

斥防止了蛋白水解物的胶凝。因此即使高浓度的蛋白质水解液,也具有低粘度特性。这种性质的改变,使蛋白质在加工过程中泵输送、搅拌、喷雾干燥、热杀菌等工艺更易实施,非常适合作食品原料及饮料。

3.5 花生蛋白粉的吸水性

蛋白质吸水性是指蛋白产品吸附水的能力,是蛋白质水化作用的直接表现,对两种花生蛋白在不同 pH 条件下的吸水性变化规律进行研究,结果表明:水剂法花生蛋白在 pH4.0~5.5 等电点区域吸水性最小。在等电点区域之前随 pH 升高而降低,等电点之后随 pH 升高而增大。因为在等电点蛋白质所带电荷为零,水化能力最小,所以花生蛋白粉的吸水性最小,而水酶法花生蛋白的吸水性与水剂法无显著区别。

3.6 蛋白质的风味

和水剂法相比较,水酶法花生蛋白具有一定的水解度。蛋白质水解过程中苦味的产生是最棘手的问题,它主要来自于水解物中的疏水多肽。花生蛋白本身无苦味,当它被水解时,因疏水区逐渐暴露而产生苦味,多肽分子量大小及键长与苦味形成有明显相关性,因此控制苦味产生的有效方法是控制酶解反应的水解度。根据感官评定,花生蛋白苦味与水解度的关系见表 1。

表 1 水解度对花生蛋白苦味的影响

水解度(%)	2.0	3.5	4.6	6.9	7.2	8.4	10.8	11.7
苦味	无	无	无	无	无	略有	有	较重

本实验采用了 AS1.398 中性蛋白酶,该酶主要断裂疏水氨基酸的 C 端,而疏水氨基酸在终端比在肽中间呈较小的苦味;同时水酶法制油过程中,蛋白质是有限水解,一般 DH < 6%。结果表明,与水剂法相比较,水酶法所得花生蛋白无明显苦味。

由于是以水为提取溶剂,在工艺过程中受到微生物的污染,因此两种工艺所得花生蛋白略有不良气味,应尽可能缩短提取时间,减少微生物的污染,避免不良气味。

4 结 论

通过对传统水剂法和水酶法工艺所得花生蛋白的功能特性进行了对比研究,发现两种花生蛋白粉的溶解性、发泡性受 pH 值的影响较大,在等电点区域(pH4.0~5.5)之间都很低,偏离这个等电区域,花生蛋白的溶解度、发泡性随之增大。

在水酶法工艺过程中,花生蛋白表现为低度水解, DH 小于 6%,工艺过程对花生蛋白的功能特性有一定的影响,表现为低度改性,所得花生蛋白溶解度显著提高,尤其是在花生蛋白等电区域,同时具有更好的起泡性和乳化性,所得花生蛋白无苦味,但泡沫稳定性和粘度比传统水剂法花生蛋白差,这此功能特性的变化使得花生蛋白更有利于用做食品原料。

参考文献:

- [1] Fullbrook P D. The use of enzymes in the processing of oilseeds [J]. Am Oil Chem Soc, 1983, 60(2): 428-430.
- [2] Eapen K E, Kalbag S S, Subrahmanyam V. Operations in the wet rendering of peanut for the separation of protein, oil and starch [J]. J Am Oil Chem Soc, 1966, 43: 585.
- [3] 刘志强, 何昭青. 水酶法花生蛋白质提取及制油研究 [J]. 中国粮油学报, 1999, 14(1): 36-39.
- [4] 刘志强, 易平贵, 吴苏喜. 酶法有限水解花生蛋白条件对其含油率影响 [J]. 中国粮油学报, 2003, 18(3): 36-39.
- [5] Kevin N Pearce, John E Kinsella. Emulsifying properties of proteins: Evaluation of a turbidimetric technique [J]. J Agri Food chem, 1987, 26(3): 234-239.
- [6] 鲁晓翔, 陈新华, 唐津忠. 酶法性玉米蛋白功能特性的研究 [J]. 食品科学, 2000, 21(12): 13-15.
- [7] Mahmoud H I. Enzymatic hydrolysis of casein: Effect of degree of hydrolysis on antigenicity and Physical properties [J]. J Food sci, 1992, 57(5): 1223-1229.
- [8] Volkert M A, Klein B P. Protein dispersibility and emulsion characteristics of flour soy products [J]. J Food Sci, 1979, 44: 93-96.
- [9] Aoki H, Taneyama O, Orfmo N, et al. Effect of lipophilization of soy protein on its emulsion stabilizing properties [J]. J Food sci, 1981, 46: 1192-1195.

