

前期盐渍因子及后期调味配方对 低温发酵蔬菜产品品质的影响

纪凤娣, 籍保平*, 李 博, 刘宗林

(中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083)

摘 要: 本文研究了盐渍时间、盐渍温度、盐渍配方、腌制方式等对蔬菜包装发酵(4℃)过程产品品质的影响。试验中采用4种盐渍时间(4、10、16、24h), 2种盐渍温度(15、25℃), 3种配方(原味, 辣味, 虾味), 对蔬菜发酵过程中, 微生物, 亚硝酸盐, 及感官变化进行检测分析。结果表明, 不同处理所得到的发酵蔬菜制品, 细菌总数在 $10^2 \sim 10^4$ cfu/g之间, 亚硝酸盐低于国家标准, 产品品质好。

关键词: 盐渍; 包装发酵; 亚硝酸盐; 配方

The Effects of Salt Factors and Spice Compounds on the Quality of Packaged Fermented Vegetable

Ji Feng-di, Ji Bao-ping*, Li Bo, Liu Zong-lin

(College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: In order to get a kind of good quality, low salt, safety fermented vegetable product. In this study, the effects of the salting time (4, 10, 16, 24h), salting temperature (15, 25℃), different spices, salting method etc, on the microorganism, nitrite forming during the fermentation of packaged vegetable (4℃) were investigated. It was showed that the total bacterial was $10^2 \sim 10^4$ cfu/g and the nitrite content was below 0.5g/L.

Key words: salting; packaged fermentation; nitrite; spice compounds

中图分类号 TS205.2

文献标识码 A

文章编号 1002-6630(2005)09-0246-05

收稿日期: 2005-06-26

作者简介: 纪凤娣(1977-), 女, 博士研究生, 研究方向为食品发酵技术。

达到较好的效果, 并且收率高, 生产成本低。

参考文献:

- [1] Roberts EAH. Economic importance of flavonoid substance: Tea fermentation[M]. In: Chemistry of flavonoid compounds, ed Geissman T A. Pergamon Oxford UK, 1962. 468-512.
- [2] Sanderson GW. The chemistry of tea and tea manufacturing [J]. Recent Advances in Phytochemistry, 1972, 5: 247-316.
- [3] 张瑜, 邹国林, 彭少君. 表没食子儿茶素没食子酸酯研究进展[J]. 氨基酸和生物资源, 1998, 20(4): 51-54.
- [4] 钟世安, 周春山, 杨娟玉. 高效液相色谱法分离纯化酯型儿茶素的研究[J]. 化学世界, 2003, (5): 237-240.
- [5] 戚向阳, 谢笔钧, 胡慰望. 高纯度表没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG)的分离与制备[J]. 精细化工, 1994, 11(4): 40-46.
- [6] 朱勤艳, 陈振宇. 茶中茶多酚的高效液相色谱法分离与分析[J]. 分析实验室, 1999, 18(4): 72-74.
- [7] 王洪新, 戴军, 等. 茶叶儿茶素单体的分离纯化及鉴定[J]. 无锡轻工大学学报, 2001, 20(2): 117-121.

我国传统发酵蔬菜一般添加食盐浓度8%~10%,甚至更高。高盐浓度盐渍虽然可以抑制有害微生物的繁殖,但其弊端更为突出:影响成品的质地和风味;造成人体某些器官永久性损伤;引起高血压、心脏病、脑血管等病;造成蔬菜中亚硝酸盐含量高,亚硝峰形成期较晚,难以保证食用安全性;而且成品消费前通常需经水洗脱盐工序,造成营养风味物质流失^[1,2]。而这些问题都急需新工艺来解决。自从1907年报道蔬菜中含有亚硝酸盐以来,1943年,又报道某些细菌可以将蔬菜中含有的硝酸盐还原成亚硝酸盐,由于亚硝酸盐与次级胺可形成亚硝胺,亚硝胺具有致癌性^[3]。文献指出,亚硝酸盐形成的主要原因是污染了具有硝酸盐还原能力的菌导致的。因此,传统方法利用多种工艺条件来降低亚硝酸盐的含量,比如,加热杀菌,但有文献指出,加热杀菌后的泡菜,24h发生褐变,质地及味道变劣且酶失去活性^[4]。笔者经以下实验证实:若采用二次发酵工艺来发酵蔬菜,不仅可降低亚硝酸盐含量,且可得到不同发酵批次蔬菜制品,以利于随时食用新鲜的发酵蔬菜制品。还可大大提高设备的利用率,本工艺不采用加热灭菌,为活菌蔬菜制品,脆度,色泽均好。

