

干酪乳杆菌发酵鱼糜工艺条件的研究

陈正荣, 蒋欣容, 桑健, 张玉律, 陈霞, 黄玉军, 刘曦阳, 顾瑞霞*
(扬州大学 食品科学与工程学院, 江苏 扬州 225127)

摘要: 研究干酪乳杆菌发酵工艺条件对鱼糜品质影响。结果表明, 在鱼糜中添加 1.5% 食盐和 2.0% 葡萄糖于 25℃ 下发酵 24 h 时, 所得样品挥发性盐基总氮(total volatile base nitrogen, TVB-N) 含量仅为 6.2 mg/100 g, 凝胶强度、硬度、咀嚼性和弹性分别达到 1 176.44 g × cm, 6.15 N, 4.13 和 3.23。成熟后的发酵鱼糜, 感官可接受性高。

关键词: 发酵鱼糜; 干酪乳杆菌; 工艺条件; 质构特性

Process Conditions in Fermented Fish Minces Inoculated with *Lactobacillus casei*

CHEN Zheng-rong, JIANG Xin-rong, SANG Jian, ZHANG Yu-lü, CHEN Xia
HUANG Yu-jun, LIU Xi-yang, GU Rui-xia*

(College of Food Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225127, Jiangsu, China)

Abstract: The effect of process conditions on the quality of fermented minced fish inoculated with *Lactobacillus casei* was investigated. The results had shown that when the added amount of salt and glucose, were 1.5% and 2.0%, fermented temperature was 25℃, fermented time was 24 h, the content of TVBN in fermented fish mince only had 6.2 mg/100 g, the gel strength and exhibited texture profiles (hardness, chewiness and springiness) of product achieved 1 176.44 g × cm, 6.15 N, 4.13 and 3.23. The overall sensory acceptance of mature product reached high.

Key words: fermented fish mince; *Lactobacillus casei*; process conditions; texture profiles

鱼糜制品^[1], 系以鱼肉为原料, 将鱼肉粉碎, 加入食盐等辅料进行擂溃制成黏稠的鱼肉糊, 再经加热成型的方法, 制备成具有弹性的凝胶体, 包括鱼丸、鱼糕、鱼香肠、鱼卷等。近年来, 乳酸菌用于鱼肉制品的加工已受到国内外众多学者关注^[2-4]。将乳酸菌用于鱼糜发酵中, 可使鱼肉蛋白经有机酸缓慢酸化形成凝胶组织^[5-7], 增加破断强度、黏结力、弹性和硬度^[8], 同时可改善鱼肉的色泽和风味^[9-10], 增加鱼肉的安全性、保藏性和功能性^[11-13]。目前发酵鱼糜多以海水鱼为原料, 主要集中研究微生物发酵鱼糜的安全性和质构特性等方面^[14-16]。我国淡水鱼资源丰富, 其中草、鲢、鲤、鳙、鲫鱼产量均在 200 万 t 以上, 居我国养殖类淡水鱼的前五位^[17], 与海水鱼相比, 淡水鱼由于不同的生长环境导致其在蛋白组分以及凝胶形成能力等方面表现出显著差别, 而食盐和葡萄糖的添加可以改善鱼糜的凝胶强

度^[18], 发酵温度和时间亦影响鱼糜的质构和理化指标^[19]。因此, 本文研究了发酵法制备草鱼糜的工艺条件, 以期提高鱼糜品质, 为其工业化生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料

干酪乳杆菌由江苏省乳品生物技术与安全控制重点实验室分离保藏; 草鱼由扬州农贸市场采购。

1.1.2 仪器

TMS-Pro 型质构仪: 美国 FTC 公司; M-08 搅拌机: 慈溪蒙达有限公司; pHs-25 型数显 pH 计: 上海精密科学仪器有限公司; SPX-150BS-II 生化培养箱: 上海新苗医疗器械制造有限公司; JF-SX-500 全自动灭菌锅: 日本 TOMY 公司; PL2002 电子天平 (1/100): 梅特勒-托利多仪器有限公司; SW-CJ-1F 型无菌操作台: 苏州净化设备有限公司; BCD-186KB 冰箱: 海尔集团有限公司。