枇杷果汁加工的酶处理技术研究

何志刚, 李维新, 林晓姿
(福建省农科院果树研究所, 福建 福州 350013)

摘 要: 通过不同的果胶酶对枇杷果浆的处理及其酶促反应的影响因子试验, 结果表明: 果胶酶处理枇杷果浆,

收稿日期: 2003-06-30

基金项目: 福建省科技厅重点科技攻关资助项目 (2002N028)

作者简介: 何志刚 (1964-), 副研究员, 主要从事果蔬贮藏加工研究。

可明显提高枇杷的出汁率及汁的透光率, 利于果汁的澄清; 尤以 pectinex BE3-L 的酶解处理效果最好, 可使枇杷的出汁率提高 16%、透光率提高 40% 以上。该酶理想的使用参数为: 浓度 160mg/L 左右, 温度 35~40℃, 作用时间 4h。

关键词: 枇杷果汁; 果胶酶; 澄清

Study on Pectinase Processing Techniques in Loquat Fruit Juice

HE Zhi-gang, LI Wei-xin, LIN Xiao-zi

(Pomology Research Institute, Fujian Academy of Agriculture Science, Fuzhou 350013, China)

Abstract: Different pectinase process of loquat jam and the individual factors affecting pectinase reaction were studied. The results showed that pectinase could raise juice yield and inhance transmittanty obviously. The best pectinase was pectinex BE3-L. In contrasting to the treatment without pectinase, it could increase the juice yield up to above 16%, and transmittanty above 40%. The optimum factors of pectinex BE3-L in loquat were 160mg/L at 35~40℃ for 4h.

Key words: loquat juice; pectinase; clarification

中图分类号: SS663.4; TS255.44

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2004)01-0072-04

枇杷是我国特产水果, 酸甜适口, 风味佳美, 营养丰富, 具有润肺、止咳、和胃、清热等作用。枇杷汁富含钾而少钠, 特别适宜要求低钠高钾饮食之病人的需要。枇杷果实富含果胶(6~11g/kg), 由于果胶的含量较高, 致使枇杷取汁与果汁(清汁)及果酒澄清增加难度。果胶酶在猕猴桃、苹果、桑葚等饮料的加工中已得到成功的应用^{[1][3~5]}, 而在枇杷的加工上未见有研究报道。本试验研究了枇杷果浆果胶酶处理技术, 对影响酶促反应的各因子进行分析, 确定了酶解的工艺参数, 为枇杷果汁饮料及枇杷果酒的生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 原辅材料

早钟 6 号钟枇杷, 产于福建莆田, 含酸 0.47%(柠檬酸), 可溶性固形物 11.0%, 总糖 8.33%(葡萄糖计); 果胶酶, pectinex BE3-L, 瑞士产; 精制果胶酶, 天津产; 夏盛复合酶 2# 和 3#, 宁夏产; 活力均为 3 万 U/g。

