

不同等级藏茶抗氧化活性及抑菌能力对比研究

王凝, 张宇佳, 兰朝华, 李林蔓, 周小莉

(四川轻化工大学生物工程学院, 四川 宜宾 644000)

摘要:为探究不同等级藏茶体外抗氧化和抑菌能力,分别测定不同制作原料、不同陈化年份藏茶水提物的总酚、类黄酮含量,对比其铁还原能力、羟自由基清除力以及ABTS + · 自由基清除能力;并进一步测定其对大肠杆菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌的抑菌效果。结果表明,藏茶制作原料嫩叶比例越高,其水提物总酚、类黄酮含量越高,体外抗氧化活性也越强;藏茶陈化年份越长,总酚、类黄酮含量越低,体外抗氧化活性也显著下降。藏茶对大肠杆菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌均有一定的抑菌效果,不同制作原料藏茶的抑菌能力差异不显著,而陈化时间越长,藏茶抑菌能力越强。

关键词:藏茶;抗氧化能力;抑菌能力;陈化

中图分类号:TS272

文献标志码:A

引言

藏茶是一种典型的黑茶,起源于四川雅安,又可被称为砖茶、马茶、黑茶、粗茶、大茶、南边路茶等,是我国藏族人民的必备饮品^[1]。据记载,藏茶自吐蕃时代以来传承至今,已有1300年历史,具有悠久的历史背景和深厚的文化底蕴^[2]。长期以来,藏族人民主要生活在高寒、缺氧、强辐射的青藏高原地区,因此形成了以高油脂、高蛋白为主、果蔬较少的饮食结构。藏茶中的维生素、多糖、茶黄素、茶红素、纤维素含量丰富,且有助消化的作用,对弥补藏区人民饮食结构不足、提高膳食纤维摄入有很大帮助,由此也形成了藏族人民对藏

茶“宁可三日无粮,不可一日无茶”的高度评价。此外,大量现代科学研究证实,藏茶除了具有与其他茶类相同的作用和功效以外,还有着更为突出的保健功能,例如抗氧化、抗衰老、防辐射、减脂减肥、有效防止动脉粥样硬化等^[3-4]。

长期以来,藏茶和其它黑茶一样,沿袭着粗茶粗作的制作工艺,采用粗老叶为原料进行渥堆发酵。随着人们生活水平和市场需求的不断提高,现代藏茶对原料筛选和制作工艺都逐渐由粗转到细再到精。藏茶原料和制作的精细化,提升了成品茶的感官品质,使行业逐渐向高端化和品质化的产业升级方向发展。近几年,由于陈香茶特有的保健功能,消费者对它的喜欢愈加强

收稿日期:2021-04-28

基金项目:四川省科技计划项目(2020YFH0130);四川理工学院四川省院士(专家)工作站项目(2018YSGZZ01);四川轻化工大学校级项目(2019RC29);四川省大学生创新创业训练计划项目(S201910622061;cx2020109)

作者简介:王凝(1988-),女,讲师,博士,研究方向为食品质量与安全,(E-mail)wangningzhuhui@hotmail.com

通信作者:张宇佳(2000-),女,本科生,研究方向为食品质量与安全,(E-mail)916769407@qq.com

烈,造成了其投资价值不断上涨,从而陈香茶的市场迅速扩充。因此,传统的边销藏茶也成为饮料市场的一个新亮点。然而,目前关于不同制作原料、不同陈化时间藏茶保健功能的研究相对较少,是否制作原料越嫩、存放时间越长,藏茶的保健功能越好,则有待进一步探究。

因此,通过对比不同制作原料、不同陈化年份藏茶水提物的总酚和类黄酮物质的含量,测定其铁还原能力、羟自由基清除力以及ABTS + ·自由基清除能力,从而探究不同等级藏茶的抗氧化活性;此外,利用打孔法测定不同等级藏茶水提物对大肠杆菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌抑菌圈的大小,对比其体外抑菌能力大小。研究旨在为藏茶的进一步开发和利用给出借鉴。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 不同等级藏茶

