

# 基于表型性状的茶梅初级核心种质构建

张莹<sup>1</sup>, 解丰羽<sup>1,2</sup>, 孙迎坤<sup>2</sup>, 李辛雷<sup>1,①</sup>

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 杭州 311400; 2. 青岛农业大学园林与林学院, 山东 青岛 266109)

**摘要:** 为了筛选出茶梅 (*Camellia sasanqua* Thunb.) 核心种质构建的适宜方法并对构建的核心种质进行有效性评价, 以中国林业科学研究院亚热带林业研究所山茶种质资源圃中保存的 216 个茶梅品种为研究对象, 对其 45 个表型性状进行系统调查。采用不同取样比例 (10%、20% 和 30%)、取样方法 (优先取样法结合多次聚类随机取样法、优先取样法结合多次聚类变异度取样法和完全随机取样法) 和聚类方法 (最短距离法、最长距离法、中间距离法、重心法、不加权平均法、可变类平均法、可变法和离差平方和法) 构建茶梅核心种质, 并利用多样性指数、表型保留比率和表型频率方差对构建的核心种质进行评价。结果显示: 茶梅核心种质构建的适宜方法为采用优先取样法结合多次聚类变异度取样法取样, 取样比例为 20%, 并采用重心法聚类。利用该方法构建的茶梅初级核心种质包含 43 个品种, 其总体表型性状的多样性指数 (1.074) 高于总群体, 表型保留比率达 0.978, 表型频率方差为 0.063。说明采用适宜方法构建的茶梅初级核心种质能够有效代表茶梅总群体的遗传多样性。

**关键词:** 茶梅; 种质资源; 表型性状; 核心种质

中图分类号: Q944; S685.99; S602.4 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2025)02-0082-07

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2025.02.09

**Construction of primary core collection of *Camellia sasanqua* based on phenotypic traits** ZHANG Ying<sup>1</sup>, XIE Fengyu<sup>1,2</sup>, SUN Yingkun<sup>2</sup>, LI Xinlei<sup>1,①</sup> (1. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Hangzhou 311400, China; 2. College of Landscape and Forestry, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2025, 34(2): 82-88

**Abstract:** To screen out a suitable method for constructing the core collection of *Camellia sasanqua* Thunb. and to evaluate the effectiveness of the constructed core collection, 216 *C. sasanqua* cultivars preserved in camellia germplasm resources nursery of Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry were taken as research objects, and 45 phenotypic traits were systematically investigated. The core collection of *C. sasanqua* was constructed by using different sampling ratios (10%, 20%, and 30%), sampling methods (priority sampling method combined with multiple clustering random sampling method, priority sampling method combined with multiple clustering variability sampling method, and complete random sampling method), and clustering methods (single linkage method, complete linkage method, median method, centroid method, unweighted average method, variable average method, lexible method, and ward's method), and the constructed core collection was evaluated by using diversity index, phenotypic retention ratio, and phenotypic frequency variance. The results show that the suitable method for constructing the core collection of *C. sasanqua* is priority sampling method combined with multiple clustering variability sampling method, the sampling ratio is 20%, and the clustering method is centroid method. The primary core collection of *C. sasanqua* constructed using this method includes 43 cultivars, the diversity index of its total phenotypic traits (1.074) is higher than that of the total population, the phenotypic retention ratio reaches 0.978, and the phenotypic frequency variance is 0.063. It indicates that the primary core collection of *C. sasanqua* constructed by the suitable

收稿日期: 2024-11-27

基金项目: 浙江省农业(花卉新品种选育)新品种选育重大科技专项(2021C02071-2)

作者简介: 张莹(1982—), 女, 山东菏泽人, 硕士, 助理研究员, 主要从事观赏植物遗传育种工作。

①通信作者 E-mail: lixinlei2020@163.com

引用格式: 张莹, 解丰羽, 孙迎坤, 等. 基于表型性状的茶梅初级核心种质构建[J]. 植物资源与环境学报, 2025, 34(2): 82-88.

method can effectively represent the genetic diversity of the total population of *C. sasanqua*.

