

# 养心菜漂烫工艺的研究

刘 扬,李欣欣\*,张玉洁

(吉林大学生物与农业工程学院,吉林长春 130022)

**摘要:**对不同漂烫条件下养心菜过氧化物酶活性、色泽、质构、齐墩果酸含量的变化情况进行了分析,并通过单因素实验考察漂烫温度、时间以及养心菜切分长度3个因素对V<sub>C</sub>含量的影响,再结合上述各项指标的变化情况选取因素水平。最后,通过Box-Behnken的中心组合实验设计和响应面分析优化养心菜漂烫工艺,以V<sub>C</sub>保留率为响应值进行分析。实验结果表明:漂烫工艺的最优参数组合为:漂烫温度90℃、漂烫时间60s、切分长度8cm,在该工艺条件下进行实验,得到的养心菜V<sub>C</sub>保留率为80.01%。

**关键词:**养心菜,漂烫,V<sub>C</sub>

## Study on blanching technics of *Sedum aizoon* L.

LIU Yang, LI Xin-xin\*, ZHANG Yu-jie

(Department of Biological and Agricultural Engineering, Jilin University, Changchun 130022, China)

**Abstract:** Effects of different blanching conditions on peroxidase activity, color, texture, contents of oleanolic acid of *Sedum aizoon* L. were analyzed, and to observe the influence of blanching temperature, time, and cutting length of *Sedum aizoon* L. as the independent variables on the contents of vitamin C, and combined with the above mentioned indexes selected factor levels. Based on the observation, the experiment was optimized the blanching technology of *Sedum aizoon* L. by response surface methodology. The response variable was the preservation rate of vitamin C. The study showed; the optimum blanching conditions of *Sedum aizoon* L. were: blanching temperature was 90℃, blanching time was 60s, cutting length was 8cm. Under optimized conditions, the preservation rate of vitamin C was 80.01%.

**Key words:** *Sedum aizoon* L.; blanching; vitamin C

中图分类号: TS255.3

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2015)12-0216-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2015.12.037

养心菜,学名景天三七(*Sedum aizoon* L.),又名费菜、土三七、救心菜等,为蔷薇目景天科的多年生草本植物,分布于我国东北、华北、华东各地区<sup>[1]</sup>,其最早载于《救荒本草》,是我国古代医学中应用的一种药材,其性平、味甘微酸,具有平肝宁心、散瘀止血等功效<sup>[2]</sup>。现代研究证明养心菜含有多种活性成分,如齐墩果酸、槲皮苷、谷甾醇、生物碱、果糖、景天庚糖、有机酸、蛋白质等。其中齐墩果酸有较强的强心、保肝作用,且有降血糖、降血脂、镇静的作用,是开发治疗肝病和降血糖等药物的有效成分<sup>[3-5]</sup>。因此,养心菜具有很高的医疗保健功效,是一种具有广阔开发前景的药膳两用的特色保健蔬菜<sup>[6-7]</sup>。

目前,养心菜的深加工尚处起步,作为蔬菜时又不易保存,因此,造成了鲜叶资源的大量浪费,也使得其保健功能得不到充分的发挥和利用。因此有必要对养心菜的预处理工艺进行研究,从而为养心菜的深加工及高品质保藏奠定基础。

漂烫的主要目的是杀死微生物和破坏酶的活性,防止蔬菜在保藏过程中变色、变味和营养成分的损失,从而提高产品的保质期。本文探讨了不同漂烫条件下,养心菜品质的变化情况,并对漂烫工艺进行优化,旨在能够更好地开发利用养心菜这一优质植物资源,并为以后的进一步研究提供工艺参数。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

养心菜 吉林省养源农业开发公司提供;齐墩果酸标准品 纯度≥99%,上海友思生物技术有限公司;2,4-二硝基苯肼 分析纯,国药集团化学试剂有限公司;愈创木酚、过氧化氢、磷酸氢二钠、磷酸二氢钠、香草醛、无水乙醇、冰乙酸、高氯酸、乙酸乙酯、浓硫酸、草酸、硫脲等试剂 均为分析纯。

