

# 复合酶法生产红枣澄清汁工艺研究

赵光远, 常杨

(郑州轻工业学院 食品与生物工程学院, 河南 郑州 450001)

**摘要:**以红枣为原料,研究了采用酶解法制备红枣澄清汁的工艺参数.单因素和正交实验结果表明:采用复合酶较单一酶酶解红枣能有效提高红枣汁出汁率和可溶性固形物含量;复合酶加工红枣澄清汁的最佳工艺条件为:纤维素酶:果胶酶质量配比为1:3,加酶量为底物质量的0.020%,酶解时间为2 h,酶解温度为50 ℃.在此条件下,红枣汁的出汁率为84.0%,可溶性固形物含量为12.8%.

**关键词:**红枣澄清汁;酶解;纤维素酶;果胶酶

**中图分类号:**TS255.36 **文献标志码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.2095-476X.2013.03.002

## Study on the production of jujube clarified juice by complex enzymatic method

ZHAO Guang-yuan, CHANG Yang

(College of Food and Bioengineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China)

**Abstract:** With jujube as raw materials, the process parameters of jujube clarified juice by enzyme hydrolysis method were studied. The single factor and orthogonal test results showed that using complex enzyme hydrolysis can effectively increase the rate of jujube juice and soluble solid content than using single enzyme. The optimum process conditions of compound enzyme processing jujube clarified juice was determined: the ratio of enzyme mixture (cellulase: pectinase) is 1:3, the amount of enzyme 0.020% of substrate weight, 2 h of operating time and 50 ℃ of enzymatic hydrolysis temperature. Under these conditions, juice yield of jujube juice is 84.0%, soluble solids content of jujube juice is 12.8%.

**Key words:** jujube clarified juice; enzymolysis; cellulase; pectinase

## 0 引言

红枣,又称大枣,为鼠李科植物的成熟果实,是我国著名特产<sup>[1]</sup>.红枣的营养极为丰富,是药食兼用品,素有“活性维生素丸”之称.近代医学研究发现,红枣具有健脾养胃、补中益气、滋肺强肾、缓解药毒、抑制癌细胞增殖等保健功效<sup>[2]</sup>.但是红枣具有独特的质构特征,即存在大量果胶类物质和多糖,不宜直接压榨提汁<sup>[3-4]</sup>,常用的热水浸提、打浆法在加工中存在许多缺点.目前常用的一些浸提工

艺,浸提时间长,提取率低(50%左右)<sup>[5]</sup>.杨玉玲<sup>[6]</sup>通过研究酶技术在果菜汁饮料生产中的应用,证明加入果胶酶、纤维素酶等酶后,在其共同作用下,可增加果菜的出汁率.何佳等<sup>[7]</sup>在对果浆酶和果胶酶影响猕猴桃出汁率的研究中也发现,果胶酶可用于提高果汁出汁率和可溶性固形物含量.本文拟采用纤维素酶和果胶酶的复合酶对预处理后的红枣进行酶解,以枣汁的出汁率和可溶性固形物含量为指标,研究不同酶解条件对澄清型红枣汁的影响并优化获得最佳的酶解工艺条件.

收稿日期:2013-02-17

基金项目:“十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD361307);河南省教育厅科技创新团队项目

作者简介:赵光远(1973—),男,河南省沁阳市人,郑州轻工业学院副教授,博士,主要研究方向为果蔬深加工.

## 1 实验

### 1.1 材料与设备

冬枣,购自郑州果品市场;果胶酶/ $100\ 000\ \text{U} \cdot \text{g}^{-1}$ ,纤维素酶/ $50\ 000\ \text{U} \cdot \text{g}^{-1}$ ,江苏锐阳生物科技有限公司产;T6新世纪紫外可见分光光度计,北京普析通用仪器有限责任公司产;MJ—25BM05C型搅拌机,广东美的公司产;雷磁 PHS—3C型酸度计,上海仪电科学仪器股份有限公司产;梅特勒 AL204 电子分析天平,梅特勒—多利托仪器(上海)有限公司产;HC—3618R 高速冷冻离心机,安徽中科中佳仪器股份有限公司产;阿贝折射仪,上海光学仪器五厂产;HH—4 型数显恒温水浴锅,金坛市科兴仪器厂产。

