张帅,梁淑丽,穆霄鹏,等.欧李代用茶适制种质筛选与加工工艺研究[J].山西农业大学学报(自然科学版),2024,44(6):107-115.
Zhang S, Liang S L, Mu X P, et al.Study on germplasm selection and processing techniques for Cerasus humilis substitute tea [J].Journal of Shanxi Agricultural University(Natural Science Edition), 2024,44(6):107-115.
doi: 10.13842/j.cnki.issn1671-8151.202401047

欧李代用茶适制种质筛选与加工工艺研究

张帅,梁淑丽,穆霄鹏,张建成,王鹏飞*

(山西农业大学 园艺学院,山西 晋中 030800)

摘　要:[目的]本研究以欧李18个品种(系)的叶片为原料,探究适宜制备代用茶的欧李种质和适宜发酵条件,为欧李代用茶种质的筛选和制备提供理论依据。[方法]选取18个欧李品种(系)成熟叶片,以工夫红茶加工工艺制备欧李代用茶;通过比色法测定欧李代用茶茶叶中茶多酚、总酚、类黄酮和单宁等欧李代用茶活性物质含量;采用正交试验设计欧李代用茶发酵条件,结合感官审评筛选欧李代用茶适宜种质和发酵条件。[结果]欧李18个品种(系)发酵茶茶多酚含量为39.64~68.75 mg·g^{-1},总酚含量为10.07~19.64 mg·g^{-1},类黄酮含量为17.72~43.60 mg·g^{-1},单宁含量为10.37~19.43 mg·g^{-1}。'农大7号'品种发酵茶中的茶多酚、类黄酮和单宁含量均为最高。综合感官评价结果,筛选出'农大5号'、'农大7号'和'01-01'共3个适宜制备欧李代用茶的种质。'农大5号'、'农大7号'和'01-01'欧李叶片茶多酚含量分别为48.03、68.75、42.40 mg·g^{-1};总酚含量分别为12.76、19.03 、11.69 mg·g^{-1};类黄酮含量分别为20.70、43.60、18.29 mg·g^{-1};单宁含量分别为12.27、19.43、12.45 mg·g^{-1}。'农大5号'和'01-01'发酵工艺为发酵时间5 h、发酵温度35 ℃、发酵湿度80%;'农大7号'发酵工艺为发酵时间5 h、发酵温度35 ℃、发酵湿度90%。不同发酵条件'农大5号'感官评价最高为92分,'农大7号'和'01-01'感官评价最高均为92.75分。[结论]欧李代用茶发酵工艺为发酵时间5 h、发酵温度35 ℃,湿度为80%~90%。综合营养和感官评价,'农大7号'制备代用茶的潜力较大。

关键词:欧李; 种质; 代用茶; 发酵条件; 感官审评
中图分类号:S662.3　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1671-8151(2024)06-0107-09

中国人素爱饮茶,更善制茶,这不仅是因为茶清香雅致,更是因为茶可清心润肺,强身健体,对人体可起到养生保健功效[1]。随着人们生活水平和健康意识的提高,全民保健的观念已经深入人心,茶叶消费的需求也正在发生变化[2]。代用茶是选取药食两用或可食用的植物(茶除外)花(含花蕾)、芽、叶、果(实)、根茎为原料,按照传统茶叶的方式加工,以冲泡(浸泡或蒸煮)的方式,供人们饮(食)用的产品[3]。代用茶具有抗氧化、清热解毒、降三高、减少肝脏损伤等功效,近年来深受消费者青睐。代用茶产业的兴起,使得许多野生植物的茶用价值被发掘利用,为当地的经济发展提供了有效途径。刘品华等[4]以中药黄精、苦荞和甜叶菊为原料,研制出一种具有黄精、苦荞、甜叶菊功效的代用茶。桑叶茶营养丰富,有止咳、去热,治疗头晕眼花、消除眼部疲劳、养颜、抗衰老等功能[5]。常饮欧李茶,可以降三高、减肥、防止老年痴呆,延缓衰老等[6];连翘叶茶有清热去火、清脑、利排尿、抗衰老、减少肝脏损伤的功效[7]。金花茶可有效改善"三高"症状,有明显的降血糖和尿糖的功效。目前,代用茶研究仍处于初级阶段,其更多的应用潜能和发展价值仍需进一步发掘。

欧李(*Cerasus humilis*)属蔷薇科樱桃属矮生樱亚属植物,主要分布在我国山西、黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、山东、河南等地区。欧李叶片营养丰富,富含茶多酚、黄酮类化合物、多种维生

收稿日期:2024-01-19　　**修回日期**:2024-04-07
基金项目:山西省回国留学人员科研资助项目(2020-062);科技部高端外国专家引进计划(G2022004008L)
作者简介:张帅(ORCID:0009-0001-4103-5491),博士,实验师,研究方向:园艺植物功能物质挖掘与产品开发,E-mail:wwzs_1990@aliyun.com
*通信作者:王鹏飞(ORCID:0009-0000-3748-3024),博士,教授,研究方向:园艺植物种质创新与利用,E-mail:13835436501@163.com

