

挤压膨化工艺参数对夏秋绿茶多酚含量及膨化度的影响

Effect of extrusion processing parameters on the polyphenol content and expansion ratio of summer and autumn green tea

王秀兰^{1,2} 梁进^{1,2} 张一芳^{1,2} 刘政权¹ 周裔彬²

WANG Xiu-lan^{1,2} LIANG Jin^{1,2} ZHANG Yi-fang^{1,2} LIU Zheng-quan¹ ZHOU Yi-bin²

(1. 安徽农业大学茶树生物学与资源利用国家重点实验室, 安徽 合肥 230036;

2. 安徽农业大学安徽省农产品加工工程实验室, 安徽 合肥 230036)

(1. State Key Laboratory of Tea Plant Biology and Utilization, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036, China; 2. Anhui Agricultural Products Processing Engineering Laboratory, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036, China)

摘要:利用双螺杆挤压膨化机对夏秋绿茶进行挤压膨化,研究物料含水量、套筒温度以及螺杆转速对膨化绿茶粉中茶多酚含量以及膨化度的影响,并分析夏秋绿茶膨化前后浸出功能成分及微观结构的变化。结果表明:随物料含水量增加,茶多酚含量先减少后增加;增加套筒温度会增大茶多酚的浸出,当温度过高时会导致茶多酚的损失;随螺杆转速增大,茶粉破损程度加大,促进茶多酚的浸出。套筒温度、螺杆转速对挤出物膨化度的影响较小,物料含水量的影响相对较大。与未加工夏秋绿茶粉相比,加工后的夏秋绿茶粉中茶多酚、粗纤维、可溶性总糖含量降低,茶氨酸含量增高。夏秋绿茶膨化后,其表面结构变得平整光滑,且机械力作用使物料自身化学键断裂。

关键词:夏秋绿茶;挤压膨化;茶多酚;膨化度;微观结构

Abstract: In this paper, the extruded summer and autumn green tea powder processed with a twin screw extruder, the effects of material moisture, barrel temperature and screw speed on the content of tea polyphenols in green tea powder was studied after extruding. Moreover, the leaching functional components and microstructure changes

were also studied. The results showed that the moisture content of the material increased, and the content of tea polyphenols decreased first and then increased; increasing the barrel temperature could increase the leaching of tea polyphenols, while the high temperature would lead to the loss of tea polyphenols; increasing the screw speed could increase the tea powder damage and promote the leaching of tea polyphenols. However, the barrel temperature and screw speed had little effect on the puffing degree of the extrudates, and the influence of material moisture content was relatively large. Compared with unprocessed summer and autumn green tea, the tea polyphenols, crude fiber, total soluble sugar content decreased and theanine content increased in summer and autumn green tea powder processed. After the expansion of summer and autumn green tea, the surface structure was observed to be flat and smooth under a scanning electron microscope, and the mechanical force caused the cleavage of the chemical bond of the material itself.

Keywords: summer and autumn green tea; extrusion; tea polyphenols; expansion ratio; microstructure

由于夏秋茶品质不及春茶,售价不高且销售渠道不畅通,多数夏秋茶生产基本无利可图,但产量却相对较大,资源浪费极大^[1-2]。随着人们对茶与健康研究的不断深入,对富含茶多酚的夏秋茶开发与利用也在不断探索。目前,主要采取降低茶的苦涩味和提高茶的品质^[1-3]来改善夏秋绿茶口感。

挤压膨化是通过摩擦、剪切和加热产生高温、高压,使物料经受破碎、混炼、剪切、熔化、杀菌以及熟化等一系列连续化处理,在高温、高压和高剪切力的作用下,物料物性产生变

基金项目:现代农业(茶叶)产业技术体系建设专项(编号:CARS-23);安徽省科技计划项目(编号:1704a07020073);安徽特色产业发展项目(安徽省农委委员会编号:[2016-188]);安徽省科技重大专项(编号:17030701020);安徽省自然科学基金项目(编号:1708085MC86);浙江省科技计划项目(编号:2017C02037)