不同制作原料藏茶分别为T1:甘弘(一芽一叶,2018年产),T2:05(一芽3~5叶,2018年产),T3:07(一芽5~7叶,2018年产);不同陈化年份藏茶分别为T4:07(一芽5~7叶,2015年产),T5:07(一芽5~7叶,2012年产)。以上藏茶均由雅安市友谊茶叶有限公司提供。

1.1.2 菌种

试验所用大肠杆菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌3个菌种均由四川轻化工大学微生物实验室提供。

1.1.3 试剂

总抗氧化能力(T-AOC)检测试剂盒、植物总酚检测试剂盒、植物类黄酮含量检测试剂盒以及羟自由基清除能力检测试剂盒,均由北京索莱宝科技有限公司提供;总抗氧化能力检测试剂盒(ABTS法),购于上海碧云天生物技术有限公司。

1.2 藏茶水提取物制备

将不同等级的藏茶样品粉碎,称取茶末各10 g,按料液比1:50加入蒸馏水,70 °C保温浸提30 min,超声波辅助二次浸提10 min,然后以5000 r/min的转速离心

10 min,取上清液并抽滤,之后将茶水置于旋转蒸发仪浓缩,最后真空冷冻干燥成冻干粉备用。样品使用前,用蒸馏水溶解茶粉配制成0.1 mg/mL藏茶水提物。

1.3 藏茶水提物总酚的测定

各种茶样水提物均稀释50倍,参照北京索莱宝科技有限公司《植物总酚检测试剂盒说明书(分光光度法)》,各组水提物与反应液反应后,在波长 $\lambda = 760 \text{ nm}$ 处测定吸光值,计算

$$\Delta A' = A_{\text{测定}} - A_{\text{对照}} \quad (1)$$

以测得的 $\Delta A'$ 为Y值,代入标准曲线 $Y = 5.615X + 0.0012$, $R^2 = 0.9994$,求得X。

测得总酚含量(mg/g鲜重) = $(\Delta A' - 0.0012) \div 5.615 \times V_{\text{反应总}} \div (V_{\text{样}} \div V_{\text{样总}} \times W) \times n = 8.905 \times (\Delta A') \div W \times n$ (2)

其中: $V_{\text{样总}}$ 为提取液总体积,2.5 mL; $V_{\text{反应总}}$ 为反应物总体积,1 mL; $V_{\text{样}}$ 为反应物中样品体积,0.05 mL; W 为样品质量,3 g; n 为稀释倍数,50。每个样品设置3组平行对照试验。

1.4 藏茶水提物类黄酮的测定

各种茶样水提物均稀释50倍,参照北京索莱宝科技有限公司《植物类黄酮含量检测试剂盒说明书》,以单宁酸标准溶液制作标准曲线, $Y = 0.2887X - 0.0472$, $R^2 = 0.9979$ 各组水提物与反应液反应后,在波长470 nm处测定吸光值,计算 $\Delta A' = A_{\text{测定}} - A_{\text{对照}}$,以测得的 $\Delta A'$ 为Y值,代入标准曲线,求X。测得

$$\text{类黄酮含量(mg/g鲜重)} = X \times V_{\text{提取}} \div W \times n \quad (4)$$

其中: $V_{\text{提取}}$ 为提取液体积,150 mL; W 为样品质量,3 g; n 为稀释倍数,50。每个样品设置3组平行对照试验。

1.5 藏茶水提物抗氧化活性的测定

1.5.1 FRAR法测定抗氧化能力

各种茶样水提物均稀释50倍,参照北京索莱宝科技有限公司《总抗氧化能力(T-AOC)检测试剂盒说明书》,以 FeSO_4 标准溶液制作标准曲线为 $Y = 10.829X + 0.0146$, $R^2 = 0.9995$,各组水提物与反应液反应后,在波长593 nm处测定吸光值,计算 $\Delta A' = A_{\text{测定}} - A_{\text{对照}}$,以测

得的 $\Delta A'$ 为Y值,代入标准曲线,求X。测得总抗氧化能力

$$(U/g) = X \times V_{\text{反应}} \div (V_{\text{样}} \div V_{\text{样总}} \times W) \quad (6)$$