试剂均为分析纯。

### 1.2 实验方法

**1.2.1 红枣澄清汁制备工艺流程** 参照文献[5]进行如下改进:

红枣→清洗、去核→浸泡→打浆→酶解→灭酶→挤压出汁→二次酶解澄清→灭酶→离心取上清液→调配→杀菌→无菌灌装→成品

取去核红枣 150 g,按 1:6 料液比加水浸泡 2 h,连水一起打浆 2 min,取出枣浆。

**1.2.2 单因素实验** 每次称取 100 g 枣浆于 250 mL 烧杯中,用不同酶量、酶配比、温度、时间进行酶解,然后用 200 目绢布挤压出汁,测量鲜枣的出汁率和可溶性固形物含量。

以出汁率、可溶性固形物含量为指标,分别对质量比分别为 0.010%, 0.012%, 0.015%, 0.018%, 0.020% 的果胶酶,质量比分别为 0.003%, 0.004%, 0.005%, 0.006%, 0.007% 的纤维素酶,纤维素酶与果胶酶的质量比分别为 3:1, 2:1, 1:1, 1:2, 1:3 的复合酶配比,质量比分别为 0.008%, 0.012%, 0.016%, 0.020%, 0.024% 的复合酶量,以及酶解温度(20 °C, 30 °C, 50 °C),酶解时间(0.5 h, 1 h, 1.5 h, 2 h, 3 h)6 因素进行单因素实验,每次实验均设空白对照,进行 3 次平行实验。

