DOI: 10.3969/j.issn.0488-5368.2025.05.007

陕西汉中 53 份野生及栽培茶树群体种质资源叶片表型特征多样性分析

蒲国涛,黎 钊,李 佼,李秀峰,席彦军,刘明鲁
(汉中市农业技术推广与培训中心,陕西 汉中 723000)

摘 要:为深入研究和利用陕西汉中茶树种质资源,采用多样性分析、主成分分析、聚类分析等方法对 53 份野生及栽培群体茶树种质资源的 20 个外观形态指标进行了分析,结果表明 53 份汉中茶树种质资源叶片表型具有显著的多样性,其质量性状变异系数为 33.15%,多样性指数平均为 1.086,数量性状变异系数为 20.77%,多样性为 2.819。把 20 个质量和数量性状聚合成 7 个主成分,前 7 个主成分的累计贡献度达 74.51%,即侧脉对数、叶形、叶长、叶宽、一芽三叶长、一芽三叶百芽重、叶齿锐度、叶缘形态 8 个主要指标。聚类分析分为四类,一类为大叶种,二类为中小叶种,三类为圆叶种,四类为中小叶长椭圆叶形种,初步确定了潜在优异种质资源表型特征,为加快育种进程提供参考。

关键词:茶树;野生及栽培群体;种质资源;表型特征;多样性分析
中图分类号:S571.1 **文献标识码**:A **文章编号**:0488-5368(2025)05-0032-06

Analysis of Leaf Phenotype Diversity of 53 Wild and Cultivated Tea Germplasm Resources in Hanzhong, Shaanxi Province

PU Guotao, LI Zhao, LI Jiao, LI Xiufeng, XI Yanjun , LIU Minglu
(*Hanzhong Agricultural Technology Extension and Training Center*, *Hanzhong*, *Shaanxi* 723000, *China*)

Abstract: In order to study and utilize the tea germplasm resources in Hanzhong, Shaanxi Province, diversity analysis, principal component analysis, cluster analysis, and other methods were used to analyze 20 phenotypic traits of 53 wild and cultivated tea germplasm resources. The results showed that the leaf phenotypes of these tea resources exhibited significant diversity, with a coefficient of variation of 33.15% for qualitative traits, an average diversity index of 1.086, a coefficient of variation of 20.77% for quantitative traits, and a diversity index of 2.819. Twenty qualitative and quantitative traits were aggregated into seven principal components, with the cumulative contribution of the first seven components reaching 74.51%. The eight main indicators identified were the number of lateral veins, leaf shape, leaf length, leaf width, one bud three leaves length, hundred-bud weight of one bud three leaves, leaf tooth sharpness, and leaf margin morphology. Cluster analysis grouped the 53 germplasm resources into four categories: large-leaf types, medium- and small-leaf types, round-leaf types, and medium- and small-leaf long elliptical types. The phenotypic characteristics of potentially superior germplasm resources were preliminarily identified, which provide a support for accelerating the tea breeding process.

Key words: Tea plant; Wild and cultivated populations; Germplasm resources; Phenotypic traits; Diversity analysis

汉中属江北茶区,北依秦岭,南屏巴山,自然条件温和湿润。汉中作为由南向北传播的重要通道,交通沿线是茶树由南向北发展的必然之地,金牛道途径宁强,米仓道途径南郑,荔枝道途径西乡、镇

收稿日期:2024-06-24 **修回日期**:2024-09-15
基金项目:陕西省农业农村厅 2024 年度第二批省级农业专项-优势特色种植业项目。
第一作者简介:蒲国涛(1987-),男,高级农艺师,主要从事茶树新品种选育及茶叶技术推广。

巴,这些地方我们都发现了野生大茶树,也保留了大量的茶树群体资源,如宁强广坪群体种、南郑区碑坝群体、西乡县大河群体、镇巴县紫阳群体种等,依旧在生产使用当中[1,2]。21 世纪初,汉中市农科所对境内茶树种质资源进行了考察、收集,建立了茶树种质资源圃,已累计搜集省内外茶树种质资源 500 余份,是省内实体保存资源最丰富、保护最好的茶树种质资源圃之一,2023 年被陕西省农业农村厅纳入省级种质资源圃(活体保存)。

