

## 不同茶树品种晒红茶品质对比研究

仝佳音<sup>1</sup>, 张艳梅<sup>1</sup>, 杨方慧<sup>1</sup>, 夏丽飞<sup>1</sup>, 申时全<sup>1\*</sup>, 郝连奇<sup>2</sup>, 李金龙<sup>1</sup>

(1. 云南省农业科学院茶叶研究所, 云南昆明 650205; 2. 北京小罐茶业有限公司, 北京 100022)

**摘要** [目的]研究不同大叶种茶树品种加工成晒红茶的生化成分含量以及综合品质特点, 优选出最适制晒红茶的品种。[方法]选用10个不同品种的大叶种茶为试验材料, 利用相同的加工方法, 制成晒红茶并对其内含成分进行分析, 并进行感官审评。[结果]感官审评结果表现为群体种>清水3号>73-11>云茶普蕊>73-8>云抗37号>云抗14号>云抗43号>长叶白毫>云抗10号, 常规生化成分含量相对较高的品种为清水3号、云茶普蕊和云抗37号。茶色素含量较高的品种为云茶普蕊、长叶白毫和云抗43号。[结论]云茶普蕊、清水3号和云抗37号表现出较好的晒红茶适制性。

**关键词** 晒红茶; 品种; 内含成分; 加工工艺

中图分类号 TS272 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2023)01-0158-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.01.035



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Comparative Study on the Quality of Sun-dried Black Tea of Different Tea Varieties****TONG Jia-yin, ZHANG Yan-mei, YANG Fang-hui et al** (Institute of Tea Research, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming, Yunnan 650205)

**Abstract** [Objective] In order to study the biochemical components content and comprehensive quality characteristics of sun-dried black tea processed from different kinds of tea trees. [Method] 10 varieties of large leaf tea were selected as experimental material, using the same processing method, sun-dried black tea was prepared and its ingredients were analyzed. [Result] The results showed that the sensory evaluation were as follows: population species > Qingshui 3 > 73-11 > Yuncha Puri > 73-8 > Yunkang 37 > Yunkang 14 > Yunkang 43 > Longleaf Pekoe > Yunkang 10. The contents of conventional biochemical components were Qingshui 3, Yuncha Puri and Yunkang 37. The tea pigments with higher content were Yuncha Puri, Longleaf Pekoe and Yunkang 43. [Conclusion] Yuncha Puri, Qingshui 3 and Yunkang 37 showed good suitability for sun-dried black tea.

**Key words** Sun-dried black tea; Varieties; Inclusion component; Processing technology

晒红茶是近年从传统的滇红茶叶演变出来的一个茶叶加工新产品, 是介于普洱茶与红茶之间的一种茶类<sup>[1]</sup>。其主要是以云南大叶种茶树鲜叶的一芽二、三叶为原料, 通过萎凋、揉捻、发酵、日光晒干的工艺而制成。晒红茶与滇红茶的区别主要是最后一道工序的不同, 滇红茶是经过高温烘焙, 而晒红茶则是日光干燥。晒红茶未经过所谓提香的程序, 从而使得其保留了更多的活性物质, 因此, 晒红茶突破了一般红茶2~3年的保质期, 而呈现出越陈越香的独有品质<sup>[2]</sup>。目前有关生化成分作为决定茶叶品质的物质基础的报道较多, 特别是与红茶品质的关系也有诸多报道<sup>[3-6]</sup>, 但是有关晒红茶则鲜见报道。

云南大叶种茶树品种多样, 内含物质丰富, 适制性强, 特别是制成的红茶, 汤色红浓明亮, 滋味甜醇, 但是大叶种红茶也面临香气不足、苦涩味偏重的缺点, 这在一定程度上影响了其市场占有率。然而, 晒红茶作为一种新兴茶, 因其独特性而被人们喜爱, 但关于晒红茶品质的一些未知问题仍需要进一步研究, 如不同品种、不同工艺加工的晒红茶品质的变化以及经过贮藏其内含成分、香气化合物的变化。因此, 探讨不同品种制成的晒红茶品质可为进一步研究晒红茶提供理论基础。

