

酶联免疫法检测食品中乳酸链球菌素

孟茹¹, 赵贵明^{*2}, 贾瑜³, 王振宝¹

(1. 伊犁出入境检验检疫局, 新疆 伊宁 835000; 2. 中国检验检疫科学研究院, 北京 100013; 3. 北京勤邦生物技术有限公司, 北京 102206)

摘要: 建立了酶联免疫吸附法来检测乳制品、肉制品和含乳饮料中的乳酸链球菌素含量。在抗乳酸链球菌素多克隆抗体的基础上, 建立间接竞争酶联免疫吸附法。所建立的间接竞争 ELISA 方法的灵敏度为 0.1 $\mu\text{g/mL}$, 标准曲线范围为 0.1~62.5 $\mu\text{g/mL}$, 乳制品的检测限为 1.0 $\mu\text{g/mL}$, 肉制品的检测限为 0.5 $\mu\text{g/g}$, 样本的添加回收率范围在 80%~120% 之间, 变异系数 <20%。所建立的间接竞争 ELISA 方法及制备的相关试剂盒具备准确、快速、简便的优点, 能够满足乳制品、肉制品和含乳饮料中乳酸链球菌素含量的检测要求。

关键词: 乳酸链球菌素; 间接竞争酶联免疫吸附法; 检测

中图分类号: TS 207.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2013)05—0509—07

Method of Nisin Detection in Food by Enzyme-Linked Immunosorbent Assay

MENG Ru¹, ZHAO Gui-ming^{*2}, JIA Yu³, WANG Zhen-bao¹

(1. Yili Entry-Exit Inspection and Quarantine Technology Center, Yining 836000, China; 2. Chinese Academy of inspection and Quarantine, Beijing 100013, China; 3. Beijing Kwinbon Biotechnology Co.Ltd., Beijing 102206, China)

Abstract: The aim of this study was to develop a rapid quantitative melamine ELISA test kit for the detection of Nisin in dairy, meat and milk drink. The indirect competitive enzyme-linked immunosorbent assay was established based on the Nisin specific polyclonal antibody. The sensitivity was 0.1 $\mu\text{g/mL}$, the standard curve range was 0.1~62.5 $\mu\text{g/mL}$, the detection limit of the dairy and meat were 1.0 $\mu\text{g/mL}$, and 0.5 $\mu\text{g/g}$, respectively. The average recoveries of milk drink and meat ranges between 80%~120%, and the coefficient of variation was <20%. The indirect competitive ELISA has been proven to be rapid, sensitive, and simple. It is suitable for the detection of the Nisin content in dairy, meat and milk drink.

Keywords: Nisin, indirect competitive ELISA, detection

乳酸链球菌素^[1](英文名 Nisin, 以下简称 Nisin) 又称乳链菌肽, 是一种高分子多肽, 分子式为

收稿日期: 2012-12-07

基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划项目(2012BAD29B02)。

作者简介: 孟茹(1980—), 女, 山东淄博人, 理学硕士, 工程师, 主要从事食品微生物、分子生物学研究。

* 通信作者: 赵贵明(1963—), 山西左权人, 理学硕士, 研究员, 主要从事食品微生物学检测技术研究。E-mail: zhaoguiming@yahoo.com.cn

$C_{143}H_{228}N_{42}O_{37}S_7$ 。它是从乳酸乳球菌或乳酸链球菌发酵产物中提制的一种多肽抗菌素类物质,被认为是一种高效、天然生物性食品防腐剂和抗菌剂,能有效杀死或抑制引起食品腐败变质的革兰氏阳性菌,特别是细菌孢子,如葡萄球菌、链球菌、乳杆菌、小球菌、明串珠菌、芽孢杆菌等。到目前为止,全世界约有 50 多个国家和地区广泛使用 Nisin^[2],我国于 1990 年开始批准使用 Nisin,并在《GB 2760-2010 食品添加剂使用卫生标准》中规定 Nisin 作为食品防腐剂的允许使用量。

