

香蕉果肉饮料的研究

杨方琪 高福成 R. R. J. Baptiste

(无锡轻工业学院) (马达加斯加国)

摘要 研究了香蕉带果肉饮料加工工艺。为保持香蕉的天然色、香、味,探讨了香蕉果肉褐变的控制和果肉在汁中的稳定性,得出的最佳加工工艺条件为:热烫温度 100 C,热烫时间 4min,果泥含量 20%,糖度 13.5°BX,酸含量为 0.15%,pH4.0 ± 0.1,添加 0.05%黄原胶和 0.02%魔芋精粉,经过 2 次磨胶,排气,100 C 杀菌 15min.

主题词 香蕉; 饮料; 果肉果汁; 加工工艺

中图分类号 TS201.56

香蕉是热带、亚热带的重要水果之一,分布于南纬 30°以内的热带、亚热带地区,其果实富含淀粉、蛋白质、脂肪、果胶、胡萝卜素、V-B₁, V-B₂, V-C, V-E 及钙、磷、铁等,不含胆固醇,是人们喜爱的果品之一。广东香蕉体形小,香味浓郁,果肉嫩滑,很适于加工。现有的产品主要有香蕉脆片、果酱等^[1,2],品种较少。由于目前果汁及果肉饮料销售甚旺,因此开发香蕉果肉饮料是有价值的。

本研究主要从以下三方面进行:

- 1) 探讨香蕉中过氧化物酶(POD)的特性及护色工艺;
- 2) 确定香蕉果肉饮料的加工工艺;
- 3) 研究果肉在果汁中的稳定性及果肉果汁配方。

1 实验材料与方法

1.1 材料及仪器设备

1.1.1 材料

广东香蕉	市售	食盐	食用级
魔芋精粉	食用级	黄原胶	食用级
酸性 CMC	食用级	果胶(PE)	商业级
		海藻酸钠	食品级
		柠檬酸	食品级

收稿日期:1994-03-22

蔗糖 商业级	NaHSO ₃ 分析纯
磷酸盐 化学纯	邻苯二胺 化学纯
丙酮 试剂级	

1.1.2 仪器及设备

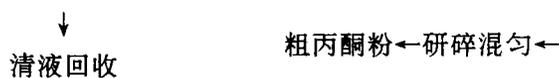
721 型分光光度计	粘度计 (HAAKE4 ROTOVISCO)
粒度分析仪 (HORIBA CAPA-500 Centrifngal automatic Particle Analyzer)	
阿贝折光仪	pH 计
比重表	胶体磨

1.2 酶的特性与护色试验

1.2.1 酶的特性研究 香蕉去皮后与空气接触易发生褐变,其原因主要是香蕉中的多酚氧化酶(PPO)^[11]作用引起的。加工中为避免褐变,一般采用护色和热烫处理。香蕉中的酶有多酚氧化酶及过氧化物酶(POD)等,而 POD 具有很高的热稳定性^[3,5],所以进行热烫处理时常以 POD 作指标,热烫后如果 POD 完全(至少 95%以上)破坏,就表明存在于香蕉中的其它酶都已失活,为此研究了 POD 的特性。

1) POD 的提取

香蕉→去皮→加 4 倍丙酮→捣碎→冷冻高速离心→残渣→冷风吹干→真空干燥→



2) 酶液制备及酶活力测定 准确称取 0.5~1.0g 粗丙酮粉,加 20ml 0.2mol/L 磷酸盐缓冲液(pH7.0)及少量海砂研磨,过滤,定容至 25ml,置冰箱中待测。在比色皿中先加一定量的底物(邻苯二胺),显色剂和缓冲液,混匀,然后加入酶液使总体积为 3ml,立即混匀并计时,用 721 型分光光度计测定溶液在一定波长下光密度随时间的改变值。从所得曲线最初线性部分的斜率计算酶活力,以光密度每分钟增加 0.1 作为一个酶活力单位。

3) 最大吸收波长的选择 方法同上,测定溶液在波长 $\lambda=350.0\sim 550.0\text{nm}$ 内的吸收值(每间隔 10nm)。

4) Michaelis 常数测定 (K_m 和 V_{max}) 方法同 2)。从 Lineweaver-Burk 图测定 Michaelis-menten 理论中的两个最重要的参数 K_m 和 V_{max} 。

