

西瓜果皮的果胶提取工艺条件的优化研究

陈晶晶¹, 刘锴栋², 袁长春², 陈燕², 黎海利², 许月红²

(1. 中国热带农业科学院 南亚热带作物研究所, 农业部热带果树生物学重点实验室, 广东 湛江 524091;

2. 湛江师范学院 生命科学学院, 广东 湛江 524048)

摘要:以新鲜西瓜皮为原料, 研究料液比、萃取 pH 值、萃取温度、萃取时间对西瓜果皮中果胶提取量的影响。结果表明:西瓜皮中果胶提取最佳工艺条件为:料液比 1:10, 萃取酸度(pH 值)为 2, 萃取时间 60 min, 萃取温度 90℃。

关键词:西瓜果皮; 果胶; 提取

中图分类号:TS 255.43 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)21-0140-03

果胶是一种天然高分子聚合物, 其基本结构是 D-吡喃半乳糖醛酸, 通常以部分甲酯化状态存在, 分子量在 $(2\sim40)\times10^4$ 范围内。广泛存在于陆生植物的根、茎、叶、果实的细胞壁和细胞内层中。果胶是人体七大营养素中膳食纤维的主要成分, 具有良好的抗腹泻、抗癌、治疗糖尿病和减肥等功效^[1-4]。

西瓜(*Citrullus lanatus*)属葫芦科, 原产于非洲。西瓜果皮富含果胶、蛋白质、维生素等食用和药用成分, 具有较高的利用价值^[5]。在生产过程中通常只利用瓜瓤和瓜籽, 约占西瓜总量 1/3 的西瓜皮作为废料被抛弃。若将西瓜皮充分利用, 不仅可以提高其经济价值, 还具环保效应, 大力开展对果胶的研究与开发。可扩大果胶产量, 提高生产技术水平。探索提高我国果胶产量和质量的新方法, 不仅能为我国的食品加工领域广泛应用优质果胶提供理论依据, 还将为推动国产果胶生产的发展, 提高我国果胶生产企业在国际竞争中的地位做出贡献。现采用酸萃取法, 通过正交实验的分析, 分析西瓜果皮果胶提取的最佳工艺条件, 以期西瓜皮功能成分

的利用提供技术支持, 并对农业资源综合利用和降低环境污染提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料:新鲜西瓜皮。仪器:DU-70 紫外-可见分光光度计, 美国 Beckman 公司;DK-S24 电热恒温水浴锅, 上海一恒科技有限公司。试剂:呋啉、D-半乳糖醛酸标准品、无水乙醇、浓硫酸、盐酸、无水乙醚等为分析纯。

1.2 试验方法

1.2.1 操作步骤 称取 100 g 西瓜果皮→蒸馏水清洗→切碎→浸入热水进行杀酶→纱布沥干→一定浓度的酸液进行水解→纱布榨汁→脱色^[1]→过滤→测定果胶含量。

1.2.2 单因素试验 料液比的选取:将待测样品浸入热水, 进行杀酶处理后, 调节萃取液 pH 值为 2.0(通过浓硫酸来调试), 酸解温度和酸解时间分别设定为 90℃、75 min, 分析测试料液比分别为 1:6、1:8、1:10、1:12、1:14 对西瓜果皮果胶提取量的影响。pH 值的选取:用热水将待测样品进行杀酶处理后, 设定料液比、酸解温度和酸解时间分别为 1:10、90℃、75 min, 分析测试 pH 值在 1.0、2.0、3.0、4.0、5.0 时对西瓜果皮果胶提取量的影响。萃取温度的选取:用硫酸调节 pH 值为 2.0, 按 1:10 的料液比, 分别在 60、70、80、90、100℃(沸水)条件下萃取 75 min, 分析测试萃取温度对果胶提取量的影响。萃取时间的选取:用热水浸泡待测样品进行杀酶处理后, 设定料液比、温度分别为 1:10、90℃条件下, 经过萃取 45、60、75、90、105 min, 分析测试萃取时间对西瓜果皮中果胶提取量的影响。

