酸钠、碳酸钠、醋酸钠、冰醋酸、葡萄糖、酒石酸、乙酸铅、乙醇:上海国药集团化学试剂有限公司,分析纯;琼脂:上海国药集团化学试剂有限公司,生化试剂;胰蛋白胨、酵母粉:Oxoid产品;L-酪氨酸:上海生化试剂厂,分析纯。

1.1.3 主要仪器 UNICO UV-2000 分光光度计:尤尼柯(上海)仪器有限公司;GSP-9050 MBE 隔水式恒温培养箱:上海博迅;马弗炉 SX-4-10:上海洪纪设备仪器公司;2300-自动定氮仪:Foss-Tecator公司;离子溅射仪 CDP-030、临界点干燥仪 SCD-005:BAL-TEC公司;扫描电镜:FEI公司。

1.2 生产工艺

1.2.1 原料预处理

1) 常压蒸煮工艺:浸泡料水比以淹没豆子为准,室温浸泡20 h,将浸泡后的豆瓣放入锅中,面层冒气加盖后维持30 min,然后关闭蒸汽焖10 min即可。

2) 高压蒸煮工艺:润水量为70%,水温80℃,润水40 min,使水均匀全部吸入豆肉内。以压力蒸煮10 min,排气出锅。

1.2.2 制曲 熟料出锅后,将其全部摊置在清洁的瓷盘上,摊平后厚度约为2.5 cm,待温度降至30℃左右时,接入种子(占原料质量0.3%的种曲和4%的面粉混合),混合均匀,在30~35℃恒温恒湿培养箱中培养48 h,中间翻曲一次。

1.2.3 发酵 成曲与质量浓度为16 g/dL的盐水以1:1.5(质量比)的比例混合后置瓦垭中进行发酵,发酵温度为45℃,每日翻酱一次,一个月成熟。

1.3 常规理化指标检测

1.3.1 水分 称取5 g左右已充分研细酱醅至已烘干至绝重称量瓶内,先放入80℃干燥箱中烘2 h,再将温度调至105℃,4 h后于干燥器中冷却、称量,再复烘后冷却、称重,直至两次称重相差不超过0.0060 g为止^[5]。

1.3.2 总酸、氨态氮、氯化钠 根据“GB2718-2003 酱的卫生标准”^[6]及“GB2717-2003 酱油的卫生标准”^[7]分析检测酱醅中总酸、氨态氮及氯化钠质量浓度。

1.3.3 还原糖 根据“GB/T 5009.7-2008 食品中还原糖含量的测定”^[8]测定酱醅中还原糖含量。

1.3.4 熟料成分分析 称取5 g左右研磨并过100目标准筛的熟料,放入105℃烘箱中,4 h后于干燥器中冷却、称量,再复烘后冷却、称重,直至恒重^[5],测水分含量;根据“GB/T 5009.9-2008 食品中淀粉的测定”^[9]测定熟料淀粉质量浓度;根据“GB/T 5533-2008/ISO 20483:2006 谷物和豆类氮质量浓度测定和粗蛋白质量浓度计算(凯氏法)”^[10]测定熟料蛋白质质量浓度;根据“GB/T 14772-2008 食品中粗脂肪的测定”^[11]测定熟料中粗脂肪的质量浓度;根据“GB/T 5009.10-2003 植物类食品中粗纤维的测定”^[12]测定熟料粗纤维质量浓度;根据“GB/T 5009.4-2010 食品中灰分的测定”^[13]测定熟料灰分质量浓度。

1.3.5 扫描电子显微镜 样品置于4℃、用2.5%戊二醛固定,0.1 mol/L磷酸缓冲液漂洗数次,依次用体积分数30%、50%、70%、90%(室温),100%(室温)乙醇梯度脱水,醋酸异戊酯过渡后,经临界点干燥、离子溅射后,用扫描电镜观察。