**1 材料与方法**

**1.1 材料** 鲜叶采摘于云南省农业科学院茶叶研究所科研基地茶园, 主要的茶叶品种有云抗43号、云抗10号、云抗14号、云抗37号、73-11、73-8、清水3号、长叶白毫、云茶普蕊、群体种共10个品种。

**1.2 仪器与设备** 茶叶揉捻机: 浙江上洋机械有限公司(型号: 6CR-40), 滚筒杀青机(型号: 6CST-40)。

**1.3 方法**

**1.3.1 晒红茶的制作。** 在云南省农业科学院茶叶研究所加工车间完成, 制作过程: 鲜叶→室内自然萎凋→揉捻→发酵→晒干。

萎凋: 在室内自然萎凋, 要求鲜叶老嫩均匀一致, 均为一芽二叶, 鲜叶薄摊在萎凋槽上。萎凋时间为15~18 h, 萎凋叶含水量在60%~62%。叶片柔软, 嫩茎手折不断, 手握茶叶成团, 松手不易散开, 叶色由鲜绿变为暗绿, 叶面失去光泽并伴有清香。

揉捻: 采用揉捻机进行揉捻, 揉捻时间为60 min, 即先轻揉捻20 min, 加压揉捻20 min, 最后再轻揉捻20 min。揉捻适度条索紧卷, 茶汤充分揉出而不流失, 叶片局部泛红, 散发出较浓烈的清香, 并且在揉捻后进行解块, 散热降温, 以利于后期发酵工艺的开展。

发酵: 发酵是形成晒红茶色香味的关键工序之一, 是绿叶红变的主要过程, 发酵适度的叶子, 叶脉泛红, 叶面呈黄红色; 青草气消失, 并有浓郁的花果香。该试验的发酵主要是采用竹筐发酵, 时间为4~6 h, 发酵时通风透气, 然后根据变色生香判断是否发酵到位。

**基金项目** 世界大叶茶——重大科技专项计划(202102AE090038); 普洱茶优良品种——重大科技专项计划(202002AE320001)。**作者简介** 仝佳音(1988—), 女, 河南洛阳人, 助理研究员, 硕士, 从事茶叶加工与质量检测研究。\*通信作者, 研究员, 从事科技成果转化研究。**收稿日期** 2022-01-25; **修回日期** 2022-06-06

晒干:晒干是晒红茶初制的最后一道工序,阳光照射是晒红茶与其他红茶(烘干)最主要的加工工艺区别之一。将发酵好的茶坯摊于晒棚内的竹簸箕上,摊晒厚度 1~2 cm,充分晒干至含水量约为 6%,收起装箱,装袋。

**1.3.2 检测方法。**游离氨基酸总量的检测参照 GB/T 8314—2013《茶 游离氨基酸总量的测定》,咖啡碱的检测参照 GB/T 8312—2013《茶 咖啡碱含量测定》,茶多酚总量的检测参照 GB/T 8313—2018《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》,水浸出物的检测参照 GB/T 8305—2013《茶水浸出物测定》,可溶性糖的检测参照蒽酮-硫酸比色法,茶黄素、茶红素、茶褐素的检测参照萃取比色法,具体分离步骤测定参考《茶学实验技术》<sup>[7]</sup>。

**1.3.3 感官审评。**感官审评主要是采用功夫红茶的审评标准,参照 GB/T 23776—2009。对其香气(30%)、滋味(30%)、

外形(20%)、汤色(10%)和叶底(10%)进行感官审评。

**1.3.4 数据分析。**采用 Excel 和 SPSS Statistics 19 分析软件进行数据统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 感官审评结果** 通过感官审评可知,10 个品种加工的晒红茶感官品质差异明显。从外形方面分析,云抗 14 号茶样的得分最高,其次依次为长叶白毫、73-11 和云抗 10 号;从香气方面分析,得分最高的是清水 3 号,其次是群体种和 73-8,群体种、清水 3 号和 73-8 香气甜浓,带花香,云抗 14 号和长叶白毫则带有青气,可能是发酵不够完全、不够充分的原因;从汤色、滋味和叶底 3 个方面分析,群体种得分最高(表 1)。因此,综合得分最高的是群体种,其次是清水 3 号和 73-11。

