熟制配菜的杀菌和防腐剂复配研究

于宁[1]， 张 慜*[1]， 王建清[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. 杭州思味王食品有限公司，浙江 建德 311605)

摘要：研究了熟制配菜中主要原料的配比关系，即当胡萝卜10%、蒜苔17%、莴苣23%、千张5%、酱瓜10%、大豆油1.5%、食盐0.7%时，产品的感官评价最高。另外，还研究了乳酸链球菌素(Nisin)与山梨酸钾在熟制配菜中的复配抑菌作用，二者的复配可扩大抑菌范围，从而降低杀菌强度，减少风味物质的损失。结果表明，当Nisin、山梨酸钾的浓度分别为0.08、0.30g/kg时，杀菌条件为85 ℃、10 min，可有效抑制微生物的生长。

关键词：熟制配菜；Nisin；山梨酸钾；杀菌

中图分类号：TS 205 **文献标志码**：A **文章编号**：1673－1689(2012)06－0640－07

Study on Sterilization and Preservative Compound of Processed Vegetable

YU Ning[1]， *ZHANG Min*[*1]， *WANG Jian-qing*[2]

(1. The Key Laboratory of Food Science and Safety, Ministry of Education, JiangNan University, Wuxi, Jiangsu 214122; 2. Hangzhou Siweiwang Food Co. Ltd. Hangzhou, Zhejiang 311605)

Abstract: In this study, the optimum formula of the processed vegetable for the best sensory evaluation was investigated, and listed as follows: : carrot 10%, garlic sprout 17%, lettuce 23%, bean curd 5%, pickled cucumbers 10%, soybean oil 1.5%, salt 0.7%. Furthermore, the antibiosis effect of Nisin and potassium sorbate on the precessed vegetable was studied, which can extend the field of controlling the bacteria, reduce sterilization intensity and the loss of flavor substance. The result shows that: the bacteria can be controlled effectively when the concentration of Nisin and potassium sorbate were 0.08 g/kg and 0.30 g/kg, sterilization conditions reduced to 85℃ for 10min.

Key words: processed vegetable, Nisin, potassium sorbate, sterilization

熟制配菜是近些年来新兴的一种方便型食品，具有很大的营养价值，首先，其具有清口解腻、增进食欲的功效；其次，其中所含的有机酸及其盐类被人体消化后能生成碱性的矿物质，可调节人体内的酸碱平衡。熟制配菜营养丰富，色泽鲜艳，甜咸适度，方便食用，是居家旅游的首选食品。目前，市场上销售的熟制配菜种类较少，且产品保质期短，风味损失严重。因此本文主要研究通过乳酸链球菌素(Nisin)和山梨酸钾的复配作用来扩大抑菌范围，并结合巴氏杀菌这种柔性杀菌方式，从而降低杀菌强度，减少风味物质的损失，并有效抑制微生物的生长繁殖。乳酸链球菌(Nisin)主要对革兰氏阳性菌如葡萄球菌、链球菌、微球菌、乳杆菌、芽孢杆菌等有很强的抑制作用[1-3]。当它与其他防腐剂如山

收稿日期：2011－04－16

基金项目：国家自然科学基金项目(30972058)。

作者简介：张慜(1962－)，男，浙江平湖人，工学博士，教授，博士研究生导师，主要从事农产品加工与贮藏研究。
E-mail：min@jiangnan.edu.cn

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

梨酸钾、EDTA、纳他霉素等共同作用时，可扩大其杀菌谱[4]。山梨酸钾能有效抑制细菌、霉菌和酵母菌等的生长。其安全无毒，且防腐效果是苯甲酸钠的5～10倍，因此正逐渐取代苯甲酸钠在食品中的防腐地位[5]。在防腐剂复配的研究方面，王毅明等[6]通过利用山梨酸钾和Nisin进行复配，在保证产品货架期的前提下，进一步改善了鸭肉浓汤的风味；孙红男等[7]研究了尼泊金丙酯、丁酯和庚酯复配效果，可有效抑制大肠菌群生长，达到控制微生物的目的。

