

文章编号: 1673-1689(2010)01-0027-06

尼泊金酯类防腐剂对鱼粒的控菌效果

孙红男¹, 张 慇^{*1}, 陈卫平²

(1. 食品科学与技术国家重点实验室 江南大学, 江苏 无锡 214122; 2. 建德市新安江山野食品有限公司, 浙江 建德 311603)

摘 要: 以鱼粒加工工艺为基础, 在热杀菌的基础上并以传统的防腐剂山梨酸钾为参照, 通过添加尼泊金酯类防腐剂, 尼泊金酯的复配, 发现当尼泊金丙酯、一酯、庚酯的复配体积比在 1: 1: 1 时, 总的添加量为 0. 2% 能有效抑制大肠菌群的生长, 并抑制菌落的生长, 达到控制微生物的目的。

关键词: 鱼粒; 尼泊金酯; 防腐剂; 微生物

中图分类号: TS 254. 4

文献标识码: A

Study on Antisepsis Effect of Nipagin Esters on Fish Tidbit

SUN Hong-nan¹, ZHANG Min^{*1}, CHEN Wei-ping²

(1. Key Laboratory of Food Science and Safety, Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122, China;
2. Zhejiang Jiande Xin'an river ShanYe Food Co., LTD, Jiande 311603, China)

Abstract: The antisepsis effect of Nipagin esters on the fish tidbit was carefully investigated in this manuscript. Compare with that of traditional preservative-potassium sorbate, the inhibition effect of *E. coli* was observed and the best result of the microorganism growth when propylparaben, Butyl p-Hydroxybenzoate, n-heptyl p-hydroxybenzoate was mixed at the ratio 1: 1: 1 and the gross of all kinds of Nipagin esters is 0. 2 of the fish tidbit.

Key words: fish tidbit, Nipagin esters, preservative, microorganism

鱼粒是一种味道鲜美、富有营养价值的新型水产休闲食品。鱼粒高蛋白质、低脂肪, 营养丰富且食用方便, 深受群众特别是儿童的喜爱。它可作为儿童的营养强化食品, 对儿童健康成长有很大的益处。近年来, 日本已研制出鱼粒休闲食品, 产品很受市场欢迎。我国市场上至今未见有国产鱼粒休闲食品, 因此, 开发生产鱼粒休闲食品, 前景很好, 预计可创造较大的社会效益和经济效益^[1]。但目前鱼粒产品在货架期常常由于微生物的繁殖而引起“胖袋”等变质问题, 传统的山梨酸及其钾盐的抑

菌效果不明显, 在鱼粒的货架期常会出现微生物超标现象。

尼泊金酯类, 又名对羟基苯甲酸酯类, 其抑菌作用强于苯甲酸和山梨酸, 且毒性低^[2]、用量少, 抑菌作用不受 pH 影响, 为目前国际上广泛采用的食品防腐剂。许多西方国家如美国、日本、英国等不仅很早就制订了有关的法典允许在食品、化妆品^[3]中使用尼泊金甲酯、乙酯、丙酯、异丙酯、丁酯、异丁酯等低碳醇酯, 而且对尼泊金庚酯、辛酯等高碳醇酯也进行了研制和应用。如美国以正庚酯用于啤酒

收稿日期: 2008-12-31

基金项目: 国家 863 计划项目(2006AA09Z430, 2007AA100406-01)。

* 通讯作者: 张慇(1962-), 男, 浙江平湖入, 工学博士, 教授, 博士生导师, 主要从事农产品贮藏与加工研究。

Email: min@jiangnan.edu.cn

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

的防腐,日本也以正庚酯、正辛酯用于啤酒和清酒的防腐。而我国目前只有低碳醇酯乙酯、丙酯、丁酯在食品、化妆品中使用,生产量也不大,且高碳醇酯的研制及在食品中的应用等很少全面地见之于报导。目前关于尼泊金酯类防腐剂研究主要针对尼泊金酯类产品的抑菌种类^[4],热稳定性,pH 值范围^[5],以及应用方面如其在啤酒^[6]、酱油及大酱中的应用^[7],但在鱼粒防腐中的应用尚未见报道。