DK-98-1型恒温水浴锅 天津市泰斯特仪器有限公司;T6型紫外分光光度计 北京普析通用仪器有限公司;JA3003型电子天平 上海精天电子仪

收稿日期:2014-08-14

作者简介:刘扬(1990-),女,硕士研究生,研究方向:食品科学与工程。

\*通讯作者:李欣欣(1964-),女,博士,副教授,研究方向:食品科学与工程。

器有限公司; pH5-25型数字酸度计 杭州东星仪器设备有限公司; SHA-C型水浴恒温振荡器 金坛市恒丰仪器厂; CT3型质构仪 美国Brookfield公司。

## 1.2 实验方法

1.2.1 过氧化物酶的测定 采用愈创木酚法<sup>[9]</sup>。

灭酶率(%)=[(灭酶前样品酶活力-灭酶后样品酶活力)/灭酶前样品酶活力]×100

1.2.2 色泽评价 将粗细均匀的养心菜用清水洗干净,在不同温度的水中漂烫不同时间,取出后迅速冷却,放置在空气中,24h后进行评分,评分标准见表1。

表1 色泽评分标准

Table 1 The standard for colour evaluation

感官评分	10分	8分	6分	4分
护绿效果	基本保持新鲜养心菜的色泽	绿色或暗绿色	黄绿色	黄褐色

1.2.3 质构的测定 选取粗细及长短均匀一致的养心菜嫩茎叶,在不同条件下进行漂烫,漂烫完迅速冷却,采用CT3质构分析仪进行测试。用质构仪对养心菜做TPA实验,将探头穿冲样品时受到的最大压力值作为养心菜的硬度。实验参数设置为:测试前探头下行速度为4.00mm/s,测试中探头下行速度和测试后探头返回速度1.00mm/s,压后上行速度1.00mm/s,接触到物体表面后的下行距离为2mm,两次下压中间停顿1s,触发力0.20N,重复测定3次。

1.2.4 齐墩果酸含量的测定 采用分光光度法测定<sup>[9]</sup>。

1.2.4.1 标样的配制 精密称取齐墩果酸标准品2.0mg,置于10mL容量瓶中,用无水乙醇溶解,然后再加入无水乙醇定容至刻度,摇匀,待用。

1.2.4.2 测定波长的选择 取0.2mL齐墩果酸标准品溶液,水浴挥发干后加入新配制的5%香草醛-冰醋酸溶液0.4mL、高氯酸0.8mL,于60℃水浴振荡20min后取出,冷却。再加入乙酸乙酯5mL,并摇匀,静置10min。于400~800nm的波长段进行全波长扫描,确定检测波长。

1.2.4.3 养心菜样品中齐墩果酸含量的检测 将养心菜样品按1.2.4.2的方法,在最佳波长下进行检测,根据标准曲线计算样品中齐墩果酸的含量。

1.2.5 V<sub>c</sub>含量的测定 采用2,4-二硝基苯肼比色法<sup>[10]</sup>。

1.2.5.1 标准曲线的绘制 取标准1g/L抗坏血酸0、2、4、8mL,用1%草酸溶液稀释到100mL,然后分别加2g活性炭于50mL标准稀释液中,摇振1min,过滤。分别取过滤后的样品滤液4mL置于试管中,加1%硫脲2mL,2% 2,4-二硝基苯肼1mL,置于37℃恒温水浴中反应3h后,将试管放在冰水中,加85%硫酸5mL,在室温放置30min于波长490nm处测定吸光度,用抗坏血酸的含量做横坐标,吸光度做纵坐标。

1.2.5.2 样品的测定 称取10g养心菜,加入2%草酸100mL,在研钵中研成匀浆分别倒入100mL量瓶中,用1%草酸稀释到刻度,混匀、过滤,以下同1.2.5.1中的方法,以试剂空白为参比,测得吸光度,由标准曲线上查出对应V<sub>c</sub>的含量。

## 1.2.6 养心菜护绿条件单因素确定

1.2.6.1 不同漂烫温度对养心菜V<sub>c</sub>含量的影响 选取粗细均匀的养心菜嫩茎叶,将其洗净并切分成5cm的均匀长段,并在75、80、85、90、95、100℃这六个温度下分别进行漂烫,料液比为1:15,漂烫时间设定为1min,漂烫后取出迅速放入冷水中冷却,考察不同温度对养心菜V<sub>c</sub>含量的影响情况。

