

低温液氮粉碎对绿茶粉品质影响

杜冰¹, 焦艳丽¹, 江东文², 范媛媛^{1,3}, 刘江涛^{1,4}, 杨公明^{1*}

(1. 华南农业大学食品学院, 广州 510642; 2. 南海区标准化研究与促进中心, 南海 528200;
3. 顺德进出口检验检疫局, 顺德 528303; 4. 仲恺农业工程学院, 广州 510225)

摘要:为减少茶叶粉碎过程中热敏性物质损失, 提出茶叶低温液氮粉碎的新方法。该论文以绿茶为原料, 在粉碎过程中添加液氮, 比较常规粉碎与低温液氮粉碎方法处理对绿茶粉品质的影响。结果表明, 与常规粉碎法相比, 液氮粉碎法的出粉率高, 所得的茶粉泡制成的茶汤在色泽、滋味和品质评分上明显占优, 其水浸出物中茶多酚、咖啡碱、游离氨基酸、可溶性蛋白、可溶性糖等功效成分的质量分数分别高出 25.12%、10.12%、9.50%、6.75%、12.63%、9.05%; 2 种茶粉的香气成分组成基本相同, 但液氮粉碎法所得茶的茶粉中法呢烯、橙花叔醇、1H-吡啶、己酸-3-己烯酯、五甲基庚烷、苦杏仁苷、3-甲基丁酸 2-甲基丙酯质量分数分别高出 10.88%、13.70%、14.06%、5.61%、2.08%、24.39%、5.68%。表明液氮粉碎能较好的保留茶粉的品质, 为液氮粉碎在绿茶加工中的应用提供参考。

关键词:粉碎, 液氮, 农产品, 绿茶, Lab 值, 水浸出物, 香气成分

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2012.02.044

中图分类号: TS272.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2012)-02-0256-05

杜冰, 焦艳丽, 江东文, 等. 低温液氮粉碎对绿茶粉品质影响[J]. 农业工程学报, 2012, 28(2): 256-261.

Du Bing, Jiao Yanli, Jiang Dongwen, et al. Effects of low temperature liquid nitrogen on quality of green tea grinding[J].

Transactions of the CSAE, 2012, 28(2): 256-261. (in Chinese with English abstract)

0 引言

茶叶的营养十分丰富, 到目前为止, 茶叶中的化学成分已经分离鉴定的已知化合物有 700 多种, 其中包括 3.5%~7.0%的无机物和 93%~96.5%的有机物组成^[1]。其中无机矿质元素约有 27 种, 有机化合物主要有蛋白质、碳水化合物、茶多酚、生物碱、有机酸、色素、维生素和皂、醇、酶类等^[2-3], 经研究发现茶叶中的功效成分有增强机体免疫功能、清除自由基、抗癌等保健作用^[4-7]。绿茶由于未经发酵, 较多地保留了鲜叶中的天然成分, 其中茶多酚和咖啡碱保留 85%以上, 氨基酸、维生素以及矿物质的损失也比较少, 所以绿茶对人体的保健作用也就更为明显^[8]。

在传统饮茶方法中, 人体并没有完全吸收茶叶的全部营养成分, 一些不溶或难溶性成分, 如维生素 A、K、E, 大部分蛋白质, 碳水化合物, 胡萝卜素及部分矿物质等都大量留存在茶渣中^[9-10]。如将茶叶制成粉茶, 可直接应用于茶饮料, 促使茶叶的成分的吸收; 亦可添加于食品中, 可制成茶糕点、茶糖果等, 强化其营养, 并赋予食品茶风味, 又使原来舍弃的膳食纤维等得以利用; 粉碎后的绿茶还有助于茶多酚、咖啡碱等成分的提取^[11-13]。

茶叶中的功效物质和香气成分大多是一些热敏性物质, 由于常规粉碎方法在粉碎过程中产生大量的热, 从而导致茶叶中有效成分和香气成分的挥发或损失, 同时茶色素的氧化分解、发生褐变等。目前茶叶粉碎技术主要有常规粉碎、超细粉碎、超微粉碎等。

