

间歇真空发酵对辣木茶感官品质的影响

林 波¹, 李共国^{2*}, 杨伟斌³, 孙志栋¹

(1. 宁波市农业科学研究院, 宁波 315040; 2. 浙江万里学院生物与环境学院, 宁波 315100;
3. 余姚市泗门镇农业农村办, 余姚 315470)

摘 要: **目的** 研究发酵工艺对辣木茶感官品质的影响, 将辣木特有的辛辣味转化为可接受的特有风味。**方法** 采用三因子二水平的正交实验设计, 研究发酵温度、发酵时间和间歇真空处理对辣木茶感官品质的影响。**结果** 影响辣木茶感官评分的因子依次为发酵时间>间歇真空处理>发酵温度。发酵时间和间歇真空处理对辣木茶的感官评分分别有极显著($P<0.01$)和显著($P<0.05$)的影响。最佳的工艺组合为发酵温度 35 °C、发酵时间 6 h、(-0.10 MPa+2 min)/2 h 间歇真空处理, 制得的辣木发酵茶汤色橙黄明亮、香气醇厚, 感官评分达 8.1 分。**结论** 间歇真空发酵可使辣木茶品质明显提高。**关键词:** 辣木茶; 间歇真空处理; 发酵; 感官评定

Effect of intermittent vacuum fermentation on sensory quality of *Moringa oleifera* tea

LIN Bo¹, LI Gong-Guo^{2*}, YANG Wei-Bin³, SUN Zhi-Dong¹

(1. Ningbo Academy of Agricultural Sciences, Ningbo 315040, China;
2. College of Biological and Environmental Sciences, Zhejiang Wanli University, Ningbo 315100, China;
3. Agricultural and Rural Office of Simen Town, Yuyao 315470, China)

ABSTRACT: Objective To study the effect of fermentation process on the sensory quality of *Moringa oleifera* tea, and transform the pungent flavor of *Moringa oleifera* into an acceptable one. **Methods** The effects of fermentation temperature, fermentation time and intermittent vacuum treatment on the sensory quality of *Moringa oleifera* tea were studied by orthogonal design with 3 factors and 2 levels. **Results** The important factors influencing sensory score of *Moringa oleifera* tea were fermentation time>intermittent vacuum treatment>fermentation temperature. Fermentation time ($P<0.01$) and intermittent vacuum treatment ($P<0.05$) had significant effects on sensory score of *Moringa oleifera* tea, respectively. The best technological combination was fermentation temperature 35 °C, fermentation time 6 h, (-0.10 MPa+2 min)/2 h intermittent vacuum treatment, the color of *Moringa oleifera* fermented tea was bright orange, the aroma was mellow, and the sensory score was 8.1. **Conclusion** Intermittent vacuum fermentation can obvious improve the quality of *Moringa oleifera* tea.

KEY WORDS: *Moringa oleifera* tea; intermittent vacuum treatment; fermentation; sensory evaluation

基金项目: 余姚市农社科技项目(2018NS12)

Fund: Supported by the Yuyao Agricultural and Social Science and Technology Project (2018NS12)

*通讯作者: 李共国, 教授, 主要研究方向为农产品加工与贮藏。E-mail: ligongguo@zwu.edu.cn

*Corresponding author: LI Gong-Guo, Professor, Ningbo Academy of Agricultural Sciences, Ningbo 315040, China. E-mail: ligongguo@zwu.edu.cn