尼泊金酯类防腐剂的抑菌机理一般认为基本上与酚类类似,它可破坏微生物的细胞膜,使细胞内蛋白质变性,并抑制微生物细胞的呼吸酶系与电子传递酶系的活性。尼泊金酯类的抑菌活性主要是分子态起作用,但是由于其分子内的羧基已经酯化,不再电离,所以它的抗菌作用在 pH 4~8 的范围内均有很好的效果^[8]。

利用尼泊金酯类防腐剂的防腐效果好、pH 范围广、抑菌谱广的特性,抑制鱼粒产品中的微生物。但单一尼泊金酯类防腐剂抑菌范围有限,因此将尼泊金酯类防腐剂通过复配的方式,通过不同种尼泊金酯类防腐剂间的协同增效作用,提高其抑菌效果。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 材料 鱼粒原料,由浙江建德山野食品有限公司提供。

1.1.2 主要试剂 尼泊金甲酯,尼泊金乙酯,尼泊金丙酯,尼泊金丁酯,尼泊金庚酯,营养琼脂,蛋白胨,牛胆盐,乳糖,溴甲酚紫,氢氧化钠,氯化钠。

1.1.3 主要设备 SW-CJ-10 型洁净工作台,苏州净化设备厂制;FA1104 型分析天平,上海天平仪器厂制;电热恒温水浴锅,上海医疗器械五厂制;2DX-35BI 型座式自动电热压力蒸汽灭菌锅,上海申安医疗器械厂制;10F-2BS 型电热恒温鼓风干燥箱,上海跃进医疗器械厂制;SPX 型智能生化培养箱,南京实验仪器厂制;XH-400 型真空包装机,北京派克龙包装机械灌装机有限公司制;食品除湿干燥机,上海桑菱贸易有限公司制。

1.2 工艺流程及工艺要点

1.2.1 工艺流程 鱼粒原料→清洗→脱盐→热泵干燥→切粒→油炸→冷却→调味→装袋→真空封口→杀菌→保藏。

1.2.2 微生物检测 样品→研磨→配成均匀的菌液→逐步稀释→培养基培养((36±1)℃,48 h)→计数→结果分析; 样品→配成均匀的菌液→逐步稀释→乳糖胆盐发酵液培养((36±1)℃,24 h)→

计数→结果分析。

1.2.3 工艺要点

1) 脱盐:使用自来水进行脱盐,有少量流动水加入,鱼粒原料与自来水的质量比为 4:25。

2) 热泵干燥:干燥温度 31~35℃,干燥 4~4.5 h,回潮 6 h,温度范围不变,继续干燥 2 h,使其水分质量分数在 40%~50%。

3) 切粒:将干燥好的鱼块切成 8 mm×8 mm×8 mm 的鱼粒。

4) 油炸:将色拉油烤 10 min,温度达到 180℃左右,将鱼粒原料与色拉油的质量比按 5:2 加入到色拉油内油炸 5 min,翻动,继续炸 5 min,冷却。

5) 调味:将调味料按比例调配好,并将尼泊金酯类防腐剂溶于乙醇溶液并添加到调味料中,充分混匀,而后与鱼粒混合均匀。

6) 装袋:每袋产品按 6~8 g 装袋。

7) 真空封口:鱼粒袋内严格无气泡。

8) 杀菌:将鱼粒产品放杀菌锅内 100℃杀菌 30 min 后冷却。

9) 制菌液:保藏一段时间的样品,称取 5 g,用无菌剪刀将其剪碎,无菌研钵将其磨成粉状,加入 45 mL 生理盐水,进行稀释溶解,吸取稀释液 1 mL (此为质量比 1:10 的稀释液)后逐步稀释。

10) 倒培养基:倒培养基时要感觉培养基的温度很热但以不烫手为宜(一般 46℃左右),因此要先将灭菌后的培养基置于 50℃的水浴锅中,恒温,待用。且整个稀释与倒培养基的过程以时间不超过 20 min 为宜,以防细菌死亡,倒培养基时量要适宜(15 mL 左右),过多会增加后面计数的困难,过少会导致干裂,不利于细菌生长。

11) 发酵液:菌液量取 1 mL,采用单管乳糖胆盐发酵液,用量为 10 mL,制备时准确称取胆盐,因其作为一种抑菌剂,量的波动容易导致其内生长的大肠菌群的生长变化,从而造成假阳性或假阴性的出现。

