

鹿苑茶闷堆工艺研究

周继荣, 陈玉琼, 孙 娅, 倪德江 *

(华中农业大学园艺林学学院, 湖北 武汉 430070)

摘 要: 通过4因素3水平正交试验, 研究了揉捻时间、茶叶含水量、闷堆温度和闷堆时间对鹿苑茶品质的影响。结果表明, 茶叶含水量、闷堆温度和闷堆时间对茶多酚和叶绿素含量影响达到极显著水平, 而闷堆温度和闷堆时间对蛋白质、氨基酸和可溶性糖的含量影响不显著; 茶叶含水量、闷堆温度和闷堆时间之间两两交互作用对叶绿素含量影响较大; 茶多酚和叶绿素含量随茶叶含水量、闷堆温度和闷堆时间的增加呈下降趋势。应用 $L^* a^* b^*$ 表色系统描述干茶和茶汤色泽, 随着茶叶含水量、闷堆温度和闷堆时间的增加, 干茶和茶汤 a^* 为负值, 均呈上升趋势; 干茶和茶汤 b^* 均为正值, 茶汤 b^* 呈增加趋势, 干茶 b^* 变化趋势不明显。结合感官审评结果、品质成分和色泽分析, 鹿苑茶最佳闷堆条件为: 茶叶含水量40%左右, 闷堆温度35℃左右, 闷堆时间7h左右。

关键词: 黄茶; 鹿苑茶; 闷堆

Studies on the Piling Technological Effects on Luyuan Yellow Tea

ZHOU Ji-rong, CHEN Yu-qiong, SUN Ya, NI De-jiang*

(College of Horticulture and Forestry Sciences, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: The effects of rolling time, water content of tea, piling temperature and piling duration on the quality of Luyuan yellow tea were studied in orthogonal design. Results showed that the effects of water content, piling temperature and duration on the contents of tea polyphenols and chlorophyll respectively were significant, but the effects of piling temperature and duration on the contents of protein, amino acids and soluble sugar were not significant. The effects of the mutual -factor interactions among water content, piling temperature and duration on the content of chlorophyll were significant. With the increasing of water content, piling temperature and duration, the contents of tea polyphenols and chlorophyll appeared in a decreased trend. $L^* a^* b^*$ color system was applied to describe the color of drying tea and tea liquor. The a^* values of drying tea and tea liquor were all negative and declined with the increasing of water content, piling temperature and duration, and the b^* value of drying tea and liquor were positive, the b^* value of tea infusion tended to increase, but that of drying tea showed no obvious trend. Combining with the organoleptic testing results and the changing trend of biochemistry components and color, the optimizing piling conditions were:

收稿日期: 2004-11-19

* 通讯作者

基金项目: 湖北省“九五”科技攻关项目(991P1001)

作者简介: 周继荣(1973-), 男, 工程师, 硕士, 研究方向为茶叶加工和茶叶生物化学。

1984, (6): 8-14.

[2] 严鸿德, 汪东风. 茶叶深加工技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998.

[3] 傅博强, 谢明勇, 周鹏. 茶叶多糖的提取纯化、组成及药理作用研究进展[J]. 南昌大学学报(理科版), 2001, 25(4): 358-364.

[4] 张代佳, 刘传斌, 修志龙, 等. 微波技术在植物细胞内有效成分提取中的应用[J]. 中草药, 2000, 31(9): 附5.

[5] 刘依, 韩鲁佳. 微波技术在板蓝根多糖提取中的应用[J].

中国农业大学学报, 2002, 7(2): 27-30.

[6] 张惟杰. 糖复合物生化研究技术(第二版)[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 1998.

[7] 傅博强, 谢明勇, 聂少平, 等. 茶叶中多糖的含量测定[J]. 食品科学, 2001, (11): 69-72.

[8] 姜锡瑞. 酶制剂应用手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社出版, 1999. 276.

[9] 王航宇, 刘金荣, 江发寿, 等. 新疆甘草多糖的超声提取及含量测定[J]. 基层中药杂志, 2002, 16(1): 7-8.

water content of tea 40%, piling temperature 35℃, and piling duration 7h.

