

响应曲面法优化猕猴桃果浆 生产中去皮工艺的研究

刘晓燕,秦晋颖,高蓬明,马立志
(贵阳学院生物与环境工程系,贵州贵阳 550005)

摘要:以去皮效果为指标,通过响应曲面法(RSM)优化猕猴桃果浆生产中的去皮工艺参数。所得最佳去皮工艺条件为:配制NaOH浓度为10.80%、复合磷酸盐浓度为1.00%、温度94℃、时间165s后,用清水冲洗。结果表明,使用该法果皮和果肉分离充分,绒毛全部去除,果型保持较好,与鲜果果肉色泽一致,无杂质、异味,品质较高。

关键词:响应曲面法,优化,猕猴桃,去皮工艺

Optimization of peeling processing of Kiwifruit fruit pulp by response surface methodology

LIU Xiao-yan, QIN Jin-ying, GAO Peng-ming, MA Li-zhi

(Department of Biology and Environmental Engineering, Guiyang College, Guiyang 550005, China)

Abstract: Response surface methodology (RSM) was applied to optimize the peeling conditions for the Kiwifruit fruit pulp preparation. The optimized parameters of peeling conditions were as follows: the concentrations of NaOH and compound phosphate were 10.80% and 1.00%, respectively; the temperature 94℃, and the peeling time 165s. Then the pretreated fruits were washed by water. The result showed that the pericarp and flesh were separated completely, the floss was eliminated and the shape of fruits was protected. Finally, the product was obtained with high-quality, which kept color as fresh fruit and without impurities and peculiar smell.

Key words: response surface methodology; optimization; Kiwifruit; peeling processing

中图分类号: TS255.3

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2011)10-0332-03

猕猴桃(Kiwifruit),属猕猴桃科(*Actinidiaceae*)、猕猴桃属(*Actinidia*)落叶木质藤本植物的果实。其果实多汁,中医认为具有调中理气、生津润燥、解热除烦功能。猕猴桃果实营养丰富,风味独特,尤其Vc含量极为丰富,同时还含有钙、镁、磷、铁、钾、硒等多种矿物质营养元素以及17种氨基酸^[1]。猕猴桃除鲜食外,可制成各种果汁饮料、果脯、果酒、汽酒等^[2]。由于猕猴桃鲜果周身都是绒毛,在果浆的生产过程中,如果不能完全去除果皮上的绒毛,使其混入果浆中,将给后期深加工带来影响;此外加工猕猴桃果脯也必须进行去皮预处理工艺。因此,在保持鲜果内在品质不受大影响的前提下,选择好的去皮方法将直接影响加工的品质。目前,猕猴桃的去皮工艺仍以手工去皮为主,有文献报道可使用碱法工艺去皮,但碱法去皮对果体伤害较大,且所需碱液浓度较高^[3]。如何找到

一种去皮效果好、营养成分损失小、污染小的去皮方法,已成为探讨的热点。本研究在前期大量的实验基础上,借鉴其它果蔬的去皮方法,选择了可作为食品添加剂的复合磷酸盐及碱液组成混合去皮剂,对猕猴桃的去皮进行了研究,并采用响应曲面法研究去皮工艺参数的不同组合对猕猴桃去皮效果和品质的影响,从而为提高猕猴桃果品的品质以及探讨最佳的工艺参数提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

猕猴桃鲜果 产自贵州修文县猕猴桃基地(2009年),品种为“米良”,成熟度(糖度)9%~9.5%;NaOH等试剂 均为分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

手持折光仪WY032T型 成都万辰光学仪器厂; JD200-2型电子天平 沈阳龙腾电子称量仪器有限公司;恒温水浴锅 北京东方精瑞科技发展有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 实验设计 参考朱秀灵等报道^[4-5],结合前期实验,设计由复合磷酸盐($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O} : \text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O} : \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 12\text{H}_2\text{O} = 7.5 : 1.5 : 1$)与NaOH组成的去皮