1.2.3 正交实验 该试验选定料液比、pH 值、萃取温度、萃取时间为 4 个试验因素, 选用 $L_9(3^4)$ 正交表设计试验, 各因素水平见表 1。

第一作者简介:陈晶晶(1983-), 女, 博士, 助理研究员, 现主要从事果树生物学等研究工作。

责任作者:刘锴栋(1982-), 男, 硕士, 副研究员, 现主要从事果树生物学等研究工作。E-mail:liukaiddong2001@126.com。

基金项目:中央级公益性科研院所基本科研业务专项资助项目(1630062013005); 国家星火计划资助项目(2012GA780014; 2013GA780081; 2013GA780093); 广东高校优秀青年创新人才培养计划资助项目(LYM11087); 广东省科技创新资助项目(2013KJJCX0124); 湛江科技攻关计划资助项目(2012C0203, 2013A30210, 2011C3106019, 2012C3102019); 湛江师范学院科研创新团队资助项目(2013CXTD05); 湛江师范学院博士启动资助项目(ZL09011)。

收稿日期:2014-07-10

表 1 正交实验因素水平

水平	因素			
	料液比	pH 值	温度/℃	时间/min
1	1:9	1.0	90	60
2	1:10	2.0	95	75
3	1:11	3.0	100	90

1.3 项目测定

D-半乳糖醛酸量采用咔唑比色法测定,以此代表果胶含量。取 8 支带塞试管,首先在其中分别加入浓度为 0、10、20、30、40、50、60、70 $\mu\text{g/mL}$ 的 D-半乳糖醛酸标准溶液 1 mL,接着在每个试管中都缓慢沿试管壁加入 6 mL 浓硫酸。然后在沸水浴中加热 20 min,从沸水浴中取出冷却到常温后,再加入 0.15% 咔唑溶液 0.2 mL,并迅速摇匀,置于暗处存放 3 h。最后用紫外分光光度计在 530 nm 波长处测定相应吸光值,以吸光值为纵坐标, D-半乳糖醛酸量为横坐标绘制标准曲线^[6]。

取西瓜进行去皮处理,然后称取西瓜果皮 10 g,经酸液水解、纱布榨汁后在 1% 活性炭中脱色和过滤,离心后收集滤液。选取具塞试管在其中加入 1 mL 经过稀释的滤液,用以代替 D-半乳糖醛酸标准液,按照上述咔唑比色法测定吸光值。按照以下公式计算待测液中的果胶含量: $X(\%) = (C \times V \times N) / (W \times 10^6) \times 100$ 。式中, X 表示待测样品中的果胶含量(以 D-半乳糖醛酸含量计算); C 根据标准曲线上查得的 D-半乳糖醛酸浓度($\mu\text{g/mL}$); V 待测样品中果胶提取液的总体积(mL); N 果胶提取液的稀释倍数; W 待测样品的质量(g)。

2 结果与分析

2.1 单因素对果胶提取量的影响

2.1.1 料液比对果胶提取量的影响 由图 1 可知,料液比过低(1:6、1:8)或过高(1:14)都不利于西瓜果皮果胶的提取。在料液比过低时,提取过程中由于溶剂较少会造成一定程度的果胶液损失,导致果胶提取量偏低。在料液比过高时,会增加提取时间,造成果胶提取量的下降。因此,最佳的适宜料液比为 1:10,在这个浓度比值下,果胶提取量达到最大值 2.46%。

