

草花混播景观评价技术研究

许超, 秦贺兰, 梁芳 (北京市园林绿化科学研究院/绿化植物育种北京市重点实验室, 北京 100102)

摘要 为了有效指导草花混播草的应用, 为建设者、管理者提供评价草花混播应用效果的依据, 采用 AHP 层次分析法从外观质量、生态质量和应用质量 3 个方面对草花混播进行综合评价, 建立了草花混播景观评价体系, 并通过了一致性检验。该体系可在草花混播配方筛选时, 对其进行应用评价, 进而选出优良的草花混播组合。

关键词 草花混播; 景观评价; 层次分析法

中图分类号 S688 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)24-0125-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.24.030



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Establishment of Landscape Evaluation System for Flower Meadow

XU Chao, QIN He-lan, LIANG Fang (Beijing Key Laboratory of Greening Plants Breeding, Beijing Institute of Landscape Architecture, Beijing 100102)

Abstract In order to effectively guide the application of flower meadow, and provide the basis for the construction and management to evaluate the application effect of flower meadow, in this paper, the AHP method was used to comprehensively evaluate flower meadow from three aspects: appearance quality, ecological quality and application quality, the landscape evaluation system of flower meadow was established and passed the consistency test. This system can be used to evaluate the flower meadow, and then select the best one.

Key words Flower meadow; Landscape evaluation; AHP

草花混播, 又称野花组合、缀花草地, 国外称之为“Flower Meadow”, 是人们以野花草甸的自然景观效果为参照, 将多种花卉种子组合播种, 从而营造自然景观的一种花卉组合类型^[1]。景观评价(landscape evaluation)从 20 世纪 60 年代发展到 80 年近已经比较成熟, 尤其注重对评价模型和评价方法的可靠研究。AHP 法, 即层次分析法, 是将多指标进行分级, 然后计算指标权重的方法^[2]。是将原本复杂的评估主体分成多个层次, 对每一层次中所包含的各个指标的重要性进行两两比较, 确定权重。通过对元素定量、计算, 得出评估结果^[3]。目前, 缺乏有效的评价体系作为指导是建设者和管理者面临的难题。笔者采用 AHP 层次分析法对草花混播进行综合评价, 建立其景观评价体系, 该体系可在草花混播配方筛选时, 对其进行应用评价, 进而选出优良的草花混播组合。

1 研究方法

使用层次分析法的基本步骤为: ①将待评价目标分解出多层次因素, 各层级因素建立一个完整的指标体系, 亦称为多级递阶结构模型; ②对指标体系中的同一层级因素按照对比标度进行两两对比, 且逐级进行, 最后建立判断矩阵; ③根据各判断矩阵, 逐一进行单层次各元素相对权重, 并检验其一致性; ④计算指标体系下的总体权重, 并检验其一致性^[4](图 1)。

2 评价体系建立

2.1 评价指标的选择 使用层次分析法第一步即选择评价指标, 进而构建指标体系^[5]。植物景观评价中, 无论使用哪种评价方法, 思路都是将评价目标进行分层分析, 实质都是使用数学模型来平衡不确定的因素关系, 因此指标层的分类和总结尤为重要, 评价指标的选择决定该体系建立的成败。评价指标应能够全面地表达评价目标所涵盖的内容, 层次清

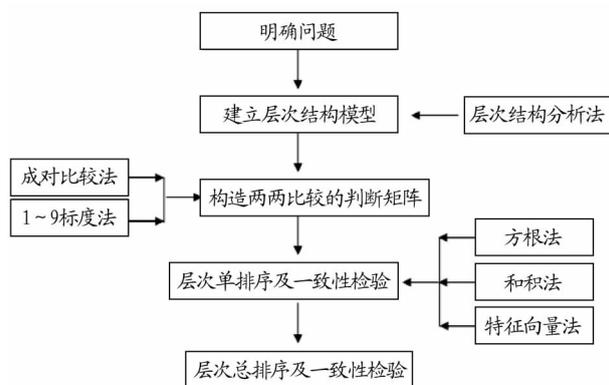


图 1 AHP 法基本步骤

Fig.1 Basic steps of AHP

晰, 逻辑关系明确^[6]。同时, 所选取的指标应注重可操作性, 可以通过一定的方法测量或评估分值, 各项指标之间能相互比较。

园林植物景观是通过人工建植的方式, 将个体的园林植物构建成为植物群落, 并充分利用园林植物的观赏特性及组合群落的特点, 形成的使人产生联想和感受到美的景观^[7]。而园林植物的功能包括美化功能、生态功能、经济功能、文化功能等。草花混播作为人工植物景观类型的一种, 对其进行评价的内容除了应考虑其所创造的园林植物的各类功能外, 还应结合草花混播的自身特点, 将人工建植、养护管理等应用质量作为其评价内容的一部分。基于以上考虑, 将草花混播的评价指标确定为外观质量、生态质量以及应用质量, 即草花混播评价层次结构模型中的准则层。