1.3.6 淀粉糊化度及蛋白消化率的测定

1) 淀粉糊化度测定:熟料风干后,粉碎过100目标准筛,按常碧影、张萍^[6]所述方法测定。

2) 蛋白质消化率测定:熟料中可被酶分解为多肽和氨基酸的蛋白质占有所有蛋白质的比例,为熟料蛋白质消化率。测定方法参照陈驹声、林祖申^[5]所述方法测定。

1.3.7 蛋白酶活力测定 称取充分研细的成曲 5 g, 加水至 100 mL, 40 ℃水浴内间断搅拌 1 h, 过滤, 分别用乳酸钠-乳酸缓冲液、磷酸缓冲液、硼酸缓冲液稀释至一定倍数。样品稀释液 1 mL, 40 ℃水浴 2 min, 加入同样预热 2 min 酪蛋白溶液 1 mL, 保温 10 min, 加入 0.4 mol/L 三氯乙酸 2 mL, 终止反应, 静置 10 min, 过滤。空白为先加三氯乙酸后加酪蛋白。取 1 mL 滤液, 加碳酸钠缓冲液 5.0 mL, 福林试剂 1.0 mL, 于 40 ℃水浴 20 min, 680 nm 处测定吸光值^[5]。

1.3.8 非酶促褐变反应测定 称取 1 g 酱酯, 加入 100 mL 50% 乙醇溶液, 连续搅拌 1 h, 过滤, 于 420 nm 测定吸光值^[17]。

1.3.9 菌落总数测定 称取 10 g 酱酯至 90 mL 无菌生理盐水中, 用无菌生理盐水以 10 倍梯度稀释后, 涂布于菌落计数培养基, 37 ℃培养 24 h, 计数^[18]。

2 结果与讨论

2.1 不同原料预处理工艺酱酯的理化指标

蚕豆酱的生产是在适宜的条件下依靠霉菌及其分泌的各种酶类的作用, 将蛋白质、油脂、碳水化合物等大分子物质分解成多肽、氨基酸和葡萄糖等小分子物质, 通过乳酸菌和酵母菌共同代谢可发酵糖, 产生乙醇、乳酸、乙酸等产物并结合生成乳酸乙酯和乙酸乙酯等风味物质, 形成蚕豆酱的独特风味^[3,5]。酱酯的水分、总酸、氨态氮、还原糖及氯化钠质量浓度均是考察豆瓣酱的理化指标^[17-21], 尤其是氨态氮及总酸质量分数是评价酱酯质量的重要指标, 在国标^[6]中给予了规定。常压蒸煮与高压蒸

煮两种工艺所得酱酯主要理化指标见表 1。

由表 1 可知, 常压蒸煮酱酯水分质量分数高于高压蒸煮酱酯; 但从酱酯外观分析, 常压蒸煮酱酯体态浓厚, 融合度较高压蒸煮酱酯高。将两种酱酯折算成水分质量分数为 65% (成品酱水分质量分数) 后, 两种工艺所得的成品酱总酸质量分数分别为 1.56%、1.86%, 氨态氮质量分数分别为 0.95%、0.71%, 还原糖质量浓度分别为 6.93、8.54 g/dL, 氯化钠质量浓度分别为 11.00、9.83 g/dL。由酱酯水分质量分数折算成 65% 后结果可知, 两种工艺酱酯总酸及氨态氮质量分数均满足酱卫生标准要求。但高压蒸煮工艺生产酱酯总酸质量分数较常压蒸煮工艺高, 距 2.00% 国家标准^[6] 上限较为接近, 实际生产中在温度较高的季节露天发酵时相对常压蒸煮工艺易发生高于卫生标准规定质量分数的情况。此外, 常压蒸煮工艺酱酯氨态氮质量分数相对较高, 酱酯质量略好。因此需重点分析两种工艺总酸及氨态氮含量差异的原因, 以进一步提高高压蒸煮工艺酱酯质量。

