

香蕉皮果胶的提取及其对凝固型酸奶稳定性的影响

王辰, 马立安

(长江大学生命科学学院, 湖北 荆州 434025)

摘要: 采用盐酸提取香蕉皮中的果胶物质, 并研究其作为稳定剂对凝固型酸奶稳定性的影响。结果表明: pH 2.0 的盐酸作为提取液的最佳提取条件为: $V_{\text{提取液}}:m_{\text{香蕉皮}}=4:1$, 提取温度 80 °C、萃取时间 1.5 h; 以香蕉皮胶和黄原胶作稳定剂的凝固型酸奶的最佳工艺条件为: 使用 0.3% 的稳定剂 ($m_{\text{黄原胶}}:m_{\text{香蕉皮胶}}=1:3$), 前发酵温度为 42 °C, 时间 3.5 h, 接种量 4%。

关键词: 酸凝乳; 香蕉皮果胶; 提取; 稳定性

中图分类号: TS252.54; 文献标识码: A; 文章编号: 1673-9078(2008)05-0459-04

Extraction of Pectin from Banana Peel and its Effect on the Stability of Yogurt

WANG Chen, MA Li-an

(College of Life Science, Yangtze University, Jingzhou 434025, China)

Abstract: Pectin was extracted from banana peel by HCl and its effect on the stability of yogurt was investigated. The optimum extraction conditions were as follows: pH value of 2.0, temperature of 80 °C, extraction time of 1.5 h and the ratio of liquid to solid of 4:1. Orthogonal experiment showed that the most stable yogurt was achieved using 0.3% stabilizer (xanthan gum:banana peel pectin=1:3) under the following fermentation conditions: temperature of 42 °C, fermentation time of 3.5 h and inoculum size of 4%.

Key words: yogurt; banana peel pectin; extraction; stability

凝固型酸奶深受人们喜爱。它营养价值高, 风味好, 有利于人体消化吸收, 而且酸奶对人体肠道内菌群有平衡作用, 对癌症, 胃病, 慢性便秘, 糖尿病, 肝病等各种疾病有预防和治疗的功效^[1]。酸奶制品常常出现粘稠度低、有乳清析出、组织状态差, 提高酸奶品质重要的措施是添加适当的稳定剂、乳化剂^[2-3], 它们能够减轻乳蛋白在加热灭菌和发酵产酸时产生的“热变性”和“酸变性”, 使乳清析出减少, 保持酸奶胶体稳定。

香蕉皮中的果胶为多糖类物质, 可抑制肠道对胆固醇及三酸甘油的吸收, 对高血压、动脉硬化等疾病有辅助治疗作用。在香蕉皮中提取果胶有利于综合利用香蕉资源, 生产天然的稳定剂和乳化剂^[4]。果胶的乳化性和粘度受温度、pH 及果胶的浓度的影响^[5], 研究香蕉皮果胶的加量及作用条件对凝固型酸奶的品质影响, 为改善凝固型酸奶的产品品质提供依据。

1 材料与方法

1.1 原材料

收稿日期: 2008-01-25

作者简介: 王辰 (1965-), 男, 副教授, 研究方向为食品加工技术

香蕉皮: 在当地市场购得海南产巴西蕉, 去皮后用于实验; 黑龙江完达山脱脂奶粉: 蛋白质≥33.0%; 菌种: 保加利亚乳杆菌 (*L.bulgaricus*)、嗜热链球菌 (*Str.thermophilus*) 均由生科院食品加工实验室提供。黄原胶为贝格·贝克 (广州) 食品有限公司产品, 单甘脂为上海汇普工业化学品有限公司产品。

1.2 仪器和设备

CS101-2 型电热鼓风干燥箱: 重庆试验设备厂生产; LD4-2A 离心分离机: 北京医用离心机厂生产; NDJ-79 型黏度计: 同济大学机电厂生产。

1.3 操作工艺

1.3.1 香蕉皮胶的提取

将香蕉皮称重、切块, 水浸泡洗涤后, 在 420 W 微波功率下辐射 2 min 后用 pH 2.0 的盐酸溶液浸泡处理香蕉皮, 过滤, 滤液用 4.0 mol/L 氨水调溶液的 pH 为 3~4 后, 每 100 mL 溶液加 2 g 活性炭, 在 60 °C 下搅拌 20 min, 然后进行抽滤。将滤液用 1.5 倍 95% 乙醇处理使果胶沉淀析出, 用玻璃棒轻轻搅拌, 而后静置 20min, 果胶呈絮状析出。醇析后过滤取果胶, 放入鼓风干燥箱中, 于 55 °C 烘干称重。

果胶提取量=干重(mg)/香蕉皮质量(g)。

1.3.2 凝固型酸奶的制取

①调配：将脱脂奶粉和水按 $m_{\text{脱脂奶粉}}:V_{\text{水}}=1:7$ 的比例混合均匀，加入 6% 的白砂糖，并加入适量的香蕉皮胶和黄原胶。

