

紫色甘薯泥的生产工艺研究

王 琴¹, 卢宏科¹, 王丽娟²

(1.仲恺农业工程学院轻工食品学院, 广东广州 510225;

2.华南理工大学轻工与食品学院, 广东广州 510640)

摘 要:研究了紫色甘薯泥的制备工艺及其产品的质量, 重点研究其护色及酶解关键技术。实验结果表明, 在亚硫酸氢钠 400mg/kg、抗坏血酸 300mg/kg、柠檬酸 1400mg/kg 的混合护色液中浸泡 10min, 护色效果最佳; 在温度 50℃ 下添加 1.5% (1:3) 的复合酶(α -淀粉酶与糖化酶) 水解 90min, 所得产品呈均匀泥状, 具有固有的紫色色泽、滋味和气味; 甜味适中, 口感细腻滑爽。

关键词:紫色甘薯泥, 护色, α -淀粉酶, 糖化酶

Study on processing technology of purple sweet potato mud

WANG Qin¹, LU Hong-ke¹, WANG Li-juan²

(1.College of Light Industry and Food, Zhongkai Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China;

2.College of Light Industry and Food, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: The processing technology and quality control of purple sweet potato were studied in this paper, with emphasis on the key technology of the color protection and the zymohydrolysis. The results indicated that the best effect of the color protection was under the conditions of NaHSO_3 , ascorbic acid, citric acid for 400, 300, 1400mg/kg respectively that a mixture of color liquid immersion in 10min. Moreover, adding 1.5% mixed-in for the ratio of 1:3 (α -amylase to glucoamylase) under 50℃ hydrolysis for 90min. The product was in uniform mud, with the natural purple color, taste and smell, moderate sweet, delicate and smooth taste.

Key words: purple sweet potato; color protection; α -amylase; glucoamylase

中图分类号: TS255.36

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2009)08-0206-03

甘薯 (*Iponioea Batatas*, 简称 LAM) 又名红薯、红苕、红芋等, 属根茎类旋花科蔓生草本植物, 一年生植物, 在我国已有 400 余年种植历史, 年产量逾 1 亿 t, 占全世界总产量的 80%^[1,2]。甘薯的品种很多, 就其肉色来分, 有白心、黄心、红心和紫心薯。紫心甘薯是我国科技人员从日本川崎农场引进繁育成功的甘薯新品种, 是一种新型特用甘薯。紫心甘薯因其独特的性状、含有丰富的紫色花青素、具有特殊的用途和营养价值^[3,4], 因而得到大家的普遍关注, 加工利用价值大增。目前, 利用紫色甘薯作为原材料进行加工的产品很多, 常见的有薯脯、薯片及薯条等^[5-7], 而将紫色甘薯加工成紫薯泥状食品目前报道还很少。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

紫心甘薯; 糖化酶 (5 万 U/g)、 α -淀粉酶 (4000U/g) 无锡市雪梅酶制剂科技有限公司; 氢氧

化钠、亚硫酸氢钠、柠檬酸等 均为分析纯。

电热恒温水浴锅, 电热恒温烘箱, 高速万能粉碎机, 分光光度计等。

1.2 紫色甘薯泥的工艺流程

新鲜紫色甘薯→清洗→去皮、切片 (厚度 5~7mm)→护色 (10min)→蒸煮 (95~98℃, 10~15min)→捣碎 (按水: 甘薯鲜重为 1:1)→胶磨→ α -淀粉酶、糖化酶→搅拌→加热灭酶 (3min)→浓缩→真空包装→杀菌→成品

1.3 测定方法

紫色甘薯褐变强度的测定: 采用消光值法^[3]; 淀粉含量的测定: 采用旋光法。

2 结果与讨论

2.1 护色剂对紫色甘薯褐变的影响

2.1.1 亚硫酸氢钠的浓度对紫色甘薯褐变的影响

由图 1 可知, 随着亚硫酸氢钠添加量增加, 粗酶液吸光度值随之下降, 在 100~500mg/kg 之间, 下降的趋势最大。但当添加比较高浓度的亚硫酸氢钠时, 产品会产生 SO_2 的气味, SO_2 会对人体产生致癌作用, 且添加量比较大时亚硫酸氢钠的漂白作用会使紫色甘薯泥失去原来的色泽, 影响产品的外观, 因此不易添加过高的浓度。