1.3 实验方法

1.3.1 单一防腐剂抑菌实验 主要研究在国家规定的最大使用安全剂量(质量分数 0.2%),及较小的质量分数时,单独使用一种防腐剂对鱼粒的抑菌效果的影响。

1.3.2 两种防腐剂复配抑菌实验 主要研究两种防腐剂按体积比 1:1,总的添加剂量在最大使用量时,对鱼粒产品的抑菌效果。

1.3.3 3种防腐剂复配抑菌实验 主要研究 3 种防腐剂按体积比 1:1:1,总的添加剂量在最大使用量时,对鱼粒产品的抑菌效果。

1.3.4 主要检测指标

1) 微生物检测指标之一为菌落总数, 采用平板计数法, 参照 GB4789. 2—2003 测定。试验结果为 3 次试验结果的平均值。

2) 微生物检测指标之二为 MPN(最大可能数)值, 采用三稀释度九管法, 参照 GB4789. 3—2003 测定。试验结果为 3 次试验结果的平均值。

1.3.5 鱼粒保藏期微生物实验 将添加有各种防腐剂的鱼粒产品于(36±1)℃恒温培养箱中培养, 观察培养过程中的大肠杆菌和细菌总数的变化。

2 结果与讨论

2.1 单一防腐剂的抑菌实验

在食品保藏过程中, 常使用尼泊金酯类防腐剂来控制由于微生物的繁殖而引起鱼粒产品胀袋变质的现象, 对于烧烤类产品国家规定的最大添加剂量为 0.2%。实验中将单一的尼泊金酯类防腐剂按 0.2%、0.15%、0.1%, 山梨酸钾按 1% 的添加量(质量分数)加入鱼粒产品中, 并在 37℃ 保藏实验。影响尼泊金酯类防腐剂的防腐效果的因素有很多, 本实验中在贮藏温度相同的情况下, 研究不同的防腐剂添加量对鱼粒产品的防腐效果。并模拟 37℃ 温度实验, 检测单一尼泊金酯类防腐剂的抑菌效果, 详见表 1。可知, 随着贮藏天数的增加, 与山梨酸钾相比, 尼泊金酯类防腐剂对大肠菌群的抑制效果稍明显, 除尼泊金乙酯的抑菌效果差以外, 其他尼泊金酯类防腐剂对大肠菌群的抑制作用均强于山梨酸钾, 且随着防腐剂的烷烃链的加长其抑菌效果逐渐变强, 尼泊金丁酯、庚酯对大肠菌群的抑制作用最强。

表 1 质量分数 0.2% 尼泊金酯对大肠菌群的抑制作用
Tab.1 The restrain effect of 0.2% nipagin esters on Eco.

尼泊金类 防腐剂	试验期内大肠菌群的 MPN 值			
	初始	10 d	20 d	30 d
1: 甲酯	< 30	40	60	70
2: 乙酯	< 30	40	60	90
3: 丙酯	< 30	< 30	< 30	30
4: 丁酯	< 30	< 30	< 30	< 30
5: 庚酯	< 30	< 30	< 30	< 30
山梨酸钾	< 30	< 40	70	90

从图 1 可以看出, 尼泊金酯类防腐剂的抑菌效果明显好于山梨酸钾的抑菌效果, 且尼泊金丁酯和庚酯的抑菌效果相似, 都表现出很强的抑菌效果,

尼泊金甲酯到庚酯对鱼粒产品的抑菌效果逐渐变强, 尼泊金乙酯除外, 其抑菌效果和山梨酸钾相似, 但强于山梨酸钾。

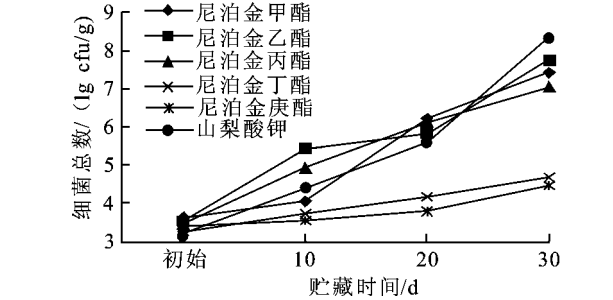


图 1 质量分数 0.2% 尼泊金酯对菌落总数的抑制效果
Fig.1 Inhibition of 0.2% nipagin esters to bacterium gross

