

NaClO 处理鲜切生菜中大肠菌群数的预测模型研究

张立奎, 陆兆新

(南京农业大学食品科技学院, 江苏 南京 210095)

摘 要: NaClO 是一种在食品消毒方面普遍使用的消毒剂。本文主要研究了 NaClO 处理对鲜切生菜中大肠菌群数的影响。运用中心复合设计(Central Composite Design, CCD)的响应曲面(Response Surface Method)试验, 建立以 NaClO 浓度、浸泡时间、和水菜比三个因素为自变量, 以大肠菌群减少百分率值为响应值的预测模型, 通过统计学分析(线性相关系数 $r=0.9707$, p 值 $=0.0044$)表明所建立的模型预测能够有效的预测 NaClO 处理后鲜切生菜中的大肠菌群数。

关键词: NaClO 处理; 鲜切生菜; 大肠菌群; 预测模型

Study on Predictive Model for Total Coli form Group Reduction on Fresh-cut Lettuce Treated with NaClO

ZHANG Li-gui, LU Zhao-xin

(College of Food Science and Technology, Nanjing Agriculture University, Nanjing 210095, China)

Abstract: NaClO is a disinfectant used widely in food disinfection. The effect of treatment with NaClO on reducing total coli form group on fresh-cut lettuce was studied. Response Surface Method experiment designed by Central Composite Design (CCD) was conducted to establish the predictive model with the variables of three factors for NaClO concentration, namely dipping time, water-to-lettuce ratio and the response value of reduction of total coli form group. The results showed that the model obtained was effective to demonstrate the influence of treatment with NaClO on the reduction of total coli form group through statistical analysis ($r=0.9707$, p -value $=0.0044$).

Key words: treatment with NaClO; fresh-cut lettuce; total coli form group; predictive model

中图分类号 TS255.3

文献标识码 A

文章编号 1002-6630(2004)07-0067-05

随着我国经济的发展与国际市场逐渐接轨, 人们的生活观念和消费观念发生变化, 越来越多的人不愿意将太多的时间用在厨房中, 因此人们需要方便、洁净、安全、卫生的蔬菜食品, 而鲜切蔬菜正好能够满足人们这一需求。鲜切蔬菜(fresh-cut vegetables)又称最少加工蔬菜、轻度加工蔬菜, 是指新鲜蔬菜原料经分级、整理、清洗、去皮、切分和包装等处理而制成可直接烹调(即用型)或直接食用(即食型)的新鲜蔬菜制品, 它为一新兴食品工业产品, 具有品质新鲜, 使用方便和营养卫生的特点^[1]。但是, 鲜切蔬菜由于受到机械损伤, 营养物质外流, 造成微生物的大量繁殖, 从而影响其安全性和缩短了其货架期。

生菜又名叶用莴苣, 是菊科一年或两年生蔬菜, 其

营养丰富, 属于低糖、低脂肪蔬菜, 富含维生素、矿物质, 该蔬菜以生食为主, 对高血压和心脏病有一定的医疗作用。生菜是一种需水量大, 需肥量多的作物, 因此人们常把人畜粪常用作其肥料, 但是人畜粪中含有各种微生物, 尤其大肠菌群数较多, 从而使生菜受到不同程度的污染, 致使对人类的安全构成了潜在的威胁。同时由于切割极易使生菜腐烂, 更易被微生物侵害, 很难保鲜, 因此需采取一定的措施来控制鲜切生菜中的微生物。国外大量的研究报道表明, NaClO 溶液是一种广泛用于处理蔬菜的抗菌剂^[2]。Garg and others (1990)报道了使用 300×10^{-6} NaClO 在冰浴中浸泡生菜可使微生物下降 2.7 个数量级^[3], Adams and others (1989)采用 100×10^{-6} NaClO 清洗生菜可使需氧细菌下降 1.7 个

收稿日期: 2003-09-02

基金项目: 国家科技部“十五科技攻关重大专项”资助项目(2001BA501A10)