1 材料与方法

1.1 样品制备

购买市售白菜。将植株上发黄,有病虫害的叶子弃去。用自来水清洗,晾晒1h。然后进行前期盐渍。所用盐渍容器为不锈钢容器。

1.2 腌渍方式

1.2.1 干腌 将晾晒后的白菜与腌制用盐按10%(w/w)比例,一层菜一层盐,各层用盐量不同,最后用一层封面盐。盐渍温度分别为15℃,盐渍时间为16、24h;25℃盐渍时间为4、10、16、24h。到达盐渍时间后,将白菜取出,用自来水清洗后,将其切成约1cm的块状。

1.2.2 湿腌 将晾晒后的白菜置于10%盐水中(W/V),白菜与盐水比例为2:3。盐渍温度为25℃,盐渍时间为10、24h。其后的处理过程与干腌法同。

1.3 腌渍配方及方法

1.3.1 原味配方 白菜100g,味精(特鲜)2.5g,生姜粒1.5g,食糖3g,食盐2.5g。

1.3.2 辣味配方 白菜100g,味精(特鲜)2.5g,生姜粒1.5g,食糖1.5g,食盐2.5g,辣椒丝2.0g。

1.3.3 虾味配方 白菜100g,味精(特鲜)2.5g,生姜粒2.5g,食糖2g,食盐2.5g,虾12g。

不同的调味料配方按一定比例与不同敷料混合均匀后,置于聚乙烯袋中。真空包装。将包装好的样品放

置于冰箱中,4℃下发酵。

1.4 样品的分析检测内容及方法

从第二周至第五周每周取样一次,第八周再检测一次。检测细菌总数、亚硝酸盐、pH值和总酸,并进行感官评价。

细菌总数的检测采用营养琼脂平板培养法^[9];总酸的测定采用酸度计法直接滴定^[10];亚硝酸盐的检测用便携式亚硝酸测试仪HI 93707(Hanna Instruments, Italy)。样品取出后按照^[10],将样品均质,取均质后的样品20g定容至200ml静置,1h后,过滤,取滤液10ml按照便携式亚硝酸盐测试仪的操作规则进行。

1.5 仪器设备

均质机:QN-999 韩国;超净台:FLC-3 哈尔滨;振荡器:MSI Minishaker IKA 广州;杀菌釜:MLS-3020 SANYO 日本;生化培养箱:LRH-250 上海一恒;便携式亚硝酸测试仪HI 93707(Hanna Instruments, Italy);酸度计:pHS-25型pH计 上海雷磁。

1.6 感官评价

参与人员:共20人,男女各半(老年人5位,其余为年轻人)。

感官评价从整体外观,色泽,脆度,酸度,苦涩味与腊味等几方面进行。

2 结果与分析

2.1 盐渍对亚硝酸盐的影响

2.1.1 前期盐渍时间对后期发酵中亚硝酸盐形成的影响

采用湿腌法时,前期盐渍时间越长,后期低温发酵过程中亚硝酸盐含量越低;采用干腌法时,当盐渍为10h时,后期低温发酵时亚硝酸盐含量最高。且图1显示,盐渍24h的原味配方在低温包装发酵过程中,亚硝酸盐的含量未发生变化。有文献表明^[8],在冷藏条件下发酵时,发酵蔬菜的亚硝酸盐含量不发生变化。本实验前期盐渍进行到24h的处理在后期发酵阶段与之结果一致。而此组处理是前期盐渍阶段唯一产生明显酸味的一组样品。据此可知,通过前期发酵能降低腌渍蔬菜的亚硝酸盐含量。

2.1.2 前期盐渍温度对后期低温发酵过程中亚硝酸盐形成的影响

在其它条件相同时,盐渍温度对低温包装发酵过程中亚硝酸盐的形成是有相关性的,高温促进亚硝酸盐的形成。见图3、4,25℃时盐渍的蔬菜制品其总体亚硝酸盐含量比15℃偏高。究其原因,在传统腌制工艺过程中,前期盐渍温度高有利于乳酸菌繁殖和进行乳酸发酵,酸度升高迅速,使硝酸还原菌的活动很快受到抑