收稿日期:2010-10-20

作者简介:刘晓燕(1972-),女,硕士,副教授,研究方向:农产品储藏与加工。

基金项目:2009年贵州省科技厅资助农业攻关项目(黔科合NY字[2009]3024)。

剂,经热烫处理去除果皮上的绒毛,并使果皮与果肉分离。为了确定最佳反应条件,在前期单一条件实验的基础上,采用中心旋转实验设计(Central Composite Design)对4个主要因素进行优化^[9]。时间、温度、NaOH用量、复合磷酸盐用量分别用 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 表示,设计四因素五水平的响应曲面实验(表1)。

表1 实验因素水平及编码

因素	编码	水平				
		-2	-1	0	1	2
时间(s)	X_1	80	110	140	170	200
温度(℃)	X_2	80	85	90	95	100
NaOH(%)	X_3	8	9	10	11	12
复合磷酸盐(%)	X_4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4

1.2.2 操作要点 挑选成熟度一致、大小均匀的猕猴桃清洗干净,沥干水分待用。配制好五种浓度的碱液,按实验设计依次处理。将配制好的碱液倒入2L烧杯中,并将烧杯置于恒温水浴锅中,再于烧杯中插入校正过的温度计,当温度接近设定温度时,放入待处理猕猴桃,达到处理温度时记录时间,取出处理过的猕猴桃,迅速于自来水下冲洗5min,直到碱味完全消失,记录去皮效果。

1.2.3 实验评分方法 请三位从事此领域的研究人员对各实验产品进行打分。以去皮前的猕猴桃感官评分为60分,接近去皮但去皮不完全的为70~80分,去皮好的85分,去皮过度引起果实松软、腐蚀的得分 ≤ 60 分。将三位评分人员的评分结果取平均值,用于曲面响应数值分析。

2 结果与讨论

2.1 响应曲面实验设计

根据表1,由Design-Expert 7.0设计不同的时间、温度、NaOH用量、复合磷酸盐用量并进行30次实验,实验设计与结果见表2。

2.2 响应曲面方案分析

由软件对表2的结果进行回归分析,得到二次多元回归模型:评分结果 $=82.33+1.54X_1+1.87X_2+5.29X_3+2.71X_4+0.19X_1X_2+0.81X_1X_3-0.44X_1X_4-0.56X_2X_3-0.81X_2X_4-1.19X_3X_4-1.24X_1^2-1.11X_2^2-3.36X_3^2-2.74X_4^2$ 。回归方程系数显著性检验见表3。

由表3可以看出, X_2^2 、 X_3X_4 显著, X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_1^2 、 X_3^2 、 X_4^2 极显著,其余项均不显著。由四个因素的F值大小可知,对猕猴桃去皮效果影响显著性顺序依次为:NaOH用量>复合磷酸盐用量>温度>时间。

由表4回归模型方差分析得出:F回归模型 $=27.78>F_{0.01}(14, 15)$,表明二次多元回归模型极其显著;F失拟项 $=3.53<F_{0.05}(10, 19)$, $P=0.0883>0.05$,表明失拟合不显著,从而证明该回归模型拟合程度较好。模型的复相关系数为0.9622,校正决定系数为0.9269,说明该模型能解释92.69%响应值的变化,拟合程度较好,该模型可用于猕猴桃去皮工艺的分析 and 预测。

图1直观地表现猕猴桃去皮各实验因素两两交互的曲面响应。由图1(b)、(d)、(f)可见,较高NaOH浓度对去皮工艺最为有效,但也不可盲目增大,NaOH浓度高于11%时对鲜果的腐蚀程度加大,果实的完

