

发酵法制备榴莲皮膳食纤维的工艺研究

李家洲

(广东轻工职业技术学院食品与生物工程系, 广东广州 510300)

摘要: 以榴莲皮为原料, 用保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌为菌种, 发酵生产膳食纤维。经过单因素实验和中心组合实验, 确定生产的最佳工艺条件为接种量 10.5%、发酵时间 22.0h、发酵温度 38.3℃, 可获得最高膳食纤维产量为 29.50%。

关键词: 榴莲皮; 膳食纤维; 工艺

文章编号: 1673-9078(2012)8-995-997

Production of Dietary Fiber from *Durian* Shell

LI Jia-zhou

(Department of Food and Biotechnology Engineering, Guangdong Industry Technical College, Guangzhou 510300, China)

Abstract: With *Durian* shell as material, dietary fiber was produced via fermentation with *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. With single factor experiments and central design experiments, the optimal process conditions were determined as follows: inoculation amount 10.5%, fermentation time 22.0 h and fermentation temperature 38.3 °C. Under these conditions, the highest productivity (29.50%) could be achieved.

Key words: durian shell; dietary fiber; process

榴莲 (*Durian*), 又称韶子, 属木棉科落叶乔木。原产东印度和马来西亚, 后传遍整个东南亚。中国海南也有少量栽培。榴莲果拥有“热带果王”的美称, 其果肉具有非常高的营养价值, 富含多种人体所必需的维生素、矿物质、氨基酸等成份^[1-2]。近年来, 我国对榴莲的消费量巨大, 目前年消费量在 14 万 t 左右, 且稳定增长。榴莲果实中, 其果壳占总重约 60%, 因此, 榴莲消耗必然产生大量的榴莲壳。有关榴莲壳的资源化利用, 近年来逐渐受到重视。研究发现榴莲壳含有多种药理学功能。如榴莲皮提取物具有抗亚硝化反应、止咳、镇痛、抗菌等功效^[3-4]。本研究通过提取榴莲壳中的膳食纤维, 并对其特性进行研究, 为榴莲壳的综合利用提供新的思路。

1 材料与方法

1.1 实验材料、试剂与仪器

1.1.1 材料与菌种

榴莲皮购自广州市水果市场, 经粉碎烘干, 过 40 目筛。保加利亚乳杆菌(*Lactobacillus bulgaricus*, *L.B.*), 嗜热链球菌(*Streptococcus thermophilus*), 由本实验室保存。

1.1.2 仪器

收稿日期: 2012-05-21

基金项目: 广东省农业科技攻关项目(2005B20401011)。

作者简介: 李家洲(1976-), 男, 副教授, 主要研究方向为食品加工工艺

精密 pH S-25(上海雷磁分析仪器厂); BT124S 电子分析天平(德国赛多利斯公司); 电热恒温水浴锅(南京先欧仪器制造有限公司); ZHWY-111B 大容量恒温摇床(上海智城分析仪器制造有限公司)。

1.2 实验方法

1.2.1 榴莲皮膳食纤维提取工艺流程

榴莲皮粉→接种菌种→固体发酵→洗涤→干燥→质量检测

1.2.2 菌种制备

1.2.2.1 斜面活化培养基 MRS 培养基^[5]。

1.2.2.2 液体种子培养基。脱脂牛奶 6 g/mL, 自然 pH, 121 °C 灭菌 15 min, 同时接入保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌斜面菌种, 120 r/min 培养 20 h。

1.2.3 单因素实验

1.2.3.1 接种量的影响。分别取 6 份(500 g/份)榴莲皮干粉, 依次接种入 15 mL、30 mL、45 mL、60 mL、90 mL、105 mL 种子液后, 再按每瓶菌液加无菌水共 300 mL 的标准补足无菌水, 并混合均匀, 密封后置于 40 °C 恒温培养箱培养 20 h, 取出用蒸馏水冲洗至中性, 烘干至恒重, 计算产率, 检测持水性和溶胀性。