本实验的目的是确定产品中主要原料的配比关系，并且确定Nisin、山梨酸钾的最优添加浓度及相应的杀菌条件，为现实生产提供可靠的依据。

1 材料与方法

1.1 材料

白萝卜、胡萝卜、白菜、莴苣、蒜苔、千张、酱瓜、嫩姜、大豆油和调味料（食盐、食醋等），购于无锡大润发超市；Nisin，由银象集团提供；山梨酸钾；各种微生物培养基。

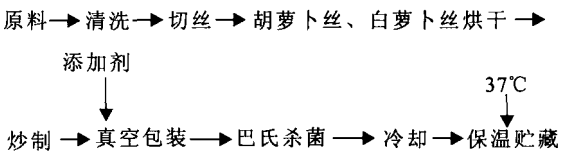
1.2 仪器和设备

分析天平：梅特勒-托利多仪器（上海）有限公司产品；XMT-152A电热恒温鼓风干燥箱：上海跃进医疗器械厂产品；SW-CJ-10型洁净工作台：苏州净化设备厂生产；SPX型智能生化培养箱：南京实验仪器厂生产；XH-400真空包装机：北京派克龙包装机械灌装机有限公司产品；电热恒温水浴锅：上海医疗器械五厂生产；pHS-2C酸度计：上海分析仪器厂生产。

1.3 实验方法

1.3.1 熟制配菜的制作工艺及操作要点

1）工艺流程



2）操作要点：所有蔬菜经过清洗后可除去表面的灰尘和杂质，然后全部切成细丝状，要求粗细均匀。胡萝卜丝和白萝卜丝要预先放入60 ℃的烘箱中，分别热风干燥20、40 min，脱去一半的水分，这是为了降低蔬菜的水分含量从而抑制微生物的生长。蒜苔丝在沸水中焯10 s后迅速过一遍凉水，可保持其脆性，其他的蔬菜丝放入锅中翻炒5 min，最后将蒜苔丝拌入。经过真空包装后进行杀菌，选择的杀菌温度为75、80、85℃和90℃，时间分别为5、10和15 min。杀菌结束后迅速冷却，防止微生物生长。保藏温度为37 ℃，分别测定第2、3、4和5d产品的菌落总数。

1.3.2 确定配比实验

熟制配菜中蔬菜种类较多，不同原料的添加量对于最终产品的影响较大，因此，选取胡萝卜、蒜苔、莴苣、千张、酱瓜、大豆油、食盐这7种主要原料和辅料作为因素，进行$L_8(2^7)$正交实验，正交因素水平表见表1，选取10个人对产品从色泽、质感、气味和滋味等方面进行综合评定，通过感官鉴定的分数确定最佳方案，感官评分标准见表2。

表1 $L_8(2^7)$正交因素水平表

Tab. 1 Selected table of level of $L_8(2^7)$ orthogonal factors

质量分数/%

水平	因素						
	A 胡萝卜	B 蒜苔	C 莴苣	D 千张	E 酱瓜	F 大豆油	G 食盐
1	5	12	23	3	10	1.5	0.3
2	10	17	28	5	15	2.5	0.7

表2 熟制配菜的感官评分标准

Tab. 2 Sensory score standard of Processed Vegetable

评价	色泽(10分)	滋味(10分)	气味(10分)	质构(10分)
好	8～10 颜色鲜艳，色泽光亮	8～10 咸甜适度，味道鲜美，嫩脆爽口	8～10 有八宝菜特有的香味，风味鲜美，无异味	8～10 形态饱满，均匀一致，组织嫩脆
一般	5～7 颜色略显单一，稍有光泽	5～7 略微偏咸或偏淡，鲜味略有欠缺	5～7 香味较淡，缺乏协调性	5～7 欠饱满，较嫩脆
差	<5 颜色过深且单一，光泽度差	<5 严重偏咸或无味，基本无鲜味	<5 气味不正常，有轻度酸味	<5 有明显收缩现象，组织软化严重