Key words: yellow tea; Luyuan tea; piling

中图分类号: TS272.4

文献标识码: B

文章编号: 1002-6630(2005)11-0107-05

鹿苑茶是我国的历史名茶,属于黄茶类,产于湖北省远安县。由于茶区气候温和,雨量充沛,土壤疏松肥沃,良好的生态环境对茶树生长十分有利,茶叶品质优异,该茶被誉为湖北茶中之佳品。鹿苑茶品质的形成除环境条件外,与闷堆工艺密切相关。闷堆是形成鹿苑茶品质风格的关键工序之一。然而在传统加工工艺中,闷堆时间一般较长,达11h,不仅生产效率低,而且品质变化较大。有关黄茶闷堆工艺的研究较少,龚永新^[1]等人曾研究了闷堆对鹿苑茶滋味的影响,但对茶叶含水量、揉捻时间以及闷堆温度等因素未作研究;笔者^[2]深入分析了鹿苑茶加工过程中品质的动态变化。本文在已有试验的基础上,对鹿苑茶的闷堆工艺进行优化,以期为鹿苑茶乃至其他黄茶加工工艺的改进提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验所用材料为福鼎大白群体种1芽1叶,于2003年5月16日采自华中农业大学教学实验茶场,采用4因素3水平正交设计,正交表为L₂₇(3¹³)。由6CST-40型连续滚筒杀青机杀青,温度140℃;用6CR-30型揉捻机揉捻;烘干在6CHP-60型名茶烘干机上进行,温度为80℃。每个处理3次重复。试验因素和水平见表1。

表1 正交试验因素和水平表
Table 1 Factors and levels of piling experiments

水平	因素			
	揉捻时间(min)	茶叶含水量(%)	闷堆温度(℃)	闷堆时间(h)
1	0	20	25	2
2	10	40	35	7
3	20	60	45	12

1.2 仪器设备

6CST-40型滚筒杀青机,6CHP-60型名茶烘干机,6CR-30型揉捻机 浙江衢州市绿峰茶机有限公司;烘箱 湖北黄石医疗设备厂;Spectrumlab 53分光光度计

表2 各茶样感官审评表
Table 2 Organoleptic appreciation on the samples of Luyuan tea

茶样	揉捻时间	含水量	闷堆温度	闷堆时间	条索	干茶色泽	香气	滋味	汤色	叶底色泽
1	1	3	1	3	自然形	黄绿稍暗	清香	较鲜醇	浅黄绿明	黄绿明
2	1	3	2	1	自然形	尚翠绿	略有清香	较鲜醇	浅绿明	嫩黄绿明
3	1	3	3	2	自然形	黄带褐	水闷味	水闷味	浅黄绿尚明	嫩黄较亮
4	2	3	1	1	粗松	尚翠绿	清香	较鲜醇	绿明	绿明
5	2	3	2	2	紧实	黄带褐稍暗	微有清香	尚鲜醇	绿明	绿黄明
6	2	3	3	3	紧实	黄褐较深	熟闷	水闷味	黄明	黄尚亮
7	3	3	1	2	尚紧实	绿略暗	略有清香	较鲜醇	绿明	嫩黄绿明
8	3	3	2	3	紧实	黄褐	略闷	尚鲜醇	绿明	嫩黄较亮
9	3	3	3	1	尚紧实	绿略暗	略有清香	尚鲜醇	绿明	绿明
10	1	2	1	2	自然形	尚翠绿	略有清香	醇和	浅绿明	绿明
11	1	2	2	3	自然形	黄	略有清香	醇和	黄绿明	绿黄尚明
12	1	2	3	1	自然形	黄绿	清香	尚鲜醇	浅黄绿明	黄绿明
13	2	2	1	3	紧实	黄绿稍暗	略带栗香	鲜醇	绿明	黄绿明
14	2	2	2	1	略粗松	尚翠绿	略有清香	鲜醇	浅黄绿明	绿略黄明
15	2	2	3	2	紧实	黄带褐	低闷	略闷	黄绿尚明	绿黄尚明
16	3	2	1	1	尚紧实	尚翠绿	略有清香	尚鲜醇	浅黄绿尚明	绿明
17	3	2	2	2	紧实	绿黄	略有清香	醇和	浅黄绿尚明	黄绿略深
18	3	2	3	3	尚紧实	黄褐	水闷	熟闷	黄尚明	黄尚明
19	1	1	1	1	自然形	翠绿	略有清香	尚鲜醇	浅黄绿明	绿明
20	1	1	2	2	自然形	黄绿	清香	尚浓醇	浅绿较明	黄绿尚明
21	1	1	3	3	自然形	黄	清香	浓醇	浅黄绿尚明	黄尚明
22	2	1	1	2	略粗松	尚翠绿	清香	较鲜醇	浅绿较明	尚绿明
23	2	1	2	3	紧实	黄绿	略有栗香	尚鲜醇	浅黄绿较明	黄绿稍暗
24	2	1	3	1	稍粗松	尚翠绿	略有清香	尚鲜醇	浅黄绿明	浅黄绿明
25	3	1	1	3	紧实	尚翠绿	栗香	鲜醇	浅绿明	尚绿明
26	3	1	2	1	紧实	尚翠绿	略有清香	尚鲜醇	浅黄绿明	绿明
27	3	1	3	2	尚紧实	黄绿	略有清香	尚鲜醇	浅黄绿明	黄绿稍暗

