# 不同干燥方式对金牡丹乌龙茶品质的影响

张凌云[1]，魏青[1]，吴颖[2]，戴永峰[3]，崔飞龙[1]
（1. 华南农业大学园艺学院，广东广州 510642）（2. 宁波市鄞州区林业技术管理服务站，浙江宁波 315000）
（3. 宁波市鄞州章水永杰茶叶场，浙江宁波 315000）

**摘要：**本文研究了传统干燥、复式干燥、微波干燥对金牡丹乌龙茶的内含成分和香气的影响。测定了茶多酚、氨基酸以及可溶性糖等指标，最后表明相比于传统干燥，微波干燥金牡丹乌龙茶的茶多酚、可溶性糖含量减少，氨基酸含量增多。通过 SDE 法提取香气以后，用 GC-MS 分析香气成分后，表明微波干燥的茶叶香气成分种类少于传统干燥（分别为 41 种和 48 种），其中金牡丹乌龙茶的主要香气成分为橙花叔醇、亚麻酸甲酯、α-法尼烯、吲哚、5-羟基癸酸内酯、β-苯乙醇、棕榈酸、叶绿醇、苯乙醛、顺-茉莉酮。橙花叔醇是含量最高的香气成分，分别占香气提取物总量的 39.72%、35.68%、43.9%。采用传统干燥制法更有利于发挥金牡丹乌龙茶的香气品质特点，但微波干燥法更加省时省力且综合品质也较好。

**关键词：**微波；干燥；金牡丹；茶多酚；香气成分
**文章篇号：**1673-9078(2013)8-1916-1920

# Effect of Different Drying Technologies on Qualities of Jinmudan Oolong Tea

**ZHANG Ling-yun[1], WEI Qing[1], WU Ying[2], DAI Yong-feng[3], CUI Fei-long[1]**
(1.College of Horticulture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)
(2.Yinzhou district forestry technology management service station, Ningbo 315000, China)
(3.Yinzhou district Zhangshui Yongjie tea garden, Ningbo 315000, China)

**Abstract:** In this study, traditional drying, multiple drying and microwave drying were applyed to Jinmudan Oolong tea drying. Biochemical components and aroma compositions of the tea samples were different when different drying technologies were employed. The use of microwave drying gave lower contents of tea polyphenols and soluble sugar but higher content of amino acid that the traditional method. The aroma components were extracted by SDE and analyzed by GC-MS. It was found that types of tea aroma components in microwave drying (41 kinds) were less than those by the traditional drying (48 kinds). The main aroma components of Jin Guan-yin oolong tea included nerolidol, methyl linolenate, alpha-afarnesene, indole, 5 - hydroxy decanoic acid lactone, beta - benzene ethanol, palmitic acid, phytol, phenyl acetaldehyde, and cis-jasmone. Nerolidol was shown to be the aroma components with the highest content in Jin Guan-yin oolong tea, which accounted for 39.72%, 35.68% and 43.9%. Although the traditional drying method can well maintain the quality of Jinmudan oolong tea, microwave drying was more convenient for practical processing and also resulted in good quality of Jinmudan oolong tea .

**Key words:** microwave; drying; Jinmudan; tea polyphenols; aroma components

金牡丹[1]是由福建省农业科学院茶叶研究所于 1978 至 2002 年以铁观音为母本，黄棪为父本，采用杂交育种法育成。2001 年被评为“九五”科技攻关农作物一级优异种质，2003 年福建省农作物品种审定委员会审定为省级品种，2010 年通过国家级品种鉴定[2]。该品种为灌木型，中叶类，早生种。芽叶生育力强，持嫩性强，一芽三叶盛期在 4 月上旬中。该品种产量高，制乌龙茶品质优异，条索紧结重实，香气馥郁幽长，滋味醇厚回甘，“韵”味显，具铁观音的品质特征，制优率特高。扦插繁殖力强，成活率高，抗旱、抗寒性与适应性强[3]。