如何有效地开发已收集且具有选育潜力的种质资源,形态标识具备浅易具象的优点[3],而且同育种方向及茶产业生产实际关系密切,是种质资源研究利用的重要方法。该文选择聚类分析、多样性指数、主成分分析手段,对叶部表型指标开展解析,尝试阐明其变异方向[4,5],为推进汉中茶树种质资源鉴定利用,加速育种进度提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 材料

茶树资源材料来源于汉中市农业技术推广与培训中心南郑综合试验基地,共 53 份,其中 42 份为野生茶树资源,11 份为当地无名栽培群体种扦插繁育(表 1)。试验材料统一由繁育圃扩繁后,采用单行单株种植,株行距 0.33 m×1.5 m,每份材料 50~100 株,周年管理同常规茶园。

表 1 试验材料及来源

保存编号	种质名称	来源	保存编号	种质名称	来源	保存编号	种质名称	来源
B11-1	野生群体种	汉中南郑区	b15-5	野生群体种	汉中南郑区	x14-31	野生群体种	汉中西乡县
B11-2	野生群体种	汉中南郑区	B15-7	野生群体种	汉中南郑区	x14-34	栽培群体种	汉中西乡县
B11-3	野生群体种	汉中南郑区	b16-4	野生群体种	汉中南郑区	X15-20	栽培群体种	汉中西乡县
B11-8	野生群体种	汉中南郑区	B17-5	野生群体种	汉中南郑区	x15-21	野生群体种	汉中西乡县
B12-1	野生群体种	汉中南郑区	b14-105	栽培群体种	汉中南郑区	X17-5	野生群体种	汉中西乡县
b12-14	野生群体种	汉中南郑区	Bhy-1	野生群体种	汉中南郑区	xxdjb	野生群体种	汉中西乡县
B12-2	野生群体种	汉中南郑区	N17-19	野生群体种	汉中宁强县	z14-10	野生群体种	汉中镇巴县
b12-4	野生群体种	汉中南郑区	Q13-14	野生群体种	汉中宁强县	z14-11	野生群体种	汉中镇巴县
b13-3	野生群体种	汉中南郑区	q13-15	野生群体种	汉中宁强县	Z14-16	野生群体种	汉中镇巴县
B14-102	栽培群体种	汉中南郑区	sc-1	野生群体种	汉中镇巴县	z14-17	野生群体种	汉中镇巴县
b14-2	野生群体种	汉中南郑区	X13-8	野生群体种	汉中西乡县	z15-1	野生群体种	汉中镇巴县
B14-20	野生群体种	汉中南郑区	x14-13	野生群体种	汉中西乡县	Z15-7	栽培群体种	汉中镇巴县
B14-28	野生群体种	汉中南郑区	X14-25	野生群体种	汉中西乡县	Z17-6	栽培群体种	汉中镇巴县
b14-30	野生群体种	汉中南郑区	xd-2	野生群体种	汉中市西乡县	zfd-1	栽培群体种	汉中镇巴县
Y14-13	野生群体种	汉中南郑区	xd-3	野生群体种	汉中市西乡县	q14-29	栽培群体种	汉中市宁强县
Y14-14	野生群体种	汉中南郑区	xd-4	野生群体种	汉中市西乡县	q14-27	栽培群体种	汉中市宁强县
b14-5	栽培群体种	汉中南郑区	q13-18	野生群体种	汉中市宁强县	b15-23	栽培群体种	汉中南郑区
b14-7	栽培群体种	汉中南郑区	q14-19	栽培群体种	汉中市宁强县			

1.2 试验地点及试验设计

试验于 2020 年 3 月至 2024 年 6 月于汉中市农业技术推广与培训中心省级茶树种质资源圃进行,位于东经 107.965 5°,北纬 32.884 02°,海拔 580 m。地块平坦,沙壤土,pH5.4。年均气温 9.7~13.3 ℃,年降水量 1 100~1 400 mm。

1.3 分类性状的选取和编码

将 53 份野生及栽培群体茶树种质资源的 20 个表型指标定为探析其遗传关联的特征内容,质量性状包含芽叶颜色、芽叶茸毛、叶片着生状态等,数量性状包含侧脉对数(取整)、叶长、叶宽、一芽三叶长等(表 2)。表型特征内容参考陈亮等《农作物种质资源鉴定技术规程 茶树》(NY/T 1312-2007)、《茶树种质资源描述规范和数据标准》记录[6,7],叶部、芽部等质量性状取 8 次重复观测,数量性状值 5 次重复测量,然后取均值[8]。