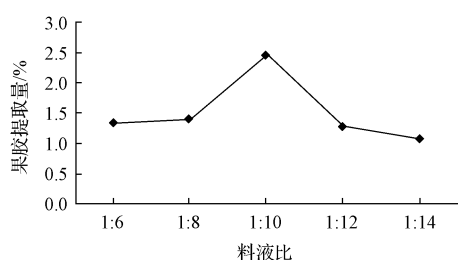


图 1 料液比对西瓜果皮中果胶提取量的影响

2.1.2 萃取液 pH 值对果胶提取量的影响 由图 2 可知,当萃取液 pH 值为 1.0 时,西瓜果皮果胶提取量都相

对较低。这可能由于酸性太强,导致果胶产生较强的水解作用,造成果胶提取量较低。当 pH 值为 2.0 时,果胶提取量达到峰值 2.28%。其后,随着 pH 值不断上升,果胶提取量又呈现出一定的下降趋势。可能是当料液比较高时,浓缩过程需要长时间加热,温度较高,所需要消耗的时间也越长,造成果胶裂解,导致品质下降,最终影响果胶产率。因此,最佳的提取 pH 值为 2.0。

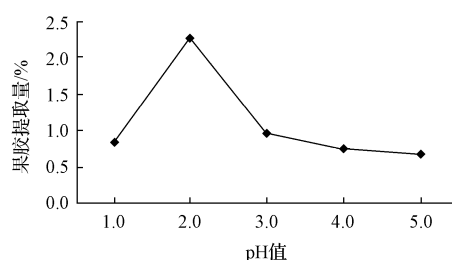


图 2 pH 值对西瓜果皮中果胶提取量的影响

2.1.3 萃取温度对果胶提取量的影响 由图 3 可知,果胶提取量随着萃取温度的上升而呈现不断增大的趋势。当温度达到 90℃ 时,果胶提取量达到最大值 1.25%。萃取温度对果胶提取影响较大,低于 90℃ 时,西瓜果皮未能完全煮烂,导致提取量较低,当温度达到 90℃ 时,果皮则被蒸煮完全,利于果胶提取^[7]。而萃取温度过高大于 90℃ 则导致了果胶分子链的降解,影响提取,最终导致果胶产率的降低。

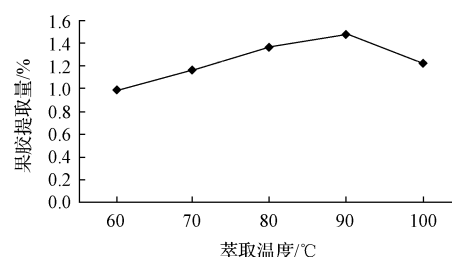


图 3 萃取温度对西瓜果皮中果胶提取量的影响

2.1.4 萃取时间对果胶提取量的影响 由图 4 可知,在萃取时间 ≤ 75 min 时,西瓜果皮果胶提取量随着时间的增加而呈现不断上升的趋势。而当萃取时间为 75 min,果胶提取量达到峰值 1.37%。而后,随着萃取时间的延长,果胶提取量则呈现缓慢下降趋势。这在一定程度上说明当萃取时间 < 75 min 时,果胶被充分萃取出来的几率较低,而当萃取时间 > 75 min 时,果胶被分解而出现果胶提取量不完全的情况^[8]。