干燥是茶叶加工的最后一道工序。茶叶通过干燥散失水分，发展香气，固定品质，便于贮藏。在干燥过程中，茶叶中的一些不溶物质发生裂解作用和异构化作用对增进滋味醇和香气纯正有很好的效果。微波干燥被广泛的运用在食品加工领域，例如干燥姜、杜

收稿日期：2013-04-21
基金项目：科技局农村科技创新创业资金项目（201001C8002011，201002C1011003）
作者简介：张凌云（1972-），男，博士，副教授，研究方向：茶树生物技术与资源利用
通讯作者：崔飞龙（1990-），男，研究方向：茶叶加工与生化品质

仲花茶以及菠菜等[4~6]。微波干燥相对于传统干燥，在生化成分和香气的组分上的差异研究较多[7]。微波干燥的原理是微波发生器将微波辐射到干燥的茶叶上，当微波射入茶叶内部时，诱使茶叶中水分等极性分子随微波的频率作同步高速旋转，使茶叶瞬时产生摩擦热,导致茶叶表面和内部同时升温，使大量的水分子从茶叶中逸出而被蒸发,达到干燥茶叶的效果。相对于其他干燥技术，微波干燥具有加热均匀、时间短、热效率高、没有环境升温、便于自动控制及连续生产等优点，在茶叶加工中有广阔的应用前景[8]。本文研究了不同干燥方式对金牡丹乌龙茶内含物和香气成分的影响，通过对比不同干燥方式茶叶的综合品质，筛选出表现好的干燥方式，对于推广不同的干燥方式具有积极的意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

鲜叶采摘于宁波市鄞州章水永生茶叶场的金牡丹品种，采摘标准为驻芽三、四叶，采摘时间为 2012 年 10 月。

### 1.2 主要仪器设备

紫外分光光度计 UV-2450，岛津制作所；同时蒸馏萃取装置（SDE），天长市华玻实验仪器厂；TRACE GC-2000 GC-MS，美国 Thermo Finnigan。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 金牡丹乌龙茶的加工

采摘金牡丹品种驻芽三、四叶，参照清香型闽南乌龙茶加工工艺，分别采用传统干燥（链板式烘干机烘至足干）、复式干燥（毛火采用微波干燥，足火采用传统干燥）、微波干燥（微波干燥机烘至足干）三种方式制成样品。以传统干燥所得样品为对照样 CK，复式干燥、微波干燥样品分别为处理 1、处理 2。

#### 1.3.2 品质感官审评

由专业评茶师参照 GB/T23776-2009 中乌龙茶的审评方法打分，综合评定品质高低。

#### 1.3.3 化学成分分析

常规生化指标的测定方法如下：含水量：GB8304-87；水浸出物：GB8305-87；咖啡碱：GB8312-87；多酚类总量：GB8313-87；游离氨基酸总量：GB8314-879；可溶性糖化合物：蒽酮比色法。

#### 1.3.4 香精油成分的提取与分析

香精油成分的提取采用同时蒸馏萃取法（SDE 法）[9~11]：取磨碎的干茶样 20 g，用连续蒸馏萃取装置（SDE）进行萃取。冷凝回流萃取 1 h 以后，待萃取液冷却以后，转入小三角瓶。加入 5 g 无水硫酸钠，密封瓶口，放入冰箱，静置一夜。取出静置的萃取液，过滤除去萃取液中的硫酸钠。将装有滤液的萃取瓶连接在旋转蒸发仪上，保持 45 ℃水浴。旋转蒸发除去滤液中的乙醚。浓缩至 2 mL 左右时，停止旋转蒸发，将浓缩液放入冰箱低温保存，待测。

GC-MS 检测条件：色谱柱 DB-1，30 m×0.32 mm；柱温 50 ℃，进样口温度 230 ℃；升温程序：50 ℃（2 min）→3 ℃/min→110 ℃（2 min）→5 ℃/min→170℃（2 min）→10 ℃/min→230 ℃（1 min）；载气 He，流速 1.0 mL/min。离子源电子能 70 eV，电压 350 V，扫描质量 35~335 amu。