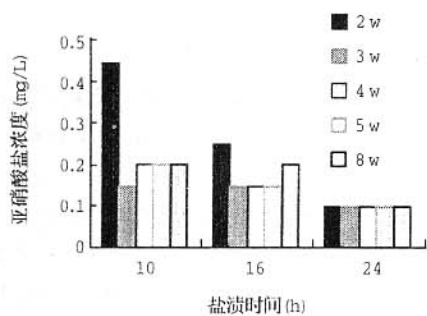


图1 盐渍时间对发酵过程中亚硝酸盐图的影响(25℃湿腌)

Fig.1 The effects of salting time on the nitrite concentrations during fermentation(25℃, brining salting)

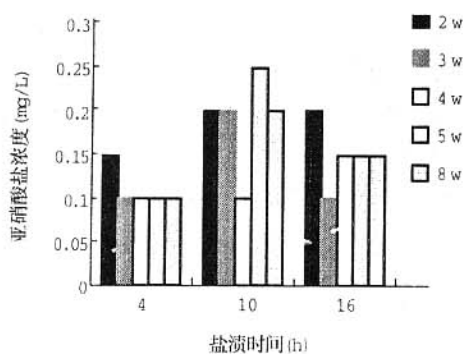


图2 盐渍时间对发酵过程中亚硝酸盐的影响(25℃干腌)

Fig.2 The effects of salting time on the nitrite concentrations during fermentation(25℃, dry salting)

制, 因而亚硝酸盐生成少。已生成的亚硝酸盐与乳酸作用生成亚硝酸而分解; 温度越高, 酸度越大, 亚硝酸分解越快。而本试验因后期发酵都是在49℃下进行, 前期盐渍温度高生成的亚硝酸盐无法得到乳酸菌的有效分解。

2.1.3 盐渍方式对后期发酵过程中亚硝酸盐形成的影响

在盐渍阶段采用干腌与湿腌两种方式处理时, 由图5、6可见, 后期低温发酵过程中蔬菜中亚硝酸盐的含量干腌盐渍低于湿腌盐渍处理。分析原因认为, 采用干腌盐渍处理时, 盐浓度要高于湿腌盐渍处理。对硝

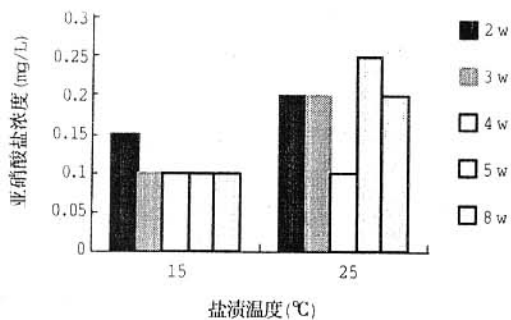


图3 温度对发酵过程中亚硝酸盐的影响(原味)

Fig.3 The effects of temperatures on the nitrite concentrations during fermentation (original flavor)

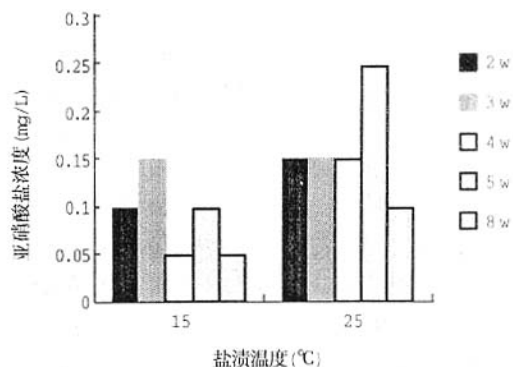


图4 温度对发酵过程中亚硝酸盐的影响(辣味)

Fig.4 The effects of temperatures on the nitrite concentrations during fermentation (piquancy)

酸盐还原酶的抑制作用强, 亚硝酸盐的生成速度就慢, 亚硝酸盐浓度达到峰值的时间晚, 含量低。

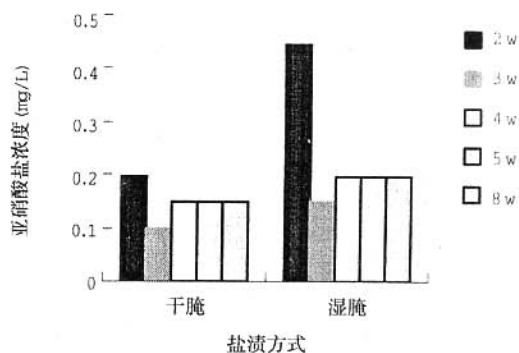


图5 盐渍方式对发酵过程中亚硝酸盐的影响(原味)