表 1 10 个品种晒红茶感官审评结果

Table 1 Sensory evaluation results of 10 varieties of sun-dried black tea

序号 No.	品种 Varieties	外形 Appearance(20%)		汤色 Colour of tea(10%)		香气 Aroma(30%)		滋味 Taste(30%)		叶底 Leaf base(10%)		总分 Total score
		标准 Standard	分值 Score	标准 Standard	分值 Score	标准 Standard	分值 Score	标准 Standard	分值 Score	标准 Standard	分值 Score	
1	清水 3 号	黑褐,紧结	88	红亮	88	甜香浓,带花香	94	甜纯	86	红泛青	88	89.2
2	73-11	尚紧结,尚显毫,棕润	90	红浓明亮	90	甜浓	90	醇尚浓	87	红尚亮	88	88.9
3	群体种	乌褐,尚润,紧实	87	红浓明亮	92	甜浓,带花香	93	醇浓	93	肥厚,红亮,尚匀	94	91.8
4	云抗 10 号	棕褐,尚紧结,有毫	90	红黄	85	甜纯,有日晒味	84	甜醇,稍生涩	84	红暗	87	85.6
5	云茶普蕊	黑褐,紧结	86	红浓明亮	90	甜浓	90	醇浓,稍涩	90	红尚亮	83	88.5
6	长叶白毫	栗褐,紧结,润	92	红浓明亮	90	甜尚浓,带青气	87	醇浓,有生涩味	85	红泛青	85	87.5
7	云抗 14 号	棕褐,尚紧结,润,金毫显	93	红亮	87	甜浓,带青气	88	甜醇,微酸	85	红匀尚亮	89	88.1
8	云抗 37 号	乌褐,紧结	88	红浓明亮	89	甜尚浓	89	醇浓	89	红泛青	84	88.3
9	云抗 43 号	乌黑,润,尚紧结	87	红浓明亮	89	甜浓	90	醇尚浓,微酸	85	红尚亮	88	87.6
10	73-8	乌褐,紧结	86	红浓明亮	91	甜香浓,带花香	93	浓尚醇,有生涩味	86	红泛青	84	88.4

## 2.2 不同品种晒红茶常规生化成分含量

**2.2.1 水浸出物和咖啡碱含量。**水浸出物是指能溶解于水,在冲泡过程中可以进入茶汤的无机化合物和有机化合物的总和,是茶汤的主要呈味物质,其含量不仅可以反映茶汤的厚薄及滋味的浓郁程度<sup>[8]</sup>,更对茶叶品质起着决定性作用。根据检测结果可知(图 1),水浸出物含量在 36.97%~48.38%,群体种的含量最高,达 48.38%,且香气甜浓,带花香,滋味醇浓;含量最低的是云抗 14 号,含量为 36.97%,香气甜浓,但带有青气,滋味甜醇,微酸,可能是萎凋程度不够,发酵过度导致。

咖啡碱是茶叶中含量最多的生物碱,约占干物质总量的 4%左右,是构成茶汤滋味的重要物质之一<sup>[9]</sup>。它不仅对茶叶品质的形成有一定作用,也是茶叶中主要的药理活性成分<sup>[10]</sup>,具有兴奋神经中枢、利尿等药理功能,特别是与茶汤滋味有显著的相关性,但是咖啡碱含量的高低与茶汤苦味关系也不是绝对的,并不是咖啡碱含量越高,茶汤的苦味越明显,与其他呈味物质也有较大的关系。群体种的咖啡碱含量最低,为 2.16%,最高为清水 3 号,为 3.21%,其香气甜浓,汤

色红浓明亮,滋味醇浓,但是其叶底泛青,可能是因为发酵不够,或是发酵时温度过低或过高,使多余的茶多酚和咖啡碱留在茶叶内所致(图 1)。

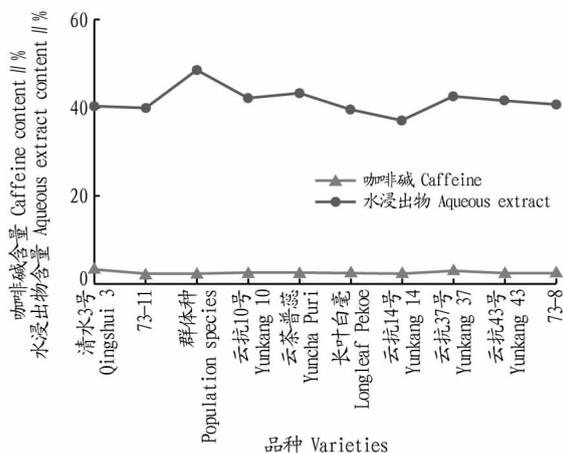


图 1 10 个品种水浸出物和咖啡碱含量分布

Fig. 1 Distribution of aqueous extract and caffeine content in 10 cultivars

从图1可见,水浸出物和咖啡碱的含量在不同品种中有较大差异,如群体种的水浸出物含量最高,而咖啡碱含量最低,清水3号的咖啡碱含量最高,而其水浸出物含量却不是最低,因此并不是水浸出物含量越高,其各项内含成分含量也越高。