#### 1.3.5 香气成分定性和定量分析

将各色谱峰对应的质谱图进行人工解析及计算机检索(质谱图用 NIST、Willey 谱库搜索)，与有关文献进行核对,确定其化学成分，同时采用峰面积归一化定量, 得到各组分的相对含量(组分峰面积占总峰面积的百分比)；再结合保留时间、质谱、实际成分和保留指数等参数对部分组分进一步确定。

### 1.4 数据统计

数据采用软件 SPSS10.0 for Windows 进行数据处理、统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 感官品质分析

表 1 茶样感官审评

**Table 1 Sensory evaluation of tea samples**

| 样品 | 外形/20% | 得分 | 香气/30% | 得分 | 汤色/5% | 得分 | 滋 味/35% | 得分 | 叶底/10% | 得分 | 总分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 对照 CK | 紧结，砂绿润 | 18 | 花香浓郁，持久 | 28 | 金黄，明亮 | 5 | 醇厚，甘爽 | 33 | 黄绿明亮，柔软 | 8 | 92 |
| 处理 1 | 尚紧结，黄绿润 | 15 | 花香较低 | 23 | 金黄，尚明亮 | 4 | 醇正，尚甘 | 28 | 黄绿，较柔软 | 7 | 77 |
| 处理 2 | 尚紧结，鲜绿润 | 16 | 花香明显 | 26 | 金黄，明亮 | 5 | 清醇，甘鲜 | 30 | 黄绿明亮，柔软 | 9 | 86 |

对三个样品进行感官审评，得分最高的是传统干燥样，处理 2 微波干燥样次之，处理 1 复式干燥样得分最低。对照样在香气上要优于处理 1 和处理 2，表现出花香浓郁持久，滋味浓厚甘爽；处理 1 花香较低，

滋味醇正，尚甘；处理 2 则花香明显，滋味清醇，甘鲜。因此从感官品质分析上来看传统干燥样的感官品质要优于复式干燥和微波干燥。

## 2.2 生化成分分析

表 2 茶样主要生化成分含量（以干重计）(%)

**Table 2 Main component contents of tea samples (by dry weight meter)**

| 样品 | 水浸出物 | 茶多酚 | 可溶性糖 | 氨基酸 | 咖啡碱 |
|---|---|---|---|---|---|
| 对照 CK | 39.40±0.10 | 28.28±0.16 | 6.18±0.35 | 2.28±0.07 | 3.21±0.03 |
| 处理 1 | 38.97±0.46 | 25.32±0.28 | 4.57±0.38 | 2.38±0.08 | 3.17±0.15 |
| 处理 2 | 40.10±0.27 | 25.67±0.10 | 5.24±0.23 | 2.37±0.03 | 3.27±0.09 |

从表 2 可以看出，微波干燥与传统干燥相比，水浸出物总量变化不大，其中茶多酚、可溶性糖含量降低，氨基酸含量增高，咖啡碱含量变化不大。茶多酚是决定茶汤浓度的主要成分，传统干燥保留了较多的茶多酚，微波干燥中茶多酚含量减少，这与审评结果中对照样滋味浓厚，处理 1、处理 2 滋味清醇相一致。可溶性糖是茶汤中主要的甜味物质，传统干燥时间长，糖类物质裂解更充分，生成了较多的可溶性糖，滋味更加甘醇。氨基酸是茶汤中主要的鲜味成分，微波干燥时间短，保留了更多氨基酸，茶汤滋味更鲜爽。

