

陈雪梅,黎 英,石小琼. 红肉蜜柚果汁粉的生产工艺研究[J]. 江苏农业科学,2015,43(4):258-261.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.04.094

红肉蜜柚果汁粉的生产工艺研究

陈雪梅,黎 英,石小琼

(龙岩学院生命科学院/龙岩学院闽西食品研究所,福建龙岩 364012)

摘要:以闽西红肉蜜柚为材料,探讨了红肉蜜柚果汁粉生产中的酶法取汁和喷雾干燥等问题。结果表明:红肉蜜柚酶法取汁的最佳工艺条件为果胶酶用量 0.08%,纤维素酶用量 0.2%,50 ℃ 酶解 2 h,此时的出汁率为 85.8%;喷雾干燥的最佳工艺条件是 40% β -环糊精为助干剂,进料流量 10 mL/min,进风温度 170 ℃,出风温度 60 ℃,以产品的出粉率、维生素 C 含量和感官状态为指标,所得红肉蜜柚果汁粉的综合评价最高。

关键词:红肉蜜柚;果汁粉;酶法取汁;出汁率;助干剂;喷雾干燥;工艺流程

中图分类号: TS278 **文献标志码:** A **文章编号:** TS2781002-1302(2015)04-0258-04

红肉蜜柚是福建省农业科学院果树研究所从平和县琯溪蜜柚园中的芽变株系选育而成的^[1],其果肉柔软多汁,不留残渣,风味酸甜,不仅富含碳水化合物,有机酸,维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 C 等维生素和磷、钾、钙等矿物质,而且具有健胃、润肺、补血、降血脂、美容等功效^[2-4]。此外,红肉蜜柚是唯一含有番茄红素和 β -胡萝卜素的柚子品种。红肉蜜柚囊瓣的囊皮粉红色,果肉淡紫红色,汁胞的呈色色素为番茄红素和 β -胡萝卜素,分别约为 55.45 $\mu\text{g/g}$ 和 41.10 $\mu\text{g/g}$,是琯溪蜜柚的 55 倍和 46.8 倍^[1],而 β -胡萝卜素和番茄红素是世界上公认的强抗氧化剂,有助于清除人体内的自由基,能起到提高免疫力、延缓衰老的作用^[5]。可见,红肉蜜柚不仅含有普通蜜柚中的营养成分,而且保健价值更高,因此深受人们的喜爱。目前,红肉蜜柚以鲜食为主,市场上有关柚子的加工产品很少,而红肉蜜柚的生产具有季节性和地域性特点,因此,开发红肉蜜柚深加工产品具有特殊的意义。通过一定的加工技术将红肉蜜柚加工成营养丰富、食用方便的红肉蜜柚果汁粉,既能丰富市场上果汁饮料的花色品种,又能减少柚子产区大量柚子资源的浪费,同时增加农户的经济效益。本研究主要探讨红肉蜜柚果汁粉生产工艺中的关键技术问题——果肉取汁工艺和果汁的喷雾干燥工艺,为红肉蜜柚果汁粉的工业化生产提供一定的技术参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

红肉蜜柚,采自福建省龙岩市新罗区苏坂乡。

β -环糊精、麦芽糊精、可溶性淀粉,远大食品添加剂有限公司(食品级)生产。

果胶酶(10 万 U/g)、纤维素酶(5 万 U/g),江苏锐阳生物科技有限公司(食品级)生产。

柚皮苷酶(800 U/g),上海伊卡生物技术有限公司(生化

试剂)生产。

1.2 仪器与设备

AL204 电子分析天平(上海托利多仪器有限公司),WAY-32 手持式折光仪(上海物理光学仪器有限公司),MJ-BL25C3 多功能打浆机(美的电器制造有限公司),DK-S14 型电热恒温水浴锅(上海森信实验仪器有限公司),TDL-5000bR 离心机(上海安亭科学仪器厂),DZF6020 电热恒温真空干燥箱(上海索域试验设备有限公司),实验用小型均质机(上海科劳机械有限公司),6000Y 型实验室喷雾干燥机(北京林音科技有限公司)。