液氮低温粉碎技术是在 20 世纪 50 年代末随着液氮大量生产而形成的一门高新技术^[14]。近年来, 液氮低温粉碎在食品加工中开始应用, 采用液氮低温粉碎食品可以得到微细粉末, 并且挥发成分不会损失, 也不会由于发热而使食品变味、营养成分下降^[15-16]。目前液氮粉碎已开始应用于中药材、抗生素、甲壳素等的加工中^[17]。本研究采用自主研发的液氮粉碎设备, 控制粉碎温度, 通过液氮的低温、排氧作用和冷脆现象来进行绿茶的粉碎, 以求提高粉碎后茶叶的品质, 并比较普通粉碎与液氮粉碎在粉碎前后对绿茶的性质及品质的影响。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料及试剂

绿茶, (夏茶、普通等级), 购买于兴宁市南华现代农业有限公司; 福林酚、茶氨酸, 广州市齐云生物技术有限公司; 咖啡碱, 中国药品生物制品检定所; 考马斯亮蓝 G-250、牛血清白蛋白, 北京鼎国生物技术有限责任公司; 茛三酮、甲醇、碳酸钠、碱式醋酸铅、盐酸、硫酸、磷酸氢二钠、磷酸二氢钾、苯酚、蔗糖等均为分析醇。

1.1.2 主要仪器

液氮粉碎机, 华南农业大学食品学院中低温食品加

收稿日期: 2010-12-13 修订日期: 2011-10-10

基金项目: 广东省教育部产学研项目 (2009B090300138)

作者简介: 杜冰 (1973-), 内蒙古人, 副教授, 主要从事食品生物技术与装备研究。广州 华南农业大学食品学院, 510642。

Email: gzdubing@163.com

*通信作者: 杨公明 (1950-), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为农产品加工新工艺与设备、食品中低温加工处理技术。广州 华南农业大学食品学院, 510642。Email: ygm@scau.edu.cn

工研究中心研制, 配有液氮自动温控和定量液氮喷雾系统(图 1)。普通粉碎机为 DMF-25B 流水式粉碎机, 浙江省温岭市明大机械设备有限公司。色差计 TC-P II G, 北京奥依克光电仪器有限公司; TRACE GC-MS 气质联用仪, 美国 Finnigan 公司; 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, 中国梅特勒-托利多(常州)称重设备系统有限公司; SHZ-III 型循环水真空抽滤机, 上海亚荣生化仪器厂。

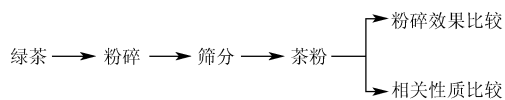


图 1 低温液氮粉碎机

Fig.1 Liquid nitrogen pulverizer

1.2 试验方法

1.2.1 工艺流程



分别称取 200 g 低值绿茶, 置于筛网目数依次为 20、40、60、80、100 目的普通粉碎机和液氮粉碎机中进行粉碎, 10 min 后称量粉碎机布袋中茶粉质量。考虑到粉碎机进料的稳定性, 试验中每个处理都进行了 5 次重复。

对 2 种粉碎机粉碎后茶粉(60 目)的色泽(Lab 值)、滋味物质和功能成分含量以及香气成分含量进行测定, 分析对比 2 种粉碎机对茶叶的粉碎效果。

1.2.2 粉碎机运行参数

1) DMF-25B 流水式粉碎机

电压: 220 V; 主轴转速: 2 800 r/min; 电机功率:

1 500 W。

2) 低温液氮粉碎机

电压: 220 V; 主轴转速: 2 800 r/min; 电机功率:

1 500 W;

通氮量: 200~300 mL/100 g。

1.3 测定方法

1.3.1 出粉率

$$\text{出粉率}(\%) = \frac{\text{过筛后茶粉的质量}(\text{g})}{\text{粉碎前茶叶的质量}(\text{g})} \times 100$$

1.3.2 茶汤色泽测定

色泽参数: *L* 值(Lightness, 亮度), 在 0~100 之间, 0 表示黑色, 100 表示白色; *a* 值(Redness, 红色度), 表示红绿之间的色泽, 100 为红色, -80 为绿色; *b* 值