2.2 评价因子的选定

2.2.1 外观质量评价因子的选定。 园林植物景观的观赏性是其最突出的功能之一。草花混播的观赏特性, 除了组合中各类植物本身的观赏性(包括花色、花枝量、花期、叶色、株型等)外, 还应包括各类植物组合成一个整体的观赏性, 从空间

构成(季相变化、空间形态变化)、色彩构成(花色、叶色的色彩丰富度、饱和度)、平面构成(花型、比例尺度合理性、植物质感)等角度来评价其观赏特性^[8]。通过对研究园林植物方向的15名高级工程师及以上级别的科研人员进行问卷调查,筛选出花期持续时间、色彩构成、景观层次性、景观时序性为草花混播评价体系中外观质量评价因子。

2.2.2 生态质量评价因子的选定。不同尺度下的园林植物景观评价重点不同,将其园林植物景观根据空间面积划分为大尺度园林植物景观(面积 $\geq 10 \text{ hm}^2$)、中尺度园林植物景观(面积在 $5 \sim 10 \text{ hm}^2$)、小尺度园林植物景观(面积 $< 5 \text{ hm}^2$)^[9]。其中,小尺度园林植物景观的主要评价重点应侧重结构和功能。根据草花混播普遍应用尺度及其自身特点,总结了组合中植物种类、多样性、花盖度、群落稳定性、降温降噪、减少水土流失等改善环境的功能等^[10]。通过对研究园林植物方向的15名高级工程师及以上级别的科研人员进行问卷调查,结果筛选出物种丰富度、水土保持性、生活型多样性作为草花混播评价体系中生态质量评价因子。

2.2.3 应用质量评价因子的选定。上述提及草花混播作为

一种人工建植的景观类型,除了评价其所具有的观赏价值、生态价值以外,还应考虑景观建植、养护的投入以及建植完成后的景观持续时间。因此,草花混播评价体系中应用质量的评价因子选定为景观建植成本、景观管理频度以及景观持续性。

2.3 建立层次结构模型 根据“2.1”中选择的评价指标及“2.2”中各指标选定的评价因子,建立递阶层次结构模型(图2)。如图2所示,目标层为草花混播景观评价,旨在为草花混播的选择提供依据。而准则层,除了包含外观质量指标、生态质量指标以外,还包括应用质量指标。准则层的3个指标其下又分别设置了共10个评价因子,这10个评价因子组成因子层。

2.4 各评价因子评分标准的确定 根据对草花混播观赏特性、生态特性、应用特性等因素的调查结果,在符合草花混播实际情况的基础上,本着定量与定性结合、量化指标易获取、可操作性强等原则,制订各因子的评分标准,评分标准采用15分制,具体内容见表1。

表1 各评价因子的评分标准

Table 1 Evaluation criteria of each evaluation factor

评价因子 Evaluation factor	序号 No.	等级评分 Rating	分值 Score
花期持续时间 Flowering duration	1	花期持续时间长, $>180 \text{ d}$	15
	2	花期持续时间较长, $120 \sim 180 \text{ d}$	10
	3	花期持续时间短, $60 \sim 119 \text{ d}$	5
色彩构成 Color composition	1	整个群落色彩变化丰富,自然协调,布局均衡,具备5种以上花色	15
	2	整个群落色彩有一定变化,变化小而略显单调,花色较丰富,达3种以上	10
	3	色彩单调且无变化,花色1~2种	5
景观层次性 Landscape hierarchy	1	整体景观效果错落有致,自然富有变化,高、中、低层次感强	15
	2	整体景观效果层次变化较丰富,能具备2个层次	10
	3	无层次感	5
景观时序性 Landscape timing	1	有连续的时序景观,春、夏、秋三季季相变化明显,景观效果好	15
	2	有两季的时序景观,季相特征明显	10
	3	只有一个季节的景观,无季相变化	5
物种丰富度 Species richness	1	组合中有 ≥ 11 种花卉种类	15
	2	组合中有6~10种	10
	3	组合中 ≤ 5 种花卉种类	5
水土保持性(盖度) Water and soil conservation (coverage)	1	组合中景观花卉盖度 $\geq 80\%$	15
	2	组合中景观花卉盖度 $61\% \sim 79\%$	10
	3	景观花卉盖度 $\leq 60\%$	5
植物生活型多样性 Diversity of plant life forms	1	组合中植物生活型包括多年生及一、二年生,且宿根等多年生 $\geq 60\%$	15
	2	组合中植物生活型包括多年生及一、二年生,且宿根等多年生 $< 60\%$	10
	3	组合中植物生活型多年生或一、二年生生活型仅出现1种	5
景观建植成本 Landscape construction cost	1	建植时使用花卉种子平均价格 $< 2 \text{ 元/m}^2$	15
	2	建植时使用花卉种子平均价格 $2 \sim 3 \text{ 元/m}^2$	10
	3	建植时使用花卉种子平均价格 $> 3 \text{ 元/m}^2$	5
景观管理频度 Landscape management frequency	1	抑制杂草能力强,管理频度低,生长旺盛期平均每月浇水、施肥、打药总次数不超过2次	15
	2	抑制杂草能力一般,管理频度中等,生长旺盛期平均每月浇水、施肥、打药总次数 $2 \sim 4$ 次	10
	3	杂草较多,管理频度高,生长旺盛期平均每月浇水、施肥、打药总次数超过4次	5
景观持续性 Landscape sustainability	1	景观适应性强,持续时间 $3 \sim 4$ 年	15
	2	景观适应性中等,持续时间 $2 \sim < 3$ 年	10
	3	景观适应性差,持续时间 < 2 年	5