2.2 常压与高压蒸煮工艺生产过程分析

2.2.1 熟料成分分析 蚕豆原料经过浸泡(润水)、蒸煮后称之为熟料。豆瓣浸泡(润水)时会有部分可溶性成分溶出, 主要是因为水的渗透压导致细胞膜破裂, 糖类、可溶性蛋白质、可溶性淀粉、纤维素以及钙、镁、钠、钾等离子的溶出^[22-24]。

表 2 为两种原料预处理工艺所得熟料主要组成成分。由表 2 可知, 熟料干物质主要组成为淀粉和蛋白质, 常压蒸煮熟料水分质量分数高于高压蒸煮熟料, 蛋白质、淀粉、粗纤维、粗脂肪以及灰分质量分数均低于高压蒸煮工艺。

表 1 常压与高压蒸煮工艺豆瓣酱理化指标差异

Tab. 1 Differences of the conventional physical and chemical indicators of bean paste between atmospheric pressure process and high-pressure cooking process

原料	水份 质量分数/%	总酸 质量分数/%	氨态氮 质量分数/%	还原糖 质量浓度/(g/dL)	NaCl 质量浓度/ (g/dL)
常压蒸煮酱酯	57.46	1.90	1.16	8.43	13.37
高压蒸煮酱酯	51.25	2.59	0.99	11.89	13.69

表 2 常压与高压蒸煮工艺熟料主要组成成分

Tab. 2 Major component of dinker of atmospheric pressure process and high-pressure cooking process

原料	水分质量 分数/%	淀粉质量 分数/%	蛋白质质量 分数/%	粗纤维质量 分数/%	粗脂肪质量 分数/%	灰分质量 分数/%
蚕豆原料	13.30	44.41	31.61	6.15	1.70	3.20
常压熟料	58.94	20.45	14.00	3.07	0.85	1.48
高压熟料	52.25	22.96	18.05	3.36	0.97	1.88

造成熟料主要组成差异的主要原因一方面是因为浸泡过程中可溶性物质的溶出,另一方面由于浸泡过程水分吸收充分,水分含量高,所以导致其他物质质量分数相对较低。Kon^[25]认为高温润水会使蛋白质变性及淀粉部分糊化,导致水分难以吸收,这为高压蒸煮工艺熟料水分含量相对较低提供了解释。在豆瓣浸泡过程中有一定量的蛋白质及淀粉的流失,从熟料蛋白质与淀粉质量浓度的比值来看,浸泡过程中蛋白质流失率大于淀粉流失率。从熟料的主要组成成分来看,由于高压蒸煮熟料淀粉质量浓度高于常压蒸煮熟料,所以为微生物的生长提供了更多的碳源,为产酸提供了更多的底物。高压蒸煮熟料蛋白质质量浓度高于常压蒸煮熟料,但所得酱酯氨态氮质量分数却低于常压蒸煮,原因需进一步分析。

2 2 2 扫描电子显微镜 图 1 所示为原料预处理各阶段蚕豆瓣扫描电子显微镜切片图。蚕豆种子由种皮、胚、子叶等组成,去壳蚕豆瓣即蚕豆子叶、

淀粉及蛋白质是豆瓣干物质主要组成成分,细胞中的淀粉颗粒紧密地被包埋在蛋白质网络结构中,见图 1a。图 1b 所示为浸泡 20 h 后豆瓣结构,此时蛋白质网络结构较为疏松,淀粉颗粒暴露于细胞外,颗粒略有膨胀。图 1c 为常压蒸煮后熟料结构,蛋白质变性及淀粉糊化后混合在一起。图 1e 为 80 ℃ 水润水 40 min 后豆瓣结构,此时外部蛋白已经开始变性,变性蛋白质包裹在淀粉颗粒周围,淀粉颗粒略有膨胀,图 1f 所示为高压蒸煮后豆瓣结构,可见蛋白变性但仍然包裹在淀粉颗粒周围。由图 1 可知,常压蒸煮工艺过程中,由于浸泡时间较长,水分均匀进入细胞内部,经过蒸煮后蛋白质变性及淀粉糊化适度。而高压蒸煮工艺由于润水时间较短,润水温度高,在润水阶段蛋白质变性及淀粉糊化已经开始,但由于蛋白质包裹在淀粉颗粒周围,使得淀粉颗粒在润水阶段吸收水分并不充分,造成淀粉颗粒未充分膨胀,糊化不充分。