**Key words:** *Camellia sasanqua* Thunb.; germplasm resources; phenotypic trait; core collection

植物种质资源的搜集、整理与评价对物种多样性保存及优质新品种选育具有重要意义。目前,世界各国已经建立了多种作物的种质资源库<sup>[1]</sup>。核心种质(core collection)是指用最少的种质资源数量代表最大的遗传多样性,以方便种质资源的评价、保存、管理及进一步开发利用,此概念由 Frankel<sup>[2]</sup>于 1984 年首次提出,并被 Brown<sup>[3]</sup>进一步完善。由于核心种质的数量比整个种质资源的数量少很多,极大地方便了种质资源的保存,并且更易于找到所需特性或特性组合的特殊资源。因此,核心种质构建对于遗传资源的管理与利用具有重要作用,能够有效提高育种效率和资源利用率。目前,研究者已经利用形态学性状、分子标记等构建了大豆[*Glycine max* (Linn.) Merr.]、玉米(*Zea mays* Linn.)、芝麻(*Sesamum indicum* Linn.)、荔枝(*Litchi chinensis* Sonn.)等百余种农作物及经济作物的核心种质<sup>[4-10]</sup>,梅花(*Prunus mume* Sieb. et Zucc.)、蜡梅[*Chimonanthus praecox* (Linn.) Link]、桂花(*Osmanthus fragrans* Lour.)、菊花(*Chrysanthemum morifolium* Ramat)等传统名花的核心种质构建工作也已经完成<sup>[11-18]</sup>。比较来看,形态学性状的调查、搜集具有操作方便、数据量大及费用低等优点,因此,形态学性状仍然是目前构建植物核心种质最主要、最常用的数据来源。

茶梅(*Camellia sasanqua* Thunb.)为山茶科(Theaceae)山茶属(*Camellia* Linn.)灌木或小乔木,冬春季节开花,花色丰富、花量繁多、花期较长,具有适应性强、耐修剪的特性,被广泛用于园林绿化、美化及盆栽观赏<sup>[19]</sup>,深受人们喜爱。中国拥有丰富的茶梅种质资源,并在长期栽培、应用过程中培育出大量色彩丰富、姿态各异、茶梅品种,因此,茶梅种质资源变异丰富且复杂<sup>[20]</sup>,导致其评价、保存极为困难且成本较高,进而限制了茶梅的系统研究和高效利用。

中国林业科学研究院亚热带林业研究所山茶种质资源圃保存了较多茶梅品种,为茶梅核心种质构建提供了坚实的材料基础。本研究基于 45 个表型性状,从取样比例、取样方法和聚类方法 3 个方面对资源圃中的 216 个茶梅品种进行了核心种质构建适宜方法筛选,并对采用适宜方法构建的茶梅初级核心种

质进行了有效性评价,以期茶梅种质资源高效保存与可持续利用研究提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

供试 216 个茶梅品种(附录 I)均保存于中国林业科学研究院亚热带林业研究所山茶种质资源圃(北纬 30°03'、东经 119°57',海拔 36 m)。该区域属亚热带季风性湿润气候,年均气温 18.0 °C,无霜期 260 d,年均降水量 1 477.9 mm,土壤类型以红壤为主。

### 1.2 方法

1.2.1 表型性状测定 以《植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南 山茶属》(简称《测试指南》)<sup>[21]</sup><sup>1-10</sup>中的 45 个表型性状为目标性状。于 2019—2021 年检测 216 个茶梅品种的目标性状,每个品种选取 3~4 株植株进行性状检测。参照《测试指南》<sup>[21]</sup><sup>11-17</sup>中的方法对同类性状数据进行标准化,对定性性状进行数字化处理并赋值。

1.2.2 核心种质构建取样方法和取样比例筛选 参照相关文献<sup>[22-25]</sup>中的方法,设置 10%、20% 和 30% 3 个取样比例,采用 3 种不同的混合线性模型分析方法构建茶梅核心种质,其中,方法 1 为优先取样法结合多次聚类随机取样法,方法 2 为优先取样法结合多次聚类变异度取样法,方法 3 为完全随机取样法。优先取样法指在最低分类水平下,优先抽取各组中的性状特异性高或具有极性表型值的 1 个样品;完全随机取样法指在最低分类水平下,将种质资源总群体分为若干组,并随机抽取各组中的 1 个样品;多次聚类变异度取样法指在最低分类水平下,抽取各组中具有较大平均差异度的 1 个样品;多次聚类随机取样法指在最低分类水平下,结合多次聚类的反馈信息并随机排除每组中 2 个具有较高遗传相似度的样品中的 1 个。通过对构建的核心种质的多样性指数、表型保留比率和表型频率方差进行有效性评价(即与总群体各指标进行比较),确定适宜的取样方法和取样比例。

1.2.3 核心种质构建聚类方法筛选 利用筛选出的取样方法和取样比例对茶梅核心种质构建过程中的

8种聚类方法进行筛选,分别为最短距离法、最长距离法、中间距离法、重心法、不加权类平均法、可变类平均法、可变量和离差平方和法<sup>[25]</sup>。通过对构建的核心种质的多样性指数、表型保留比率和表型频率方差进行有效性评价,筛选出适宜的聚类方法。

1.2.4 核心种质有效性评价 利用多样性指数、表型保留比率及表型频率方差3个指标评价不同方法构建的茶梅核心种质<sup>[22]</sup>。多样性指数能同时体现核心种质的变异丰富度和均匀度,且与变异丰富度和均匀度呈正相关;表型保留比率能够体现核心种质的变异丰富度,数值越大,表示变异丰富度越高,说明取样效果越好;表型频率方差可表征核心种质的变异均匀度,数值越小,表示均匀度越高,说明取样效果越好。