5) pH 对酶活力的影响 在 pH2.6~8.0 范围内,每隔 0.5 的系列柠檬酸磷酸盐缓冲液内(2.45ml)分别加入 0.225ml H₂O₂ 及 0.225ml 邻苯二胺混匀,迅速加入 0.1ml 酶液,用 721 型分光光度计($\lambda=424\text{nm}$)测定不同 pH 下的酶活力。

6) 温度对酶活力的影响 方法同 5)。在最适 pH 下用 721 型分光光度计和恒温水测定 30℃~90℃ 范围内(每间隔 5℃)的酶活力。

1.2.2 POD 的热稳定性试验 将酶液置于管中,在 60℃ 水浴中保温 1min,然后将试管移至 100℃ 的另一水浴中随即记录时间,分别在 30s,45s,1.5,2,3,5,7,10min 从试管中取出适量酶液移至另一试管并立即用冰浴冷却至接近 0℃,然后测定残余酶活力(缓冲液 pH6.4),并以未经热处理的酶液作参比。

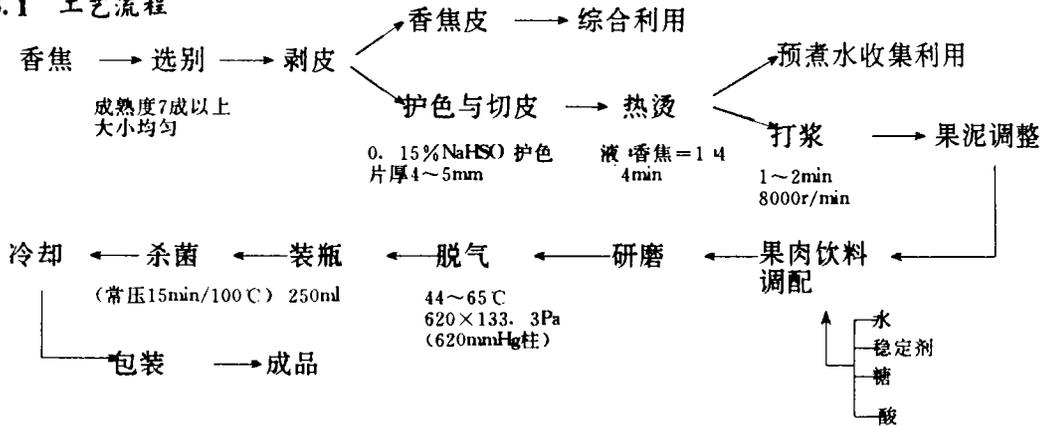
1.2.3 护色试验 配制以下几种护色液:0.1%柠檬酸溶液,0.01%V-C 溶液,0.5% NaHSO₃ 溶液,1.5%食盐溶液,混合溶液 A(1%食盐+0.1%柠檬酸),混合溶液 B(0.01% NaHSO₃+0.5%食盐+0.05%柠檬酸),然后取香蕉片 50g(厚度为 3~5mm)加入 200ml 护色液

观察香蕉片的颜色,以确定最佳的护色液与护色条件。

1.2.4 热烫试验 将经护色处理后的香蕉片放入含0.1%柠檬酸的沸液中,当温度再次达到沸腾时开始记录时间,分别在30s,1,1.5,2...min取出并立即冷却至0℃或接近室温,然后测定酶活力,以未经热处理的酶液活力作为1,然后计算不同热处理后酶液中的相对残余活力。

1.3 香蕉带果肉饮料的工艺

1.3.1 工艺流程



1.3.2 配方 用感官评定(顺序法)法确定配方中的果泥含量、糖含量、酸量及最佳糖酸比,由此给出三个配方,从中确定最佳配方。

1.3.3 稳定性研究 根据工程流体力学原理,颗粒在流体层流区内的沉降速度符合斯托克斯定律,即

$$V = \frac{2gr^2(d_s - d_f)}{9n}$$

式中

- V —— 颗粒沉降速度(cm/s) r —— 颗粒直径(cm)
 d_s —— 颗粒密度(比重)(g/cm³) d_f —— 流体密度(比重)(g/cm³)
 g —— 重力加速度(cm/s²) n —— 流体动力粘度(Pa·s)