比较表 1 和表 2 可以看出, 当单一防腐剂质量分数降低时, 尼泊金酯类防腐剂对大肠菌群的抑制作用总体也随着降低, 且尼泊金丙酯的抑菌作用减弱得更明显, 但尼泊金丁酯和庚酯的抑菌作用仍然最好, 尼泊金乙酯的最差。

表 2 质量分数 0.15% 尼泊金酯对大肠菌群的抑制作用
Tab.2 Inhibition of 0.15% nipagin esters on Eco.

尼泊金类防腐剂	试验期内大肠菌群的 MPN 值			
	初始	10 d	20 d	30 d
1: 甲酯	< 30	40	60	90
2: 乙酯	< 30	70	90	110
3: 丙酯	< 30	30	40	60
4: 丁酯	< 30	< 30	< 30	30
5: 庚酯	< 30	< 30	< 30	30
山梨酸钾	< 30	40	70	90

从图 2 可以看出, 尼泊金酯类的烷烃链越长, 其对菌落总数的抑制作用越强, 尼泊金乙酯的抑菌作用最差, 仅次于山梨酸钾的。尼泊金丁酯和庚酯的抑菌作用最佳。比较表 1 和表 2 可看出, 随着质量分数降低, 防腐剂总体抑菌效果下降。

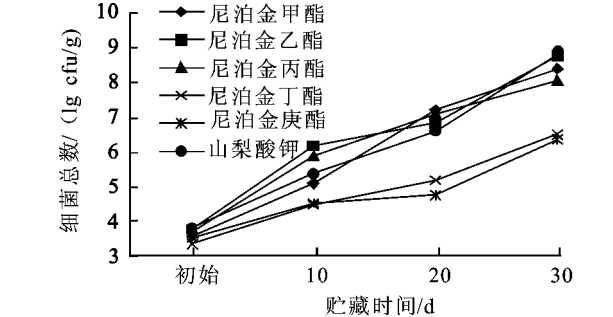


图 2 质量分数 0.15% 尼泊金酯对菌落总数的抑制效果
Fig.2 Inhibition of 0.15% nipagin esters to bacterium gross

从表 3 可以看出, 当单独使用尼泊金酯类防腐剂, 质量分数为 0. 1% 时, 尼泊金酯类防腐剂对大肠菌群的抑制作用产生明显差异, 随着烷烃链的加长抑制作用逐渐增强, 但总体抑菌效果有所减弱, 尼泊金丙酯的抑菌效果基本与山梨酸钾的抑菌效果相似。

表 3 质量分数 0. 1% 尼泊金酯对大肠菌群的抑制作用
Tab. 3 Inhibition of 0. 1% nipagin esters on Eco.

尼泊金类 防腐剂	试验期内大肠菌群的 MPN 值			
	初始	10 d	20 d	30 d
1: 甲酯	< 30	40	70	110
2: 乙酯	< 30	70	110	130
3: 丙酯	< 30	60	70	90
4: 丁酯	< 30	< 30	30	40
5: 庚酯	< 30	< 30	< 30	30
山梨酸钾	< 30	40	70	90

从图 3 可以看出, 当质量分数减小至 0. 1% 时, 尼泊金酯类防腐剂的抑菌效果总体降低, 尼泊金甲酯、尼泊金乙酯、尼泊金丙酯的抑菌效果相似, 稍强于山梨酸钾, 尼泊金丁酯和庚酯仍有较强的抑菌效果。

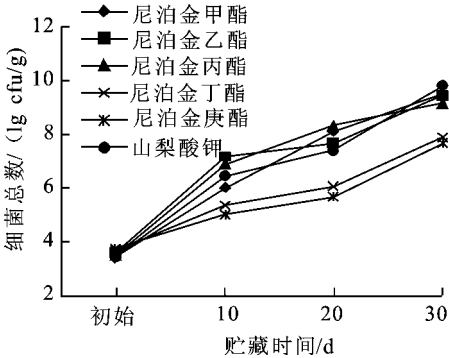


图 3 质量分数 0. 1% 尼泊金酯对菌落总数的抑制效果
Fig. 3 Inhibition of 0. 1% nipagin esters to bacterium gross