②杀菌：原料调配均质后在 85 °C 下杀菌 30 min。

③冷却：杀菌后迅速冷却至 43~45 °C，待接种。

④接种、发酵：采用 $c_{\text{嗜热链球菌}}/c_{\text{保加利亚乳杆菌}}=1:1$ 的混合菌种，将活化后的菌种接于冷却的混合原料中，充分搅拌，然后送入恒温培养箱中进行前发酵。

⑤后熟：前发酵结束后，将产品从恒温发酵箱中取出冷却至 10 °C。冷却处理后的凝固型酸奶立即转入 0~4 °C 冰箱内放置 4 h 进行后熟。

1.4 保持率的测定

取酸奶试样量 w_0 于离心管中，以 3000 r/min 离心 10 min 后，缓慢吸出上层清液，称剩余物重为 w_1 ，则保持率= $w_1/w_0 \times 100\%$ ，保持率高表示凝固酸奶的持水稳定性好。

1.5 综合评价

以保持率和粘度为质量指标评定酸奶的稳定性，权重 A 分别取 0.6、0.4，采用模糊综合评价^[6]。

2 结果与分析

2.1 盐酸用量对果胶提取率的影响

称取 15 g 的香蕉皮置于烧杯中，加入质量体积比分别为 1:2、1:4、1:6、1:8、1:10 的盐酸 (pH 2.0)，在 85 °C 下提取 1 h 后测果胶的提取量。

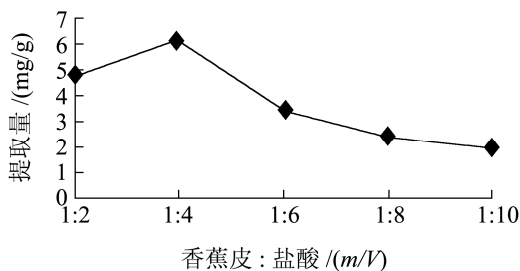


图 1 不同料液比对果胶提取量的影响

Fig.1 Effects of solid to liquid rate on pectin yield

由图 1 可知，pH 2.0 盐酸用量为香蕉皮量的 4 倍时，果胶的提取量最高。由于酸液用量少，不利于果胶溶出，随着溶出量增加，扩散过程的浓度梯度下降，不利于扩散，使溶液中含量偏低；酸液用量过多，可能导致果胶水解为果胶酸的量增加，果胶的得率反而降低。

2.2 温度对果胶提取率的影响

按 2.1 方法，在料液比为 1:4 和提取时间为 1 h 的条件下，考察不同温度对 15 g 香蕉皮中的果胶的提取

效果。

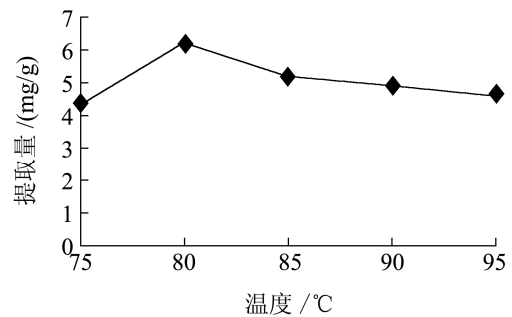


图 2 不同温度对果胶提取量的影响

Fig.2 Effects of temperature on pectin yield

由图 2 可知，低于 80 °C 时，温度升高有利于香蕉皮中的不溶性果胶更快地水解成可溶性果胶，有利于溶质向外扩散，果胶的提取量逐步提高；当温度升高超过 80 °C，提取量略有降低，可能是香蕉果胶在酸性条件下的热稳定性受影响，部分果胶裂解成多糖分子导致果胶的提取量反而降低^[5]。

2.3 萃取时间对果胶提取量的影响

按 2.1 方法，在料液比为 1:4 和提取温度为 80 °C 的条件下，考察不同提取时间对 15 g 香蕉皮中的果胶的提取效果。

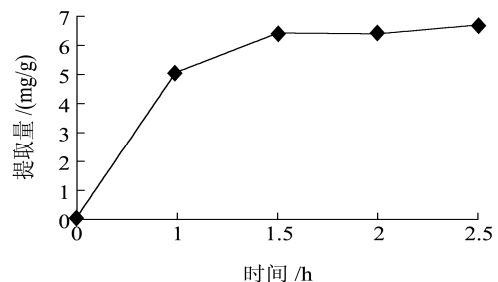


图 3 提取时间对果胶提取量的影响

Fig.3 Effects of extraction time on pectin yield

由图 3 可知，在 0~1.0 h 内香蕉皮中果胶的提取速率最高，提取 1.5 h 时果胶提取量基本稳定，此时提取量为 6.4 mg/g。因此，确定 1.5 h 为香蕉皮中的果胶的提取时间。在果胶的提取过程中，外部扩散过程是影响果胶提取的主要因素，经过微波辐射预处理后，细胞脱水，组织间间隙增加，香蕉皮中的传质过程对果胶提取影响较小，因而提取 1.5 h 后增加提取时间不能增加果胶提取量。

2.4 果胶的用量对酸奶稳定性的影响

单独使用香蕉皮提取的果胶在酸奶生产的后期粘度变化大，温度低时硬度偏大，口感差，而黄原胶与其它的多糖胶相比，水溶性强，在 20~80 °C 和 pH 2~12 范围粘度变化很小^[7]。采用黄原胶与香蕉皮胶(复配胶总量为 0.3%) 进行复配，比较酸凝乳的稳定性和