1.3 工艺流程

果胶酶和纤维素酶
↓

红肉蜜柚→去皮、去囊衣、去核→果肉预煮→打浆→酶解取汁→果汁脱苦→减压浓缩→均质→喷雾干燥→果汁粉

↑
助干剂

1.4 操作要点

(1)原料选择。选用外皮完整、光滑、黄净,长圆形的成熟纯种红肉蜜柚果实。(2)去皮、去囊衣、去核。先用水果刀沿着水平方向切去果实头部和底部的表皮,然后沿纵向在果实腰部划出几条细缝,剥去外皮,去除白色海绵体,分瓣,再除去囊衣和核。(3)果肉预煮。将果肉在 60~70 ℃ 的水中预煮 10 min^[6]。预煮可钝化内源酶的活性,具有护色作用,也能除去部分苦味,还可以抑制部分微生物^[7]。(4)打浆。经预煮处理后的果肉用打浆机打成果浆。(5)酶解取汁。打浆后,在柚子果浆中添加果胶酶和纤维素酶,在一定的条件下酶解一段时间,然后 90 ℃、5 min 灭酶,冷却,过滤,再 5 000 r/min 离心 10 min 取上层澄清果汁,即红肉蜜柚果汁。(6)果汁脱苦。柚汁苦味的产生是由于在柚子加工取汁过程中一些天然存在的非苦味前体物质在其内源酶的作用下转化为苦味物,从而产生加工“后苦味”。苦味主要来源于 2 类化合物,一类是黄酮化合物,其主要成分是柚皮苷,另一类是类柠檬苦素,其主要成分是柠碱。含有一定苦味是保持柚汁产品特有风味必不可少的,但苦味过强会导致产品苦不堪食,影响产品的质量。

收稿日期:2014-05-29

基金项目:福建省教育厅 B 类科技项目(编号:JB12200)。

作者简介:陈雪梅(1977—),女,福建龙岩人,讲师,硕士,研究方向为食品加工与贮藏。E-mail:chenxuemei1977@163.com。

柑橘类果汁(橙、柑橘、柚等)的脱苦方法有很多,例如代谢脱苦、吸附脱苦、包埋脱苦、酶法脱苦、膜分离脱苦、基因工程脱苦^[8]等,采用酶法脱苦具有操作简单、脱苦条件温和、脱苦效率高、营养成分损失少等优点^[9]。本试验于柚汁中加入 0.5 g/L 柚皮苷酶,60 ℃下脱苦 90 min^[9]。(7)减压浓缩。将脱苦果汁置于真空干燥箱内,抽真空,于 80 ℃进行蒸发浓缩,使果汁的固形物含量提高至 20%~25%。(8)均质。根据需要添加β-环糊精、麦芽糊精等助干剂,于 15 MPa 高压均质 5 min,使助干剂与红肉蜜柚果汁充分混合,提高包埋效果。(9)喷雾干燥。将果汁预热至 60 ℃,控制果汁的进料流量,在一定的进风温度和出风温度下,将果汁喷雾干燥成果汁粉。

1.5 试验方法

1.5.1 酶法取汁工艺条件的选择 柚子果肉组织较为紧密,果肉中含有大量的果胶质和纤维素^[10],给取汁工艺带来一定的困难。而果汁出汁率的多少直接影响饮料的生产成本,尽可能提高果肉出汁率是红肉蜜柚果汁粉生产中要解决的问题之一。本试验采用由果胶酶和纤维素酶组成的复合酶水解红肉蜜柚果肉来取汁。

参考果胶酶和纤维素酶的性质及相关研究资料^[11-13],采用 L₉(3⁴) 正交试验,对果胶酶用量、纤维素酶用量、酶解温度、酶解时间进行研究,因素水平见表 1,以果汁出汁率为指标确定酶法提取红肉蜜柚果汁的最佳工艺条件。

表 1 红肉蜜柚酶法取汁工艺的因素水平

水平	因素			
	D:酶解时间 (h)	A:果胶酶 用量(%)	B:纤维素酶 用量(%)	C:酶解温度 (℃)
1	0.05	0.1	40	1
2	0.08	0.2	50	2
3	0.10	0.3	60	3