2.1.2 抗坏血酸的浓度对紫色甘薯褐变的影响

 由

收稿日期: 2008-10-06

作者简介: 王琴 (1973-), 女, 博士, 副教授, 研究方向: 食品加工与开发。

基金项目: 广东省科技攻关项目 (2006B20401019)。

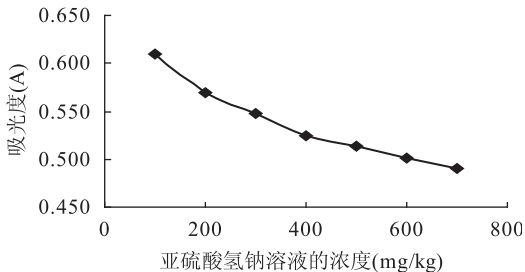


图1 亚硫酸氢钠的浓度对紫色甘薯褐变的影响

图2可知,当抗坏血酸的添加量在200~600mg/kg之间时,随着浓度的升高,吸光度逐渐减少,在浓度为600mg/kg时抑制效果最好。但随后又略有上升,可能是因为抗坏血酸不仅是一种强还原剂,还同时可以改变体系的pH,使其将近于多酚氧化酶的最适pH。

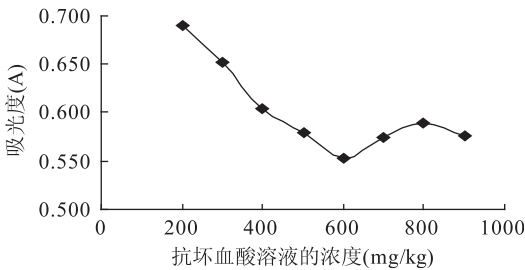


图2 抗坏血酸溶液的浓度对紫色甘薯褐变的影响

2.1.3 柠檬酸的浓度对紫色甘薯褐变的影响 由图3可知,随着柠檬酸浓度的增加,吸光度值呈现先上升后下降的趋势。当柠檬酸浓度达到800mg/kg时其吸光度值最高,这可能是因为此时体系的pH接近于多酚氧化酶的最适pH6.0~7.0(PPO活性部位含有His残基,其催化基团咪唑基的pH为6.0)^[7],从而加快了酶促褐变的发生。继续增大柠檬酸浓度,其吸光度值又随之降低,这是因为PPO是含铜蛋白质,在低酸性环境中,酶中的铜被解离出来,使酶失活,从而起到抑制作用。

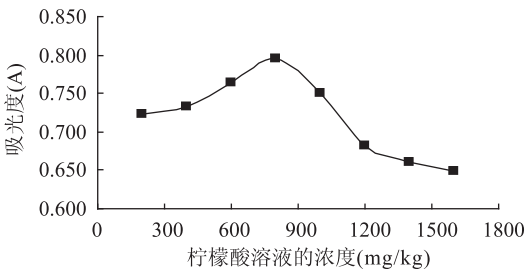


图3 柠檬酸的浓度对紫色甘薯褐变的影响

2.1.4 三种护色剂的混合使用对紫色甘薯褐变的影响 在单一使用柠檬酸及抗坏血酸的情况下护色效果不是很明显,而高浓度亚硫酸氢钠添加会产生SO₂的气味且使紫色甘薯泥失去原来的色泽,因此为了使较低浓度起到比较好的护色效果,根据以上单因素实验的结果并根据实际情况综合考虑,用三种护色剂按一定的比例混合,作为复合的紫色甘薯泥制品的褐变护色剂。通过正交实验得出,亚硫酸氢钠添加量为400mg/kg、抗坏血酸添加量600mg/kg、柠檬酸添加量为1400mg/kg时,抑制褐变的效果最好。

2.2 酶解工艺条件的确定

由于甘薯中含有大量的淀粉,经过加工过程之后淀粉容易发生老化,不仅使产品的口感变差,而且消化吸收率也会随之降低。为提高产品质量,实验考虑用一定比例的α-淀粉酶与糖化酶来进行酶解,以产品中淀粉的残留量为指标,来确定最佳的酶解工艺条件。