(Yellowness, 黄色度), 表示黄蓝之间的色泽, 100 为黄色, -80 为蓝色。

分别准备 3 份质量为 5 g 的茶粉, 加沸蒸馏水 240 mL 冲泡 5 min, 趁热用双圈 102 滤纸过滤, 滤液冷却至室温后定容至 250 mL。以蒸馏水为对照, 用奥依克 TC-P II G 色差计测定茶汤色差^[18]。

1.3.3 感官评价

按照 GB/T 23776-2009 《茶叶感官审评方法》进行。

1.3.4 滋味成分分析

水浸出物含量测定 GB/T 8305-1987 (全量法)

茶多酚含量测定 GB/T 8313-2008 (福林酚测定法)

咖啡碱含量测定 GB/T 8312-2002 (紫外分光光度法)

游离氨基酸总量测定 GB/T 8314-2002 (茶游离氨基酸总量测定)

可溶性糖含量测定 (苯酚硫酸法)

可溶性蛋白质含量 (考马斯亮蓝法)

1.3.5 香气成分分析 (固相微萃取法)

1) 香气提取^[19]

取样品 5.0 g 于 50 mL 密封顶空样品瓶中, 在 40℃ 水中用固相微萃取纤维头 CAR/PDMS 75 μm 顶空萃取 30 min, 然后在 230℃ 条件下解吸 3 min 进样。

2) 香气分析^[20]

GC 条件: 色谱柱 HP-1 (30 m×0.25 mm)

程序升温: 50℃(10 min)~120℃(2 min), 升温速率 3℃/min, 120℃~180℃(10 min), 升温速率 5℃/min。

进样口温度: 200℃

MS 条件: 电离方式 EI, 轰击电压 70 eV, 扫描范围: 35~335 amu。

1.4 数据处理方法

使用 Excel 做数据显著性及误差等分析

2 结果与分析

2.1 液氮粉碎与常规粉碎处理对茶叶粉碎效果的比较

常规粉碎与液氮粉碎对绿茶粉碎效果如图 2 所示。由图 2 分析对比可知, 在不同粉粒度下进行茶叶的粉碎, 液氮粉碎机的出粉率均比常规粉碎机的出粉率要高, 且随着茶粉粒径的增加, 两机出粉率差异更为明显。由于流加液氮产生的低温冷脆的现象, 使茶叶更容易粉碎, 且粉碎效率更高。

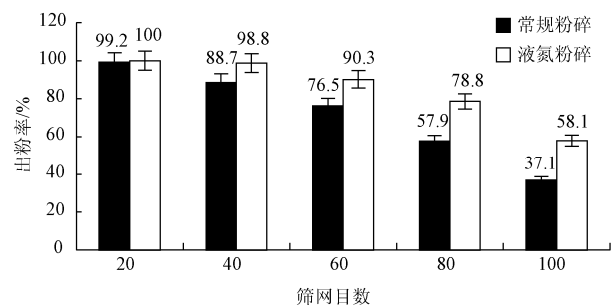


图 2 两种粉碎方法对茶叶粉碎效果的比较

Fig.2 Comparison of the effect of two crushing method

2.2 液氮粉碎与常规粉碎处理绿茶茶汤色泽变化

研究表明^[14], 绿茶茶汤明暗度表征量 L 值与感官汤色评分、滋味评分和品质总评分呈显著正相关。红绿色度表征量 a 值、黄蓝色度表征量 b 值与绿茶汤色、滋味及品质总评分均呈显著负相关。如图 3, 分析对比 2 种粉碎机制备的 60 目茶粉, 通过单因素方差分析, 可知茶汤 1 (液氮) 的 L 值显著高于茶汤 2 (常规) ($p < 0.01$), 其 a 值小于茶汤 2, b 值显著小于茶汤 2 ($p < 0.01$)。可见, 由于液氮带来的低温和排氧的作用, 使绿茶的色素保留率更高, 利用液氮低温粉碎后的茶粉所制备的茶汤汤色优于普通粉碎机制备的茶粉。