因此,减小沉降速度,提高饮料悬浮液稳定性的有效途径是:降低颗粒大小,缩小颗粒与汁液的密度差,增加汁液的粘度。本试验采用胶体磨进行汁液微粒化处理,调整果泥与糖度以减少颗粒与汁液的密度差,通过加入适当的稳定剂增加粘度,经过测颗粒大小、粘度及稳定性情况后确定胶磨次数、果泥含量、糖度及稳定剂的品种与用量。

采用以下稳定剂作试验:酸性CMC;果胶(PE);海藻酸钠;黄原胶;魔芋精粉。

2 结果与讨论

2.1 香蕉中POD的特性

2.1.1 最大吸收波长的选择 不同波长下的光密度如图1。从图1可见,在波长为424nm处的吸收值最大。

2.1.2 米氏(Michaelis)常数 K_m 和 V_{max} (最大反应速度) 借助于米氏方程^[15]

$$V = \frac{V_{max}[S]}{K_m + [S]}$$

式中

V ——测定的反应初速度 V_{max} ——最大反应速度
 $[S]$ ——基质全部浓度 K_m ——米氏常数

测定不同底物与反应速度的关系,结果见图 2. 由图 2 可见 $1/V \sim 1/[S]$ 为一条直线,斜率为 $\frac{K_m}{V_{max}}$. 从图上可算得 $K_m = 39.45\text{mmol}$, $V_{max} = 0.047$ 吸光度 /min, 从 K_m 可知,半饱和时酶所需的底物浓度,因 K_m 值不大,所以只要少量的底物就能饱和酶。

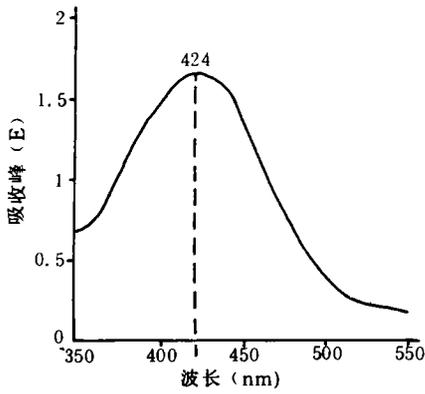


图 1 最大吸收波长选择

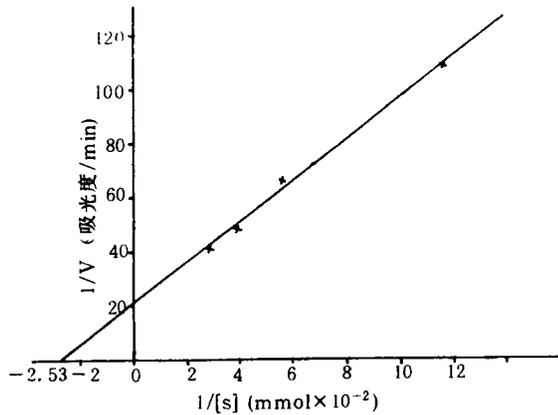


图 2 底物浓度与反应速度的关系

2.1.3 pH 值对 POD 活力的影响 pH 值对酶活力的影响见图 3. 从图 3 中可知,在 pH5.5 和 6.4 处有两个峰,即两个最适 pH. 由此可知存在于香蕉中的 POD 至少有两种同功酶. 此外从图 3 还可看出,当 pH 低于 4.0 或大于 7.0 时,相对酶活力已低于 40%,因此加工香蕉汁时控制适当的 pH 值就能显著地抑制酶活力。

2.1.4 温度对酶活力的影响 在 pH 为 6.4, 波长 424nm 条件下,温度与 POD 活力的关系曲线见图 4. 由图 4 可知,该 POD 的最适温度为 77℃ 左右,当温度大于 90℃,POD 的相对活力急骤减小至 30%,这对确定工艺条件有直接关系。