作者简介: 张立奎(1980-), 男, 硕士研究生, 研究方向为食品微生物及生物技术。

数量级^[4]。本文采用NaClO处理鲜切生菜,测定处理前后的大肠菌群数,建立鲜切生菜中大肠菌群数的预测模型,确定最佳的NaClO处理方案,把鲜切生菜中大肠菌群数控制在一定的范围内,从而使鲜切生菜达到卫生要求。

1 材料与方法

1.1 实验材料 新鲜生菜 购自南京市卫岗农贸市场。鲜切生菜处理流程:

新鲜生菜→挑选→自来水清洗→切段(2.5cm宽)→NaClO处理→沥干→称重→测定大肠菌群数

处理方式:称取新鲜生菜25g放置于1000ml的烧杯中,然后浸泡(按照试验设计所要求的NaClO浓度,浸泡时间和水菜比)。NaClO浓度以有效氯浓度计算,有效氯浓度测定参照文献[5]。

1.2 实验方法

大肠菌群数测定方法 氯化三苯四氮唑显色法(2,3,5-Triphenyltetrazolium Chloride, TTC) 参照文献[6]。所用培养基的成分和制备如下:①2%乳糖培养基:乳糖2g,蛋白胨2g,蒸馏水100ml, pH 7.4,分装于含有小导管的试管,每管2.5ml, 110℃, 15min灭菌后备用;②TTC培养液:蛋白胨2g, NaCl 1g, Na₂HPO₄·12H₂O 1g, SDS 0.4g, 蒸馏水100ml, pH7.4,分装于三角瓶, 121℃, 15min灭菌备用,临用前加入无菌10% TTC水溶液0.8ml;以无菌操作,把TTC培养液分装于2%乳糖管中,培养后无污染者可使用。

称取样品25g,置于225ml的0.85%灭菌生理盐水(0.2%Tween80),充分振摇,然后进行10倍稀释。本次实验的接种量为0.1、0.01、0.001g样品分别接种3管于TTC乳糖培养基中,36℃培养24h,记录显色和产气的阳性管数,根据MPN(Most Probable Number)表,记录大肠菌群数(个/100g)。

1.3 实验设计

根据中心复合设计CCD设计三因素、三水平的试验^[7]。所选因素相应的水平如表1所示。预测模型的建立如下:以NaClO浓度(x_1),清洗时间(x_2),水菜比(x_3),三个因素为自变量,以大肠菌群数减少百分率值 $[(N_0 - N_t)/N_0 \times 100\%, N_0$ 为处理前的大肠菌群数, N_t 为处理后的的大肠菌群数]为响应值,采用统计软件Design Expert software (Stat-Ease Inc., Minneapolis, MN. Version 6.0.5, 2001)分析试验数据,建立预测模型。所建立的模型用下列函数表示:

$$y=f(x_1, x_2, x_3)=b_0+b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3+b_{11}x_1^2+b_{22}x_2^2+b_{33}x_3^2+b_{12}x_1x_2+b_{13}x_1x_3+b_{23}x_2x_3$$

其中 b_0 、 b_1 、 b_2 、 b_3 、 b_{11} 、 b_{22} 、 b_{33} 、 b_{12} 、 b_{13} 、 b_{23} 为回归方程系数。

表1 实验因素与水平

因素	代号	编码值	实际值
有效氯浓度($\times 10^{-6}$)	x_1	1 0 -1	150 75 0
浸泡时间(min)	x_2	1 0 -1	8 5 2
水菜比(L/kg)	x_3	1 0 -1	35 30 25

2 结果与分析

本次实验根据CCD设计安排16组处理,实验结果如表2所示,而未处理的鲜切生菜大肠菌群数为9300个/100g。

表2 响应曲面实验设计及实验结果

实验号	x_1	x_2	x_3	大肠菌群数 (个/100g)	大肠菌群数 减少百分率(%)
1	-1	-1	-1	4300	54
2	1	-1	-1	300	97
3	-1	1	-1	1500	84
4	1	1	-1	300	97
5	-1	-1	1	2300	75
6	1	-1	1	300	97
7	-1	1	1	2300	75
8	1	1	1	300	97
9	-1	0	0	2300	75
10	1	0	0	300	97
11	0	-1	0	300	97
12	0	1	0	300	97
13	0	0	-1	400	96
14	0	0	1	300	97
15	0	0	0	300	97
16	0	0	0	400	96