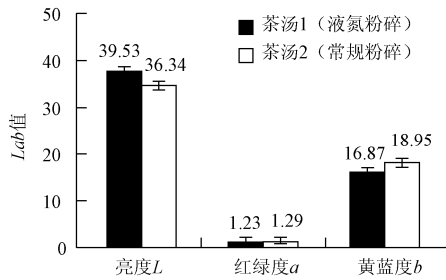


图 3 两种粉碎方法处理绿茶后茶汤 Lab 值的比较

Fig.3 Comparison of the Lab value of green tea beverage after two crushing method

2.3 液氮粉碎与常规粉碎处理对绿茶茶汤感官的影响

对液氮粉碎与常规粉碎处理对绿茶茶汤进行感官评价, 如表 1 可知, 液氮粉碎后取过 60 目的茶粉其色泽 ($p < 0.01$)、汤色 ($p < 0.01$) 上明显优于常规粉碎法茶粉, 而其茶汤的香气和滋味 ($p < 0.05$) 也好于常规粉碎法。从评审结果可以看出, 和常规粉碎法比较, 液氮粉碎得到茶粉的感官品质好 ($p < 0.01$)。

表 1 两种粉碎方法处理后茶粉的感官评价比较

Table 1 Comparison of sensory quality of green tea powder after two crushing method

干燥方法	色泽 (评分)	香气 (评分)	滋味 (评分)	汤色 (评分)	总分
液氮粉碎	淡绿鲜亮 (90)	纯正带清香 (87)	鲜爽醇和 (86)	黄绿、明亮 (88)	88
常规粉碎	淡绿 (81)	尚醇带清香 (85)	醇和 (83)	黄绿、欠明亮 (83)	83.5

2.4 液氮粉碎与常规粉碎处理对茶叶主要滋味物质和功效成分的影响

茶叶中能溶于热水的可溶性物质统称为水浸出物。其含量在一定程度上反映了内含成分的多寡, 也反映茶汤的厚薄和浓淡, 与茶叶品质呈正相关^[21]。含量越高, 茶汤浓度越高, 越耐泡。茶多酚、咖啡碱、茶蛋白、茶多糖、咖啡碱、茶氨酸等是茶叶的主要功效成分, 赋予茶叶降血糖、降血脂、降血压、抗血栓、增强机体免疫力、抗氧化、抗菌和抗辐射等生理功能, 其含量与茶汤滋味的鲜度密切相关, 与绿茶品质呈正相关^[22]。因此, 此功效成分的含量常作为主要指标来衡量茶叶的品质。

由图 4 分析可知, 分析对比 2 种粉碎机制备的 60 目茶粉, 与常规粉碎法得到的茶粉相比, 液氮粉碎法得到

的茶粉中浸出物 ($p < 0.01$)、茶多酚 ($p < 0.01$) 咖啡碱 ($p < 0.05$)、游离氨基酸 ($p < 0.05$)、可溶性蛋白 ($p < 0.05$)、可溶性糖 ($p < 0.05$) 都明显高于常规粉碎法, 质量分数分别提高了 25.12%、10.12%、9.50%、6.75%、12.63%、9.05%。说明, 同样由于液氮的低温排氧作用, 液氮粉碎法比常规粉碎法能更好地保持茶叶中的功效物质和滋味物质。

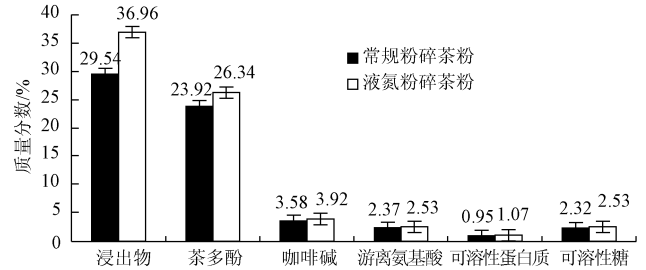


图 4 茶叶主要滋味物质和功效成分的变化

Fig.4 Change of the composition of the material and efficacy of green tea after two crushing method