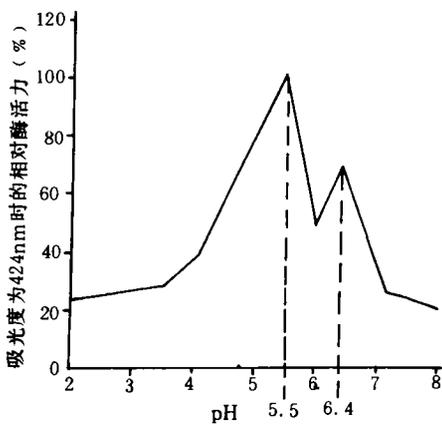


图 3 pH 对酶活力的影响

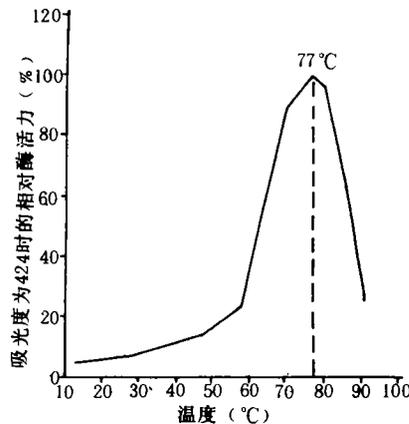


图 4 温度对酶活力的影响

2.2 POD 的热稳定性及 POD 的残余活力

POD 的热稳定性与其残余活力的关系见图 5。由图 5 可知香蕉中的 POD 是由热稳定性(占 20%左右)和热不稳定性两部分组成,这和资料报道类同^[4]。按理,如果要使 POD 全部失活,最少时间为 3min,但在不到 1min 时已失活 80%以上,而留下的少部分却需较长的时间才能失活,这些都为工艺条件的确定提供了依据。

2.3 香蕉带果肉饮料加工中的护色工艺^[17]

2.3.1 不同护色液的护色效果 试验结果见表 1。

表 1 中 1#~6# 分别表示 1.5% 盐水溶液; 0.5% 亚硫酸氢钠; 混合溶液 A (1% 盐水 + 0.1% 柠檬酸); 0.1% 柠檬酸溶液; 0.01% V-C; 混合溶液 B (0.01% 亚硫酸氢钠 + 0.05% 柠檬酸)。6 种样品按护色情况打分,由好至坏从 1~6 排列,括号中的数字表示变化情况(5)为变白,(4)为同原色,(3)为变化不明显,(2)为褐变。

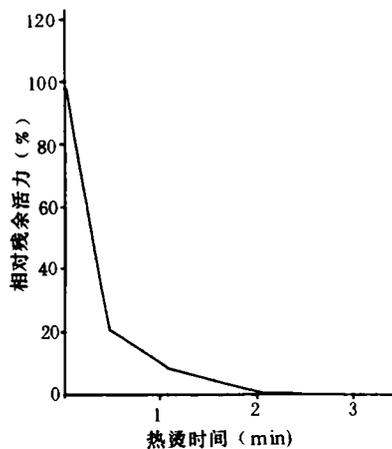


图 5 POD 残余活力与热烫时间关系

表 1 护色试验结果

	时 间 (min)								
	15	35	60	90	200	270	330	750	1440
水	(4)	(2)							(2)
1#	5(4)	4(4)	4(4)	4(4)	4(3)	4(3)	5(2)	6(2)	5(2)
2#	2(5)	2(5)	2(5)	2(5)	2(5)	2(5)	2(5)	2(5)	2(5)
3#	3(4)	5(3)	5(3)	4(3)	5(3)	4(3)	4(3)	4(3)	3(3)
4#	4(4)	5(3)	5(3)	5(3)	5(3)	4(3)	4(3)	5(2)	5(2)
5#	3(5)	3(5)	3(5)	3(5)	3(4)	3(4)	3(4)	3(4)	4(3)
6#	1(5)	1(5)	1(5)	1(5)	1(5)	1(5)	1(5)	1(5)	1(5)

从表 1 可以看出,在护色液中,效果最好的是单用或混合使用含 SO_2 的护色液,而 NaHSO_3 的有效浓度是 200ppm 以上。 SO_2 不仅可以抑制非酶褐变及酶褐变,还可以抑制生物生长和具有漂白作用^[6,7,8]。当然用量要适当才有利于抑制成品中 SO_2 的残留量。