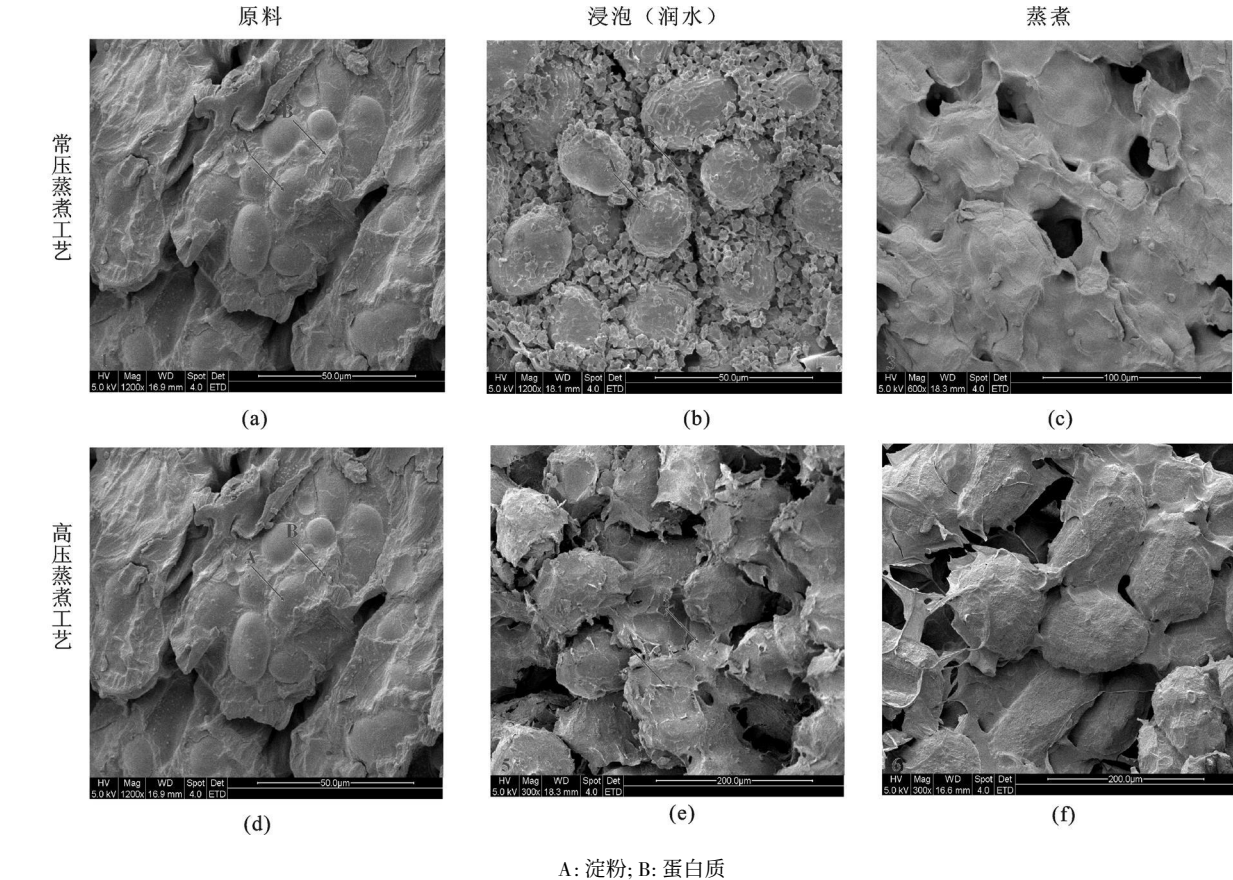


图 1 原料预处理各阶段豆瓣扫描电子显微镜切片图

Fig. 1 Scanning electron microscope slices of the bean flap in various stages of the pretreatment of raw materials

