

红茶通氧发酵过程中发酵叶相变化分析

潘科^{1,2}, 沈强², 申东², 杜晓^{1,*}

(1.四川农业大学园艺学院, 四川 雅安 625014; 2.贵州省茶叶研究所, 贵州 贵阳 550006)

摘要: 采用黔湄419、黔湄502、黔湄601、黔湄809和福鼎大白茶品种的茶青为原料, 利用自制的通氧发酵装置进行通氧发酵, 以自然发酵为对照; 每15 min记录1次发酵叶感官品质变化情况, 测定叶温及pH值。结果表明: 通氧发酵处理前期叶面升温迅速且高于自然发酵叶温; 明显加快发酵过程中叶面色泽的红变, 促进特征香气的形成; 发酵过程中, 发酵叶pH值均呈降低趋势, 通氧发酵处理降低速度更快; 感官审评结果表明, 通氧发酵样品品质整体不低于自然发酵样品。

关键词: 红茶; 通氧发酵; 感官品质; 叶温; pH值

Changes in Sensory and Physico-chemical Characteristics of Tea Leaves during Aerobic Fermentation for Black Tea

PAN Ke^{1,2}, SHEN Qiang², SHEN Dong², DU Xiao^{1,*}

(1. College of Forestry and Horticulture, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China;

2. Guizhou Tea Research Institute, Guiyang 550006, China)

Abstract: Fresh tea leaves from different tea cultivars, Qianmei 419, Qianmei 502, Qianmei 601, Qianmei 809 and Fudingdabaicha were fermented in a laboratory-made aerobic fermentor to produce black tea in comparison to natural fermentation. Changes in sensory quality were recorded at 15-min intervals during the fermentation, and leaf temperature and pH were measured as well. The results showed that during the early stage of aerobic fermentation, the leaf temperature went up quickly to a level higher than that of natural fermentation. Aerobic fermentation accelerated the color alteration of tea leaves to red and facilitated the formation of characteristics aroma. During the fermentation process, the pH value of fermented tea leaves showed a downward trend under both conditions, but decreased faster under aerobic condition. The results of sensory evaluation showed that the overall quality of black tea from aerobic fermentation was as good as that from natural fermentation.

Key words: black tea; aerobic fermentation; sensory quality; leaf temperature; pH value

中图分类号: S571.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2014) 15-0198-04

doi:10.7506/spkx1002-6630-201415040

发酵是形成红茶品质风味的关键工序, 其实质是以多酚类化合物为主体的酶促氧化作用, 伴随着鲜叶其他内含物质产生一系列的氧化、聚合、缩合等复杂的化学变化, 形成茶色素等有色物质及其他物质, 综合形成红茶品质风味^[1]。夏涛^[2]、侯冬岩^[3]、任洪涛^[4]和王秋霜^[5]等先后对红茶工序进行研究, 结果表明, 萎凋、发酵、干燥工序是影响红茶香气形成的关键工序; 侯冬岩等^[6]研究表明, 红茶中具有较高的茶多酚含量和较强的抗氧化性能, 而陈金娥等^[7]研究则表明, 红茶的抗氧化作用主要来自茶多糖; Nabarun等^[8-9]研究表明, 随着红茶发酵时间的延长, 茶黄素呈先增加后较少的趋势; Martin等^[10]研究也表明, 随着红茶发酵程

度的加深, 茶黄素和茶红素呈先增加后降低的趋势, 茶褐素呈增加趋势, 逐渐形成红茶色泽红润、香气高爽、汤色红亮、滋味醇厚的独特品质风味^[11]。刘晓东等^[12]研究表明, 发酵时间的延长, 发酵叶茶汤吸光值呈小→大→小的变化规律, 符合工夫红茶发酵过程中茶黄素含量的变化规律。

贵州茶区全年温度相对偏低, 红茶发酵时间较长, 春季6~8 h, 夏季3~4 h, 产业急需更先进的红茶加工技术, 促进产业升级发展。本实验采用自制通氧发酵装置, 对比研究通氧发酵与自然发酵过程中制品的变化差异, 试图通过加工方法的改变, 缩短红茶加工时间, 为研制红茶连续化发酵设备奠定技术基础。