果汁出汁率的计算:

出汁率 = $\frac{\text{红肉蜜柚果汁的质量}}{\text{红肉蜜柚果浆的质量}} \times 100\%$ 。

1.5.2 喷雾干燥工艺条件的选择 柚子果汁中含有较高的糖分、维生素 C 和呈色物质,由于果汁中所含糖分(如蔗糖、葡萄糖、果糖等)分子量小,熔点低,果汁在塔壁不易干燥或已干燥的粉粒在流动中又熔化^[14],较难喷雾成粉,而且直接喷雾干燥会造成维生素 C 等营养成分的损失,对果汁粉的色泽也有一定影响。通过添加β-环糊精、麦芽糊精等干燥助剂可解决此类问题。

先采用单因素试验,对助干剂的种类和用量进行筛选,然后通过 L₉(3³) 正交试验对喷雾干燥过程中果汁的进料流量、进风温度和出风温度进行研究,以果汁粉的出粉率、维生素 C 的损失率和感官状态为评价指标,综合各项指标选择红肉蜜柚果汁粉的喷雾干燥工艺条件。

出粉率的计算:

出粉率 = $\frac{\text{果汁粉的质量}}{\text{喷雾干燥前料液中固形物的含量}} \times 100\%$ 。

维生素 C 损失率的计算:

维生素 C 损失率 = $(1 - \frac{\text{果汁粉的质量} \times \text{果汁粉维生素 C 含量}}{\text{果汁的质量} \times \text{果汁维生素 C 含量}}) \times 100\%$ 。

1.5.3 理化测定指标 采用手持折光仪法测定可溶性固形

物含量,参照 GB/T 12143—2008《饮料通用分析方法》;维生素 C 的测定采用 2,6-二氯酚酚滴定法,参照 GB/T 6195—1986《水果、蔬菜维生素 C 含量测定法(2,6-二氯酚酚滴定法)》。

1.5.4 果汁粉流动性的测定 参照林弘通的方法^[15]进行红肉蜜柚果汁粉流动性的测定。将漏斗铅直放置,漏斗底下放置水平的平板,把 40 g 果汁粉从漏斗加入,测定果汁粉自由下落在平板上所形成锥形的底部直径,用直径的大小来判别果汁粉流动性的大小。直径越大,表示流动性越好。

1.5.5 果汁粉的综合评价标准 由 10 人组成测评小组,对红肉蜜柚果汁粉进行全面评价。对产品的出粉率、维生素 C 含量和感官状态进行评价,综合各项指标,以综合得分为最终评价指标。其中,出粉率占 30 分,出粉率得分 = 出粉率(%) × 30 分;维生素 C 含量占 20 分,维生素 C 得分 = [1 - 维生素 C 损失率(%)] × 20 分;果汁粉的感官占 50 分,从色泽、质地、气味、挂壁情况、流动性进行评价,各指标占 10 分,评分标准详见表 2。

表 2 红肉蜜柚果汁粉的感官评价标准

感官评价指标					得分
色泽	质地	气味	挂壁情况	流动性	
粉红色	细腻、均匀	柚子香味	不黏壁	好	9~10
淡粉红色	较细腻、不黏	香味淡	稍黏壁	一般	6~8
暗粉红色	稍粗糙、黏结	无气味	黏壁严重	较差	3~5
褐红色	粗糙、有粉块	有异味	无粉喷出	很差	0~2

2 结果与分析

2.1 红肉蜜柚酶法取汁工艺条件的确定

红肉蜜柚果肉中含有大量的果胶质和纤维素,在果肉破碎取汁时,果胶的溶出使果浆黏度增高,造成果汁和果渣分离困难,试验结果表明红肉蜜柚果肉打浆后直接过滤取汁的出汁率为 65.2%,同时果汁中的混浊粒子处于稳定的高分子化合物构成的胶态体系中,因此果汁浑浊。

