

红茶在超微-酶解反应器中的萃取特性研究

高彦祥, 杨文雄, 方政, 李绍振

(中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083)

摘要: 本文通过研究红茶在超微-酶解反应器(超微粉碎与酶解反应耦合)中作用所得茶汤的品质变化情况, 探讨超微-酶解反应器在红茶萃取方面的优越性, 并寻求一条生产茶汤的新途径。结果表明: 经过超微-酶解反应器后的茶汤的可溶性固形物含量和茶多酚含量, 随着剪切温度、剪切频率、剪切时间、加酶量的增大呈增大的趋势; 较过胶体磨后的茶汤, 二者含量分别提高了6.7%~12.6%和1.5%~8.0%; 较直接热水萃取, 二者含量分别提高了16.0%~20.1%和6.2%~24.4%。红茶加酶后在反应器中反应较不加酶所得茶汤茶多酚含量显著提高23.3%~35.6%。

关键词: 红茶; 超微粉碎; 酶解反应器; 茶多酚; 可溶性固形物

中图分类号: TS273

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2005)09-0167-05

高彦祥, 杨文雄, 方政, 等. 红茶在超微-酶解反应器中的萃取特性研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(9): 167-171.

Gao Yanxiang, Yang Wenxiong, Fang Zheng, et al. Extraction characteristics of black tea in supermicro-comminuted enzymatic reactor[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(9): 167-171. (in Chinese with English abstract)

0 引言

目前工业化生产茶汤的方法仍是传统的高温水萃取, 其缺点是萃取时间长、能耗大、所得茶汤可溶性固形物含量和茶多酚含量低^[1-4]。有研究者在萃取过程中加入单宁酶、纤维素酶、果胶酶或复合酶能适当提高茶汤得率^[5-8], 但由于目前用于茶叶萃取的酶活力较低, 并不能达到预期效果。本文采用中国农业大学食品学院和河北廊坊通用机械厂共同在国内首创开发的超微-酶解反应器, 对超微动态条件下, 酶对茶叶萃取的影响因素: 料液比、酶用量、剪切温度、剪切频率和剪切时间进行了研究, 旨在找出一条提高酶作用效率, 缩短萃取时间, 减少能耗, 提高茶汤品质的新途径。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

红茶 $\Phi_0 = 1.00 \sim 2.00 \text{ mm}$ (Φ_0 为红茶固体颗粒过筛时测定的平均粒径), 北京宝德瑞食品科技有限公司; 茶叶萃取酶 Viscozyme L (包括果胶酶、纤维素酶、半纤维素酶、阿拉伯聚糖酶), 最适 pH 值为 5.0 左右, 酶活力相当于 700 FBG/g (FBG—真菌 β 葡聚糖酶), novozymes 公司提供。

数字折射计 (LR-01 型, MASURE S.P.A); 低速台式大容量离心机 (TDL-5 型, 上海安亭科学仪器厂); 分光光度计 (6405UV/VIS 型, 上海精密仪器有限公司); 高浊度仪 (WZS-185 型, 上海精密仪器有限公司); 全自动测色色差计 (DC-P3 型, 北京市兴光测色仪器公司); JM S-60 变速胶体磨 (曲齿, 可用于茶叶等大颗粒物的破

碎); 超微-酶解反应器 (图 1) (河北廊坊通用机械厂)。

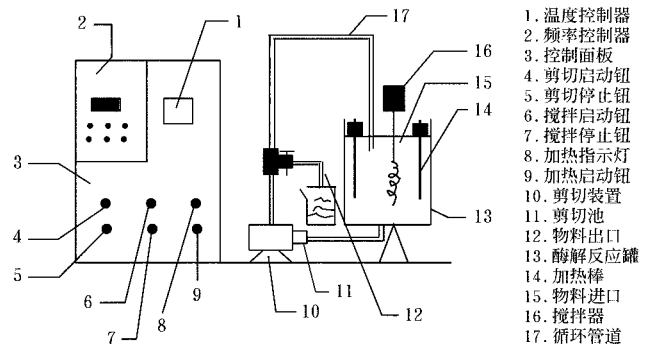


图 1 超微-酶解反应器

Fig 1 Supermicro-Comminuted Enzymatic Reactor (SCER)