2 2 3 熟料蛋白消化率及淀粉糊化度 蒸煮蚕豆的目的就是将蚕豆中的适度变性及淀粉适度糊化并保持豆瓣呈一定的形状,以使米曲霉能够较好的生长代谢^[3,5]。不同蒸煮工艺的原料蛋白质消化率和淀粉糊化情况见表 3。

由表 3 可知,常压蒸煮工艺熟料淀粉糊化度明

显高于高压蒸煮工艺熟料, 蛋白质消化率略低。淀粉糊化的实质是在湿热的作用下, 淀粉分子间的氢键缔合被破坏, 淀粉分子由紧密的有序排列变成散乱的无序排列。结合图 1 分析可知, 高压蒸煮工艺高温短时润水后熟料水分质量分数较低, 由于淀粉糊化时吸收的水分有限, 淀粉颗粒内部之间的氢键断裂不完全, 导致糊化度偏低^[26-27]; 而由于蛋白质与水作用相对容易, 在高温润水阶段已发生伸展、解离、溶解, 结构变松^[28-29], 蒸煮后蛋白质变性适度, 蛋白质消化率相差不大。糊化淀粉在制曲阶段为米曲霉生长代谢提供碳源, 未糊化淀粉在发酵后期被耐盐细菌和酵母等微生物利用, 产生还原糖和有机酸等, 故高压蒸煮工艺成品酱醅还原糖和总酸质量浓度较常压蒸煮工艺高。

表 3 常压与高压蒸煮工艺熟料淀粉糊化度和蛋白消化率

Tab. 3 Protein digestibility and the starch gelatinization of dinker of atmospheric pressure process and high-pressure cooking process

工艺	淀粉糊化度/ %	蛋白质 消化率/ %
常压蒸煮熟料	51. 86	81. 84
高压蒸煮熟料	32. 63	78. 67

2.2.4 成曲酶活力 制曲过程实质是创造米曲霉生长最适宜的条件, 保证优良曲霉菌等有益微生物得以充分繁殖发育, 分泌蚕豆酱生产中需要的各种酶类, 这些酶类是发酵过程中原料分解、转化合成各类风味物质的前提^[3,5]。高压蒸煮工艺及常压蒸煮工艺酶活力见表 4。常压蒸煮工艺酶活力高于高压蒸煮工艺酶活力, 从酶活大小来考察, 两种工艺成曲酶活均合格。由于水分质量分数、蛋白质变性及淀粉糊化的差异, 造成两种工艺成曲酶活力的差异。发酵过程蛋白质被中性、碱性蛋白酶分解生成多肽, 而后酸性蛋白酶继续将肽类分解为氨基酸^[30], 由于高压蒸煮酶活力相对较低, 故成品酱醅中氨基酸质量分数相对较低, 但已达到豆瓣酱产品标准要求。

表 4 常压与高压蒸煮工艺成曲蛋白酶活力

Tab. 4 Soy sauce koji enzyme activity of atmospheric pressure process and high-pressure cooking process

工艺	水分 质量 分数/ %	酸性蛋白 酶活力/ (U/g)	中性蛋白 酶活力/ (U/g)	碱性蛋白 酶活力/ (U/g)
常压蒸 煮成曲	35. 73	471. 76	1 196. 87	622. 37
高压蒸 煮成曲	27. 86	350. 98	748. 18	309. 23