**1.2.3 复合酶解工艺确定** 根据单因素实验结果,选择复合酶配比、复合酶量、酶解时间、酶解温度为因素,以可溶性固形物含量为指标,在 pH = 4.6 条件下选用  $L_9(3^4)$  进行正交实验,确定最佳酶解工艺。

**1.2.4 二次酶解澄清** 酶解后的枣汁按 1.2 g/L 的酶量加入果胶酶进行二次酶解澄清。灭酶后离

心,取清液调配、100 °C 杀菌 10 min 后罐装。

**1.2.5 测定方法** 可溶性固形物含量测定依据 GB 12295—90《水果、蔬菜制品可溶性固形物含量的测定折射仪法》。出汁率测定参照文献[7],出汁率 = 酶解后压榨枣汁质量/酶解前枣汁质量 × 100%。

## 2 结果与讨论

### 2.1 纤维素酶添加量对红枣出汁率的影响

枣浆在 50 °C 水浴、pH = 4.6 条件下添加不同量的纤维素酶,酶解 2 h 后挤压出汁,测得对应加酶量的出汁率如图 1 所示。

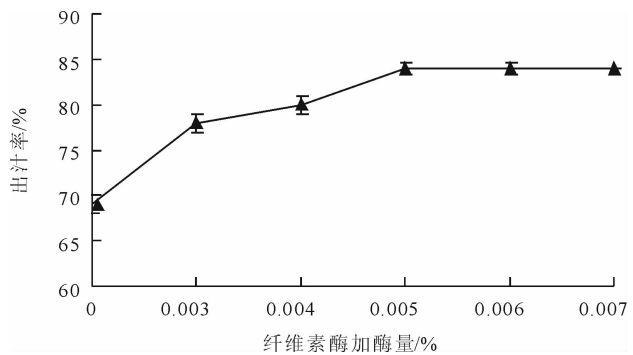


图 1 纤维素酶加酶量对鲜枣出汁率的影响

从图 1 可以看出,随着加酶量的增加,出汁率明显增加,当纤维素酶添加量为 0.005% 时,出汁率达到最大值 84.0%。

### 2.2 果胶酶添加量对红枣可溶性固形物含量的影响

枣浆在 50 °C 水浴、pH = 4.6 条件下添加不同量的果胶酶,酶解 2 h 后挤压出汁,测得对应加酶量下红枣汁可溶性固形物含量如图 2 所示。

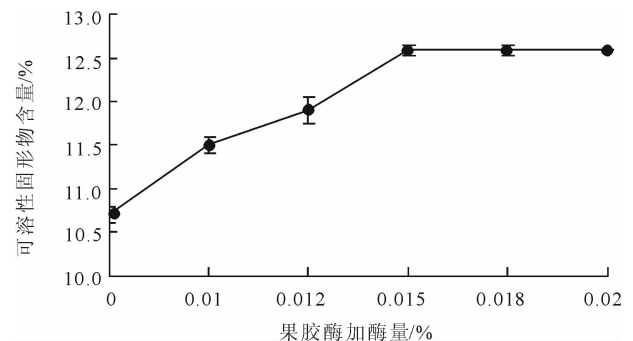


图 2 果胶酶量对枣汁可溶性固形物含量的影响

从图 2 可以看出,在一定范围内,随着加酶量的增加,可溶性固形物含量明显增加。当果胶酶添加量为 0.02% 时,可溶性固形物含量达到最大值 12.6%。

### 2.3 单一酶和复合酶对红枣汁出汁率和可溶性固形物含量的影响

枣浆在 50 ℃ 水浴、pH = 4.6 条件下添加相同量 (0.020%) 的纤维素酶、果胶酶和复合酶 (纤维素 0.005%, 果胶酶 0.015%), 分别酶解 2 h 后挤压出汁, 测得对应加酶条件下红枣汁出汁率和可溶性固形物含量如图 3 所示。从图 3 可以看出, 同等酶量下, 加入复合酶进行酶解的枣汁出汁率和可溶性固形物含量明显高于只加入单一酶的枣汁。

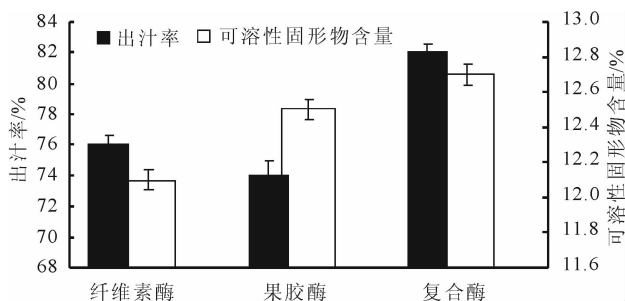


图 3 单一酶和复合酶对枣汁出汁率和可溶性固形物含量的影响

### 2.4 复合酶配比对红枣出汁率及可溶性固形物含量的影响

通过研究果胶酶和纤维素酶加酶量对红枣出汁率及可溶性固形物含量的影响, 确定以 0.020% 的复合酶酶量, 以纤维素酶与果胶酶的质量比分别为 3:1, 2:1, 1:1, 1:2, 1:3, 于 50 ℃ 水浴、pH = 4.6 条件下酶解 2 h 后挤压出汁, 测得对应酶配比下红枣出汁率和可溶性固形物含量如图 4 所示。由图 4 可知, 纤维素酶与果胶酶配比为 1:3 时, 红枣的出汁率和可溶性固形物含量均达到最大值。