## 2.3 香气成分对比分析

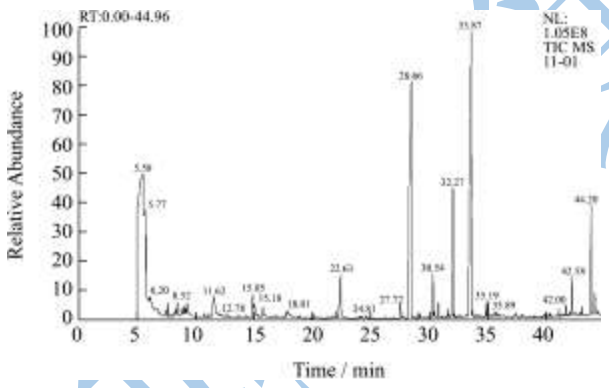



图 1 对照样挥发性成分总离子图

**Fig.1 Total ion diagram of aroma components in sample CK**

对照样 CK、处理样 1 以及处理样 2 经过 GC-MS 分析以后，所得总离子图如图 1、图 2 以及图 3 所示。总离子图中各峰经质谱扫描后所得的质谱图，采用计算机进行质谱数据库检索（NIST/Willey 数据库），人工图谱解析，以面积归一法计算各组分的相对含量。经分析鉴定，所检出的香气成分如表 3 所示。

传统干燥样中检测出 48 种挥发性化合物，含量占提取物总量的 84.27%，主要包括 11 种醇类（45.62%）、15 种酯类（15.33%）、12 种碳氢化合物（10.54%）、2 种含氮化合物（6.04%）、2 种醛类（2.37%）、1 种酸类（2.26%）、5 种酮类（2.11%）。复式干燥样中检测出 48 种挥发性化合物，含量占提取物总量的 79.02%，主要包括 10 种醇类（40.53%）、12 种酯类（12.12%）、16 种碳氢化合物（12.02%）、1 种酸类（5.9%）、2 种含氮化合物（4.18%）、3 种醛类（2.14%）、3 种酮类（1.69%）、1 种酚类（0.44%）。微波干燥样中检测出 41 种挥发性化合物，含量占提取物总量的 85.75%，主要包括 12 种醇类（51.83%）、13 种酯类（15.62%）、9 种碳氢化合物（9.31%）、1 种含氮化合物（3.78%）、1 种酸类（1.99%）、2 种醛类（1.76%）、3 种酮类（1.46%）。

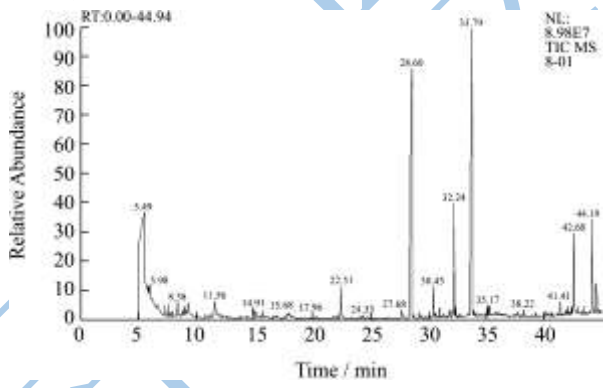



图 2 处理样 1 挥发性成分总离子图

**Fig.2 Total ion diagram of aroma components in treated sample**

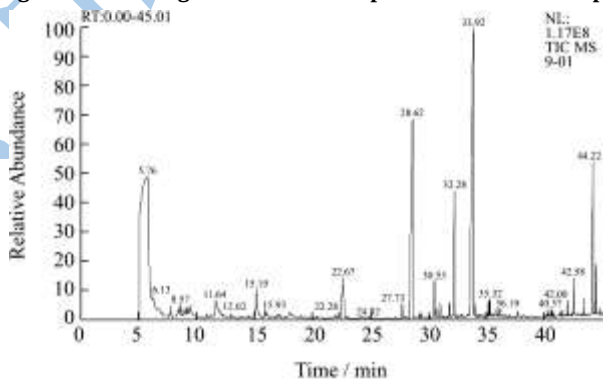



图 3 处理样 2 挥发性成分总离子图

**Fig.3 Total ion diagram of aroma components in treated sample**

由以上可知三种样品中，香气成分含量最高的是微波干燥样品为 85.75%，传统干燥样品稍低为 84.27%，复式干燥样品最低为 79.02%。这与感官审评的结果一致，对照样、处理 2 花香明显，处理 1 花香较低。三种样品中检测出的香气种类最少的是微波干燥样为 41 种，传统干燥样品和复式干燥样品都为 48 种。感官审评结果中，处理 2 花香明显，但没有对照样浓郁，持久，与其香气成分种类少有关。