超微-酶解反应器 (图 1) 作用原理简介: 物料从物料进口 15 进入, 通过酶解反应罐 13 进入剪切池 11 进行超微粉碎, 通过剪切装置的动力输送, 沿循环管道再进入酶解反应罐进行酶解。物料可在整个系统中反复循环进行超微粉碎和酶解反应, 最终产品从物料出口 12 流出。该设备可无极调频 (0~100 Hz)、调温 (0~100 °C), 在国内尚属首创。

1.2 工艺流程

茶叶 $\xrightarrow{\text{加水}}$ 粗磨 $\xrightarrow{\text{胶体磨}}$ 胶体磨 $\xrightarrow{\text{加酶}}$ 超微-酶解反应器
粗滤 灭酶 冷却 离心 上清液 检测

1.3 试验方法

1.3.1 红茶不加酶在超微-酶解反应器中作用的方法

取红茶 0.5 kg (干重), 按比例加一定温度的水, 浸泡 15 min 软化茶叶, 粗磨, 再过胶体磨两次, 将茶汤混浊液置于超微-酶解反应器中作用一段时间, 用 200 目纱布粗过滤, 离心 (3000 r/min, 10 min), 取上清液即得茶汤, 简称 S; 在胶体磨前后均取样以作对照, 所得茶汤分别简称 P 和 J, 对样品进行可溶性固形物含量和茶多酚含量测定。重复三次试验, 取平均值。

收稿日期: 2005-01-25 修订日期: 2005-05-01

作者简介: 高彦祥 (1961-), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为添加剂和功能饮料。北京 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 100083。Email: drgyx@sina.com

1.3.2 红茶加酶在超微-酶解反应器中作用的方法

取红茶0.5 kg(干重),按比例加一定温度的水,浸泡15 min,粗磨,再过胶体磨两次,加入一定的茶叶萃取酶V iscozyme L(本实验中茶汤pH为5.0左右,在酶最适作用范围内,故不再调节茶汤酸碱度),将茶汤混浊液置于超微-酶解反应器中反应一段时间后,用200目纱布过滤,95℃灭酶3 min,冷却至35℃左右,离心(3000 r/min, 10 min),取上清液,即得茶汤,对样品进行茶多酚含量、浊度、色度与色差测定。重复三次试验,取平均值。

1.4 测定方法

- 1) 可溶性固形物含量:采用LR-01型数字折射计测定。
- 2) 茶多酚含量:酒石酸亚铁分光光度法测定^[9]。
- 3) 浊度:样液稀释5倍,用浊度仪测定。
- 4) 色度与色差:采用DC-P3型全自动测色色差计测定离心后茶汤的Hunter L*, a*, b*值^[10]。测定时,先将茶汤加热至40℃左右,待可溶性固形物完全溶解,然后用茶汤润洗比色皿两次,确保比色皿温度与茶汤温度一致且比色皿表面不出现雾气时开始测定。

$L^* a^* b^*$ ——CIE1976均匀色空间

L^* ——明度

a^* ——色度,+ a^* 代表“红”, $-a^*$ 代表“绿”

b^* ——色度,+ b^* 代表“黄”, $-b^*$ 代表“蓝”