1.2.6.2 不同漂烫时间对养心菜V<sub>c</sub>含量的影响 将漂烫温度设定为90℃,按照1.2.6.1的方法对养心菜的漂烫时间进行筛选,漂烫时间分别为30、60、90、120、150、180s。

1.2.6.3 不同切分对养心菜V<sub>c</sub>含量的影响 将漂烫温度设定为90℃,漂烫时间定为1min,按照1.2.6.1的方法对养心菜的切分长度进行筛选,切分长度分别为3、5、7、9、11、13cm。

1.2.7 养心菜护绿条件的优化 根据Box-Behnken的中心组合实验设计原理<sup>[11]</sup>,综合单因素影响实验结果,采用三因素三水平的响应面分析方法对漂烫工艺条件进行优化,将实验的响应值取为V<sub>c</sub>保留率,分析因素与水平见表2。

表2 响应面实验因素水平表

Table 2 Factors and levels of RAS test

因素	水平		
	-1	0	1
X <sub>1</sub> 漂烫温度(℃)	85	90	95
X <sub>2</sub> 漂烫时间(s)	60	90	120
X <sub>3</sub> 切分长度(cm)	5	7	9

1.2.8 数据处理 实验数据用Origin 8.0及Design-Expert 8.0.6数据分析软件处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 漂烫条件与过氧化物酶活性的关系

图1为不同温度下漂烫不同时间对养心菜过氧化物酶灭酶率的影响。

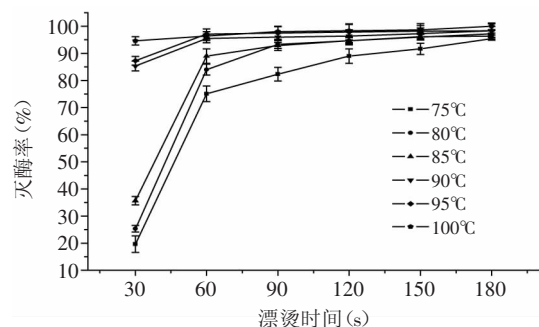


图1 漂烫时间对养心菜过氧化物酶活性的影响

Fig.1 Influence of blanching time on peroxidase activity of *Sedum aizoon* L.

由图1可知,在一定温度下,养心菜的灭酶率都是随着漂烫时间的延长而呈上升趋势。在75、80、85℃下漂烫1min以内,达不到完全钝化过氧化物酶活性的目的;在90℃下漂烫1min时,养心菜的过氧化

物酶灭酶率为95.5%,达到了钝化酶的效果;在100℃下,漂烫3min时,过氧化物酶完全失活。由上述实验可知:养心菜适宜的漂烫温度为90~100℃,漂烫时间为1~3min。

## 2.2 漂烫工艺条件对养心菜色泽的影响

不同漂烫温度及时间对养心菜色泽的影响情况见图2。

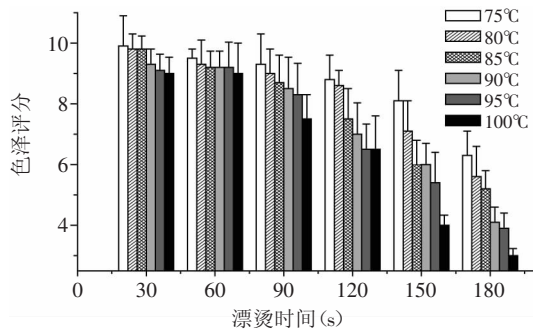


图2 漂烫时间对养心菜色泽的影响

Fig.2 Influence of blanching time on colour of *Sedum aizoon* L.

