

陕南黑毛茶加工工艺研究

闫列娟, 肖 斌, 索罗丹, 马小雪, 肖 霄

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以陕西省西乡县的秋季茶树鲜叶为原料加工制成黑毛茶,按照杀青、揉捻、渥堆后再烘干的工序加工黑毛茶,利用紫外分光光度计按照国家标准对黑毛茶渥堆发酵过程中的茶多酚、咖啡碱、氨基酸、碳水化合物以及色素等含量的变化进行了测试,探索最佳工艺参数。结果表明:毛茶中的主要生化成分均随渥堆时间延长而变化。至渥堆结束时,茶红素(TR)、茶黄素(TF)、茶褐素(TB)含量呈增加;茶多酚、氨基酸、咖啡碱和碳水化合物的含量减少。黑毛茶加工工艺参数为,杀青时水叶比 0.2 : 1;杀青每锅投叶量 10~12 kg;揉捻加叶量 28~30 kg;摊晾厚度 10 cm;渥堆含水量 50%左右。渥堆过程中,茶红素(TR)、茶黄素(TF)、茶褐素(TB)含量呈增加、茶多酚的降解都直接表现在黑毛茶汤色黄绿、滋味醇和的品质特点上,肯定了黑毛茶的加工工艺。

关键词:黑毛茶;加工;渥堆发酵;色素;茶多酚

中图分类号:TS 272.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)10-0172-05

陕南茶叶始于西周,盛于唐宋,汉中作为茶马互市的重要交换地,在古代茶叶贸易史上占有重要地位。茶产业是茶区民众和地方财政增收的重要来源,但这部分来源只限于春茶加工绿茶。对于夏秋茶叶,由于夏秋温度高、光照强,茶叶内儿茶素含量高,氨基酸、芳香物质等含量低,普通绿茶苦涩味较重,香气较差,夏秋茶质量不能与春茶比拟,所以大量的夏秋茶鲜叶因价低,茶农采制抵不上工资而白白地浪费掉。加工黑茶正需较粗老的茶叶,利用夏秋叶加工黑茶,既可以充分利用夏秋茶叶资源,又可以为陕南茶区创收。利用夏秋叶加工黑茶,发展黑茶优势主要体现在以下五方面,一是有利于提高茶产业的整体效益;二是有较为广阔的市场前景;三是有利于延伸茶叶产业链;四是有利于加速茶叶生产标准化的进程;五是丰富陕茶品种。

目前,国内在黑茶加工方面主要侧重研究的是毛茶渥堆成茶的过程,如,渥堆过程中内含成分^[1]及微生物^[2-3]等的变化,对黑毛茶的加工工艺^[4]尚不太完善,陕南在利用夏秋叶加工黑茶方面仍是空白。该研究利用陕西西乡西北农林科技大学茶叶试验站的茶树鲜叶进行了黑毛茶的加工工艺的探索,以研究最佳工艺参数,

为陕南茶区黑茶的加工提供参考,以充分利用茶树资源,为陕南茶区创收提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

茶树鲜叶来自西北农林科技大学茶叶试验站,位于陕西西乡,茶树鲜叶于 2010 年 10 月 27 日上午采摘,600 kg。

试验仪器:721 型分光光度计,水浴锅,分液漏斗,烘箱,粉碎机,电子天平,铁架台,瓶式炒干机:6CCP-110,茶叶揉捻机:6CR-55,摊晾平台:6CTLD。

1.2 试验方法

茶树鲜叶摊晾半天,于当天晚上杀青、揉捻、摊晾后进行渥堆发酵,最后烘干。烘干先用毛火,再足火烘干即可。试验过程中,对于杀青、揉捻、摊晾厚度及渥堆过程中的水叶比、投叶量、摊晾厚度、含水量等做了梯度对比,以期获得最佳工艺参数。杀青水叶比(kg):0 : 1、0.15 : 1、0.2 : 1、0.25 : 1;杀青投叶量(kg):6~8、8~10、10~12、12~14;揉捻加叶量(kg):26~28、28~30、30~32;渥堆不同含水量(%):45.3、49.8、55.4。渥堆发酵时间:32 h。渥堆发酵环境:温度:21~30℃;相对空气湿度:79%~85%。试验重复:渥堆环境温度 25~35℃,所以相应渥堆时间缩短至 22 h。