其中: $V_{\text{样总}}$ 为加入提取液体积,150 mL; $V_{\text{反应}}$ 为反应总体积,0.204 mL; $V_{\text{样}}$ 为反应中样品体积,0.006 mL; W 为样品质量,3 g。每个样品设置3组平行对照试验。

1.5.2 羟自由基清除能力的测定

各种茶样水提物均稀释50倍,参照北京索莱宝科技有限公司《羟自由基清除能力检测试剂盒说明书》,各组水提物与反应液反应后,在波长536 nm处测定吸光值,测得羟自由基清除率:

$$D\% = (A_{\text{测定}} - A_{\text{对照}}) \div (A_{\text{空白}} - A_{\text{对照}}) \times 100\% \quad (7)$$

1.5.3 ABTS + ·清除能力测定

参照上海碧云天生物技术有限公司《总抗氧化能力检测试剂盒(ABTS法)说明书》,配制ABTS工作母液。以Trolox标准溶液制作标准曲线为 $Y = 0.5427X - 0.017$ ($R^2 = 0.9936$),各组水提物与工作液反应后,在波长734 nm处测定吸光值,根据标准曲线计算出样品的总抗氧化能力,样品的抗氧化能力可以直接用Trolox-Equivalent Antioxidant Capacity(TEAC)来表示。

1.6 抑菌能力评估

1.6.1 菌种的活化及菌液的制备

将冷冻保存的大肠杆菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌菌种划线接种至平板培养基,在37 °C条件下培养24 h,挑出单菌落接种至100 mL液体培养基,在37 °C条件下、200 r/min摇床培养过夜,得到备用菌液。

1.6.2 菌液最适浓度的确定

将菌液进行梯度稀释,分别取20 μ L至固体培养基上,涂布均匀,置于37 °C生化培养箱中培养24 h后,查看稀释涂布培养结果并确定最佳稀释倍数。

1.6.3 抑菌圈的测定

取20 μ L最适浓度菌液在固体培养基上均匀涂布,用已灭菌的直径为6 mm的培养基打孔器在试验平板上打孔,往孔内注入30 μ L琼脂培养基液体,待底部琼脂冷

却凝固封底后,向孔内注入50 μ L藏茶水提物,在生化培养箱37 °C条件下培养24 h后,采用十字交叉法测定抑菌圈的大小。每个样品设置3组平行试验。

1.7 数据处理

每个试验重复3次,结果用平均值 \pm 标准差表示。采用SPSS22.0软件对数据进行Duncan统计分析,各组数据之间显著性差异以不同小写字母表示($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同等级藏茶水提物中总酚含量

植物酚类物质能够清除自由基,具有抗氧化、抗衰老的作用,有极强的保健功效,特别是茶多酚是一类富含多羟基的酚类物质,能与茶水提取物中的亚铁离子发生综合反应,其含量大约是茶叶干重的18%~36%^[5]。目前,有大量研究发现茶多酚具有抗菌、抗氧化、抗病毒、抗肿瘤、防辐射、降血脂血糖、防动脉粥样硬化、防龋齿和增强免疫力等多种调节功效^[6]。其作用广泛,功效清楚,机理明确,能够作为一种十分理想的生产原料^[7]。茶的抗氧化作用即与茶多酚的含量有密切的关联。

不同等级藏茶水提物总酚含量如图1所示。由图1可知,藏茶水提物总酚含量因等级不同而有所变化。不同制作原料藏茶总酚含量差异显著($P < 0.05$): T1((19.64 \pm 0.67) mg/mL) > T2((17.42 \pm 0.59) mg/mL) > T3((16.36 \pm 1.04) mg/mL),说明藏茶原料随着每芽叶数的增多,酚类物质含量逐渐降低。不同陈化年份藏茶总酚含量分别为T3((16.36 \pm 1.04) mg/mL) > T4((13.61 \pm 1.13) mg/mL) > T5((12.19 \pm 0.82) mg/mL),这表明随着陈化时间增加,藏茶中总酚含量显著下降,这一结果与普洱和茯苓砖茶相似^[8-9]。周红杰等^[8]通过研究发现,普洱茶经过渥堆发酵之后,茶叶中水化果胶、碳水化合物和水提取物含量均会增加,而茶多酚会降解,这些变化都会直接表现在普洱茶风味甘甜、丝滑、味醇且厚的特征上,而这些物质含量的增减对普洱茶品质特征形成