1.1.2 仪器设备

SP-2100UV 紫外分光光度计, 奥立龙 868 pH 计, 电热恒温水浴锅, 阿贝折光仪, 高速组织捣碎机等。

1.2.3 枇杷果浆的制备

枇杷鲜果经清洗、去核、护色、破碎、打浆, 备用。

1.2 方法

1.2.1 果胶酶筛选

4 种果胶酶按剂量用蒸馏水稀释, 每份取枇杷果浆 500g, 各酶按两个浓度(60mg/L 和 100mg/L)分别加入, 搅

匀后放置在 30℃ 下 24h, 用 120 目双层滤布手挤榨取果汁, 以不出汁为准。测定各自的出汁率, 果汁静置 18h 后测定透光率。

1.2.2 影响酶促反应的单因素试验

选取上述筛选出最佳果胶酶 pectinex BE3-L 处理枇杷果浆汁, 以酶浓度、温度、作用时间、pH 值等影响因子作单因素试验。

酶浓度: 在 pH 值为 3.71、温度 30℃、时间 4h 的条件下, 果胶酶浓度为 60、90、120、160、200mg/L 五个处理; 温度: 在 pH 值为 3.71、酶浓度 100mg/L、时间 4h 的条件下, 温度 25、30、35、40、50℃ 五个处理; 作用时间: 在 pH 值为 3.71、果胶酶浓度 100mg/L、温度 30℃ 的条件下, 时间为 2、4、8、12h 四个处理; pH 值: 在酶浓度 100mg/L、温度 30℃、作用时间 4h 条件下, pH 值为 2.0、3.0、3.5、4.0、4.5 五个处理。

各处理完毕后, 果浆加热到 65℃ 钝化酶活性, 榨汁, 测定各处理的出汁率, 果汁静置 18h 后测定透光率。

1.2.3 果胶酶处理对果汁主要指标的影响

按酶处理和非酶处理(对照)两种不同工艺加工枇杷汁, 并对果汁的出汁率、糖度、酸度、分层情况等进行分析。

1.2.4 测定方法

出汁率 果汁与果实重量之比; 透光率 SP-2100UV 紫外分光光度计在波长 510nm 处测定; 糖度 手持糖度计法; 酸度 NaOH 滴定法; pH 值 奥立龙 868 pH 计测量。

各处理重复三次, 实验数据采用 DPS 软件分析。

表1 不同酶制剂的作用效果

酶种类	Pectinex BE3-L		精制果胶酶		夏盛复合酶 3*		夏盛复合酶 2*		CK
酶用量(mg/L)	60	100	60	100	60	100	60	100	0
出汁率(%)	48.72	59.32Aa	55.74	57.90Bb	49.08	56.63Cc	48.78	49.98 Dd	42.42 Ee
透光率(%)	75.5	83.0Aa	78.20	82.4Ab	74.8	79.6 Bc	76.8	78.9CCd	40.7De
汁渣分离速度	3	1	4	2	8	7	6	5	9

注：汁渣分离速度：1→9 由大到小；表中大小写字母分别表示 $p=0.01$ 和 0.05 的显著水平。

2 结果与分析

2.1 果胶酶筛选

枇杷果汁、果酒加工中需要用果胶酶来水解或液化果浆，降低果浆的粘度，提高出汁率，果胶酶的选择将直接影响到枇杷果汁的加工。从表1可以看出，4种果胶酶处理枇杷果浆，各处理都可明显提高枇杷的出汁率和汁的透光率，并能加快汁渣的分离速度，采用果胶酶处理与对照相比出汁率和透光率均达极显著差异($p \leq 0.01$)。各果胶酶处理间也存在差异，其中，以100mg/L的酶处理对出汁率影响，各酶处理间差异均达极显著水平；对透光率的影响，Pectinex BE3-L与精制果胶酶间达显著水平，其它酶处理间达极显著水平。在酶用量为60mg/L时，以精制果胶酶的处理效果最明显，出汁达55.47%，比对照提高了13.28%；酶用量100mg/L时，以pectinex BE3-L及精制果胶酶的处理效果好，出汁率分别达59.32%、57.90%，比对照提高率达17.5%和15.9%，透光率从对照的40.7%提高到83.0%和82.4%，并可明显加快果汁的澄清速度，提高澄清度。试验表明，为充分提高枇杷出汁率、汁渣分离速度，酶的用量应大于100mg/L，四种酶的优先顺序为Pectinex BE3-L、精制果胶酶、夏盛复合酶3#、夏盛复合酶2#。