1.3 指标测定

咖啡碱含量的测定用 GB8312-87 方法^[5];茶多酚含量用 GB8313-87 方法^[5];水溶性糖含量用蒽酮比色法^[5];氨基酸含量用 GB8314-87 方法^[5];茶色素含量用分光光度法^[5]。

第一作者简介:闫列娟(1986-),女,陕西户县人,硕士,研究方向为茶叶加工工艺。E-mail:yanliejuan@163.com。

责任作者:肖斌(1957-),男,陕西周至人,教授,博士生导师,现主要从事茶叶工程等方面的研究工作。E-mail: xiaobin2093@sohu.com。

基金项目:国家茶叶产业技术体系资助项目(CARS-23)。

收稿日期:2012-01-04

2 结果与分析

2.1 加工工艺探索

陕南黑毛茶初加工^[4,6]包括杀青、揉捻、渥堆、干燥 4 道工序。

2.1.1 杀青 由于黑茶投入生产量大,该试验杀青使用滚筒瓶式炒干机杀青,投叶量大,可满足生产需求,既对黑茶加工过程品质无影响,又省时省力。锅温 260~280℃,约杀青 5~6 min,老叶嫩杀。待青气消除,散发出茶香,叶色变暗绿,叶质柔软,即可出锅。要求杀透杀匀,避免炒焦,以利揉捻。杀青完成时要及时出叶。由于秋季叶子较粗老,杀青时叶表需要灌浆洒水处理。由于茶树鲜叶表面光滑,灌浆时的水分未能完全吸收,喷洒水分大部分流失,所以灌浆时应注意灌匀,使鲜叶均匀与水分接触,避免由于灌浆不均匀而产生的焦变现象。由表 1、2 可知,杀青时灌浆最适水叶比为 0.2:1,每锅投叶 10~12 kg。

表 1 杀青时加水量(灌浆)比较

Table 1 The compare of different water content when fixation

水叶比	杀青效果(灌浆)
Leaf : water/kg	Fixation effect(grouting)
0:1(不加水)	叶子经杀青失水变干,杀青效果不明显,叶缘焦变,香气不显
0.15:1	加水较少,杀青后叶缘仍有焦变
0.25:1	杀青后叶表仍有残余水分,易褐变
0.2:1	杀青后香气显著,叶子柔软,利于揉捻,叶表无水渍,杀青适度

表 2 杀青时投叶量比较

Table 2 The compare of different weight leaves when fixation

投叶量	杀青效果
Leaf weight/kg	Fixation effect
6~8	叶缘变干,有焦味,易碎,投叶量过少
8~10	叶缘仍有焦变出现
10~12	投叶量适中,叶缘无焦变,茶香初显,杀青适度
12~14	投叶量过多,杀不透,青草气显著

2.1.2 揉捻 杀青叶必须趁热揉捻。因夏秋茶质地粗老,果胶质、蛋白质含量少,不趁热揉捻会使热量、水分散失,条索不易揉紧,叶片容易揉碎。生产上一般用 55 或 65 型揉捻机,工作量大,可达到大批量生产的目的,省时省力。该试验揉捻机主要是采用 6CR-55 型揉茶机揉捻。由于采用洒水杀青和趁热揉捻,揉捻时含水量较高,一开始如果重压,易形成“死坨”,中间叶子翻动不匀,不易成条,因此加压应由轻到重,逐步加压后再减压解块。6CR-55 型揉捻机加压顺序为轻压 5 min-中压 10 min-重压 4~6 min-轻压 4 min;初揉全程 23~25 min,以揉至叶片卷皱,初具条形为度。由表 3 可知,揉捻时最适加叶量为 28~30 kg。

