

Studies on the Standard of Seedling Classification in 'Feng Dan' Tree Peony (*Paeonia ostii*)

Fangyun Cheng^{1*}, Yuan Zhong¹, Ling Yu¹, Hongli Xian², Yaping Yang³, Laqi Wang⁴, Jianjun Yan⁵, Liping Peng¹, Xingxing Xu¹

¹Beijing Key Laboratory of Ornamental Plants Germplasm Innovation & Molecular Breeding, National Engineering Research Center for Floriculture, Beijing Laboratory of Urban and Rural Ecological Environment and College of Landscape Architecture, Beijing Forestry University, Beijing

²Shaanxi Forestry Technology Extension Station, Xi'an Shaanxi

³Shanxi Luan Zhihua A & F Co. Ltd., Changzhi Shaanxi

⁴Shaanxi Yangling Jinshan Agriculture Co. Ltd., Xianyang Shaanxi

⁵Shaanxi Forestry Survey and Planning Institute, Xi'an Shaanxi

Email: *chengfy8@263.net

Received: Oct. 9th, 2017; accepted: Oct. 20th, 2017; published: Oct. 27th, 2017

Abstract

In order to set up the classification standard for 'Feng Dan' seedlings, this study surveyed 1~3 years old seedlings in their main producing areas, including Shaanxi, Anhui, Shandong and Shanxi province, etc. The elements in seedling classification were selected by correlation analysis and main factor analysis. K-means cluster analysis was used to classify the seedlings. The critical values of each class were determined by K-means cluster center \pm standard deviation. The results showed that, seedling height, ground diameter and root diameter were applied in seedling classification. The qualified 'Feng Dan' seedlings were ranked into 3 classes.

Keywords

'Feng Dan' Tree Peony (*Paeonia ostii*), Seedlings, Classification Standard, K-Means Cluster Analysis

‘凤丹’牡丹播种苗质量分级标准研究

成仿云^{1*}, 钟原¹, 于玲¹, 鲜宏利², 杨亚平³, 王拉歧⁴, 晏健钧⁵, 彭丽平¹, 徐兴兴¹

¹花卉种质创新与分子育种北京市重点实验室, 国家花卉工程技术研究中心, 城乡生态环境北京实验室, 北京林业大学园林学院, 北京

*通讯作者。

文章引用: 成仿云, 钟原, 于玲, 鲜宏利, 杨亚平, 王拉歧, 晏健钧, 彭丽平, 徐兴兴. ‘凤丹’牡丹播种苗质量分级标准研究[J]. 农业科学, 2017, 7(7): 506-513. DOI: 10.12677/hjas.2017.77066

²陕西省林业技术推广总站, 陕西 西安

³山西潞安智华农林科技有限公司, 陕西 长治

⁴陕西杨凌金山农业科技有限责任公司, 陕西 咸阳

⁵陕西省林业调查规划院, 陕西 西安

Email: chengfy8@263.net

收稿日期: 2017年10月9日; 录用日期: 2017年10月20日; 发布日期: 2017年10月27日

摘要

为了制定合理适用的油用‘凤丹’牡丹播种苗分级标准, 本研究在陕西、安徽、山东、山西等‘凤丹’主产区, 对1~3年生播种苗生长进行了系统抽样调查, 通过相关性分析与主成分分析研究可作为种苗质量分级的指标, 然后采用K-均值聚类法对种苗进行分级, 再利用聚类中心±标准差法确定每个等级的临界值。结果表明, 苗高、地径与根粗可作为种苗质量分级的指标, 可把‘凤丹’牡丹合格播种苗划分为三个等级。