作者简介: 陈正荣 (1963—), 男 (汉), 讲师, 硕士, 研究方向: 烹饪工艺。
* 通信作者: 顾瑞霞 (1963—), 男 (汉), 教授, 博士, 研究方向: 食品科学。

1.2 方法

1.2.1 发酵剂的制备

干酪乳杆菌由江苏省乳品生物技术与安全控制重点实验室分离保藏。将干酪乳杆菌菌种按3%接种量接种到脱脂乳培养基中,37℃进行2次活化和扩大培养后,使活菌数为10¹⁰ CFU/g左右,4℃冷藏当天作为发酵剂用于发酵鱼糜。

1.2.2 发酵鱼糜的制备

草鱼由扬州农贸市场采购。活鱼采肉,无菌水冲洗2次,放入搅拌机中,低温搅拌30s,静置5min,添加食盐、葡萄糖搅拌3min,添加制备好的干酪乳杆菌发酵剂,进行发酵。

1.2.3 pH测定

用pH计测定。

1.2.4 挥发性盐基总氮 (total volatile base nitrogen, TVB-N)的测定

微量扩散法^[20]。

1.2.5 凝胶强度测定

将制备好的发酵鱼糜切成2.5cm长的圆柱体,用TMS-Pro质构仪(美国TMS公司)进行穿刺试验测凝胶强度。测定条件:探头:4mm圆柱型探头,触发力:0.05N,压缩速度60mm/min,穿刺距离20mm。曲线上第一个峰即最高峰上对应的力和距离分别是破断强度和凹陷深度。每个样品做3次平行试验。凝胶强度用破断强度与凹陷距离的乘积表示,即:凝胶强度(g×cm)=破断强度(g)×凹陷深度(cm)。

1.2.6 质构性质测定

将制备好的发酵鱼糜切成2cm的圆柱体,在TMS-Pro质构仪下进行压缩测定,每个样品进行轴向压缩两次,两次压缩时间间隔1s。测定条件:探头:4mm圆柱型探头,触发力:0.05N,测前速度120mm/min,压缩比:50%,每个样品做3次平行试验。质构参数用硬度、弹性、回复性、内聚力、咀嚼性表示。

1.2.7 感官指标测定

将成熟后的发酵鱼糜,横切成片状样品,挑选10名有经验的感官评定实验员,对样品的外观、风味和总体接受性进行打分,以10分制进行感官评定。

1.2.8 数据分析

采用SPSS19.0软件和Excel软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 食盐添加量对发酵鱼糜质构的影响

食盐是鱼糜制品中必不可少的配料,是重要的风

味来源。盐用量过大使产品偏咸而干扰正常风味的呈现;用量过小则口味较淡使制品正常风味呈现不充分。通过预试验研究,食盐添加量在1.0%~2.5%范围内的鱼糜咸度能为消费者接受。在草鱼斩拌时,分别添加不同量的食盐于鱼糜样品中,接种3.0%的干酪乳杆菌发酵剂,25℃发酵24h,对样品的质构特性进行测定,结果见表1。

表1 食盐添加量对发酵鱼糜质构的影响

Table 1 The effect of NaCl on texture profiles of fermented fish mince

质构指标	食盐添加量/%			
	1.0	1.5	2.0	2.5
凝胶强度/(g×cm)	915.31±10.45 ^a	1 092.66±12.17 ^d	995.57±5.91 ^c	953.88±9.45 ^b
硬度/N	5.25±0.06 ^b	7.39±0.02 ^d	6.49±0.03 ^c	4.97±0.04 ^a
内聚性	0.16±0.006 ^a	0.19±0.006 ^b	0.17±0.15 ^a	0.14±0.22 ^b
弹性	4.44±0.09 ^b	5.13±0.06 ^d	4.97±0.03 ^c	4.08±0.04 ^a
胶黏性/N	1.22±0.04 ^d	1.53±0.05 ^e	1.32±0.025 ^b	1.14±0.02 ^a
咀嚼性	3.39±0.03 ^a	5.32±0.3 ^d	4.86±0.06 ^c	3.56±0.05 ^b