由图2可知,当漂烫时间为60s以内时,养心菜的色泽都保持较好为鲜绿色,随着漂烫温度和时间逐渐延长,养心菜的色泽逐渐变差;当漂烫时间小于等于90s时,养心菜的色泽差异不太明显,当漂烫时间大于90s时,养心菜的色泽评分随温度的增加降幅较大,长时间加热会使养心菜都变黄甚至发褐,失去其食用价值。由色泽评分可知:养心菜的适宜漂烫时间为30~90s。

## 2.3 漂烫工艺条件对养心菜质构的影响

在质构分析的各项参数中,硬度是评价果蔬品质的一项重要指标,因此,本文只对硬度的变化情况进行分析,结果见图3。

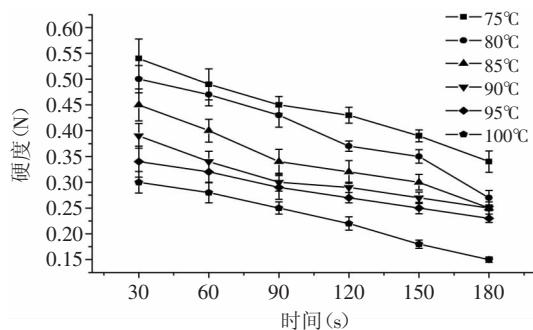


图3 漂烫时间对养心菜硬度的影响

Fig.3 Influence of blanching time on hardness of *Sedum aizoon* L.

由图3可知,养心菜的硬度是随着漂烫温度的升高以及漂烫时间的延长而下降的。在果蔬的热烫中,由于传热的原因,果蔬的外部组织先被加热而变软,内部组织要继续加热才被破坏。当漂烫温度为100℃,时间为180s时,养心菜的硬度值仅为0.15N,这表明养心菜的内部组织结构已经遭到了很大的破坏,失去了食用价值。因此,在漂烫温度及时间的选

择上应避免高温长时间加热。

## 2.4 漂烫工艺条件对养心菜齐墩果酸含量的影响

经过不同漂烫条件处理后的养心菜,测定其齐墩果酸含量,结果见图4。

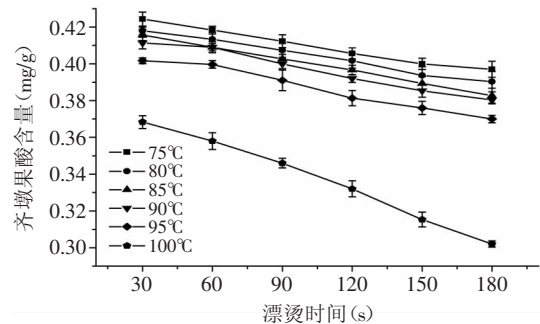


图4 漂烫时间对养心菜齐墩果酸含量的影响

Fig.4 Influence of blanching time on contents of oleanolic acid of *Sedum aizoon* L.

由图4可知,在漂烫温度为75~95℃时,随着漂烫时间的增加,养心菜齐墩果酸含量的下降较为缓慢,且漂烫温度为75~95℃时,养心菜齐墩果酸含量都较为接近,当漂烫温度达到100℃时,养心菜齐墩果酸含量降幅较大,漂烫时间达到180s的时候,养心菜齐墩果酸含量降到了0.302mg/g,比未经漂烫处理的养心菜齐墩果酸含量减少了29.27%,由于齐墩果酸是养心菜特有的也是主要的功能性成分之一,因此在养心菜漂烫工艺的选择上,应尽量避免造成齐墩果酸的大量损失,由此可知:养心菜的适宜漂烫温度为100℃以下,漂烫时间应控制在180s以内。

## 2.5 漂烫工艺条件的优化

由于漂烫过度会造成营养流失,在各种营养成分中, $V_c$ 的稳定性最差,因此,一般常以 $V_c$ 的保留情况作为果蔬营养物质的保留指标。本实验以切分长度、漂烫的温度和时间为因素,以 $V_c$ 保留率为指标,再结合过氧化物酶活性、养心菜色泽、硬度及齐墩果酸含量这四个指标,对养心菜的漂烫工艺条件进行优化。

### 2.5.1 单因素实验

2.5.1.1 漂烫温度 漂烫温度对养心菜 $V_c$ 含量的影响如图5所示。

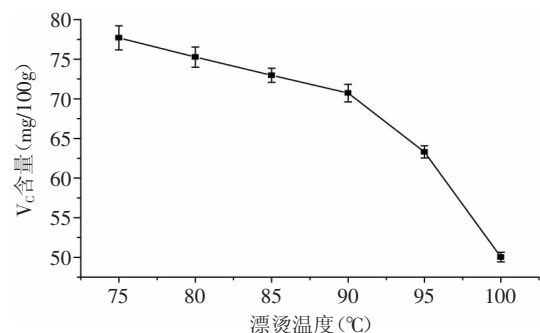


图5 漂烫温度对养心菜 $V_c$ 含量的影响

Fig.5 Influence of blanching temperature on contents of vitamin c of *Sedum aizoon* L.