表3 各茶样主要生化成分检测结果

Table 3 Contents of main biochemistry components in Luyuan tea

茶样	茶多酚(%)	可溶性蛋白质(%)	氨基酸(%)	可溶性糖(%)	叶绿素a(%)	叶绿素b(%)	总叶绿素(%)
1	23.15	3.58	2.68	12.18	0.25	0.09	0.34
2	28.02	3.46	2.68	12.52	0.27	0.10	0.37
3	24.11	3.71	2.61	12.83	0.22	0.07	0.29
4	26.79	3.70	2.67	12.91	0.28	0.10	0.39
5	25.36	3.87	2.75	13.17	0.23	0.08	0.31
6	22.87	3.74	2.60	12.36	0.21	0.05	0.26
7	25.87	3.77	2.68	12.84	0.26	0.10	0.37
8	24.10	3.78	2.74	13.60	0.22	0.07	0.29
9	26.20	3.73	2.65	11.93	0.26	0.10	0.37
10	27.69	3.75	2.52	11.65	0.27	0.10	0.38
11	24.76	3.75	2.61	12.89	0.23	0.08	0.31
12	26.71	3.76	2.71	12.33	0.25	0.09	0.34
13	27.52	3.94	2.85	14.60	0.25	0.09	0.34
14	27.63	3.98	2.81	14.22	0.27	0.10	0.38
15	24.79	3.95	2.74	13.10	0.23	0.07	0.30
16	29.74	3.92	2.60	12.56	0.27	0.10	0.38
17	27.75	3.77	2.57	12.46	0.24	0.08	0.32
18	26.00	3.83	2.52	12.39	0.22	0.06	0.28
19	28.79	3.65	2.68	11.56	0.29	0.10	0.39
20	28.41	3.69	2.69	11.62	0.26	0.09	0.35
21	26.63	3.71	2.65	11.60	0.23	0.08	0.31
22	27.80	3.81	2.51	12.12	0.29	0.10	0.40
23	25.90	3.79	2.45	12.25	0.25	0.09	0.34
24	26.36	3.90	2.53	12.74	0.28	0.10	0.39
25	26.20	3.85	2.53	12.58	0.28	0.10	0.39
26	27.86	3.86	2.75	12.17	0.29	0.10	0.40
27	26.74	3.74	2.58	11.00	0.26	0.09	0.35

上海棱光技术有限公司；WSC-S 测色色差计 上海精密科学仪器有限公司。

1.3 分析方法

茶叶感官品质：感官审评法^[3]；水分：120℃，1h 法^[3]；茶多酚：酒石酸铁比色法^[4]；氨基酸：茚三酮比色法^[4]；可溶性蛋白质：考马斯亮兰比色法^[5]；可溶性糖：蒽酮比色法^[4]。

叶绿素：混合液法^[6]。按丙酮:无水乙醇:水=4.5:4.5:1 的比例配制提取液，将粉碎茶样过 40 目筛后取 0.2g 左右放于 150ml 三角瓶中，加入 30ml 提取液，放于暗处提取 24h 后过滤，滤液在 663nm 和 645nm 波长下比色，根据 Arnon 公式计算叶绿素含量。