注:同行不同字母表示差异性显著(P<0.05)。

由表1可得,鱼糜的凝胶强度、硬度、内聚性、弹性、胶黏性、咀嚼性在1.0%~2.5%食盐添加量范围内,呈先上升后下降的趋势。当食盐添加量为1.5%时,鱼糜的凝胶强度达到1 092.66 g×cm,同时硬度、内聚性、弹性、胶黏性和咀嚼性也高于其余试验组。

2.2 葡萄糖添加量对发酵鱼糜质构的影响

由于鱼糜中缺少乳酸菌生长的碳水化合物,为了使乳酸菌更好的生长,并改善鱼糜品质,比较在鱼糜中添加1.0%~2.5%葡萄糖,对鱼糜质构的影响,结果见表2。

表2 葡萄糖添加量对发酵鱼糜质构的影响

Table 2 The effect of glucose on texture profiles of fermented fish mince

质构指标	葡萄糖添加量/%			
	1.0	1.5	2.0	2.5
凝胶强度/(g×cm)	994.04±6.75 ^b	1092.66±12.17 ^c	1 176.44±6.91 ^d	945.39±6.91 ^a
硬度/N	5.73±0.05 ^a	7.39±0.02 ^d	6.17±0.04 ^c	5.88±0.02 ^b
内聚性	0.17±0.006 ^b	0.19±0.006 ^c	0.18±0.01 ^b	0.17±0.21 ^a
弹性	2.98±0.03 ^a	5.15±0.07 ^e	3.23±0.04 ^b	2.93±0.03 ^a
胶黏性/N	1.15±0.02 ^c	1.53±0.05 ^d	1.04±0.02 ^b	1.17±0.23 ^a
咀嚼性	4.01±0.02 ^b	5.31±0.03 ^d	4.13±0.01 ^c	3.28±0.02 ^a

注:同行不同字母表示差异性显著(P<0.05)。

由表 2 可知,当接种 3.0% 的干酪乳杆菌,25℃ 发酵 24 h 时,鱼糜的硬度、内聚性、弹性、胶黏性和咀嚼性均在葡萄糖添加量为 1.5% 时达到最大,2.0% 时次之。在葡萄糖添加量为 2.0%,鱼糜的凝胶强度最大,为 1 176.44 g×cm。

2.3 发酵温度对发酵鱼糜品质的影响

发酵温度能够影响乳酸菌的生长繁殖,升高温度可以加快乳酸菌产酸速率,进而对鱼糜质构产生影响。通过试验,研究在不同温度下发酵 24 h,对鱼糜品质的影响,结果如表 3 所示。

表 3 发酵温度对发酵鱼糜品质的影响

Table 3 The effect of fermented temperature on the quality of fermented fish mince

指标		发酵温度/℃			
		15	20	25	30
质构	凝胶强度/(g×cm)	221.84±2.31 ^a	423.25±7.86 ^b	1 176.44±28.72 ^c	1 313.06±11.85 ^d
	硬度/N	1.68±0.02 ^a	2.65±0.03 ^b	6.15±0.04 ^c	15.71±0.08 ^d
	内聚性	0.09±0.006 ^a	0.12±0.01 ^b	0.17±0.006 ^c	0.24±0.01 ^d
	弹性	1.87±0.02 ^a	2.75±0.02 ^b	3.23±0.03 ^c	2.60±0.04 ^d
	胶黏性/N	0.55±0.02 ^a	0.64±0.02 ^b	1.04±0.02 ^c	2.19±0.01 ^d
	咀嚼性	1.05±0.02 ^a	1.78±0.02 ^b	4.13±0.01 ^c	34.06±0.06 ^d
理化	pH	4.98±0.02 ^d	4.85±0.03 ^c	4.65±0.02 ^b	4.44±0.01 ^a
	TVB-N/(mg/100 g)	2.1±0.1 ^a	3.7±0.1 ^b	6.4±0.15 ^c	19.5±0.15 ^d