采用果胶酶和纤维素酶酶解提取果汁的正交试验结果见表 3。

表 3 红肉蜜柚酶法取汁的正交试验结果

试验号	A:果胶 酶用量	B:纤维 素酶用量	C:酶解 温度	D:酶解 时间	出汁率 (%)
1	1	1	1	1	71.9
2	1	2	2	2	82.4
3	1	3	3	3	82.3
4	2	1	2	3	86.4
5	2	2	3	1	86.1
6	2	3	1	2	83.1
7	3	1	3	2	83.4
8	3	2	1	3	81.7
9	3	3	2	1	84.3
k ₁	78.9	80.6	78.9	80.8	
k ₂	85.2	83.4	84.4	83.0	
k ₃	83.1	83.2	83.9	83.5	
R	6.3	2.8	5.5	2.7	

由表 3、图 1 可知,各因素对红肉蜜柚出汁率的影响次序

为 $A > C > B > D$, 即果胶酶用量 $>$ 酶解温度 $>$ 纤维素酶用量 $>$ 酶解时间, 最佳酶解工艺为 $A_2B_2C_2D_3$, 即果胶酶用量为 0.08%, 纤维素酶用量为 0.2%, 酶解温度为 50℃, 酶解时间

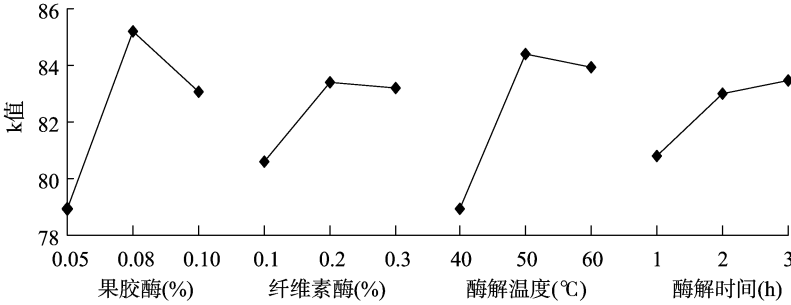


图1 因素水平对 k 值的作用示意图

按果胶酶用量 0.08%, 纤维素酶用量 0.2%, 酶解温度 50℃, 酶解时间 2 h 的工艺条件酶解红肉蜜柚果浆, 然后取汁, 果汁的出汁率为 85.8%, 可溶性固形物含量为 11.6%, 维生素 C 含量为 354 mg/L, 果汁澄清。与打浆后直接过滤的出汁率(65.2%)相比, 出汁率提高了 31.6%。可见, 采用果胶酶和纤维素酶处理果浆, 可分解果肉中的果胶和纤维素等成分, 其中, 起主要作用的是果胶酶, 果胶的分解降低了果浆的黏度, 使果肉细胞中的汁液更容易渗出, 从而提高了出汁率, 同时果胶酶能降解果胶以及其他导致果汁浑浊的各类物质, 具有澄清果汁的作用。

本试验未对酶解的最适 pH 值展开研究。果胶酶和纤维

素酶酶解作用 pH 值范围分别为 3.5~6.5 和 4.0~5.5, 最适 pH 值分别为 5.5~6.0 和 4.8, 柚子原汁的 pH 值为 3.5~4.2, 虽然不是酶解的最适 pH 值, 但在酶作用 pH 范围之内, 而调节 pH 值会使果汁原本的粉红色发生显著变化, 影响果汁粉的感官, 因此不宜调节 pH 值。

2.2 喷雾干燥工艺的确定

2.2.1 助干剂的种类和用量对红肉蜜柚果汁粉的影响 将不同种类和含量的助干剂分别添加到浓缩红肉蜜柚果汁中, 然后均质、预热至 60℃, 控制进料流量 8 mL/min, 在进风温度 160~170℃、出风温度 60~70℃ 下进行喷雾干燥, 结果如表 4 所示。

表 4 不同助干剂对喷雾干燥效果的影响

助干剂的种类和用量	出粉率 (%)	果汁粉维生素 C 含量 (mg/kg)	喷雾干燥效果
无	0	—	不成功, 黏壁严重, 产品不干, 塔底积累大量湿浆
20%β-环糊精	>40	1 856	稍黏壁, 产品含水量高、流动性较差、有柚子清香味
20%麦芽糊精	>40	1 885	稍黏壁, 产品含水量高、稍粗糙、流动性差、稍有异味
20%可溶性淀粉	<20	1 363	黏壁严重, 产品不干, 塔底积累大量湿浆
40%β-环糊精	>75	2 098	不黏壁, 产品感官好、流动性好、有柚子清香味
40%麦芽糊精	>70	2 215	不黏壁, 颗粒稍粗糙、流动性一般、稍有异味
40%可溶性淀粉	>40	1 486	黏壁严重, 产品含水量高, 塔底积累较多湿浆