2.2.5 酱醅发酵过程分析 豆瓣酱的发酵是一个十分复杂的生物化学过程。发酵初期, 霉菌所分泌的各种酶类发挥主要作用, 将原料中蛋白质、淀粉等大分子物质降解为多肽、氨基酸、糖类等小分子物质, 发酵中期耐盐的酵母菌、乳酸菌利用发酵初期形成的葡萄糖等物质代谢形成乙醇、乳酸等物质; 发酵后期酱醅中存在的酵母菌、细菌及其所分泌的酶类将氨基酸、有机酸、糖类等进一步分解合成, 形成各类风味物质^[3,5]。

图 2 所示为常压与高压蒸煮工艺发酵过程非酶促褐变反应程度的变化, 随着发酵时间的延长, 酱醅褐变程度逐渐增加, 高压蒸煮工艺非酶促褐变反应强度大于常压蒸煮工艺。一方面高压蒸煮酱醅水分质量分数少, 淀粉类碳源相对较多, 此外由于高压蒸煮工艺成曲酶活力较低, 成曲中淀粉等物质在发酵前期利用较少, 后期被乳酸菌等耐盐微生物利用产生较多还原糖, 使得美拉德反应较强^[18,20]。

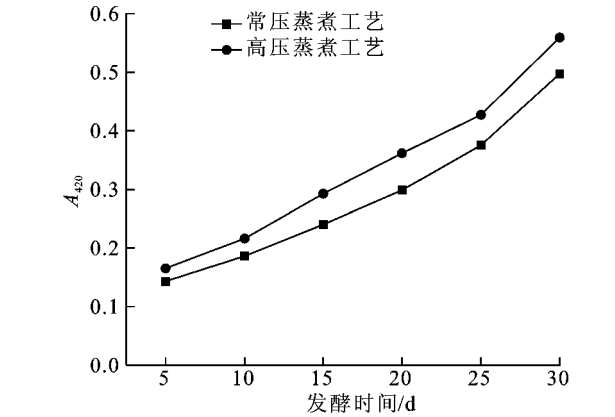


图 2 酱醅发酵过程的非酶褐变反应

Fig. 2 Non-enzymatic browning reaction in the fermentation process of bean paste

图 3 所示为常压与高压蒸煮工艺发酵过程酱醅菌落总数的变化情况, 发酵前期(5~ 10 d)两种工艺菌落总数均逐步增加, 但常压蒸煮工艺微生物菌落总数高于发酵后期, 但随着发酵时间的延长, 菌落总数均逐步增加且两种工艺酱醅菌落总数越来越接近, 至发酵中期(10~ 15 d)时菌落总数相差不大, 发酵中后期(15~ 25 d)两种工艺菌落总数仍逐步增加但高压蒸煮工艺菌落总数高于常压蒸煮工艺, 发酵后期(25~ 30 d)两种工艺菌落总数降低, 但高压蒸煮工艺菌落总数高于常压蒸煮工艺。发酵前期由于常压蒸煮工艺熟料淀粉糊化度高, 成曲酶活力高, 适宜微生物生长, 被微生物快速利用, 酱醅菌落总数较高。后期由于高压蒸煮工艺酱醅淀粉类物质含量高, 被乳酸菌等耐盐微生物利用, 菌落

总数较高^[17,21]。

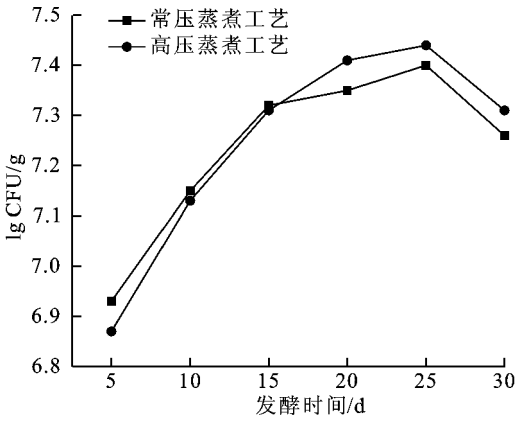


图 3 酱醅发酵过程的菌落总数变化

Fig. 3 Change of the total number of colonies in the fermentation process of bean paste