作者简介:王秀兰,女,安徽农业大学在读硕士研究生。

通信作者:梁进(1979—),男,安徽农业大学副教授,博士。

E-mail: liangjin@ahau.edu.cn

收稿日期:2017-12-21

化,由固态粉状或粒状变成糊状,蛋白质发生变性、重组,淀粉发生糊化、裂解,纤维素发生部分降解、细化,酶及其他活性物质失活以及产品中的微生物被杀死^[4-6]。挤压膨化不仅可以改变原料的外形、状态,也改变了原料的分子结构、性质,提高产品消化吸收率,改善产品品质,增加产品适口性^[7]。目前针对挤压膨化技术应用在夏秋绿茶方面的研究还少有报道。王博等^[8]利用双螺旋挤压膨化处理夏秋茶渣,发现膨化后原料粗纤维含量下降 3%。

本研究主要利用双螺旋挤压膨化机对夏秋绿茶进行挤压膨化,研究挤压膨化参数对夏秋绿茶中茶多酚含量和膨化度的影响,并对比膨化前后茶叶微观结构的变化,以期为扩大夏秋绿茶的综合利用途径提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

中低档夏秋绿茶:金寨县大别山香源茶叶有限公司。

1.2 仪器与设备

双螺杆膨化挤出机:DSE32 型,济南鼎润机械有限公司;分析天平:AR224CN 型,奥豪斯仪器(常州)有限公司制造;

紫外分光光度计:UV-1600 型,上海菁华科技仪器有限公司;

电子数显卡尺:JY0-150 型,浙江德清盛泰芯电子有限公司;

数显恒温水浴锅:HH 型,江苏金坛市金城国胜实验仪器厂;

高速冷冻离心机:JW-3021HR 型,安徽嘉文仪器装备有限公司;

数显鼓风干燥箱:DHG-9053A 型,上海申贤恒温设备厂;

扫描电子显微镜:Hitachi E-1045 型,日本 HITACHI 公司。

1.3 方法

1.3.1 样品的制备 夏秋绿茶原料粉碎过 50~60 目筛网,得到夏秋绿茶粉,茶粉经充分混合均匀后使用双螺杆挤出机进行挤压膨化,研究挤压膨化参数对夏秋绿茶中茶多酚含量及膨化度的影响。以物料含水量、套筒温度、螺杆转速 3 个为影响因素,物料含水量设置为 9%,12%,15%,18%;套筒温度一区 60℃和三区 140℃固定不变,二区温度设置为 120~130,130~140,140~150,150~160℃;螺杆转速设置为 25,30,35,40 HZ。把挤出的样品粉碎过 50~60 目后放入铝箔袋中密封保存备用。此外,利用较优的膨化参数条件制备样品,进行后续组成成分和微观结构及红外光谱分析。

1.3.2 膨化夏秋绿茶粉的组成成分分析

- (1) 水分:按 GB/T 8304—2013 执行。
- (2) 茶多酚:按 GB/T 21733—2008 中附录 A 执行。
- (3) 儿茶素:按 GB/T 8313—2008 执行。
- (4) 咖啡碱:按 GB/T 8312—2008 执行。

- (5) 游离氨基酸总量:按 GB/T 8314—2013 执行。
- (6) 粗纤维:按 GB/T 5009.10—2003 执行。
- (7) 可溶性总糖:蒽酮比色法^[9]。
- (8) 茶氨酸:按 GB/T 23193—2008 执行。

1.3.3 夏秋绿茶膨化度检测 使用数显电子千分尺测量样品直径,随机抽取 15 个样品测量直径,其径向膨化率为产品的平均直径 d (mm)除以模孔直径(5.05 mm)。以径向膨化率表示膨化度^[10]。

1.3.4 膨化夏秋绿茶粉的微观结构分析 使用扫描电子显微镜观察样品的微观结构。膨化后的样品粉碎过 30 目筛网,未膨化样品为对照,将样品用双面胶带固定在金属样品架上,在真空条件下覆盖金属涂层,加速电压 10 kV,对表面结构进行观察。