注: 助干剂的用量以果汁中固形物含量计算, “—”表示未测定

从表 4 可见, 不加助干剂的果汁无法喷雾成粉, β-环糊精、麦芽糊精、可溶性淀粉及其不同用量对果汁粉的出粉率、维生素 C 含量和喷雾干燥效果的影响不同。其中, 以 β-环糊精和麦芽糊精为助干剂的喷雾干燥效果较好, 粉末不黏壁、流动性较好, 可溶性淀粉的黏壁现象较严重; 不同助干剂的果汁出粉率排序为 β-环糊精 > 麦芽糊精 > 可溶性淀粉, 并且随着助干剂添加量的增加, 出粉率也增加, 当 β-环糊精和麦芽糊精的用量达到 40% 时, 出粉率可达 70% 以上; 而维生素 C 含量最高的是以 40% 麦芽糊精为助干剂的果汁粉, 其维生素 C 含量为 2 215 mg/kg, 其次是以 40% β-环糊精为助干剂的果汁粉。另外, 在柚汁脱苦研究中, 也常使用 β-环糊精进行包埋脱苦, 制得的柚汁具有清香味, 无异味。综上考虑各因素, 选择 40% β-环糊精作为红肉蜜柚果汁粉的助干剂较好。

2.2.2 喷雾干燥条件的确定 以 40% β-环糊精为助干剂, 对喷雾干燥过程的进料流量、进风温度和出风温度进行正交

试验, 因素水平见表 5。以红肉蜜柚果汁粉的综合得分为指标, 试验结果如表 6 所示。

表 5 喷雾干燥过程正交试验的因素水平

水平	因素		
	C: 出风温度 (°C)	A: 进料流量 (mL/min)	B: 进风温度 (°C)
1	8	150	50
2	10	170	60
3	12	190	70

由表 6 的 R 值可知, 在所选择的水平范围内, 各因素对红肉蜜柚果汁粉喷雾干燥效果的影响次序为 $B > A > C$, 即进风温度对红肉蜜柚果汁粉的影响最大, 进料流量次之, 出风温度的影响最小。表 6、图 2 结果表明, 喷雾干燥条件的最佳组合为 $A_2B_2C_2$, 即进料流量为 10 mL/min, 进风温度为 170℃, 出风温度为 60℃。进料流量大、进风温度过低, 由于蒸发能力

表 6 红肉蜜柚果汁粉喷雾干燥的正交试验结果

实验号	A:进料流量	B:进风温度	C:出风温度	果汁粉的综合得分
1	1	1	1	68
2	1	2	2	78
3	1	3	3	73
4	2	1	2	71
5	2	2	3	80
6	2	3	1	75
7	3	1	3	65
8	3	2	1	78
9	3	3	2	74
k_1	73.0	68.0	73.7	
k_2	75.3	78.7	74.3	
k_3	72.3	74.0	72.7	
R	3.0	10.7	1.6	

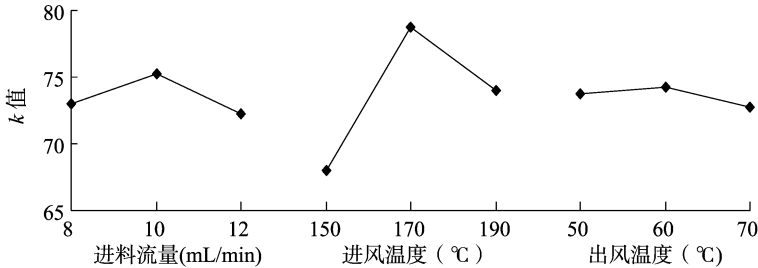


图2 因素水平对 k 值的作用示意图

3 小结

采用酶法提取红肉蜜柚果汁,在自然 pH 下,最佳工艺条件是果胶酶用量 0.08%,纤维素酶用量 0.2%,酶解温度 50℃,酶解时间为 2 h,此时的果汁出汁率为 85.8%,可溶性固形物含量为 11.6%,果汁澄清。与打浆后直接过滤取汁相比,出汁率提高了 31.6%。