1.2.3.2 发酵时间的影响。分别取 8 份(500 g/份)榴莲皮干粉, 以前面确定的最优接种量接入菌液和无菌水, 置于 40 °C 恒温培养 14 h、16 h、18 h、20 h、22 h、24 h、26 h、30 h, 取出用蒸馏水冲洗至中性, 烘干至恒重, 计算产率, 检测持水性和溶胀性。

1.2.3.3 发酵温度的影响。取5份(500 g/份)榴莲皮干粉,以前面的接种量和时间,分别置于34℃、36℃、38℃、40℃、42℃培养,然后取出用蒸馏水冲洗至中性,烘干至恒重,计算产率,检测持水性和溶胀性。

1.2.4 中心组合实验

根据单因素实验结果,选择合适的因素水平做中心组合实验以优化工艺条件。中心组合实验用Minitab 15软件进行设计分析^[6]。并选择最优条件进行验证,以确定实验结果的可靠性。

1.2.5 榴莲皮膳食纤维特性检测方法

膳食纤维的持水性和溶胀性检测参考文献^[7]。

2 实验结果与分析

2.1 接种量对榴莲皮膳食纤维的影响

接种量以每100 g原料接入的菌液体积表示(10⁻² mL/g)。产率为10 g原料所获得的膳食纤维产量(10⁻¹g/g)。

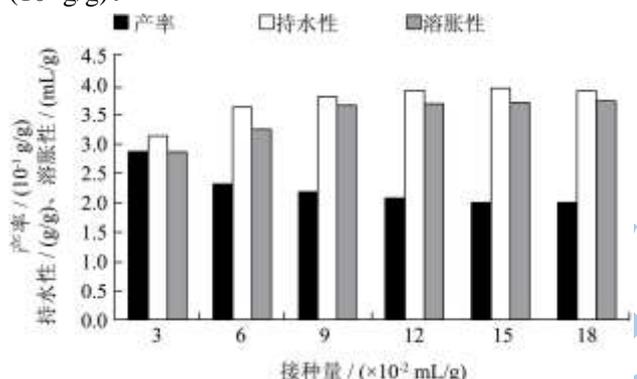


图1 接种量对膳食纤维产率及其特性的影响

Fig.1 Effects of inoculation amount on the yield and characteristics of Durian shell dietary fiber

从图1中可以看出,随着接种量的提高,膳食纤维产率先是小幅下降,至12%以上,基本不再上升,表明在考查的范围内,接种量对产率的影响并不显著。持水性和溶胀性均先随接种量上升而升高,至12%以上,达到饱和。接种量升高后,对榴莲皮中的可降解成分降解的更充分,也使产品的纯度更高,故产率下降,但持水性和溶胀性均出现不同程度的上升。本实验表明,膳食纤维的性能出了受其本身的分子结构影响外,还受其纯度的影响,纯度越高,性能越好。

2.2 发酵时间的影响

发酵时间对榴莲皮膳食纤维产率、持水性与溶胀性的影响见图2。

从图2中可以看出,随着发酵时间的延长,产率先是下降,至22 h后,产率保持稳定,持水性与溶胀性先是随发酵时间延长而上升,至22 h后,达到饱和并维持稳定。发酵时间太短,原料中的淀粉、蛋白等

杂技未被充分降解,故产率较高,其产品的纯度了较低。随着发酵时间的延长,至22 h之后,可被微生物降解的成份已经完全降解,故继续发酵下去,产率不再继续下降。相应由于随时间的延长,产品纯度不断上升,因此其持水性和溶胀性不断上升,至22 h后达到平衡。

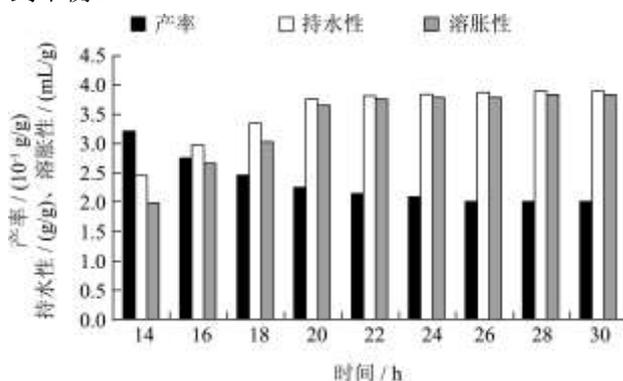


图2 时间对膳食纤维产率及其特性的影响

Fig.2 Effects of time on the yield and characteristics of Durian shell dietary fiber