1.3.5 膨化夏秋绿茶粉红外光谱分析 样品干燥后与 KBr 颗粒粉混合在红外灯下研磨成粉末,并压成薄片,使用配备有衰减全反射(ATR)的傅里叶变换红外光谱(FTIR)在 500~4 000 cm^{-1} 波长内扫描,观察膨化前后夏秋绿茶粉的化学结构变化。

2 结果与分析

2.1 挤压膨化参数对茶粉中茶多酚及膨化度的影响

2.1.1 套筒温度 由图 1 可知,茶多酚含量随套筒温度的升高先增加后降低,膨化度也呈先增加后降低的趋势。这可能是温度增加,套筒内水蒸气压力增大,物料在机头处挤出时,外压瞬间增大,从而使膨化度增大^{[11] 22[12] 19[13]14-15}。当温度超过 140℃时,物料的黏度下降,对气体的束缚力减弱,气泡在生成过程中提早破裂,造成膨化度降低。茶粉中的淀粉含量较低,所以膨化度变化较小。随着温度的增加,膨化度增加,茶粉结构疏松多孔,促使茶多酚浸出,随着温度升高,茶多酚损失增大,导致茶多酚含量降低。

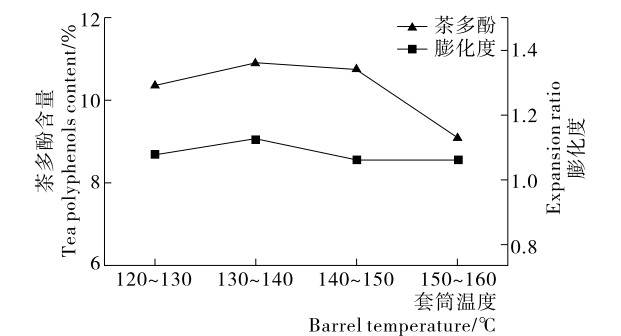


图 1 套筒温度对样品中茶多酚含量及膨化度的影响
Figure 1 Effect of barrel temperature on tea polyphenols content and expansion ratio in samples

2.1.2 物料含水量 在挤出过程中水使物料发生玻璃化的转变,使物料易于变形、膨胀。从图 2 可以看出,膨化度在一定范围内随着水分含量的增加呈现增加的趋势,而当水分含量>15%时,膨化度有所降低。在试验过程中发现,当水分含量为 9%时,膨化样品出现轻微的焦化现象,推测可能是物料被挤压破碎成干粉状,无法充分糊化,致使膨化率较低。当原料水分含量增加时,原料中的淀粉和蛋白质吸收水分,

分别糊化、变性,物料黏度增大,原料与螺杆、套筒的摩擦作用增大,在套筒内滞留时间增长,膨化率升高。当水分含量超过 15% 时,膨化度降低,可能是物料含水量过高,使物料表面黏度降低,呈流体状态,其在膨化机套筒内所受的剪切力、摩擦力减弱,降低在机头处的压力,导致膨化度降低^{[14] 24[15] 16-18[16] 16-17}。茶多酚含量先是随着水分含量的增大而减少,而在水分含量>12% 时,茶多酚含量呈现增大的趋势,可能是物料水分含量在 9% 时,水分含量较低,挤出物呈焦糊状态,挤出物中部分粗纤维及其他物质碳化,使茶多酚容易浸出,茶多酚含量相对较高。当原料水分含量达到 12%,样品挤出物焦糊化现象消失,原料相对水分含量较低,在高温环境下,茶多酚含量损失较多。当物料水分含量>12%,水分含量增加,水分遇高温汽化,降低温度对茶多酚的影响,且膨化度增大,挤出物疏松多孔,进而有利于茶多酚的浸出。