素等营养成分,具有成为代用茶的潜力。欧李叶片多采用绿茶加工工艺经过萎凋、杀青、揉捻、炒干等工艺制成欧李代用茶[8]。以绿茶加工工艺制备的欧李代用茶气味上有较为浓重苦杏仁味和香草气味,滋味上有明显的苦涩味,不能被多数人接受。近年来,欧李代用茶还采用乌龙茶加工工艺制备半发酵茶。相比于绿茶加工工艺制备的欧李代用茶,半发酵工艺制备的欧李代用茶气味和滋味上有较大的提高。半发酵工艺制备的欧李代用茶存在外形条索不紧卷,浸泡后茶渣较多、叶底不齐等问题,使其未能获得市场认可。红茶具有外形条索紧细平伏匀称、叶底红匀、滋味浓醇等特点深受消费者和市场的肯定与青睐。红茶中的多酚类物质在红茶发酵过程中发生的变化对茶叶的香气、滋味和汤色起决定性作用。欧李具有红茶茶叶品质的特点,叶片中多酚和类黄酮物质含量可达54.61 mg·g^{-1}和107.31 mg·g^{-1}[9]。因此,采用红茶发酵工艺制备欧李代用茶,有助于提高欧李代用茶品质。此前,欧李代用茶主要以审定的品种为原料进行制备,尚未对欧李代用茶适制种质进行筛选。因此,筛选欧李代用茶适制种质和代用茶制备工艺,对欧李代用茶的发展显得尤为重要。

本研究结合18个欧李品种(系)感官评价和活性物质含量,筛选出适宜做欧李代用茶的种质,进一步通过对欧李代用茶发酵条件的正交试验,筛选出欧李代用茶适宜的发酵条件,旨在提高欧李代用茶品质,推进欧李代用茶多元化开发进程。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

选取18个欧李品种(系)成熟叶片为制备原料,包括'农大5号'、'农大6号'、'农大7号'、'晋欧1号'、'晋欧2号'、'晋欧3号'、'京欧1号'、'京欧2号'共8个品种和'01-01'、'02-16'、'03-35'、'09-19'、'10-32'、'DG-1'、'M-1'、'J-2'、'Y07-14'、'Y13-09'共10个优系,均生长于山西农业大学欧李种质资源库,于2021年6-7月采集叶片,各种质资源选取生长良好,长势一致且健康的植株,选取基生新梢顶端以下7~12片成熟鲜叶。

福林酚购自北京索莱宝生物科技有限公司;分析纯甲醇,购于天津市天力化学试剂有限公司;硝酸铝、亚硝酸钠等,购于天津市凯通化学试剂有限公司;钨酸钠、钼酸钠均购于北京化学试剂公司;硫酸锂购于天津市风船化学试剂科技有限公司。

1.2 仪器与设备

电热鼓风干燥箱(DHG-9240S,宁波市乐电仪器制造有限公司);电子分析天平(JJ224BC,常熟市双杰测试仪器厂);紫外可见分光光度计(UV-5200,上海元析仪器有限公司);超声清洗器(SB25-12D,宁波新芝生物科技股份有限公司);高速冷冻离心机(HC-2518R,安徽中科中佳科学仪器有限公司);JY-6CHJ-2B型红茶发酵机(福建佳友机械有限公司);评审杯碗(国家标准QS认证,购于福建泉州乾和祥有限公司)。

1.3 试验方法

1.3.1 欧李代用茶发酵的制备流程

欧李代用茶加工流程:鲜叶采摘→萎凋→揉捻→发酵→烘干→成品。操作要点及主要技术参数如下:

(1)鲜叶采摘

选择在清晨或者傍晚温度低的时间段进行采摘,防止水分快速散失,用干净、透气的篓筐或者竹编来盛放鲜叶,不能使用塑料袋等密封容器来盛放。

(2)萎凋

将欧李鲜叶进行去杂后,于室温下阴凉处摊放,摊叶厚度约2~3 cm,萎凋4~6 h,每隔1 h翻动1次叶片。实际操作过程中需根据萎凋叶的实际情况调整萎凋时间。

(3)揉捻

欧李叶片含水量低,直接用力揉捻不能使其成团,揉捻时,应先空揉,然后逐渐加力用手把叶片包成团进行反复揉捻,最后重揉,尽可能破坏叶子的细胞组织。

(4)发酵

将揉捻叶放于容器中进行发酵,摊叶厚度为8 cm。发酵箱发酵温度控制为35 ℃,发酵时间为10 h,发酵湿度80%。

(5)干燥

燥处理时,将鼓风干燥机温度设置为110 ℃,干燥30 min。实际操作过程中需结合茶样具体情况随时调整干燥温度及时间。

1.3.2 发酵条件正交试验设计

除发酵步骤外,其它步骤及具体参数按照

1.3.1的欧李代用茶的加工技术流程制作。在前期研究基础上,对发酵条件的时间、温度、湿度进行三因素三水平L9(3^3)正交试验。试验重复3次。具体工艺参数见表1。对加工前的欧李鲜叶和加工所制成的欧李代用茶的茶多酚、总酚、类黄酮和单宁进行含量测定。

表1　发酵条件L9(3^3)正交试验因素与水平设计

Table 1　Factors and levels of L9(33) orthogonal experimental design under the fermentation conditions

试验编号 No.	因素 Factor		
	A时间/h Time	B温度/℃ Temperature	C湿度/% Humidity
1	5	30	70
2	5	35	80
3	5	40	90
4	10	30	70
5	10	35	80
6	10	40	90
7	15	30	70
8	15	35	80
9	15	40	90

1.3.3　感官评价与指标测定

(1)感官审评

参考王靖怡[10]制定的感官质量评定标准进行感官审评。称取3.0 g欧李代用茶样于150 mL审评杯中,用沸水冲泡,静置5 min,后按冲泡次序依次将茶汤滤入评茶碗中,并依次对其汤色、香气和滋味进行评价。邀请15名具有专业背景、经过规范培训的感官评价人员进行评定,整个审评过程由个人独立完成,并填写评价表,去除最低分与最高分后,取平均分对结果进行汇总。评定标准见表2。