2.3.2 护色液与热烫相结合的护色效果 按前述热烫试验的条件即 100°C ,热烫液为 0.1% 柠檬酸液 (pH2.6 左右),将不同规格:片厚 3~5mm;完全不切;纵切割成两半已护色的香蕉(护色条件:0.15% 亚硫酸氢钠,蕉/液比为 1:3),以热烫液与香蕉间比例为 4:1 时进行热烫处理,结果见图 6。从图 6 中可知,热烫时间是随香蕉的大小和成熟度而变的^[10],成熟度高的及直径较小的香蕉所需热烫时间较短,反之时间则较长。这是由于传热速度的影响^[12,13]。从图 6 也可看出,香蕉直径和成熟度相同的条件下,切片的所需时间最短,而不切者所需时间最长^[18]。

2.4 香蕉带果肉饮料的配方

果泥、糖和酸^[14]含量的确定 从感官试验得出最适的果泥含量为 20%~23%,此时最佳糖度为 12~14°BX,由此给出三个配方 A,B,C,由感官评定(顺序法)确定最适配方,结果

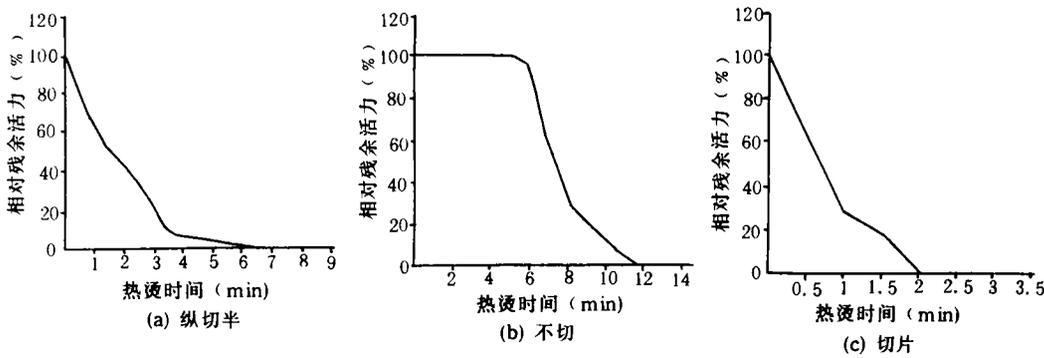


图6 护色后再热烫对POD残余活性的影响

见表2.

表2 感官评定结果

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	顺序合计
A	3	3	2	3	3	1	3	3	2	3	26
B	1	2	3	2	2	3	2	1	3	1	20
C	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	14

根据 Kramer 的检定表($\alpha = 5\%$),当判断者 $n = 10$ 个试验样品, $r = 3$ 时, T_i 值在 15~25 的范围之外时具有显著水平。因此可断定 C 属于显著受人喜欢的样品,故选择的最佳配方为:果泥含量 20%,糖度 14°Bx,酸度 0.17%。

2.5 稳定剂、胶磨工艺对饮料稳定性的影响

2.5.1 稳定剂的影响 选用黄原胶、魔芋精粉、酸性 CMC、果胶海藻酸钠等稳定剂,经单因子及多因子复合试验结果表明,在本试验条件下使用黄原胶 0.05% 与魔芋精粉 0.02% 的复合液,稳定性较佳。

2.5.2 磨胶工艺与稳定性 经检测,磨胶次数与粘度、颗粒大小及比重的结果判断稳定作用,见表3。图7为不同磨胶次数所对应的颗粒大小分布图,由此得到图8为平均颗粒大小与胶磨次数的关系。

表3 胶磨次数与粘度、颗粒直径、比重的测定结果

磨胶次数	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12
粘度(mPa·s)	264.17	225.96	260.63	266.52	258.28	298.32	251.19	258.28	313.20	208.24
颗粒直径(μm)	36.80	36.20	34.16	35.04	35.61	36.17	38.89	37.66	32.91	38.06
密度(比重)(g/cm^3)	1.0386	1.0392	1.0366	1.0329	1.0402	1.0366	1.0318	1.0323	1.0380	1.0394