利用Design Expert software对表2的这16组处理的响应值数据进行回归分析,分别得到回归方程方差分析表3和实验值和回归方程的预测值的比较表4,同时所得到的预测模型方程如下:

$$y=0.09697+0.1216x_1+0.0301x_2+0.01422x_3-0.1115x_1^2-0.029x_2^2-0.0094x_3^2-0.0376x_1x_2-0.01612x_1x_3-0.0376x_2x_3$$

(x_i 值为编码值)

从方差分析表3中可以看出,用上述回归方程描述各因素与响应值之间的关系时,其因变量与自变量的关系是显著的(线性相关系数 $r=0.9707$, P 值 $=0.0044$),则

表3 回归方程方差分析表

变异来源	自由度	平方和	均方	F 值	P 值
X_1	1	0.1478	0.1478	61.6553	0.0002**
X_2	1	0.0091	0.0091	3.7796	0.0999
X_3	1	0.0020	0.0020	0.8436	0.3938
X_1^2	1	0.0328	0.0328	13.6788	0.0101*
X_2^2	1	2.18E-05	2.18E-05	0.0091	0.9272
X_3^2	1	0.0002	0.0002	0.0966	0.7665
X_1X_2	1	0.0113	0.0113	4.7245	0.0727
X_1X_3	1	0.0021	0.0021	0.8705	0.3868
X_2X_3	1	0.0113	0.0113	4.7245	0.0727
回归	9	0.2355	0.026165	10.9154	0.0044**
剩余	6	0.0144	0.002397		
总变异	15	0.2499			

注: $0.01 < p \leq 0.05$, 表示显著, 标记为“*”; $p \leq 0.01$, 表示极显著, 标记为“**”。

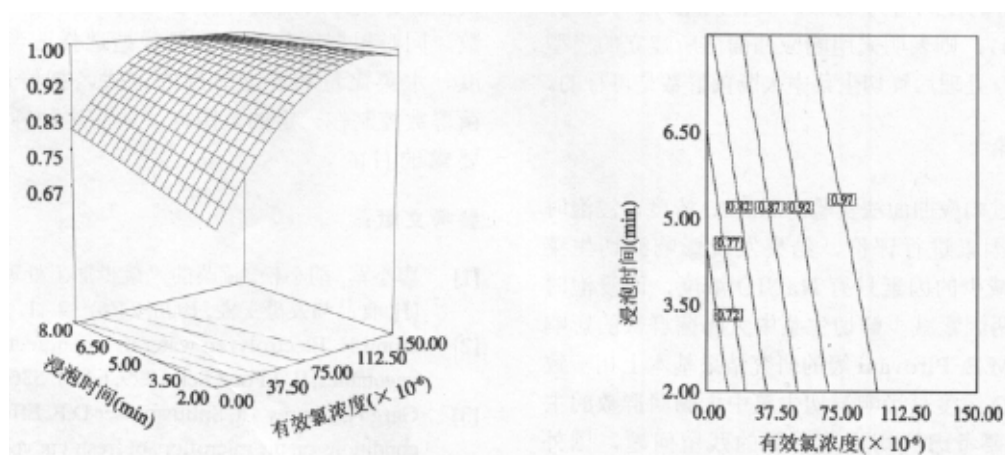
表4 实验值和预测值的比较表

实验号	实验值(%)	预测值(%)	残差	标准差
1	54	59	-0.05	0.035
2	97	94	0.03	0.021
3	84	80	0.04	0.028
4	97	100	-0.03	0.021
5	75	72	0.03	0.021
6	97	100	-0.03	0.021
7	75	78	-0.03	0.021
8	97	92	0.05	0.035
9	75	74	0.01	0.007
10	97	98	-0.01	0.007
11	97	94	0.03	0.021
12	97	99	-0.02	0.014
13	96	95	0.01	0.007
14	97	97	0.00	0.000
15	97	97	0.00	0.000
16	96	97	-0.01	0.007