2.2 pectinex BE3-L果胶酶处理工艺优化

除了酶的使用浓度外，外界条件如温度、pH值、酶作用时间等对果胶酶的作用效果都有很大的影响，从而影响到枇杷的出汁率及汁的透光率。

2.2.1 酶浓度

果胶酶的使用浓度直接影响到其酶解速度，酶浓度越大，速度越快。在pH值为3.71、温度30℃、酶处理4h的条件下，酶的用量与果汁的出汁率的关系符合逻辑斯蒂模型，其回归方程为： $y=61.3238/(1+e^{(-1.0079-0.017254X)})$ ，经方差分析，相关系数 $R=0.9942$ ，决定系数 $R_a=0.9885$ ，达极显著水平。当酶的用量达160mg/L时，枇杷的出汁率和汁的透光率已达最高值，分别为60.04%和81.5%。继续增大酶剂量，并不能明显提高出汁率，反而使果汁的透光率下降，见图1，这是因为酶本身也是蛋白质，过量使用引起果汁的浑浊所致。

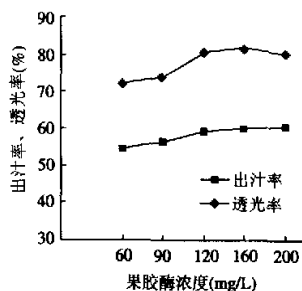


图1 酶浓度对出汁率、透光率的影响

2.2.2 温度

在25~40℃间酶的作用效果随温度的升高而增大，40℃时枇杷的出汁率及汁的透光率达到最高值，温度再升高，出汁率和透光率反而下降。经回归分析，枇杷的出汁率与温度呈二次曲线关系。其回归方程为： $y=28.7739+1.5702X-0.020302X^2$ ，经方差分析，相关系数 $R=0.9779$ ，决定系数 $R_a=0.9562$ ，达显著水平，模拟寻优，其最佳的作用温度为38.7℃。从图2也可以看出，pectinex BE3-L果胶酶的处理枇杷浆汁的最适温度范围为35~40℃，与回归分析结果一致。

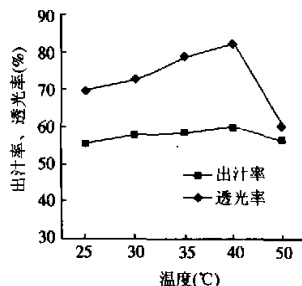


图2 酶处理温度对出汁率、透光率的影响(100mg/L, 5h)

2.2.3 作用时间

枇杷果汁的出汁率与酶处理时间的关系也符合逻辑斯蒂模型，其回归方程为： $y=60.5319/(1+e^{(-0.850282-0.935883X)})$ ，其相关系数为 $R=0.9996$ ，决定系数为 $R_a=0.9992$ ，达极显著水平。随着酶处理时间的延长，出汁率和透光率均呈增加趋势，但经处理4h后，出汁率和透光率增加的幅度较小，见图3。考虑到果汁加工时应尽量缩短加工时间，以免影响果汁质量，因此酶处理应以4h以内为佳。

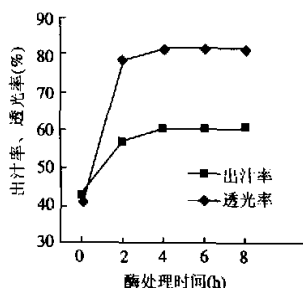


图3 酶处理时间对出汁率、透光率的影响

2.2.4 浆汁的PH值

从图4可以看出, pectinex BE3-L果胶酶处理枇杷浆的最适pH值范围为3.0~4.0。当pH值小于3或大于4时,随果胶酶的活性的降低,酶解速度明显下降,果浆的出汁率及汁的透光率也迅速下降。

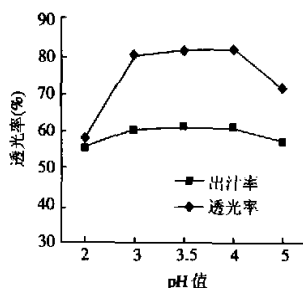


图4 pH值对果汁透光率的影响

综合分析以上试验结果认为,以pectinex BE3-L果胶酶作为枇杷的果浆处理酶,其理想使用参数为:浓度为160mg/L,温度为35~40℃,作用时间为4h, pH值应在3~4之间。