2.1.3 摊晾 揉捻完成后,立即摊晾,使水分蒸发和初揉形成的条索得到固定。摊晾场地必须清洁卫生,一般是竹篾或专用的竹席。该试验采用茶叶摊晾台。摊晾

期间注意经常翻动,一方面水分均匀蒸发,另一方面使青草气散失。摊至手握茶条略感刺手,松手有弹性,即可收拢成堆,使叶间水分重新分布均匀,含水量约 35%~40%即可,历时 3 h。从表 4 可知,摊晾最适厚度约为 10 cm。

表 3 揉捻时的加叶量比较

Table 3 The compare of different weight leaves when rub twists

加叶量	揉捻效果
Leaf weight/kg	The effect of rub twists
26~28	叶子较松散,不易成团,不利揉捻
28~30	叶量适中,易揉成团、成条索,叶量适度
30~32	加叶量较多,加压后易形成死坨

表 4 摊晾厚度比较

Table 4 The compare of thickness of leaves

摊晾厚度	摊晾效果
Thickness/cm	Effect
5	厚度较薄,风干太快,不利于水分重新分布
10	厚度适中,水分重新均匀分布
15	摊晾较厚,水分不能及时挥发,有霉变气味

2.1.4 渥堆 渥堆是黑茶初制独有的工序,渥堆目的是使叶内多酚类化合物在湿热作用下继续发生化学变化,消除青气和涩味,形成汤色橙红而浓厚、滋味醇和的特定品质。渥堆初期先将叶子堆成约 0.8 m 高的堆。待到堆顶布满猪肝色水珠,叶呈猪肝色,茶梗变红后翻堆,重新筑堆,叶子重新分布,将外围叶翻至堆里,使茶叶继续进行非酶性自动氧化,历时约 20 h。后期渥堆,待茶堆重新出现水珠,粗青气消失,含水量接近 40%左右,即为渥堆适度,共渥堆 32 h。从表 5 可知,渥堆时叶子含水量在 50%左右,渥堆发酵效果最好。

表 5 渥堆时不同含水量的比较

Table 5 The compare of different water content when pile-fermentation

不同含水量	渥堆效果
different water content/%	Effect of pile-fermentation
45.3	渥堆发酵较缓慢,堆内升温较慢,耗时较长,叶子容易腐败变霉,达不到预期效果
49.8	渥堆发酵快,堆内升温快,耗时 32 h,渥堆效果好
55.4	含水量过高,堆内升温太快,叶子腐烂、长毛

2.1.5 干燥 该试验采用滚筒式瓶式炒干机烘干,先毛火温度 130℃左右烘 30 min,再用足火温度 75℃烘至梗折可断,干燥刺手,含水量达 15%即可,约 40~60 min。如果是夏季温度高、阳光充足的情况下,可以采用阳光晒干,这样既可以节省资源,由于茶叶吸附性较强,又避免了茶叶加工过程中吸附加工器械等的油烟味。

2.2 成分分析

2.2.1 咖啡碱的变化 咖啡碱是茶叶中嘌呤碱的主体成分,是构成茶汤的重要滋味物质。咖啡碱在黑茶制造中,因受热升华而略有减少,但鲜叶经加工后其含量变化不大。由图 1 可知,咖啡碱在黑茶渥堆过程有波动,