都是有益的。黄景源^[9]研究发现,随着陈放时间的增加,茯苓砖茶干茶及叶底色泽方面会发生明显变化,品质成分方面,茶多酚、氨基酸含量会随着陈放时间的延长而减少,而水溶性糖的含量则相反。茶多酚含量的减少会有益于茶叶的苦涩味减少,水溶性糖含量的提高则可以增强甘味^[10-11]。

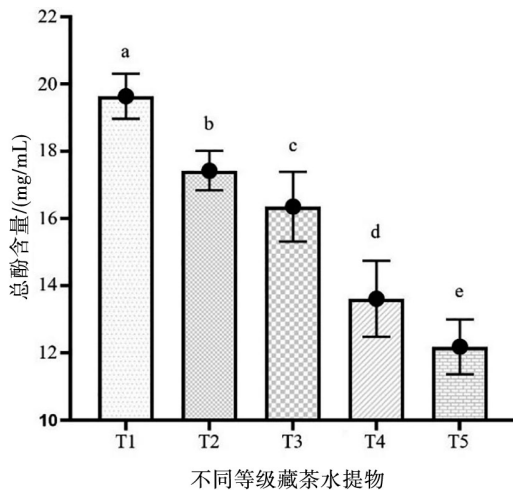


图1 不同等级藏茶水提物总酚含量

2.2 不同等级藏茶水提物中类黄酮的含量

黄酮类物质在自然界分布广泛,具有多方面的功效,可有效防治机体的呼吸系统、心脑血管系统的病变,有抗氧化、抑菌、抗病毒、抗癌、抗肿瘤、抗过敏、降低血糖血压以及增强机体免疫力等功效,且对机体不会有任何不利影响,黄酮类物质含量的高低能直接影响其生理活性^[12-15]。藏茶中的类黄酮类主要是黄烷醇和黄酮醇,如儿茶素、四羟基黄酮、茶红素、茶黄素等。

对不同等级藏茶水提物中类黄酮含量进行测定,结果如图2所示。由图2可以看出,T1、T2、T3分别为(32.92 ± 1.48) mg/mL、(29.76 ± 1.25) mg/mL、(28.96 ± 0.65) mg/mL, T1与T2、T3差异显著($P < 0.05$),而T2与T3之间差异不显著($P > 0.05$),相较于T3、T4和T5类黄酮含量显著降低,这可能是由于藏茶在贮藏陈化阶段,在环境和微生物的共同作用下,发生了氧化、缩合、水解等反应,因此类黄酮成分被利用或降解,故陈年藏茶的类黄酮含量相对较低。

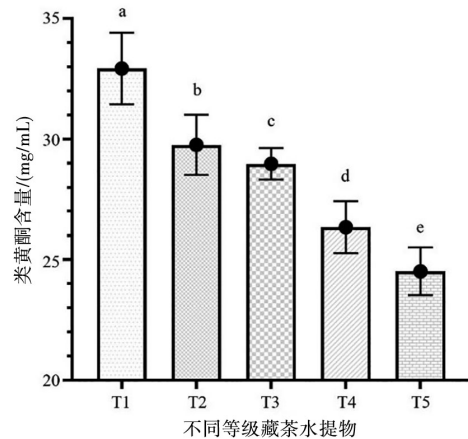


图2 不同等级藏茶水提物类黄酮含量

2.3 不同等级藏茶水提物抗氧化活性

2.3.1 FRAR法测定不同等级藏茶水提物抗氧化能力

由标准曲线算得不同等级藏茶水提物对铁还原能力如图3所示。由图3可以看出,T1((55.37 ± 3.41) U/g) > T2((52.28 ± 2.71) U/g) > T3((52.21 ± 2.83) U/g),因此制作原料叶片越嫩,其对铁的还原能力越强;而藏茶贮藏陈化时间越长,对铁的还原能力越弱,其中T4对铁的还原能力为(43.17 ± 2.92) U/g,较T3降低了17.31%,而T5为(38.86 ± 2.32) U/g,较T3降低了25.57%。

