

# 茶渣的挤压膨化改性

袁根良<sup>1</sup>, 江东文<sup>2</sup>, 白永亮<sup>3</sup>, 杜冰<sup>3</sup>, 杨公明<sup>3</sup>

(1. 汤臣倍健股份有限公司, 广东广州 510620) (2. 佛山市南海区标准化研究与促进中心, 广东佛山 528200)

(3. 华南农业大学食品学院, 广东广州 510642)

**摘要:** 采用挤压膨化对茶渣进行改性, 以产品容重为指标, 并结合产品中可溶性蛋白和可溶性膳食纤维的变化来优化工艺, 改善茶渣口感, 为茶渣的综合利用提供一种的技术方法。最佳挤压工艺条件为: 挤压温度 145 °C, 喂料速度 27 r/min, 螺杆转速 259 r/min, 水分含量为 14%, 当物料配方采用 10% 的茶渣粉与 90% 的谷物淀粉混合时, 所得产品容重较小, 即膨化度较大, 产品有较好的酥脆性, 同时又保留了茶香味, 且产品中可溶性膳食纤维和可溶性蛋白含量分别增加 10.11% 和 15.56%。

**关键词:** 茶渣; 挤压膨化; 改性

文章编号: 1673-9078(2012)5-517-520

## Modification of Tea Residue by Extrusion Technology

YUAN Gen-liang<sup>1</sup>, JIANG Dong-wen<sup>2</sup>, BAI Yong-liang<sup>3</sup>, DU Bing<sup>3</sup>, YANG Gong-ming<sup>3</sup>

(1. By-health Co., Ltd, Guangzhou 510620, China) (2. Foshan Nanhai Standardization Study and Promotion Center, Foshan 528200 China) (3. College of Food Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

**Abstract:** The modification of tea residue by extrusion was studied to improve its taste. The extrusion process was optimized using bulk density, soluble protein and soluble dietary fiber contents as indexes. The best conditions for extrusion process was extrusion temperature 145 °C, feeding speed 27 r/min, screw speed 259 r/min, moisture content 14% and mass ratio of tea residue to cereal starch 1:9. Under those optimum conditions, the products showed the lower bulk density (i.e., larger dilatibility) and better crispness than that without optimization. In addition, tea fragrance was well maintained and the contents of soluble dietary fiber and soluble protein increases by 10.11% and 15.56%, respectively.

**Key words:** tea residue; extrusion; modification

我国茶树栽培面积及茶叶产量均为世界第一。目前中低档茶叶的深加工以提取茶多酚、多糖和水浸出物为主<sup>[1]</sup>, 茶渣是茶叶深加工过程中最主要副产物, 除了少量利用, 大部当做废弃物丢弃。既造成环境污染, 又浪费资源。目前我国对茶渣的综合利用仍处在初步研究阶段, 已有的研究主要集中在成分的分析<sup>[2]</sup>和提取<sup>[3-6]</sup>、饲料添加剂<sup>[7-8]</sup>、有机肥<sup>[9-10]</sup>、金属离子吸附剂<sup>[11-12]</sup>等。目前对茶渣蛋白的提取制备<sup>[13-14]</sup>主要为谷蛋白等, 难以直接被人体消化, 其功能性质不佳。

挤压膨化技术是集混合、搅拌、破碎、加热、杀菌、膨化及成型为一体的高新技术, 能够使物料发生质构上、组织上和外观上的变化, 特别是淀粉发生糊化、降解、水溶性增强、小分子量物质的生成、蛋白质变性、重组、脂肪氧化速度减慢、纤维水溶性提高等。本研究拟采用双螺杆挤压机对茶渣进行处理改性,

制备成高纤维和蛋白质的食品原料, 提高茶渣的附加值。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料与试剂