2.2 正交实验结果

该试验主要以果胶提取率为评价指标,通过极差分析来衡量试验中影响因素作用的大小。

由表 2 可知,西瓜果皮中果胶的最佳工艺条件为:料液比 1:10,萃取液 pH 2.0,萃取温度 90℃,萃取时间

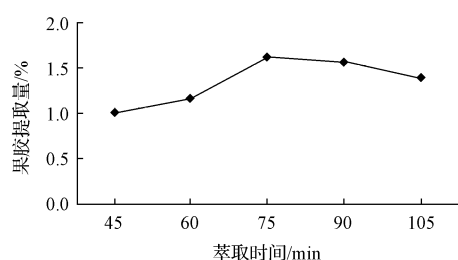


图4 萃取时间对西瓜果皮果胶提取量的影响

表2 正交实验结果

因素	A 料液比	B pH 值	C 温度/℃	D 时间/min	果胶提取量 /%
1	1	1	1	1	1.42
2	1	2	2	2	1.44
3	1	3	3	3	1.38
4	2	1	2	3	1.56
5	2	2	3	1	1.70
6	2	3	1	2	1.50
7	3	1	3	2	1.27
8	3	2	1	3	1.29
9	3	3	2	1	1.37
K ₁	4.24	4.25	4.21	4.49	
K ₂	4.76	4.43	4.37	4.21	
K ₃	3.93	4.25	4.35	4.23	
k ₁	1.41	1.41	1.40	1.50	
k ₂	1.58	1.43	1.46	1.40	
k ₃	1.31	1.41	1.45	1.41	
R	0.27	0.02	0.06	0.10	

注: k_1 、 k_2 、 k_3 为同一水平下果胶提取量的均值, R 为极差。

60 min。影响西瓜果皮中果胶提取率的因素顺序依次为:料液比>萃取时间>萃取温度>pH 值。

3 结论

通过正交实验结果得出,影响西瓜果皮中果胶提取率的4个影响因素的主次依次为:料液比>萃取时间>萃取温度>pH 值。用酸解法提取西瓜果皮中果胶的最佳工艺条件是:pH 2.0、料液比为1:10、萃取温度90℃、萃取时间为60 min。按此工艺对西瓜果皮重复处理可得到较高的果胶提取量。该试验条件下方法的准确度、精密性、重现性和再现性均能达到相关标准要求。

相对于盐析法,酸解法可以避免提取液中的铁、铜等金属离子带来的影响;而对于微波提取法,酸解法的料液比明显较低,有利于果胶的提取。与碱提取法相比,酸提取条件下测定的结果比碱提取条件下测定结果稍高,这可能是原果胶含量高的样品用碱提取不完全的缘故。

参考文献

- [1] 佟兆国,王飞,高志红,等.果胶降解相关酶与果实成熟软化[J].果树学报,2011,28(2):305-312.
- [2] 张露,王芳芳,线梦瑶,等.西瓜皮中果胶的提取工艺研究[J].饮料工业,2013,16(1):22-24.
- [3] 岳贤田.微波辅助提取西瓜皮中果胶的研究[J].河北化工,2010,33(9):7-8.
- [4] 任小青,史艳艳.西瓜皮中果胶的提取工艺[J].食品研究与开发,2009,30(4):85-87.
- [5] 叶华,徐大山.微波辅助制备西瓜皮低脂果胶工艺研究[J].食品工业科技,2010(6):267-269.
- [6] 庞荣丽,张巧莲,郭琳琳,等.水果及其制品中果胶含量的比色法测定条件优化[J].果树学报,2012,29(1):302-307.
- [7] 耿敬章,陈志远.橘皮果胶的提取工艺及性质研究[J].食品工业,2013,34(5):81-85.
- [8] 冯婉,高斌,李梦月.酸法水解提取西瓜皮中果胶工艺研究[J].安徽农业科学,2011,39(33):20577-20579.

Study on Optimizing Technology of Pectin from Watermelon Rind

CHEN Jing-jing¹, LIU Kai-dong², YUAN Chang-chun², CHEN Yan², LI Hai-li², XU Yue-hong²

(1. Key Laboratory of Tropical Fruit Biology, Ministry of Agriculture, Institute of South Subtropical Crop Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Science, Zhanjiang, Guangdong 524091; 2. Life Science and Technology School, Zhanjiang Normal University, Zhanjiang, Guangdong 524048)

Abstract: Taking fresh watermelon as raw materials, the solid-liquid ratio, extraction pH value, extraction temperature, and extraction time on the extract pectin amount from watermelon rind were studied. The results showed that the watermelon rind pectin extracted in optimum conditions were: solid-liquid ratio 1:10, hydrolytic acidity (pH value) 2, hydrolysis 60 min, hydrolysis temperature 90℃.

Keywords: watermelon rind; pectin; extract