2.3 发酵温度的影响

发酵温度对榴莲皮膳食纤维产率和特性的影响见图3。

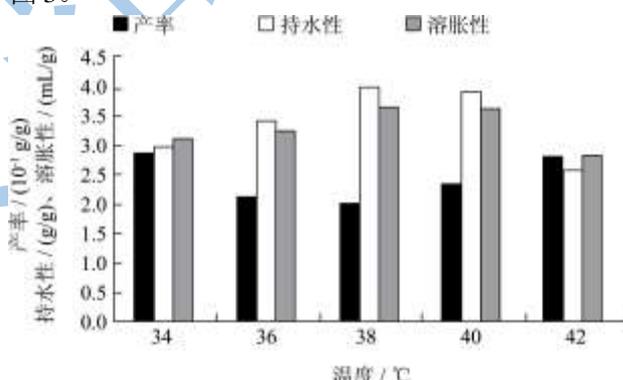


图3 温度对榴莲皮膳食纤维产率与特性的影响

Fig.3 Effects of temperature on the yield and characteristics of Durian shell dietary fiber

从图3可以看出,随着发酵温度的升高,膳食纤维的产率先是下降,至38℃达到最低,而后开始上升。膳食纤维产品的持水性和溶胀性的变化规律则与产率正好相反,先是随温度升高而升高,至38℃后,逐渐下降。这表明,38℃是最佳的发酵温度,所得产品的产率最低,纯度最高,持水性和溶胀性均较高。

2.4 中心组合实验

为了确定最佳的工艺条件,进一步采用中心组合实验进行优化。中心组合实验设计目前已经广泛用于优化生产工艺参数的研究^[8,9]。设接种量为X₁、时间为X₂、温度为X₃,根据单因素实验结果,选择(X₁=12%、X₂=22 h、X₃=38℃)为中心点,以X₁(9%、

15%)、X₂ (20 h、24 h)、X₃ (36 °C、40 °C)为空间, 采用中心组合设计, 因素水平见表 1。

表 1 中心组合实验因素水平

Table 1 Factors and levels of Center design experiments

水平	因素		
	X ₁ (接种量/%)	X ₂ (时间/h)	X ₃ (温度/°C)
-1	9	20	36
0	12	22	38
1	15	24	40

利用 Minitab 15 软件设计的中心组合实验方案见表 2。根据单因素实验结果, 产品的持水性、溶胀性与产率之间存在相当高的关联性, 因此, 从简化实验的角度考虑只选择产率为响应值。方差分析见表 3。

表 2 中心组合实验设计及结果

Table 2 Center Design of experiment and the results

序号	X ₁	X ₂	X ₃	产率/%
1	12.00	20.00	40.00	27.0
2	12.00	24.00	36.00	27.3
3	10.50	22.00	38.00	29.5
4	10.50	22.00	38.00	29.5
5	9.00	20.00	36.00	26.6
6	9.00	24.00	40.00	27.3
7	9.00	20.00	40.00	27.1
8	9.00	24.00	36.00	25.4
9	12.00	24.00	40.00	26.6
10	10.50	22.00	38.00	29.5
11	10.50	22.00	38.00	29.5
12	12.00	20.00	36.00	26.5
13	10.50	22.00	34.73	27.8
14	10.50	18.73	38.00	26.7
15	10.50	25.27	38.00	26.5
16	8.05	22.00	38.00	26.3
17	12.95	22.00	38.00	26.7
18	10.50	22.00	38.00	29.5
19	10.50	22.00	38.00	29.5
20	10.50	22.00	41.27	28.0