注:同行不同字母表示差异性显著($P < 0.05$)。

由表 3 可知,在 15℃~30℃ 范围内,鱼糜的弹性随发酵温度先增大后减小,在 25℃ 时达到最大,为 3.23;凝胶强度、硬度、内聚性、胶黏性和咀嚼性,均随发酵温度上升而不断升高,30℃ 时达到最大。在 15℃~30℃ 范围内,pH 下降速率随发酵温度上升而升高,鱼糜 pH

在 30℃ 时仅为 4.44;TVB-N 值上升速率也随着发酵温度的上升而升高,30℃ 时达到 19.5 mg/100 g。

2.4 发酵时间对发酵鱼糜品质的影响

发酵时间对发酵鱼糜品质的影响见表 4。

表 4 发酵时间对发酵鱼糜品质的影响

Table 4 The effect of fermented time on the quality of fermented fish mince

指标		发酵时间/h			
		12	24	36	48
质构	凝胶强度/(g×cm)	190.26±0.56 ^a	1 176.44±28.72 ^b	1 234.26±12.45 ^d	1 281.06±6.98 ^c
	硬度/N	2.20±0.02 ^a	6.15±0.04 ^b	8.07±0.02 ^c	8.82±0.03 ^d
	内聚性	0.13±0.006 ^a	0.18±0.006 ^b	0.22±0.01 ^c	0.25±0.06 ^d
	弹性	1.17±0.01 ^a	3.23±0.04 ^b	2.45±0.19 ^d	2.01±0.02 ^c
	胶黏性/N	0.45±0.02 ^a	1.04±0.02 ^b	1.46±0.006 ^c	1.5±0.01 ^d
	咀嚼性	1.02±0.01 ^a	4.13±0.01 ^b	6.67±0.006 ^c	6.76±0.01 ^d
理化	pH	5.14±0.03 ^d	4.65±0.02 ^c	4.40±0.02 ^b	4.25±0.03 ^a
	TVB-N/(mg/100 g)	3.8±0.06 ^c	6.4±0.15 ^b	8.9±0.06 ^c	10.2±0.15 ^d
感官	外观	6.67±0.06 ^c	6.9±0.1 ^b	7.1±0.1 ^c	6.73±0.06 ^a
	风味	6.53±0.06 ^b	7.13±0.15 ^c	6.7±0.1 ^b	5.87±0.06 ^a
	总体接受性	6.53±0.06 ^b	7.43±0.06 ^d	7.0±0.1 ^c	6.3±0.1 ^a

注:同行不同字母表示差异性显著($P < 0.05$)。

由表 4 可知,鱼糜的弹性在发酵 48 h 内,先增大后减小,24 h 时达到最大,为 3.23;凝胶强度、硬度、内聚性、胶黏性和咀嚼性在发酵 48 h 内,不断增大,48 h 时达到最高。鱼糜 pH,因乳酸菌发酵,在 48 h 内不断减小,24 h 时鱼糜 pH 为 4.65,48 h 时鱼糜 pH 仅为 4.25。样品 TVB-N 值在 48 h 内,不断增大,24 h 时仅增长到 6.2 mg/100 g,48 h 时达到 10.2 mg/100 g,均小于

国标 20 mg/100 g,保证了鱼糜的安全性。通过感官评定,发酵 24 h 时,鱼糜风味和总体接受性评分均最高,分别为 7.13 和 7.43。

3 结论与展望

本试验以干酪乳杆菌作为发酵剂接种于草鱼糜中,研究不同工艺条件对发酵鱼糜品质的影响。首先

通过预试验确定对鱼糜品质影响较大的4个工艺参数,食盐、葡萄糖添加量、发酵温度和时间,再对质构指标进行具体分析,得出结果如下:添加1.5%食盐和2.0%葡萄糖于25℃下发酵24h时,鱼糜弹性为3.23,高于其余试验组,凝胶强度、硬度、内聚性、胶黏性、咀嚼性良好分别为1176.44 g×cm、6.15 N、0.18、1.04 N、4.13;在发酵24h时,pH下降至4.65,TVB-N值仅为6.4 mg/100 g;经成熟后的鱼糜感官接受性可达7.43。在此工艺条件下,所获鱼糜制品品质良好、风味与安全性兼具。