**2.2.2 氨基酸和茶多酚含量。**氨基酸作为茶叶中的主要化学成分之一,是构成红茶汤色红艳明亮、香高持久的主要物质<sup>[9]</sup>,而且溶于茶汤中的茶氨酸不仅可以缓解茶的苦涩味,还可以增强其甜味<sup>[10]</sup>,与茶叶品质呈高度的正相关。由表2可知,云茶普蕊的氨基酸含量最高,为4.11%,其次是清水3号,为3.75%;含量最低的是云抗14号,为1.85%,可能是加工过程中,揉捻和发酵过度,因而也导致其带有酸味;而云茶普蕊则滋味醇浓,王辉等<sup>[11]</sup>研究表明,在加工过程中鲜叶中氨基酸的含量呈现由高到低的变化趋势,在萎凋阶段氨基酸的含量显著增高,在揉捻之后其含量则迅速下降,在发酵和干燥阶段其含量则相对保持稳定。

茶多酚是茶汤中苦涩味的主要来源,其含量的高低不仅在一定程度上会影响茶汤的浓度和厚度,而且与茶叶品质尤其是滋味、香气呈显著负相关<sup>[11]</sup>。由表2可知,清水3号的茶多酚含量最高,可达15.90%,其次是云抗10号和云抗37号,含量最低的是云抗14号,仅11.86%。有研究表明,发酵过度会使茶多酚保留量过低,使茶汤收敛性减弱,汤味变淡。在茶叶加工过程中,因为揉捻力度和时间的不同,细胞内的酶溶出量和酶激活程度以及茶多酚的溶出量也有不同,因此,各样品之间茶多酚含量存在一定差异。

从图2可见,氨基酸和茶多酚含量的分布规律大致相同,即含量的变化也呈现相似的高低分布规律,如氨基酸和茶多酚含量最低的同为云抗14号,且下降趋势较为明显的为73-11、云抗14号、云抗43号。有研究表明,茶多酚对茶叶品质的影响较为明显,一方面是由于其占鲜叶干物质的

33%,另一方面是其在成品茶中约占干物质重量的20%左右<sup>[12]</sup>。氨基酸虽然对茶汤的鲜爽度有一定影响,但是其在制茶的过程中经过加热等相关工序可以转化为香气,对茶叶香气组分等有一定影响,但对汤色和叶底的影响相对较小,因此茶叶内质成分中的含量对茶叶的影响不及茶多酚的影响大。

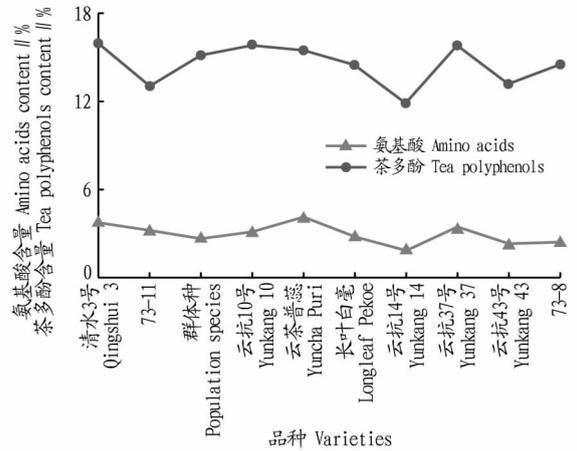


图2 10个品种氨基酸和茶多酚含量分布

Fig. 2 Distribution of amino acids and tea polyphenols content in 10 varieties

**2.2.3 酚氨比。**酚氨比为多酚类含量与氨基酸含量的比值,但并不是两者的绝对含量,是茶树品种适制性的生化指标之一,也是体现茶叶品质特征的重要参数<sup>[13]</sup>。茶多酚和氨基酸含量比较协调,则茶汤鲜爽度和香味均相对较好,若茶多酚含量低,氨基酸含量高,则茶汤滋味淡而鲜爽;若茶多酚含量高,而氨基酸含量低,则茶汤滋味浓而苦涩。由表2可知,云抗14号的酚氨比含量最高,且与大部分茶样存在显著差异。

表2 10个品种晒红茶常规生化成分含量

Table 2 Contents of routine biochemical components in 10 varieties of sun-cured black tea