由图5可知, 养心菜V<sub>C</sub>含量随着漂烫温度的增加而下降, 当温度大于90℃时V<sub>C</sub>含量明显下降。综合漂烫温度对过氧化物酶等指标的影响, 将漂烫温度定为90℃对养心菜的漂烫温度进行筛选。

2.5.1.2 漂烫时间 漂烫时间对养心菜V<sub>C</sub>含量的影响如图6所示。

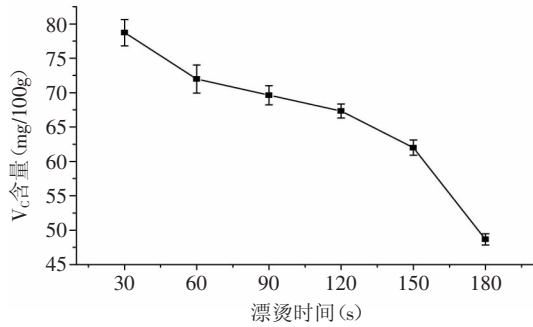


图6 漂烫时间对养心菜V<sub>C</sub>含量的影响

Fig.6 Influence of blanching time on contents of vitamin c of *Sedum aizoon* L.

由图6可知, 养心菜的V<sub>C</sub>含量随漂烫时间的增加而下降。由于, 当漂烫时间大于120s时养心菜的V<sub>C</sub>含量降幅较大, 当漂烫时间小于60s时, 养心菜的过氧化物酶活性得不到抑制, 因此, 控制漂烫温度在60~120s为宜。在此条件下进行处理不仅能起到钝化养心菜过氧化物酶的目的, 也能使养心菜V<sub>C</sub>的损失达到较小。

2.5.1.3 养心菜切分长度 切分长度对养心菜漂烫后的V<sub>C</sub>含量的影响如图7所示。

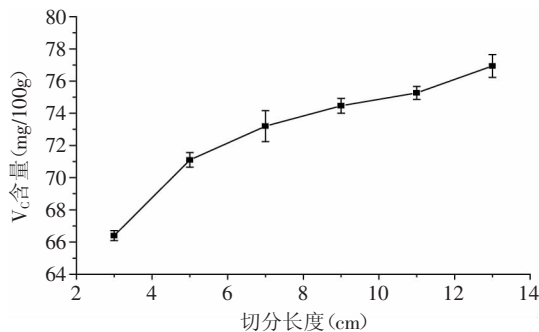


图7 切分长度对养心菜V<sub>C</sub>含量的影响

Fig.7 Influence of cutting length on contents of vitamin c of *Sedum aizoon* L.

由图7可知, 养心菜V<sub>C</sub>含量随着切分长度的增加而增大, 呈正相关。但是养心菜的切分长度过长, 容易造成漂烫不彻底, 且影响产品的包装; 而切分长度太短, 则导致V<sub>C</sub>过度流失。因此, 选择合适的切分长度, 对养心菜的加工及保藏有重要作用。本实验得到的较优水平为5~9cm。

2.5.2 响应面法优化漂烫工艺条件

2.5.2.1 回归模型的建立及显著性检验 表3中实验1~12为析因实验, 13~15为中心实验。15个实验点分为析因点和零点, 其中析因点为自变量取值在X<sub>1</sub>、X<sub>2</sub>、

X<sub>3</sub>所构成的三维顶点, 零点为区域的中心点, 零点实验重复3次, 用以估计实验误差。

表3 响应面实验设计结果

Table 3 The results of response surface experiments

实验号	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	V <sub>C</sub> 保留率(%)
1	-1	-1	0	77.33
2	1	-1	0	74.23
3	-1	1	0	68.35
4	1	1	0	64.35
5	-1	0	-1	69.07
6	1	0	-1	67.03
7	-1	0	1	72.5
8	1	0	1	67.23
9	0	-1	-1	75.52
10	0	1	-1	66.48
11	0	-1	1	79.93
12	0	1	1	69.12
13	0	0	0	76.36
14	0	0	0	75.96
15	0	0	0	76.25