从表3及图7可以看出,经过胶磨后颗粒的大小是有一定差别的,但随着胶磨次数的增加,颗粒的大小相差越来越小,也可说是变均匀了,从图8中更为明显地表示出来。且发现胶磨次数达一定范围时颗粒变小,图7表明磨5次颗粒最小,如果再增加磨次,颗粒反而会变大或聚合,这可能是由于粒子比表面随磨次增加而增大,体系的表面能升高,粒子有聚集复

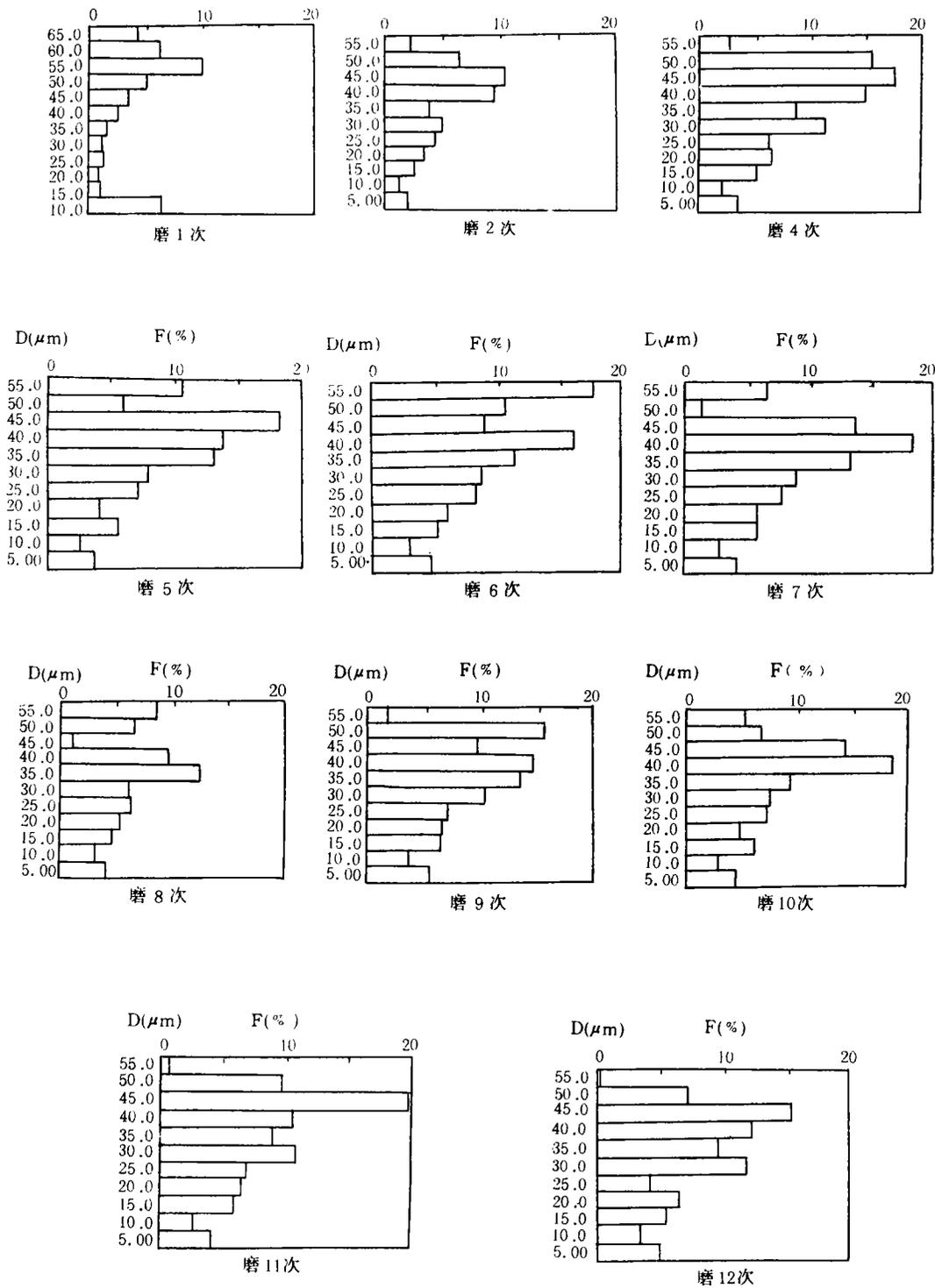


图7 颗粒大小的分布图(按体积)