2.2.1 混合酶比例对紫色甘薯泥淀粉水解的影响

由表1可看出:当α-淀粉酶与糖化酶的比值在1:1~1:3之间时,淀粉的残留量逐渐减少;当两者之比在1:3~1:5之间时,淀粉残留量随着糖化酶比例的增加反而会升高。其中α-淀粉酶与糖化酶的比值是1:3时,淀粉残留量最低。

表1 混合酶比例对淀粉水解的影响

项目	混合酶的比例(α-淀粉酶:糖化酶)				
	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5
淀粉残留量(%)	14.17	13.11	11.88	12.66	13.2

2.2.2 混合酶用量对紫色甘薯泥淀粉水解的影响

从图4可看出,混合酶用量在0.3%~1.5%之间时淀粉的残留量减少的幅度比较大,说明酶催化反应速度与酶用量成正比,尤其加酶量在1%以下时更为明显,然后随着混合酶用量的进一步增加,淀粉残留量减少的幅度降低。混合酶制剂的加入,酶迅速地将紫色甘薯中的部分淀粉分解,随着酶剂量的增加和反应的进行,紫色甘薯泥中的淀粉被充分降解,所以淀粉的残留量减少的幅度会降低。

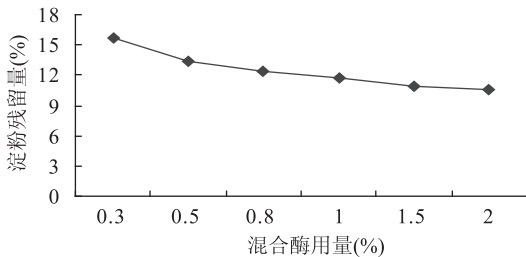


图4 混合酶用量对紫色甘薯泥淀粉水解的影响

2.2.3 酶解时间对紫色甘薯泥淀粉水解的影响

由图5可看出,随着酶解时间的延长淀粉的残留量逐渐减少,在90min以后,淀粉残留量减少的趋势趋于平缓,这可能是由于随着水解时间的延长,底物浓度显著降低,液化水解基本完成,溶液中水解产物浓度逐渐增大,过高的产物和过低的底物浓度都会对水解反应产生抑制作用,因此,出现90min后淀粉残留量减少明显减弱现象。

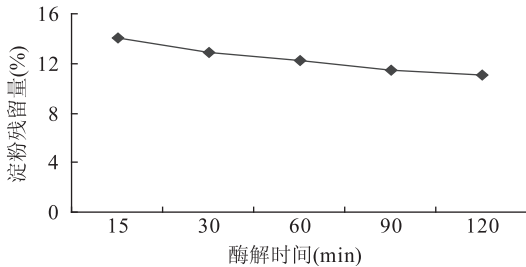


图5 酶解时间对紫色甘薯泥淀粉水解的影响

2.2.4 酶解温度对紫色甘薯泥淀粉水解的影响

从图6可看出,随着酶解温度的升高,淀粉残留量呈现先下降后上升的现象,在50℃淀粉残留量最低,这是

表4 正交实验方差分析表

因素	偏差平方和	自由度	方差	F 值	Fa	显著性	因素对结果影响率(%)
区组	0.03143		0.0157				
A	29.55	1	14.77	506.47		**	77.3
B	7.42	1	3.71	127.17		**	19.4
C	0.71	1	0.354	12.14		**	1.9
D	0.249	1	0.125		$F_{0.05}(2,18) = 3.55$		
模型误差	0.249	1	0.125	7.22	$F_{0.01}(2,18) = 6.01$		
重复误差	1.8×10^{-5}	1	0.0172				
合并误差	5.1×10^{-5}	3	0.0292				
总和	3.07×10^{-3}	7					

注:“**”表示高度显著。

因为较低或较高的温度,都抑制了酶的活性,使水解迅速下降,只有在最适温度下,酶才体现出最佳活性。

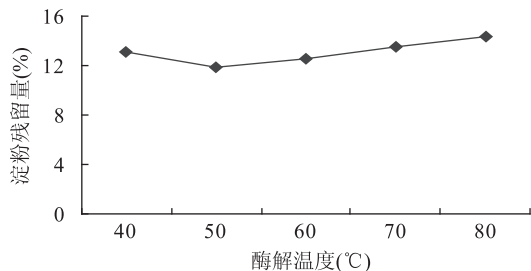


图6 酶解温度对紫色甘薯泥淀粉水解的影响

2.2.5 混合酶制剂的最佳工艺选择在酶解实践中,往往同时追求较快的反应速度和使用较低的酶用量,因此在单因素实验的基础上,根据正交实验的设计原则,采用四因素三水平 $L_9(3^4)$ 的正交实验对混合酶制剂的工艺条件进行优选。