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

1.3.3 *微生物实验* 本部分主要研究各因素对样品菌落总数的影响，实验采取以下操作：按照配方的配比关系，将各种原料切丝炒制后，进行真空包装，每包 50 g。

1）巴氏杀菌温度对菌落数的影响 杀菌强度直接影响杀菌效果，最佳的杀菌条件既可能效控制微生物的生长，又能保证产品的风味不被破坏，且蔬菜组织不软化。现在确定 Nisin 添加浓度为 0.10 g/kg，山梨酸钾添加质量分数 0.25 g/kg，选取杀菌温度分别为 75、80、85 和 90 ℃，杀菌时间为 10 min 进行实验，并在 37 ℃下保温培养，测第 2、3、4 和 5 天的菌落总数。

2）巴氏杀菌时间对菌落数的影响 杀菌时间的长短同样影响产品的质量和微生物的初始数目，杀菌时间越长，杀菌效果越显著，但也可能会使得添加剂因为加热时间过长而失活，因此，选取适当的杀菌时间是非常必要的。现在确定 Nisin 添加质量分数为 0.10 g/kg，山梨酸钾添加质量分数 0.25 g/kg，选取杀菌时间分别为 5、10 和 15 min，杀菌温度为 85 ℃进行实验，并在 37℃下保温培养，测第 2、3、4 和 5 天的菌落总数。

3）Nisin 质量分数对菌落数的影响 Nisin 能抑制大部分革兰氏阳性菌及其芽孢的生长，使用它可以相对降低杀菌强度。为了研究不同质量分数 Nisin 的抑菌作用，本实验选取的条件为：山梨酸钾添加质量分数 0.25 g/kg，Nisin 添加质量分数分别为 0.04、0.06、0.08 和 0.10 g/kg。杀菌条件：85 ℃、10 min。

4）山梨酸钾浓度对菌落数的影响 山梨酸钾主要抑制革兰氏阴性细菌、酵母菌及霉菌的生长。为了研究山梨酸钾的抑菌作用，本实验确定 Nisin 添加质量分数为 0.10 g/kg，选取山梨酸钾的添加质量分数依次是 0.10、0.15、0.20 和 0.25 g/kg，杀菌条件：85 ℃、10 min。

5）正交实验 为了进一步优化工艺参数，在上述单因素基础上，选取山梨酸钾＋Nisin 浓度、杀菌温度和杀菌时间这 3 个因素，进行 $L_9(3^4)$ 正交实验，因素水平表见表 3，评价指标为在 37 ℃下保温贮藏 4 d 后产品的菌落总数对数值。

1.4 相关指标

1.4.1 *感官指标* 色泽：颜色鲜艳有光泽；质感：组织不软化，有脆度；气味：有产品特有的鲜香味，无不良气味；滋味：甜咸适中，嫩脆爽口。

表 3 $L_9(3^4)$正交因素水平表

Tab.3 Selected table of level of $L_9(3^4)$ orthogonal factors

水平	因素			
	A 山梨酸钾(g/kg)＋Nisin(g/kg)	B 杀菌温度(℃)	C 杀菌时间(min)	D 空列
1	0.20＋0.12	75	5	0
2	0.25＋0.10	80	10	0
3	0.30＋0.08	85	15	0

1.4.2 *微生物指标* 菌落总数≤6 000 CFU/g；大肠菌群≤30MPN/100g；致病菌不得检出。

1.4.3 *理化指标* 水分含量的测定：方法参见 GB/T5009；pH 的测定：采用 pHS-2C 酸度计进行测定；氯化钠含量测定：方法参见 GB18186-2000，采用 $AgNO_3$ 标准溶液进行滴定。