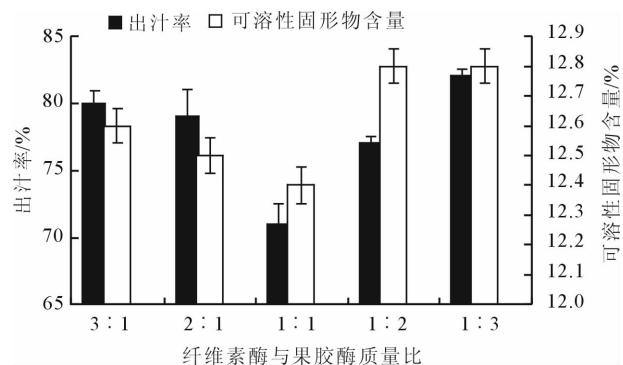


图 4 纤维素酶与果胶酶配比对红枣汁出汁率和可溶性固形物含量的影响

### 2.5 复合酶量对红枣出汁率及可溶性固形物含量的影响

纤维素酶和果胶酶以 1:3 质量配比, 以不同的

复合酶量加到枣浆中, 于 50 ℃ 水浴、pH = 4.6 条件下酶解 2 h 后挤压出汁, 测得枣汁出汁率和可溶性固形物含量如图 5 所示。

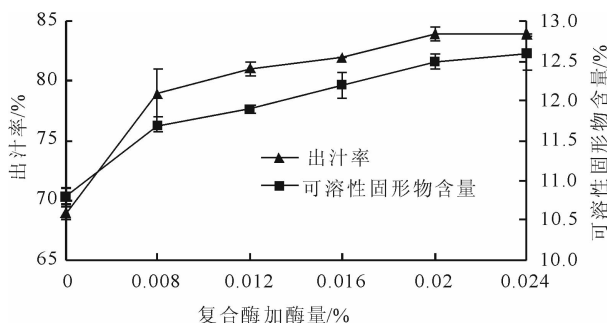


图 5 复合酶量对枣汁出汁率和可溶性固形物含量的影响

从图 5 可以看出, 当复合酶添加量为 0.020% 时, 枣汁的出汁率达到最大 84.0%, 可溶性固形物含量也达到最大 12.6%。之后, 随着复合酶量的增加, 出汁率及可溶性固形物含量不再增加。

### 2.6 复合酶酶解时间对红枣出汁率及可溶性固形物含量的影响

在枣浆中加入 0.020% 的复合酶 (纤维素酶: 果胶酶为 1:3), 于 50 ℃ 水浴、pH = 4.6 条件下酶解不同时间后挤压出汁, 测得枣汁出汁率和可溶性固形物含量如图 6 所示。

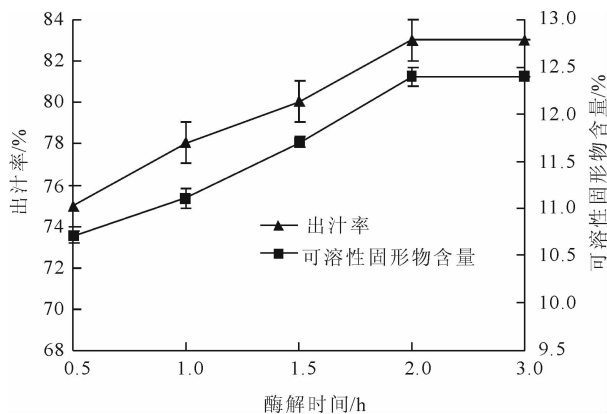


图 6 酶解时间对枣汁出汁率和可溶性固形物含量的影响

从图 6 可以看出, 酶解 2 h 时出汁率达到最大 84.0%, 2 h 以后出汁率基本维持稳定; 同时, 可溶性固形物含量在 2 h 时达到最大 12.4%。这说明在本实验条件下, 枣浆充分酶解需 2 h。

### 2.7 复合酶酶解温度对红枣出汁率及可溶性固形物含量的影响

纤维素酶与果胶酶以 1:3 质量配比, 加 0.020%

的复合酶于 pH = 4.6 的枣浆中,在不同温度下酶解 2 h 后挤压出汁,测得枣汁出汁率和可溶性固形物含量如图 7 所示。

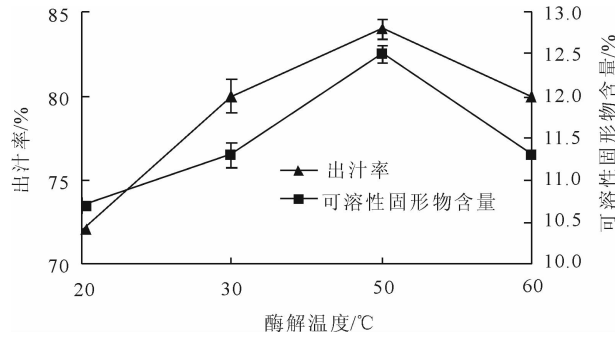


图 7 酶解温度对枣汁出汁率及可溶性固形物含量的影响

从图 7 可以看出,当酶解温度达到 50 °C 时出汁率和可溶性固形物含量最大,出汁率达 84.0%,可溶性固形物含量达 12.6%,之后随温度升高酶的活力损失也增大<sup>[7]</sup>,以致出汁率和可溶性固形物含量降低。