茶渣 (实验室自制), 低值单枞茶, 开水浸泡 3 次, 每次 15 min, 烘干, 粉碎, 过 40 目标准筛, 得过筛茶渣。玉米粉 (超市购买); 化学试剂: 考马斯亮蓝、乙醇、丙酮、硅藻土, 均为分析纯; 牛血清白蛋白, 北京鼎国生物技术有限责任公司; 酶: 耐高温  $\alpha$ -淀粉酶液、蛋白酶, 广州裕立宝公司; 实验用水为蒸馏水。

#### 1.2 设备

SPJ-40 实验型双螺杆挤出机, 陕西得爱食品科技有限公司, 华南农业大学食品学院联合研制; 752N 型紫外线可见光光度计, 上海精密科学仪器有限公司; HH-4 型数显恒温水浴锅, 金坛市富华仪器有限公司; PL203 电子分析天平, 梅特勒-托利多; SHZ-III 型循环水真空抽虑机, 上海亚荣生化仪器厂。

收稿日期: 2012-03-02

基金项目: 广东省教育部产学研项目 (2009B090300138)

作者简介: 袁根良 (1984-), 汉族, 硕士研究生, 研究方向为农产品加工

通讯作者: 杨公明, 教授, 主要从事食品加工新技术方面研究

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 工艺流程

茶渣→与辅料调配→混匀→调节水分→挤压喷爆→粉碎→产品

#### 1.3.2 物料配比实验

调配不同比例的茶渣和玉米粉混合物，控制其水分含量为 16%，在挤压温度为 140 °C，喂料速度为 25 r/min，螺杆转速为 268 r/min 的条件下进行挤压膨化，测定相关指标变化。

#### 1.3.3 挤压膨化单因素实验

##### 1.3.3.1 物料水分含量对产品容重的影响

配制好茶渣含量为 10%的玉米混合粉，控制水分含量依次为 11%、14%、17%、20%、23%，在挤压温度为 140 °C，喂料速度为 25 r/min，螺杆转速为 268 r/min 的条件下进行挤压膨化，测定产品的容重。

##### 1.3.3.2 挤压温度对产品容重的影响

配制好茶渣含量为 10%的玉米混合粉，控制其水分含量为 15%，在喂料速度为 25 r/min，螺杆转速为 268 r/min，挤压温度依次为 115 °C、125 °C、135 °C、145 °C、155 °C 的条件下进行挤压膨化，测定产品的容重。

##### 1.3.3.3 螺杆转速对产品容重的影响

配制好茶渣含量为 10%的玉米混合粉，控制其水分含量为 15%，在挤压温度为 140 °C，喂料速度为 25，螺杆转速依次为 179 r/min、205 r/min、232 r/min、259 r/min、286 r/min 的条件下进行挤压膨化，测定产品的容重。

##### 1.3.3.4 喂料速度对产品容重的影响

配制好茶渣含量为 10%的玉米混合粉，控制其水分含量为 15%，在挤压温度为 140 °C，螺杆转速为 268 r/min，供料速度依次为 18 r/min、21 r/min、24 r/min、27 r/min、30 r/min 的条件下进行挤压膨化，测定产品的容重。

#### 1.3.4 挤压膨化正交实验

在单因素试验的基础上，采用  $L_9(3^4)$  正交实验来考察挤压工艺参数中的物料水分含量、螺杆转速、挤压温度、喂料速度对产品容重的影响，并以容重为指标确定膨化茶渣的最佳工艺。

### 1.4 分析方法

水分含量：GB/T 8304-2002 (烘干法)；

产品容重：方法见参考文献<sup>[15]</sup>；

可溶性膳食纤维含量：方法见参考文献<sup>[16]</sup>；

可溶性蛋白：考马斯亮蓝法。

## 2 结果与分析

### 2.1 物料配比实验结果

表 1 物料配比实验结果

Table 1 Effect of material ratio on the sensory quality of the product

物料配比(茶渣: 玉米粉)/(m/m)	容重/(g/mL)	亮度指数/L*	感官评定
1:9.0	0.087±0.01	54.48±0.04	爽口,松脆,香味浓
1:8.5	0.093±0.02	48.84±0.03	稍有茶涩味,颜色较暗
1:8.0	0.105±0.1	47.35±0.06	苦涩难入口,干硬