原的倾向,磨至一定程度分散作用和聚集作用之间达平衡,细度不再增加^[16]。

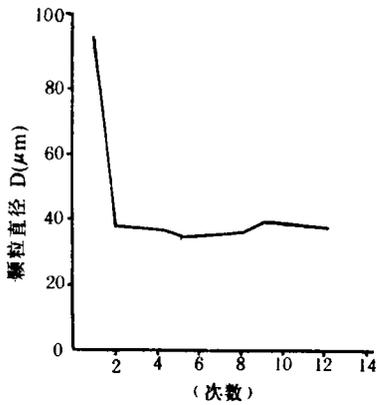


图8 平均颗粒大小与胶磨次数关系

图9为香蕉果肉饮料的粘度图,图10为胶磨次数与粘度的关系。

由表3和图9可知,体系的流变特点是:体系没有屈服值,流变曲线从原点开始;视粘度(切力与切速之比)随切速的增加而减少。因此香蕉带果肉饮料是一种假塑性流体,符合 Power-low 模型即剪切变稀。究其原因,可以认为在香蕉带肉饮料中的粒子均属于大分子不对称性颗粒,当液体在静止时,粒子可以有各种取向,当切速增加时,粒子沿其长轴方向流动定向,切速越大这种定向也越彻底,流动阻力也随之降低,最终完全定向排列,粘度就不会有变化了^[16]。从颗粒大小与粘度的变化结果表明:粘度的差别不明显,

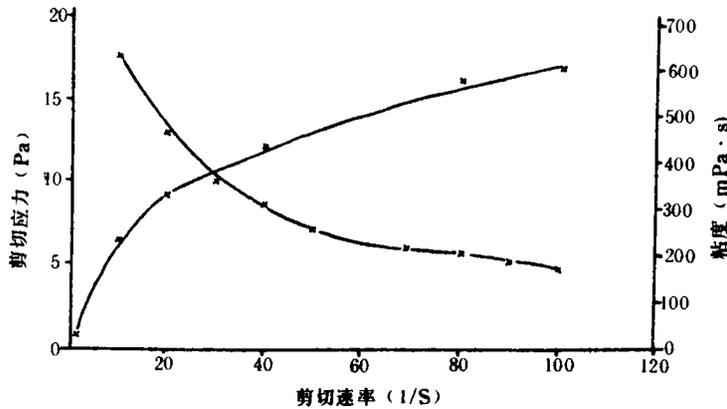


图9 香蕉果肉饮料的粘度图

且当切变速率 $>40s^{-1}$ 时,香蕉带果肉饮料的粘度都差不多,而当切变速率 $<40s^{-1}$ 时其差别就显现了出来,见图10(切变速率 $=40s^{-1}$)。

3 结 论

- 1) 最佳的护色液为含 SO_2 溶液的 $NaHSO_3$, 其有效浓度 $>200ppm$ 。
- 2) 通过对香蕉中过氧化物酶特性研究表明,当 $pH < 4.0$, 酶活力低于 40%。当温度高于 $90\text{ }^\circ\text{C}$ 时酶活力已接近 30%。
- 3) 根据过氧化物酶热稳定性, 确定经 $100\text{ }^\circ\text{C}$, 4min 热处理(热烫), 香蕉中的耐热力最强的过氧化物酶可被杀灭, 此时其它酶可以认为基本都已失活。

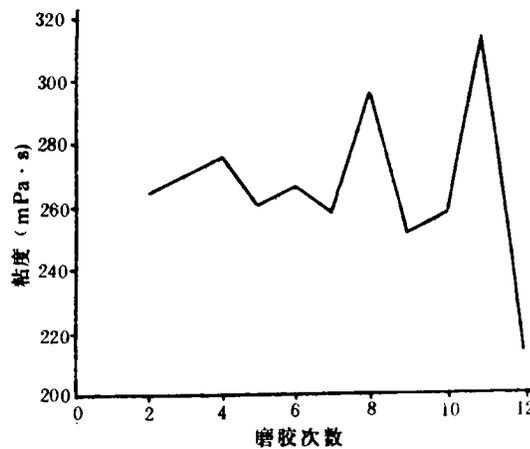


图10 胶磨次数与粘度的关系

4) 香蕉带果肉饮料中产生沉淀的主要成分为果胶、蛋白质和纤维素等,可利用胶磨和使用稳定剂来解决这个问题。通过磨胶后可降低颗粒度和提高均匀性的效果,磨胶次数增加均匀性上升,但颗粒度并不成线性下降,因而在生产时磨2次即可。从各种稳定剂的稳定效果研究中得出黄原胶0.05%+魔芋精粉0.02%效果最好。