2 结果与分析

2.1 配菜搭配及配比的确定

通过表 4 的 $L_8(2^7)$正交实验得出：各因素对产品质量的影响顺序为 $F>G>E>A>B>C>D$，最佳组合为 $A_2B_2C_1D_2E_1F_1G_2$，即最佳的质量配比为胡萝卜 10%、蒜苔 17%、莴苣 23%、千张 5%、酱瓜 10%、大豆油 1.5%、食盐 0.7%，根据这个配比得出的产品，颜色鲜艳，有特有的鲜香味，甜咸适中，嫩脆爽口。

2.2 微生物测试结果

2.2.1 *巴氏杀菌温度对菌落数的影响* 确定 Nisin 的添加质量分数 0.1 g/kg，山梨酸钾的添加质量分数为 0.25 g/kg，巴氏杀菌时间为 10 min，杀菌的温度选取 75、80、85 和 90 ℃这 4 个水平，产品在 37 ℃下保温贮藏 2、3、4 和 5d 后，测得菌落总数结果如图 1 所示。从图中可以看出，随着杀菌温度的不断升高，微生物的生长得到有效的控制，到 90℃时，菌落总数较其他组相比最少，但因为产品原料以蔬菜为主，其组织结构脆弱，经过 90℃的高温加热后，组织软化严重，而 85 ℃的杀菌条件下蔬菜组织几乎无变化，且微生物也得到很好的控制，所以选取杀菌温度在 85 ℃左右。

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

表 4 $L_8(2^7)$正交实验安排及结果

Tab. 4 Arrangement and the results of L8(27)orthogonal experiment

试验号	因素							得分
	A	B	C	D	E	F	G	
1	1	1	1	1	1	1	1	9.0
2	1	1	1	2	2	2	2	7.6
3	1	2	2	1	1	2	2	8.2
4	1	2	2	2	2	1	1	7.4
5	2	1	2	1	2	1	2	8.4
6	2	1	2	2	1	2	1	6.8
7	2	2	1	1	2	2	1	5.3
8	2	2	1	2	1	1	2	9.6
K_1	32.2	31.8	31.5	30.9	33.6	34.4	28.5	
K_2	30.1	30.5	30.8	31.4	28.7	27.9	33.8	
k_1	8.050	7.950	7.875	7.725	8.400	8.600	7.125	
k_2	7.525	7.625	7.700	7.850	7.175	6.975	8.450	
R	0.525	0.325	0.175	0.125	1.225	1.625	1.325	
因素主次	$F>G>E>A>B>C>D$							
优方案	$A_2B_2C_1D_2E_1F_1G_2$							

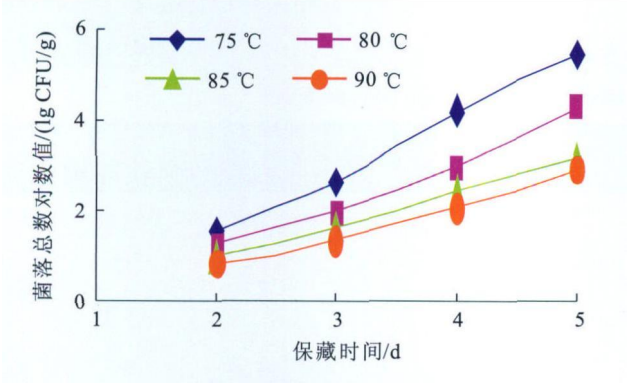


图 1 杀菌温度对菌落数的影响

Fig. 1 Effects of different sterilization temperature on the number of colonies

2.2.2 巴氏杀菌时间对菌落数的影响 确定 Nisin 的添加质量分数为 0.1g/kg，山梨酸钾的添加质量分数为 0.25 g/kg，巴氏杀菌温度为 85 ℃，杀菌的时间选取 5、10 和 15 min 这 3 个水平，产品在 37℃下保温贮藏 2、3、4 和 5d 后，测得菌落总数结果如图 2 所示。从图中可以看出，随着杀菌时间的不断延长，微生物的数目得到有效的控制，当杀菌时间为 10 min 时，产品在 37 ℃下贮藏 5d 后仍没有超出国家标准(6 000 CFU/g)，虽然将杀菌时间延长到 15 min 后，杀菌效果更好，但是蔬菜组织开始软化，且出现较为严重的蒸煮味，影响产品的品质，因此确定杀菌时间为 10 min。