表明该方程对实验拟合情况较好, 是高度显著的。从对回归方程各项方差的进一步分析(表3)可以看出, x_1 的一次项(p 值=0.0002)和二次项(p 值=0.0101), 则表明 NaClO 浓度对回归预测模型方程的影响是较为显著的。

从表4可以看出, 残差值(实验值与预测值之差)在-0.05到0.05之间, 实测值和预测值的标准差在0~0.035之间, 则表明实验值和预测模型的基本上相一致, 实验误差较小, 因此所建立的预测模型是能够有效的预测 NaClO 处理后鲜切生菜中大肠菌群数。

响应曲面方法的图形是特定的响应面 Y 对相应的因素 x_1, x_2, x_3 构成的一个三维空间在二维平面上的等高线图, 可以直观地反映各因素对响应值的影响^[8]。从响应曲面和等高线图1、2、3可以看出, NaClO 浓度对响应值的影响是较为显著的, 并且随着 NaClO 浓度值的增加或减少, 响应值也相应的增加或减少。而浸泡时间和水菜比这两因素对响应值的影响不显著, 随着其值的变化, 响应值变化不大。同时从响应曲面和等高线

图1 $y=f(x_1, x_2)$ 的响应曲面和等高线图(水菜比=30L/kg)

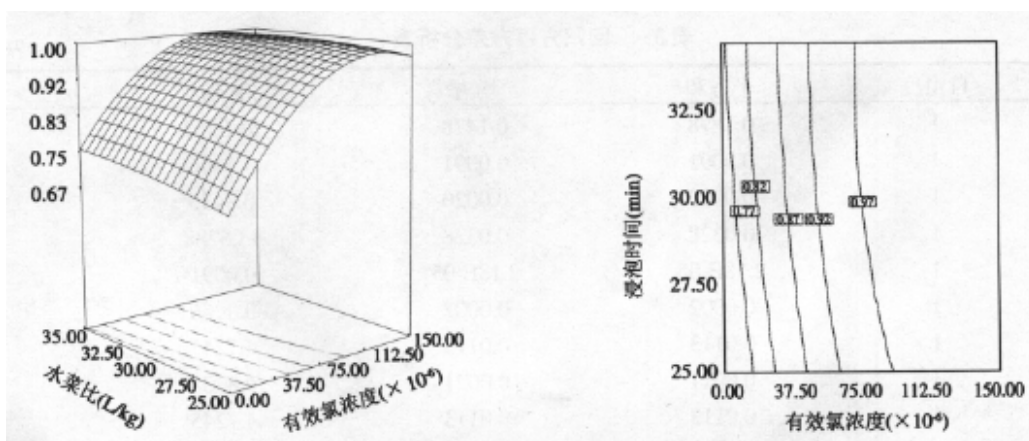
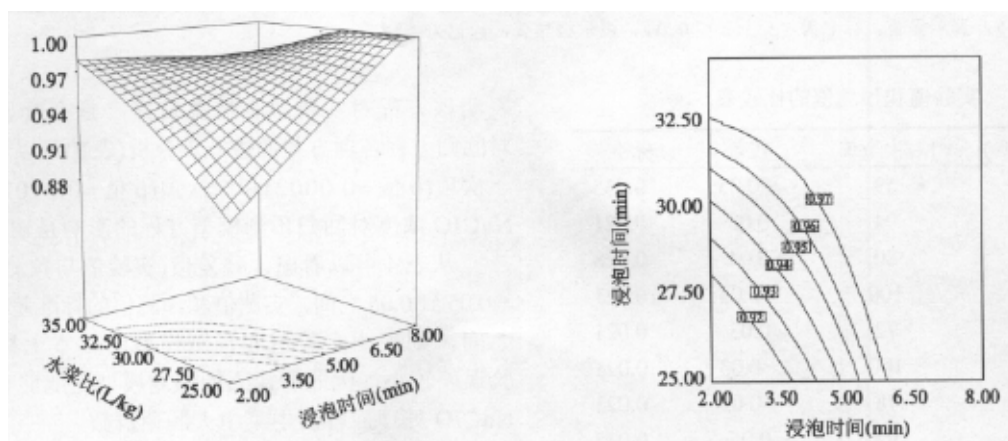
图2 $y=f(x_1, x_3)$ 的响应曲面和等高线图(浸泡时间=8min)图3 $y=f(x_2, x_3)$ 的响应曲面和等高线图(有效氯浓度=75×10⁻⁶)