综合比较表 1- 3 可以看出, 随着质量分数的降低, 尼泊金酯类防腐剂对大肠菌群的抑制效果均有所降低, 但抑菌规律不发生变化, 烷烃链越长, 抑菌作用越强, 尼泊金丁酯和庚酯的抑菌效果几乎相同, 均明显强于其他防腐剂, 但尼泊金乙酯除外。其原因主要与鱼粒产品中的特定微生物有关。添加防腐剂质量分数越大, 尼泊金丁酯、庚酯表现的抑菌作用越强, 随着质量分数降低, 尼泊金丁酯和庚酯表现出的较强抑菌性不明显, 与其他的尼泊金酯防腐剂抑菌差别也逐渐减小。

2 2 复配后对鱼粒产品的抑菌作用

由于鱼粒产品中微生物种类不同, 当不同种类

的防腐剂混合使用时, 可能大大改善防腐剂的抑菌效果, 同时可能产生协同效应, 可以克服单一防腐剂在防腐效力上的局限性, 以扩大抑菌范围和效力, 改善物理性能^[9- 10]。因此研究了不同种类的防腐剂按体积比 1: 1, 总的添加剂量为最大安全剂量, 进行保藏实验, 观察抑菌效果。并且从使用单一防腐剂对鱼粒中微生物的抑制作用实验中可以看出, 除尼泊金乙酯外, 其他种类的防腐剂均有较好的抑菌作用, 因此选出尼泊金甲酯、丙酯、丁酯、庚酯进行复合实验。见表 4。可以看出, 当使用复合的两种防腐剂时, 尼泊金丁酯和庚酯复合, 尼泊金丙酯和庚酯复合均对大肠菌群表现出较强的抑制作用。尼泊金丙酯和丁酯复合对大肠菌群的抑制作用稍微减弱, 尼泊金甲酯和丁酯, 及尼泊金甲酯和庚酯复合作用较差。尼泊金甲酯和丙酯复合对大肠菌群抑制作用 20 d 后趋于最弱。

表 4 两种尼泊金酯复合对大肠菌群的抑制作用

Tab. 4 Inhibition of two kinds of nipagin esters on Eco.

防腐剂复合	试验期内大肠菌群的 MPN 值			
	初始	10 d	20 d	30 d
1+ 4	< 30	40	60	70
1+ 5	< 30	40	60	70
4+ 5	< 30	< 30	< 30	< 30
1+ 3	< 30	< 30	70	90
3+ 5	< 30	< 30	< 30	< 30
3+ 4	< 30	< 30	< 30	30

从图 4 可以看出, 在贮藏初期几种防腐剂的抑菌效果差别不明显, 随着贮藏期增加, 差异逐渐变大, 最终表现出当尼泊金丁酯和庚酯、甲酯和丁酯按体积比为 1: 1 复合时其抑菌效果明显好于其他种类防腐剂的复合。

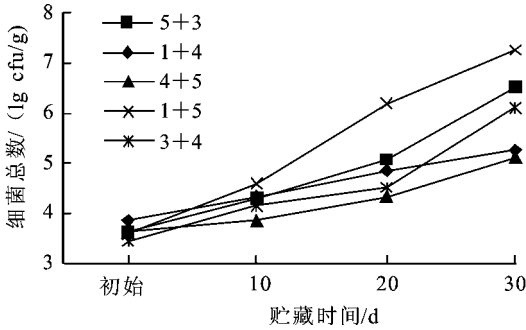


图 4 两种尼泊金酯类防腐剂的复合对菌落总数的抑制效果

Fig. 4 Inhibition of two kinds of nipagin esters to bacterium gross

2 3 3 种防腐剂复配后在鱼粒产品中的抑菌效果

将表 4 和图 4 对比表 1 至表 3 及图 1 至图 3, 均可以看出, 两种防腐剂复合的防腐效果大多比单独使用一种防腐剂的防腐效果要好, 这主要是不同种类的防腐剂之间产生了协同作用的结果。因此进一步研究 3 种防腐剂按体积比 1: 1: 1, 总的添加剂量为最大安全剂量时, 对大肠菌群及菌落总数的抑制作用。

从表 5 可以看出, 当 3 种尼泊金酯类防腐剂进行复合时, 对大肠菌群的抑制作用均较强, 尼泊金甲酯、丁酯、庚酯复合的作用效果和尼泊金丙酯、丁酯、庚酯的抑制效果相同, 均为最佳效果。

表 5 3 种尼泊金酯复合对大肠菌群的抑制作用
Tab.5 Inhibition of three kinds of nipagin esters on Eco.