表2 实验设计及结果

实验号	X_1	X_2	X_3	X_4	评分结果(分)	
					实测值	预测值
1	-1	-1	-1	-1	59	60.46
2	1	-1	-1	-1	67	62.42
3	-1	1	-1	-1	62	66.58
4	1	1	-1	-1	72	69.29
5	-1	-1	1	-1	74	72.92
6	1	-1	1	-1	79	78.13
7	-1	1	1	-1	75	76.79
8	1	1	1	-1	81	82.75
9	-1	-1	-1	1	70	70.75
10	1	-1	-1	1	73	70.96
11	-1	1	-1	1	72	73.63
12	1	1	-1	1	73	74.58
13	-1	-1	1	1	77	78.46
14	1	-1	1	1	84	81.92
15	-1	1	1	1	80	79.08
16	1	1	1	1	85	83.29
17	-2	0	0	0	76	74.29
18	2	0	0	0	80	80.46
19	0	-2	0	0	74	74.13
20	0	2	0	0	83	81.63
21	0	0	-2	0	62	58.29
22	0	0	2	0	75	79.46
23	0	0	0	-2	68	65.96
24	0	0	0	2	79	76.79
25	0	0	0	0	81	82.33
26	0	0	0	0	84	82.33
27	0	0	0	0	83	82.33
28	0	0	0	0	85	82.33
29	0	0	0	0	80	82.33
30	0	0	0	0	81	82.33

表3 回归方程系数显著性检验

变异来源	平方和	自由度	均方	F值	P值
X_1	57.04	1	57.04	14.48	0.0017
X_2	84.38	1	84.38	21.42	0.0003
X_3	672.04	1	672.04	170.61	<0.0001
X_4	176.04	1	176.04	44.69	<0.0001
X_1X_2	0.56	1	0.56	0.14	0.7108
X_1X_3	10.56	1	10.56	2.68	0.1223
X_1X_4	3.06	1	3.06	0.78	0.3918
X_2X_3	5.06	1	5.06	1.29	0.2747
X_2X_4	10.56	1	10.56	2.68	0.1223
X_3X_4	22.56	1	22.56	5.73	0.0302
X_1^2	42.15	1	42.15	10.70	0.0052
X_2^2	34.07	1	34.07	8.65	0.0101
X_3^2	310.50	1	310.50	78.83	<0.0001
X_4^2	205.86	1	205.86	52.26	<0.0001

注: p值>0.05,不显著;p值<0.05,显著;p值<0.01,极显著。

表4 回归模型方差分析

方差来源	平方和	自由度	均方	F	P
回归模型	1504.28	14	107.45	27.28	< 0.0001
残余差	59.08	15	3.94		
失拟项	51.75	10	5.17	3.53	0.0883
误差	7.33	5	1.47		