收稿日期: 2013-07-30

基金项目: 贵州省农业科学院专项资金项目 (2012017); 贵州省农业攻关项目 (20133013)

作者简介: 潘科 (1984—), 男, 助理研究员, 博士研究生, 主要从事茶叶加工研究。E-mail: panke840215@126.com

*通信作者: 杜晓 (1963—), 男, 教授, 博士, 主要从事茶叶质量检验研究。E-mail: duxian@vip.163.com

1 材料与方法

1.1 材料

黔湄502、黔湄601、黔湄419、黔湄809、福鼎大白茶茶树品种。黔湄601、黔湄419、黔湄809采摘标准为独芽；黔湄502采摘标准为一芽一叶；福鼎大白茶采摘标准为一芽二、三叶。茶青均采自贵州省茶叶研究所湄潭基地茶园。

1.2 仪器与设备

STRS1550手持式红外线测温仪 北京吉安诺科技发展有限公司；PHS-25 pH计 上海精密仪器仪表有限公司。

1.3 方法

红茶加工工艺：茶青→萎凋→揉捻→通氧发酵/自然发酵→干燥。

通氧发酵设备：自制通氧发酵装置，已获实用新型专利授权，专利号：ZL201220113859.X。

自然发酵设备：竹篓、湿毛巾，每30 min翻拌茶堆1次。

每15 min观察1次，详细记录发酵叶相变化状况，感官判定参照DB52/T 639—2010《贵州红茶 工夫红茶加工技术规程》^[13]。

1.4 检测项目与方法

1.4.1 发酵叶温测定

每次取样时，分别快速测定发酵叶中心温度，每次测3个点，取平均值。

1.4.2 发酵叶pH值测定

参考土壤pH值测定方法^[14-15]。取发酵过程中发酵叶1.000 g，用碾钵粉碎，放入50 mL小烧杯中，加入10 mL去离子水，搅拌均匀。用预先校准好的pH计测定溶液pH值。发酵叶pH值等于pH计测得值减去1。

1.5 感官审评方法

按GB/T 23776—2009《茶叶感官审评方法》进行感

官分析，采用3 g茶样、150 mL沸水、冲泡5 min、密码评审。评定外形色泽、汤色、香气、滋味和叶底，按每项满分100分计，总分采用加权法，计算见下式。

品质总分=外形色泽×0.25+汤色×0.10+香气×0.25+滋味×0.30+叶底×0.1

2 结果与分析

2.1 发酵过程中叶相变化

在发酵过程中间隔15 min记录自然发酵与通氧发酵叶色和香气变化，感官判定参照DB52/T 639—2010。由表1可知，不同品种原料发酵叶色泽红变速度通氧发酵处理明显快于自然发酵，青草气消失的速度明显快于自然发酵，出现花果香的时间明显早于自然发酵。在发酵叶色泽、香气变化方面，不同品种存在之间存在差异。

2.2 发酵过程中叶温变化情况

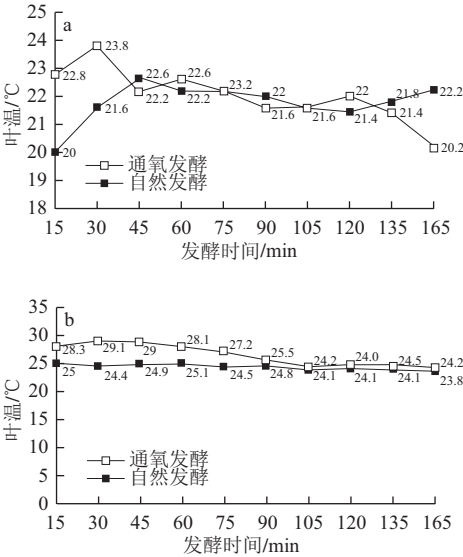
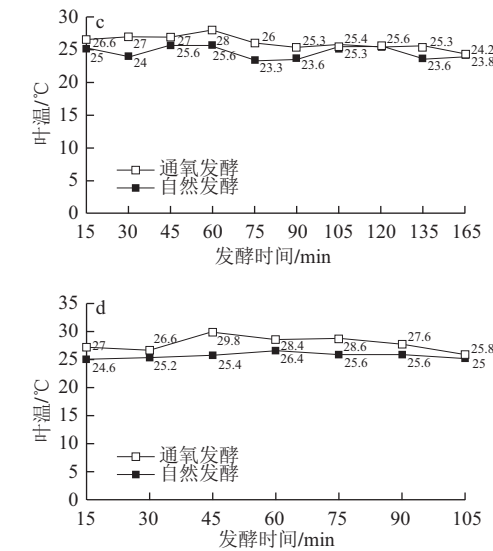