(2)生化成分检测

样品制备参照GB/T 8303;茶多酚含量测定参照GB/T 8313-2018,总酚和单宁含量测定参照Folin-Ciocalteu试剂法[11],类黄酮含量测定参照NaNO2-Al(NO3)3-NaOH比色法[12];可溶性糖测定采用蒽酮比色法。

(3)数据处理与分析

通过Excel 2007对数据进行统计分析,用SPSS 24.0软件进行显著性分析,根据活性物质含量进行聚类,热图分析基于TBtools制作。

表2　叶茶感官审评量分表

Table 2　Sensory evaluation scale of tea

因子 Factor	品质特征 Quality characteristic	给分 Score	评分系数 Score evaluating coefficient
汤色	色泽较好,清澈明亮	90～99	25%
	色泽一般,尚明亮	80～89	
	色泽较差或暗,浑浊	70～79	
香气	有特有的香气,无异味	90～99	25%
	香气较淡,无异味	80～89	
	无香气或有异味	70～79	
滋味	具有特有的滋味,无异味	90～99	50%
	滋味较单薄,无异味	80～89	
	滋味较单薄,滋味淡或苦涩有异味	70～79	

2　结果与分析

2.1　不同品种(系)欧李代用茶基本成分分析

对山西农业大学欧李种质资源库的18个欧李品种(系)成熟叶片制备的代用茶活性成分茶多酚、总酚、类黄酮、可溶性糖和单宁的含量进行测定。在18个欧李品种(系)中,'农大7号'茶多酚、类黄酮及单宁含量最高,分别为68.75、43.60和19.43 mg·g^{-1};'晋欧3号'总酚含量最高为19.64 mg·g^{-1};'10-32'可溶性糖含量最高为48.08 mg·g^{-1}。茶多酚、总酚、类黄酮、可溶性糖和单宁含量较低的品种(系)分别为'Y3-09'、'02-16'、'京欧1号'、'09-19'及'03-35'。

以18个欧李品种(系)代用茶中茶多酚含量和5种活性成分总量进行聚类分析,结果如图1所示。将18个欧李品种(系)共分为4类。首先,'02-16''农大7号''Y07-14''晋欧3号''J-2'这5个品种代用茶为一类,茶多酚含量和总物质含量分别为57.34～68.75 mg·g^{-1}和167.53～193.59 mg·g^{-1}。'京欧2号''01-01''京欧1号''03-35'4个品种代用茶为一类,茶多酚含量和总物质含量分别为40.16～47.62 mg·g^{-1}和121.54～131.01 mg·g^{-1}。'10-32''晋欧2号''农大5号''晋欧1号''M-1'5个品种(系)的代用茶为一类,茶多酚含量和总物质含量分别为45.62～57.59 mg·g^{-1}和135.10^{1}～144.27 mg·g^{-1}。'农大6号''09-19''Y13-09''DG-1'4个品种(系)的代用茶为一类,茶多酚含量和总物质含量分别为39.64～55.94 mg·g^{-1}和138.52～152.07 mg·g^{-1}。

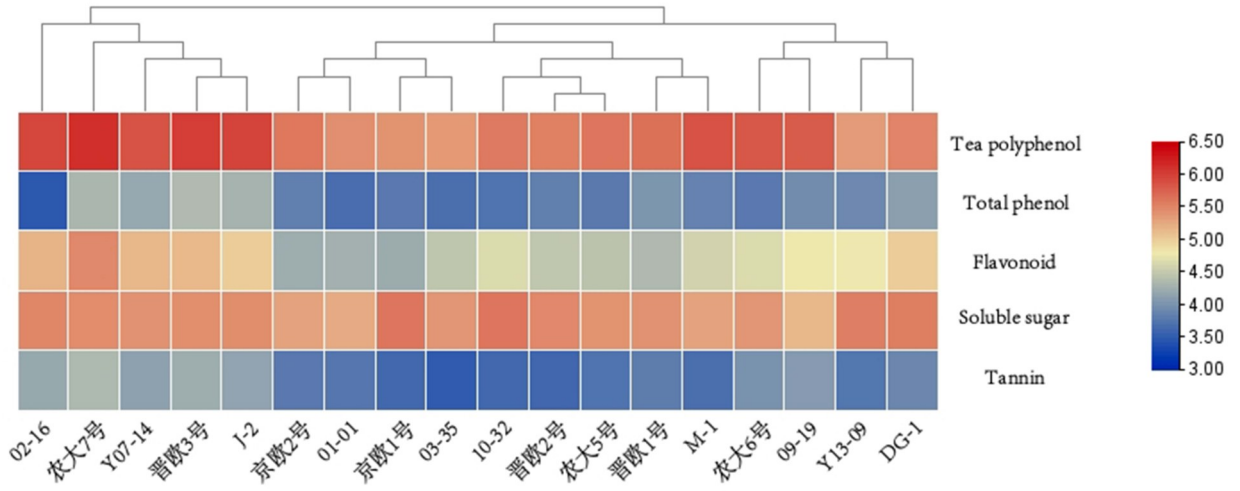


图1 18个品种(系)欧李代用茶活性成分聚类热图

Fig.1 Cluster thermograms of active components in substitute tea from 18 varieties of *C.humilis*