茶汤和干茶色泽：色差计法^[7]。仪器为上海精密科学仪器有限公司物理光学仪器厂生产的 WSC-S 测色色差计，选用 L*a*b* 表色系统，照明几何条件为 0/d，标准照明体为 D₆₅，视场为 10°。测茶汤色泽时，取粉碎茶样 3g，加 150ml 沸水，冲泡 5min 后测量；测干茶色泽时，将粉碎茶样过 40 目筛后测量。

1.4 数据处理

单位为百分数时，先作反正弦变换后再进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同闷堆条件对鹿苑茶感官品质的影响

各茶样感官审评结果见表 2。揉捻对干茶条索影响较大。未经揉捻的茶叶，干茶为自然形，揉捻时间长，条索紧，如揉捻 20min，干茶条索紧实，揉捻 10min，干茶条索粗松。干茶色泽偏暗以及香气或滋味带有水闷味的茶样有：1、3、5、6、7、8、9、13、15、18 号等。从表中可以看出，茶叶水分含量对闷堆质量有较大影响，随水分的增加，茶样出现品质缺陷的概率大。在含水量为 60% 处理的 9 个茶样中，有 7 个出现感官品质缺陷，占 78%；含水量为 40% 的茶样出现品质缺陷的比率为 33%；而含水量为 20% 的茶样没有出现品质缺陷。但是，这并不能说明闷堆时茶样含水量控制在 20% 为最好，因为在低水分时，要达到黄茶品质要求，必需增加闷堆温度，延长闷堆时间，如 21、23、27 号茶样，而在批量生产时，难以通过应用简单设备使闷堆时的温度达到 45℃ 以上，而且增加闷堆温度必然要提高生产成本，延长闷堆时间就会降低效率。传统鹿苑茶闷堆时的含水量在 20%~30%，闷堆温度在 30℃ 左右，闷堆时间在 11h 以上^[8]，这种闷堆工艺已经阻碍了鹿苑茶的发展。通过感官审评，认为闷堆含水量

应控制在40%左右,温度应在35℃左右,时间控制在7h左右。

2.2 不同闷堆条件对鹿苑茶主要品质化学成分的影响

不同闷堆处理茶样主要品质化学成分分析结果见表3。经过方差分析,茶叶含水量、闷堆温度和时间对茶多酚和叶绿素含量影响达到极显著水平,而闷堆温度和闷堆时间对蛋白质、氨基酸和可溶性糖的含量影响不显著;茶叶含水量、闷堆温度和时间两两交互作用对叶绿素影响较大。根据单因素多重比较结果,茶多酚和叶绿素含量随茶叶含水量、闷堆温度和闷堆时间的增加呈下降趋势,蛋白质含量随揉捻时间延长而减少,可溶性糖含量随茶叶含水量的上升呈增加趋势。表4为交互因子多重比较结果,先考察闷堆温度和闷堆时间的交互作用,结果显示25℃×2h、35℃×2h、25℃×7h、45℃×2h、25℃×12h几种组合间的叶绿素a、叶绿素b和总叶绿素含量均未发生显著变化(与对应交互作用的最大值相比,下同),说明这几种组合达不到闷黄要求。从表中可以看出,从组合35℃×7h开始,叶绿素a含量发生显著性减少,从组合35℃×12h开始,总叶绿素含量出现实质性减少,在此之后的2个组合(45℃×7h、45℃×12h)叶绿素a、叶绿素b和总叶绿素含量下降过多,结合茶样的感官审评结果,发现干茶色泽普遍偏暗,影响了黄茶品质。闷堆时间和茶叶含水量的几种组合间(如2h×20%、2h×60%、2h×40%、7h×20%)叶绿素b和总叶绿素含量没有显著差异,组合12h×20%的总叶绿素含量发生极显著变化,组合7h×40%的叶绿素b含量发生了显著变化,而组合7h×40%和组合12h×20%的总叶绿素含量差异并不显著。从表4可以看出,组合40%×45℃的叶绿素b含量与组合20%×25℃相比显著减少。总的来看,在茶叶含水量、闷堆温度和闷堆时间构成2因素组合中,凡是茶叶含水量较大、闷堆温度高、闷堆时间长的组合,叶绿素含量普遍偏小。由此初步认为,鹿苑茶的最佳闷堆条件为茶叶含水量为40%左右,闷堆温度在35℃左右,如果条件允许,闷堆时间应控制在7h左右。