## 2 结果和分析

### 2.1 茶梅核心种质构建取样方法及取样比例的确定

从不同取样方法和取样比例构建的茶梅核心种质比较结果(表1)看,随着取样比例增大,3种取样方法构建的核心种质的表型保留比率和表型频率方差和完全随机取样法(方法3)构建的核心种质的多样性指数基本上逐渐增大,而优先取样法结合多次聚类随机取样法(方法1)和优先取样法结合多次聚类变异度取样法(方法2)构建的核心种质的多样性指数却逐渐减小。比较而言,采用3种取样方法在取样比例为10%、20%和30%时构建的核心种质的多样性指数总体上大于总群体,表型保留比率均小于总群体,表型频率方差总体上小于总群体。

在相同取样比例下,方法1和方法2构建的核心种质的多样性指数和表型保留比率均高于方法3,表型频率方差均低于方法3,说明方法1和方法2构建的核心种质明显优于方法3。另外,方法1和方法2在取样比例为20%和30%时构建的核心种质的表型保留比率均明显大于取样比例为10%时,且取样比例为20%时构建的核心种质的多样性指数大于取样比例为30%时,表型频率方差则小于取样比例为30%时。考虑核心种质的目的是用最少的种质资源数量代表最大的遗传多样性,故选择20%的取样比例进行茶梅核心种质构建。

### 2.2 茶梅核心种质构建聚类方法的确定

在优先取样法结合多次聚类随机取样法(方法1)和优先取样法结合多次聚类变异度取样法(方法

表1 不同取样方法和取样比例构建的茶梅核心种质比较<sup>1)</sup>  
Table 1 Comparison of *Camellia sasanqua* Thunb. core collection constructed by different sampling methods and sampling ratios<sup>1)</sup>

|                      | 取样比例/%<br>Sampling ratio | 多样性指数<br>Diversity index | 表型保留比率<br>Phenotypic retention ratio | 表型频率方差<br>Phenotypic frequency variance |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---|
| M1                   | 10                       | 1.081                    | 0.689                                | 0.059                                   |
|                      | 20                       | 1.051                    | 0.889                                | 0.064                                   |
|                      | 30                       | 1.031                    | 0.978                                | 0.068                                   |
| M2                   | 10                       | 1.081                    | 0.733                                | 0.061                                   |
|                      | 20                       | 1.074                    | 0.978                                | 0.063                                   |
|                      | 30                       | 1.036                    | 0.978                                | 0.066                                   |
| M3                   | 10                       | 0.937                    | 0.489                                | 0.087                                   |
|                      | 20                       | 0.968                    | 0.622                                | 0.079                                   |
|                      | 30                       | 0.971                    | 0.733                                | 0.078                                   |
| 总群体 Total population |                          | 0.968                    | 1.000                                | 0.077                                   |

<sup>1)</sup> M1: 优先取样法结合多次聚类随机取样法 Priority sampling method combined with multiple clustering random sampling method; M2: 优先取样法结合多次聚类变异度取样法 Priority sampling method combined with multiple clustering variability sampling method; M3: 完全随机取样法 Complete random sampling method.

2)的取样比例为20%时,采用8种聚类方法分别构建茶梅核心种质。从构建的茶梅核心种质比较结果(表2)看,取样方法为方法1时,8种聚类方法构建的茶梅核心种质的多样性指数均大于总群体,表型保留比率和表型频率方差均小于总群体,其中,可变量聚类构建的茶梅核心种质的表型保留比率最高(0.933)。取样方法为方法2时,8种聚类方法构建的茶梅核心种质的多样性指数均大于总群体,表型保留比率和表型频率方差均小于总群体,其中,重心法聚类构建的茶梅核心种质的表型保留比率最高(0.978)。

比较来看,在取样比例为20%时,采用方法2取样、重心法聚类构建的茶梅核心种质的表型保留比率和多样性指数均最高,且表型频率方差(0.063)相对较小。因此,采用优先取样法结合多次聚类变异度取样法取样(取样比例为20%),并采用重心法聚类构建的茶梅核心种质效果最好。

### 2.3 茶梅初级核心种质评价

采用筛选的适宜方法对216个茶梅品种进行初级核心种质构建,获得的核心种质包含43个品种。利用多样性指数、表型保留比率及表型频率方差对构建的茶梅初级核心种质进行有效性评价,结果见表3。初级核心种质总体表型性状的多样性指数为