2.2 不同品种(系)欧李代用茶感官评审

采用发酵时间为10 h,发酵温度为35 ℃和发酵湿度为80%的条件对18个不同欧李品种(系)代用茶进行发酵,并根据感官审评评定标准对18个不同欧李品种(系)代用茶将进行感官审评,审评结果见表3。结果表明,不同欧李品种(系)代用茶感官评审得分存在较大差异。'02-16'代用茶感官评审综合得分79分,是18个欧李品种(系)中唯一低于80的品系,表明该品系不适于制备代用茶。剩余17个欧李品种(系)得分在82.25~90.25。其中,'农大5号'、'农大7号'和'01-01'综合评分均在90分以上,且'农大5号'、'农大7号'和'01-01'分别在汤色、香气和滋味评分最高,'农大5号'和'01-01'综合得分比'农大7号'高0.25分,表明这3个欧李品种(系)相较于其它15个欧李品种(系),更适于制备代用茶。

2.3 不同品种(系)不同发酵条件欧李代用茶感官评价

对3个欧李品种(系)不同发酵条件制备的代用茶进行感官审评,结果如表4所示。'农大5号'代用茶汤色表现出鲜黄、鹅黄和橙黄3种色泽,其中处理9的评价得分最高,为鲜黄、明亮;香气在不同处理条件下呈现出由弱到清香的不同感受,在处理1和处理5条件下的表现最好,为清香;滋味在处理1和处理2条件下表现最好,为绵柔,略苦涩,回甘。不同发酵条件对'农大7号'代用茶的汤色影响较小,颜色整体表现明亮,处理2的'农大7号'代用茶香气和滋味表现为清香、绵柔和清爽的口感。'01-01'代用茶在处理4和处理8条件下,汤色得分最高,表现出橙黄、明亮色;处理2条件下'01-01'代用茶香气和滋味得分均比其它处理高,感官审评中表现出清香和润滑绵柔、回甘的滋味。

分析表5可知,发酵时间是影响'农大5号'和'农大7号'代用茶感官品质的主要原因,'01-01'代用茶感官品质受发酵时间影响最小;相比发酵温度,发酵湿度对3个品种(系)代用茶感官品质影响较大。综合以上结果,'农大5号'、'农大7号'和'01-01'代用茶最优发酵时间和发酵温度均为5 h和35 ℃,发酵湿度为80%、90%和80%。

2.4 不同品种(系)、发酵条件欧李代用茶活性成分分析

由图2可见,不同发酵条件处理下,各品种代用茶活性物质差异明显,且品种之间也存在显著性差异。'农大5号'代用茶4种活性物质均在处理1的发酵条件下含量最高;'农大7号'代用茶茶多酚、类黄酮和单宁含量在处理1的发酵条件下含量最高,并与其它多数处理存在显著差异,仅总酚含量在处理2的条件下含量最高;'01-01'代用茶茶多酚、类黄酮和总酚含量在处理2的发酵条件下含量最高,并与其它多数处理存在显著差异,仅单宁含量在处理1的条件下含量最高。处理9条件下'农大5号'代用茶中类黄酮含量最低,处理6能显著降低'农大5号'茶多酚和总酚含量,处理8能显著降低'农大5号'单宁含量;'农大7号'代用茶中

表3　不同品种(系)欧李代用茶感官审评情况

Table 3　Sensory evaluation of substitute tea of different variety leaves of *C.humilis*

茶样 Tea sample	汤色 Colour of tea		香气 Aroma		滋味 Taste		总分 Total score
	评语 Remark	得分 Score	评语 Remark	得分 Score	评语 Remark	得分 Score	
晋欧1号	鲜黄,明亮	90	较清香	91	苦涩味重,回甘	83	86.75
晋欧2号	鲜黄,明亮	90	较弱	87	味道淡薄,稍回甘	85	86.75
晋欧3号	橙黄,明亮	90	弱	84	苦涩味重,稍回甘	81	84.00
农大5号	鹅黄,明亮	93	清香	94	略苦涩,回甘	87	90.25
农大6号	橙黄,尚明亮	88	较弱	86	苦涩味重,回甘带涩	81	84.00
农大7号	橙黄,尚明亮	87	清香	95	绵柔,较苦涩,回甘	89	90.00
京欧1号	橙黄,尚明亮	86	弱	83	苦涩味重,稍回甘	81	82.75
京欧2号	鲜黄,明亮	90	较弱	87	苦涩味重,稍回甘	81	84.75
01－01	鲜黄,尚明亮	88	较清香	91	醇厚,略苦涩,回甘	91	90.25
02－16	鲜黄,尚明亮	82	弱	82	苦涩味重,异味	76	79.00
03－35	鲜黄,尚明亮	83	弱	83	苦涩味重,回甘	82	82.50
09－19	鹅黄,明亮	94	弱	82	口感润滑,稍回甘	90	89.00
10－32	鹅黄,尚明亮	85	较清香	92	柔和,回甘	91	89.75
Y07－14	鹅黄,明亮	94	弱	84	涩味重,稍回甘	82	85.50
Y13－09	橙黄,明亮	93	较清香	90	涩味重,回甘	86	88.75
DG－1	橙黄,明亮	93	弱	85	绵柔,略苦涩,稍回甘	89	89.00
J－2	鲜黄,明亮	90	较弱	86	绵柔,略苦涩,稍回甘	88	88.00
M－1	鹅黄,明亮	92	弱	83	苦涩味重,异味	78	82.75