2.5 液氮粉碎与常规粉碎处理对茶叶香气成分的影响

利用顶空萃取法分别提取液氮粉碎与常规粉碎取过 60 目的茶粉的香气成分, 然后进行 GC-MS 分析, 茶粉的香气成分气成分如表 2 所示。

表 2 两种粉碎方法处理后茶粉主要香气成分质量分数比较

Table 2 Comparison of relative content of main aroma compositions of green tea powder after two crushing method

香气组分	液氮粉碎茶粉	常规粉碎茶粉	%
五甲基庚烷 $C_{12}H_{26}$	3.43	3.36	
3,7-二甲基-1,3,7-辛三烯; 罗勒烯 $C_{10}H_{16}$	24.34	26.08	
反式-氧化芳樟醇 $C_{10}H_{18}O_2$	1.25	1.36	
芳樟醇; 沉香油萜醇; 伽罗木醇 $C_{10}H_{18}O$	2.15	2.3	
2-乙基-1,1-二甲基-3-亚甲基环己烷 $C_{11}H_{18}$	21.15	22.1	
苦杏仁苷 C_8H_7N	2.04	1.64	
顺-3-己烯基丁酯 $C_{10}H_{18}O_2$	1.73	1.73	
丁酸己酯 $C_{10}H_{20}O_2$	1.22	1.22	
三丁酸甘油酯 $C_{21}H_{38}O_6$	—	0.5	
2-甲基丁酸-3-己烯酯 $C_{11}H_{20}O_2$	1.66	1.72	
2-甲基丁酸己酯 $C_{11}H_{22}O_2$	0.8	0.84	
辛酸 3-甲基丁酯 $C_{13}H_{26}O_2$	1.75	1.71	
1H-吡啶 C_8H_7N	4.36	3.84	
硝基苯乙烷 $C_8H_9NO_2$	1.25	1.11	
己酸-3-己烯酯 $C_{12}H_{22}O_2$	3.95	3.74	
己酸己酯 $C_{12}H_{24}O_2$	1.26	2.32	
2-甲基-丙酸-2-苯氧代乙酯 $C_{12}H_{16}O_2$	0.61	0.58	
3-甲基丁酸;2-甲基丙酯 $C_{13}H_{18}O_2$	1.86	1.76	
(E,E) 法呢烯 $C_{15}H_{24}$	—	0.45	
法呢烯 $C_{15}H_{24}$	16.21	14.62	
橙花叔醇 $C_{15}H_{26}O$	8.3	7.3	
β -紫罗酮 $C_{13}H_{20}O$	—	0.48	
绿叶烯 $C_{15}H_{24}$	0.35	0.47	
反式-绿叶烯 $C_{15}H_{24}$	0.49	—	

由表 2 可知, 2 种方法粉碎后的茶粉的香气物质组成特点为: 萜烯、酯类含量较高, 其他香气物质含量较少。在常规粉碎茶粉有 21 种主要香气成分, 与常规粉碎茶粉香气成分相比, 液氮粉碎茶粉中的香气成分在组成上基本相同, 但各成分含量却有不同程度的变化。如罗勒烯、2-乙基-1, 1-二甲基-3-亚甲基环己烷、芳樟醇质量分数分别降低 6.68%、4.30%、6.52%; 法呢烯、橙花叔醇、1H-吡啶、己酸-3-己烯酯、五甲基庚烷、苦杏仁苷、3-甲基丁酸 2-甲基丙酯质量分数分别上升 10.88%、13.70%、14.06%、5.61%、2.08%、24.39%、5.68%。

法呢烯、橙花叔醇、己酸-3-己烯酯等为绿茶特征香气的主要成分^[23], 在液氮粉碎茶粉中的含量高于常规粉碎茶粉。可见, 液氮粉碎工艺更有利于保持低值绿茶的征香气。此外, 在高温情况下, 热敏性的香气组分特别容易受影响^[24], 如不饱和脂肪酸氧化降解生成一些脂肪族醇、醛物质, β -胡萝卜素热降解生成 β -紫罗酮等物质^[25-26]。由表 2 可知, 从常规粉碎工艺得到的茶粉中检测到的芳樟醇氧化物要比液氮粉碎茶粉多 8.10%, 且在其中还检测到 β -紫罗酮成分, 使得绿茶带有焦香味, 进一步说明, 液氮粉碎法因低温冷脆作用很好保持绿茶的热敏性香气组分。该粉碎方法工艺简单, 特别是液氮作为空气液化分离的最大宗产品, 随着人们对氧气需求量的增加, 价格直线下降, 已从十年前的每升 20 多元降为规模使用的 1.0 元左右, 为商业利用提供了空间^[27], 为液氮低温粉碎工业化生产提供了可能。