dL^* ——明度差= L^* 样- L^* 标

da^* ——色度差= a^* 样- a^* 标

db^* ——色度差= b^* 样- b^* 标

dE ——色差= $\sqrt{dL^{*2} + da^{*2} + db^{*2}}$

2 结果与分析

2.1 红茶不加酶在超微-酶解反应器中作用前后品质的变化

2.1.1 不同料液比对茶汤品质的影响

图2和图3是不同料液比和处理方式对茶汤可溶性固形物含量和茶多酚含量的影响图,其它控制条件是:剪切温度50℃,剪切时间15 min,剪切频率50 Hz。从两图中可以看出,茶汤可溶性固形物含量和茶多酚含量均随料液比降低呈下降趋势,料液比为1:10的茶汤二者含量均较高;对于同一料液比来说,二者含量 $S > J > P$ 。茶叶经过超微-酶解反应器后较经过胶体磨后可溶性固形物含量提高了6.7%~12.6%,较直接热水萃取提高了16.0%~20.1%;茶多酚含量分别提高了1.5%~8.0%和6.2%~24.4%。

2.1.2 不同剪切温度对茶汤品质的影响

表1是料液比1:10,剪切时间15 min,剪切频率50 Hz下,不同剪切温度对茶汤可溶性固形物含量和茶多酚含量的影响情况。纵向比较,剪切温度越高,茶汤可溶性固形物含量和茶多酚含量越大。而横向比较,同一温度下,二者含量 $S > J > P$ 。红茶经过超微-酶解反应

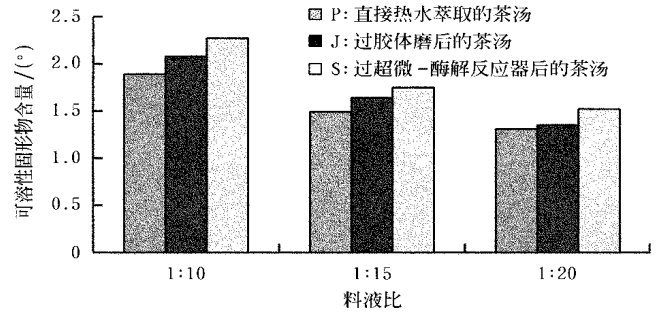


图2 不同料液比和处理方式对可溶性固形物含量的影响
Fig 2 Effect of different ratios of material and water and processing ways on the soluble solids contents

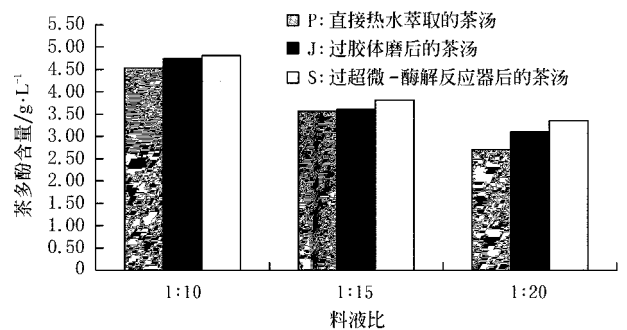


图3 不同料液比和处理方式对茶多酚含量的影响
Fig 3 Effect of different ratios of material and water and processing ways on the tea polyphenols contents

后可溶性固形物含量较直接热水萃取提高16.1%~33.5%,茶多酚含量提高6.2%~24.4%。

表1 不同剪切温度对茶汤可溶性固形物含量和茶多酚含量的影响

Table 1 Effect of different cutting temperature on the contents of the soluble solids and tea polyphenols

温度 /	可溶性固形物含量/g · L ⁻¹			茶多酚含量/g · L ⁻¹		
	P	J	S	P	J	S
30	1.58	1.88	2.11	3.69	4.06	4.43
40	1.72	1.98	2.16	4.03	4.31	4.60
50	1.89	2.08	2.27	4.53	4.74	4.81
60	1.97	2.18	2.33	4.81	5.45	5.58
70	2.05	2.27	2.38	5.24	5.63	5.74
80	2.24	2.60	2.65	5.41	5.98	6.13