粘度变化, 结果见图 4。

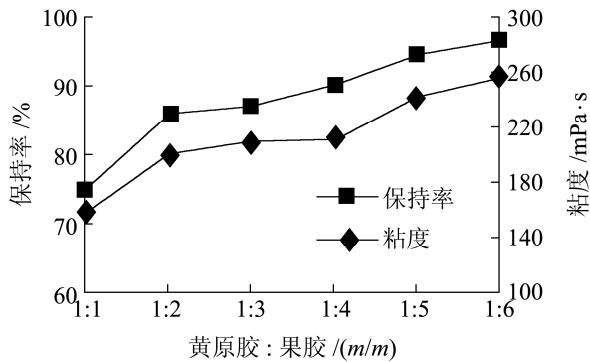


图 4 香蕉皮胶用量对酸奶保持率与粘度的影响

Fig.4 Effects of dosage of colloid on retention and viscosity of yoghurt

随着香蕉皮胶在复合胶中比例的增加, 酸奶的粘度值和持水稳定性增大, 当黄原胶与香蕉皮胶的质量比在 1:2、1:3、1:4 时, 酸奶的粘度趋于平缓, 黄原胶浓度减少, 香蕉皮胶浓度增加, 胶体粘度和稳定性增加, 香蕉皮胶对粘度的贡献较黄原胶大, 但在黄原胶与香蕉皮胶的比值大于 1:5 时, 酸奶的粘度增大到 244 mPa·s, 有糊口感而且组织粗糙, 因此, 香蕉皮胶在复合胶中的比例不大于 1:4。

2.5 工艺条件对酸奶稳定性的影响

实验选取黄原胶与香蕉皮胶的不同质量比 (保持总量为 3%) (A)、发酵温度 (B)、发酵时间 (C)、接种量 (D) 四个因素进行三水平的正交试验。采用模糊综合评价, 确定发酵工艺与酸奶稳定性的关系。

表 1 酸奶稳定性正交试验结果

Table 1 Orthogonal experiment results of stability of yoghurt

序号	A	B/°C	C/h	D/%	保持率/%	粘度/mPa·s	X ₁ (u)	X ₂ (u)	∑(u)A
1	1 (1:2)	1 (37)	1 (3)	1 (2)	42.33	138	0.000	0.000	0.000
2	2 (1:3)	2 (42)	1	3 (4)	88.77	215	0.957	0.906	0.937
3	3 (1:4)	3 (47)	1	2 (3)	77.96	204	0.734	0.776	0.751
4	1	2	2 (3.5)	2	74.87	195	0.670	0.671	0.670
5	2	3	2	1	88.77	213	0.957	0.882	0.927
6	3	1	2	3	90.84	218	0.999	0.941	0.976
7	1	3	3 (4)	3	66.84	175	0.505	0.435	0.477
8	2	1	3	2	90.87	223	1.000	1.000	1.000
9	3	2	3	1	88.36	209	0.948	0.835	0.903
K ₁	1.147	1.976	1.688	1.830					
K ₂	2.864	2.510	2.573	2.421					
K ₃	2.630	2.155	2.380	2.390					
k ₁	0.382	0.659	0.563	0.610					
k ₂	0.955	0.837	0.858	0.807					
k ₃	0.877	0.718	0.793	0.797					
R	0.573	0.178	0.295	0.197					

注: X₁(u): 保持率隶属函数值; X₂(u): 粘度隶属函数值; ∑(u)A: 累加加权隶属度。

表 2 凝固性酸奶稳定性验证实验

Table 2 Verified experiment of stability of solidifying yogurt

黄原胶与香蕉胶的质量比	发酵温度/°C	发酵时间/h	接种量/%	保持率/%	粘度/mPa·s
1:3	42	3.5	3.0	94.52	220

表 1 可看出香蕉皮胶与黄原胶的配比对酸奶的保持率和粘度影响最大, 其次是发酵时间, 影响因素依次是 A > C > D > B。从正交试验结果可以得出, A₂B₂C₂D₂ 为最佳条件。即黄原胶与香蕉皮胶的质量比为 1:3, 发酵温度为 42 °C, 发酵时间 3.5 h, 接种量为 3%。表 2 实验显示采用此条件生产的凝固性酸奶稳定

性最好。

3 结论

(1) pH 2.0 的盐酸作为提取液的最佳提取条件: V_{提取液:m 香蕉皮}=4:1, 提取温度 80 °C, 萃取时间 1.5 h。

(2) 通过正交试验结果表明, 黄原胶与香蕉皮胶的配比对酸奶的稳定性影响最大。优化组合为: 发酵温度 42 °C, 发酵时间 3.5 h, 接种量 3%, 黄原胶与香蕉皮胶的质量比为 1:3 (复配胶总量为 0.3%), 采用 85 °C, 30 min 进行杀菌, 制得的凝固型酸奶产品稳定性、凝乳状态最好。

(下转第 465 页)