防腐剂 复合	试验期内大肠菌群的 MPN 值			
	初始	10 d	20 d	30 d
1+ 4+ 5	< 30	< 30	< 30	< 30
1+ 3+ 5	< 30	< 30	< 30	30
3+ 4+ 5	< 30	< 30	< 30	< 30
1+ 3+ 4	< 30	< 30	< 30	30

从图 5 可以看出, 当 3 种防腐剂以相同比率混合时, 抑菌效果均明显加强, 其中尼泊金丙酯、丁酯、庚酯抑菌效果最强, 尼泊金甲酯、丙酯、丁酯复合在同组中相比最差, 另外两种抑菌效果相似。从图 5 也可以看出, 3 种防腐剂的协同作用要强于两种防腐剂的, 3 合一具有更好的抑菌性。

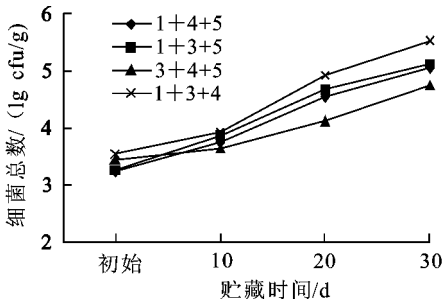


图 5 3 种尼泊金酯类防腐剂的复合对菌落总数的抑制效果

Fig.5 Inhibition of three kinds of nipagin esters on bacterium gross

表 6 比较了单一防腐剂及复配后防腐剂对大肠菌群的抑制作用。可以看出, 尼泊金丁酯和庚酯

复配, 及尼泊金丙酯、丁酯、庚酯复配后抑菌效果相同, 均为最佳。

表 6 尼泊金酯类防腐剂对大肠菌群的抑制作用综合比较

Tab.6 Synthetical inhibition contrast of nipagin esters on Eco.

防腐剂复合	试验期内大肠菌群的 MPN 值			
	初始	10 d	20 d	30 d
5	< 30	< 30	< 30	30
1+ 4	< 30	40	60	70
4+ 5	< 30	< 30	< 30	< 30
3+ 4+ 5	< 30	< 30	< 30	< 30

从图 6 可以看出, 当尼泊金丙酯、丁酯、庚酯按体积比 1: 1: 1 复合时其抑菌效果最好。综合对大肠菌群的抑制作用来看, 应选用尼泊金丙酯、丁酯、庚酯复配作为鱼粒产品的最佳防腐剂。

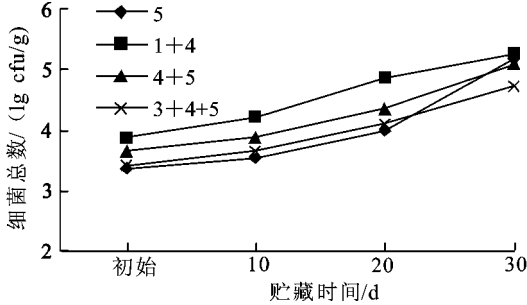


图 6 尼泊金酯类防腐剂对细菌总数的抑制作用综合比较

Fig.6 Synthetical inhibition contrast of nipagin esters on bacterium gross

3 结 语

1) 尼泊金酯类防腐剂对产品的微生物抑制作用明显强于山梨酸钾的。尼泊金丁酯、庚酯对大肠菌群及细菌总数的抑制效果最好。

2) 尼泊金酯类防腐剂的防腐效果受质量分数的影响, 质量分数越大, 尼泊金酯类防腐剂的抑菌效果表现得越明显。

3) 不同种类的尼泊金酯类防腐剂通过复配可产生协同增效作用, 当总添加量不变时, 通过复配可以大大提高防腐效果。当尼泊金丙酯、丁酯、庚酯的复配体积比为 1: 1: 1 时, 总添加剂量为 0.2% 时, 尼泊金酯类防腐剂对大肠菌群及细菌总数的抑制效果最好。