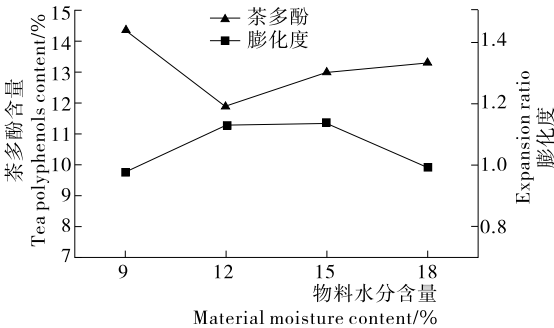


图 2 物料含水量对膨化样品中茶多酚含量及膨化度的影响

Figure 2 Effect of raw material water content on tea polyphenols content and expansion ratio in Samples

2.1.3 螺杆转速 如图 3 所示,螺杆转速对夏秋绿茶膨化度影响较小。螺杆转速直接影响套筒内剪切力和压力,转速增加,产生的剪切力增加,机头处产生的压力增加,增大了机头处瞬间挤出时内外压差,使膨化度增加。螺杆转速大于 35 Hz 时,螺杆转速过高,物料在套筒内停留时间缩短,大分子物质未充分断裂、降解就被挤压出来,导致膨化度降低,但由于夏秋绿茶中淀粉、蛋白质含量较低,粗纤维含量较高,使

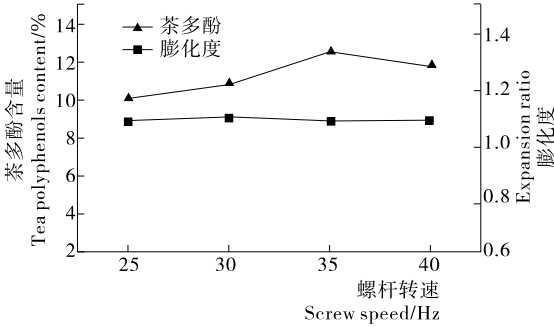


图 3 螺杆转速对膨化样品中茶多酚含量及膨化度的影响

Figure 3 Effect of screw speed on tea polyphenols content and expansion ratio in Samples

膨化度变化不明显。螺杆转速增大,剪切力与摩擦力增强有利于糊化。如果螺杆转速过快,物料在套筒内停留时间较短而不利糊化^{[11] 23[12] 11-13[13] 11-12}。随螺杆转速的增大茶多酚含量先增大后减小,可能是螺杆转速增大,套筒剪切力增大,夏秋绿茶破碎程度加大,促进茶多酚的浸出,使茶多酚含量增大,当螺杆转速增大到一定程度时,螺杆高速旋转的高强度机械剪切作用,使茶多酚结构有一定的破坏,导致茶多酚含量减低。

2.2 挤压膨化前后夏秋绿茶粉的溶出成分分析

本试验利用较优的膨化参数条件(套筒温度 130~140℃,螺杆转速 35 Hz,物料水分含量 15%)制备夏秋绿茶粉,分析夏秋绿茶膨化前后的浸出成分变化。由表 1 可见,夏秋绿茶膨化时在套筒内受到高温的作用,茶多酚遇热不稳定,含量降低。物料在挤压腔内停留时受到挤压、剪切、摩擦和熔融作用,从而促使不溶性纤维向可溶性纤维的转化,粗纤维含量降低^[11]。夏秋绿茶在套筒内破碎,促进浸出物的浸出,可溶性总糖含量增大。咖啡碱是相对比较稳定的物质,含量几乎没有变化。游离氨基酸含量降低,茶氨酸含量增高。茶氨酸是茶树中含量最高的游离氨基酸,极易溶于水,且溶解性随温度的升高而增大,挤压膨化后,夏秋绿茶受到高温高压的作用,有利于茶氨酸浸出,且 L 型茶氨酸减少, D 型茶氨酸增加^[14]。在高温作用下,儿茶素易氧化、聚合、缩合、异构^[15],导致膨化前后夏秋绿茶中各种儿茶素的变化。