当物料配比为 10%茶渣和 90%玉米粉时，产品的膨化度较大，口感较为松脆；当茶渣含量增加到 30%，产品干硬，口感粗糙，且苦涩难入口。

### 2.2 挤压膨化单因素实验

#### 2.2.1 物料水分含量对产品容重的影响

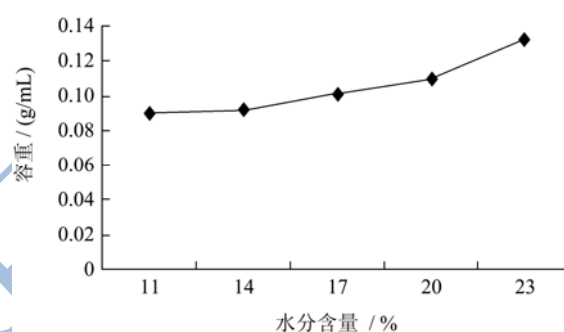


图 1 物料水分含量对产品容重的影响

Fig.1 The effect of water content on bulk density of the product

注：温度 140 °C，螺杆转速 268 r/min，喂料速度 25 r/min。

图 1 结果表明，物料水分含量对产品的容重影响明显，产品的容重随着水分含量的升高而增加。试验中发现，当物料水分含量大于 20%时，物料基本上没有膨化效果，所得产品因水分过高而变得坚硬；当物料水分 11%时，物料膨化度非常高，但容易使挤压腔温度升高，导致部分物料烧焦。因此，物料的水分应控制在 14%~17%。

#### 2.2.2 挤压温度对产品容重的影响

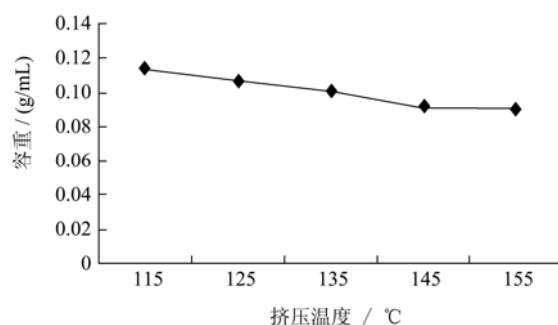


图 2 挤压温度对产品容重的影响

Fig.2 The effect of extrusion temperature on bulk density of the product

注：水分 15%，螺杆转速 268 r/min，喂料速度 25 r/min。

由图 2 可知, 提高挤压温度可以明显降低产品的容重, 但温度增加至 150 °C 时, 这种降低趋势有所缓慢。试验中也发现, 当温度高于 160 °C 时, 物料因温度过高而带有焦味。

### 2.2.3 螺杆转速对产品容重的影响

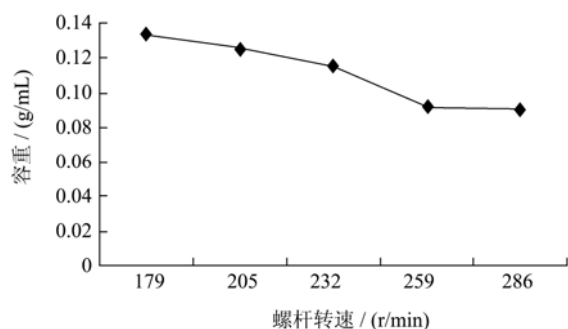


图 3 螺杆转速对产品容重的影响

Fig.3 The effect of screw speed on bulk density of the products

注: 温度 140 °C, 水分 15%, 喂料速度 25r/min.