序号 No.	品种 Varieties	水浸出物 Aqueous extract /%	咖啡碱 Caffeine /%	氨基酸 Amino acid /%	茶多酚 Tea polyphenols /%	酚氨比 Phenol-ammonia ratio
1	清水3号	40.15±0.30 b	3.21±0.74 a	3.75±0.14 b	15.90±0.72 a	4.24±0.15 cd
2	73-11	39.74±0.14 b	2.35±0.06 bc	3.21±0.12 cd	12.98±0.40 bc	4.05±0.22 d
3	群体种	48.38±6.95 a	2.16±0.03 c	2.65±0.03 e	15.10±0.89 a	5.68±0.29 ab
4	云抗10号	42.08±0.26 ab	2.44±0.02 bc	3.08±0.03 d	15.79±0.50 a	5.12±0.21 bc
5	云茶普蕊	43.06±0.28 ab	2.58±0.00 abc	4.11±0.04 a	15.39±0.15 a	3.74±0.00 d
6	长叶白毫	39.46±0.15 b	2.38±0.00 bc	2.80±0.05 e	14.44±0.11 ab	5.14±0.06 bc
7	云抗14号	36.97±0.05 b	2.35±0.06 bc	1.85±0.00 g	11.86±0.72 c	6.38±0.37 a
8	云抗37号	42.36±0.38 ab	2.94±0.04 ab	3.41±0.02 c	15.72±0.36 a	4.60±0.15 cd
9	云抗43号	41.49±0.47 ab	2.18±0.07 bc	2.29±0.09 f	13.20±1.24 bc	5.81±0.79 ab
10	73-8	40.50±0.78 b	2.44±0.09 c	2.41±0.06 f	14.47±0.29 ab	6.00±0.21 ab

注:同列不同小写字母表示各品种间差异显著( $P<0.05$ )。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences among varieties ( $P<0.05$ ).

**2.2.4 茶色素和可溶性糖含量。**茶色素即茶黄素、茶红素和茶褐素,是红茶加工过程中形成的色素,其含量和比例与红茶的品质密切相关。茶黄素最早是 Roberts 等<sup>[14]</sup>发现的,其含量的多少,对红茶的色、香、味及品质起着决定性作用,

其不仅是红茶汤色“亮”的主要成分,也是滋味强度和鲜爽度的重要组成部分,同时还是形成茶汤“金圈”最主要物质之一;茶红素可能是由茶黄素、儿茶素分别氧化形成,也可能是由两者共同氧化而成,且茶红素部分结构与茶黄素相似<sup>[15]</sup>,

其是红茶汤色“红”的主要成分,也是汤味浓度和强度的主要物质;茶褐素是由茶黄素和茶红素进一步氧化聚合而成<sup>[16]</sup>,与红茶品质呈负相关,含量越高,茶汤色泽发暗,滋味平淡,叶底发暗<sup>[12]</sup>,反之则相反。由表 3 可知,云茶普蕊的茶黄素和茶红素的含量均为最高,而茶褐素含量最高的是云抗 43 号,可能是由于云茶普蕊发酵较轻,从而导致茶黄素保留较多,茶红素形成较少;云抗 43 号茶褐素含量高,再加上其滋味略酸,可能是发酵过度所致。从检测结果来看,云茶普蕊合适晒红茶的制作。这表明晒红茶的制作过程中要轻发酵,不仅可以提高茶黄素和茶红素的含量,而且可以提高茶叶的品质,利于后期贮藏。

从图 3 可知,茶色素含量的变化规律基本一致,因为茶黄素、茶红素、茶褐素分别为多酚类物质不同阶段转化的产物,而这 3 种物质不同比例,也决定了红茶品质,特别是茶褐素含量变化,对茶叶品质的影响至关重要,茶褐素含量高时,汤色红褐明亮,而且随着其含量的增加茶汤越来越暗,茶底也越暗褐,反之,当含量低时,也就意味着发酵不足,汤色呈现红橙明亮的特点。因此,在加工过程中,要特别注意发酵的时间及发酵的程度。