利用统计分析软件Design-Expert 8.0.6对表3实验数据进行分析。得到二次多元回归模型为:  $Y = 76.06 - 1.58X_1 - 4.72X_2 + 1.44X_3 - 0.58X_1X_2 - 0.63X_1X_3 - 0.37X_2X_3 - 4.40X_1^2 - 0.95X_2^2 - 2.48X_3^2$

对该模型进行方差分析, 结果如表4所示, 数学模型 $p < 0.0001$ , 表明该响应面回归模型达到了极显著水平。而失拟项的 $p = 0.0755$ , 证明失拟项检验不显著, 而数学模型的决定系数 $R^2 = 0.9949$ , 调整决定系数 $R^2_{Adj} = 0.9857$ , 表面该回归方程对实验拟合情况较好, 可以对养心菜的漂烫条件进行分析和预测。

表4 回归模型方差分析结果

Table 4 The ANOVA results of Regression model

变异来源	平方和	自由度	均方	F	p
模型	326.63	9	36.29	108.30	<0.0001**
X <sub>1</sub>	25.96	1	25.96	77.46	0.0003**
X <sub>2</sub>	187.31	1	187.31	558.97	<0.0001**
X <sub>3</sub>	14.26	1	14.26	42.55	0.0013**
X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	0.20	1	0.20	0.60	0.4721
X <sub>1</sub> X <sub>3</sub>	2.61	1	2.61	7.78	0.0384*
X <sub>2</sub> X <sub>3</sub>	0.78	1	0.78	2.34	0.1869
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	73.61	1	73.61	219.67	<0.0001**
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1.61	1	1.61	4.80	0.0800
X <sub>3</sub> <sup>2</sup>	28.28	1	28.28	84.39	0.0003**
残差	1.68	5	0.34		
失拟项	1.59	3	0.53	12.41	0.0755
纯误差	0.085	2	0.043		
总和	328.30	14			

注: \*表示影响显著(0.01 < p < 0.05), \*\*表示影响极显著(p < 0.01)。

由F检验可以得到各因素对V<sub>C</sub>保留率的影响程

度大小的顺序如下:漂烫时间>漂烫温度>切分长度。各因素交互作用的响应面如图8~图10所示。

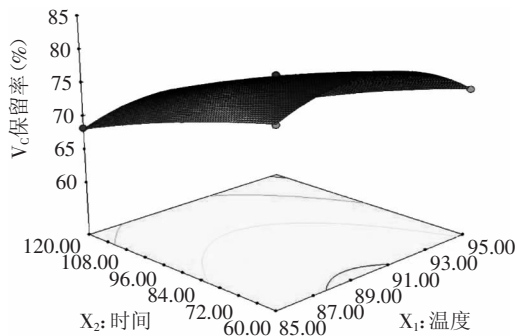


图8 漂烫温度与漂烫时间交互作用

Fig.8 Interaction of blanching temperature and blanching time of *Sedum aizoon* L.

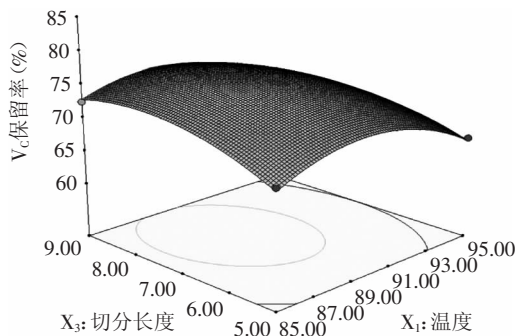


图9 漂烫温度与养心菜切分长度交互作用

Fig.9 Interaction of blanching temperature and cutting length of *Sedum aizoon* L.

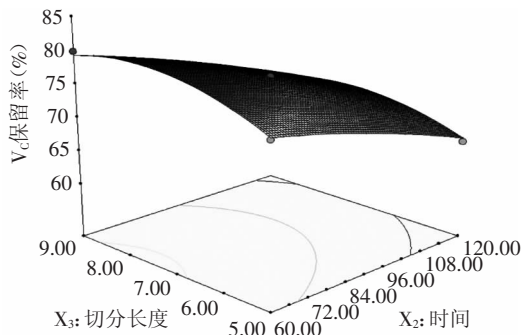


图10 漂烫时间与养心菜切分长度交互作用

Fig.10 Interaction of blanching time and cutting length of *Sedum aizoon* L.