## 2.8 正交实验结果与分析

在单因素实验的基础上,选用  $L_9(3^4)$  进行正交实验,在 pH = 4.6 时考察酶解温度(A)、酶解时间(B)、复合酶配比(C)和复合酶加入量(D)对枣汁酶解中可溶性固形物含量的影响,探究最佳酶解工艺。正交因素水平表见表 1,实验设计和结果见表 2。

表 1 正交实验的因素水平表

因素	水平		
	1	2	3
A/°C	20	30	50
B/h	1	2	3
C(纤维素酶:果胶酶)	3:1	1:2	1:3
D/%	0.016	0.020	0.024

从表 2 可以看出,主次因素为  $D > C > B > A$ ,优化工艺条件为  $A_3B_2C_3D_2$ 。故酶用量是影响红枣汁可溶性固形物含量的主要因素,酶配比、酶解温度和酶解时间的影响较小。要提高出汁率和可溶性固形物含量,综合 2 个指标选取的最佳工艺为  $A_3B_2C_3D_2$ ,即为复合酶加入量为 0.020%,酶配比为纤维素酶:果胶酶 = 1:3,酶解温度 50 °C,酶解时间为 2 h。在此条件下,得到红枣汁出汁率为 84.0%,可溶性固形物含量为 12.8%。

## 3 结论

本文采用纤维素酶和果胶酶的复合酶对预处

表 2 红枣汁复合酶酶解条件正交实验结果

水平	因素				可溶性固形物含量/%
	A/°C	B/h	C	D/%	
1	1	1	1	1	10.8
2	1	2	2	2	12.3
3	1	3	3	3	11.5
4	2	1	2	3	10.9
5	2	2	3	1	12.1
6	2	3	1	2	11.7
7	3	1	3	2	12.8
8	3	2	1	3	11.4
9	3	3	2	1	11.4
$k_1$	11.53	11.50	11.30	11.43	
$k_2$	11.57	11.93	11.53	12.27	
$k_3$	11.87	11.53	12.13	11.27	
R	0.33	0.43	0.83	1.00	

理后的红枣进行酶解,以枣汁的出汁率和可溶性固形物含量为指标,研究不同酶解条件对澄清型红枣汁的影响并优化得到最佳的酶解工艺条件,得出结论:

1) 采用复合酶较单一酶酶解红枣能有效提高红枣汁的出汁率和可溶性固形物含量。

2) 正交实验结果表明,红枣汁酶解的最佳工艺参数为复合酶量 0.020%,酶配比 1:3,酶解时间 2 h,酶解温度 50 °C。在此条件下枣汁的出汁率为 84.0%,可溶性固形物含量为 12.8%。澄清后的枣汁清亮透明,具有典型的红枣色,无浑浊。

## 参考文献:

- [1] 曲泽洲,王永蕙. 中国果树志·枣卷[M]. 北京:中国农业出版社,1993.
- [2] 雷昌贵,陈锦屏,卢大新. 红枣的营养成分及其保健功能[J]. 现代生物医学进展,2006,6(3):56.
- [3] Park K K, Chun K S, Lee J M, et al. Inhibitory effects of 6-gingerol, a major pungent principle of ginger, on phorbol ester-induced inflammation, epidermal ornithine decarboxylase activity and skin tumorigenesis in ICR mice[J]. Cancer Letters, 1998, 129(2):139.
- [4] Suth Y J, Lee J M. Chemoprotective properties of some pungent ingredients present in red pepper and ginger[J]. Mutat Res, 1998, 402(1,2):259.
- [5] 刘秀河. 枣汁提取的澄清工艺[J]. 食品工业科技, 1998(1):37.
- [6] 杨玉玲. 酶技术在果菜汁饮料生产中的应用[J]. 冷饮与速冻食品工业, 1998(3):14.
- [7] 何佳,张宏森,张海宁,等. 果浆酶和果胶酶对猕猴桃出汁率的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(8):76.