前期大体呈增加趋势,后期含量又下降,比渥堆初期含量减少了 8.06 %。

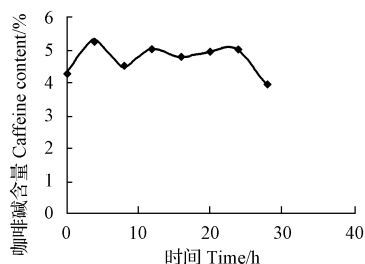


图1 咖啡碱的变化

Fig. 1 Variations of caffeine during pile-fermentation

2.2.2 茶多酚的变化 茶多酚亦称“茶鞣质”、“茶单宁”,是一类存在于茶树中的多元酚的混合物,是茶叶中一种主要的活性物质,占茶叶干重的 15%~35%^[7],是多种酚性化合物的总称,其含量多少是茶叶质量的一个重要标志。其中最重要的是以儿茶素为主体的黄烷醇类,占多酚类物质总量的 70%~80%^[8]。茶多酚是形成黑茶品质的重要活性物质,在茶汤中呈苦涩有较强的刺激性。因此,测定研究黑茶发酵过程中多酚类物质的变化具有重要的意义,在加工过程中多酚类物质的变化及其在成品中的含量对黑茶的品质有着十分深刻的影响。由图 2 可知,茶多酚在黑毛茶渥堆过程中呈递减趋势,渥堆后减幅达 39.4%,说明在黑毛茶渥堆发酵过程中,多酚类化合物转化成其它化合物^[9-10],如:TF、TB、TR,水不溶性茶多酚增加,使茶汤中的收敛性和苦涩味明显降低,醇和型呈味物质大量增加,使黑毛茶滋味趋于醇和。

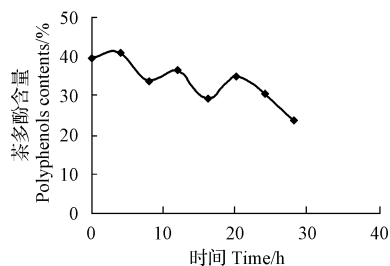


图2 茶多酚的变化

Fig. 2 Variations of polyphenols during pile-fermentation

2.2.3 氨基酸的变化 氨基酸是构成茶汤滋味的重要化学成分,能增强茶叶的鲜爽味。氨基酸在黑毛茶发酵的特殊温、湿条件下发生氧化、降解和转化,与多酚类起反应生成褐色色素;氨基酸作为微生物主要的氮源被消耗,在酶的催化下产生脱氨作用和脱羧作用,转化为挥发性或非挥发性芳香物质。氨基酸被邻醌氧化,脱去氨基和羧基,形成相应的挥发性醛类,从而使氨基酸含量下降^[11]。由图 3 可知,在黑毛茶渥堆发酵过程中氨基酸总体呈减少趋势。由于渥堆工序中微生物的代谢分泌蛋白酶而促进蛋白质的降解,从而使氨基酸总量在渥堆

中期呈上升趋势,后期明显下降。氨基酸在渥堆发酵过程中总体降幅达 59.12 %。

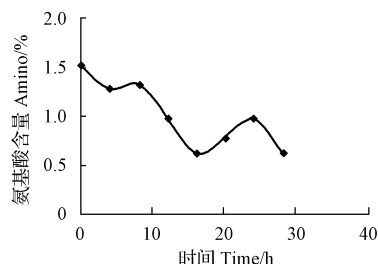


图3 氨基酸含量的变化

Fig. 3 Variations of amino acids during pile-fermentation

2.2.4 水溶性糖含量的变化 糖类不光是茶树体内各种物质合成、转化的基础,也对成品茶的品质有重要影响,是茶汤的主要呈味物质。多糖在纤维素酶、果胶酶等多糖水解酶的作用下完全水解时,糖苷键断裂而成单糖。其中,能溶于水的糖对茶叶的汤色和滋味有着直接的影响,并且还间接影响到茶叶的香气。图 4 表明,黑毛茶渥堆过程中水溶性糖前期呈增加,后期略有减少,说明茶叶内含物通过氧化、降解、缩合等反应已产生新的生成物^[12-13]。