2.1.3 不同剪切时间对茶汤品质的影响

图4是红茶经过超微-酶解反应器后,茶汤可溶性固形物含量和茶多酚含量随剪切时间的变化曲线。其他控制条件是:料液比1:10,剪切温度50℃,剪切频率50 Hz。从图中可以看出,剪切时间从5 min增加到15 min时,茶汤可溶性固形物含量和茶多酚含量急剧增大,15 min后二者增加缓慢,说明15 min后,红茶中的可溶性固形物和茶多酚已基本萃取完全。

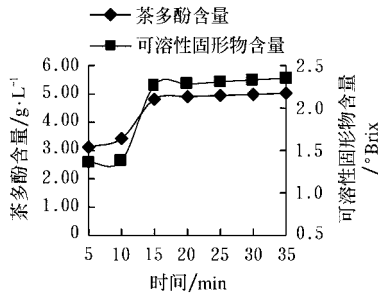


图4 不同剪切时间对茶汤品质的影响
Fig 4 Effect of different cutting time on tea liquor quality

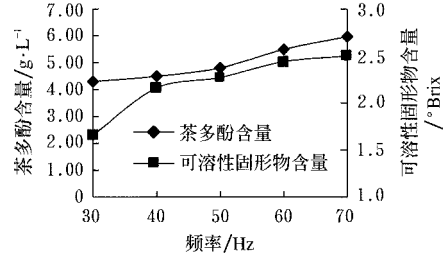


图5 不同剪切频率对茶汤品质的影响
Fig 5 Effect of different cutting frequencies on tea liquor quality

2.1.4 不同剪切频率对茶汤品质的影响

图5是红茶经过超微- 酶解反应器后, 茶汤可溶性固形物含量和茶多酚含量随剪切频率的变化曲线。其它控制条件是: 料液比1:10, 剪切温度50℃, 剪切时间15 min。从图中可以看出, 茶汤可溶性固形物含量和茶多酚含量随剪切频率升高而增大。考虑到反应器磨损情况, 剪切频率应控制在70 Hz 以内。

2.2 红茶加酶在超微- 酶解反应器中作用前后品质的变化

2.2.1 不同料液比对茶汤品质的影响

表2是红茶经过超微- 酶解反应器时, 不同料液比对茶多酚含量、浊度、色度与色差的影响情况。其它控制条件是: 加酶量0.04% (w/v), 剪切温度50℃, 剪切时间15 min, 剪切频率50 Hz。从表中可以看出: 随着料液比的降低, 茶汤茶多酚含量和浊度逐渐降低, 而茶汤的色差值无显著变化。

表2 不同料液比对茶汤品质的影响

Table 2 Effect of different ratios of material and water on tea liquor quality

料液比	茶多酚含量 /g·L ⁻¹	浊度 /NTU	色度与色差						
			L*	a*	b*	dL*	da*	db*	dE*
1:10	6.52	660	21.76	10.50	17.07	-51.39	6.67	15.91	54.21
1:15	4.33	386	17.64	5.07	11.24	-55.51	1.24	10.09	56.44
1:20	3.80	311	21.57	4.99	16.28	-51.58	1.16	15.12	53.76

注: 茶汤参照: X= 44.34, Y= 45.39, Z= 47.65, L* = 73.15, a* = 3.83, b* = 1.16, 下同;
X, Y, Z 是CIE XYZ 表色系统中物体的三刺激值。CIE XYZ 表色系统与CIE1976 均匀色空间存在一定的数学变换关系。

2.2.2 不同剪切温度对茶汤品质的影响

表3是料液比1:10, 加酶量0.04%, 剪切时间15 min, 剪切频率50 Hz 下, 不同剪切温度对茶汤品质的影响情况。

由表可知, 剪切温度愈高, 茶汤茶多酚含量和浊度愈大, 而不同剪切温度所得茶汤的颜色无多大变化。

表3 不同剪切温度对茶汤品质的影响

Table 3 Effect of different cutting temperatures on tea liquor quality

温度 /℃	茶多酚含量 /g·L ⁻¹	浊度 /NTU	色度与色差						
			L*	a*	b*	dL*	da*	db*	dE*
30	4.72	459	18.53	3.10	12.86	-54.62	-0.73	11.7	55.86
40	5.54	588	19.92	4.19	13.90	-53.23	0.36	12.74	54.73
50	6.52	660	20.48	4.46	15.10	-52.67	0.63	13.94	54.49
60	7.29	724	21.57	4.99	16.28	-51.58	1.16	15.12	53.76