表1 红茶发酵过程感官品质变化
Table 1 Changes in sensory quality during fermentation

发酵 时间/ min	黔湄502				黔湄601				黔湄809				黔湄419				福鼎大白茶			
	自然发酵		通氧发酵		自然发酵		通氧发酵		自然发酵		通氧发酵		自然发酵		通氧发酵		自然发酵		通氧发酵	
	叶色	香气	叶色	香气	叶色	香气	叶色	香气	叶色	香气	叶色	香气	叶色	香气	叶色	香气	叶色	香气	叶色	香气
15	微青黄	青气	微青黄	青气	微青黄	青气	微青黄	青气	青色	青气	青色	青气	暗青	青气重	暗暗青	青气显	青湿	青臭气	较青黄	青草气
30	微青黄	青气	青黄	青气	微青黄	青气	微青黄	青气	青色	青气	较青黄	青气	较暗青	青气重	青黄	有青草气	青湿	青臭气	黄	青气减退
45	微青黄	青气	黄	青气减、带清香	微青黄	青气	较黄	清香	稍青黄	青气	黄	青气变淡	微青黄	青气较重	较黄	青臭气减	稍青黄	青臭气	稍黄红	花果香
60	微青黄	青气略减	深黄	略带花香	微青黄	青气减	较黄	清香显、带花香	较青黄	青气	尚黄红	有果香	微青黄	青气较重	较黄	有青气	青黄	青臭气	黄红	花果香
75	青黄	清香显	黄红	花香	青黄	清香	黄	花香	黄	青气变淡	黄红	花果香	较青黄	青臭气	黄	轻微花果香	微黄	有青臭气	尚红	花果香
90	青黄	清香显、带花香	黄红	花香显	微黄	清香显、带花香	黄红	花香显	尚黄红	有花果香	较红	花果香	青黄	有青气	尚黄红	有花果香	黄	青草气减退	较红	花果香较浓
105	微黄	清香显、带花香	尚红	花香显、带果香	较黄	清香显、带花香	黄红	花果香	较黄红	花果香尚显	红色	花果香浓烈	青黄	有青气	较黄红	有花果香	黄	青草气减退	红	花果香浓
120	较黄	花香	红	花果香较显	较黄	花香	黄红	花果香	叶色红色	花果香浓			黄	微有花香	黄红	花果香			红艳	花果香
135	较黄	花香	红	花果香显	黄	花香显	红	花果香显					黄	微花果香	黄红稍深	花果香			红艳	花果香
165	黄	微花果香	紫红	花果香减	黄	花香显	红	花果香					黄	微花果香	黄红稍深	花果香				
200	黄红	花果香	紫红	香气低淡	黄红	花果香	紫红	花果香减					黄红稍深	花果香						

注：表格中标黑的处理为发酵适宜，开始干燥的时间节点。



a.黔湄419; b.黔湄502; c.黔湄601; d.福鼎大白茶。图2同。

图1 原料发酵过程中叶温变化情况

Fig.1 Changes in leaf temperature during fermentation

通氧发酵与自然发酵过程中叶温变化测定结果及趋势见图1a~d。在发酵刚开始时,通氧处理叶温均高于自然发酵处理。黔湄502、黔湄601、福鼎大白茶品种自然发酵处理叶温没有明显的升高趋势,而4个品种通氧发酵处理叶温上升明显。4个品种通氧发酵处理叶温在一定时间内均高于自然发酵叶温,之后开始低于自然发酵的叶温。整体上,4个茶树品种的自然发酵叶温较平稳,而通氧发酵的叶温在发酵前期升温较明显且较快,后期下降速率较快,最终低于相应的自然发酵叶温。不同品种处理,发酵初始阶段温度差异较大。