2.3 夏秋绿茶粉膨化前后的微观结构分析

从图 4 中可以看出,夏秋绿茶表面粗糙不平,附着小颗粒状物质,相互粘连,膨化后的夏秋绿茶表面结构被破坏,颗粒粉碎,团聚而相互粘连形成表面较平整、光滑的结构。这可能是物料在套筒内挤压时,受到高温、高压、高剪切力的作用,使颗粒结构遭到破坏,原料中各种成分发生键的断裂、降解,成分之间也发生由结合到分离、到融合再结合的过程^{[12] 50 [13] 40}。

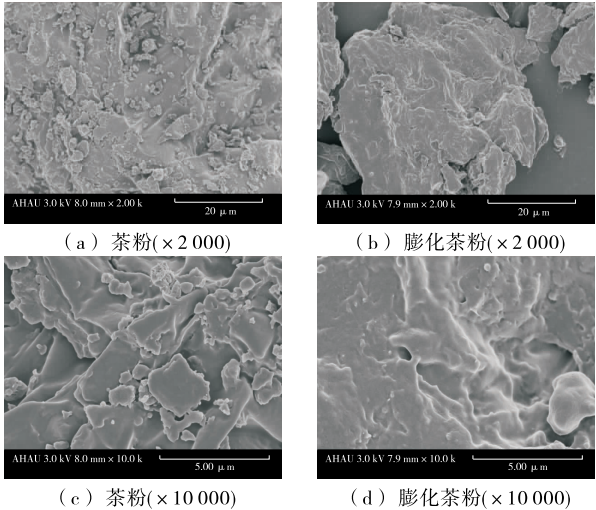


图 4 夏秋绿茶粉膨化前后微观结构扫描图

Figure 4 Microstructure scanning chart of summer and autumn tea before and after extruding

表 1 夏秋绿茶挤压前后溶出成分分析[†]

Table 1 Changes in composition of summer and autumn green tea before and after extruding %						
成分	茶多酚	粗纤维	游离氨基酸	茶氨酸	咖啡碱	可溶性总糖
茶粉	13.00±0.32	11.21±0.62	2.09±0.04	1.39±0.01	1.64±0.07	0.80±0.01
膨化茶粉	12.12±0.22	10.31±0.82	1.97±0.22	1.47±0.01	1.66±0.02	0.97±0.02
成分	GA	EGC	C	EGCG	EC	ECG
茶粉	0.07±0.01	1.83±0.11	0.19±0.01	3.44±0.14	0.50±0.01	0.73±0.03
膨化茶粉	0.11±0.01	1.09±0.10	0.23±0.02	2.40±0.04	0.35±0.02	0.62±0.02

† GA:没食子酸;C:儿茶素;EC:表儿茶素;EGC:表没食子儿茶素;ECG:表没食子酸酯;EGCG:表没食子儿茶素没食子酸酯。

2.4 膨化夏秋绿茶粉的红外光谱分析

图 5 为夏秋绿茶粉膨化前后的红外吸收光谱图,夏秋绿茶与膨化夏秋绿茶二者的谱带基本相同,但部分谱带仍存在差异,主要的吸收峰有 3 389.26~3 405.12 cm⁻¹为分子内的 O—H 伸缩振动(—OH),1 454.87 cm⁻¹为 C≡C 伸缩振动,1 400~1 200 cm⁻¹为 C—H 变角振动,700~1 100 cm⁻¹为与伯、仲醇羟基相连的 C—O 伸缩振动。与未膨化的夏秋绿茶粉相比较,膨化夏秋绿茶粉在 1 054.57,1 037.19,1 144.68,1 049.51,830.83 cm⁻¹出现新的吸收峰,在 990.52,909.52 cm⁻¹ 处的吸收峰消失,可能是机械力作用导致物料自身化学键的断裂,从而产生新的物质^{[12] 49[13] 38-39}。代养勇^{[16] 72-75}研究发现,机械作用力会导致物料自身化学键的断裂产生新的物质。如羟基化合物会发生大分子降解反应和脱水反应等。在 NMR 试验中证实挤压膨化机无碱制备氧化淀粉,分子链的断裂是氧化脱水产生的断裂而不是水解反应。在其他化学物质的存在下活化大分子,产生链自由基,作为接枝起始点或引入新的官能团^{[19] 83-84}。