2.2.3 不同剪切时间对茶汤品质的影响

表4是料液比1:10, 加酶量0.04%, 剪切温度50℃, 剪切频率50 Hz 下, 不同剪切时间对茶汤品质的影响情况。从表中可以看出: 茶多酚含量随剪切时间延长有一定增大, 但对总体来说, 剪切时间对茶汤品质影响较小。这表明要提高茶汤品质仅仅延长剪切时间是不够的。

2.2.4 不同剪切频率对茶汤品质的影响

表5是红茶经过超微- 酶解反应器时, 不同剪切频率对茶多酚含量、浊度、色度与色差的影响情况。其它控制条件是: 料液比1:10, 加酶量0.04%, 剪切温度50℃, 剪切时间15 min。从表5可以看出: 不同频率下, 剪切频率越高, 所得茶汤的茶多酚含量则越高。出现这种现象的原因推断是, 在超微动态剪切条件下, 酶与茶叶底物充分碰撞接触, 增大了酶与茶叶的反应概率。

表4 不同剪切时间对茶汤品质的影响

Table 4 Effect of different cutting time on tea liquor quality

时间 /min	茶多酚含量 /g · L ⁻¹	浊度 /NTU	色度与色差						
			L*	a*	b*	dL*	da*	db*	dE*
5	5.35	593	20.13	4.43	14.41	-53.02	0.60	13.25	54.65
10	5.74	614	19.24	4.55	14.33	-53.91	0.72	13.17	55.50
15	6.52	660	21.62	4.74	17.11	-51.53	0.91	15.95	53.95
20	6.54	782	21.90	4.93	16.47	-51.25	1.10	15.31	53.50
25	6.56	858	21.57	4.99	16.28	-51.58	1.16	15.12	53.76
30	6.59	537	24.56	5.68	17.70	-48.59	1.85	16.54	51.36
35	6.63	506	23.35	6.41	17.18	-49.8	2.58	16.02	52.38

表5 不同剪切频率对茶汤品质的影响

Table 5 Effect of different cutting frequencies on tea liquor quality

频率 /Hz	茶多酚含量 /g · L ⁻¹	浊度 /NTU	色度与色差						
			L*	a*	b*	dL*	da*	db*	dE*
30	4.49	506	24.20	3.96	17.52	-48.95	0.13	16.36	51.61
40	5.56	536	21.01	4.38	16.01	-52.14	0.55	14.85	54.22
50	6.52	660	24.08	4.46	17.51	-49.07	0.63	16.35	51.73
60	6.89	662	21.57	4.99	16.28	-51.58	1.16	15.12	53.76
70	7.48	665	18.76	5.67	14.90	-54.39	1.84	13.74	56.13

2.2.5 不同加酶量对茶汤品质的影响

表6是红茶经过超微-酶解反应器时,不同加酶量对茶多酚含量、浊度、色度与色差的影响情况。其它控制条件是:料液比1:10,剪切温度50℃,剪切时间15 min,剪切频率50 Hz。从表中可以看出,茶多酚含量与加酶量变化趋势呈正相关。相同条件下,红茶加酶较不加酶经过超微-酶反应器后所得茶汤的茶多酚含量明显提高,

提高幅度为23.3%~35.6%。茶汤浊度与茶多酚变化趋势正好相反,随加酶量的增大,浊度减小;红茶中加入不同的酶量所得茶汤间的颜色变化不大(明度L*值变化范围是18.60~21.57,色差值dE*在55.27~55.94之间。说明红茶中加入适量的酶,经过超微-酶解反应器后可提高茶多酚萃取率和茶汤澄清度,而茶汤颜色与不加酶时变化不大。