关键词

‘凤丹’牡丹, 播种苗, 分级标准, K-均值聚类分析

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

‘凤丹’牡丹(*Paeonia ostii* ‘Feng Dan’)是我国重要的栽培牡丹资源之一, 开白色单瓣花, 结实性强, 适应性广, 长期作为药用牡丹与观赏牡丹嫁接砧木使用[1] [2]。2014年12月26日, 国务院办公厅发布了《关于加快木本油料产业发展的意见》, 把油用牡丹确定为我国主要木本油料资源之一, ‘凤丹’作为油用牡丹的主栽品种, 在全国得到了快速推广。据不完全统计, 在短短的几年中, ‘凤丹’牡丹栽培面积已逾1000万亩。播种繁殖是‘凤丹’种苗繁殖的唯一途径[3], 由于‘凤丹’是一种天然异花传粉植物, 经过长期栽培后, 已经在遗传上高度杂合。种子遗传品质的差异以及栽培条件的不同, 造成了播种苗品质差异显著, 研究建立科学合理的种苗质量分级标准, 已成为油用‘凤丹’种苗生产与推广栽培中当务之急。虽然针对观赏牡丹(*P. suffruticosa*)种苗质量, 已经制定了一些地方与行业标准[4] [5] [6], 但由于观赏牡丹品种的繁殖生产方式与‘凤丹’牡丹完全不同, 因此, 研究‘凤丹’牡丹播种苗质量分级标准, 对改进播种育苗技术、规范种苗市场、以及推广高产栽培技术都具有现实指导意义, 是目前我国油用牡丹生产发展中亟待解决的重要问题。

2. 材料与方法

2.1. 研究材料、地点

在陕西、安徽、山东与山西省等‘凤丹’牡丹主产区, 选取陕西省杨凌市金山农业科技有限责任公司基地(陕西杨凌)、陕西省渭南市华县瓜坡镇黄家村与孔村(陕西渭南)、陕西省商洛市商州区张村镇杜沟

村(陕西商洛)、安徽省铜陵市瑞璞牡丹产业发展有限公司基地(安徽铜陵)、安徽省亳州市谯城区五马镇李阁子村山(安徽亳州)、山东省菏泽市牡丹区小留镇小留村(山东小留)、山东省菏泽市盛华牡丹园(山东盛华)与山西省长治市潞安集团牡丹基地(山西长治)等共 9 个苗圃,对 1~3 年生播种苗进行抽样调查,其中 1 年生种苗在上述 9 个苗圃全部调查,2 年生与 3 年生种苗在除山西长治与山东小留以外的 7 个苗圃调查。

2.2. 调查方法与内容

于 2014 年 8 月下旬~9 月上旬,当‘凤丹’牡丹地上部分生长停止后进行调查。采用系统抽样法,从不同产地苗圃选定不同苗龄的播种苗样方,每个苗圃平均划分 60 个样方,每样方随机抽取 1 株,共计 60 株,分别测定苗高、地径、枝条数、当年生枝长、当年生枝粗、主根长、根粗、侧根数、根鲜重等指标。苗高、当年生枝长、根长使用钢卷尺测量(精度 0.1 cm);地径、当年生枝粗、根粗用游标卡尺测量(精度 0.01 cm);鲜重是将种苗自根茎交接处断开,洗净晾干后测定。

各项指标的测定标准为:苗高(cm)即茎长,指从播种苗顶芽到地面(土痕处)的枝条长度;地径(mm),指苗干基部土痕处的直径;枝条数,指地上部分活体枝的数量;当年生枝长,指当年生新枝的顶端到基部的距离;当年生枝粗,指当年生新枝基部(芽鳞痕)以上 1 cm 处的直径;根长指主根长,自主根上部侧根产生部位至根端的距离;根粗(mm)指主根粗,是主根最粗处的直径,一般在侧根即将产生部位;侧根数,指除主根外,粗度大于 0.2 cm 侧根数量;鲜重是鲜活的植物采集后洗净晾干立刻测出的重量。