Nisin 定量分析的最初测定方法为甲基蓝还原法^[3],后来相继开发了用于 Nisin 定量的生物分析方法,包括试管稀释法、浊度分析法^[4]、琼脂扩散法^[5-7]、ATP 生物发光测定法^[8-9]、绿光荧光蛋白测定法和微量滴定法等。国外于 1990 年开始报道 Nisin 的酶联免疫分析法,Falahee^[10]发展了多克隆抗血清分析乳酸链球菌素的酶联免疫分析法,该方法对奶酪中 Nisin 的最低检测质量浓度为 200 $\mu\text{g/mL}$ 。Suarez^[11]设计的多克隆抗体酶联免疫吸附法在牛奶和乳清中的最低检测质量浓度为 170 $\mu\text{g/mL}$ 。作者从制备 Nisin 多克隆抗体、优化反应模式出发,建立了乳制品及肉制品中 Nisin 间接竞争性 ELISA 定量检测方法并制备了相应的试剂盒,扩大了检测对象范围,具备稳定性好,检测限低的特点,并填补了国内乳酸链球菌素酶联免疫检测试剂盒的空白。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 实验动物 新西兰大白兔,购自兴隆实验动物养殖厂。

1.1.2 试剂 Nisin 标准品,牛血清白蛋白(BSA),卵清蛋白(OVA),美国 Sigma 公司产品;羊抗兔酶标记二抗,北京金桥凯泰生物技术有限公司产品;TMB 底物显色液,弗氏完全佐剂(羊毛脂、液体石蜡,自配),弗氏不完全佐剂(羊毛脂、液体石蜡和卡介苗,自配),其他常规化学试剂,国药集团化学试剂北京有限公司产品。

1.1.3 设备 MK3 型酶标仪,芬兰雷伯公司产品;微量移液器,Eppendorf 公司产品;BF400 型恒温培养箱,德国宾得公司产品;MK3 型漩涡混合器,德国 IKA 公司产品;MS1602S 型电子天平,梅特勒·托利多公司产品。

1.2 方法

1.2.1 免疫原的制备 采用碳二亚胺法^[12]将 Nisin 标准品分别与 BSA 和 OVA 偶联制备偶联物,分别作为免疫原和包被原。

1.2.2 多克隆抗体的制备

1) 动物免疫

由于 Nisin 的分子量为 3 510 Da,而其活性分别以二聚体和四聚体形式出现,其二聚体和四聚体的分子量分别为 7 000 Da 和 14 000 Da^[13-14],介于小分子和大分子之间,故用 Nisin 的标准品以及其与 BSA 的偶联物分别作为免疫原进行免疫。

取 1.0 $\mu\text{g/mL}$ 的免疫原溶液用于免疫新西兰大白兔。首次免疫时,将免疫原与等量的弗氏佐剂混匀,每只兔子 2.0 mL,颈背部皮下多点注射,每点 0.2 mL,第二次免疫时取免疫原与等量的弗氏不完全佐剂混匀,每只兔子 2.0 mL,颈背部皮下多点注射,每点 0.2 mL。每次注射间隔 2 周,从第三次免疫开始,每次免疫后一周采血检测抗血清效价,连续加强免疫,直到获得满意的抗体效价为止。最后一次无佐剂用 1.0 mg 抗原直接腹腔注射。

2) 抗血清的采集

将兔子全身麻醉后实施心脏穿刺取血。将采得的血液室温静置 2~3 h,4 $^{\circ}\text{C}$ 过夜后低速离心 30 min 分离血清,收集上清液,分装,-20 $^{\circ}\text{C}$ 冻存备用。

3) 抗血清的纯化

采用辛酸-硫酸铵法^[15-16]纯化制得的多克隆抗体,用紫外-可见分光光度计测定其在 280、260 nm 的吸光度值,计算蛋白质含量^[17]。

1.2.3 ELISA 方法的建立

1) 酶标板包被抗原的选择

将 Nisin-OVA 偶联物及 Nisin 分别稀释至相同的浓度,包板后采用间接竞争法检测。

2) 最佳抗原抗体稀释质量浓度配比的确定

将上步选定好的抗原和抗体分别梯度稀释后,带 2.5 $\mu\text{g/mL}$ 的标准品进行检测,确定抗原抗体的最佳稀释倍数。

3) 标准曲线的建立

通过预实验,将标准品稀释为 0.1、0.5、2.5、12.5、62.5 $\mu\text{g/mL}$ 作为标准点,各取 50 μL 加入已包被有抗原的酶标板孔,然后加入 50 μL 按最佳稀释倍数稀释的抗体溶液,置于 37 $^{\circ}\text{C}$ 避光反应 30 min,取出洗板 4~5 次。每孔加入已经稀释好的酶标抗体