3 结 论

分析对比低温液氮粉碎和常规粉碎方法处理绿茶后出粉率、茶汤颜色、溶出物及香气成分得出, 在大于 40 目后液氮粉碎法对茶叶粉碎效率明显高于常规粉碎法。茶叶经 2 种方法粉碎后制成的茶汤, 茶汤 1 (液氮) 的汤色优于茶汤 2 (常规); 过 60 目后, 与常规粉碎茶粉相比, 液氮粉碎得到的茶粉中功效成分如浸出物、茶多酚、咖啡碱、游离氨基酸、可溶性蛋白、可溶性糖等质量分数分别提高了 25.12%、10.12%、9.50%、6.75%、12.63%、9.05%, 香气成分如法呢烯、橙花叔醇、己酸-3-己烯酯、1H-吡啶等分别提高 10.88%、13.70%、5.61%、14.06%, 且热敏性的香气组分 β -紫罗酮、芳樟醇氧化物等更不易发生氧化, 说明液氮粉碎法能够很好地保持茶叶的品质。

【参 考 文 献】

[1] 余芳. 富硒绿茶功能成分的抗氧化和抗肿瘤作用及其机理研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2007.
Yu Fang. Studies on the Mechanism of Antioxidant and Antitumour Activities of Functional Compositions from Selenium-Enriched Green Tea[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2007. (in Chinese with English abstract)

[2] Sun Su, Xu Hairong. Effects of proteinase treatment on quality components of green tea extracts[C]//International Tea symposium, 2005: 462-466.

[3] Price K R, Rhodes M J C, Barnes K A. Flavonol glycoside content and composition of tea infusions made from commercially available teas and tea products[J]. J Agric Food Chem, 1998, 46(7): 2517-2522.

[4] Hong Ro Kim, Rajesh Rajaiah, Qing-Li Wu, et al. Green tea protects rats against autoimmune arthritis by modulating disease-related immune events[J]. Journal of Nutrition, 2008, 138(11): 2111-2116.

[5] Roche H M, Seagrove S, Mehta A, et al. Using natural dietary sources of antioxidants to protect against ultraviolet and visible radiation-induced DNA damage: An investigation of human green tea ingestion[J]. Journal of Photochemistry and Photobiology B-Biology, 2010, 101(2): 169-173.

[6] Oyama J, Maeda T, Sasaki M, et al. Green tea catechins improve human forearm vascular function and have potent anti-inflammatory and anti-apoptotic effects in smokers[J]. Internal Medicine, 2010, 49(23): 2553-2559.

[7] Sukhthankar M, Yamaguchi K, Lee S H, et al. A green tea component suppresses posttranslational expression of basic fibroblast growth factor in colorectal cancer[J]. Gastroenterology, 2008, 137(7): 1972-1980.

[8] 魏巍. 不同干燥技术对绿茶品质影响的研究[D]. 福建: 福建农林大学, 2009.
Wei Wei. Effects of different drying technologies on qualities of green tea[D]. Fujian: Fujian Agriculture and Forestry University, 2009. (in Chinese with English abstract)

[9] 李跃伟, 孙慕芳. 不同粉碎度茶粉主要化学成分研究[J]. 信阳农业高等专科学校学报, 2005(1): 30-32.
Li Yuewei, Sun Mufang. The study on the main chemical elements of the tea powder I, II, III [J]. Journal of Xinyang Agricultural College, 2005(1): 30-32. (in Chinese with English abstract)

[10] 任艳军, 杜彬, 宋晓飞. 不同加工条件对茶叶超微粉碎效果的影响[J]. 河北科技师范学院学报, 2009(2): 64-66.
Ren Yanjun, Du Bin, Song Xiaofei. Effect of Different Processing Conditions on Tea Ultrafine Pulverizing[J]. Journal of Hebei Normal University of Science and Technology, 2009(2): 64-66. (in Chinese with English abstract)