2.3 不同闷堆条件对鹿苑茶色泽的影响

对测得的各色泽指标(表5)进行方差分析,结果表明,揉捻时间、茶叶含水量、闷堆温度和闷堆时间对色相值(b^*/a^*)影响不显著,对其他色泽指标影响达到了极显著或显著水平。根据多重比较结果,随着揉捻时间的延长,干茶 L^* (亮度)呈下降趋势,不揉捻的茶样亮度比揉捻10min和20min茶样的亮度要好,揉捻10min和20min之间的差异不显著。揉捻时间的长短对茶汤的亮度没有明显影响。揉捻时间对茶汤 a^* 值的影响达到极显著水平,揉捻时间越长, a^* 值越大,绝对值越小。茶叶含水量对干茶和茶汤 a^* 值以及茶汤 b^* 值的影响均

表4 交互作用多重比较

Table 4 T test (LSD) for interactions in piling experiments

交互作用	组合	叶绿素 a	叶绿素 b	总叶绿素
茶叶含水量× 闷堆温度	20%×25℃		1.81Aa	
	20%×45℃		1.79Bab	
	20%×35℃		1.78Cabc	
	40%×25℃		1.77Dabcd	
	60%×25℃		1.70Eabcde	
	40%×35℃		1.68Eabcdef	
	40%×45℃		1.65ABCdefg	
闷堆温度× 闷堆时间	60%×35℃		1.55Defg	
	60%×45℃		1.53Eg	
	25℃×2h	3.03Aa	1.82a	3.53Aa
	35℃×2h	3.01Bab	1.80a	3.51Bab
	25℃×7h	2.99Cab	1.80a	3.50Cabc
	45℃×2h	2.96Dab	1.78a	3.45abcd
	25℃×12h	2.94Eabc	1.76a	3.43abcde
闷堆时间× 茶叶含水量	35℃×7h	2.84ABcd	1.68ab	3.31abcdef
	35℃×12h	2.78ABCDcd	1.61ab	3.21ABCdef
	45℃×7h	2.77ABCDcd	1.57ab	3.19ABCdef
	45℃×12h	2.69Ed	1.43b	3.05f
	2h×20%		1.81Aa	3.56Aa
	2h×60%		1.80Bab	3.48Bab
	2h×40%		1.79Cabc	3.45Dabcd
闷堆时间× 茶叶含水量	7h×20%		1.77Dabcd	3.47Cabc
	12h×20%		1.70abcde	3.35BEcde
	7h×40%		1.65ABCdef	3.29BCDFef
	7h×60%		1.63ABCdef	3.24efg
	12h×40%		1.58CDef	3.20Efg
	12h×60%		1.53f	3.14Fg

LSD法进行多重比较。大写字母不同,小写字母也不同,则差异达到极显著水平($p < 0.01$);大写字母相同,而小写字母不同,则差异达到显著水平($p < 0.05$)。

达到极显著水平,随着茶叶含水量的增加,干茶和茶汤 a^* 越大,绝对值越小,而且各水平间差异达到极显著水平。茶叶含水量对干茶和茶汤亮度的影响达到极显著和显著水平,随着含水量的升高,干茶和茶汤的亮度均呈下降趋势,闷堆时间越长,亮度越小。随着茶叶含水量、闷堆温度和闷堆时间的增加,干茶和茶汤 a^* 为负值,均呈上升趋势;干茶和茶汤 b^* 均为正值,茶汤 b^* 呈增加趋势,干茶 b^* 变化趋势不明显。

干茶和茶汤的色相值(b^*/a^*)受到的影响较小,但是在考察色相值随闷堆过程的变化趋势(图1)时,发现干茶和茶汤的色相值随着闷堆时间的延长而减小,色泽中绿色调减少,红色调增加,在7h和12h之间,色相值发生急剧变化,这与加工过程中干茶和茶汤的色相值变化趋势一致^[2],表明闷堆时间应控制在7h左右为宜。