100 μL , 37 $^{\circ}\text{C}$ 避光反应 30 min, 取出洗板 4~5 次。加入底物显色液 100 μL 后, 37 $^{\circ}\text{C}$ 避光反应 15 min, 用酶标仪在 450/630 nm 处测定波长, 建立标准曲线。

4) 样品处理方法的选择

将肉制品剁碎成粉末状后取样, 用稀释液稀释不同的倍数; 含乳饮料直接稀释不同的倍数后分别进行直接检测和添加标准品后测定回收率。选择样本检测值稳定、添加回收率准确的样本处理方法。

1.2.4 ELISA 方法的评价

1) 方法的灵敏度

评价竞争 ELISA 方法灵敏度的指标, 常用的有 IC_{50} 抑制浓度 (指 0 标准溶液吸光度值的 50% 处所对应的标品浓度) 和最低检测限, 两者值越低说明试剂盒的灵敏度越高。一般规定 20 份空白样品或零标准品的测定平均值加 3 倍标准差为方法的最低检测限。分别测定 20 次标准曲线的 IC_{50} 抑制浓度, 确定该值浮动范围。分别测定 20 份空白含乳饮料和肉制品, 求其对应的最低检测限。

2) 方法的准确度和精密度

取空白肉制品样品以 0.5、10、100 $\mu\text{g/g}$ Nisin 进行添加, 取空白乳制品样品以 1、30、300 $\mu\text{g/mL}$ Nisin 进行添加, 每种样品、每个质量分数或质量浓度各取 5 个平行, 分别用不同批次制备的间接竞争 ELISA 试剂盒进行测定。

2 结果与分析

2.1 Nisin 多克隆抗体的制备

用 Nisin 直接免疫的兔子得到的抗血清效价比

用 Nisin-BSA 偶联物免疫的兔子的抗血清效价高, 说明 Nisin 具备免疫原性。经过 8 次免疫后, 采血检测抗血清的效价达到 1:10 000。纯化后的抗体用紫外分光光度计测得蛋白质质量浓度为 10.66 mg/mL 。

2.2 包被抗原的选定结果

取 Nisin-OVA 偶联物及 Nisin 分别包被后的检测结果, 见表 1。

从表 1 可见, 在相同条件下, Nisin-OVA 偶联抗原包被比用 Nisin 直接包被测得的 OD 值高, 且带 2 $\mu\text{g/mL}$ 的标准品的 OD 值在 0 标准品 OD 值的一半左右。因此用 Nisin-OVA 偶联抗原作为包被原效果更好, 这可能是因为 Nisin 是一种多肽, 聚苯乙烯酶标板对多肽的吸附性并不好, 故需要将其与大分子蛋白进行偶联才能更好地吸附在酶标板上。

表 1 不同包被原的检测结果

Table 1 Different package of the original test results

包被原	抗体稀释倍数				
	样品	1:1 000	1:5 000	1:10 000	1:20 000
Nisin	0	1.593	1.341	0.897	0.514
	2 $\mu\text{g/mL}$	1.215	0.862	0.524	0.335
Nisin-OVA 偶联抗原	0	2.887	2.536	2.037	1.321
	2 $\mu\text{g/mL}$	2.337	2.011	0.994	0.78