Fig.5 The effects of salting methods on the nitrite concentrations during fermentation (original flavor)

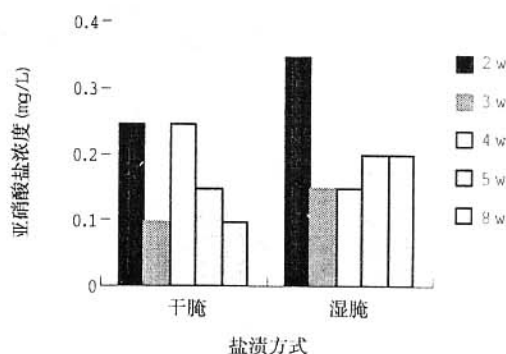


图6 盐渍方式对发酵过程中亚硝酸盐的影响(辣味)

Fig.6 The effects of salting methods on the nitrite concentrations during fermentation (piquancy)

2.2 盐渍对酸度和pH值的影响

从酸度的变化来看, 在25℃, 干腌4h后即进行配味低温发酵的在2~5周的发酵期内酸度变化显著, 2~4周酸度逐渐升高, 第4周达到峰值, 然后酸度开始急

速下降,而干腌10h或16h的,在后发酵期内酸度变化不显著,2~3周有一个缓慢上升的过程,其后即处于平稳期。湿腌的三个时间点10、16和24h在后低温发酵期内酸度变化均不显著,但湿腌24h的起始酸度较高。由此可以看出无论干腌或湿腌盐,盐渍时间都以10h为好,它使前发酵后的微生物得到了有效控制,反映在酸度上,后发酵期内酸度变化不显著;而前期盐渍时间过短,为4h时,不能有效抑菌,导致后期微生物发酵产酸,而盐渍时间过长,如24h,后发酵的起始酸度偏高,pH值偏低,这可能与乳酸菌对盐的耐受性较强有关;而16h与10h的酸度变化非常相近,但盐渍时间越长对蔬菜的质构破坏越大。

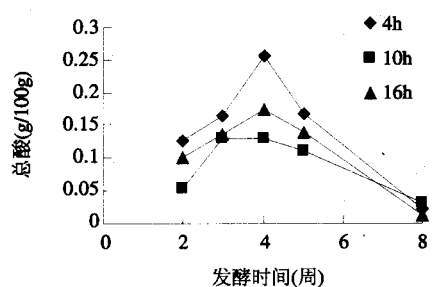


图7 发酵过程中总酸的变化(25℃干腌)
Fig.7 The total acid changes during fermentation (25℃, dry salting)

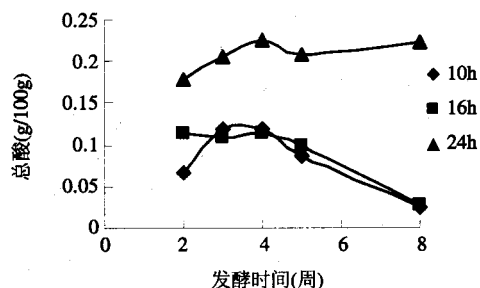


图8 发酵过程中总酸的变化(25℃湿腌)
Fig.8 The total acid changes during fermentation (25℃, brining salting)

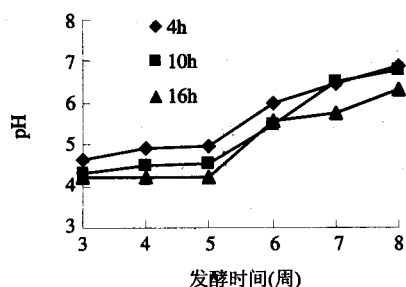


图9 发酵过程中pH值变化(25℃,干腌)
Fig.9 The pH changes during fermentation (25℃, dry salting)