表 2 相同取样方法(取样比例 20%)下不同聚类方法构建的茶梅核心种质比较

Table 2 Comparison of *Camellia sasanqua* Thunb. core collection constructed by different clustering methods under the same sampling methods with the sampling ratio of 20%

| 聚类方法<br>Clustering method  | 多样性指数<br>Diversity index | 表型保留比率<br>Phenotypic retention ratio | 表型频率方差<br>Phenotypic frequency variance |
|--|--------------------------|--------------------------------------|---|
| 优先取样法结合多次聚类随机取样法 Priority sampling method combined with multiple clustering random sampling method       |                          |                                      |   |
| 最短距离法 Single linkage method  | 1.049                    | 0.867                                | 0.065                                   |
| 最长距离法 Complete linkage method  | 1.039                    | 0.889                                | 0.067                                   |
| 中间距离法 Median method  | 1.025                    | 0.867                                | 0.074                                   |
| 重心法 Centroid method  | 1.051                    | 0.889                                | 0.064                                   |
| 不加权类平均法 Unweighted average method  | 1.044                    | 0.889                                | 0.069                                   |
| 可变类平均法 Variable average method   | 1.029                    | 0.867                                | 0.071                                   |
| 可变法 Lexible method   | 1.025                    | 0.933                                | 0.070                                   |
| 离差平方和法 Ward's method   | 1.024                    | 0.911                                | 0.071                                   |
| 优先取样法结合多次聚类变异度取样法 Priority sampling method combined with multiple clustering variability sampling method |                          |                                      |   |
| 最短距离法 Single linkage method  | 1.055                    | 0.911                                | 0.062                                   |
| 最长距离法 Complete linkage method  | 1.050                    | 0.911                                | 0.062                                   |
| 中间距离法 Median method  | 1.057                    | 0.889                                | 0.066                                   |
| 重心法 Centroid method  | 1.074                    | 0.978                                | 0.063                                   |
| 不加权类平均法 Unweighted average method  | 1.052                    | 0.911                                | 0.062                                   |
| 可变类平均法 Variable average method   | 1.023                    | 0.844                                | 0.067                                   |
| 可变法 Lexible method   | 1.031                    | 0.844                                | 0.065                                   |
| 离差平方和法 Ward's method   | 1.014                    | 0.822                                | 0.068                                   |
| 总群体 Total population   | 0.968                    | 1.000                                | 0.077                                   |

表 3 茶梅初级核心种质有效性评价

Table 3 Evaluation of effectiveness of *Camellia sasanqua* Thunb. primary core collection

| 表型性状<br>Phenotypic trait             | 多样性指数<br>Diversity index   |                                      | 表型保留比率<br>Phenotypic retention ratio |                                      | 表型频率方差<br>Phenotypic frequency variance |                                      |
|--------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
|                                      | 总群体<br>Total<br>population | 初级核心种质<br>Primary core<br>collection | 总群体<br>Total<br>population           | 初级核心种质<br>Primary core<br>collection | 总群体<br>Total<br>population              | 初级核心种质<br>Primary core<br>collection |
| 总体 Total                             | 0.968                      | 1.074                                | 1.000                                | 0.978                                | 0.077                                   | 0.063                                |
| 花型 Flower type                       | 1.480                      | 1.582                                | 1.000                                | 1.000                                | 0.023                                   | 0.016                                |
| 花冠直径 Corolla diameter                | 1.303                      | 1.440                                | 1.000                                | 1.000                                | 0.030                                   | 0.023                                |
| 花瓣内侧主要颜色 Main color inside the petal | 0.753                      | 0.849                                | 1.000                                | 1.000                                | 0.084                                   | 0.062                                |
| 花瓣厚度 Petal thickness                 | 0.948                      | 1.255                                | 1.000                                | 1.000                                | 0.067                                   | 0.033                                |
| 花瓣褶皱 Petal fold                      | 0.966                      | 1.051                                | 1.000                                | 1.000                                | 0.058                                   | 0.055                                |
| 花期 Blooming period                   | 0.802                      | 0.931                                | 1.000                                | 1.000                                | 0.074                                   | 0.047                                |
| 叶面颜色 Leaf surface color              | 1.297                      | 1.365                                | 1.000                                | 1.000                                | 0.039                                   | 0.028                                |
| 叶稠密度 Leaf density                    | 0.848                      | 0.902                                | 1.000                                | 1.000                                | 0.077                                   | 0.060                                |

1.074, 大于总群体 (0.968); 表型保留比率为 0.978, 接近于总群体 (1.000); 而表型频率方差为 0.063, 小于总群体 (0.077)。

根据供试茶梅品种间表型性状的主要差异, 从 45 个表型性状中筛选出花型、花冠直径、花瓣内侧主要颜色、花瓣厚度、花瓣褶皱、花期、叶面颜色和叶稠密度 8 个主要观赏性状对构建的初级核心种质的有效性进行检验。结果(表 3)表明: 初级核心种质的这