由图 4 可知，金牡丹乌龙茶的香气成分中醇类含量最高，其次是酯类和碳氢化合物，由此可见醇类、酯类、碳氢化合物是金牡丹乌龙茶主要的香气种类。另外，三个样品中都检测出少量的含氮化合物、以

及醛类、酸类和酮类，而复式干燥样中则检测出了酚类。含氮化合物在传统干燥样中所占比例最高，而酸类则在复式干燥样中含量最高。

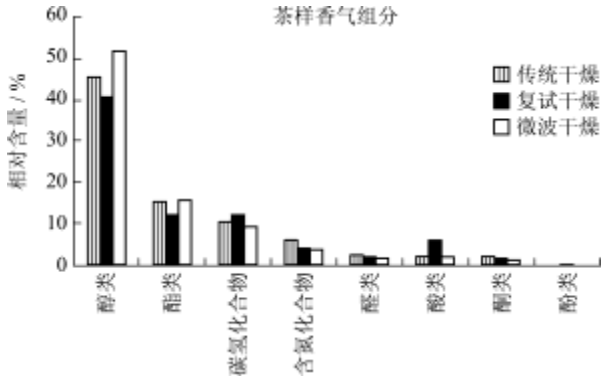



图 4 茶样香气组分

**Fig.4 Comparison of aromatic components of the tea samples**

表 3 茶样的香气成分及其相对含量

**Table 3 Relative content of aroma components in the tea samples**

| 编号 | 香气成分 | 对照 | 处理 1 | 处理 2 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 乙酸异丙酯 | 0.59 | 0.69 | 0.22 |
| 2 | 3-羟基-2-丁酮 | 0.26 | - | - |
| 3 | 苯乙醛 | 2.31 | 1.77 | 1.72 |
| 4 | 丙三醇 | 0.33 | 0.52 | 1.03 |
| 5 | 反式-β-罗勒烯 | 0.12 | 0.10 | - |
| 6 | 芳樟醇氧化物（2） | 0.50 | 0.30 | 0.61 |
| 7 | β-苯乙醇 | 1.77 | 0.82 | 2.23 |
| 8 | （1E）-叠氮乙烯基苯 | 1.37 | 1.01 | - |
| 9 | 环氧芳樟醇 | 0.55 | 0.39 | 0.38 |
| 10 | 1,3,5,8-十一烷四烯 | 0.20 | 0.10 | 0.20 |
| 11 | 十二烷 | 0.24 | 0.25 | 0.17 |
| 12 | 2,4-二甲基-3-戊醇 | - | 0.20 | - |
| 13 | 橙花醇 | 0.33 | - | - |
| 14 | 香叶醇 | - | 0.33 | 0.30 |
| 15 | 苯甲酸苯乙酯 | 0.74 | - | - |
| 16 | 苯乙烯 | - | 0.32 | - |
| 17 | 吲哚 | 4.67 | 3.17 | 3.78 |
| 18 | 顺-茉莉酮 | 1.24 | 0.89 | 1.05 |
| 19 | 乙酸乙酯 | 0.15 | 0.13 | 0.12 |
| 20 | 十二醛 | 0.06 | 0.17 | 0.04 |
| 21 | 十四烷 | 0.28 | 0.36 | 0.22 |
| 22 | 异丁酸苯乙酯 | 0.27 | - | 0.25 |
| 23 | 十五烷 | - | 0.34 | - |
| 24 | 香叶基丙酮 | 0.10 | - | - |
| 25 | 十六烷 | - | 0.41 | - |
| 26 | 5-羟基癸酸内酯 | 4.36 | 2.62 | 2.70 |
| 27 | β-法尼烯 | - | 0.23 | 0.60 |
| 28 | 异戊酸苯乙酯 | - | 0.59 | - |
| 29 | 2-甲基丁酸-2-苯乙酯 | 0.78 | - | 0.85 |
| 30 | 2，4-二特丁基苯酚 | - | 0.44 | - |
| 31 | 反式-α-法尼烯 | 0.59 | 0.61 | 0.74 |