2.3 发酵过程中发酵叶pH值变化情况

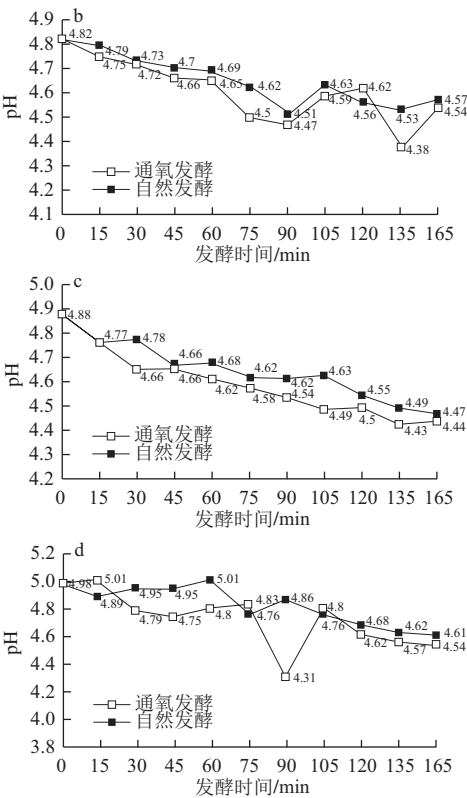
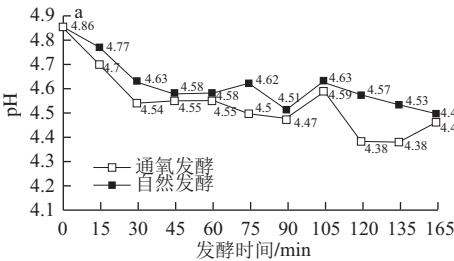


图2 原料发酵过程中发酵叶pH值变化情况

Fig.2 Changes in leaf pH during fermentation

通氧发酵与自然发酵过程中发酵叶的pH值结果及趋势见图2a~d。4个品种自然发酵、通氧发酵2种处理方式的pH值都呈降低趋势。对应同一取样时间点,通氧发酵处理pH值低于自然发酵处理。发酵过程中发酵叶pH值变化幅度在4.38~5.01之间,黔湄419、黔湄502和黔湄601这3个品种,pH值相近,变化幅度也相近,福鼎大白茶品种pH值略高于3个黔湄系列的品种,但整体变化趋势相同。

2.4 感官审评结果

由表2可知,黔湄502样品采用的是一芽一叶原料,福鼎大白茶样品采用一芽二、三叶,黔湄601、黔湄419、黔湄809样品采用的是独芽原料。由于受传统审评方式所限,黔湄502、福鼎大白茶样品在外形及叶底比较

表2 样品感官审评结果

Table 2 Sensory evaluation of fermented tea leaves under different conditions

样品	发酵方式	外形		香气		汤色		滋味		叶底		综合得分
		描述	得分 (25%)	描述	得分 (25%)	描述	得分 (10%)	描述	得分 (30%)	描述	得分 (10%)	
黔湄601	自然发酵	纤细,乌润,金毫显,较完整	94	高,有甜香	86	红较亮	92	醇厚	89	细嫩,多芽,红较亮,匀	90	89.9
	通氧通氧	纤细,乌润,露毫,完整	94	有甜香	86	红较亮	93	较鲜醇	90	细嫩,多芽,红亮	94	90.7
黔湄502	自然发酵	较紧,肥壮,乌黑润,较完整	85	有甜香	86	红较亮	93	较鲜醇	88	尚嫩,尚红亮	81	86.6
	通氧发酵	较紧,肥壮,乌黑油润,较完整	85	有甜香	87	红较亮	92	醇厚	86	尚嫩,尚红亮	81	86.1
福鼎大白茶	通氧发酵	较紧,较黑褐,油润,匀称,有芽毫	78	纯正,甜香	90	红浓较亮	92	醇较浓	89	红明	82	86.0
黔湄809	通氧发酵	尚紧结,金毫较多,油润,尚黑褐,匀	93	纯正,有果香	89	红亮	93	浓醇较鲜	93	红艳明亮	94	91.85
黔湄419	通氧发酵	紧结,金毫较多,红褐油润,匀	92	高火香	68	红浓尚亮	91	高火味	68	红尚明	88	78.3