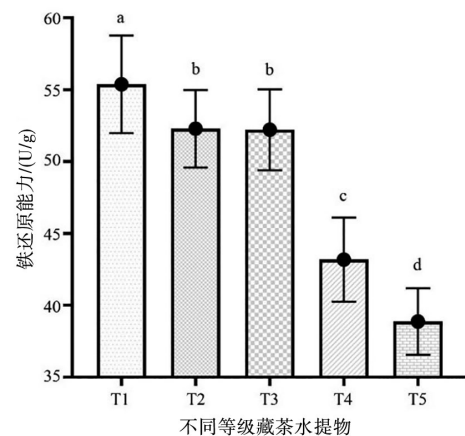


图3 不同等级藏茶水提物对铁的还原能力

2.3.2 不同等级藏茶水提物对羟基自由基清除率

羟基自由基是一种氧化活性极强的自由基,可与蛋白质、多肽、脂质以及DNA等生物大分子物质产生反应,对人体细胞、组织、器官均可造成一定程度损伤。检测样品对羟基自由基的清除活性可作为衡量其抗氧化活性的方法^[16]。

不同等级藏茶水提物对羟基自由基清除率结果如

图4所示。由图4可以看出, T1 ($7.48 \pm 1.02\%$) > T2 ($6.48 \pm 0.50\%$) > T3 ($6.41 \pm 0.56\%$) > T4 ($5.87 \pm 1.27\%$) > T5 ($4.54 \pm 0.59\%$), 这表明在不同制作原料藏茶中, 叶片越嫩, 羟基自由基清除率越高; 同种藏茶陈化时间越长, 羟基自由基清除能力越低(图4)。

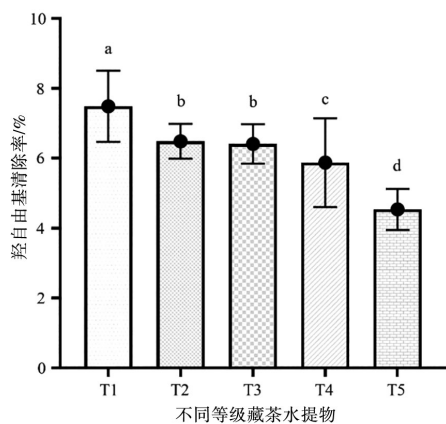


图4 不同等级藏茶水提物对羟基自由基清除率

2.3.3 不同等级藏茶水提物对 ABTS + · 的清除能力

不同等级藏茶水提物对 ABTS + · 的清除能力如图5所示。由图5可以看出, 不同等级藏茶水提物 ABTS + · 清除能力差异显著 ($P < 0.05$), T1 为 (33.44 ± 1.93) mmol/(0.02 g/mL), 高于 T2 (31.90 ± 2.58) mmol/(0.02 g/mL) 和 T3 (29.99 ± 1.65) mmol/(0.02 g/mL), 这说明藏茶制作用料越嫩, 其水提物 ABTS + · 清除能力越强; 而 T4 (23.34 ± 1.43) mmol/(0.02 g/mL) 较 T3 ABTS + · 清除能力下降 22.16%, T5 (21.40 ± 2.21) mmol/(0.02 g/mL) 较 T3 下降 28.63%。

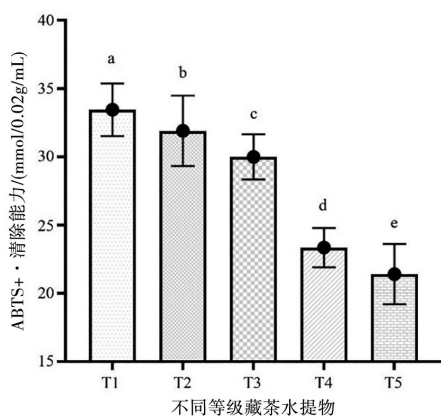


图5 不同等级藏茶水提物对 ABTS+· 清除能力

2.4 不同等级藏茶水提物抑菌能力

不同等级藏茶水提物对不同病原菌都有一定的抑制作用, 其抑菌能力见表1。由表1可知, 藏茶对金黄色葡萄球菌的抑菌圈大小为 (15.17 ± 0.73) mm~ (18.25 ± 1.43) mm, 显著大于大肠杆菌和沙门氏菌。对于同一病原菌的抑制效果, 不同制作原料藏茶 T1、T2、T3 间差异不显著; 而不同陈化时间藏茶 T3、T4、T5 之间, 贮藏陈化时间延长, 对病原菌的抑菌能力增强。