1 引言

辣木(*Moringa oleifera*)是一种常见的且具备独特经济与观赏价值的热带绿色植物,富含多种蛋白质、维生素、微量元素、不饱和脂肪酸等。此外,辣木还同时含有多种天然的抗氧化营养物质,如类胡萝卜素、酚醛酸类、黄酮类、植物甾醇、糖苷类、多糖等,具有良好的抗氧化、抗菌、抗病毒、抗肿瘤、降血脂、降血压等多种生物功能^[1]。辣木是很好的药食同源食材,在食品营养强化^[2]、食品补钙^[3]等方面具有深度开发的价值。辣木作为木本牧草有较高的粗蛋白含量,青贮后的 pH 值和氮含量均较低,具有较好的保存性能^[4]。目前,我国辣木叶主要用于制作茶叶,以辣木鲜叶为原料,利用新一代技术加工成养生保健茶^[5]。如果将辣木叶直接揉碎,在高温下干燥成品,辣木叶的生青味会导致冲泡后的辣木茶具很强的辛辣、涩苦味。新鲜茶叶中芳香物质的含量很少,制成干茶时芳香物质种类有明显增多,尤其以发酵工艺制成红茶的香气组成成分有大幅的上升^[6]。发酵的实质是促进多酚类化合物在酶的催化作用下起氧化聚合作用,茶多酚氧化产物中对茶品质影响较大的是茶黄素和茶红素。前者对茶汤亮度和滋味强度有良好的影响;后者则对茶汤深度和滋味醇、浓度有良好的作用^[7]。Ali 等^[8]研究表明,发酵辣木叶是天然抗氧化剂和营养物质的来源。在辣木红茶制作(发酵)过程中,除鲜叶固有的芳香物质外,一些本身不属于芳香物质的多酚类化合物、氨基酸和碳水化合物等物质的相互作用会形成许多新的香气成分。因此,将辣木鲜叶与红茶加工技术相结合,调控发酵过程中的工艺参数对辣木茶的品质起着决定性的作用^[9]。调整发酵温度和发酵时间是传统的发酵程度控制方法^[10],孙西杰等^[11]认为夏秋茶鲜叶因多酚类物质含量高而宜采用轻度发酵工艺,以促进红茶的感官品质提高。本研究围绕上述技术要点,引入间歇真空处理技术来调控发酵程度的方法,探讨辣木茶发酵过程中发酵温度、发酵时间和间歇真空处理等技术参数对辣木茶感官品质的影响,目的是将辣木固有的辛辣味转化为可接受的特有风味,以期辣木茶产业化加工奠定基础。

2 材料与方法

2.1 实验材料与仪器

辣木叶由余姚市恒青农场提供。

KZ-D1001 型空气炸锅(北京利仁科技有限责任公司); SHB-III型循环水式多用真空泵(郑州长城科工贸有限公司); RXZ 型智能人工气候箱(宁波江南仪器厂); 1530X-H7S 电烤箱(广东格兰仕集团生活电器制造有限公司); 带活动孔的塑料菜盒作为发酵罐,抽真空后可关闭活动孔。

2.2 实验流程及操作要点

制茶工艺流程如下:

辣木叶片→萎凋→杀青→揉捻→发酵→烘干→提香→辣木红茶

工艺操作要点如下:

萎凋:萎凋是鲜叶制作辣木茶的第一道工序。萎凋的制作目的主要是为了使鲜叶适当地失水,散发多余的水分,促进辣木叶气味的散发和转化,有利于辣木茶香气的形成。

杀青:对于萎凋后的辣木叶仍需要进行高温杀青,因为高温杀青可以适当去除辣木本身独特的青味,其主要目的就是充分利用辣木叶高温杀青破坏酶的活性,防止新鲜叶中富含多酚类有机化合物的酶促氧化,释放大量的青草气,促进鲜叶中内含物的转化,降低叶片的含水量,使叶片柔软易卷成形。

揉捻:在辣木茶的制作过程中,充分的揉捻工序是良好发酵的必要条件。揉捻使得萎凋后的条状叶片紧密卷曲,叶片中的细胞组织被严重破坏,茶汁大量溢出,可加速发酵,促进多酚酶的合成和氧化,提高茶的风味浓度。如果揉捻不足,对细胞组织的破坏不足,则发酵不良,会使产品汤淡味薄、有生青味。在同批茶中,有 90%左右紧卷成条,细胞组织破坏率达 80%,茶汁外溢粘附在叶的表面,并发出浓烈刺鼻的青草气味即为揉捻适度,可送交发酵工序^[7]。

发酵:本研究在发酵期间对实验样品采取间歇的抽真空处理,目的是帮助揉捻后叶汁外溢粘附于叶的表面^[12],同时,抽真空可促进发酵罐内空气置换、更新。

烘干:烘干是任何茶叶形、色、香、味形成的主要工序。主要目的在于利用高温迅速破坏酶的活性,停止发酵作用,固定叶内原有或新形成的有效物质,蒸发过多水分;同时散发低沸点的青草气味,保留香气物质。

提香:为了能够使辣木茶干燥后的香气更浓更持久,须在干燥的辣木茶基础上对其进行提香处理。辣木茶提香的最佳温度控制在 110 °C 左右,时间一般掌握在 1.5~2.0 h 为宜。