2.5.2.2 最佳工艺条件的确定 由数学模型可知,最佳工艺条件为漂烫温度88.96℃,漂烫时间60s,切分长度7.70cm,养心菜V<sub>c</sub>保留率的预测值为80.8453%。

采用优化工艺条件进行实际验证,考虑到实际

操作的可行性,将养心菜漂烫的工艺条件在回归方程得到的理论值基础上修正为:漂烫温度90℃,漂烫时间60s,切分长度8cm。在该工艺条件下进行3次重复实验,得到的养心菜V<sub>c</sub>保留率为80.01%,与模拟方程的最佳预测值基本吻合,说明该模型可以用于实验结果的预测,采用该工艺可以得到V<sub>c</sub>保留效果较好的养心菜,且在此条件下处理过的养心菜,测得过氧化物酶残余酶活仅为3.97%,齐墩果酸含量为0.412mg/g,硬度值为0.400N,色泽为鲜绿色,即各项指标均较佳。

### 3 结论

漂烫是果蔬加工中的一道重要工序,通过漂烫能杀灭养心菜表面附着的虫卵和微生物、破坏酶活性,防止加工后产品质量变劣。实验表明90℃下漂烫1min基本达到钝化养心菜过氧化物酶的效果。若要达到过氧化物酶完全失活,则需要100℃下漂烫3min以上,而在此条件下漂烫,养心菜的色泽、硬度都遭到破坏,齐墩果酸及V<sub>c</sub>含量造成很大的损失。因此,在漂烫条件的选择上应避免高温长时间加热。

对养心菜的漂烫条件进行响应面优化得到最佳参数为:漂烫温度90℃,漂烫时间60s,切分长度8cm,在该工艺条件下进行实验,得到的养心菜V<sub>c</sub>保留率为80.01%。

### 参考文献

- [1] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草(第3册)[M]. 上海:上海科学技术出版社,1999:721-724.
- [2] 郭素华,林珠灿. 养心草质量标准研究[J]. 中华中医药杂志,2007,22(11):761-763.
- [3] 霍文兰,范小芹,赵天聪. 超声波提取山楂果中熊果酸和齐墩果酸的工艺研究[J]. 应用化工,2013,42(10):1832-1835.
- [4] 邱金明,刘彬彬,赵婧,等. 齐墩果酸5种含量测定方法的比较研究[J]. 西北药学杂志,2013,28(5):483-486.
- [5] 陈建琴,许雪琴. 养心草中齐墩果酸的含量测定[J]. 莆田学院学报,2009,16(2):46-48.
- [6] 时政. 养心菜的营养保健成分研究[J]. 北方园艺,2013(15):36-38.
- [7] 徐礼生,高贵珍,曹稳根,等. 安徽景天属植物资源的利用与评价[J]. 湖北农业科学,2009,48(2):379-381.
- [8] 张龙翔,张庭芳,李令媛. 生化实验方法和技术[M]. 2版. 北京:高等教育出版社,1997:136-142.
- [9] 汪忠波,教明章. 分光光度法测定竹节参中齐墩果酸皂甙含量[J]. 安徽农业科学,2007,35(26):8094-8095.
- [10] 徐玮,汪东风. 食品化学实验和习题[M]. 北京:化学工业出版社,2008:5.
- [11] 吴有炜. 实验设计与数据处理[M]. 苏州:苏州大学出版社,2002:115-154.

(上接第203页)

[9] 陈在倂,张汉珍,吴继星. 苏云金杆菌菌种保藏[J]. 中国生物防治,1999,15(1):20-23.

[10] 李丕武,刘瑜,李瑞瑞,等. 两种葡萄糖氧化酶活力测定方

法的比较[J]. 食品工业科技,2013,34(12):71-75.

[11] 张沧桑,张渝,金良媛. 无菌蒸馏水长期保藏酵母菌种的研究[J]. 啤酒科技,2004(8):25-26.