2.3 果胶酶处理对果汁主要指标的影响

从表2可以看出,有酶解处理的出汁率比对照增加了16.5%,且糖度和酸也略有所增加,说明酶处理既提高了枇杷的出汁率,又不影响果汁的质量;汁渣分离的速率也大大加快,有利于果汁的澄清。但随着果胶的分解,果汁粘度下降,果汁中胶粒、悬浮物的下沉,果汁中色粒也一起下沉,果汁的色泽由橙黄色变成淡黄色,这对保持果汁的稳定性极为有利。因此,pectinex BE 3-L果胶酶处理工艺更适宜于枇杷清汁的加工。

表2 果汁中主要指标变化

	出汁率(%)	糖度(折光计)	色泽	酸(%)	分层速度
对照	43.82	11.0	橙黄	0.47	慢
酶处理	60.32	11.2	淡黄	0.48	快

3 讨论

果胶是一种广泛存在于多种水果中的多糖,是细胞

的一种成分,由于果胶具有胶体的粘着性,增加了果浆的粘度,降低了出汁率;阻碍了果汁中蛋白质、多酚等大分子固体粒子的下沉,影响了汁的澄清。果胶酶是一种可分解果胶的复合酶,它可以软化果肉组织中的果胶物质,降解果胶的多糖链,使果胶分解生成半乳糖醛酸和果胶酸,降低果汁的粘度,从而提高出汁率,增强澄清效果^{[2][6]}。不同的果胶酶在不同的水果使用的参数不同,李维新等应用pectinex BE-3L果胶酶制取魁蜜猕猴桃果汁,以60mg/L在30℃处理8h,可提高出汁率达20%,透光率提高50%^[5],刘东红等在海沃猕猴桃应用ROHAPECT D5S果胶酶处理,也明显提高果汁的出汁率,还能明显改进汁的澄清度及冷热稳定性,其最佳应用条件为60mg/L、45℃、60min^[9]。

本试验结果表明,果胶酶的使用可大大提高枇杷的出汁率及汁的透光率,而且对果汁的糖度、酸度的影响很小。尤以pectinex BE-3L的效果较好,可提高出汁率达16%、透光率提高40%以上,其理想使用参数为:温度35~40℃,酶浓度160mg/L左右,作用时间4h, pH值在3~4之间。枇杷果实的含酸量一般都在0.4%~0.7%之间,其pH值也基本符合3~4的范围,生产上可不予考虑pH值的影响。另外,由于枇杷果实里的果胶含量因品种、年份、成熟度等因素的影响而有变化,所以,实际生产上应以本试验结果为参考,分别作以小试验来决定酶的使用参数。

酶处理枇杷果浆后得到的果汁,可通过静置、过滤、下胶等方法得以澄清,以此制得澄清汁。初步研究认为酶处理的果汁使以后的澄清容易,果汁的质量和稳定性也有所提高。

参考文献:

- [1] 王鸿飞,等.果胶酶在猕猴桃果汁澄清中的应用研究[J].西北农业大学学报,1999,27(3):107-109.
- [2] 慕倩华.UV-果胶酶在果汁中的应用研究[J].北京农学院学报.1992.7(1):76-79.
- [3] 王成荣,等.果胶酶制剂在澄清苹果汁加工中的应用研究[J].食品与发酵工业,1978,(5):31-34.
- [4] 王鸿飞,李和生,等.果胶酶对桑椹果汁澄清效果的研究[J].食品科学,2002,23(3):86-88.
- [5] 李维新,王华.猕猴桃汁的制取及澄清[J].食品工业,2000,(5):34-35.
- [6] 彭志英.食品酶学导论[M].中国轻工业出版社,2002.154-156,234-235.
- [7] 罗仓学,张长青.果胶酶制剂对草莓汁澄清作用的研究[J].青海大学学报,19(5):5-6.
- [8] 唐启义,冯明光.实用统计分析及其DPS数据处理系统[M].科学出版社,2002.
- [9] 刘东红,曾超,等.果胶酶 ROHAPECT D5S 对猕猴桃取汁和澄清的影响[J].食品科学,2001,22(3):44-46.