2.3 低温包装发酵过程中微生物的变化趋势

由表1可见,在包装发酵过程中,到第三周时细

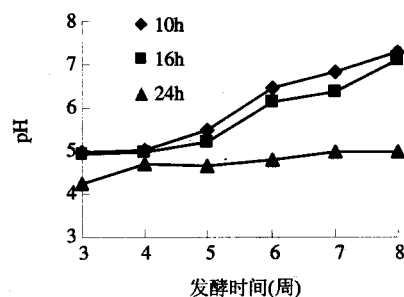


图10 发酵过程中pH值变化(25℃,湿腌)
Fig.10 The pH changes during fermentation (25℃, brining salting)

表1 低温包装发酵过程中微生物变化(4℃)

Table 1 The microbiological changes during the packaged fermentation of vegetable

Log(cfu/g)	2周	3周	4周	5周
原味25℃,10	3.027	3.579	2.903	4.079
原味25℃,16h	2.900	3.245	2.903	3.812
原味25℃,4h	3.245	3.561	3.393	4.867
辣味25℃,10h	3.174	3.676	3.041	3.643
虾味15℃,16h	2.544	3.060	3.041	5.124
原味15℃,16h	2.752	3.191	2.698	3.079℃

菌总数都出现上升趋势,但不超过 10^4 cfu/g。第四周时,又呈现下降的趋势。由前面的试验结果可知,到第四周时,总酸达到最高值,对抑制微生物的生长有一定作用。不同的盐渍处理之间,盐渍时间愈长,其菌落总数愈低,但是,当盐渍时间达10h以上时,菌落总数增加不明显。当后发酵进行到第八周时,菌落总数出现明显的增加。结合感官评价的结果,到此时,产品已不可取,颜色晦暗,口感差。认为食用期已过。值得一提的是虾味配方总体亚硝酸盐的含量最高。这可能与配料虾的蛋白质含量高,能够为微生物提供良好的生长条件有关。

2.4 不同配方对低温发酵过程中亚硝酸盐的影响

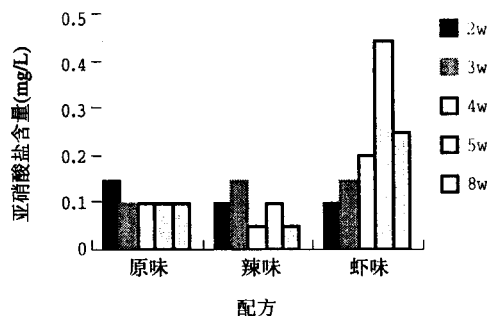


图11 不同配方对亚硝酸盐的影响
Fig.11 The effects of spice compounds on the nitrite concentration during fermentation

由图11可见采用不同的配方其亚硝酸盐含量不同,

总体来说辣味配方产品中亚硝酸盐的含量是最低的。而虾味配方产品在整个发酵过程中亚硝酸盐的含量是最高的。分析认为, 配料虾的蛋白质含量高, 易被具有硝酸盐还原酶的微生物利用, 产生亚硝酸盐, 从而导致亚硝酸盐含量高。可能辣味对抑制微生物还原硝酸盐生成亚硝酸盐有一定的效果。国内张素华等研究指出, 大蒜泥可抑制亚硝酸盐的产生, 且大蒜泥用量越多抑制效果越好。但是除了上图显示的虾味配方中, 亚硝酸盐含量明显高外, 原味配方与辣味配方之间的差异并不显著。

2.5 感官评价结果

表2 低温发酵过程中产品感官评价结果
Table 2 The sensory evaluation of the packaged fermentation vegetable

时间	感官评价(整体外观, 色泽, 脆度, 酸度等几方面)
第二周	样品外观色泽好, 脆度适宜, 酸味淡, 但是雪菜所固有的腊味浓。
第三周	样品外观色泽好, 脆度适宜, 酸味淡, 雪菜所固有的腊味变淡。认为此时进入可食期。
第四周	样品外观色泽好, 脆度适宜, 酸味增强, 雪菜所固有的腊味变淡。认为仍然在可食期。
第五周	样品外观色泽下降, 脆度适宜, 酸味下降, 雪菜所固有的腊味淡。品质开始下降。
第八周	样品的感官品质均不可取。可食期基本结束。