1.4 数据分析

数据统计及主成分分析使用 spss25.0 软件进行,构建树状聚类图。多样性指数的计算使用 Shannon-Wiener 指数 $H'=-\sum(Ni/N)In(Ni/N)$,Ni 代表第 i 个值出现次数,N 代表总出现数。数量性状如叶长、叶宽、一芽三叶百芽重等进行十级分类,

一级<a-2s,十级>a+2s,s 为标准差,a 为平均数,质量性状如芽叶颜色、芽叶茸毛等根据性状有无及特点赋值 0、1、2、3 等(表 2)。

2 结果与分析

2.1 形态性状差异比较

由表 3 看出,种质资源 15 个质量性状的平均多样性指标为 1.086。其多样性指数最大为 1.479,为叶色,其次是叶缘形态、叶片大小、叶齿锐度、叶面隆起性(H'>1.2)。多样性指数最小的是叶基,为 0.209,其他质量性状指数在 0.94~1.20 之间。叶片数量性状平均多样性指标值均大于 2,变异系数指数平均为 20.76%,变异系数最显著的是叶长、叶宽,均为 24%,次之为一芽三叶长,为 21%,再次是一芽三叶百芽重,侧脉对数,均为 18%,说明从叶片角度来说,茶树种质间的特征性状的变异主要来自叶长、叶宽。

表 2 表型特征选取及编码

序号	形态形状	详细编码情况
1	一芽三叶长	随机测量 30 个春茶一芽三叶百芽长,从基部至芽顶部,取平均值
2	芽叶颜色	玉白:1;黄绿:2;绿色:3;紫绿:4
3	芽叶茸毛	无:0;少:1;中:2;多:3;特多:4
4	一芽三叶百芽重	随机测量 100 个春茶一芽三叶百芽重,新梢鱼叶处采摘,取平均值
5	叶片着生状态	上斜:1;近水平:2;下垂:3
6	叶长	随机测 10 片成熟叶从叶基部至叶尖端部纵向长度,取平均值
7	叶宽	随机测 10 片成熟叶片最宽处,取平均值
8	叶片大小	小叶:1;中叶:2;大叶:3;特大叶:4
9	叶形	近圆形:1;椭圆形:2;长椭圆形:3;披针形:4
10	侧脉对数	随机测 10 片成熟叶片主脉两侧对应侧脉数,取平均值
11	叶色	黄绿:1;中绿:2;深绿:3
12	叶面隆起性	平:1; 微隆:2; 隆起:3
13	叶身形态	平:1;内折:2; 背卷:3
14	叶片质地	柔软:1;中:2;硬: 3
15	叶齿锐度	锐:1;中:2;钝:3
16	叶基	楔形:1;近圆形:2
17	叶尖	渐尖:1;钝尖:2;圆尖
18	叶缘形态	平:1;微波:2;波 :3
19	叶齿密度	稀:1;中:2;密:3
20	叶齿深度	浅:1; 中:2;深:3

2.2 形态性状主成分分析

对 20 个茶树叶片表型性状进行主成分剖析,以特征值大于 1 筛选主要成分。由表 4 可以看出,前七个主成分累计贡献度大于 74.51%,第一主成分的贡献度为 23.426%,特征向量值均在 0.6 以上包含侧脉对数、叶形、叶长、叶宽、一芽三叶长、一芽三叶百芽重,这与段志芬研究结果是一致的[9]。第二主成分的贡献度为 11.928%,叶齿锐度、叶缘形态的作用最大,特征向量值贡献度分别为-0.639、0.639。第三、四、五、六、七主成分的贡献度分别为 10.435%、8.894%、7.174%、6.814%、5.843%,对应特征向量值中以叶片质地、叶形、叶片着生状态作用最大。第一主成分,主要反映了茶树叶片数量性状及产量特征状况,第二主成分反映了叶缘的特征状况,第三至第七主成分反映了叶片质地、叶片着生等叶形特征状况。根据贡献度大小,从 7 个主成分中得出所选择的 20 个形态性状特征能反映茶树叶片形态特征的大部分遗传信息,贡献度较大的是侧脉对数、叶形、叶长、叶宽、一芽三叶长、一芽三叶百芽重、叶齿锐度、叶缘形态、叶片质地、叶形、叶片着生状态等是造成茶树种质资源叶片资源表现差异的主要因素。