8 个表型性状的多样性指数均大于总群体, 表型保留比率均为 1.000, 而表型频率方差均小于总群体。

### 3 讨论和结论

中国是“世界园林之母”, 观赏植物种类繁多、种质资源丰富。虽然丰富的种质资源可为观赏植物的遗传育种、开发利用等提供坚实的物质基础, 但却给

其资源搜集与保存、保护与管理带来较大困难,不利于观赏植物的系统深入研究及高效利用<sup>[1]</sup>。核心种质可用最少的种质资源数量代表最大的遗传多样性,针对性强,利用效率高,有利于特异优质资源及基因的挖掘与利用<sup>[16]</sup>。核心种质构建的数据主要包括特征数据如表型性状、分子标记及评价鉴定数据如化学成分等,表型性状是遗传多样性的直接表现,具有变异丰富、分布均匀及简单易行的特点,尤其适合大样本群体<sup>[26]</sup>。茶梅种质资源遗传背景复杂,遗传多样性丰富,其核心种质构建具有重要意义,有利于茶梅特异花色、花型等重要观赏性状的挖掘及种质创新与利用。

采用不同取样方法构建的核心种质的遗传多样性存在明显差异<sup>[25]</sup>。目前,核心种质构建采用的取样方法主要有随机取样法、优先取样法和系统聚类取样法等。随机取样法能够保证每个样本都有同等被抽取到的可能性,但植物各性状变异的分布不一定均衡,一些重要的种质资源可能会因为取样的随机性而丢失;优先取样法和系统聚类取样法能有效减小偏差,使核心种质更具代表性和科学性<sup>[16,25]</sup>。另外,构建核心种质还需要确定合理的取样比例,过低的取样比例可能会造成重要种质丢失,而过高的取样比例则会造成样品冗余。核心种质的取样比例与原始种质数量多少有关,原始种质数量多,取样比例相对较小,反之则较大<sup>[27]</sup>,通常核心种质的取样比例为原始种质的5%~40%<sup>[16]</sup>。一般情况下,核心种质构建并无确定的取样比例,需要借助核心种质的代表性评价参数来确定适宜的取样比例,通常核心种质占原始种质5%~10%时可保留总群体70%以上的遗传变异<sup>[3]</sup>,并且,随着取样比例增大,核心种质的表型保留比率越来越接近100%,但遗传多样性指数逐渐下降<sup>[28]</sup>。因此,应确定合适的取样比例,尽可能保存较大的表型保留比率和遗传多样性指数。本研究中,优先取样法结合多次聚类变异度取样法在取样比例为20%和30%时构建的茶梅核心种质以及优先取样法结合多次聚类随机取样法在取样比例为30%时构建的茶梅核心种质的表型保留比率相等且最高(0.978),比较而言,优先取样法结合多次聚类变异度取样法在取样比例为20%时构建的茶梅核心种质的多样性指数最大,表型频率方差最小,说明利用该取样方法和取样比例构建的茶梅核心种质能够有效代表原始种质的表型性状特征和遗传多样性,因此,确定茶梅核心种

质构建的适宜取样方法为优先取样法结合多次聚类变异度取样法,适宜取样比例为20%。

园艺作物核心种质构建常用的聚类方法有离差平方和法、最短距离法、最长距离法等<sup>[29]</sup>,不同植物核心种质构建的最佳聚类方法不同,如芝麻核心种质构建的最佳聚类方法为离差平方和法<sup>[30]</sup>,陆地棉(*Gossypium hirsutum* Linn.)核心种质构建的最佳聚类方法为最短距离法<sup>[25]</sup>。本研究在优先取样法结合多次聚类随机取样法和优先取样法结合多次聚类变异度取样法2种取样方法的取样比例为20%时比较了8种聚类方法构建的茶梅核心种质情况,发现优先取样法结合多次聚类变异度取样法在取样比例为20%时,采用重心法聚类构建的茶梅核心种质的表型保留比率最高(0.978),多样性指数最大(1.074),且明显高于其他聚类方法,据此认为重心法为茶梅核心种质构建的适宜聚类方法。

目前,多数学者认为通过比较核心种质与原始种质之间的多样性指数、表型保留比率、表型频率方差等参数可客观、准确评价核心种质的有效性<sup>[16,31-33]</sup>。本研究应用多样性指数、表型保留比率、表型频率方差对筛选的最优取样方法、取样比例和聚类方法构建的茶梅初级核心种质的有效性进行评价,结果显示核心种质8个主要观赏性状和总体性状与总群体相符,能够充分代表茶梅原始种质的遗传多样性。构建的茶梅初级核心种质中只有43个茶梅品种,品种数量较整个茶梅种质资源的品种数量少很多,极大地方便了茶梅种质资源的保存,并且有利于茶梅资源的开发利用及新品种培育。

综上所述,茶梅初级核心种质构建的适宜方法为采用优先取样法结合多次聚类变异度取样法,取样比例为20%,并采用重心法聚类。利用该方法构建的茶梅初级核心种质表型保留比率达0.97以上,能够有效代表茶梅总群体的遗传多样性。