方面,均差于其他样品,但在滋味、香气、汤色比较方面不差于其他样品。黔湄419样品出现的高火味是由于后续干燥过程中温度过高造成,与发酵阶段没有关系。感官审评结果表明,通氧发酵样品的品质不低于自然发酵样品,说明红茶进行通氧发酵处理在技术上是可行的。

3 讨论

3.1 通氧处理与发酵叶感官品质变化

工夫红茶发酵过程中,叶面色泽一般呈现出青绿、黄绿、黄、红黄、黄红、红、紫红到暗红色的变化过程;香气一般呈现出青气、清香、花香、果香、熟香而后逐渐低淡的变化过程^[16]。叶面色泽及香气的变化常常作为判断红茶发酵是否适度的重要手段。本实验采用通氧发酵方法,与自然发酵相比较,叶面色泽的红变速度明显加快,同时,香气的递渐变化趋势也表现出与之相对应的加快。叶面色泽及香气的变化属于感官变化,感官变化的加快说明与之相对应的化学物质在通氧发酵过程中得到了快速发展。

3.2 通氧处理与发酵叶叶温变化

酶促氧化作用是影响红茶特有品质特征形成的主要化学变化,这一学说已得到学术界的一致认可^[17-18]。氧化变化是属于放热反应,因此,红茶发酵的前期阶段发酵叶的叶温将会增加,随着多酚类的氧化反应逐渐减弱,释放能量逐渐减少,发酵叶叶温也会降低。本实验中通氧发酵处理的前30~60 min内,叶温在快速增加,明显高于自然发酵,说明通氧发酵处理酶促氧化反应更为剧烈,随着通氧的继续进行,发酵叶温也逐渐降低,说明酶促氧化作用开始减弱,这与酶活性的降低有着密切的关系,证明影响红茶氧化发酵的最主要因子是茶叶中各种氧化酶类。

3.3 通氧处理与发酵叶pH值变化

实验表明,红茶在发酵过程,发酵叶中有机酸的含量会不断增加,包括蛋白质水解生成氨基酸,酯型儿茶素类水解生成没食子酸等^[16,19]。本实验中pH值随着发酵时间的增加一直表现出下降的趋势,且通氧处理较与之前时间对应的自然发酵处理,下降速度略快,特别是在通氧处理的前30 min,下降速度最快。与之对应的发酵叶叶温也出现了类似的趋势,说明叶温的升高,促进了发酵叶内各水解酶类的活性,加速了有机酸的积累,导致了pH值的快速下降。

3.4 样品感官审评结果

按照按GB/T 23776—2009审评方法,以及相应地方标准(如贵州省地方标准DB52/T 641—2010《贵州工夫红茶》)的要求,以及长期以来从业人员对茶叶感官品质评审形成的固定模式,习惯性地对嫩度高的茶叶定位为更好的茶叶。在本实验中,黔湄502和福鼎大白茶2个品种的3个茶样除外形和叶底审评得分低于其他茶样,而滋味、香气、汤色等内在品质的评审得分并不低于其他样品。茶叶的本质属性是饮料,而不是用来观赏的工艺品。以现在的审评方式,必然引导市场偏离茶叶的本质属性,不利于茶产业的健康发展。