表 3 茶树种质资源性状统计分析

形态性状	最小值	最大值	均值	标准偏差	变异系数/%	shannon 信息指数(H')
芽叶颜色	2	4	2.509 4	0.846 32	0.34	1.015
芽叶茸毛	2	4	3.094 3	0.490 85	0.16	0.942
叶片着生状态	1	3	1.528 3	0.668 06	0.44	1.23
叶片大小	1	3	1.547 2	0.637 48	0.41	1.259
叶形	1	4	2.245 3	0.585 26	0.26	1.199
侧脉对数	7	14	9.905 7	1.734 98	0.18	2.742
叶色	1	3	1.962 3	0.706 08	0.36	1.479
叶面隆起性	1	3	1.490 6	0.639 19	0.43	1.22
叶身形态	1	2	1.528 3	0.503 98	0.33	0.914
叶片质地	1	3	1.867 9	0.520 27	0.28	1.027
叶齿锐度	1	3	1.490 6	0.696 77	0.47	1.249
叶基	1	2	1.075 5	0.266 68	0.25	0.209
叶尖	1	3	1.547 2	0.573 99	0.37	1.14
叶缘形态	1	3	1.849 1	0.662 05	0.36	1.389
叶齿密度	1	3	2.622 6	0.562 49	0.21	1.026
叶齿深度	1	3	1.660 4	0.516 77	0.31	0.991
叶长	51.2	141.5	84.258 7	20.002 26	0.24	2.936
叶宽	18.2	60.3	34.613 2	8.142 26	0.24	2.921
一芽三叶长	52.5	127.07	80.607 7	16.840 63	0.21	2.857
一芽三叶百芽重	31.55	80.3	50.104 9	9.105 28	0.18	2.642

2.3 形态性状聚类分析

按照 53 个茶树种质资源的 20 个叶片表型性状,在相似系数 7 处将材料聚合为 4 大类(图 1),第一类共 4 个资源,形态变异主要特点是,叶片平均长度 133.5 mm,为大叶种,芽叶茸毛较少,叶形以长椭圆为主,叶片质地中,叶面平或微隆,平均侧脉数 13 对。第二类共 19 个资源,主要特点是叶片以中小叶居多,叶片平均长度 73.7 mm,叶片以披针形至长椭圆形居多,芽叶茸毛中等或较多,第三类共 2 个资源,特点是叶片为近圆形,芽叶茸毛中或多等,叶齿锐,叶面隆起,叶身平。第四类共 28 个资源,主要特点是芽叶以绿或紫绿为主,芽叶茸毛较多,叶片以小叶种为主,叶长平均 72.01 mm,叶形以长椭圆为主。

表 4 茶树种质资源主成分分析

形态性状	茶树种质资源主成分分析						
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
芽叶颜色	−0.198	0.141	0.443	0.405	0.315	0.373	−0.311
芽叶茸毛	−0.447	0.329	0.352	0.133	0.051	−0.137	−0.082
叶片着生状态	−0.241	−0.367	0.377	0.218	−0.604	−0.142	−0.157
叶片大小	0.022	−0.403	0.297	−0.642	0.476	−0.018	0.123
侧脉对数	0.604	0.008	0.373	−0.041	−0.145	0.163	−0.033
叶色	0.036	−0.538	−0.454	−0.048	0	0.323	−0.095
叶面隆起性	0.15	0.389	−0.424	−0.244	−0.082	0.528	−0.293
叶片质地	−0.252	0.034	0.645	−0.097	0.05	0.318	0.387
叶齿锐度	−0.008	−0.639	−0.32	0.228	0.183	−0.024	−0.164
叶尖	0.073	−0.335	−0.24	0.317	−0.161	0.272	0.703
叶缘形态	−0.27	0.639	−0.222	−0.152	−0.223	0.307	0.089