2.3. 数据统计与分析方法

对各项调查指标进行相关性分析和主成分分析,确定‘凤丹’播种苗分级指标;将所有分级指标的原始数据标准化后,采用 K-均值聚类分析[7] [8] [9] [10],按类间距离大小依次划分种苗质量等级类别,采用聚类中心 \pm 标准差法确定临界值,即以各级种苗的聚类中心减去该级种苗标准差作为该级种苗分级标准的下限值,最后按照最低定级原则制定分级标准,即任一指标若达不到该等级播种苗标准时则降为下一级。

采用 SPSS18.0 软件对数据进行统计分析。

3. 结果与分析

3.1. ‘凤丹’播种苗质量分级的指标

相关分析结果(表 1)表明,鲜重为‘凤丹’播种苗各种性状指标相关的中心,能综合地反映种苗质量。各项指标与鲜重相关的紧密程度,在 1 年生种苗中依次为根粗、地径、侧根数、苗高与主根长,且极显著相关;在 2 年生种苗中依次为地径、根粗、侧根数、当年生枝粗、苗高、当年生枝长、主根长与枝条数,除枝条数以外的各相关性均极显著;在 3 年生种苗中依次为当年生枝粗、根粗、地径、侧根数、当年生枝长、苗高、主根长与枝条数,除枝条数不显著、主根长显著外,其余的相关性均极显著。另外,各苗龄播种苗的侧根数与根粗相关性较强,说明二者反映的根部信息重复;而 2、3 年生苗的当年生枝长与苗高、当年生枝粗与地径极显著相关,说明它们所反映的信息重复。

主成分分析结果(表 2)表明,前 4 个主成分累计贡献率,在 1~3 年生播种苗中分别达到 94.305%、90.268%、91.267%,说明它们基本包含了全部的指标信息,且第 1 主成分的方差贡献率最高。第 1 主成分的系数大小,在 1 年生苗的在依次为鲜重、根粗、地径、侧根数、苗高、主根长,在 2 年生苗依次为地径、当年生枝粗、根粗、鲜重、苗高、侧根数、当年生枝长、主根长、枝条数,在 3 年生苗中依次为鲜重、当年生枝粗、地径、根粗、侧根数、当年生枝长、苗高、主根长、枝条数。

由于反映种苗质量的各指标间密切相关,其中有些指标的信息往往相互重叠,因而研究确定既能反

Table 1. Correlation analysis of 1~3 years old *Paeonia ostii* ‘Fengdan’ seedlings indexes
表 1. ‘凤丹’牡丹 1~3 年生播种苗各指标相关性分析

种苗	指标	苗高 (cm)	地径 (mm)	枝条数	当年生枝长 (cm)	当年生枝粗 (mm)	主根长 (cm)	根粗 (mm)	侧根数
1 年生	地径(cm)	0.374**							
	主根长(cm)	0.204*	0.108						
	根粗(cm)	0.408**	0.818**				0.161		
	侧根数	0.329**	0.438**				0.021	0.446**	
	鲜重(g)	0.540**	0.759**				0.279**	0.791**	0.602**
2 年生	地径(mm)	0.588**							
	枝条数	-0.019	0.032						
	当年生枝长	0.905**	0.482**	-0.072					
	当年生枝粗	0.730**	0.865**	-0.054	0.669**				
	主根长(cm)	0.054	0.077	-0.075	0.085	0.114			
	根粗(mm)	0.519**	0.887**	0.036	0.424**	0.811**	0.008		
	侧根数	0.326**	0.676**	0.128	0.189	0.528**	-0.114	0.670**	
3 年生	鲜重(g)	0.436**	0.831**	0.049	0.355**	0.734**	0.193**	0.818**	0.799**
	地径(cm)	0.592**							
	枝条数	-0.163	-0.132						
	当年生枝长	0.829**	0.591**	-0.148					
	当年生枝粗	0.702**	0.821**	-0.140	0.743**				
	主根长(cm)	0.138	0.215*	0.016	0.292**	0.234*			
	根粗(cm)	0.586**	0.843**	-0.111	0.569**	0.764**	0.162		
	侧根数	0.507**	0.761**	-0.099	0.528**	0.755**	-0.012	0.802**	
鲜重(g)	0.682**	0.862**	-0.111	0.710**	0.874**	0.240*	0.867**	0.795**	