茶多酚、类黄酮以及总酚物质在处理9条件下含量最低,单宁在处理5条件下含量最低;'01-01'代用茶4种活性物质在处理9的发酵条件下含量最低。

3　讨论

茶多酚和黄酮类物质是茶叶中重要的活性物质,也是茶叶中保健功能的主要物质[13-14]。已测定的黑枸杞、甜叶菊等6种代用茶茶多酚含量为6.29%～17.80%[15],蒲公英、桑叶茶、荷叶、黑苦荞等18种代用茶总酚含量为7.66～181.05 mg·g^{-1},总黄酮含量1.3～41.0 mg·g^{-1}[16]。欧李代用茶茶多酚含量和总酚含量分别为39.64～68.75 mg·g^{-1}和10.07～19.64 mg·g^{-1},低于大多数代用茶,而黄酮含量17.72～43.60 mg·g^{-1},高于大多数代用茶。由此表明,欧李代用茶营养物质主要为黄酮类物质。'农大7号'茶多酚和黄酮类物质是本研究中测定的欧李品种(系)中含量最高的品种,表明'农大7号'代用茶保健价值更高。

受不同茶树品种发酵力的影响,采用相同加工工艺制备的工夫红茶品质存在差异。研究人员在对四川、贵州及重庆主栽品种进行感官评价和品质成分分析的研究中发现,茶叶品种间品质成分和感官评价存在不同程度的差异[17-19]。本研究中测定的18个欧李品种(系)代用茶之间活性物质存在较大差异。18个欧李品种(系)感官审评得分达90及以上的仅'农大5号'、'农大7号'和'01-01'3个品种。'农大7号'代用茶茶多酚、黄酮和单宁含量高于其余17种欧李代用茶,总酚含量仅比'晋欧3号'欧李代用茶低,含量高于其余16种欧李代用茶。'农大5号'和'01-01'代用茶茶多酚和黄酮类物质含量却在18个欧李品种(系)中处于中下水平。这可能是欧李不同品种的叶片中酶活性物质含量存在较大差异,进而影响欧李代用茶品质。综上,综合茶叶中营养物质含量和感官品质,'农大7号'更具有市场开发潜力。

欧李代用茶采用红茶发酵工艺进行加工。发酵温度是影响红茶发酵品质的重要措施,发酵温度过高或过低直接影响多酚氧化酶的活性,不利于红茶品质的形成[20]。段红星等[21]认为,多数优质红茶在25～35 ℃进行发酵为宜。方世辉等[22]研究表明,工夫红茶发酵过程中发酵温度以22 ℃和28 ℃为宜。3个品种(系)代用茶的最优发酵温度

表4 正交试验:不同品种(系)欧李代用茶发酵条件感官审评情况

Table 4 Orthogonal test: sensory evaluation of different varieties of *C. humilis* leaves substitute tea

茶样 Tea sample	试验编号 No.	汤色 Colour of tea		香气 Aroma		滋味 Taste		总分 Total score
		评语 Remark	得分 Score	评语 Remark	得分 Score	评语 Remark	得分 Score	
农大5号	1	橙黄,明亮	92	清香	92	绵柔,略苦涩,回甘	92	92.00
	2	橙黄,明亮	92	较清香	90	绵柔,略苦涩,回甘	92	91.50
	3	鲜黄,尚明亮	89	较清香	90	略苦涩,回甘	87	88.25
	4	鲜黄,尚明亮	87	较弱	86	绵柔,略苦涩,稍回甘	90	88.25
	5	鲜黄,明亮	92	清香	92	绵柔,略苦涩,稍回甘	89	90.50
	6	鲜黄,尚明亮	87	较清香	90	柔和,略苦涩,回甘	91	89.75
	7	鹅黄,尚明亮	87	较弱	87	略苦涩,稍回甘	87	87.00
	8	鹅黄,尚明亮	88	弱	85	苦涩味重,回甘	85	86.00
	9	鲜黄,明亮	93	较弱	88	略苦涩,稍回甘	87	88.75
农大7号	1	橙黄,明亮	93	较清香	91	苦涩味重,回甘	84	88.00
	2	橙黄,明亮	92	清香	95	绵柔,略苦涩,回甘	92	92.75
	3	橙黄,明亮	92	较清香	91	淡薄,回甘	88	89.75
	4	鲜黄,明亮	92	较弱	89	醇厚,略苦涩,稍回甘	89	89.75
	5	橙黄,明亮	92	较清香	91	清爽,略涩,回甘	92	91.75
	6	鲜黄,明亮	91	较清香	90	略苦涩,回甘	87	88.75
	7	橙黄,尚明亮	88	较弱	87	淡薄,略苦涩,回甘	85	86.25
	8	鲜黄,明亮	92	较弱	87	苦涩味重,异味	78	83.75
	9	鲜黄,明亮	92	较弱	88	苦涩味重,异味	78	84.00
01−01	1	橙黄,明亮	91	较清香	90	润滑绵柔,略苦涩,回甘	93	91.75
	2	橙黄,尚明亮	88	清香	93	润滑绵柔,微苦涩,回甘	95	92.75
	3	橙黄,明亮	91	较清香	91	苦涩味重,回甘	85	88.00
	4	橙黄,明亮	92	较弱	88	绵柔,微涩,回甘	92	91.00
	5	橙黄,明亮	91	较清香	90	润滑,稍回甘	91	90.75
	6	橙黄,尚明亮	88	弱	85	有生涩感,回甘	86	86.25
	7	橙黄,明亮	90	较弱	88	略苦涩,回甘	88	88.50
	8	橙黄,明亮	92	较弱	87	略苦涩,回甘	88	88.75
	9	橙黄,尚明亮	90	较清香	90	柔和,回甘	93	91.50