续表 4　茶树种质资源主成分分析

形态性状	茶树种质资源主成分分析						
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
叶齿密度	0.055	0.368	−0.238	0.357	0.633	−0.095	0.199
叶齿深度	0.377	0.245	−0.194	−0.472	−0.096	−0.458	0.066
叶长	0.932	−0.061	0.188	0.051	0.139	−0.045	−0.098
叶宽	0.78	0.143	−0.041	0.528	−0.044	−0.078	−0.026
一芽三叶长	0.659	0.326	0.007	0.151	−0.118	−0.185	0.21
一芽三叶百芽重	0.744	0.015	0.171	−0.232	−0.098	0.303	0.101
叶形	0.882	−0.159	0.128	−0.051	0.058	0.123	−0.158
特征值	4.217	2.147	1.878	1.601	1.291	1.227	1.052
贡献度 /%	23.426	11.928	10.435	8.894	7.174	6.814	5.843
累计贡献度 /%	23.426	35.354	45.789	54.684	61.858	68.672	74.514

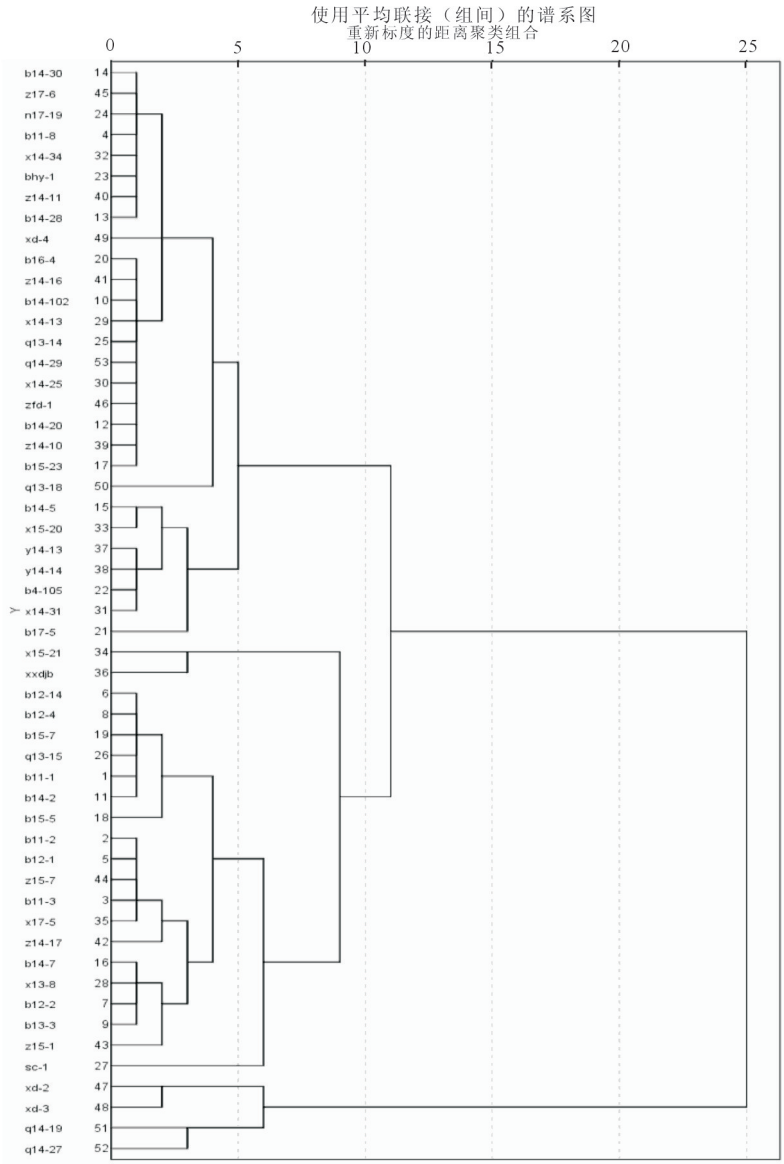

图 1　茶树种质资源聚类图

3 讨论

3.1 茶树种质资源叶片表型的多样性

从 53 份种质资源叶片表型来看,采集的野生茶树种质资源叶片表型形态表型出不同程度的多样性,其质量性状的多样性指数为 0.914~1.479,变异系数为 0.16~0.47,其中主要遗传变异来自叶片大小、叶齿锐度、叶面隆起性、叶片着生状态。5 个数量性状变异系数为 0.18~0.24,多样性指数为 2.642~2.936,其主要变异来自叶长、叶宽及一芽三叶长。同时,可以看出数量性状的信息指数均高于 2.6,但其变异系数均较低,最高值仅 0.24,说明数量性状的值越丰富,其信息指数就越高。质量性状变异系数较大的几个形态性状指标,其信息指数值为 1.2~1.5,但并没有呈现出正相关的关系,甚至相反。