由图 3 可知, 产品的容重随着螺杆转速的增加而减少, 直到螺杆转速至 286 r/min 时趋于缓和。这很可能是物料在挤压腔内受到的剪切力增加, 且物料在通过模孔时的压力增大所致<sup>[17]</sup>。但随着螺杆转速的加大, 挤压腔内很有可能因供料不足而导致压力不足, 从而不利于物料的膨化。

### 2.2.4 喂料速度对产品容重的影响

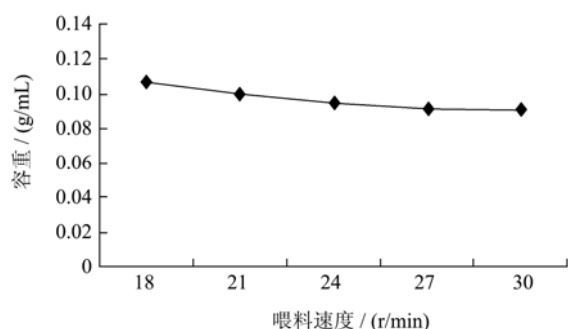


图 4 喂料速度对产品容重的影响

Fig.4 The effect of feed rate on bulk density of the products

注: 温度 140 °C, 水分 15%, 螺杆转速 268 r/min.

图 4 试验结果发现, 产品的容重随着喂料速度的增加而减少。原因可能是当进料量增大, 物料在挤压腔内引起的摩擦力增大<sup>[18]</sup>。但当物料供速大于 30 r/min 时, 因进料过大很容易造成挤压机堵料, 不利于生产。

## 2.3 挤压膨化正交实验结果

根据单因素试验结果, 分别选择相应因素的合适水平进行正交优化实验, 因素水平表见表 2, 正交试验结果见表 3。

表 2 挤压膨化条件 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>) 正交设计表

Table 1 Orthogonal experimental design for extrusion condition optimization

水平	A [挤压温度/°C]	B [喂料速度/(r/min)]	C [螺杆转速/(r/min)]	D [水分含量/%]
1	125	24	205	11
2	135	27	232	14
3	145	30	259	17

表 3 正交试验设计及结果表

Table 3 Orthogonal experimental design and the results

编号	A	B	C	D	容重/(g/mL)
1	1	1	1	1	0.10
2	1	2	2	2	0.10
3	1	3	3	3	0.10
4	2	1	2	3	0.10
5	2	2	3	1	0.10
6	2	3	1	2	0.10
7	3	1	3	2	0.09
8	3	2	1	3	0.10
9	3	3	2	1	0.09
K <sub>1</sub>	0.101	0.098	0.099	0.097	
K <sub>2</sub>	0.099	0.097	0.097	0.096	
K <sub>3</sub>	0.093	0.098	0.097	0.100	
R	0.008	0.001	0.002	0.004	

由表 3 中产品的容重值分析, 影响产品挤压膨化效果的因素排序为: A>D>C>B, A 的影响最大, B 最小。从方差分析结果表明, 这四个因素的影响均不显著。从 4 个因素各水平之和 K<sub>1</sub>、K<sub>2</sub>、K<sub>3</sub> 可看出, 产品挤压膨化的理论最佳工艺条件为 A<sub>3</sub>B<sub>1</sub>C<sub>3</sub>D<sub>2</sub>。故确定其挤压膨化的理论最佳制备工艺参数为: 挤压温度 145 °C, 喂料速度 24 r/min, 螺杆转速 259 r/min, 水分含量为 14%。

## 2.4 产品分析

### 2.4.1 营养成分变化

研究表明, 挤压膨化处理可以提高物料可溶性膳食纤维的含量, 并改善其原有的功能性质。同时, 可以使粗蛋白变性降解, 变成小分子物质。试验结果表明, 茶渣经挤压膨化后, 产品中的可溶性膳食纤维和可溶性蛋白分别为 3.56±0.08 和 0.52±0.01, 与原料中 (3.92±0.06, 0.45±0.03) 相比分别增加 10.11% 和 15.56%, 说明通过挤压处理, 茶渣的性质有所改善。