2.3 抗原与抗体最佳稀释倍数的确定

抗原和抗体按照不同的稀释倍数稀释后, 采用间接竞争 ELISA 法测得 OD 值, 见表 2。

表 2 抗原抗体稀释倍数的选定

Table 2 Selected antigen-antibody dilution factor

抗原稀释倍数	抗体稀释倍数					
	1:1 000	1:5 000	1:10 000	1:15 000	1:20 000	1:25 000
1:500	2.878	2.902	2.744	1.872	2.098	1.138
	2.972	2.887	2.101	1.284	1.371	0.724
1:1 000	3.115	2.970	2.502	1.465	1.542	0.802
	3.040	2.664	1.614	0.954	0.929	0.509
1:2 000	2.817	2.765	1.853	1.167	1.338	0.702
	2.796	2.449	1.418	0.815	0.874	0.473
1:4 000	2.916	2.445	1.552	0.798	0.369	0.201
	2.681	1.927	0.968	0.582	0.191	0.139

由表 2 可以看出,当抗原稀释 1 000 倍、抗体稀释 10 000 倍时,带 2.5 $\mu\text{g/mL}$ 的标准品的抑制最好,综合考虑成本以及误差等因素,故选用抗原和抗体的最佳稀释倍数均为 10 000 倍。

2.4 标准曲线的建立结果

通过实验最终选中 0、0.1、0.5、2.5、12.5、62.5 $\mu\text{g/mL}$ 这几个质量浓度作为曲线中标准品的最终质量浓度。以标准品浓度的对数值($\log C$)为横坐标,以吸光度值的 logit 值为纵坐标建立双对数直线拟合曲线,数学模型为 $\text{logit } y = a + b \log C$ 。其中 $\text{logit } y = \ln(A/(A_0 - A))$, A_0 为零标准品的吸光度值, A 为其他质量浓度标准品吸光度值。建立的标准曲线见图 1,该曲线的 IC_{50} 为 1.1 $\mu\text{g/mL}$,曲线的相关系数为 $r = 0.9934$ 。

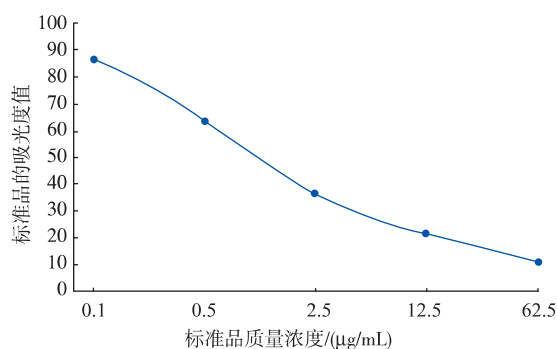


图 1 标准曲线图

Fig. 1 Standard curve

2.5 样品前处理方法的选定

将含乳饮料用样本稀释液稀释 10 倍,取 50 mL 用于分析。

将肉制品样本剁碎成粉末状,取 1 g 样本至 50 mL 的离心管内,加入 5 mL 的样本稀释液,充分震荡混匀后静置 10 min,小心地提取上清液 1 mL 至 2 mL 的离心管中用于分析,注意不要吸到表层的油脂和底层的沉淀物。取 50 μL 用于分析。

经验证,上述方法处理的样本检测结果准确,且添加回收率正常。

2.6 方法的灵敏度

20 次标准曲线的 IC_{50} 测定结果见表 3。

从表 3 可知, IC_{50} 平均值为 1.16 $\mu\text{g/mL}$,浮动范围在 1.0~1.4 $\mu\text{g/mL}$ 之间。经计算 IC_{50} 的平均值 ± 3 倍标准差的范围为 0.8~1.5 $\mu\text{g/mL}$;因此确定标准曲线 IC_{50} 应在 0.8 $\mu\text{g/mL}$ ~1.5 $\mu\text{g/mL}$ 的范围之内。

对空白含乳饮料和肉制品的最低检测限的检

测结果见表 4 和表 5。

表 3 IC_{50} 统计表

Table 3 IC_{50} tables

$\mu\text{g/mL}$

次数	IC_{50}
1	1.1
2	1.3
3	1.0
4	1.4
5	1.1
6	1.2
7	1.2
8	1.1
9	1.0
10	1.4
11	1.32
12	1.1
13	1.2
14	1.1
15	1.3
16	1.0
17	1.1
18	1.2
19	1.1
20	1.1
平均值	1.16