3 结 语

由于常压蒸煮工艺存在多种缺陷, 高压蒸煮工

艺取代常压蒸煮工艺是豆瓣酱酿造的一种趋势。

目前蚕豆酱生产所采用的高压蒸煮工艺是借鉴酱油酿造过程中豆粕的蒸煮工艺^[3]。根据本实验分析结果可知, 高压蒸煮工艺在酱醅水分、总酸、氨态氮、还原糖质量分数上与常压蒸煮工艺存在明显差异, 高压蒸煮工艺成品酱醅氨态氮质量分数低于常压蒸煮工艺, 总酸质量分数高于常压蒸煮工艺, 成品酱醅品质较常压蒸煮工艺成品酱醅低, 因此需改进高压蒸煮工艺以提高其成品酱醅品质。

对豆瓣酱生产各阶段进行分析, 高压蒸煮工艺熟料水分质量分数及淀粉糊化度低于常压蒸煮工艺, 对成曲酶活及酱醅发酵过程带来影响, 最终形成两种工艺所得酱醅常规理化指标的差异。因此需优化高压蒸煮工艺条件, 提高熟料水分质量分数及淀粉糊化度, 进一步改善酱醅品质。

参考文献(References):

[1] 余浪, 阚建全. 传统豆瓣酱的研究进展[J]. 中国调味品, 2008, (5): 26– 31.
YU Lang, KAN Jian-quan. The research progress on traditional broad bean sauce[J]. **China Condiment**, 2008, (5): 26– 31. (in Chinese)

[2] 雷宏杰, 刘金霞, 蒋立胜, 等. 蚕豆酱中的白点物质分析[J]. 食品与生物技术学报, 2008, 27(5): 134– 137.
LEI Hong-jie, LIU Jin-xia, JIANG Li-sheng, et al. Stud on white particles in fermented broad bean paste[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2008, 27(5): 134– 137. (in Chinese)

[3] 葛向阳, 田焕章, 梁运祥. 酿造学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005: 154– 159.

[4] 崔太平. 蚕豆酱蒸煮工艺的研讨[J]. 江苏调味副食品, 2003, 20(5): 9– 11.
CUI Tai-ping. Stud on steaming and boiling technolog of so bean paste[J]. **Jiangsu Condiment and Subsidiary Food**, 2003, 20(5): 9– 11. (in Chinese)

[5] 陈驹声, 林祖申. 酱油及酱类的酿造[M]. 北京: 化学工业出版社, 1987: 253.

[6] GB2718-2003, 酱卫生标准[S].

[7] GB2717-2003, 酱油卫生标准[S].

[8] GB/ T5009. 7-2008, 食品中还原糖的测定[S].

[9] GB/ T5009. 9-2008, 食品中淀粉的测定[S].

[10] GB/ T5511-2008/ISO 20483: 2006[S].

[11] GB/ T 14772-2008, 食品中粗脂肪的测定[S].

[12] GB/ T5009. 10-2003, 植物类食品中粗纤维的测定[S].

[13] GB/ T5009. 4-2010, 食品中灰分的测定[S].

[14] Watcharatewinkul Y, Puttanlek C, Rungsardthong V, et al. Pasting properties of a heat-moisture treated canna starch in relation to its structural characteristics[J]. **Carbohydrate Polymers**, 2009, 75: 505– 511.

[15] Kaur M, Sandhu K S, Lim S T. Microstructure, ph sicochemical properties and in vitro digestibilit of starches from different Indian lentil (*Lens culinaris*) cultivars[J]. **Carbohydrate Polymers**, 2010, 79: 349– 355.