均为35 ℃,可能是欧李叶片中多酚氧化酶含量低,较高的发酵温度可以维持多酚氧化酶的活性,促进多酚类物质和多酚氧化酶的结合,有助于欧李代用茶品质的形成。

发酵时间与红茶品质有关,不同品种红茶发酵时间不同[23]。王小云等[24]发现'福云6号'夏茶发酵时间以4~6 h为宜;刘玉芳等[25]试验表明,发酵时间在3~5 h红茶品质最佳。本研究中,3个欧李品种(系)红茶最佳处理的发酵时间均为5 h,随着发酵时间增加,茶色变暗,茶香淡薄,可能是茶黄素、茶红素含量变高,内含物变少,品质下降。发酵室内相对湿度越高越对发酵有利,蒲国涛等[26]通过正交试验结果表明春、夏季红茶最适发酵湿度为85%,秋季为95%;同时,糜烜[27]发现发酵湿度达到95%时,红茶品质最佳,感官评价最高。本研究中3个品种(系)代用茶的最优发酵湿度均在80%以上,表明欧李代用茶发酵过程中的高湿状态有助于提高欧李代用茶的感官品质。

4 结论

综合18个欧李品种(系)感官评价和活性物质含量,筛选出3个适宜做欧李代用茶的种质:'农大5号'、'农大7号'和'01-01'。通过欧李代用茶发酵条件正交试验,筛选出欧李代用茶适宜发酵工

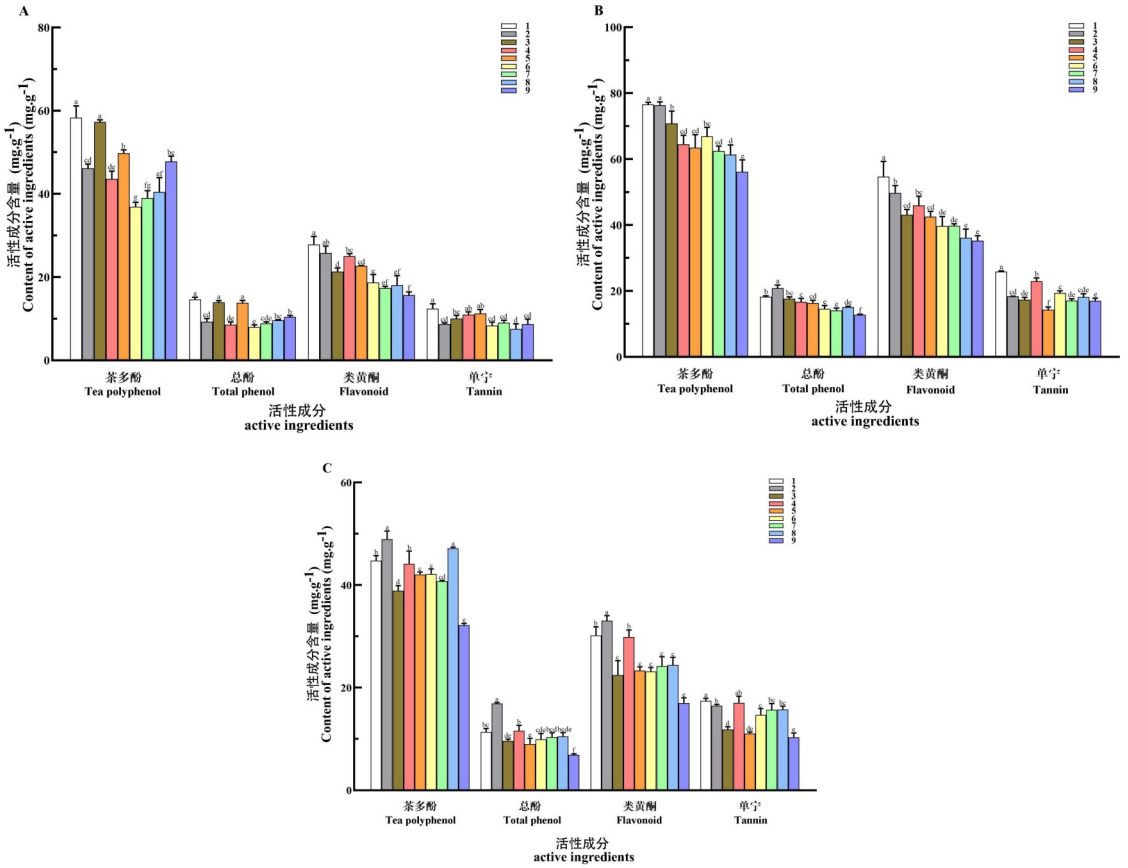
表5　不同发酵条件下不同品种(系)欧李代用茶的感官品质结果极差分析表

Table 5　Analysis table of sensory evaluation result range of different varieties of *C. humilis* tea under different fermentation conditions

指标 Index	平均值 Average	A 时间/h Time	B 温度/℃ Temperature	C 湿度/% Humidity	最佳组合 Best combination
农大5号	K_1	90.58	89.08	89.25	$A_1B_2C_2$
	K_2	89.50	89.33	89.50	
	K_3	87.25	88.92	88.58	
	R_j	3.33	0.42	0.92	
农大7号	K_1	90.17	88.17	86.83	$A_1B_2C_3$
	K_2	90.08	89.42	88.83	
	K_3	84.83	87.50	89.42	
	R_j	5.34	1.92	2.59	
01－01	K_1	90.83	90.42	88.92	$A_1B_2C_2$
	K_2	89.33	90.75	91.75	
	K_3	89.58	88.58	89.08	
	R_j	1.50	2.17	2.83	

注:K表示3水平下感官审评得分平均值;R表示感官审评得分极差

Note:K represented the average sensory evaluation score at three levels; R represented the range of sensory evaluation scores



1~9表示不同发酵条件,图柱上标不同小写字母表示不同发酵条件下差异显著($P<0.05$)

1 to 9 indicates different fermentation conditions, Different lowercase letters indicate significant differences among different varieties at same temperatures($P<0.05$)

图2　(A)'农大5号'、(B)'农大7号'和(C)'01-01'不同发酵条件活性成分比较

Fig.2　Comparison of active components under different fermentation conditions of 'Nongda No.5'(A), 'Nongda No.7'(B), and '01-01'(C)

艺为发酵时间5 h、发酵温度35 ℃,湿度为80%～90%。综合欧李代用茶活性成分和感官评价,'农大7号'制备代用茶的潜力较大。

参 考 文 献

[1]乔燕,柳海燕,侯景.代用茶防治脂肪肝病的研究现状及展望[J].现代食品,2019(15):86-90.
Qiao Y, Liu H Y, Hou J. The current states and prospect of substitute tea in the prevention and treatment of fatty liver disease[J]. Modern Food, 2019(15): 86-90.