注: **表示各指标在 0.01 水平上呈极显著相关。

映苗木质量, 又易于测量、便于应用的少数指标, 是进行种苗分级、评价种苗质量的关键。换句话说, 在确定种苗质量的分级指标时, 既要考虑到有足够的信息量, 也要考虑生产实践中的可操作性。在与‘凤丹’牡丹播种苗质量密切相关的各项指标中, 根粗能较好地涵盖侧根数反映的信息, 苗高、地径能够较好地涵盖当年生枝长、当年生枝粗所反映的信息; 而鲜重和侧根数虽然与种苗质量关系密切, 但在生产实际中观测比较麻烦, 可操作性不强。因此, 根据上述相关性和主成分分析的结果, 我们确定苗高、地径、根粗作为‘凤丹’1~3 年生播种苗质量分级的指标较为合理。

3.2. ‘凤丹’播种苗质量分级的标准

对苗高、地径、根粗进行 K 均值聚类方差分析, 结果表明这三项指标在各苗龄种苗中的差异性均达到极显著性水平(表 3), 说明它们对播种苗质量的影响显著, 其分级数值, 就是种苗质量分级标准的主要内容。于是, 我们根据最终聚类中心值和标准差(表 4), 采用聚类中心 \pm 标准差法确定种苗质量等级的临界值, 划分出‘凤丹’1~3 年生播种苗质量分级标准(表 5)。按此标准, ‘凤丹’播种苗可以分为 I~

Table 2. Main factor analysis of *Paeonia ostii* 'Fengdan' seedlings indexes
表 2. '凤丹' 播种苗主成分分析

项目	主成分				
	1	2	3	4	
特征根	3.317	1.016	0.711	0.614	
方差贡献率(%)	55.276	16.941	11.852	10.235	
积累方差贡献率(%)	55.276	72.217	84.069	94.305	
1 年生	特征向量 苗高	0.347	0.229	0.718	-0.538
	地径	0.472	-0.164	-0.395	-0.180
	主根长	0.152	0.909	-0.158	0.319
	根粗	0.484	-0.098	-0.361	-0.166
	侧根数	0.367	-0.290	0.418	0.737
	鲜重	0.515	0.028	-0.033	0.064
	特征根	4.842	1.398	1.056	0.92
方差贡献率(%)	53.801	15.532	11.739	10.218	
积累方差贡献率(%)	53.801	69.332	81.071	91.289	
2 年生	特征向量 苗高	0.342	-0.431	-0.287	0.125
	地径	0.424	0.117	0.069	-0.041
	枝条数	0.009	0.381	-0.369	0.840
	当年生枝长	0.305	-0.535	-0.273	0.126
	当年生枝粗	0.420	-0.117	0.017	-0.029
	主根长	0.043	-0.255	0.799	0.485
	根粗	0.408	0.179	0.043	-0.094
	侧根数	0.329	0.441	-0.006	-0.127
	鲜重	0.396	0.253	0.248	-0.001
	特征根	5.437	1.062	0.994	0.721
方差贡献率(%)	60.41	11.802	11.04	8.015	
积累方差贡献率(%)	60.41	72.212	83.252	91.267	
3 年生	特征向量 苗高	0.339	0.070	-0.194	0.588
	地径	0.386	-0.056	0.106	-0.261
	枝条数	-0.075	0.304	0.902	0.297
	当年生枝长	0.348	0.220	-0.199	0.483
	当年生枝粗	0.398	0.017	0.015	0.011
	主根长	0.108	0.863	-0.147	-0.395
	根粗	0.381	-0.121	0.155	-0.256
	侧根数	0.357	-0.302	0.212	-0.188
	鲜重	0.407	-0.005	0.090	-0.100