#### 参考文献:

- [1] 李辛雷,李纪元,范正琪.植物遗传资源核心种质研究进展[J].食品安全质量检测学报,2014,5(11):3733-3738.
- [2] FRANKEL O H. Genetic perspectives of germplasm conservation [M] // ARBER W, LLIMENSEE K, PEACOCK W J, et al. Genetic Manipulation: Impact on Man and Society. Cambridge: Cambridge University Press, 1984: 161-170.
- [3] BROWN A H D. Core collections: a practical approach to genetic resources management [J]. Genome, 1989, 31(2): 818-824.
- [4] 邱丽娟,曹永生,常汝镇,等.中国大豆(*Glycine max*)核心种质

- 构建 I. 取样方法研究[J]. 中国农业科学, 2003, 36(12): 1442-1449.
- [5] HAO C Y, ZHANG X Y, WANG L F, et al. Genetic diversity and core collection evaluations in common wheat germplasm from the Northwestern Spring Wheat Region in China [J]. Molecular Breeding, 2006, 17: 69-77.
- [6] 刘 娟, 廖 康, 曹 倩, 等. 利用表型性状构建新疆野杏种质资源核心种质[J]. 果树学报, 2015, 32(5): 787-796.
- [7] WANG J C, HU J, ZHANG C F, et al. Assessment on evaluating parameters of rice core collections constructed by genotypic values and molecular marker information[J]. Rice Science, 2007, 14(2): 101-110.
- [8] YAO Q L, FAN P, ZOU S X. Constructing a core collection for maize (*Zea mays* L.) landrace from Wuling Mountain region in China [J]. Agricultural Science in China, 2008, 7(12): 1423-1432.
- [9] 赵 娟, 朱凯凯, 鲍佳书, 等. 薄壳山核桃种质资源的 SSR 标记分析及数字指纹构建[J]. 植物资源与环境学报, 2023, 32(2): 10-17.
- [10] 黄小凤, 韦阳连, 袁 叶, 等. 基于 SNP 分子标记的 221 份荔枝品种(品系)的遗传多样性分析及核心种质库构建[J]. 植物资源与环境学报, 2022, 31(4): 74-84.
- [11] 赵 冰, 张启翔. 中国蜡梅种质资源核心种质的初步构建[J]. 北京林业大学学报, 2007, 29(增刊 1): 16-21.
- [12] 杨 美, 付 杰, 向巧彦, 等. 利用 AFLP 分子标记技术构建花莲核心种质资源[J]. 中国农业科学, 2011, 44(15): 3193-3205.
- [13] 张维瑞, 袁王俊, 尚富德. 基于 AFLP 分子标记的桂花品种核心种质的构建[J]. 西北植物学报, 2012, 32(7): 1349-1354.
- [14] 艾 叶, 陈 璐, 兰思仁, 等. 基于形态学性状构建建兰品种核心种质[J]. 分子植物育种, 2019, 17(23): 7924-7934.
- [15] 张 飞, 谢 伟, 陈发棣, 等. 中国菊花品种初选核心种质的代表性检验[J]. 南京农业大学学报, 2009, 32(2): 47-50.
- [16] 李嘉伟, 苏江硕, 张 飞, 等. 基于表型性状构建传统菊花核心种质[J]. 中国农业科学, 2021, 54(16): 3514-3526.
- [17] 苏 群, 王虹妍, 刘 俊, 等. 基于 SSR 荧光标记构建睡莲核心种质[J]. 园艺学报, 2023, 50(10): 2128-2138.
- [18] 明 军, 张启翔, 兰彦平. 梅花品种资源核心种质构建[J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(2): 65-69.
- [19] 徐碧玉, 林 田, 李天菲, 等. 茶梅[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2007: 1-84.
- [20] 韩国勇. 不同茶梅品种杂交亲和性分析[J]. 热带作物学报, 2018, 39(12): 2377-2382.
- [21] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 山茶属 GB/T 26911—2011[S]. 北京: 中国林业出版社, 2011: 1-10.
- [22] 胡 晋, 徐海明, 朱 军. 基因型值多次聚类法构建作物种质资源核心库[J]. 生物数学学报, 2000, 15(1): 103-109.
- [23] HU J, ZHU J, XU H M. Methods of constructing core collection by stepwise cluster with three sampling strategies based on the genotypic values of crops[J]. Theoretical and Applied Genetics, 2000, 101: 264-268.
- [24] 徐海明, 胡 晋, 朱 军. 构建作物种植资源核心库的一种有效取样方法[J]. 作物学报, 2000, 26(2): 157-162.
- [25] 徐海明, 邱英雄, 胡 晋, 等. 不同遗传距离聚类和取样方法构建作物核心种质的比较[J]. 作物学报, 2004, 30(9): 932-936.
- [26] 李洪果, 杜庆鑫, 王 淋, 等. 利用表型数据构建杜仲雌株核心种质[J]. 分子植物育种, 2017, 15(12): 5197-5209.
- [27] 李自超, 张洪亮, 曾亚文, 等. 云南地方稻种资源核心种质取样方案研究[J]. 中国农业科学, 2000, 33(5): 1-7.
- [28] 李国强, 李锡香, 沈 镛, 等. 基于形态数据的大白菜核心种质构建方法的研究[J]. 园艺学报, 2008, 35(12): 1759-1766.
- [29] 缪黎明, 王神云, 邹明华, 等. 园艺作物核心种质构建的研究进展[J]. 植物遗传资源学报, 2016, 17(5): 791-800.
- [30] 刘艳阳, 梅鸿猷, 杜振伟, 等. 基于表型和 SSR 分子标记构建芝麻核心种质[J]. 中国农业科学, 2017, 50(13): 2433-2441.
- [31] 张洪亮, 李自超, 曹永生, 等. 表型水平上检验水稻核心种质的参数比较[J]. 作物学报, 2003, 29(2): 252-257.
- [32] 李自超, 张洪亮, 曹永生, 等. 中国地方稻种资源初级核心种质取样策略研究[J]. 作物学报, 2003, 29(1): 20-24.
- [33] 李保印, 周秀梅, 张启翔. 中原牡丹品种核心种质取样策略研究[J]. 河北农业大学学报, 2009, 32(4): 20-25.