可溶性糖不仅能使茶汤的滋味甜醇,而且在加工过程中通过一系列的美拉德反应及焦糖化反应等可以产生一些香

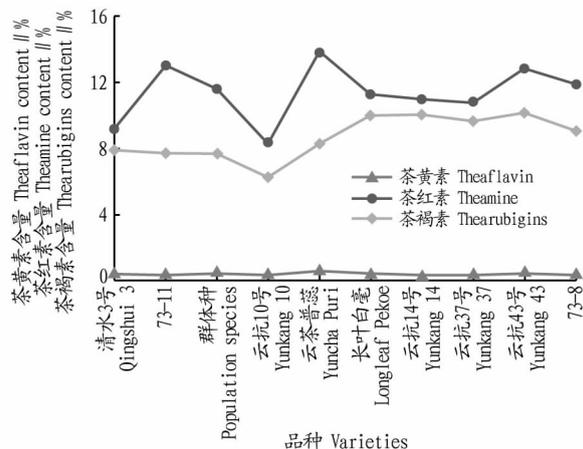


图 3 10 个品种茶色素含量分布

Fig. 3 Distribution of pigment content in 10 tea varieties

气物质和有色物质,从而影响茶叶的品质。甜味的主体是糖类物质,虽说其不是茶汤的主要呈味物质,但是他们可以在一定程度上缓解茶汤的苦涩味,调节茶汤的滋味<sup>[17]</sup>。由表 3 可知,可溶性糖含量最高的是群体种,其次是云抗 37 号和清水 3 号。通过感官审评可知,群体种茶样滋味醇浓,得分也最高,滋味也最协调。

表 3 10 个品种晒红茶茶色素和可溶性糖含量

Table 3 Pigment and soluble sugar contents of 10 varieties of sun-cured black tea

单位: %

序号 No.	品种 Varieties	茶黄素 Theaflavin	茶红素 Theanine	茶褐素 Thearubigins	可溶性糖 Total soluble sugar
1	清水 3 号	0.33±0.02 b	9.13±0.06 e	7.86±0.13 bc	2.46±0.00 ab
2	73-11	0.24±0.00 d	13.01±0.78 ab	7.65±0.62 c	2.00±0.14 abc
3	群体种	0.34±0.02 b	11.58±0.78 bcd	7.60±0.60 c	2.89±0.07 a
4	云抗 10 号	0.22±0.01 d	8.30±0.49 e	6.22±0.27 d	2.35±0.18 ab
5	云茶普蕊	0.52±0.03 a	13.82±0.30 a	8.21±0.39 bc	1.99±0.36 abc
6	长叶白毫	0.35±0.00 b	11.26±0.26 cd	9.98±0.52 a	1.65±0.45 bc
7	云抗 14 号	0.26±0.01 d	10.92±0.39 d	10.00±0.51 bc	2.06±0.37 abc
8	云抗 37 号	0.25±0.01 d	10.77±0.11 d	9.62±0.05 a	2.77±0.39 a
9	云抗 43 号	0.33±0.02 bc	12.82±0.61 abc	10.13±0.18 a	1.25±0.40 c
10	73-8	0.27±0.00 cd	11.83±0.05 bcd	9.02±0.24 ab	1.54±0.13 bc

注: 同列不同小写字母表示各品种间差异显著 ( $P < 0.05$ )。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences among varieties ( $P < 0.05$ ).

### 3 结论

茶叶中内含生化成分与茶叶的色、香、味、形等感官评价存在密切关系,茶叶中丰富的内含成分决定着茶叶的品质。该研究利用云南省大叶种的资源优势,选取 10 个不同品种,采用相同的加工方法,分别制成晒红茶样,并对其进行感官审评和生化分析。结果表明,10 个茶样的内含成分丰富,且酚氨比较大,都较适宜大叶种晒红茶的制作。

但是从茶色素含量来看,云茶普蕊茶黄素含量最高,适宜制作高茶黄素晒红茶,其次是长叶白毫和群体种。从酚氨比来看,73-8 酚氨比相对较高,适宜晒红茶的制作,其次是云抗 43 号、群体种。从茶叶感官审评来看,群体种的综合协调性最好,且制成的红茶甜浓,带花香,其次是清水 3 号。综合来看,不同茶树品种制成的晒红茶品质均较好,其中适宜