3 讨论与结论

对于酱腌菜中存在的亚硝酸盐, 文献报道主要有以下两种来源: 一是新鲜蔬菜本身就含有亚硝酸盐; 二是腌制过程中污染具有硝酸盐还原能力的微生物产生的^[3]。实验中发现, 其亚硝酸盐含量在整个发酵期内普遍低。说明这些微生物不分泌硝酸盐还原酶产生亚硝酸盐。那么说明这些微生物未必是有害菌。低温发酵可以抑制具有硝酸盐还原酶活性的微生物生长。

在湿法 25℃ 下进行盐渍时, 盐渍时间越长, 后期低温发酵过程中亚硝酸盐的含量越低, 而采用干法盐渍时, 在盐渍进行到 10h 时, 后期发酵样品中亚硝酸盐含量最高。虽然两种盐渍方式下 10h 时亚硝酸盐的含量都是最高的。但是它们与盐渍 16h 的处理差别不显著。盐渍时间越长对蔬菜质构的破坏越大, 因而可将盐渍时间定为 16h 以内。

而本试验因后期发酵都是在 4℃ 下进行, 前期盐渍温度高有利于亚硝酸盐的形成, 在 15℃ 下盐渍更有利于产品的安全性。

盐浓度大, 可以抑制亚硝酸盐的形成。盐浓度大虽然可以抑制亚硝酸盐的形成, 但是, 高浓度食盐对蔬菜质构的破坏也是巨大的, 同时洗脱的废弃液对环境的污

染也不容忽视。而且两种盐渍方式之间, 后期亚硝酸盐的差别并不明显, 综合以上分析采用湿法盐渍更合理。

辣味配方与原味配方的总体亚硝酸盐含量均低于虾味配方, 建议不要采用蛋白质含量高的调料用于低温包装发酵中。而原味配方与辣味配方都是可取的。

从发酵产品总酸的变化可见, 此种工艺属于低酸, 微发酵产品, 食用前不需再做处理。

在储藏进入第三周时, 由感官评价的结果大部分样品进入可食期, 至第八周时, 可食期基本结束, 此时反映在具体产品检测方面可以发现, 此时, 产品的 pH 值急剧升高, 总酸下降, 微生物菌落总数升高, 感官品质下降, 亚硝酸盐升高。

从后期发酵过程中, 微生物的变化情况来看, 在可食期内, 菌落总数均在 10^4 cfu/g 以下。亚硝酸盐含量远低于国家标准, 其微生物指标合格, 脆度好是非常突出的。

本实验还需要在前期盐渍阶段以及在保持货价期方面继续深入研究, 研究前期盐渍阶段对货价期的影响, 来提供不同批次的发酵产品。实现对产品的控制。

参考文献:

- [1] 赵大云, 丁霄霖. 接种 *Bacillus coagulans* 低盐腌渍雪里蕻的探讨(I) [J]. 中国酿造, 2000, 110(6): 9-12.
- [2] 陈惠音, 杨汝德. 超低盐多菌种快速发酵腌菜技术 [J]. 食品科学, 1994, 173(5): 18-22.
- [3] 吴正奇, 凌秀菊. 酱腌菜生产过程中亚硝酸盐和亚硝胺的产生与预防 [J]. 中国调味品, 1996, 8(8): 8-12.
- [4] 周国治, 沈国华, 何丁喜. 低盐化酱腌菜的保存方法 [J]. 中国酿造, 1995, (4): 10-16.
- [5] 刘青梅, 杨性民. 腌渍蔬菜亚硝酸盐含量及降低措施研究 [J]. 食品科学, 2001, 22(9): 44-46.
- [6] 蒲朝文, 夏传福, 谢朝怀, 等. 酱腌菜腌制过程中亚硝酸盐含量动态变化及消除措施的研究 [J]. 卫生研究, 2001, 11(6): 352-354.
- [7] 郑桂富, 许晖, 武杰. 亚硝酸盐在雪里蕻腌制过程中生成规律的研究 [J]. 四川大学学报 (工程科学版), 2000, (32): 85-87.
- [8] Rasic-JL. Effect of starter cultures on changes of nitrate during cold storage of fermented vegetable juices [J]. Fruit Processing, 1998, 8(6): 237-238.
- [9] 罗雪云, 刘宏道. 食品卫生微生物检验标准手册 [M]. 中国标准出版社, 1995. 11-17.
- [10] 丁媛丽, 张文元. 调味品酱货腌制品检验技术 [M]. 中国计量出版社, 1996. 138-146.