(责任编辑: 佟金凤)

## 附录 I Appendix I

|                     |                            |                     |                        |
|---------------------|----------------------------|---------------------|------------------------|
| 12月玫瑰 December Rose | 宝塚 Takarazuka              | 彩虹 Rainbow          | 大观峰 Daguanfeng         |
| N-28                | 贝蒂·帕特丽夏 Bettie Patrilica   | 插曲 Interlude        | 大和锦 Yamato-nishiki     |
| 阿萨 Asa              | 贝蒂 Betty                   | 朝仓 Asakura          | 大空 Ozora               |
| 爱德小姐 Miss Ed        | 埃米莉 Emily                  | 朝日鹤 Asahi-zuru      | 大张子 Dazhangzi          |
| 澳洲茶梅 Aozhou Chamei  | 比魏 Biwei                   | 重瓣彩虹 Double Rainbow | 大正锦 Taisho-nishiki     |
| 八重霞 Yae-gasumi      | 冰火 Binghuo                 | 重扇 Kasane-ogi       | 大朱杯 Tai-shuhai         |
| 巴布拉 Babula          | 波特琼斯 Porter Jones          | 初光 Hatsuhikari      | 丹玉 Azuma-botan-nishiki |
| 白九重 Baijiuchong     | 不二 Bu'er                   | 初镜 Chujing          | 迪阿娜 Di'ana             |
| 白乐天 Hakurakuten     | 不二雪 Bu'erxue               | 初音 Chuyin           | 丁字车 Choji-guruma       |
| 白雪姬 Shirayuki-hime  | 布鲁克西·爱德森 Brooksie Anderson | 春女神 Chunntishen     | 东歌 Dongge              |
| 百林达 Bailinda        | 财神 Bonanza                 | 春蚕 Chunzhou         | 东牡丹 Azuma-botan        |