[2]张雄杰,盛晋华.内蒙古茶叶贸易与代用茶开发现状及前景分析[J].北方经济,2021(2):56-58.
Zhang X J, Sheng J H. Present situation and prospect analysis of tea trade and substitute tea development in Inner Mongolia[J]. Northern Economy, 2021(2):56-58.

[3]汪庆华,刘新.解读代用茶行业标准及存在的问题[J].茶叶,2019,45(2):90-92.
Wang Q H, Liu X. Interpretation of herbal tea industry standards and existing problems[J]. Journal of Tea, 2019, 45(2): 90-92.

[4]刘品华,刘明研,郑绍聪,等.造粒型黄精苦荞代用茶的研究[J].西南农业学报,2021,34(1):183-189.
Liu P H, Liu M Y, Zheng S C, et al. Study on substitute tea of granulating *Polygonatum kingianum* and *Tartary buckwheat*[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2021, 34(1): 183-189.

[5]何金柱,李治锋.发展欧李叶茶的价值和意义[J].现代农业研究,2020,26(11):117-118.
He J Z, Li Z F. To develop the value and significance of Olie leaf tea[J]. Modern Agriculture Research, 2020, 26(11): 117-118.

[6]Ruengdech A, Siripatrawan U, Sangnark A, et al. Rapid evaluation of phenolic compounds and antioxidant activity of mulberry leaf tea during storage using electronic tongue coupled with chemometrics[J]. Journal of Berry Research, 2019, 9(4): 563-574.

[7]麻景梅,王迎春,李琛,等.不同干燥条件连翘叶茶有效成分含量比较[J].中国中医药信息杂志,2017,24(08):76-79.
Ma J M, Wang Y C, Li C, et al. Comparison of effects of different drying methods on contents of effective components of *Forsythiae Fructus* leaves tea [J]. Chinese Journal of Information on Traditional Chinese Medicine, 2017, 24(08): 76-79.

[8]高婧,杨鹏,任玉婷,等.欧李绿茶的加工工艺研究[J].食品工业,2012,33(9):20-22.
Gao J, Yang P, Ren Y T, et al. Study on processing technology of *Prunus humilis* leave tea[J]. The Food Industry, 2012, 33(9): 20-22.

[9]乔羽佳.欧李种质类黄酮和多酚含量分析及器官年动态变化研究[D].晋中:山西农业大学,2019.
Qiao Y J. Study on flavonoids and phenols contents in Chinese dwarf cherry germplasm resources and the annual dynamic changes of organs [D]. Jinzhong: Shanxi Agricultural University, 2019.

[10]王靖怡.常用叶类代用茶体外抗氧化活性比较及品饮规范研究[D].杭州:浙江大学,2021.
Wang J Y. Comparison of *in vitro* antioxidant activities and tasting specifications of commonly used leaf substitutional tea [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2021.

[11]Singleton V L, Rossi J A Jr. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents [J]. American Journal of Enology and Viticulture, 1965, 16(3): 144-158.

[12]乔羽佳,王鹏飞,张建成,等.光照强度对欧李果实成熟期及品质的影响[J].山西农业科学,2019,47(5):865-869.
Qiao Y J, Wang P F, Zhang J C, et al. Effects of light intensity on fruit mature period and quality of Chinese dwarf cherry[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2019, 47(5): 865-869.

[13]刘海燕,曹藩荣.茶叶中黄酮类化合物对肠道的保护作用的研究概况[J].广东茶业,2021(3):2-7.
Liu H Y, Cao P R. General situation of research on protective effect of flavonoids in tea on intestinal tract[J]. Guangdong Tea Industry, 2021(3): 2-7.

[14]Yang G Z, Meng Q, Shi J, et al. Special tea products featuring functional components: health benefits and processing strategies[J]. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2023, 22(3): 1686-1721.

[15]苏芳.茶叶体外抗氧化活性评价新方法及新型磁性纳米材料在氟喹诺酮类抗生素残留检测中的应用[D].石家庄:河北医科大学,2022.
Su F. A new method for evaluating the antioxidant activity of tea in vitro and application of novel magnetic nanomaterials in detection of fluoroquinolone antibiotic residues [D]. Shijiazhuang: Hebei Medical University, 2022.

[16]赵珊,杨飞洋,秦琳,等.代用茶茶汤中功能性成分组成及含量分析[J].食品研究与开发,2023,44(2):162-168.
Zhao S, Yang F Y, Qin L, et al. Composition and content analysis of functional components in substitute tea soups[J]. Food Research and Development, 2023, 44(2): 162-168.

[17]刘婷婷,齐桂年.6个茶树品种的红茶适制性研究[J].食品科学技术学报,2015,33(2):58-61.
Liu T T, Qi G N. Study on suitability of 6 tea cultivars for manufacture of black tea[J]. Journal of Food Science and Technology, 2015, 33(2): 58-61.