Table 3. K-means cluster F-value variance analysis results of *Paeonia ostii* 'Fengdan' seedlings classification indexes
表 3. '凤丹' 牡丹播种苗分级指标 K 均值聚类方差分析结果

项目	聚类		误差		F	P	
	均方	df	均方	df			
1 年生	苗高(cm)	119.395	2	0.504	477	237.089	0.000
	地径(cm)	127.510	2	0.470	477	271.550	0.000
	根粗(cm)	146.545	2	0.390	477	376.002	0.000
2 年生	苗高(cm)	110.232	2	0.476	417	231.530	0.000
	地径(cm)	152.474	2	0.274	417	557.484	0.000
	根粗(cm)	150.316	2	0.284	417	529.548	0.000
3 年生	苗高(cm)	124.607	2	0.407	417	306.037	0.000
	地径(cm)	145.678	2	0.306	417	475.915	0.000
	根粗(cm)	143.101	2	0.318	417	449.353	0.000

注: df 表示自由度, F 表示均方差的比值, P 表示显著性的值。

Table 4. K-means cluster center and standard deviation of *Paeonia ostii* 'Fengdan' seedlings classification indexes
表 4. '凤丹' 牡丹播种苗分级指标 K 均值聚类最终聚类中心值和标准差

项目	I 级		II 级		III 级		
	聚类中心	标准差	聚类中心	标准差	聚类中心	标准差	
1 年生	苗高(cm)	6.361	1.213	3.796	1.100	3.451	1.275
	地径(cm)	0.534	0.094	0.405	0.108	0.324	0.075
	根粗(cm)	0.692	0.081	0.622	0.107	0.465	0.084
2 年生	苗高(cm)	11.366	2.056	8.292	1.827	6.039	1.571
	地径(cm)	0.859	0.117	0.645	0.095	0.445	0.081
	根粗(cm)	1.192	0.150	0.928	0.098	0.712	0.095
3 年生	苗高(cm)	23.977	5.538	16.778	4.500	10.227	3.063
	地径(cm)	1.062	0.124	0.840	0.093	0.633	0.107
	根粗(cm)	1.462	0.215	1.138	0.109	0.924	0.133

Table 5. Quality classification standard of *Paeonia ostii* 'Fengdan' seedlings
表 5. '凤丹' 牡丹播种苗质量分级标准

项目	等级			
	I 级	II 级	III 级	
1 年生	苗高(cm)	≥5.00	≥2.50	≥2.00
	地径(cm)	≥0.40	≥0.30	≥0.25
	根粗(cm)	≥0.60	≥0.50	≥0.35
2 年生	苗高(cm)	≥9.00	≥6.00	≥4.50
	地径(cm)	≥0.70	≥0.50	≥0.35
	根粗(cm)	≥1.00	≥0.80	≥0.60
3 年生	苗高(cm)	≥18.00	≥12.00	≥7.00
	地径(cm)	≥0.90	≥0.70	≥0.50
	根粗(cm)	≥1.20	≥1.00	≥0.80

Ⅲ级合格苗与级外不合格苗,不同地区合格苗中的种苗等级差异明显。在480株1年生观测苗中,I级、Ⅱ级、Ⅲ级与级外种苗的占比分别是12.29%、52.29%、24.58%与10.83%,其中陕西杨凌的Ⅰ级种苗比例最大(31.67%),山东菏泽的合格种苗比例最大(98.33%);在420株2年生观测苗中,I级、Ⅱ级、Ⅲ级与级外种苗占比分别是16.19%、47.38%、24.05%与12.38%,其中山东省菏泽的Ⅰ级种苗(40.00%)比例最大,陕西省华县其次(35.00%);在420株3年生观测苗中,I级、Ⅱ级、Ⅲ级与级外种苗的占比分别是16.19%、40.24%、30.71%与12.86%,其中山东菏泽的Ⅰ级种苗(41.67%)与合格种苗(98.33%)比例最大,山西长治其次(36.67%)(表6)。