表1 不同等级藏茶水提物抑菌圈大小(单位:mm)

藏茶分组	大肠杆菌	沙门氏菌	金黄色葡萄球菌
T1	10.84 ± 0.48 ^c	13.35 ± 0.58 ^b	15.17 ± 0.73 ^c
T2	10.03 ± 0.33 ^d	13.65 ± 0.70 ^b	15.21 ± 1.30 ^c
T3	11.14 ± 0.39 ^e	13.35 ± 0.52 ^b	15.48 ± 0.55 ^c
T4	12.1 ± 0.34 ^b	14.24 ± 0.48 ^a	16.32 ± 1.36 ^b
T5	13.26 ± 0.40 ^a	14.15 ± 0.58 ^a	18.25 ± 1.43 ^a

注: 每组数据均表示为平均值 ± 标准差 ($n = 3$); 同列数据上标不同的小写字母表示该数据之间存在显著差异性 ($P < 0.05$), 反之不显著。

3 讨论

截至2019年, 我国黑茶总产量达37.81万吨, 超越红茶位居第二, 成为茶饮料市场的消费热点。其中, 四川黑茶产量全国第四, 达到3.32万吨。作为四川黑茶的代表, 藏茶具有极高的市场潜力和商业价值。随着人们消费需求的不断提升, 藏茶的保健功能逐步被挖掘。因此, 探究不同等级藏茶的抗氧化活性及抑菌能力, 对进一步开发藏茶的保健功能和市场价值具有重要意义^[17]。

随着市场需求的不断提高, 藏茶的制作原料由早年的“粗枝大叶”逐步向细嫩芽叶发展, 加工工艺也更加精细化、工业化、标准化。藏茶渥堆发酵工艺过程中, 鲜叶的基础物质含量与后发酵转化效率及成品茶风味物质有着密切的联系^[18]。选用嫩叶作为藏茶的制作原料, 可以提高其品质、色泽和香味^[19], 并且能有效防止氟超标, 但是否会影响其保健功能, 则需进一步探究。徐雪萍^[20]、张秀芬等^[21]发现, 茶叶中水溶性膳食纤维(SDF)和非水溶性膳食纤维(IDF)清除3种自由基的活性以及总抗氧化能力与茶叶的嫩度有密切关联, 茶叶叶片越嫩, 自由基清除力和总抗氧化能力也越高。吕海鹏等^[22]测定了茶叶的抗氧化能力与普洱茶等级之间的关系, 研究发现普洱茶的等级越高, 其总抗氧化活性越强, 对羟

自由基和DPPH自由基清除活性也越强。本研究基于以上3种方法比较不同等级藏茶水提物的抗氧化活性,结果均显示不同制作原料藏茶,选用茶叶越嫩,则其抗氧化活性越强,与之前的研究结果相类似,这可能与嫩叶中高含量酚类和类黄酮类物质有关。

近年来,国内外茶叶市场上黑茶“越陈越香”的观点日益普遍,因此造成了消费者对陈年茶的购买热情愈加强烈^[23]。黑茶经过长期储存,其内含物质如糖类、茶多酚、氨基酸、生物碱及芳香物质会发生一系列复杂的生物化学和热化学反应,同时直接表现在色、香、味的感官变化上,其营养价值和保健功能也同时发生改变^[9,22,24-25]。戚康标等^[26]对不同储存年份普洱茶的生化成分及抗氧化活性进行了测定,研究发现生茶的抗氧化活性高于熟茶,而普洱茶的陈化时间越长,其抗氧化活性越低,这是由于茶多酚的含量减少而引起的。陈年藏茶缺少了新茶所特有的鲜甜味和回甘的特点,但水浸出物、茶褐素含量减少,茶黄素、茶红素含量增加,茶多酚含量稳定,使其汤色呈现红褐色,滋味醇厚却不苦涩^[27]。通过分别对不同陈化时间的藏茶抗氧化活性进