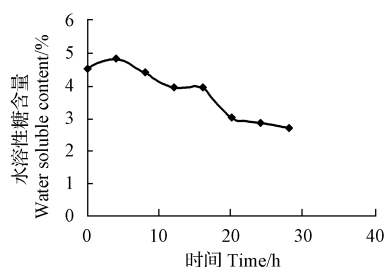


图4 碳水化合物的变化

Fig. 4 Variations of carbohydrate during pile-fermentation

2.2.5 茶色素的变化 黑茶色泽^[14]是衡量黑茶品质的首要直观因子。在黑毛茶加工过程中,鲜叶经杀青后,酶活性全部被钝化,脂溶性色素损失近 30%^[1],绿色部分损失最多,深色降解产物积累也最多,使绿色色素减弱,但脂溶性色素降解最多的是渥堆工序,以致整个色调中无绿色出现。在渥堆期间,由于叶绿素/胡萝卜素不断下降,外形色泽由黄绿转变为黄褐色或黑褐色,茶多酚因微生物酶促氧化和自动氧化形成了少量茶黄素、茶红素、茶褐素。茶黄素是茶汤“亮”的主要成分,茶红素是茶汤“红”的主要成分,茶褐素是茶汤“褐”的主要成分,这三者对黑茶橙黄明亮汤色的形成将起到积极的作用。由图 5~7 可知,在黑毛茶渥堆过程中,茶红素的变化是先上升后降低,总体趋势还是增加,渥堆完成时比开始时的 4.02%增幅达 26.08%;茶黄素、茶褐素都呈增加趋势,分别由开始时的 0.275%、1.961% 增加到 0.85%、4.456%,增幅分别为 67.64%、55.99%。

2.2.6 黑毛茶审评结果 汤色黄绿半透明状;香气:纯

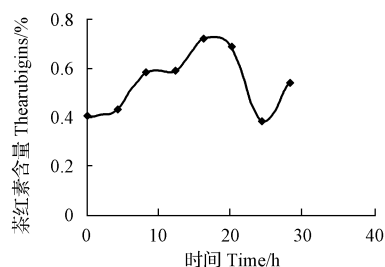


图5 茶红素的变化

Fig. 5 Variations of thearubigins during pile-fermentation

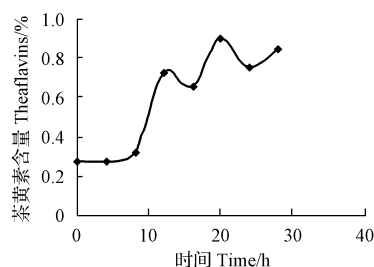


图6 茶黄素的变化

Fig. 6 Variations of theaflavins during pile-fermentation

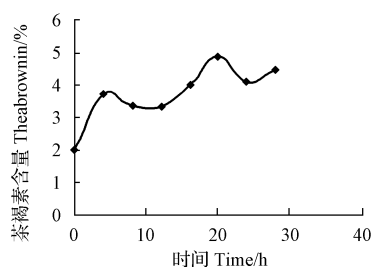


图7 茶褐素的变化

Fig. 7 Variations of theabrownin during pile-fermentation

正、柔和;滋味:醇正尚带涩味,回甘;叶底:黄绿,均匀。外形:棕褐,均匀成条^[16-18]。

3 讨论

3.1 杀青过程中应注意问题

该试验采用较粗老的茶树鲜叶加工黑毛茶,由于原料粗老,含水量较低,在杀青过程中叶表需适当洒水处理,防止杀青过程中水分进一步散失,做到老叶嫩杀,该试验最适水叶比为0.2:1。在加工过程中应根据叶子的实际情况而确定具体水叶比,该研究结果可作为参照。

3.2 渥堆过程中毛茶内含成分的变化情况

该研究结果表明,毛茶中的主要生化成分均随渥堆时间延长而变化。至渥堆结束时,茶色素即茶红素、茶黄素、茶褐素含量呈增加趋势;而茶多酚、碳水化合物、咖啡碱和氨基酸在渥堆过程中含量有所下降。中间过程中茶红素^[15]先上升后下降的原因可能是先经过多酚类物质的转化生成使含量增加,随着渥堆发酵的继续,茶红素与茶黄素进一步氧化聚合成茶褐素而减少。