晒红茶制作的为云茶普蕊和群体种。

### 参考文献

- [1] 潘永斌. 普洱晒红茶创新加工工艺[J]. 蚕桑茶叶通讯, 2017(5): 34-35.
- [2] 金红萍, 陈保, 包忠华, 等. 普洱晒红茶的产品特性分析及评价[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(3): 44-47.
- [3] 丁立孝, 丁新, 唐清桓, 等. 日照红茶品质成分与矿质元素溶出特性的研究[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(8): 255-256, 269.
- [4] BHUYAN L P, HUSSAIN A, TAMULY P, et al. Chemical characterisation of CTC black tea of northeast India: Correlation of quality parameters with tea tasters' evaluation[J]. Journal of science of food and agriculture, 2009, 89(9): 1498-1507.
- [5] 刘干录, 江和源, 江用文, 等. 鲜叶中生化成分与红茶品质关系综述[C]//第十六届中国科协年会——分 12 茶学青年科学家论坛论文集. 昆明: 中国科学技术协会, 云南省人民政府, 2014: 508-513.
- [6] 林瑜玲, 郭雅玲, 赖凌凌, 等. 红茶发酵化学与品质控制研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2014, 5(11): 3699-3704.
- [7] 黄意欢. 茶学实验技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.

(下转第 174 页)

通过构建农产品双渠道供应链收益共享契约模型,探讨了收益共享契约参数变化情况下的供应链协调问题。双渠道供应链协调的最终目的是使分散状态下供应商和零售商的最优决策等于集中状态下供应链系统的最优决策,因此通过设计收益共享契约参数实现了传统销售渠道与网络销售渠道的协调。为了实现双渠道供应链协调,零售商需将其传统销售渠道收益的大部分共享给供应商,以换取较低的批发价格;供应商愿意提供较低的批发价格,而不愿共享较多的网络销售渠道收益。该研究通过收益共享契约协调农产品双渠道供应链,未来将考虑通过多契约组合的形式进一步研究农产品双渠道供应链协调的相关问题。

### 参考文献

- [1] 陈远高,刘南. 存在差异性产品的双渠道供应链协调研究[J]. 管理工程学报,2011,25(2):239-244.
- [2] VISWANATHAN S. Competing across technology-differentiated channels: The impact of network externalities and switching costs [J]. Management science,2005,51(3):483-496.
- [3] 杨亚,范体军,张磊. 新鲜度信息不对称下生鲜农产品供应链协调[J]. 中国管理科学,2016,24(9):147-155.
- [4] 陈军,但斌. 生鲜农产品的流通损耗问题及控制对策[J]. 管理现代化,2008(4):19-21.
- [5] 王冲,陈旭. 农产品价格上涨的原因与流通改革的思路探讨[J]. 中国软科学,2012(4):11-17.
- [6] 王冲,唐曼萍,王莉莉. 基于 Stackelberg 博弈的生鲜农产品供应链决策研究[J]. 软科学,2013,27(4):99-101,105.
- [7] 邱峰,彭健,金鹏,等. 生鲜农产品供应链关系契约稳定性影响研究:以冷链设施补贴模式为视角[J]. 中国管理科学,2015,23(8):102-111.
- [8] 林略,杨书萍,但斌. 收益共享契约下鲜活农产品三级供应链协调[J]. 系统工程学报,2010,25(4):484-491.
- [9] 邱慧,李雷,杨怀珍. 考虑产出率影响销售价格的农产品供应链利益协调模型[J]. 系统科学学报,2022,30(2):81-85.

(上接第161页)

- [8] 金心怡,孙云,孙威江,等. 清香型乌龙茶生产加工新技术专题(一)清香型乌龙茶品质特征与发展现状[J]. 中国茶叶,2007,29(1):12-13.
- [9] 李丹阳,韩明红,王妮妮,等. 不同季节红茶的感官品质及内含成分分析[J]. 落叶果树,2016,48(6):20-22.
- [10] 顾谦,陆锦时,叶宝存. 茶叶化学[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,2002:78-79.
- [11] 王辉,刘亚芹,周汉琛,等. 不同萎凋处理的红茶加工过程中氨基酸和儿茶素组分的动态变化研究[J]. 中国茶叶加工,2018(4):29-34.
- [12] 陈昌辉,杜晓,齐桂年. 工夫红茶主要内含成分与品质的相关性分析[J]. 食品科技,2011,36(9):83-87.