### 2.4.2 感官变化

由表 4 可知, 挤压后产品的口感明显和风味明显

改善,已经可以当做食品原料来进行品尝;产品的亮度指数下降,这是因为挤压后的产品中淀粉和茶渣融合到一起,色泽更为均一。

表4 挤压前后产品感官变化

Table 4 Effect of extrusion treatment on the sensory quality of the product

样品	亮度指数/L*	感官评定
原料	78.08±0.80	较难入口,稍有茶香味
产品	53.74±1.64	爽口、酥脆、茶香味浓

### 3 结论

3.1 在最佳挤压工艺条件为:挤压温度 145 °C,喂料速度 24 r/min,螺杆转速 259 r/min,水分含量为 14% 时,物料配方采用 10%的茶渣粉与 90%的谷物淀粉混合,所得产品容重较小,即膨化度较大,产品有较好的酥脆性,同时又保留了茶香味,且产品中可溶性膳食纤维和可溶性蛋白含量分别增加 10.11%和 15.56%。

3.2 本研究利用双螺杆挤压机对复配后的茶渣进行挤压膨化处理,所得的产品酥脆性好且富含茶香味,能够作为食品原料,提高了茶渣的附加值。

### 参考文献

- [1] 李振武.茶叶活性成分综合提取过程研究[J].化学工程,2006,34(10):46-50
- [2] Krishnapillai S. Effect of waste tea (tea fluff) on growth of young tea plants (*Camellia sinensis* L) [J], Tea, 1998, 50(3): 98-104
- [3] 王忠英.茶叶中蛋白的提取及理化性质的研究[D].杭州:浙江工商大学,9-10
- [4] 安凤平,宋江良,黄彩云.利用茶渣提取水不溶性膳食纤维[J].福建农林大学学报(自然科学版)2011,40(2):198-204
- [5] 陈明艳.茶渣分离茶多酚咖啡碱的研究[J].现代食品科技,2010,26(12):1358-1360
- [6] 戴群品.用茶末及废茶枝叶提取高纯茶多酚的研究[J].现代食品科技,2007,23(1):45-53
- [7] 乔国华,张晶,单安山.茶叶、茶渣、茶叶提取物作为绿色饲料添加剂的应用[J].饲料研究,2004,6:22-24
- [8] 刘红云,梁慧玲.茶渣用作饲料的研究[J].饲料研究,2004,9: 19-20
- [9] 屠幼英,陈利燕.施用“茶渣有机-无机复合肥”对茶叶产量和品质的影响研究[C].第三届海峡两岸茶业学术研讨会论文集,2003
- [10] 周菁清,郑小龙,周璐萍.茶渣有机肥及其对植物生长的影响[J].云南华工,2010,37(5):17-19
- [11] 李明静,陈映霞,何建英,等.信阳废次茶残渣对 Au(II)的吸附研究[J].化学研究,2000,11(2):40-42
- [12] 王巧玲,敖晓奎.速溶茶渣处理含铬(VI)离子废水研究[J].湖南有色金属,2010,26(2):43-46
- [13] 沈莲清,黄光荣,王向阳,等.茶渣中蛋白质的碱法提取工艺研究[J].中国食品学报,2007,7(6):108-112
- [14] 张晓晖.茶叶蛋白的分离提取及茶渣对灵芝发酵影响的研究[D].无锡:江南大学,2005
- [15] 吴卫国,杨伟丽,唐书泽,等.双螺杆挤压机操作参数对早餐谷物产品特性影响的研究[J].食品科学,2005,26(4):150-155
- [16] 杨晓莉,杨月欣,周瑞华,等.食品中总的、不溶性及可溶性膳食纤维的酶-重量测定法[J].卫生研究,2001,30(6):377-378
- [17] 肖诗明,杨斌.苦荞麦粉的挤压膨化特性的初步研究[J].西昌农业高等专科学校学报,2002,16(1):4-6
- [18] 徐树来,贾春玲,陈莎莎.挤压加工米糠膳食纤维的试验研究[J].农机化研究,2005,1:205-206