表 4 空白含乳饮料测定结果统计表

Table 4 Blank milk drinks determination of the results of tables

$\mu\text{g/mL}$

样品号	测定值
1	0.5
2	0.4
3	0.3
4	0.1
5	0.1
6	0.2
7	0.2
8	0.4
9	0.6
10	0.1

续表 4

样品号	测定值
11	0.5
12	0.3
13	0.0
14	0.4
15	0.2
16	0.1
17	0.1
18	0.3
19	0.5
20	0.6
平均值	0.30
标准差	0.18
最低检测限	0.85

续表 5

样品号	测定值
7	0.2
8	0.1
9	0.1
10	0.2
11	0.2
12	0.2
13	0.1
14	0.0
15	0.1
16	0.2
17	0.3
18	0.3
19	0.2
20	0.3
平均值	0.18
标准差	0.09
最低检测限	0.45

表 5 空白肉制品测定结果统计表

Table 5 Blank meat products determination of the results of tables $\mu\text{g/mL}$

样品号	测定值
1	0.2
2	0.1
3	0.2
4	0.3
5	0.0
6	0.3

从表 4 和表 5 可见,空白乳制品样品的最低检测限为 $0.85 \mu\text{g/mL}$,空白肉制品样品的最低检测限为 $0.45 \mu\text{g/mL}$ 。

2.7 方法的准确度和精密度

对样本按不同质量浓度的标准品进行添加后,检测得到的变异系数和添加回收率见表 6 和表 7。

表 6 含乳饮料样品精密度及准确度的试验

Table 6 Milk beverage sample precision and accuracy test

批号	添加 $1 \mu\text{g/mL}$				添加 $30 \mu\text{g/mL}$				添加 $300 \mu\text{g/mL}$			
	回收率/ %	板内 CV%	批内 CV%	批间 CV%	回收率/%	板内 CV%	批内 CV%	批间 CV%	回收率/ %	板内 CV%	批内 CV%	批间 CV%
第一批	78.6	6.1	9.4	10.9	106.8	8.1	8.2	11.5	99.4	5.9	10.2	12.6
第二批	88.1	7.2	8.7		117.9	5.4	9.7		116.5	8.3	7.4	
第三批	110.6	7.4	9.6		98.7	6.7	9.1		79.4	8.1	9.5	

表 7 肉制品样品精密度及准确度的试验

Table 7 Meat samples the precision and accuracy test

批号	添加 $0.5 \mu\text{g/mL}$				添加 $10 \mu\text{g/mL}$				添加 $100 \mu\text{g/mL}$			
	回收率/ %	板内 CV%	批内 CV%	批间 CV%	回收率/%	板内 CV%	批内 CV%	批间 CV%	回收率/ %	板内 CV%	批内 CV%	批间 CV%
第一批	105.9	8.9	8.6	11.0	75.8	8.6	9.7	12.4	112.4	6.7	8.5	10.7
第二批	106.3	6.9	9.1		116.3	7.2	10.3		88.2	7.1	9.3	
第三批	93.1	7.7	11.5		84.5	6.4	8.8		96.5	5.4	10.4	

从表 6 和表 7 可以看出,对肉制品样品以 0.5、10、100 $\mu\text{g/g}$ 3 个质量分数的乳酸链球菌素进行添加,测定变异系数和回收率,样品的板内变异系数为 5.4%~8.9%之间,样品的回收率在 75.8%~112.4%之间;对乳制品样品以 1、30、300 $\mu\text{g/mL}$ 3 个质量浓度的 Nisin 进行添加,样品板内变异系数为 5.4%~8.3%之间,样品的回收率在 78.6%~117.9%之间。

综上所述,所测样品的板内变异系数在 5.4%~8.9%之间,均小于 20%,所测批内、批间的变异系数小于 20%。样品的回收率均达 75.8%~117.9%之间。