(上接第168页)

- [3] SINGH R,TRIVEDI P,BAWANKULE D U,et al. HILIC quantification of Oenotheralanoesterol A and B from *Oenothera biennis* and their suppression of IL-6 and TNF- $\alpha$  expression in mouse macrophages[J]. Journal of ethnopharmacology,2012,141(1):357-362.
- [4] SINGH S,KAUR R,SHARMA S K. An updated review on the *Oenothera* genus[J]. Journal of Chinese integrative medicine,2012,10(7):717-725.
- [5] 马文君,齐宝坤,李杨,等. 超声辅助水酶法提取月见草籽油的研究[J]. 中国食物与营养,2015,21(4):54-58.
- [6] 李瑞,梁永林,阙欢,等. 响应面法优化云南核桃分心木多酚提取工艺

- [10] 赵霞,吴方卫. 随机产出与需求下农产品供应链协调的收益共享合同研究[J]. 中国管理科学,2009,17(5):88-95.
- [11] 但斌,陈军. 基于价值损耗的生鲜农产品供应链协调[J]. 中国管理科学,2008,16(5):42-49.
- [12] 陈军,但斌. 基于实体损耗控制的生鲜农产品供应链协调[J]. 系统工程理论与实践,2009,29(3):54-62.
- [13] DUMRONGSIRI A. A supply chain model with direct and retail channels [J]. European journal of operational research,2008,187(3):691-718.
- [14] CHIANG W Y K,CHHAJED D,HESS J D. Direct marketing, indirect profits: A strategic analysis of dual-channel supply-chain design[J]. Management science,2003,49(1):1-20.
- [15] TSAY A A,AGRAWAL N. Channel conflict and coordination in the E-commerce age[J]. Production and operations management,2004,13(1):93-110.
- [16] CATTANI K,GILLAND W,HEESE H S,et al. Boiling frogs:Pricing strategies for a manufacturer adding a direct channel that competes with the traditional channel [J]. Production and operations management,2006,15(1):40-56.
- [17] 邱若臻,黄小原,葛汝刚. 信息共享条件下供应链在线与传统销售渠道协调定价[J]. 管理工程学报,2009,23(4):74-78.
- [18] YAN R L,PEI Z. Retail services and firm profit in a dual-channel market [J]. Journal of retailing and consumer services,2009,16(4):306-314.
- [19] 晏妮娜,黄小原,刘兵. 电子市场环境供应链双源渠道主从对策模型[J]. 中国管理科学,2007,15(3):98-102.
- [20] 谢庆华,黄培清. Internet 环境下混合市场渠道协调的数量折扣模型[J]. 系统工程理论与实践,2007,27(8):1-11.
- [21] CHIANG W Y K. Product availability in competitive and cooperative dual-channel distribution with stock-out based substitution[J]. European journal of operational research,2010,200(1):111-126.
- [22] CHEN J,ZHANG H,SUN Y. Implementing coordination contracts in a manufacturer Stackelberg dual-channel supply chain[J]. Omega,2012,40(5):571-583.
- [23] XU G Y,DAN B,ZHANG X M,et al. Coordinating a dual-channel supply chain with risk-averse under a two-way revenue sharing contract [J]. International journal of production economics,2014,147:171-179.
- [24] 唐润,彭洋洋. 考虑时间和温度因素的生鲜食品双渠道供应链协调[J]. 中国管理科学,2017,25(10):62-71.

- [13] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 3版. 北京:中国农业出版社,2003:76-187.
- [14] ROBERTS E A H,MYERS M. The phenolic substances of manufactured tea. VI. The preparation of theaflavin and of theaflavin gallate[J]. Journal of the science of food and agriculture,1959,10(3):176-179.
- [15] 孙红,唐良生. 绿茶品质与茶多酚、氨基酸、水浸出物含量关系的分析[J]. 茶叶通讯,1985(2):21-25.
- [16] 钟兴刚,黄怀生,郑红发,等. 保靖黄金茶-优质红茶适制性分析研究[J]. 茶叶,2015,41(4):188-191.
- [17] 徐燕,朱创,邹玲玲,等. 红茶化学成分及生理活性的研究进展[J]. 安徽农业大学学报,2020,47(5):687-696.

- [J]. 西南林业大学学报,2021,41(2):159-165.
- [7] 黄雅,陈华国,周欣,等. 黔产接骨草中总多酚的含量测定及抗氧化活性研究[J]. 天然产物研究与开发,2017,29(2):255-263.
- [8] 李月,纪乃茹,李健,等. 红毛藻多酚提取工艺优化及抗氧化活性[J]. 食品工业科技,2021,42(7):156-161.
- [9] WANG B N,LIU L G,HUANG Q Y,et al. Quantitative assessment of phenolic acids,flavonoids and antioxidant activities of sixteen jujube cultivars from China[J]. Plant foods for human nutrition,2020,75(2):154-160.
- [10] 曾媛媛,全涛,黄昆仑. 石莼多酚的提取工艺、组成成分分析及生物活性评价的研究进展[J]. 食品工业科技,2021,42(20):384-390.