|                         |                                   |                             |                       |
|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 东云 Shinonome            | 花见笠 Hanagasa                      | 日本锦 Ribenjin                | 新大田白 Xin Datianbai    |
| 冬冰 Dongbing             | 皇玉 Kogyoku                        | 日出之海 Hinode-no-umi          | 新乙女 Shin-otome        |
| 冬火 Donghuo              | 黄海南宝珠 Jewellery in the Yellow Sea | 日之出富士 Richu Fuji            | 星飞龙 Xingfeilong       |
| 冬乐 Dongle               | 吉良白寒椿 Kira-shiro-kantsubaki       | 荣光 Rongguang                | 星上星 Star Above Star   |
| 冬玫瑰 Dongmeigui          | 极地冰 Jidibing                      | 萨雅卡 Sayaka                  | 星纹 Star Stripes       |
| 冬曲 Dongqu               | 降雪 Snow Flurry                    | 三光锦 Sanko-nishiki           | 幸福椿 Xingfuchun        |
| 冬星 Dongxing             | 近江衣 Omi-goromo                    | 三国红 Mikuni-ko               | 幸乐 Xingle             |
| 冬雪 Dongxue              | 静海波 Jinghaibo                     | 山崎大锦 Shanqi Dajin           | 熊谷 Kumagai            |
| 发心樱 Hosshine-zakura     | 久富 Hisatomi                       | 山手 Shanshou                 | 羞红玫瑰 Blush Rosette    |
| 法国香草 French Vanilla     | 酒中花 Shuchuka                      | 闪光之村 Shining Village        | 旭 Asahi               |
| 幡罗桃 Paluotao            | 菊冬至 Kiku-toji                     | 圣诞红 Yuletide                | 旭之海 Asahi-no-mai      |
| 飞龟 Feigui               | 凯旋 Kaixuan                        | 盛妆 Shengzhuang              | 眩晕 Zazzler            |
| 飞天玉 Feitianyu           | 堪吉拉 Kanjira                       | 市房 Shifang                  | 雪山 Xueshan            |
| 绯司 Hi-no-tsukasa        | 快童丸 Kuaotongwan                   | 首饰盒 Jewel Box               | 雪月花 Setsugekka        |
| 绯威 Feiwei               | 立寒 Kanjiro                        | 蜀江锦 Shujiangjin             | 艳姿 Yanzi              |
| 绯乙女 Hi-oteme            | 立由姬 Liyouji                       | 双色玫瑰 Shishi-gashira-nishiki | 杨贵妃 Yangkuei          |
| 绯音红 Hi-inko             | 镰仓铰 Liancangjiao                  | 霜星 Frosted Star             | 曳马乙女 Hikuma-otome     |
| 绯之袴 Hi-no-hakama        | 龙光 Ryuko                          | 坦尼娅 Tanya                   | 夜樱 Yeying             |
| 肥后樱 Higo-zakura         | 卢森达 Lucinda                       | 唐衣 Kara-goromo              | 伊达锦 Yidajin           |
| 肥后入日之海 Higo-irih-no-umi | 满月 Mangetsu                       | 桃山 Taoshan                  | 一点香 Yidianxiang       |
| 费斯塔 Festa               | 梅香 Ume-ga-ka                      | 桃园 Taoyuan                  | 乙女 Otome              |
| 粉蝴蝶 Fenhudie            | 梅之风 Meizhifeng                    | 天龙舞 Tenryu-no-mai           | 银龙 Ginyu              |
| 粉玫瑰 Pink Rose           | 梅竹香 Meizhuxiang                   | 天龙红 Tianlonghong            | 银元 Silver Dollar      |
| 粉秀 Pink Shower          | 美浓牡丹 Mino-botan                   | 天女舞 Tennyu-no-mai           | 银月 Gingetsu           |
| 粉雪 Pink Snow            | 米格龙 Mignonne                      | 田之月 Tianzhiyue              | 隐山石鹿 Yinshan Shilu    |
| 敷岛 Shikishima           | 米雅 Miyagu                         | 田子之月 Tianzizhiyue           | 樱吹雪 Yingchuixue       |
| 富士之峰 Fuji-no-mine       | 棉花糖 Cotton Candy                  | 调情 Tiaoqing                 | 樱花 Yinghua            |
| 歌女 Genü                 | 名花司 Minghuasi                     | 晚霞 Sunset Clouds            | 樱镜 Yingjing           |
| 古金襴 Kokinran            | 明媚 Radiant Beauty                 | 王冠 Okan                     | 樱月夜 Sakur-zukuyo      |
| 光芒 Light                | 鸣海瀉 Narumi-gata                   | 倭姬 Yamato-hime              | 游蝶 Cho-no-asobi       |
| 国华 Guohua               | 奈良之都 Nara-no-miyako               | 雾月 Misty Moon               | 榎山 Narayama           |
| 寒秀 Hanxiu               | 欧德特 Odette                        | 夕雾 Xiwu                     | 有希 Yuki               |
| 毫岛石 Haodaoshi           | 欧蕾 Oulei                          | 希尔达 Hilda                   | 羽衣 Hogoromo           |
| 红杯子 Red Cup             | 派迪特 Paidite                       | 细条 Slim'n Trim              | 玉梅 Yumei              |
| 红绯 Hongfei              | 盼冬 Pandong                        | 香椿 Xiangchun                | 玉系 Yuxi               |
| 红菲 Hongfei              | 七福神 Qifushen                      | 香兰 Xianglan                 | 御美衣 Omi-goromo        |
| 红柳 Hongliu              | 绮丽 Cherie                         | 香尼奥 Xiang Neo               | 早珍珠 Early Pearly      |
| 红雀 Beni-suzume          | 千代鹤 Chiyozuru                     | 小鼓 Kotsuzumi                | 詹尼佛·苏珊 Jennifer Susan |
| 红云海 Hongyunhai          | 钱桑纳特 Chansonette                  | 小精灵 Elf                     | 昭和之荣 Showa-no-sakae   |
| 厚礼 Showa Supreme        | 琼玛 Jean May                       | 小铃铛 Little Bell             | 稚见樱 Zhijianying       |
| 湖畔之秋 Hupan Zhiqiu       | 琼斯 Jones                          | 小玫瑰 Little Rose             | 朱丽的乐事 Jury's Joy      |
| 花傲 Hua'ao               | 秋日破晓 Qiuri Poxiao                 | 小调 Xiaodiao                 | 朱月 Zhuyue             |
| 花大臣 Huadachen           | 钶之舞 Rirenjian                     | 笑颜 Egao                     | 紫樱红 Ziyingshong       |