行评估,发现陈化时间越长,藏茶的抗氧化性越弱,这可能与藏茶中酚类和类黄酮类物质被进一步分解有关。然而陈化后藏茶的抑菌能力有所提高,尤其是对金黄色葡萄球菌的抑制作用,这和对陈化后茯砖茶的研究结果不同^[28]。可能是藏茶陈化时期,其中的优势微生物及其代谢产物对病原菌有抑制能力造成的。

4 结束语

藏茶制作原料越嫩,其水提物总酚、类黄酮含量越高,体外抗氧化活性也越强;总酚、总黄酮的含量随藏茶陈化时间的延长而降低,体外抗氧化活性也显著下降;藏茶对大肠杆菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌均有一定的抑制作用,不同制作原料藏茶的抑菌能力差异不显著,而陈化时间越长,藏茶抑菌能力越强。本研究对不同等级藏茶的活性成分、体外抗氧化活性及抑菌能力进行了初步探究,而其对于人体的保健功效,还有待进一步验证。本研究对进一步了解藏茶的保健功能,开发“精制茶”和“陈年茶”均具有一定借鉴意义。

参考文献:

- [1] 巴桑罗布.论“藏茶”的文化渊源[J].福建茶叶,2020,42(3):436-437.
- [2] 何靖柳,张恒,袁野,等.雅安藏茶产业现状及发展趋势分析[J].食品与发酵科技,2020,56(5):91-96.
- [3] 胡燕.雅安藏茶的主要活性成分及保健功能研究进展[J].食品工业科技,2019,40(5):322-327.
- [4] 梁大伟,袁野,章斌,等.藏茶的化学成分及生物活性研究进展[J].食品与药品,2017,19(4):295-298.
- [5] 刘厚红,姜兴旭,郭桂义,等.我国茶多酚保健食品的发展现状及趋势[J].茶业通报,2018,40(3):125-128.
- [6] 郑科勤.茶多酚的药理作用探讨[J].福建茶叶,2018,40(1):33-34.
- [7] 张秀芬,陈荣锋,刘连军,等.茶多酚在食品中的应用[J].生物加工过程,2019,17(4):424-429.
- [8] 周红杰,李家华,赵龙飞,等.渥堆过程中主要微生物对云南普洱茶品质形成的研究[J].茶叶科学,2004,24(3):212-218.
- [9] 黄景源.陈放时间对茯砖茶抗氧化性的影响研究[J].食品研究与开发,2016,37(3):52-55.
- [10] 刘仲华,王增盛,黄建安,等.黑茶初制中主要色素物质的变化与色泽品质的形成[J].茶叶科学,1991,11(S1):34-41.
- [11] CHEN L, CHEN Q, ZHANG Z Z, et al. A novel colorimetric determination of free amino acids content in tea infusions with 2,4-dinitrofluorobenzene[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2009, 22(2): 137-141.
- [12] 钟兴刚,刘淑娟,李维,等.茶叶中黄酮类化合物对羟自由基清除实现抗氧化功能研究[J].茶叶通讯,2009,36(4):16-18.
- [13] 夏莉,刘石泉,周文燕.茯砖茶中黄酮类化合物提取方法优化研究[J].化工管理,2018(35):81-83.
- [14] LI F Y, CHI S M, ZHANG H B. Investigation of in vitro antioxidant activity of dihydromyricetin and flavonoids rich extract from