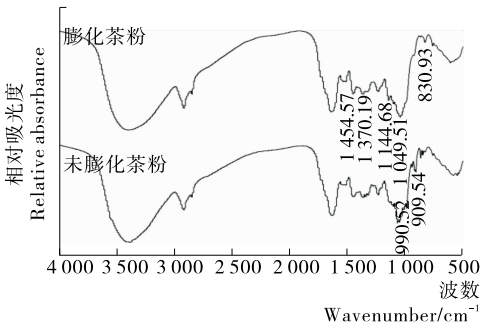


图 5 夏秋绿茶粉膨化前后红外光谱分析
Figure 5 Infrared spectral analysis of summer and autumn green tea powder expanded

3 结论

研究了挤压膨化机的套筒温度、螺杆转速以及物料含水量对夏秋绿茶挤压膨化样品中茶多酚含量和膨化度的影响,对比膨化前后夏秋绿茶组成成分和微观结构的变化。结果表明,套筒温度螺杆转速对挤出物膨化度的影响较小,而物料含水量的影响相对较大。此外挤压处理使得夏秋绿茶微观结构发生了一定的变化,扫描电子显微镜下观察到表面结

构变得平整光滑。红外光谱分析结果显示,挤压膨化机械力作用会导致物料自身化学键的断裂。夏秋绿茶经挤压膨化加工后,茶多酚含量降低,茶氨酸含量增大,一定程度上降低了夏秋绿茶苦涩味,改善其口感和食用品质。

参考文献

[1] 刘淑娟,杨拥军,钟兴刚,等.降低夏秋茶苦涩味的加工技术研究进展[J].茶叶学报,2014(2): 1-3.
[2] 汤雯,屠幼英.利用加工方法提高夏秋茶品质研究进展[J].茶叶,2010,36(2): 77-81.
[3] 黄诗刚.夏秋茶品质提升技术研究现状及发展趋势[J].南方农业,2013,7(6): 85-87.
[4] 蒋长兴.谷物膨化食品加工参数研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2005: 2-3.
[5] 杜冰,梁淑如,程燕锋,等.挤压膨化加工过程参数及其影响[J].食品与机械,2008,24(5): 133-136.
[6] KIM J H, TANHEHCO E J, PKW N. Effect of extrusion conditions on resistant starch formation from pastry wheat flour[J]. Food Chemistry, 2006, 99(4): 718-723.
[7] 化山,徐英,辛立卫.膨化技术的优缺点及在动物饲料中的应用[J].中国畜牧兽医文摘,2015,31(9): 213-213.
[8] 王博,叶阳,周小芬,等.挤压膨化对绿茶茶渣中粗纤维影响[J].茶叶科学,2012,32(1): 29-36.
[9] 博强,谢明勇,聂少平,等.茶叶中多糖含量的测定[J].食品科学,2001,22(11): 69-73.
[10] LOBATO L P, ANIBAL D, LAZARETTI M M, et al. Extruded puffed functional ingredient with oat bran and soy flour[J]. LWT-Food Science and Technology, 2011, 44(4): 933-939.
[11] 吴广森.紫糯全麦粉的挤压膨化处理及其应用研究[D].泰安:山东农业大学,2015.
[12] 陈子意.槟榔芋全粉挤压膨化特性的研究[D].福州:福建农林大学,2015.
[13] 黄浩庭.挤压膨化对紫薯全粉理化特性影响的研究[D].福州:福建农林大学,2015.
[14] 徐茂.绿茶、普洱茶及乌龙茶中茶氨酸的研究[D].重庆:西南大学,2010: 22-23.
[15] 宛晓春.茶叶生物化学[M].北京:中国农业出版社,2003: 9-15.
[16] 代养勇.挤压膨化机无碱制备氧化淀粉及其机理研究[D].泰安:山东农业大学,2012.