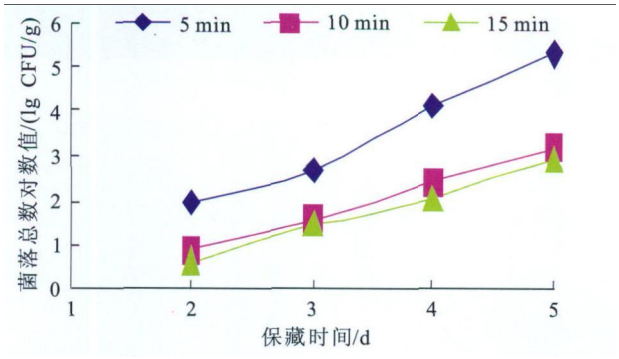


图 2 杀菌时间对菌落数的影响

Fig. 2 Effects of different sterilization time on the number of colonies

2.2.3 Nisin 质量分数对菌落数的影响 确定杀菌条件为 85℃、10min，山梨酸钾质量分数为 0.25 g/kg，Nisin 添加质量分数选取 0.04、0.06、0.08 和 0.10 g/kg 4 个水平进行单因素实验，产品在 37 ℃下保温贮藏 2、3、4 和 5 d 后分别测其菌落总数，实

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

验结果如图 3 所示。由图可知，Nisin 的抑菌效果与其添加浓度呈正相关，当 Nisin 的添加浓度为 0.1 g/kg 时，产品的菌落总数均小于其它各组。

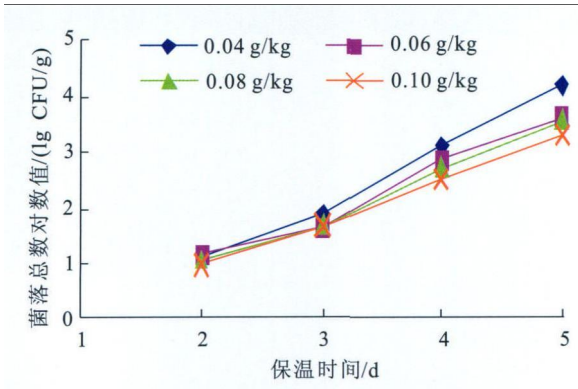


图 3　Nisin 浓度对菌落数的影响

Fig. 3　Effect of different concentrations of Nisin on the number of colonies

2.2.4　山梨酸钾浓度对菌落数的影响　确定杀菌条件为 85 ℃、10 min，Nisin 质量分数为 0.10 g/kg，山梨酸钾的添加质量分数选取 0.10、0.15、0.20 和 0.52 g/kg 4 个水平进行单因素实验，产品在 37℃下保温贮藏 2、3、4 和 5 d 后分别测其菌落总数，实验结果如图 4 所示。由图可知，随着山梨酸钾浓度的不断增加，微生物得到有效抑制，当山梨酸钾的添加质量分数为 0.25 g/kg 时，产品中的微生物得到明显控制。

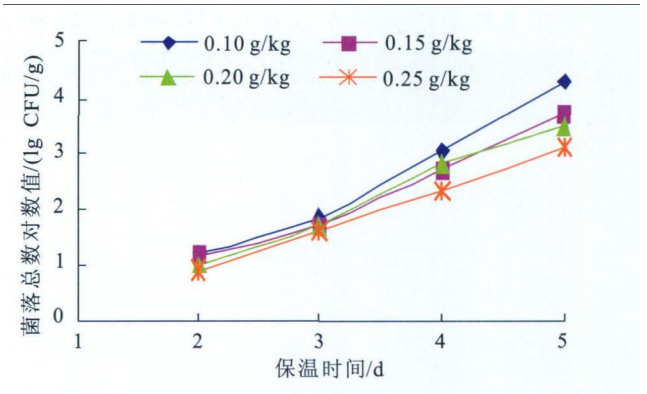


图 4　山梨酸钾浓度对菌落数的影响

Fig. 4　Effects of different potassium sorbate concentration on the number of colonies