4 结 语

建立了一种快速、简便的检测 Nisin 的方

法——间接竞争酶联免疫吸附法。该方法利用预先包被在酶标板孔上的抗原(Nisin-OVA 偶联物)和样本中的 Nisin 和抗体(抗 Nisin 多克隆抗体)竞争性的结合原理,用酶标二抗(羊抗兔抗体)与已经结合的抗原抗体结合物反应,进行 Nisin 的检测分析。利用结合的酶标记物使无色的底物产生颜色深浅,以进行定性或定量检测。该方法稳定性、重复性好,其检测低限为:牛奶、饮料、乳制品为 1.0 mg/L (mg/kg);肉制品为 0.5 mg/kg ,检测范围 0.5~600 mg/kg (mg/L)之间。用该方法制备的试剂盒经稳定性试验验证,在 4 $^{\circ}\text{C}$ 环境下可稳定 6 个月以上,达到应用要求。

参考文献:

- [1] 廖存影. 天然食品防腐剂——乳酸链球菌素[J]. 中国食物与营养, 2008(4): 30-32.
MIAO Cun-yin. Natural food preservative-Nisin[J]. **Chinese Food and Nutrition**, 2008(4): 30-32. (in Chinese)
- [2] 汤凤霞, 蔡慧农. 微生物防腐剂 Nisin 的研究与应用[J]. 食品科技, 2002(11): 46-48.
TANG Feng-xia, CAI Hui-nong. Study and application of microbial preservative Nisin[J]. **Food Science and Technology**, 2002(11): 46-48. (in Chinese)
- [3] 孙来华, 张志强. 乳酸链球菌素的特性及其在食品中的应用[J]. 食品研究与开发, 2008, 29(10): 119-121.
SUN Lai-hua, ZHANG zhi-qiang. The application of Nisin in food processing [J]. **Food Research and Development**, 2008, 29(10): 119-121. (in Chinese)
- [4] Turcotte C, Lacroix B, Kheadra E, et al. A rapid turbidometric microplate bioassay for accurate quantification of lactic acid bacteria bacteriocins[J]. **Int J Food Microbiol**, 2004, 9(3): 283-284.
- [5] 肖长青, 赵海, 戚天胜. 国外医药抗生素分册: 细菌素 Nisin 检测方法[M]. 北京: [出版者不详], 2004.
- [6] Wolf C E, Gibbons W R. Improve method for quantification of the bacteriocins Nisin[J]. **Appl Bacteriol**, 1996, 80: 453-454.
- [7] 张国只, 陈林海, 杨天佑, 等. 琼脂扩散法测定乳链菌肽效价的优化[J]. 食品科学, 2007(3): 175-177.
ZHANG Guo-zhi, CHENG Lin-hai, YANG Tian-you, et al. Optimization of agar diffusion bioassay for Nisin [J]. **Food Science**, 2007(3): 175-177. (in Chinese)
- [8] Reunanen J, Saris P E J. Microplate bioassay for nisin in foods based on nisin-induced green fluorescent protein fluorescence[J]. **Appl Environ Microbiol**, 2003, 69: 4214-4216.
- [9] Wahlstrom G, Saris P E J. Anisin bioassay based on bioluminescence[J]. **Appl Environ Microbiol**, 1999, 65: 37-42.
- [10] Falahee M B, Adams M R, Dale J W, et al. Cross-reactivity of bacteriocins from lactic acid bacteria and lantibiotics in a nisin bioassay and ELISA[J]. **J Food Sci Technol**, 1992, 25: 590-591.
- [11] Suarez A M, Rodrycz J M, Hernandez P E, et al. Generation of polyclonal antibodies against nisin: immunization strategies and immunoassay development[J]. **App Environ Microbiol**, 1996, 62: 117-119.
- [12] 陈蕾, 何小维, 刘晓云. 甲基苯丙胺与蛋白质结合物的合成[J]. 中国药物依赖性杂志, 2010, 19(6): 23-25.
CHEN Lei, HE Xiao-wei, LIU Xiao-yun. Synthesis of methamphetamine-bovine serum albumin conjugates [J]. **Chinese Journal of Drug Dependence**, 2010, 19(6): 23-25. (in Chinese)
- [13] Juan L A, Javier F, Pilar G, et al. Antimicrobial activity of reuterin in combination with nisin against food-borne pathogens[J]. **International Journal of Food Microbiology**, 2004, 95: 225-229.
- [14] Naomi E K, Eddy J S, Jan K, et al. Resistance of Gram-positive bacteria to nisin is not determined by Lipid Levels[J]. **Femsmicro-biology letters**, 2004, 239: 157-161.
- [15] Lambert L A, Wamer W G, Wei R R, et al. The protective but nonsynergistic effect of dietary β -carotene and vitamin E on skin

tumorigenesis in skh mice[J]. **Nutrition and cancer**, 1994, 21(1):1.