| 32 | α-法尼烯 | 7.65 | 6.82 | 6.99 |
| 33 | 十八烷 | 0.36 | - | 0.23 |
| 34 | 十九烷 | - | 0.60 | - |
| 35 | Δ-杜松烯 | 0.11 | 0.09 | 0.12 |
| 36 | 二十烷 | - | 0.79 | - |
| 37 | 橙花叔醇 | 39.72 | 35.68 | 43.90 |
| 38 | 十四醛 | - | 0.20 | - |
| 39 | 苯甲酸叶醇酯 | 0.11 | - | - |
| 40 | 月桂酸乙酯 | 0.1 | - | - |
| 41 | 茉莉酮酸甲酯 | 0.71 | 0.53 | 0.59 |
| 42 | 乙酸-2-苯乙酯 | 0.73 | 0.62 | 0.85 |
| 43 | α-毕茄橙醇 | 0.61 | 0.42 | 0.17 |
| 44 | 顺式橙花叔醇 | 0.06 | - | 0.16 |
| 45 | 法尼醇 | 0.41 | - | 0.45 |
| 46 | 植烷 | 0.48 | 0.35 | 0.04 |
| 47 | 苯甲酸苯乙酯 | - | 0.17 | 0.26 |
| 48 | 邻苯二甲酸二异丁酯 | 0.22 | 0.22 | 0.25 |
| 49 | 7,9-二叔丁基-1-氧杂螺[4,5]癸烷-6,9-二烯-2,8-二酮 | 0.37 | 0.65 | 0.18 |
| 50 | 新植二烯 | 0.06 | - | - |
| 51 | 植酮 | 0.14 | 0.15 | 0.23 |
| 52 | 棕榈油酸甲酯 | 0.11 | 0.09 | 0.17 |
| 53 | 棕榈酸甲酯 | 0.36 | 0.38 | 0.44 |
| 54 | 二十二烷 | 0.22 | 0.42 | - |
| 55 | 邻苯二甲酸二丁酯 | 0.06 | 0.12 | 0.06 |
| 56 | 二十七烷 | 0.23 | 0.23 | - |
| 57 | 异植醇 | - | - | 0.14 |
| 58 | 棕榈酸 | 2.26 | 5.90 | 1.99 |
| 59 | 香叶基芳樟醇异构体 | 0.35 | 0.39 | 0.51 |
| 60 | 亚麻酸甲酯 | 6.04 | 5.96 | 8.86 |
| 61 | 叶绿醇 | 0.99 | 1.48 | 1.95 |

由表 3 可知，三个样品中都含有的主要香气成分有橙花叔醇、亚麻酸甲酯、α-法尼烯、吲哚、5-羟基癸酸内酯、β-苯乙醇、棕榈酸、叶绿醇、苯乙醛、顺-茉莉酮。含量最高的是橙花叔醇，分别占提取物总量的 39.72%、35.68%、43.9%。

## 3 结论

3.1 复式干燥以及微波干燥与传统干燥比较，对于金牡丹乌龙茶生化成分上的影响主要体现在茶多酚、可

溶性糖的减少以及氨基酸的增加上。与王登良等[12]对于微波干燥对饮料品质的影响所得出的结果基本一致。ASHU GULATI 等[13]研究微波干燥对绿茶品质的影响，结果表明微波干燥的绿茶具有更高的多酚和儿茶素，这与本研究结果有所差异，可能是由于不同茶类加工工艺不同而造成的。

3.2 本研究所制金牡丹乌龙茶香气花香馥郁持久，保留了父本铁观音的韵味。三种干燥处理，以传统干燥样品香气最好，微波干燥次之，复式干燥最差。微波干燥的香气种类最少，但香精油含量稍高于传统干燥。复式干燥的香精油含量低，审评结果也显示花香较低。因此对于香气最为看重的乌龙茶，传统干燥所获得的香气品质更适合市场消费。