3.3 渥堆过程应注意的问题

黑毛茶渥堆过程中,茶叶受水分、温度、空气湿度的

影响,随着渥堆的进行,黑毛茶特有的品质风格逐渐形成,说明渥堆是形成黑毛茶品质的核心,掌握渥堆时的温度、湿度、通气状况是形成黑毛茶品质好坏的关键。该试验温湿度均是室温条件下进行,适用于大批量加工生产线。在实际生产中,如遇特殊情况,如阴天、高温,可适当延长或缩短渥堆时间,以保障茶叶的品质。

3.4 内含成分与黑毛茶品质的关系

从审评结果来看,黑毛茶的外形以及冲泡后的汤色、香气、滋味和叶底都贴近黑茶的品质。说明鲜叶经渥堆后茶红素、茶黄素、茶褐素含量的增加,茶多酚的降解,都直接表现在形成黑毛茶汤色黄亮、滋味醇和的品质特点上。

4 结论

试验利用陕南西乡茶树夏秋叶加工黑毛茶,测定了其渥堆过程中内含成分的变化,结合内含成分的变化及黑毛茶审评,肯定了该研究黑毛茶的加工工艺,充分证明了陕南夏秋叶加工黑茶的可行性,可在陕南茶区推广。该研究为陕南茶区充分利用夏秋叶初步加工黑茶提供了具体的工艺参数。

参考文献

- [1] 付润华,齐桂年. 黑茶渥堆作用的研究进展与展望[J]. 福建茶叶, 2007(4):6-8.
- [2] 刘石泉,雷存喜,赵运林. 黑茶中微生物群落结构和多样性研究方法思考[J]. 茶叶科学技术, 2010(1):9-11.
- [3] 金冬双,龚淑英. 黑茶的微生物作用研究进展[J]. 茶叶, 2007(4):203,207.
- [4] 蒋洪. 黑茶加工工艺[J]. 农村新技术, 2008(8):72,73.
- [5] 黄意欢. 茶学实验技术[M]. 1997:1-33.
- [6] 陈椽. 制茶学[M]. 北京:中国农业出版社, 1989:6-7.
- [7] 张大春,王登良,郭勤. 黑茶渥堆作用研究进展[J]. 中国茶叶, 2002(5):6-8.
- [8] 李咏梅. 茶叶中茶多酚的提取方法研究[J]. 广州化学, 2003, 28(1):59-62.
- [9] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 北京:中国农业出版社, 2003(9):52,53.
- [10] 杨贤强. 茶多酚化学[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2003.
- [11] 李连喜. 不同制法普洱茶茶褐素及其在贮存中变化的研究[D]. 重庆:西南大学, 2005.
- [12] 折改梅,张香兰,陈可可,等. 茶氨酸和没食子酸在普洱茶中的含量变化[J]. 云南植物研究, 2005, 27(5):572,576.
- [13] 罗龙新,吴小崇,邓余良,等. 云南普洱茶渥堆过程中生化成分的变化及其与品质形成的关系[J]. 茶叶科学, 1998, 18(1):58-60.
- [14] 王增盛,张莹,童小麟,等. 黑茶初制中茶多酚和碳水化合物的变化[J]. 茶叶科学, 1991(S1):26-31.
- [15] 萧力争. 黑茶加工过程中色泽的形成机理[J]. 中国茶叶, 1994(1):2-3.
- [16] 黄继珍. 论茶叶品质的构成及品质评定[J]. 茶业通报, 2000(2):19-21.
- [17] 茶叶的品质鉴定[J]. 适用技术市场, 2001(8):64.
- [18] 龚淑英. 日本感官审评茶叶的方法及特点[J]. 中国茶叶加工, 2001(4):50-52.