- vine tea (*Ampelopsis grossedentata*)[J]. Traditional Medicine Research, 2021, 6(1): 1-11.
- [15] 李志. 超声波提取薏苡仁中总黄酮工艺及抗氧化活性的研究[J]. 四川理工学院学报(自然科学版), 2019, 32(1): 16-23.
- [16] 潘云峰, 张楷正, 伍文驰, 等. 青稞-绿豆格瓦斯的制备及其抗氧化活性研究[J]. 四川理工学院学报(自然科学版), 2019, 32(2): 14-22.
- [17] 李慎新, 曹新志. 几种茶叶中抗氧化性物质的比较研究[J]. 四川理工学院学报(自然科学版), 2009, 22(4): 82-84.
- [18] 张亚, 黄亚亚, 梁艳, 等. 黑茶渥堆工艺研究进展[J]. 食品与机械, 2017, 33(3): 216-220.
- [19] 李涛, 何春雷, 蔡亚丽, 等. 不同嫩度原料对藏茶主要品质及香气的影响[J]. 食品工业科技, 2019, 40(7): 76-81, 321.
- [20] 徐雪萍. 茶叶膳食纤维的组成与抗氧化活性研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2013.
- [21] 张秀芬, 何文, 莫周美, 等. 辣木茶多糖的提取工艺优化及抗氧化活性研究[J]. 西北林学院学报, 2020, 35(5): 219-224.
- [22] 吕海鹏, 林智, 张悦, 等. 不同等级普洱茶的化学成分及抗氧化活性比较[J]. 茶叶科学, 2013, 33(4): 102-111.
- [23] 向丽敏, 刘雅琼, 赖幸菲, 等. 不同茶类陈年茶的生化成分分析及其抗氧化活性[J]. 现代食品科技, 2018, 34(4): 62-68.
- [24] 陆小琴, 杨闯, 康雪. 雅安藏茶贮藏过程中主要微生物种类鉴定及其对人体降脂保健作用研究[J]. 医学食疗与健康, 2020, 18(21): 13-14.
- [25] 鲍忠赞, 董荣建, 邓昭浦, 等. 基于陈茶特征香气成分的绿茶新茶和陈茶鉴定方法的研究[J]. 茶叶科学, 2015, 35(6): 583-588.
- [26] 戚康标, 陈晓珊, 林盈. 普洱茶不同储存时间的生化成分变化和抗氧化活性研究[J]. 广东茶业, 2013(5): 16-21.
- [27] 甘甜, 邓岳, 聂远洋, 等. 雅安藏茶贮藏过程中滋味和风味成分的变化[J]. 中国测试, 2017, 43(1): 50-54.
- [28] 傅冬和, 余智勇, 黄建安, 等. 不同年份茯砖茶水提取物的抑菌效果研究[J]. 中国茶叶, 2011, 33(1): 10-12.

引用格式:

中文: 王凝, 张宇佳, 兰朝华, 等. 不同等级藏茶抗氧化活性及抑菌能力对比研究[J]. 四川轻化工大学学报(自然科学版), 2021, 34(6): 40-46.

英文: WANG N, ZHANG Y J, LAN C H, et al. Comparative study on antioxidant and antibacterial activity of different grades of Tibetan tea[J]. Journal of Sichuan University of Science & Engineering(Natural Science Edition), 2021, 34(6): 40-46.

Comparative Study on Antioxidant and Antibacterial Activity of Different Grades of Tibetan Tea

WANG Ning, ZHANG Yujia, LAN Chaohua, LI Linman, ZHOU Xiaoli

(School of Biological Engineering, Sichuan University of Science & Technology, Yibin 644000, China)

Abstract: To explore the in vitro antioxidant and antibacterial activities of different grades of Tibetan tea, the contents of total phenol and flavonoid in water extracts of Tibetan tea obtained from different raw materials or aging different time, are determined, respectively. Their capacity of ferric reducing antioxidant activity, hydroxyl free radical scavenging activity and ABTS + · scavenging activity are compared, as well as their antibacterial effect on *Escherichia coli*, *Salmonella* and *Staphylococcus aureus*. The results show that the higher proportion of tender leaves in raw materials, the higher total phenol and flavonoid content in Tibetan tea extracts, and the stronger antioxidant activity in vitro. With the increase of aging time, the contents of total phenols and flavonoids in Tibetan tea decrease, and the antioxidant activity in vitro also decrease obviously. Tibetan tea extracts have antibacterial effect on *E. coli*, *Salmonella* and *S. aureus*. The antibacterial ability of Tibetan tea make from different raw materials is not notable, whereas Tibetan tea with longer aging time have stronger antibacterial activity.

Key words: Tibetan tea; antioxidant activity; antibacterial activity; aging