2.3 正交实验设计

采用发酵温度(A)、发酵时间(B)、间歇真空处理(C)三因子二水平的正交实验方法,考察辣木茶感官品质的变化。发酵温度与发酵时间参考马仙花等^[13]辣木红茶制作工艺,因子与水平设置见表 1。间歇真空处理条件为-0.10 Mpa(表压),抽真空 2 min,每隔 2 h 处理 1 次,记作“(-0.10 Mpa+2 min)/2 h”,连同不抽真空处理,共 2 个水平。本研究设置了 1 个对照,共 5 个处理。

表 1 正交实验因子与水平

Table 1 Factors and levels of orthogonal experiment				
因子	A 发酵温度/°C	B 发酵时间/h	C 间歇真空处理	
水	1	30	6	—
平	2	35	12	(-0.10 Mpa+2 min)/2 h

注: (1)每个样品重为鲜叶 140 g, 5 个样品共 700 g; (2)杀青条件为空气炸锅 200 °C、2 min→250 °C、2 min→200 °C、2 min; (3)烘干温度 90 °C、1 h; (4)复火提香温度 110 °C、1.5 h; (5)抽真空借助旋转蒸发仪真空仪完成。

2.4 感官评价实验

由 10 位专业评茶员组成的质量评定小组依据 GB/T 23776-2018《茶叶感官审评方法》^[14]对茶样进行感官审评, 取茶样 2 g 在一次性杯中用沸水泡 180 s, 沥茶汤后以滋味(35%)、汤色(15%)、香气(35%)和叶底(15%)进行评审(因为此研究的原料, 萎凋、揉捻、干燥均相同, 只是发酵处理不同, 所以感官审评没有把茶叶的外形纳入审评范围), 满分 10 分制打分取平均值。

3 结果与分析

3.1 不同发酵工艺对感官品质的影响

不同发酵工艺参数制备的辣木茶感官评价描述如表 2 所示, 冲泡后的色泽和澄清度见图 1。

表 2 各茶样感官评审结果

Table 2 Sensory evaluation results of the tea samples				
编号	滋味	汤色	香气	叶底
1	有青味	黄亮	纯正, 略带甜香	翠绿, 有碎渣
2	有青味, 略带闷味	红黄, 尚亮	尚浓厚	绿、稍暗
3	略带青味, 醇厚	橙黄, 明亮	醇厚, 香甜明显	翠绿、匀整
4	淡薄, 闷味重	暗红, 浑浊	闷味重, 带酸味	多乌条
对照	淡薄, 青味浓	红褐, 欠亮	稍青, 有辛辣味	多乌条

注: 1 号发酵温度 30 °C、发酵时间 6 h; 2 号发酵温度 30 °C、发酵时间 12 h、间歇真空处理; 3 号发酵温度 35 °C、发酵时间 6 h、间歇真空处理; 4 号发酵温度 35 °C、发酵时间 12 h; 对照: 未发酵, 直接烘干。



图 1 1~4 号及对照组辣木茶的汤色和澄清度

Fig.1 Soup color and clarity of *Moringa oleifera* tea in No.1~4 and control groups

由表 2 和图 1 可以看出, 在 30 °C 发酵温度条件下, 随着发酵时间延长, 汤色由黄亮(1 号)至红黄(2 号); 在 35 °C 发酵温度条件下, 随着发酵时间延长, 汤色由橙黄(3 号)至

黄褐(4 号), 特别是后者发酵过度, 呈香物质转化怠尽, 甚至引起杂菌繁殖污染, 产生异味, 其感官评分低于对照组(表 3)。可见, 随着发酵程度的加强, 汤色的红度增加、亮度降低, 综合得分以发酵 6 h 的 2 个茶样较高, 汤色橙黄明亮。滋味与香气方面: 1 号有青味、略带甜香; 2 号有青味, 略带闷味; 3 号甜香浓郁持久, 表现优秀; 4 号闷味重, 带酸味, 表现最差。整体而言, 最佳的工艺组合为样品 3 号, 即发酵温度 35 °C、发酵时间 6 h、间歇真空处理。所制得成品茶的汤色橙黄明亮, 香气浓郁持久, 滋味醇厚鲜爽, 感官评分达 8.1 分。

3.2 正交实验结果与极差分析

正交实验结果与极差分析见表 3, 不同处理号之间的辣木茶感官评分有极显著的差异。3 号和 1 号茶的感官评分显著高于 2 号和 4 号($P<0.05$), 其中 3 号辣木茶的感官评分极显著高于 2 号和 4 号($P<0.01$)。从表 3 极差值的大小可见, 影响感官评分的因子重要性为 $B>C>A$ 。