4 结论

工夫红茶发酵过程是一个复杂的反应体系,其主体反应是以多酚类为主的酶促氧化反应,同时伴随着水解、异构、合成和降解等其他反应。各种化学反应之间通过彼此生成的新物质发生联系,改变体系内的环境因子,影响各种反应的继续进行。本实验中设计的处理,除通氧环节外,其他环节均同时进行,以自然发酵作为对照,针对通氧对工夫红茶发酵过程中叶面色泽变化,香气特征变化,发酵叶温度、pH值的变化进行研究。在本实验设定条件下,主要得出以下结论:1)较之自然发酵,通氧处理能明显的加快工夫红茶发酵过程中叶面色泽的红变,促进红茶特征香气的形成,可以缩短发酵时间。2)较之自然发酵,通氧发酵能促进发酵前期叶面升温且高于自然发酵叶温。后期继续通氧则叶面温度下降较快且低于自然发酵叶温。3)无论是自然发酵还是通氧发酵,反应系统的pH值都呈降低趋势。总体上,通氧发酵使发酵叶pH值降低更快。4)感官审评结果表明,通氧发酵样品综合品质不低于自然发酵样品,说明红茶通氧发酵在技术上是可行的。5)一芽一叶,一芽二、三叶的原料,也能加工出内在品质不低于独芽原料的工夫红茶。

参考文献:

- [1] 赵文霞,黄亚辉. 红茶发酵技术研究进展[J]. 福建茶叶, 2011, 33(3): 8-11.
- [2] 夏涛,童启庆. 浅谈红茶加工中香气的形成与调控措施[J]. 蚕桑茶叶通讯, 1996(4): 13-15.
- [3] 侯冬岩,回瑞华,李铁纯,等. 正山小种红茶骏眉系列的香气成分研究[J]. 食品科学, 2011, 32(22): 285-287.
- [4] 任洪涛,周斌,方林江,等. 云南红茶加工过程中香气成分的变化[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(3): 187-191.
- [5] 王秋霜,陈栋,吴华玲. 红茶香气研究进展[J]. 广东农业科学, 2011, 38(18): 86-88.
- [6] 侯冬岩,回瑞华,刘晓媛,等. 红茶茶多酚及抗氧化性能测定[J]. 食品科学, 2005, 26(8): 367-370.
- [7] 陈金娥,丰慧君,张海容. 红茶、绿茶、乌龙茶活性成分抗氧化性研究[J]. 食品科学, 2009, 30(3): 62-66.
- [8] NABARUN B, SOHAN S, BIPAN T, et al. Monitoring of black tea fermentation process using electronic nose[J]. Journal of Food Engineering, 2007, 80(4): 1146-1156.
- [9] NABARUN B, SOHAN S, BIPAN T, et al. Detection of optimum fermentation time for black tea manufacturing using electronic nose[J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2007, 122(2): 627-634.
- [10] MARTIN O, OWUOR P O, RICHARD M. Change in the chemical and sensory quality parameters of black tea due to variations of fermentation time and temperature[J]. Food Chemistry, 2001, 75(4): 395-404.
- [11] MOAZZAM H A, BABAK R, REZA H A. Optimal fermentation time and temperature to improve biochemical composition and sensory characteristics of black tea[J]. Australian Journal of Crop Science, 2012, 6(3): 550-558.
- [12] 刘晓东,刘玉芳,甘春萍,等. 工夫红茶发酵过程中发酵叶茶汤吸光值变化的研究[J]. 茶叶科学, 2011, 31(4): 300-304.
- [13] DB52/T 639—2010贵州红茶 工夫红茶加工技术规程[S].
- [14] 李海玲. 土壤pH值的测定: 电位法[J]. 土壤肥料, 2011(13): 47-48.
- [15] 冯林. 工夫红茶通氧发酵技术及其化学成分变化研究[D]. 重庆: 西南大学, 2012.
- [16] 金心怡,陈济斌,吉克温. 茶叶加工工程[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [17] BOKUCHAVA M A. 制茶工艺学与生物化学[M]. 杭州: 中国科学院茶科所情报资料室, 1982.
- [18] EKANA-YAKE A. Research communication extent of non-enzymic oxidation in bleak tea processing[J]. Sri Lanka Journal of Tea Science, 1987, 56(2): 83-86.
- [19] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008.