2.2.5　正交试验结果　通过表 5 的 $L_9(3^4)$ 正交实验，确定 3 个因素对菌落总数影响的主次顺序依次为：杀菌温度＞山梨酸钾＋Nisin 浓度＞杀菌时间，最优水平组合为 $B_3A_3C_2$，即杀菌温度为 85℃，时间为 10 min，山梨酸钾添加质量分数为 0.30 g/kg，Nisin 的添加质量分数为 0.08 g/kg，正交实验中第 9 号实验为最优方案，其菌落总数对数值为 1.732。在上述条件下，按 GB/T 4789.3-2010 的方法测定 37 ℃保藏 4 d 后的大肠菌群，测得结果为＜30 MPN/100g，符合国家相关标准的要求。

表 5　$L_9(3^4)$ 正交实验安排及结果

Tab. 5　Arrangement and the results of $L_9(3^4)$ orthogonal experiment

试验号	因素				菌落对数值
	A	B	C	D(空列)	lgCFU/g
1	1	1	1	1	3.454
2	1	2	2	2	3.114
3	1	3	3	3	2.247
4	2	1	2	3	3.059
5	2	2	3	1	2.443
6	2	3	1	2	2.187
7	3	1	3	2	1.988
8	3	2	1	3	2.958
9	3	3	2	1	1.732
K_1	8.815	8.501	8.599	7.629	
K_2	7.689	8.515	7.905	7.289	
K_3	6.678	6.166	6.678	8.264	

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

续表 5

试验号	因素				菌落对数值
	A	B	C	D(空列)	lgCFU/g
k_1	2.938	2.834	2.866	2.543	
k_2	2.563	2.838	2.635	2.430	
k_3	2.226	2.055	2.226	2.755	
R	0.712	0.783	0.640	0.325	
因素主次	BAC				
优方案	$B_3A_3C_2$				

2.3　熟制配菜的其他指标

根据上述生产工艺和配比得到的熟制配菜的其他指标见表 6，其中大肠菌群一项为 37 ℃保藏 4 d 后产品指标，其余指标均为初始指标。

2.4　不同贮藏温度的指标比较

将产品经过上述正交试验得出的最优条件处理，分别置于 4 ℃和 20 ℃下贮藏 7 和 20 d 后，测定了一些常规指标和微生物指标，如表 7 所示。由表中可以看出，低温贮藏更有利于熟制配菜的品质和微生物控制，在 4 ℃下贮藏 7 和 20 d 后，微生物和常规指标的变化不大，且均小于 20 ℃下的指标。

表 6　熟制配菜的其他常规指标

Tab. 6　Other conventional indicators of Processed Vegetable

指标	数值	指标	数值
水分质量分数(%)	79.42±0.16	氯化钠质量分数(%)	5.38±0.02
pH	4.43±0.03	大肠菌群(MPN/100g)	≤30

表 7　不同贮藏温度的指标比较

Tab. 7　Indicators comparison in different store temperatures

指标	7 d		20 d	
	4 ℃	20 ℃	4 ℃	20 ℃
pH	4.41±0.02	4.35±0.04	4.38±0.01	4.17±002
水分质量分数(%)	80.03±0.03	81.42±0.08	82.38±0.12	84.46±0.05
NaCl 质量分数(%)	5.41±0.01	5.47±0.02	5.46±0.04	5.53±0.05
菌落总数(CFU/g)	23±5	120±8	350±10	4900±50
大肠菌群(MPN/100g)	0	1±1	2±1	5±2