4. 结论与讨论

苗木质量分级,首先要选择能够全面准确地反映苗木质量的指标。研究表明,苗木的地径与根系、根系干重、苗冠干重、苗木总干重都成正相关[11],因此经常利用地径指标来衡量苗木根系质量,并将苗高、地径两个较容易获得的指标作为质量分级的主要指标[12][13]。本研究通过相关分析和主成分分析发现,苗高、地径与根粗三项指标,可作为‘凤丹’种苗质量分级指标,适用于1~3年不同苗龄的种苗,其一致性好、易于测量、便于应用,同时它们能够全面反映‘凤丹’播种苗的生长发育状况,对指导与规范化育苗栽培技术有重要参考价值。

科学的分级方法,是制定苗木种苗质量分级标准的基础。在种苗质量分级的研究中,聚类分析法较标准差法更加系统、科学[12][13][14],且多采用逐步聚类的方法[15][16]。K-均值聚类是一种基于划分的逐步聚类算法,运算简单高效,易实现对大规模数据集的聚类,是常用的聚类算法之一[7],在划分苗木质量等级的研究中广为应用[8][9][10]。在聚类分析划分种苗等级后,对种苗分级临界值的确定往往采用聚类分级临界点法和聚类中心±标准差法,许多研究认为后者更加适合生产需要[17][18]。本研究就是先采用K-均值聚类算法分级,再利用聚类中心±标准差法确定临界值,并结合生产实践进行微调,最终制定了‘凤丹’1~3年生播种苗质量分级标准,为种苗规范化生产与市场交流提供了科学依据。在实际种苗分选过程中,除依据该分级标准外,还应辅助考虑芽饱满、生长充实、无病虫害、无机械损伤等条件,以便有效保证种苗质量。

Table 6. Quality level proportion of different area of *Paeonia ostii* ‘Feng Dan’ seedlings

表 6. 不同产地‘凤丹’牡丹播种苗质量级别类型比例

地点	等级(%)											
	1年生				2年生				3年生			
	I级	Ⅱ级	Ⅲ级	级外	I级	Ⅱ级	Ⅲ级	级外	I级	Ⅱ级	Ⅲ级	级外
全部	12.29	52.29	24.58	10.83	16.19	47.38	24.05	12.38	16.19	40.24	30.71	12.86
陕西杨凌	31.67	40.00	18.33	10.00	3.33	56.67	31.67	8.33	1.67	45.00	43.33	10.00
陕西华县	8.33	63.33	23.33	5.00	35.00	55.00	5.00	5.00	8.33	38.33	36.67	16.67
陕西商州	1.67	23.33	48.33	26.67	1.67	26.67	41.67	30.00	5.00	38.33	35.00	21.67
安徽铜陵	5.00	40.00	31.67	23.33	13.33	51.67	21.67	13.33	8.33	43.33	35.00	13.33
安徽亳州	18.33	61.67	16.67	3.33	16.67	55.00	21.67	6.67	11.67	31.67	30.00	26.67
山东小留	10.00	55.00	26.67	8.33	3.33	35.00	38.33	23.33	-	-	-	-
山东菏泽	21.67	68.33	8.33	1.67	40.00	51.67	8.33	0.00	41.67	41.67	15.00	1.67
山西长治	1.67	66.67	23.33	8.33	-	-	-	-	36.67	43.33	20.00	0.00