图1、2、3还可以看出, NaClO 浓度和浸泡时间, NaClO 浓度和水菜比以及水菜比和浸泡时间之间交互作用的影响都不显著。

此外, 对所建立的预测模型进行了验证实验, 采用 NaClO 浓度为 75×10^{-6} , 浸泡时间为 5min, 水菜比为 30L/kg, 处理鲜切生菜, 测得的实验值为 95%, 根据预测模型所得的预测值为 97%, 二者残差为 0.02, 标准偏差为 0.0141, 则表明采用响应曲面法所建立的模型对于预测 NaClO 处理后鲜切生菜中大肠菌群数是可行的。

3 讨论与结论

本研究通过响应曲面法实验对 NaClO 浓度, 浸泡时间, 水菜比三因素进行评价, 结果发现影响鲜切生菜中大肠菌群数减少的因素只有 NaClO 浓度, 而浸泡时间, 水菜比这两因素减少鲜切生菜中大肠菌群数的影响不显著, 这与 M.E. Pirovani 等的研究结果基本上相一致^[9]。尽管 NaClO 浓度是影响鲜切生菜中大肠菌群数的主效因素, 但是要考虑鲜切生菜中氯的残留问题, 国外研究表明^[10], $50 \sim 125 \times 10^{-6}$ 浓度的有效氯作为消毒剂广

泛的用于食品消毒, 这种水平范围内, 不会污染食品, 同时氯的残留不会引起毒性安全问题。通过本次实验可以看出 NaClO 处理能够明显地降低鲜切生菜中大肠菌群数, 当有效氯浓度为 75×10^{-6} , 水菜比为 30L/kg 时, 浸泡时间为 5min, 处理鲜切生菜结果可使大肠菌群数减少 95%。此外, 采用 Design Expert 软件所建立的预测模型能够较好的预测 NaClO 处理后鲜切生菜的大肠菌群数, 同时根据所建立的预测模型选择适当的 NaClO 浓度, 水菜比量和浸泡时间的方式, 把鲜切生菜中大肠菌群数控制在一定的范围内, 从而达到鲜切蔬菜的卫生要求的目的。

参考文献:

- [1] 廖小军, 胡小松. 蔬菜的“最少加工处理”及研究现状[J]. 食品与发酵工业, 1998, 24(6): 39-41.
- [2] Izumi H. Electrolyzed water as a disinfectant for fresh-cut vegetables[J]. J Food Sci, 1999, 64(3): 536-539.
- [3] Garg N, Churey JJ, Splittstoesser DF. Effect of processing conditions on the microflora of fresh-cut vegetables[J]. Journal of Food Protection, 1990, 53(8): 701-703.