3 结 论

本试验结果显示揉捻作用对叶绿素含量影响不显

表5 各茶样色泽指标检测结果
Table 5 Values of color indexes in Luyuan tea

茶样	干茶 L*	干茶 a*	干茶 b*	干茶 b*/a*	茶汤 L*	茶汤 a*	茶汤 b*	茶汤 b*/a*
1	41.74	-4.51	20.41	-4.53	61.16	-2.72	20.34	-7.48
2	41.83	-4.54	17.31	-3.81	61.32	-2.79	19.42	-6.96
3	41.49	0.88	15.72	17.82	61.22	-2.32	20.67	-8.89
4	40.79	-4.56	15.02	-3.29	61.49	-2.84	18.90	-6.66
5	41.48	-0.46	14.42	-31.64	61.03	-2.37	20.50	-8.66
6	41.24	1.62	14.7	9.07	60.25	-0.48	22.35	-46.83
7	41.43	-3.65	14.25	-3.91	61.67	-2.76	19.13	-6.93
8	40.9	1.13	13.74	12.11	61.26	-1.92	20.36	-10.58
9	41.24	-3.96	15.58	-3.68	61.33	-2.19	19.14	-8.75
10	41.99	-4.12	16.45	-4.00	60.74	-2.78	20.58	-7.39
11	40.65	-1.34	16.75	-12.46	60.88	-1.94	21.02	-10.83
12	42.41	-3.52	16.68	-4.73	60.56	-2.58	21.96	-8.51
13	41.84	-2.77	15.43	-5.58	61.27	-2.51	19.56	-7.79
14	42.05	-4.11	15.77	-3.84	61.03	-2.27	19.19	-8.47
15	40.89	0.70	14.44	20.64	60.32	-1.87	20.88	-11.16
16	41.39	-4.82	14.60	-3.03	60.51	-2.41	19.45	-8.06
17	40.65	-1.34	14.10	-10.50	60.33	-1.89	20.46	-10.83
18	40.78	1.70	13.90	8.17	60.23	-0.96	22.22	-23.05
19	43.21	-5.80	17.22	-2.97	60.54	-2.84	20.32	-7.16
20	43.68	-3.87	17.10	-4.42	60.71	-2.17	19.57	-9.02
21	43.67	-0.22	17.17	-79.76	60.95	-2.03	20.90	-10.32
22	42.69	-4.00	14.35	-3.59	60.86	-2.39	19.12	-8.01
23	42.79	-2.11	15.07	-7.14	60.55	-2.08	20.12	-9.65
24	42.14	-3.76	15.41	-4.10	60.70	-2.35	19.30	-8.23
25	41.63	-3.77	14.20	-3.76	60.77	-2.23	19.02	-8.51
26	42.32	-5.35	15.08	-2.82	60.51	-2.12	19.08	-9.00
27	41.98	-2.65	14.51	-5.48	60.56	-2.06	19.65	-9.53