注: I级、Ⅱ级、Ⅲ级种苗为合格苗,级外种苗为不合格苗。

按本研究制定的标准进行质量分级,我们发现不同地区‘凤丹’播种苗的差异明显。究其原因,是与其它植物一样,‘凤丹’播种苗的质量同样受播种密度与栽培条件的影响[19][20]。目前,对‘凤丹’牡丹播种量、育苗密度以及苗木抚育缺乏科学研究,生产中播种密度过大(10~20 万株/亩不等)、管理粗放,加上无种子质量标准,直接导致种苗质量混乱。本研究发现,不仅优质的 I 级苗在各苗龄种苗中的比例不到 17%,而且随着苗龄增加, I~III 级合格种苗的比例有所下降、级外不合格种苗比例上升,反映出随着留床时间延长,苗木生长竞争加剧,质量差异扩大。因此,我们认为应结合播种前对种子筛选分级,适当减少单位面积播种量,或适时进行间苗,或通过移植等合理降低苗木密度,同时加强肥水管理,以便提高育苗质量,提供更多优质壮苗,为建立以种苗分级为基础的高产栽培技术创造条件。

基金项目

陕西油用牡丹产业关键技术研究示范项目(20140220)。

参考文献 (References)

- [1] 成仿云,杜秀娟. 低温与赤霉素处理对‘凤丹’牡丹种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 园艺学报, 2008, 35(4): 553-558.
- [2] 李嘉珏. 中国牡丹[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 2011: 42-48.
- [3] 成仿云,李嘉珏,陈德忠. 中国野生牡丹自然繁殖特性的研究[J]. 园艺学报, 1997, 24(2): 180-184.
- [4] 河南省质量技术监督局. DB41/T 300-2002, 洛阳牡丹种苗质量标准[S]. 北京: 中国地方标准备案公告, 2012.
- [5] 陈俊强. 牡丹苗木质量标准的研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京林业大学, 2005.
- [6] 国家林业局. LY/T 1665-2006, 牡丹苗木质量[S]. 北京: 中国行业标准备案公告, 2006.
- [7] 谢娟英,蒋帅,王春霞,等. 一种改进的全局 K-均值聚类算法[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2010, 38(2): 18-22.
- [8] 雷志强,张寿文,刘华,等. 车前种子种苗分级标准的研究[J]. 江西中医学院学报, 2007, 19(5): 65-68.
- [9] 李瑞杰,陈垣,郭凤霞,等. 素花党参种苗质量分级标准研究[J]. 中国中药杂志, 2012, 37(2): 3041-3046.
- [10] 孙云波,陈垣,郭凤霞,等. 掌叶大黄种子质量分级标准研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2014, 49(4): 33-39.
- [11] 张香凝,孙向阳,王保平,等. *Larrea tridentate* 地径、根系及枝相关关系的研究[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(4): 35-38.
- [12] 窦全琴,仲磊,张敏,等. 榉树苗木质量分级研究[J]. 江苏林业科技, 2009, 36(1): 1-4, 14.
- [13] 王俊,胡庭兴,冯德宾,等. 凉山州主要造林树种苗木分级标准研究[J]. 四川农业大学学报, 2007, 25(4): 498-501.
- [14] 张水生. 千年桐苗木质量评价研究[J]. 防护林科技, 2014(1): 29-32.
- [15] 余远琨. 苗木分级指标的提取及聚类分级法[J]. 热带林业科技, 1984(3): 18-26.
- [16] 马跃,湛红辉,李武志,等. 望天树苗木分级技术研究[J]. 西北林学院学报, 2012, 27(4): 153-156.
- [17] 蒋水元,李虹,黄夕洋,等. 两面针苗木分级标准的研究[J]. 福建林业科技, 2010, 37(4): 87-90.
- [18] 王生华. 草珊瑚实生苗年生长规律和分级标准研究[J]. 福建农业学报, 2013, 28(10): 993-998.
- [19] 成仿云. 园林苗圃学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2012: 149-172.
- [20] Umarani, R., Bharathi, A. and Karivaratharaju, T.V. (1997) Effect of Seed Size and Depth of Sowing on Germination and Seedling Growth of *Casuarina equisetifolia*. *Journal of Tropical Forest Science*, **10**, 275-276.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2164-5507，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：hjas@hanspub.org