- [16] 刘晓波,蔡美英,王霞,等. 一种简单实用纯化腹水 McAb 方法-辛酸/硫酸铵法[J]. 华西医学报, 1999, 30(4):455-456.
LIU Xiao-bo, CAI Mei-ying, WANG Xia, et al. One simple and efficient method for purification of IgG McAb from mice ascites: caprylic acid/ammonium sulfate precipitation [J]. **Journal of West China University of Medical Sciences**, 1999, 30 (4):455-456. (in Chinese)
- [17] 杨利国,胡少昶,魏平华,等. 酶免疫测定技术[M]. 南京:南京大学出版社, 1998:272-273.

科 技 信 息

科学家研究不同清洗方法对果蔬农药残留量的影响

2013 年 3 月 Journal of Food Protection 发表了一项有关果蔬不同的清洗方法对农药残留量影响的研究的论文。

该研究采用西红柿作为研究对象,测定不同清洗方法(是否经过超声处理、洗涤溶液的不同)对果蔬农药残留清洗效果的影响,同时评估蔬果清洗池的清洗效果。

研究中所用的西红柿采用乙酰甲胺磷、马拉硫磷、甲萘威、联苯菊酯等农药处理后干燥过夜,之后将西红柿分别使用水、次氯酸钠(80 $\mu\text{g}/\text{ml}$)、吐温 20(0.1%),联合或不联合超声波处理。最后将西红柿在清洗池(22 $^{\circ}\text{C}$, 1 min)中清洗。

研究发现,总体上看超声波的清洗效果与洗涤溶液、农药种类有关,在清洗池中清洗 1 min 后果蔬的农药残留可减少 40%-90%。

[信息来源] Al-Taher, Fadwa; Chen, Yang; Wylie, Philip; Cappozzo, Jack. Reduction of Pesticide Residues in Tomatoes and Other Produce [J]. **Journal of Food Protection**. 2013(3): 376-551.

生物催化技术带来天然复合调味品

近日,中科院天津工业生物技术研究所科研人员利用绿色生物催化技术,获得天然、安全的鲜味食品调味配料,替代化学合成产品,实现了鱼肉骨蛋白生物质的全面利用,从根本上保证了食品安全。

据介绍,天然复合型调味品是世界调味品行业发展的新趋势。目前,国外复合调味料对传统调味料替代率已达到 60%以上,我国复合调味品的年产量约为 200 万吨。

课题组针对原料结构特点,建立了高效复合蛋白酶催化技术体系,并利用食品级微生物发酵及酶催化技术,完成了 5 L~30 L 多种海淡水鱼肉骨蛋白抽提实验研究,开展了 500 L 规模中试生产线放大的试验,获得高蛋白含量的鱼肉骨抽提物,其风味氨基酸含量为 35%~42%,风味小肽分子量主要分布在 500~2 000 道尔顿(分子量单位)。

研究人员在复合呈味工艺中,引入"味料同源"技术创新理念,以鱼肉骨蛋白抽提物为基料,借助食品原料来源的呈味核苷酸等成分,通过各种风味成分协同作用,使产品海鲜风味具有浓郁、醇厚、回味绵长、持久等特点。利用糖修饰技术进行蛋白改性,既提高了产品的风味及物性,又可提高产品抗氧化作用,延长了产品的货架期。

[信息来源] 中国食品安全网. 生物催化技术带来天然复合调味品 [EB/OL]. (2013-4-19). http://www.cfsn.cn/industry/2013-04/18/content_110002.htm.