碳氮源对花脸香蘑菌丝生长的影响

郑焕春, 葛江丽, 栾泰龙, 施汉钰

(牡丹江林业科学研究所, 黑龙江 牡丹江 157009)

摘要:研究了8种碳源物质、7种氮源物质及8种碳氮比对花脸香蘑菌丝生长的影响。结果表明:适宜花脸香蘑菌丝生长的最适碳源物质是土豆,其次是高粱米、蔗糖、葡萄糖;适宜花脸香蘑菌丝生长的最适氮源物质是蛋白胨,其次是酵母膏、牛肉膏、硝酸钠;花脸香蘑菌丝生长的最适碳氮比是40:1。

关键词:花脸香蘑;碳源;氮源;碳氮比

中图分类号:S 646.1⁺2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)10-0176-03

花脸香蘑(*Lepista sordida*)属于菌物界,担子菌门,伞菌纲,伞菌亚纲,伞菌目,口蘑科,又名丁香蘑、趟子蘑,主要分布于我国东北地区及河北、四川、云南、贵州等地^[1]。该菌气味浓香、色泽宜人,除具有丰富的营养价值外,还具有药用价值,深受市场青睐,是香蘑属中具有很高开发价值的优良食用菌之一,在欧洲颇受推崇,是很有国际市场开拓前景的种类^[2]。针对不同碳源、氮源和碳氮比对花脸香蘑菌丝体生长的影响,试验筛选出适宜花脸香蘑菌丝生长的碳源物质、氮源物质和碳氮比,为驯化栽培花脸香蘑提供参考。

第一作者简介:郑焕春(1967-),女,硕士,研究员级高级工程师,研究方向为食用菌遗传育种。E-mail:zzhc2000@yahoo.com.cn。

基金项目:黑龙江省自然科学基金资助项目(C200832)。

收稿日期:2012-02-17

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 花脸香蘑菌株 采自黑龙江省三道关自然保护区野生子实体组织分离的菌株。

1.1.2 试验试剂 供试碳源试验:土豆、玉米面、高粱米;当地市场采购;葡萄糖:天津市北方天医化学试剂厂,分析纯;蔗糖:天津市凯通化学试剂有限公司,分析纯;乳糖:沈阳市新光化工厂,分析纯;麦芽糖:沈阳市试剂三厂,分析纯;可溶性淀粉:天津市化学试剂三厂,生化试剂。供试氮源试验:蛋白胨、酵母膏、牛肉膏:北京奥博星生物技术有限责任公司,生化试剂;硫酸铵:辽宁省医药经贸公司,分析纯;氯化铵:天津市光复精细化工有限公司,分析纯;硝酸钠:天津市博迪化工有限公司,分析纯;草酸铵:天津市化学试剂一厂,分析纯。其它:

Dark Green Tea Processing Craft in Southen Shaanxi

YAN Lie-juan, XIAO Bin, SUO Luo-dan, MA Xiao-xue, XIAO Xiao

(College of Horticulture, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: With processing dark green tea by using fresh leaves produced in Autumn as raw material in Hanzhong Xixiang county. According to the sequence of fixation, rub twists, pile-fermentation and drying, and the national standard, used the ultraviolet specrophotometer, polyphenols, caffeine, amino acids, carbohyd rate and pigment were tested contains composition of processing dark green tea to pile-fermentation, to explore the better process parameters. The results showed that with the pile-fermentation prolonged, the main biochemical components had changed. At the end of the pile-fermentation, thearubigins (TR), theaflavins (TF) and theabrownin (TB) were greatly increased; polyphenols, amino acids, caffeine and carbohydrate reduced. It showed that the better process parameters of dark green tea were fixation's leaf : water was 0.2 : 1, fixation's weight leaves was 10~12 kg, weight leaves when rub twists was 28~30 kg, thickness of spreading and drying was 10 cm, water content when pile-fermentation was about 50%. It showed that thearubigins (TR), theaflavins (TF), theabrownin (TB) were greatly increased and tea polyphenols was reduced, it revealed quality of dark green tea's color and tastes, further proof that the processing of dark tea.

Key words: dark green tea; processing craft; pile-fermentation; pigment; tea polyphenols