红肉蜜柚果汁粉喷雾干燥的优选工艺为以 40%β-环糊精为助干剂,进料流量为 10 mL/min,进风温度 170℃,出风温度 60℃,在此工艺条件下所得产品为粉红色粉末,出粉率为 (75±2)%,维生素 C 含量为 (2 020±35) mg/kg,颗粒均匀细腻、流动性较好、具有柚子的清香味。但产品易吸潮,需及时包装。

参考文献:

[1]胡宁三,蔡盛华,陆修闽,等.柚类新品种——红肉蜜柚[J].云南农业科技,2008(5):47-48.
[2]齐继成.保健果品——柚子[J].保健食品与健康,2006(2):44-45.
[3]张怡,曾绍校,郑宝东.柚子降血脂作用的研究[J].营养学报,2010,32(4):406-408.
[4]任珊珊,胡延滨.柚子可止咳平喘[J].农村新技术:加工版,

不够,塔底积累的湿浆较多,果汁粉的出粉率低,粘壁现象严重,产品水分含量高、流动性较差;进料流量小、进风温度过高,则易使果汁粉颜色变暗,同时会导致已干燥的粉粒在流动中由于低分子糖的熔化而产生粘结现象,从而降低产品的感官状态及其流动性。出风温度的影响虽小,但过低会使果汁粉水分含量高、出粉率低,过高则因过度受热而导致色泽变暗和营养损失;当出风温度与进风温度相匹配时,不仅能提高出粉率、减少营养损失,还能缩短果汁粉的干燥过程,节约能耗。

在浓缩红肉蜜柚果汁中添加 40%β-环糊精,在进料流量为 10 mL/min,进风温度为 170℃,出风温度为 60℃下进行喷雾干燥,经多次试验验证,红肉蜜柚果汁粉的出粉率为 (75±2)%,维生素 C 含量为 (2 020±35) mg/kg,产品粉红色、颗粒均匀细腻、流动性较好,具有柚子的清香味,综合得分平均为 81.5。

2011(6):72-72.

[5]但俊峰,盛雪飞,陈健初.5种柚汁中主要抗氧化成分含量及其抗氧化能力的比较[J].食品科学,2008,29(7):90-93.
[6]李宇,孙钟雷,闻凤,等.柚子黄酮、果胶的提取及保健饮料的研制[J].食品工业,2012,33(6):58-61.
[7]杨敏,于立梅,李丽新.华南特色柚子果汁饮料加工影响因素研究[J].现代农业科技,2010(23):322-323.
[8]赖崇德,涂晓赞,张智平,等.柑橘类果汁苦味物质去除方法的研究进展[J].江西科学,2007,25(6):720-725.
[9]王鸿飞,李和生,董明敏,等.柚皮苷酶对柑橘类果汁脱苦效果的研究[J].农业工程学报,2004,20(6):174-177.
[10]刘昭明,何仁,黄翠姬,等.粒粒柚果汁饮料的生产工艺研究[J].广西工学院学报,2002,13(1):67-70.
[11]陈渝,李远志.果胶酶和纤维素酶对菠萝汁澄清效果的研究[J].食品研究与开发,2005,26(6):61-64.
[12]王海荣,李燕,邹盈,等.果胶酶和纤维素酶对尤力克柠檬出汁率的影响[J].农产品加工·学刊,2010,202(3):56-58.
[13]刘盈盈,张玉武,贺早,等.复合酶法澄清余甘子果汁的工艺条件优化[J].江苏农业科学,2013,41(4):254-256.
[14]滕建文,文良娟,于兰,等.龙眼粉喷雾干燥的初步研究[J].广西园艺,2000,31(1):13-14.
[15]林弘通.乳粉制造工程[M].北京:中国轻工业出版社,1987:89.