表 3 正交实验结果与极差分析

Table 3 Orthogonal experiment results and range analysis						
实验号	A 发酵温度/°C	B 发酵时间/h	C 间歇真空	感官评分		
				重复 1	重复 2	平均
1	1	1	1	7.8	7.8	7.8 ^{AB}
2	1	2	2	4.7	6.2	5.4 ^B
3	2	1	2	7.7	8.5	8.1 ^A
4	2	2	1	2.3	3.2	2.8 ^C
对照	-	-	-	4.1	4.5	4.3
K_1	6.6	8.0	5.3			
K_2	5.4	4.1	6.8			
极差	1.2	3.9	1.5			

注: 数据右上角不同小写(大写)英文字母之间表示显著差异。

3.3 方差分析

应用最小显著差数法, 各加工因子对辣木茶感官评分影响的方差分析见表 4, B 因子(发酵时间)对辣木茶的感官评分有极显著($P<0.01$)的影响, C 因子(间歇真空)对辣木茶的感官评分有显著($P<0.05$)的影响。

表 4 影响辣木发酵茶感官评分的方差分析

Table 4 Analysis of variance affecting sensory score of <i>Moringa oleifera</i> fermented tea					
变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
A 发酵温度/°C	2.88	1	2.88	6.23	0.067
B 发酵时间/h	29.65	1	29.65	64.093	0.001**
C 间歇真空	4.50	1	4.50	9.73	0.036*
误差	1.85	4	0.46		

注: *表示 $P<0.05$ 显著水平, **表示 $P<0.01$ 显著水平。

4 讨论与结论

4.1 讨论

传统的发酵程度往往从发酵温度和发酵时间去控制,若发酵时间过短,多酚类物质的转化不充分,成茶滋味香气具有较强的收敛性和苦味;而发酵的时间过长,茶口感较淡、有闷味,汤色偏暗偏红,会影响茶叶的品质,这可能是由于过度发酵,更多的茶黄素转化为茶红素和茶褐素(如 4 号),导致滋味平淡,汤色和叶底发暗^[10]。为此,孙西杰等^[11]引入了轻发酵的概念,认为发酵从揉捻时就已开始,特别在温度高的季节,发酵更易进行。适当的轻发酵,一方面可适时终止多酚类化合物的氧化反应,避免毛茶香低味淡,汤色发暗;另一方面,可及时终止呈香物质烯萜类的进一步转化,有利于成茶香气物质的呈现。实验 3 号发酵结束时能散发出愉快的芳香气味,究其原因,可能是其发酵过程中嵌入了间歇真空处理技术。周晓^[15]通过反复间歇真空发酵措施,去除发酵液中对酿酒酵母有害的挥发性产物(如糠醛、乙酸),从而获得了发酵适应性进化的酿酒酵母,使其存活率大大提高,单位细胞的乙醇生产能力是原始酵母的 6 倍。本研究中,间歇真空处理对辣木茶的感官评分影响达到了显著水平($P < 0.05$),重要性程度排在发酵温度的前面,其控制氧化酶促反应的过程包括 2 个方面:(1)叶片内的压力大于叶片外,叶片汁液在压差作用下扩散出来,汁液增多为氧化酶促反应创造了有利条件;(2)抽真空的过程既排除了罐内部分 CO_2 以及发酵前期挥发性不良风味物质,又使发酵环境得到新鲜空气的补充,这对于多酚类物质含量较高的辣木叶较为重要,但相关机制还待于进一步研究。

4.2 结论

本研究探究了间歇真空发酵对辣木茶感官品质的影响。结果发现影响辣木发酵茶感官评分的因子重要性为发酵时间>间歇真空处理>发酵温度。发酵时间和间歇真空处理对辣木发酵茶的感官评分的影响分别达到极显著($P < 0.01$)和显著($P < 0.05$)的影响。最佳的工艺组合为发酵温度 $35\text{ }^\circ\text{C}$ 、发酵时间 6 h、 $(-0.10\text{ MPa}+2\text{ min})/2\text{ h}$ 间歇真空处理,所制得的辣木茶汤色橙黄明亮,香气醇厚、香甜明显,实验结果可为辣木茶产业化加工提供技术支持。