3　结　语

熟制配菜的最佳杀菌条件是 85 ℃、10 min，在此条件下，可以使微生物得到有效的控制，且不破坏蔬菜的组织结构，保持其脆嫩爽口的风味特色。山梨酸钾在配菜中的抑菌效果与其浓度呈正相关，采用 Nisin 和山梨酸钾复配的方法，使得杀菌的强度大大降低，并且扩大了抑菌范围，对于保护产品的质量和特性是非常重要的。采用真空包装，对于保护熟制配菜中的 VC 含量、延长其货架期是十分有效的。通过不同贮藏温度下的指标比较得出，4 ℃比 20 ℃更利于熟制配菜的贮藏和保质。

参考文献(References)：

[1] Linda J. Development in Nisin research[J]. **Food Research International**, 1997, 25: 57－66.

[2] 郭新竹，宁正祥. 天然肽类防腐剂研究进展[J]. 食品与发酵工业，2001,27(2):72－75.

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

GUO Xin-zhu, NING Zheng-xiang. Research on natural peptide class preservatives[J]. **Food and Fermentation Industries**, 2001, 27(2): 72－75. (in Chinese)

[3] Liu W, J N Hansen. Some chemical and physical properties of Nisin, a small protein antibiotic produced by lactococcuslactis [J]. **Appl Environ Microbiol**, 1990, 56: 2551－2558.

[4] 易建华，朱振宝. 乳酸链球菌素与纳他霉素在低盐酱菜中应用的研究[J]. 食品工业科技，2008, 29(10): 227－228.
YI Jian-hua, ZHU Zhen-bao. Application of Nisin and Natamycin to low salty pickle[J]. **Science and Technology of Food Industry**, 2008, 29(10): 227－228. (in Chinese)

[5] Martin Knicky, Rolf Sporndly. Sodium benzoate, potassium sorbate and sodium nitrite as silage additives[J]. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 2009, 89(15): 2659－2667.

[6] 王毅明，张慜，王拥军，等. 调理鸭肉浓汤的杀菌及抗氧化剂特性研究[J]. 食品与生物技术学报，2010, 29(6): 876－882.
WANG Yi-ming, ZHANG Min, WANG Yong-jun. The sterilization and anti-oxidation properties of concentrated duck soup[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2010, 29(6): 876－882. (in Chinese)

[7] 孙红男，张慜，陈卫平. 尼泊金酯类防腐剂对鱼粒的控菌效果[J]. 食品与生物技术学报，2010, 29(1): 27－32.
SUN Hong-nan, ZHANG Min, CHEN Wei-ping. Study on antisepsis effect of nipagin esters on fish tudbit[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2010, 29(1): 27－32. (in Chinese)

会 议 信 息

会议名称(中文)：第十六届世界食品科技大会

会议名称(英文)：16TH WORLD CONGRESS OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

所属学科：动物食品科学

开始日期：2012－08－05

结束日期：2012－08－09

所在国家：巴西

具体地点：巴西巴拉那州

主办单位：国际食品科技联盟

联系人：吴贾锋，15901195293

联系电话：010－65265375/76

传真：010－65264731

E－MAIL：wujiafeng@cifst.org.cn

会议网站：http://iufost.org.br

会议背景介绍：世界食品科技大会是由国际食品科技联盟主办，由其在世界各国的成员国组织申办，作为世界上层次最高、最权威的国际盛会，历来受到了国际食品科技界的高度关注。2008 年 10 月，我学会在上海承办了第十四届世界食品科技大会，共有来自世界上 76 个国家和地区的 2200 余名食品科技工作者参会，成为世界食品科技大会历史上参会人数最多、征集论文数量最多的一次，赢得了全球食品科技界的高度称赞和尊重。由巴西食品科技学会承办的第十六届世界食品科技大会将于 2012 年 8 月 5－9 日在巴西巴拉那州召开。此次大会的主题为“解决全球食品安全与健康问题的食品科技之道”。

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