3.3 传统干燥所制金牡丹乌龙茶更好的发挥了品种特性，更易加工出优质产品。微波干燥所制乌龙茶综合品质也较好，并且在加工上省时省力，具有推广使用的价值。

## 参考文献


[1] 郭吉春,杨如兴,张文锦,等.茶树杂交种金牡丹和黄玫瑰的选育与应用[J].全国茶叶科技学术研讨会论文集,2007: 31-37
Guo J C, Yang R X, Zhang W J, et al. Selection and Application of Camellia Sinensis Hybrids: Jinmudan and Huangmeigui [J]. The National Conference on Science and Technology of Tea, 2007: 31-37

[2] 王让剑,郭吉春,杨军,等.茶树杂交种金牡丹的种性特征及幼年期栽培技术分析[J].福建茶叶,2010:20-24
Wang R J, Guo J C, Yang J, et al. Analysis of The Characteristics and Cultivation Techniques of Camellia Sinensis Hybrids: Jinmudan [J]. Tea in Fujian, 2010: 20-24

[3] 郭吉春,杨如兴,张文锦,等.乌龙茶新品种在不同区域的经济性状表现[J].福建茶叶,2002,4:4-6
Guo J C, Yang R X, Zhang W J, et al. The Economic Characters of Oolong Tea Varieties in Different Regions [J]. Tea in Fujian, 2002, 4: 4-6

[4] S H Ding, K J An, C P Zhao, et al. Effect of Drying Methods on Volatiles of Chinese Ginger (Zingiber officinale Roscoe) [J]. Food and Bioproducts Processing, 2012, 90 (3): 515-524

[5] Juane Dong, Xihan Ma, Zhourui Fu, et al. Effects of Microwave Drying on The Contents of Functional Constituents of Eucommia Ulmoides Flower Tea [J]. Industrial Crops and Products, 2011, 34 (1): 1102-1110

[6] I Alibas Ozkan, B Akbudak, N Akbudak. Microwave Drying Characteristics of Spinach [J]. Journal of Food Engineering, 2007, 78 (2): 577-583

[7] S Chandrasekaran, S Ramanathan, Tanmay Basak. Microwave Food Processing-A Review [J]. Food Research International, 2013, 52 (1): 243-261

[8] 蔡雅娟.茶叶的干燥技术研究进展[J].福建茶叶, 2005, 3: 22-23
Cai Y J. Tea Drying Technology-A Review [J]. Tea in Fujian, 2005, 3: 22-23

[9] M Majcher, H H Jelen. Comparison of Suitability of SPME, SAFE and SDE Methods for Isolation of Flavor Compounds from Extruded Potato Snacks [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2009, 22 (6): 606-612

[10] Seung-Joo Lee, Borni Ahn. Comparison of Volatile Components in Fermented Soybean Pastes Using Simultaneous Distillation and Extraction (SDE) with Sensory Characterisation [J]. Food Chemistry, 2009, 114 (2): 600-609

[11] Li Ning, Zheng Fu-ping, Chen Hai-tao, et al. Identification of Volatile Components in Chinese Sinkiang Fermented Camel Milk Using SAFE, SDE, and HS-SPME-GC/MS [J]. Food Chemistry, 2011, 129 (3): 1242-1252

[12] 王登良,徐文贤,李超,等.微波干燥对茶饮料品质的影响[A].经济发展方式转变与自主创新-第十二届中国科学技术协会年会(第二卷)[C].2010
Wang D L, Xu W X, Li C, et al. Microwave Drying of Tea Beverage Quality [A]. Transformation of Economic Development Pattems and Indigenous Innovation: The Twelfth Session of The China Association for Science and Technology Annual Meeting (Volume 2) [C]. 2010

[13] Ashu Gulati, Renu Rawat, Brajinder Singh, et al. Application of Microwave Energy in The Manufacture of Enhanced-Quality Green Tea [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2003, 51 (16): 4764-4768