[16] 常碧影, 张萍. 饲料质量与安全检测技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.

[17] Dissaraphong S, Benjakul Sootawat, Visessanguan W, et al. The influence of storage conditions of tuna viscera before fermentation on the chemical, ph sical microbiological changes in fish sauce during fermentation[J]. **Bioresource Technology**, 2006, 97: 2032– 2040.

- [18] Xu W, Yu G, Xue C H, Xue Y, et al. Biochemical changes associated with fast fermentation of squid processing by-products for low salt fish sauce[J]. **Food Chemistry**, 2008, 107: 1597– 1604.
- [19] Jiang J J, Zeng Q X, Zhu Z W, et al. Chemical and sensor changes associated Yu-lu fermentation process A traditional Chinese fish sauce[J]. **Food Chemistry**, 2007, 104: 1629– 1634.
- [20] Chou C C, Ling M Y. Biochemical changes in so sauce prepared with extruded and traditional raw materials[J]. **Food Research International**, 1998, 31: 487– 492.
- [21] Hjalmarsson G H, Park J W, Kristbergsson. K. Seasonal effects on the physicochemical characteristics of fish sauce made from capelin (*Mallotus villosus*) [J]. **Food Chemistry**, 2007, 103: 495– 504.
- [22] SefæDedeh S, Stanele D W, Voise P W. Effect of soaking time and cooking condition on texture and microstructure of cowpeas(*Vigna unguiculata*) [J]. **Journal of Food Science**, 1978, 43: 1832– 1838.
- [23] Adawa T A, Rahama E H, Bedaw A A, et al. Effect of soaking process on nutrition quality and protein solubility of some legume seeds[J]. **Nahrung** 2000, 44(5): 339– 343.
- [24] 李次力. 浸泡处理对红芸豆的物理性质及蒸煮品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2006, 34(5): 101– 104.
LI C-li. Effect of soaking Treatment on physical properties and cooking qualities of red kidney beans(*Phaseolus Vulgaris* L.) [J]. **Food and Fermentation Industries**, 2006, 34(5): 101– 104. (in Chinese)
- [25] Kon. Effect of soaking temperature on cooking and nutritional quality of beans[J]. **Journal of Food Science**, 1979, 44: 1329– 1334.
- [26] 周国燕, 胡琦玮, 李红卫, 等. 水分含量对淀粉糊化和老化特性影响的差示扫描量热法研究[J]. 食品科学, 2009, 30(19): 89– 93.
ZHOU Guo-an, HU Qi-wei, LI Hong-wei, et al. DSC study of effects of water content on gelatinization and aging of starch[J]. **Food Science**, 2009, 30(19): 89– 93. (in Chinese)
- [27] Singh N, Singh J, Kaur L, et al. Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources[J]. **Food Chemistry**, 2003, 81: 219– 231.
- [28] 龚婷, 赵思明, 熊善柏. 蒸煮工艺对米饭蛋白质及氨基酸的影响[J]. 中国粮油学报, 2008, 23(4): 14– 17.
GONG Ting, ZHAO Si-ming, XIONG Shan-bai, et al. Effect of cooking technology on protein nutrition quality of cooked rice[J]. **Journal of the Chinese Cereals and Oils Association**, 2008, 23(4): 14– 17. (in Chinese)
- [29] Martin M, Fitzgerald M A. Protein in rice grains influence cooking properties[J]. **Journal of Cereal Science**, 2002, (36): 285– 294.
- [30] 孙常雁, 马莺, 李德海, 等. 自然发酵黄豆酱酱曲培养过程中蛋白酶的形成及蛋白质的分解[J]. 食品科技, 2007, (8): 187– 191.
SU N Chang-an, MA Ying, LI De-hai, et al. The proteases formation and proteolysis during the incubation of naturally fermented soybean Koji[J]. **Food Science and Technology**, 2007, (8): 187– 191. (in Chinese)