表2 酶解工艺的正交实验因素水平表

水平	因素			
	A 混合酶用量(%)	B 混合酶用量比例	C 酶解时间(min)	D 酶解温度(°C)
1	0.5	1:2	30	50
2	1	1:3	60	60
3	1.5	1:4	90	70

按正交实验设计方案进行实验。为了简化计算,对实验数据 X_i 作如下变换:淀粉残留量 $X'_i(\%) = X_i - 10$,变换后的实验数据见表3。

由表3 极差分析可知,紫色甘薯泥的酶解条件的各影响因素的主次顺序是 $A > B > C > D$ 。采用SSR 方法对各因素水平的显著性检验表明: D_1 与 D_2 、 D_2 与 D_3 之间不存在显著性差异; C_1 与 C_3 、 C_2 与 C_1 、 D_1 与 D_3 间差异显著,其余各因素不同水平都存在极显著性差异。根据方差分析及极差值结果,选出的较优条件为 $A_3B_2C_3D_1$,即酶用量 1.5%、混合酶比例 1:3、时间 90min、温度 50℃。

由于该较优条件组合 $A_3B_2C_3D_1$ 不在正交实验的组合里,因此以较优条件做验证实验,结果淀粉残留量为 $10.73\% - 10\% = 0.73\%$,由于由方差分析及极差值得出的较优条件组合 $A_3B_2C_3D_1$,所进行实验所得淀粉残留量比正交实验组合里的最低残留量还小,因此确定较优的酶解条件组合为 $A_3B_2C_3D_1$ 。

表3 正交实验结果分析表

实验号	A	B	C	D	指标			
					$X'_i(\%)$			I + II + III
					I	II	III	
1	1	1	1	1	4.44	4.49	4.40	13.33
2	1	2	2	2	3.54	3.44	3.41	10.39
3	1	3	3	3	3.70	3.53	3.83	11.06
4	2	1	2	3	3.31	3.23	3.36	9.90
5	2	2	3	1	1.44	1.27	1.48	4.19
6	2	3	1	2	2.44	2.25	1.87	6.56
7	3	1	3	2	1.78	1.90	1.72	5.40
8	3	2	1	3	0.96	0.79	0.85	2.60
9	3	3	2	1	1.27	1.41	1.25	3.93
k_1	13.86	13.18	12.50	12.38				
k_2	12.29	11.91	12.69	12.48				
k_3	11.33	12.40	12.29	12.62				
R	2.54	1.27	0.40	0.23				

3 结论

通过实验研究得出,紫色甘薯泥的最佳护色工艺为亚硫酸氢钠 400mg/kg、抗坏血酸 300mg/kg、柠檬酸 1400mg/kg;最佳酶解工艺条件为复合酶酶用量 1.5%、复合酶比例 1:3、酶解时间 90min、温度 50℃。按此工艺条件所得紫色甘薯泥产品呈均匀泥状,具有固有的紫色色泽、滋味和气味;甜味适中,口感细腻滑爽。

参考文献

- [1] 卢晓黎,雷鸣,毛莉娟,等.我国甘薯食品加工现状及发展方向[J],食品工业科技,2001(4):99~101.
- [2] 明兴加,李坤培,张明,等.紫色甘薯的开发前景[J].重庆中草药研究,2006(1):55~59.
- [3] 刘超,王征,兰时乐,等.甘薯保健成分及其功能的研究进展[J].农业科学与技术,2007,8(1):7~13.
- [4] 安康,房伯平,陈景益.甘薯保健功能的研究进展及发展前景[J].广东农业科学,2004(增刊):6~9.
- [5] 赵文娟.学龄前儿童复合营养甜薯泥的研制及高压杀菌技术的应用[D].中国农业大学,2001,6.
- [6] 闫志农,赵志峰,沈晓平.马铃薯及甘薯全粉的加工与应用[J].四川食品与发酵,2004(2):1~3.
- [7] 姜绍通,罗志刚,潘丽军.甘薯中多酚氧化酶活性的测定及褐变控制[J],食品科学,2001,22(3):19~22.