[18]陈娟,潘科,沈强.贵州不同栽培茶树品种红茶适制性分析[J].安徽农业科学,2014,42(27):9560-9561,9581.
Chen J, Pan K, Shen Q. The suitable system analysis of black tea for different varieties of tea cultivation in Guizhou [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2014, 42(27): 9560-9561, 9581.

[19]杨娟,李中林,袁林颖,等.不同茶树品种夏季鲜叶工夫红茶适制性比较[J].食品安全质量检测学报,2019,10(13):4242-4248.
Yang J, Li Z L, Yuan L Y, et al. Comparison of the suitability

of different tea varieties fresh leaves in summer for the production of Congou black tea[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2019, 10(13): 4242-4248.

[20]陶琳琳, 张娅楠, 闫振,等. 红茶加工过程中发酵技术研究进展[J]. 广东茶业, 2020(1): 2-6.
Tao L L, Zhang Y N, Yan Z, et al. Research progress of fermentation technology in black tea processing[J]. Guangdong Tea Industry, 2020(1): 2-6.

[21]段红星, 邵宛芳. 红茶加工中物质变化与品质形成的关系[J]. 福建茶叶, 2004, 26(2): 13-14.
Duan H X, Shao W F. Relationship between substance change and quality formation in black tea processing [J]. Tea in Fujian, 2004, 26(2): 13-14.

[22]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 S H, Wang X F, Wang X S. Effects of different fermentation temperatures and degrees on the quality of Kung Fu black tea [J]. China Tea Processing, 2004(2): 19-21.

[23]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.
Lin Y L, Guo Y L, Lai L L, et al. Research progress in chemical and quality control during the black tea fermentation process[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2014, 5(11): 3699-3704.

[24]王小云, 谭少波, 杨春,等. 福云六号夏季加工工夫红茶的工艺试验探讨[J]. 广西农学报, 2010, 25(3): 23-24,52.
Wang X Y, Tan S B, Yang C, et al. An experiment on Gongfu black tea processing technology from Fuyun No.6 tea leaves in summer[J]. Journal of Guangxi Agriculture, 2010, 25(3): 23-24,52.

[25]刘玉芳, 杨春, 林朝赐,等. 发酵时间对工夫红茶品质的影响研究初报[J]. 福建茶叶, 2008, 30(2): 21-22.
Liu Y F, Yang C, Lin C C, et al. Preliminary report on the effect of fermentation time on the quality of Kung Fu black tea [J]. Tea in Fujian, 2008, 30(2): 21-22.

[26]蒲国涛. 陕南工夫红茶加工工艺研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2013.
Pu G T. Study on the processing technology of southern shannxi Kungfu black tea [D]. Yangling: Northwest A&F University, 2013.

[27]糜烜. 安源工夫红茶加工工艺及品质特点研究[D]. 北京:中国农业科学院, 2013.
Mi X. Study on processing technology and quality characteristics of Anyuan congou black tea [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2013.

Study on germplasm selection and processing techniques for *Cerasus humilis* substitute tea

Zhang Shuai, Liang Shuli, Mu Xiaopeng, Zhang Jiancheng, Wang Pengfei*

(*College of Horticulture, Shanxi Agricultural University, Jinzhong 030800, China*)

Abstract: [Objective]This study aimed to explore suitable germplasm of Chinese dwarf cherry(*Cerasus humilis*)and optimal fermentation conditions for the preparation of substitute tea using leaves form 18 varieties. The goal was to provide a theoretical basis for the screening and preparation of germplasm of *C. humilis* substitute tea (CST). [Methods]The substitute tea was processed using the method for traditional black tea. The active compounds in the tea, such as polyphenols, total phenols, flavonoids, and tannins, were measured using a colorimetric method. An orthogonal experimental design was used to test the fermentation conditions, and sensory evaluation was applied to screen for suitable germplasm and fermentation conditions. [Results]The content of tea polyphenol, total phenol, flavonoids, and tannin in the 18 cultivars of *C. humilis* ranged from 39.64 to 68.75 mg·g^{-1}, 10.07 to 19.64 mg·g^{-1}, 17.72 to 43.60 mg·g^{-1} and 10.37 to 19.43 mg·g^{-1}, respectively. 'Nongda No. 7' exhibited the highest levels of tea polyphenols, flavonoids, and tannin. From the 18 germplasms evaluated, 'Nongda No. 5', 'Nongda No. 7', and '01-01' were identified as the most suitable cultivars for preparing substitute tea (CST). The tea polyphenols in 'Nongda No. 5', 'Nongda No. 7' and '01-01' were 48.03, 68.75, and 42.40 mg·g^{-1}, respectively. Their total phenol content was 12.76, 19.03, and 11.69 mg·g^{-1}, respectively. The flavonoid content in the three cultivars was 20.70, 43.60, and 18.29 mg·g^{-1}, respectively, while their tannin content was 12.27, 19.43, and 12.45 mg·g^{-1}, respectively. The optimal fermentation conditions for 'Nongda No. 5'were 5 hours at 35 ℃ with 80% humidity, while'Nongda No. 7' required 5 hours at 35 ℃ and 90% humidity. The ideal conditions for'01-01'were 5 hours at 35 ℃ and 80% humidity. [Conclusion]The optimal fermentation process for CST was 5 hours at 35 ℃ with humidity ranging between 80%~90%. Based on the quality indicators and sensory evaluation, 'Nongda No. 7' showed the greatest potential for further development as a substitute tea.

Keywords: *Cerasus humilis*, Germplasm, Substitute tea, Fermentation conditions, Sensory evaluation

(编辑:韩志强)