[11] 高飞虎, 袁林颖, 张玲. 超微绿茶粉贮藏过程中主要内含成分变化的研究[J]. 农产品加工: 创新版, 2010(3): 49-51, 57.
Gao Feihu, Yuan Linyi, Zhang Ling. Studies on the Major Components Changes about Ultramicrofine Comminution and during Storing of Green-tea[J]. Aem Roducts Rocessing, 2010(3): 49-51, 57. (in Chinese with English abstract)

[12] 金寿珍. 超微茶粉加工技术[J]. 中国茶叶, 2007(6): 12-14.
Jin Shouzen. Super-fine tea powder processing technology[J]. China Tea, 2007(6): 12-14. (in Chinese with English abstract)

[13] 郝征红, 李允祥, 岳凤丽, 等. 超微粉碎技术对绿茶主要功能成分溶出特性的影响研究[J]. 食品科技, 2008(8): 64-66.

- Hao Zhenghong, Li Yunxiang, Yue Fengli, et al. Study on dissolution rates of main function ingredient in green tea by technique of super fine crushing[J]. Food Science and Technology, 2008(8): 64—66. (in Chinese with English abstract)
- [14] 熊仕奴, 刘启阳, 李克升. 液态氮超低温粉碎装置的研究及进展[J]. 粮油加工与食品机械, 1992(4): 26—30.
Xiang Shinu, Liu Qiyang, Li Kesheng. Research and advance in liquid nitrogen crushing to reduce temperature. [J]. Machinery for Cereals oil and Food Processing, 1992(4):26—30. (in Chinese with English abstract)
- [15] 杜冰, 梁淑如, 程燕锋, 等. 香蕉液氮低温排氧打浆技术研究[J]. 中国食品学报, 2009(2): 122—125.
Du Bing, Liang Shuru, Cheng Yanfeng, et al. Study on the banana pulping technique with liquid nitrogen injection to exclude oxygen and reduce temperature[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2009(2): 122—125. (in Chinese with English abstract)
- [16] 张伟敏, 蒲云峰, 钟耕. 低温粉碎技术在水产品加工中的应用[J]. 冷饮与速冻食品工业, 2005(4): 9—11, 17.
Zhang Weimin, Pu Yunfeng, Zhong Geng. Application of Freeze Grinding in [J]. Beverage & Fast Frozen Food Industry, 2005(4): 9—11,17. (in Chinese with English abstract)
- [17] 陈海焱, 潘成君. 低温粉碎系统的研究[J]. 西南工学院学报, 2002(1): 42—45.
Chen Haiyan, Pan Chengjun. Research on hypothermia Pulverizing system[J]. Journal of Southwest China Institute of Technology, 2002(1): 42—45. (in Chinese with English abstract)
- [18] 陆建良, 梁月荣, 龚淑英, 等. 茶汤色差与茶叶感官品质相关性研究[J]. 茶叶科学, 2002, 22(1): 57—61.
Lu Jianliang, Liang Yuerong, Gong Shuying, et al. Studies on Relationship between Liquor Chromaticity and Organoleptic Quality of Tea[J]. Tea Science, 2002, 22(1): 57—61. (in Chinese with English abstract)
- [19] 詹家芬, 陆舍铭, 孟昭宇, 等. 固相微萃取/加速溶剂萃取-气相色谱-质谱法分析青山绿水茶叶的挥发性成分[J]. 色谱, 2008(3): 301—305.
Zhan Jiafen, Lu Sheming, Meng Zhaoyu, et al. Analysis of volatile components in Qingshanlvshui Tea using solid-phase microextraction/accelerated solvent extraction-gas chromatography-mass spectrometry[J]. Chinese journal of Chromatography, 2008(3): 301—305. (in Chinese with English abstract)
- [20] 朱旗, 施兆鹏, 任春梅. 采用顶空吸附法研究速溶绿茶香气在加工中的变化[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2001(2): 97—99.
Zhu Qi, Shi Zhaopeng, Ren Chunmei. Changes of aroma of instant green tea during the process by headspace absorption[J]. Journal of Hunan Agricultural University: Natural Science, 2001(2): 97—99. (in Chinese with English abstract)
- [21] 郭桂义, 刘黎, 胡强, 等. 春季不同时期信阳毛尖茶的化学成分和品质的比较研究[J]. 食品科技, 2007, 9: 141—144.
Guo Guiyi, Liu Li, Hu Qiang, et al. Compare study on the content of chemical components and quality of different period's spring xinyangmaojian tea[J]. Food Science and Technology, 2007, 9: 141—144. (in Chinese with English abstract)
- [22] 宛晓春. 茶叶生物化学(第三版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [23] 朱旗, 施兆鹏, 任春梅. 绿茶香气不同提取方法的研究[J]. 茶叶科学, 2001, 21(1): 38—43.
Zhu Qi, Shi Zhaopeng, Ren Chunmei. Studies on the different aroma making methods of green tea aroma[J]. Journal of Tea Science, 2001, 21(1): 38—43. (in Chinese with English abstract)
- [24] 朱旗, 施兆鹏, 任春梅. 用顶空吸附法与茶汤过柱吸附法分析绿茶香气[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2001, 27(6): 469—471.
Zhu Qi, Shi Zhaopeng, Ren Chunmei. Analysis of Aroma of Instant Green Tea by Headspace Absorption and Tea Liquid Absorption[J]. Journal of Hunan Agricultural University: Natural Science, 2001, 27(6): 469—471. (in Chinese with English abstract)
- [25] Mitsuya S, Hiroko S, Hudeki S, et al. Comparison of the odor concentrates by SDE and adsorptive column method from green tea infusion[J]. Agric Food Chem, 1995, 43(6): 1621—1625.
- [26] Mosandl A. Capillary gas chromatography in quality assessment of flavors and fragrances[J]. Chromatogr, 1992, 624(2): 267—292.
- [27] 姚春臣. 浅谈液氮在材料热处理中的应用[J]. 机械工人·热加工, 2005(9): 47—48.
Yao Chunchen. The application of liquid nitrogen in materials heat treatment[J]. Machinist Metal Forming, 2005(9): 47—48. (in Chinese with English abstract)