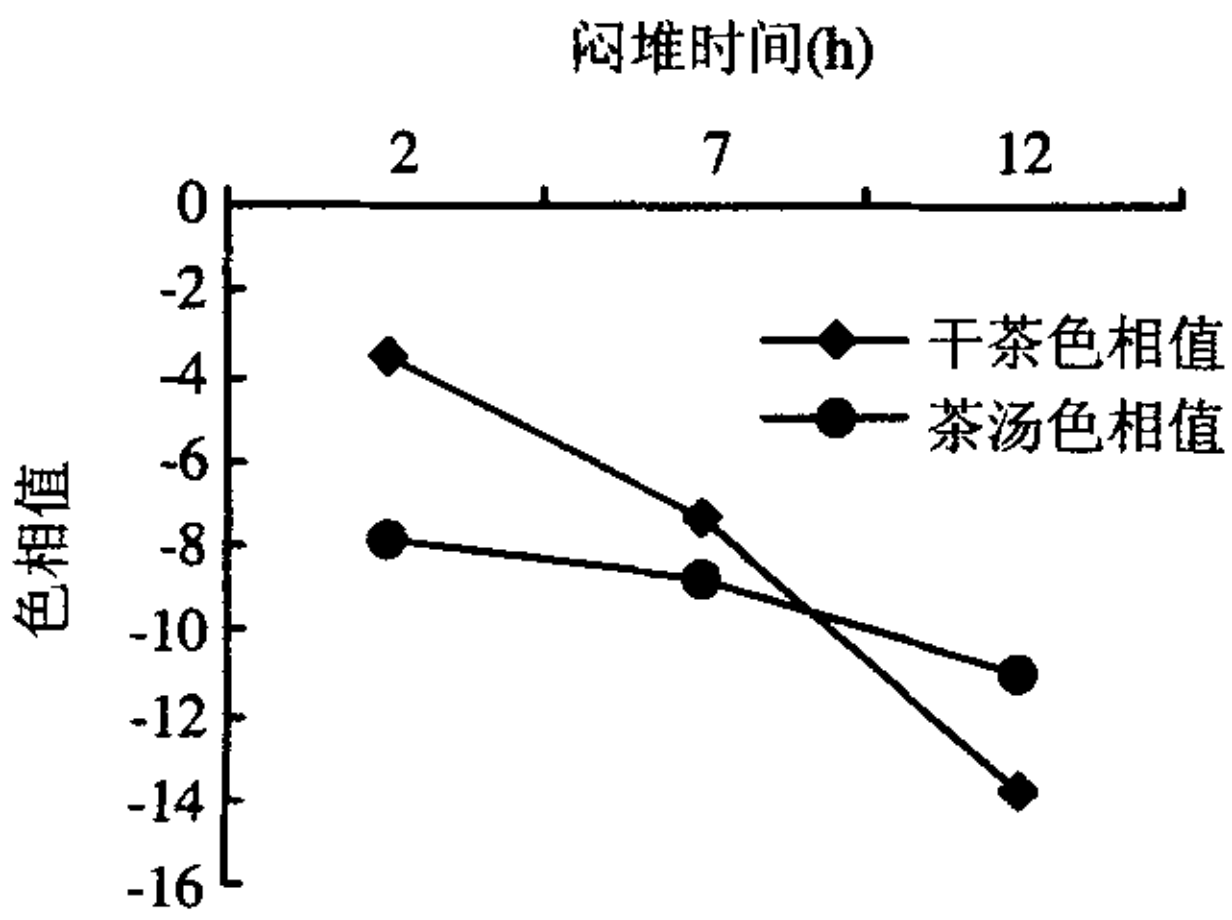


图1 色相值随闷堆时间变化图
Fig.1 Changes of the hue during piling

著，而根据以往研究结果，揉捻是促进叶绿素降解的主要因素之一^[9,10]。这可能由于本试验设计的揉捻压力偏小而导致效果不明显。鹿苑茶传统加工工艺中没有独立的揉捻工序，但揉捻的作用贯穿于杀青、二炒和炒干等工序中。在实现鹿苑茶机械化加工过程中，如何体现揉捻的作用及其对鹿苑茶外形和内质的影响，需作进一步研究。

结合感官审评和理化分析结果，鹿苑茶最佳闷堆条件为：茶叶含水量以40%左右为宜；闷堆温度应控制在35℃左右；闷堆时间在7h左右。

参考文献：

[1] 龚永新, 蔡烈伟, 蔡世文, 等. 闷堆对黄茶滋味影响的研究[J]. 茶叶科学, 2000, 20(2): 110-113.

[2] 周继荣, 倪德江, 陈玉琼, 等. 黄茶加工过程品质变化的研究[J]. 湖北农业科学, 2004, (1): 93-95.

[3] 湖南农学院. 茶叶审评与检验(第二版)[M]. 北京: 农业出版社, 1992. 66.

[4] 钟萝. 茶叶品质理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1989.

[5] 马志科, 王毅, 李林强. 考马斯亮兰 G-250 法测定丹麦红牛乳蛋白质实验[J]. 黄牛杂志, 1996, 22(2): 28-29.

[6] 严峻, 林刚. 测色技术在茶叶色泽及品质评价中的应用研究(二)茶叶色泽的测定[J]. 茶业通报, 1995, 17(2): 1-3.

[7] 沈伟其. 测定水稻叶片叶绿素含量的混合液提取法[J]. 植物生理学通讯, 1988, (3): 62-64.

[8] 陈椽. 制茶技术理论[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1984.

[9] 倪德江, 陈玉琼. 加工工艺对名优绿茶叶绿素变化的影响[J]. 食品科学, 1997, 18(12): 14-18.

[10] 倪德江, 陈玉琼. 绿针茶加工过程中叶绿素的变化与色泽品质的形成[J]. 华中农业大学学报, 1996, 15(6): 594-597.