5) 最佳配料为:果泥20%,糖度13.5%,酸含量0.15%,黄原胶0.05%,魔芋精粉0.02%,苯甲酸钠0.02%。最佳工艺条件是:护色液为0.15%NaHSO₃按1:3(香蕉:护色液),热烫温度100℃,热烫4min以上,磨2次,温度100℃杀菌15min。这个配方的成品味道更为可口。

致 谢

感谢项建琳、陈洁等的帮助和密切合作。

参 考 文 献

- 1 陈舟. 上海食品. 1985,4
- 2 Philip E. Nelson. Fruit and Vegetable Juice Processing Technology AVL Publishing Company, 1984
- 3 WANG Z, BSLUH. Chacacterisation of soluble and bound Peroxidase in green asparagus. Journal of Food Science, 1983. 418~421
- 4 Banana Economic Crops Volume I. 1990
- 5 Whitaker J R. Principles of Enzymology for the Food Sciences, 1972:290
- 6 林文权等. 香蕉汁制取及饮料配制研究. 食品科学, 1990,(4):14~17
- 7 苏费第(台湾). 香蕉浆罐头之加工技术. 食品加工. 1~22
- 8 Garcia R, Arriola M C, Porres E et al. Process for banana puree preservation at rural level, lebesm. wiss. u. Technol. 1985,18:323
- 9 Wainwright H, Hughes P A. Objective measurement of banana pulp Colour. International Journal of Fd. Sc. and Techn. 1989,24:553~558
- 10 Wills R B H, Lim J S K, Greenfield H. Changes in Chemical Composition of Cavendish banana (*Musea acuminata*) during ripening. Journal of Food Biochemistry. 1984,8:69~77
- 11 Mowlah G, Takono K, Kamoi I. Browning phenomenon by banana polyphenoloxidases. Journal of Japanese Society of Food Science and Technology. 1983,30(4):245~251
- 12 Williams D C, Lim M H, Chen A O, Pangborn R M et al. Blanchung of Vegetables for freezing which indicator enzyme to choose. Food tecnology, 1986,40(6):130~140
- 13 Cano P, Marin M A, Fustor C. Freezing of banana slices. Influence of maturity level and thermal treatment prior to freezing. Journal of Food Science. 1990,55(4):1070~1072
- 14 Wynan H, Palmer J K. Organic acids in the ripening banana fruit. Plant Physiol. 1964,39:630~633
- 15 O R 菲尼马,王璋等译. 食品化学. 中国轻工业出版社,1991
- 16 陈宗淇,戴国光. 胶体化学. 高等教育出版社,1986
- 17 杨方琪,杨健,费健. 带肉梨汁护色及加工工艺的研究. 无锡轻工业学院学报, 1986,1(5)
- 18 Haard N F, Tobin L L. Patterns of soluble peroxidase in ripening banana fruit. J. Food Sci. 1971,36:854

Studies on the Processing of Banana Nectar Drink

Yang Fangqi Gao Fuchem R. R. J. Baptiste

(Wuxi Insti. of Light Ind.) (Madagascar)

Abstract The processing of the banana nectar drink and methods of preserving its natural flavour, Colour and taste is reported. The research was mainly centralised on two aspects: prevention of banana browning and stabilization of the suspension. It was found finally that the best Conditions of processing are the blanching at 100 C for 4 min, the puree content 20%. The saccharinity 13.5°Bx, the acidity 0.15%, the pH scale within 4.0 ± 0.1 , After adding of the mixture of xanthan gum 0.05% and 0.02% konjac glucomannan (KGM), repeat homogenizing twice the remaining air is exhausted and then sterilized at 100 C, 15 min.

Subject-words Drink; Banana; Fruit-nectar; Technology