我国水产品产量的增长主要依赖于淡水产品的快速发展,淡水鱼类已成为世界健康食品和优质蛋白质的重要来源。目前利用乳酸菌发酵生产鱼糜制品具有良好的商业化前景,本文研究改良了发酵鱼糜的生产工艺,从而提高了鱼糜凝胶强度,增加了鱼糜的弹性,改善鱼糜制品的风味。而对于发酵鱼糜产品的贮藏特性以及干酪乳杆菌发酵在凝胶形成过程中的作用还需要进一步探究,以期能为发酵鱼糜的工业化生产提供指导。

参考文献:

- [1] 段传胜,单杨.淡水鱼鱼糜加工的研究进展与关键性技术探讨[J].农产品加工·学刊,2007,52(7):52-58
- [2] GLATMAN L,DRABKIN V,GELMAN A.Using lactic acid bacteria for developing novel fish food products[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2000, 80(3):375-380
- [3] 王磊,刘学军.草鱼肉发酵香肠的发酵工艺研究[J].食品工业科技,2012,32(2):172-174
- [4] 汪雨.腌腊鱼发酵剂筛选及加工特性研究[D].合肥:安徽农业大学,2011:23-32
- [5] 林胜利.乳酸菌的筛选鉴定及其在淡水鱼糜发酵中的应用研究[D].杭州:浙江工业大学,2012:81-83
- [6] RIEBROYA S,BENJAKULA S,VISSANGUANB W,et al. Comparative study on acid-induced gelation of myosin from Atlantic cod (Gardus morhua) and burbot (Lota lota) [J].Food Hydrocolloids, 2008,109(1):42-53
- [7] VENUGOPAL V,KAKATKAR A,BONGIRWAR D R,et al. Gelation of shark meat under mild acidic conditions: Physicochemical and rheological characterization of the gel[J]. Journal of Food Science, 2002, 67(7):2681-2686
- [8] 张屹环,夏文水.大宗淡水鱼糜凝胶性质比较研究[J].食品与生物技术学报,2012,31(6):656-660
- [9] 张洵.发酵鱼糜风味改良研究[D].无锡:江南大学,2013:1-7
- [10] 曾雪峰.淡水鱼发酵对酸鱼品质影响的研究[D].无锡:江南大学,2013:61-75
- [11] 胡永金,夏文水,刘晓永.不同微生物发酵剂对鲢鱼肉发酵香肠品质的影响[J].安徽农业科学,2007,35(6):1790-1791
- [12] 林胜利,张琦琳,聂小华.发酵鱼制品中乳酸菌的筛选鉴定及其初步应用[J].食品与发酵工业,2012,38(2):61-65.
- [13] 谢诚,刘忠义,周宇峰.鳙鱼糜发酵过程中生物胺的测定[J].食品工业科技,2010,31(7):349-351
- [14] YIN L J,JIANG S T.Pediococcus pentosaceus L and S utilization in fermentation and storage of mackerel sausage[J]. Journal of Food Science, 2001,66(5):742-746.
- [15] YIN L J,PAN C L,JIANG S T.Effect of lactic acid bacterial fermentation on the characteristics of minced mackerel[J]. Journal of Food Science, 2002,67(2):786-792
- [16] RIEBROY S,BENJAKULA S,VISSANGUAN W.Properties and acceptability of Som-fug, a Thai fermented fish mince, inoculated with lactic acid bacteria starters[J]. Lwt-Food Science and Technology, 2008,41(4):569-580
- [17] 赵永锋,胡海彦,蒋高中,等.我国大宗淡水鱼的发展现状及趋势研究[J].中国渔业经济,2012,30(5):91-99
- [18] 胡永金.淡水鱼糜发酵及其凝胶形成机理研究[D].无锡:江南大学,2007:75-76
- [19] 许艳顺.发酵鲢鱼鱼糜凝胶形成及其机理研究[D].无锡:江南大学,2010:23-28
- [20] COBB G F,THOMPSON C A.Biochemical and microbial studies on shrimp: Volatile nitrogen and amino acid analysis[J]. Journal of Food Science,1973,38(3): 431-437

收稿日期:2015-01-27