参考文献

- [1] 曾钰鹏, 钟俊威, 丁艺新, 等. 辣木提取物的抗氧化性研究及辣木百香果复合饮料的研制[J]. 农产品加工, 2020, (5): 1-5.
Zeng YP, Zhong JW, Ding YX, et al. Study on antioxidant activity of *Moringa oleifera* extract and development of *Moringa oleifera*-passion fruit compound beverage [J]. Farm Prod Proc, 2020, (5): 1-5.
- [2] Alphonse S, Kaale LD, Rweyemamu LMP, et al. Proximate composition of fermented cassava meal "mchuchume" fortified with soya bean flour and *Moringa oleifera* leaves powder [J]. J Food Sci Technol, 2019, (56): 3660-3667.
- [3] Yun YR, Oh SJ, Lee MJ, et al. Antioxidant activity and calcium bioaccessibility of *Moringa oleifera* leaf hydrolysate, as a potential calcium supplement in food [J]. Food Sci Biotechnol, 2020, (15): 8571-8585.
- [4] Zhang YC, Li DX, Wang XK, et al. Fermentation dynamics and diversity of bacterial community in four typical woody forages [J]. Ann Microbiol, 2019, (69): 233-240.
- [5] 罗秋琴. 辣木茶的加工工艺技术[J]. 福建热作科技, 2018, (1): 43.
Luo QQ. Processing technology of *Moringa oleifera* tea [J]. Fujian Sci Technol Trop Crop, 2018, (1): 43.
- [6] 佚名. 科学制茶讲座. 第一讲 科学制茶的基本理论知识[J]. 中国茶叶, 1973, (3): 15-22.
Anonymous. Lectures on scientific tea making. First lecture: Basic theoretical knowledge of scientific tea making [J]. Chin tea, 1973, (3): 15-22.
- [7] 佚名. 科学制茶讲座. 第二讲 科制工艺[J]. 中国茶叶, 1973, (7): 17-22.
Anonymous. Lecture on scientific tea making. Lecture 2: Scientific processing technology [J]. Chin Tea, 1973, (7): 17-22.
- [8] Ali MW, Ilyas MZ, Saeed MT, et al. Comparative assessment regarding antioxidative and nutrition potential of *Moringa oleifera* leaves by bacterial fermentation [J]. J Food Sci Technol, 2020, (57): 1110-1118.
- [9] 李鑫磊, 王婷婷, 俞少娟, 等. 工夫红茶发酵技术对其品质的影响[J]. 福建茶叶, 2015, 37(5): 11-14.
Li XL, Wang TT, Yu SJ, et al. Effect of fermentation technology on the quality of Gongfu black tea [J]. Fujian Tea, 2015, 37(5): 11-14.
- [10] 方世辉, 王先锋, 汪惜生. 不同发酵温度和程度对工夫红茶品质的影响[J]. 中国茶叶加工, 2004, (2): 19-21.
Fang SH, Wang XF, Wang XS. Effects of different fermentation temperature and degree on the quality of Gongfu black tea [J]. Chin Tea Proc, 2004, (2): 19-21.
- [11] 孙西杰, 陆国富, 徐乾, 等. 轻萎凋与轻发酵工艺对祁门红茶感官品质的影响[J]. 中国茶叶加工, 2013, 4: 27-28, 33.
Sun XJ, Lu GF, Xu Q, et al. Effects of slight withering and slight fermentation on the sensory quality of Keemun black tea [J]. Chin Tea Proc, 2013, (4): 27-28, 33.
- [12] 王岚, 孔峰, 陈洪章, 等. 一种真空脉动强化食品风味的方法: 中国, 107788333 A [P]. 2018.
Wang L, Kong F, Chen HZ, et al. A method for enhancing food flavor by vacuum pulsation: CN, 107788333 A [P]. 2018.
- [13] 马仙花, 谢君锋, 黄珍玲, 等. 辣木红茶加工工艺研究[J]. 中国热带

农业, 2019, (4): 52-54.

Ma XH, Xie JF, Huang ZL, *et al.* Study on processing technology of *Moringa oleifera* black tea [J]. *China Trop Agric*, 2019, (4): 52-54.

[14] GB/T 23776-2018 茶叶感官审评方法[S].

GB/T 23776-2018 Sensory evaluation method of tea [S].

[15] 周晓. 反复间歇真空发酵过程中酿酒酵母适应性进化的系统分析[D]. 天津: 天津大学, 2011.

Zhou X. Systematic analysis of adaptive evolution of *Saccharomyces cerevisiae* during repeated batch vacuum fermentation [D]. Tianjin: Tianjin University, 2011.

作者简介



林 波, 农艺师, 主要研究方向为植物资源综合利用与技术推广。

E-mail: 172250359@qq.com

李共国, 教授, 主要研究方向为农产品加工与贮藏。

E-mail: ligongguo@zwu.edu.cn

(责任编辑: 李磅礴)