表6 不同加酶量对茶汤品质的影响

Table 6 Effect of different quantities of enzyme on tea liquor quality

加酶量 /%	茶多酚含量 /g · L ⁻¹	浊度 /NTU	色度与色差						
			L*	a*	b*	dL*	da*	db*	dE*
0.00	4.81	713	18.79	3.01	14.33	-54.36	-0.82	13.17	55.94
0.02	5.39	691	19.91	3.37	14.59	-53.24	-0.46	13.43	54.91
0.04	6.52	660	18.60	3.52	13.66	-54.55	-0.31	12.5	55.96
0.06	6.81	591	19.54	4.18	14.62	-53.61	0.35	13.46	55.28
0.08	7.15	464	21.57	4.99	16.28	-51.58	1.16	15.12	53.76

3 结论

1) 过超微-酶解反应器后的茶汤,可溶性固形物含量和茶多酚含量随着剪切温度、剪切频率、剪切时间、加酶量的增大呈增大的趋势。

2) 对于同一料液比的茶汤来说,茶叶经过超微-酶解反应器后较经过胶体磨后可溶性固形物含量提高了6.7%~12.6%,较直接热水萃取提高了16.0%~20.1%;而茶多酚含量则分别提高了1.5%~8.0%和6.2%~24.4%。

3) 相同条件下,红茶经过超微-酶反应器后,加酶萃取所得茶汤茶多酚含量较不加酶的有显著提高,提高

幅度为23.3%~35.6%。

[参考文献]

- [1] 柳建安,李安平,张晓晓. 茶饮料无菌冷灌装工艺及设备[J]. 食品与机械, 2003, (2): 33.
- [2] 翁木森. 茶饮料生产工艺[J]. 福建茶叶, 2003(4): 53.
- [3] Lassota. Beverage making system with flow meter measurement control and method[P]. U. S. Patent 26993 A1, 2003.
- [4] Ekanayake, A thula. Tea extract and process[P]. U. S. Patent H1628, 1997.
- [5] 高碧穗. 茶汤澄清化技术[J]. 食品工业月刊(台), 1995, (2): 23-33.
- [6] 方元超,赵晋府. 酶技术在茶饮料生产中的应用研究[J].

- 饮料工业, 1999, (2): 12- 14
- [7] 李欢, 周新明, 严永刚, 等. 酶制剂对改善茶饮料浊度的研究[J]. 食品与发酵工业, 2001, 28(4): 44- 47.
- [8] Lehmb erg, Gregg L. Enzyme extraction process for tea [P]. U. S. Patent 5952023, 1999.
- [9] GB8313- 87, 茶多酚测定[S].
- [10] 高碧穗, 陈清泉, 施玲玲, 等. 酵素处理对乌龙茶汤品质的影响[J]. 食品科学(台), 1996, (23): 356- 366

Extraction characteristics of black tea in supermicro-continuous enzymatic reactor

Gao Yanxiang, Yang Wenxiong, Fang Zheng, Li Shaozhen

(College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: The quality changes of tea liquor were studied by black tea with and without enzymes in Supermicro-Continuous Enzymatic Reactor (SCER) to probe the superiority of SCER to black tea extraction, and to search for a new approach to manufacturing tea liquor. The results show that the soluble solid contents and tea polyphenols contents of tea liquor by SCER, which show an uptrend when cutting temperature, cutting frequency, cutting time and enzyme quantity increase, are 6.7% ~ 12.6%, 1.5~ 8.0% higher than those by colloid mill, 16.0% ~ 20.1% and 6.2% ~ 24.4% higher than those by hot water extraction directly, respectively, at the same situation. The tea polyphenols contents greatly increase by 23.3% ~ 35.6% when adding enzymes compared with not adding enzymes in the reactor.

Key words: black tea; super-micro-continuous enzymatic reactor; tea polyphenols; soluble solids