多聚磷酸盐在鸡腿肉中水解的 ^{31}P 核磁共振研究

高瑞昌¹, 彭增起^{2,*}, 陈德倡¹, 袁 丽¹, 王桂华³

(1. 河北农业大学食品科技学院, 河北 保定 071001; 2. 南京农业大学食品科技学院, 南京 210095;
3. 中国乐凯胶片有限公司化学研究院, 河北 保定 071054)

摘 要 利用 ^{31}P 核磁共振(NMR)对添加到鸡腿肉中的焦磷酸四钠(TSPP)和三聚磷酸钠(STPP)所发生的水解进行了研究。三组新鲜鸡腿肉样品, 按照200ml 腌制液/kg的比例分别注入新配制的腌制液5%NaCl、5%NaCl+6%TSPP、5%NaCl+6%STPP。结果表明, TSPP和STPP在肉中均发生水解。TSPP水解成正磷酸钠, STPP水解成焦磷酸钠和正磷酸钠, 生成的焦磷酸钠随即水解成正磷酸钠。STPP水解速率大于TSPP。

关键词: 多聚磷酸盐; 水解; ^{31}P 核磁共振

^{31}P NMR Study on the Hydrolysis of Polyphosphate in Chicken Leg Meat

GAO Rui-chang¹, PENG Zeng-qi^{2,*}, CHEN De-chang¹, YUAN Li¹, WANG Gui-hua³

(1. Food Science and Technology Institute of Hebei Agriculture University, Baoding 071001, China
2. College of Food Science and Technology, Nanjing Agriculture University, Nanjing 210095, China
3. Chemistry Research Institute, China Lucky Film Ltd. Co., Baoding 071054, China)

Abstract: The hydrolysis of Tripolyphosphate and pyrophosphate was studied in chicken leg meat by ^{31}P NMR. There were three groups fresh chicken leg meat. One was treated with 5% NaCl solution as the control. The other was treated with 5% NaCl + 6% TSPP solution and another was treated with 5% NaCl + 6% STPP solution. The injection rate of marinate into chicken leg meat was 200ml/kg. TSPP and STPP were found to be hydrolyzed in chicken leg meat. TSPP was hydrolyzed to monophosphate. STPP was hydrolyzed to orthophosphate and pyrophosphate, whereas pyrophosphate was hydrolyzed to monophosphate. The speed of the hydrolysis of STPP was higher than the speed of TSPP.

Key words: polyphosphate; hydrolyze; ^{31}P NMR

中图分类号 TS251.55

文献标识码 A

文章编号 1002-6630(2004)07-0071-04

多聚磷酸盐是世界各国应用最广泛的食物品质改良剂, 尤其是肉类工业中必不可少的基料。各种磷酸盐

不仅可以提高肉的保水性, 减少蒸煮损失, 提高出品率, 还可以提高肉的嫩度, 增加营养, 其各种影响效果均优于其他的盐类^[1,2]。对于磷酸盐的作用机理, 各国学者进行了大量的研究^[3]。但是绝大部分研究都集中在肉因添加磷酸盐后所发生的变化上^[4,5], 而对于磷酸盐

收稿日期 2003-09-10

*通讯联系人

作者简介: 高瑞昌(1976-), 男, 在读研究生, 研究方向为畜产品加工原理与技术。

- [4] Adams M R, Hartley A D, Cox L J. Factors affecting the efficacy of washing procedures used in the production of prepared salads[J]. Food Microbiol, 1989, 6(2): 69-77.
- [5] 黄文亚. 次氯酸盐漂液有效氯及漂后残氯的测定方法[M]. 中华纸业, 1998, (4): 65-66.
- [6] 苏世彦. 食品微生物检验手册[M]. 中国轻工业出版社, 1998.
- [7] Box GEP, WG Hunter, JS Hunter. Statistics for experiments [M]. John Wiley & Sons Inc New York. 1978.

- [8] Pirovani M E, Güemes D R, Piagnetti A M. Predictive models for available Chlorine depletion and total microbial counts reduction during washing of fresh-cut spinach[J]. Journal of Food Science, 2001, 66(6): 860-864.
- [9] 葛宇, 许时婴, 王璋. 响应面法优化冰淇淋复配稳定剂配方的研究[J]. 食品科学, 1995, 16: 5-9.
- [10] Mermelstein N H. Minimal processing of produce[J]. Food Technol, 1998, 52(12): 84-86.