3.2 茶树种质资源表型形态性状的分化

经过将叶片表型形态特征进行聚类分析,划分为四大类,叶片大小表现出大、中、小三种叶态,芽叶茸毛表现出少、中、多的特点,叶形表现出近圆、椭圆形、长椭圆、披针四种特点,叶面表现出平、微隆、隆起,芽叶颜色表现出黄绿、绿色、紫绿等一系列叶片表型特征。这与 1984 年陕西省农业农村厅组织的茶树资源普查组对我市茶树品种特征划分由西部向东部划分的宁强广坪、南郑碑坝、西乡大河、镇巴紫阳四大群体种表型特征也是基本趋于一致的。同时在江北茶区能生存且存活良好的茶树群体来看,汉中市的野生茶树资源主要集中在中小叶种,且更多表现出茸毛中等或较多,叶形以椭圆或长椭圆为主,叶色以黄绿和紫绿为主,叶齿密、锐,叶片较硬等一系列特征。在当地品种选育中,可以重点考虑此类表型特征的株系[10,11]。大叶种和圆叶种的品种在局部县区或特定生态小环境中能较好地存活和生长。

参 考 文 献:

[1] 吴军舰,席彦军,李秀峰,等.汉中茶树群体资源调查及评价利用[J].安徽农学通报,2023,29(7):62-64+73.

[2] 黎钊,蒲国涛,刘黎,等.汉中市大茶树资源分布及开发利用现状[J].茶叶通讯,2018,45(3):48-51.

[3] 宋维希,刘本英,矣兵,等.云南茶树优异种质资源的鉴定评价与筛选[J].茶叶科学,2011,31(1):45-52.

[4] 翟秀明,李解,廖雪萍,等.基于主成分分析的不同茶树品种在重庆地区的适应性评价研究[J].中国茶叶,2022,44(8):24-32.

[5] 蒋会兵,矣兵,梁名志,等.云南茶树种质资源形态性状多样性分析[J].云南农业大学学报(自然科学版),2011,26(6):833-840.

[6] 陈亮,杨亚军,虞富莲等.茶树种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社.2005.

[7] 杨亚军,虞富莲,陈亮,等.茶树优异资源评价与遗传稳定性研究[J].茶叶科学,2003(S1):1-8.

[8] 闵彩云,贾尚智,陈勋,等.湖北茶树种质资源收集保存与品种选育研究进展[J].茶叶,2008,34(4):206-207+216.

[9] 段志芬,尚卫琼,杨盛美,等.云南地方茶树种质资源生化成分多样性分析[J].山东农业科学,2020,52(12):14-20.

[10] 胡歆.陕西茶树种质资源研究进展[J].安徽农业科学,2012,40(1):51-52+57.

[11] 张彦清,熊小飞,王景华,等.汉中茶树种质资源的开发利用探讨[J].茶业通报,2008(1):26-27.

(上接第 19 页)

[18] 李松,刘欣,刘红坚,等.次氯酸钠在甘蔗开放式组培苗繁殖中的应用研究[J].中国糖料,2016,38(6):3-6.

[19] Huang L J, Wang H, Shahid M Q, *et al*. Chlorothalonil: an effective bacteriostatic agent for bud induction of Acacia auriculiformis under open condition (non-axenic)[J]. Plant Methods, 2019(15):5.

[20] 陈晓君,张饮江,王芳,等.两种抑菌剂对马来眼子菜开放式组织培养的效应[J].浙江农业学报,2015,27(4):598-603.

[21] 王晓煌,黄胜琴,李玲.4 种抑菌剂在烟草开放式组织培养中的应用[J].广东农业科学,2015(5):58-62.

[22] 黄敏,梁春辉,李秀平,等.两种抑菌剂在铁皮石斛开放式组织培养的应用[J].北方园艺,2018(12):136-140.

[23] 扁红英,苏世平,李毅,等.次氯酸钠对白刺开放式组培苗生理特性的影响[J].草业科学,2022,39(2):213-221.

[24] 曹广龙,李伟杰,朱孟乾,等.山梨酸钾、苯甲酸钠、双乙酸钠在红丝青叶组培中防治真菌污染的应用[J].林业科技通讯,2023(6):26-29.