表 2 中的系数为回归方程各项的系数值, 带入得回归方程为 $Y(\text{产率})=29.4994+0.0124 X_1-0.00695 X_2+0.01821 X_3-0.11172 X_1^2-0.10797 X_2^2-0.05885 X_3^2+0.01750 X_1*X_2-0.0325 X_1*X_3+0.0025 X_2*X_3$ 。R²=98.71%, 表明上述方程的自变量与因变量之间良好的线性关系。方程中, X₁*X₁、X₂*X₂、X₃*X₃、X₁*X₃对响应值影响及其显著, X₂、X₃、X₁*X₃对响应值的影响显著, 其它一般显著。经 Minitab 软件对结果进行

优化分析, 得到最优组合为接种量 10.53%、发酵时间 21.97 h、发酵温度 38.30 °C, 在该最优组合下可得最高产量为 29.52%。经四舍五入, 确定接种量 10.5%、发酵时间 22.0 h、发酵温度 38.3 °C 为最优条件进行实验, 得到 29.50% 产率, 与优化结果接近。

表 3 中心组合实验设计结果分析

Table 3 Analysis of center design experimental results

项	自由度	系数	标准误差	F	P
常量	9	2.94994	0.009733	303.093	0.000**
X ₁	1	0.01240	0.006536	1.897	0.094
X ₂	1	-0.00695	0.006536	-1.063	0.028*
X ₃	1	0.01821	0.006536	2.787	0.024*
X ₁ *X ₁	1	-0.11172	0.006567	-17.012	0.000**
X ₂ *X ₂	1	-0.10797	0.006567	-16.441	0.000**
X ₃ *X ₃	1	-0.05885	0.006567	-8.961	0.000**
X ₁ *X ₂	1	0.01750	0.008438	2.074	0.072
X ₁ *X ₃	1	-0.03250	0.008438	-3.852	0.005**
X ₂ *X ₃	1	0.00250	0.008438	0.296	0.053
总残差	8		0.004557		
失拟项	5		0.004557		
纯误差	3		0.000000		
总误差	19		0.351884		
R ² =99.71%, R ² _{adj} =98.92%					

注: *差异显著, P<0.05; **差异及其显著, P<0.01。

3 结论

榴莲作为热带水果的代表, 近年来受到越来越多人的喜爱。我国对榴莲的消费量逐年增加, 由此产生大量的榴莲皮。研究对榴莲皮的深加工方法, 变废为宝, 以减轻环境压力。通过实验研究, 确定以保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌为菌种进行发酵生产膳食纤维, 其最优条件为接种量 10.5%、发酵时间 22.0 h、发酵温度 38.3 °C, 可获得最高膳食纤维产量为 29.50%。

参考文献

- [1] Subhadrabandhu S, Ketsa S, Daphne T, et al. Durian, king of tropical fruit [M]. New Zealand: New Zealand publishing company, 2001
- [2] 李冬梅, 尹凯丹. 榴莲的保健价值和加工利用[J]. 中国食品与营养, 2009, 3: 32-34
- [3] 陈纯馨, 陈忻, 刘爱文, 等. 榴莲壳提取液抗亚硝化反应的研究[J]. 食品科技, 2005, 21(2): 89-91
- [4] 吴敏芝, 谢果, 李泳贤, 等. 榴莲壳提取物止咳、镇痛及抗菌作用研究[J]. 南方医科大学学报, 2010, 30(4): 793-797

- [5] Weickert M O, Andreas F H, Pfeiffer. Metabolic effects of dietary fiber consumption and prevention of diabetes [J]. The Journal of Nutrition, 2008, 138(4): 429-442
- [6] Davis J N, Alexander K E, Ventura E E, et al. Inverse relation between dietary fiber intake and visceral adiposity in overweight Latino youth [J]. American Journal of Clinical Nutrition, 2009, 90: 1160-1166
- [7] Zhang C L, Shao Y T, Zou Y, et al. Preparation and properties of insoluble dietary fiber from marc of *Hovenia dulcis* thumb [J]. Chemistry and Industry of Forest Products, 2010, 30(4): 59-64
- [8] 魏海柳,李琳,马明松,等.响应面法优化水提白附片中的总生物碱[J].现代食品科技,2012,28(3):309-312
- [9] 王晓琴,张晓武.响应面法优化小球藻蛋白质提取工艺[J].现代食品科技,2012,28(3):300-303

现代食品科技