Effects of low temperature liquid nitrogen on quality of green tea grinding

Du Bing¹, Jiao Yanli¹, Jiang Dongwen², Fan Yuanyuan^{1,3}, Liu Jiangtao^{1,4}, Yang Gongming^{1*}

(1. College of Food Science, South China Agriculture University, Guangzhou 510642, China;

2. Nanhai Standardized Research and Promoting Center, Naihai 528200, China;

3. Shunde Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Shunde 528303, China;

4. Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510230, China)

Abstract: In order to reduce the loss of thermal sensitive materials, a new method to grind green tea with low temperature liquid nitrogen was studied. Liquid nitrogen was added in the pulverizing green tea which as the research object in this study. The qualities of green tea pulverized by the liquid nitrogen pulverizing and conventional crushing method were compared. The results showed that, compared with the traditional crushing, the rate of powder pulverized with liquid nitrogen was higher and the qualities of color, taste and sense of the tea were higher. The hydrosoluble materials including the tea polyphenol, caffeine, the free amino acids, soluble protein, soluble sugar contents were respectively improved by 25.12%、10.12%、9.50%、6.75%、12.63%、9.05% after liquid nitrogen pulverizing. GC-MS analysis showed that the most aroma compositions of tea powder processed by the two kinds of crashing method were almost the same, but the contents of farnesene, nerolidol, 1H-indole、hexanoic acid-3-hexene ester, 2,2,4,4,6-Pentamethyl heptanes, amygdalin and 3-methyl butyric acid/2-methyl propyl ester were higher by 10.88%、13.70%、14.06%、5.61%、2.08%、24.39%、5.68% respectively for the liquid nitrogen pulverizing. This study results indicate that grinding with liquid nitrogen can maintain good quality of tea, and can provide a reference for green tea processing with liquid nitrogen pulverizing.

Key words: crushing, liquid nitrogen, agricultural products, green tea, Lab value, extraction of water, aroma compositions