参考文献(References):

- [1] 杨贤庆,李来好,吴燕燕,等. 鱼粒休闲食品生产工艺的探讨[J]. 湛江海洋大学学报, 2000 ,20(4): 41.
YANG Xian-qing, LI lai-hao, WU yan-yan, et al. Production process of fish tidbit[J]. **Journal of Zhan jiang Ocean University**, 2000 ,20(4): 41. (in Chinese)
- [2] Soni M G, Taylor S L, Greenberg N A, et al. Evaluation of the health aspects of methyl paraben: a review of the published literature[J]. **Food and Chemical Toxicology**, 2002, 40(10): 1335– 1373.
- [3] 王军锋,李子荣. 尼泊金甲酯化妆品防腐剂抑菌效果的研究[J]. 安徽科技学院学报. 2008, 22(4): 21– 24.
WANG Jun-feng, LI Zi-rong. Research of the bacteriostatic effects of cosmetic antiseptic of nipagin ester[J]. **Journal of Anhui Science and Technology University**, 2008, 22(4) : 21– 24. (in Chinese)
- [4] 杨凯,段作营,毛忠贵,等. 尼泊金庚酯对常见食品污染菌抑制作用的研究[J]. 食品添加剂, 2004(2) : 116– 119.
YANG kai, DUAN Zuo-ying, MAO Zong-gui, et al. Inhibition of *n*-Heptyl *p*-hydroxy benzoate on usual food contaminated bacteria[J]. **Science and Technology of Food Industry Food Additive**, 2004(2) : 116– 119. (in Chinese)
- [5] 李永飞,许敏燕,沈良,等. 关于尼泊金酯等防腐剂对 3 种细菌抑制作用的研究[J]. 中国酿造. 2003(6) : 18– 20.
LI yong-fei, XU Min-yan, SHEN Liang, et al. Study on the inhibition effect of Nipagin esters on three kinds of bacteria in neutral culture medium[J]. **China Brew**, 2003(6) : 18– 20. (in Chinese)
- [6] 谭龙飞,宁正祥. 尼泊金庚酯在啤酒中的应用[J]. 广州食品工业科技, 1996, 12(2): 20– 21.
TAN Long-fei, NING Zheng-xiang. Application of *n*-Heptyl *p*-hydroxy benzoate in beer[J]. **Guangzhou Food Industry Technology**, 1996, 12(2): 20– 21. (in Chinese)
- [7] 刘研,马春颖. 尼泊金酯在酱油和大酱中的防腐效果研究[J]. 江苏调味副食品, 2007, 24(5): 12– 14.
LIU Yan, MA Chun-ying. Comparison on anticorrosive Nipagin esters in soy and sauce[J]. **Jiangsu Flavoring** , 2007, 24 (5) : 12– 14. (in Chinese)
- [8] 陈国安,杨凯,彭昌亚,等. 新型食品防腐剂-尼泊金酯[J]. 中国调味品, 2003(3) : 31– 36.
CHEN Guo-an, YANG kai, PENG Chang-ya, et al. A new kind of food Preservative-Nipagin esters[J]. **China Brew**, 2003(3) : 31– 36. (in Chinese)
- [9] 陈浩. 复合防腐剂对袋装萝卜干防腐效果的比较研究[J]. 食品科技-贮运保鲜. 2005(5) : 77– 79.
CHEN Hao. The effect of combined preservatives on preservation of pickle radish[J]. **Food Science and Technology-Store and Keeping Fresh**, 2005(5) : 77– 79. (in Chinese)
- [10] 焦晶晶,章宇,张巨林,等. 生物化学复合防腐剂在橙汁防腐保鲜中的协同增效作用[J]. 农业工程学报, 2006, 22(12) : 238– 241.
JIAO Jing-jing, ZHANG Yu, ZHANG Ju-lin, et al. Synergistic effect biological and chemical combined preservative on orange juice preservation[J]. **Transactions of the CSAE**, 2006, 22(12) : 238– 241. (in Chinese)

(责任编辑: 秦和平)