注: Standard Deviation=2.09; $R^2=0.9622$; Adj $R^2=0.9269$ 。

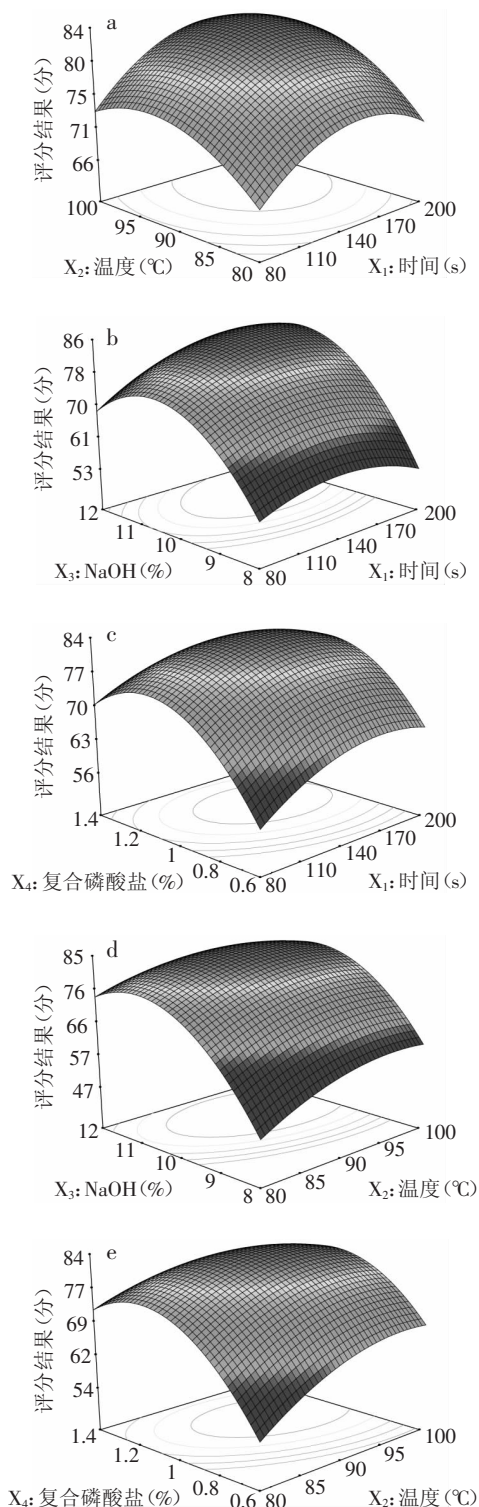


图1 各因素影响去皮效果的响应曲面图

好率下降,感官评分效果呈现负趋势。同样,去皮效果随时间的增加显著增加,当时间为160s时,评分结果趋于稳定;但高于170s时感官评分效果呈现负趋势,如图1中(a)、(b)、(c)所示。

2.3 曲面响应结果及验证实验

为了进一步确定最佳反应条件,由Design-Expert7.0软件编程计算最优点,得到去皮的最优工艺条件:NaOH浓度10.82%、复合磷酸盐浓度1.03%、温度93.29℃、时间167.41s,该条件下的预测评分结果为86.23分。结合实际,采用NaOH浓度10.80%、复合磷酸盐浓度1.00%、温度94℃、时间165s。在此条件下进行了3次重复实验,得到的评分结果分别为86.97、87.11、85.58分,说明优化效果显著,进一步证明该回归模型是有效可靠的。

3 结论

通过研究确定的去皮工艺参数即: 配制NaOH浓度为10.80%、复合磷酸盐浓度为1.00%、温度94℃、时间165s后,用清水冲洗。果皮和果肉分离充分,绒毛全部去除,果型保持较好。生产出的果浆无果皮残留,果浆色泽为黄绿色,风味纯正,无杂、异味,品质较高。

参考文献

- [1] 张指南,侯志洁. 中华猕猴桃的引种栽培与利用[M]. 北京: 中国农业出版社,1999:3-6.
- [2] 潘林娜. 猕猴桃的加工和综合利用[J]. 食品工业科技,1993,14(11): 24-29.
- [3] 潘静娴,戴洪,黄玉婷. 猕猴桃碱法去皮工艺参数和效果的决策预报[J]. 食品工业科技,2005,26(11): 126-128.
- [4] 朱秀灵,车振明,唐洁,等. 胡萝卜复合磷酸盐去皮实验研究[J]. 食品科技,2004(6): 35-38,47.
- [5] 林晓姿,李维新,何志刚,等. 葡萄罐头加工的去皮剂筛选及工艺参数优化[J]. 华南热带农业大学学报,2007,13(4): 17-20.
- [6] 张润楚,邓海涛,兰燕,等译. 实验设计与分析及参数优化[M]. 北京: 中国统计出版社,2003:346-350.

(上接第331页)

- [9] Muse M R, Hartel R W. Ice cream structural elements that affect melting rate and Hardness [J]. J Dairy Sci, 2004, 87: 1-10.
- [10] 钱镭,付尧,霍贵成. 影响冰淇淋膨胀率主要的质构因素[J]. 食品工业科技, 2007, 28 (10): 113-115.
- [11] 殷涌光,刘静波. 大豆食品工艺学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006: 2-6.
- [12] 朱川,刘雅,钟芳,等. 冰淇淋感官评定方法的建立[J]. 食

品与机械, 2007, 23(3): 127-131.

- [13] 石彦国,任莉. 大豆制品工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001: 69-119.
- [14] 黄建蓉,贝惠玲,王一凡. 影响冰淇淋膨胀率的主要因素[J]. 冷饮与速冻食品工业, 2004, 10(3): 33-35.
- [15] 钱镭,蔡柏岩,刘婷. 老化、均质条件对冰淇淋膨胀率和抗融性的影响[J]. 食品科技, 2008, 33(4): 88-92.