2.5 构造判断矩阵 比例标度是构造判断矩阵的关键。通过对比,结合草花混播评价模型特点,选用了常见的1~9比例标度进行判断,1~9比例标度所代表的含义:1,2个评价因子比较,同等重要;3,2个评价因子比较,前者略微重要;5,2

个评价因子比较,前者明显重要;7,2个评价因子比较,前者强烈重要;9,2个评价因子比较,前者极其重要;2,4、6、8,2个评价因子比较,重要性是以上判断的中间值。

2.6 层次单排序及一致性检验 层次单排序是计算判断矩

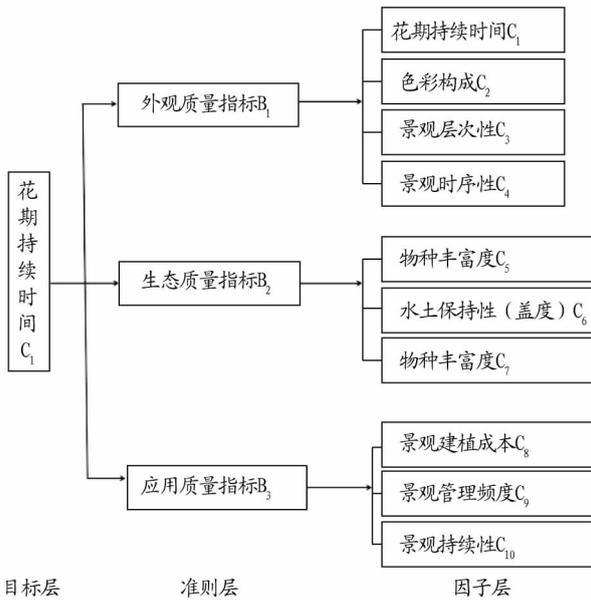


图 2 草花混播评价层次模型

Fig. 2 Evaluation of hierarchical model for landscape floral combination

阵的最大特征根和相应的特征向量,实际上是计算层次分析模型各层次中的评价指标及评价因子在该层次中的权重以及检验其是否达到一致性满意。计算判断矩阵最大特征根 λ_{max} 和相应的特征向量 W ,方根法、和积法 2 种方法。

采用和积法进行,步骤如下:

(1) 判断矩阵正规化,即

$$\bar{b}_{ij} = \frac{b_{ij}}{\sum_{k=1}^n b_{ik}} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

(2) 每列经正规化后的判断矩阵按行相加,即

$$\bar{W}_i = \sum_{j=1}^n \bar{b}_{ij} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

(3) 对向量 $\bar{W} = [\bar{W}_1, \bar{W}_2, \dots, \bar{W}_n]^T$ 正规化,即

$$W_i = \frac{\bar{W}_i}{\sum_{j=1}^n \bar{W}_j} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

所得到 $W = [W_1, W_2, \dots, W_n]^T$ 为所求特征向量。

(4) 计算判断矩阵的最大特征根 λ_{max}

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n (AW)_i}{n \sum_{i=1}^n W_i} \quad (4)$$

式中,矩阵阶数由 n 代表,第 i 个元素值由 A 代表。

(5) 检验判断矩阵的一致性

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}, CR = \frac{CI}{RI} \quad (5, 6)$$

式中,CR 是检验一致性是否达到满意的指数,只有 $CR < 0.10$,才表示判断矩阵达到满意一致性。而 CI 代表一致性指数,CI 越小,表示越接近满意一致性。RI 是 1~9 比例标度下形成的判断矩阵特定的代表平均随机一致性指标,1~9 阶的 RI 分别为 0、0.058、0.90、1.12、1.24、1.32、1.41、1.45。

2.7 层次总排序及一致性检验 层次总排序就是在层次单排序的基础上,将层次结构模型中准则层(指标层)分别与其

对应的因子单层的 W 值相乘,从而得到草花混播评价各个因子的最终权重值,然后检验其一致性。

$$CR_{总} = CI_{总} / RI_{总} \quad (7)$$

$$CI_{总} = W_{B1} \times CI_{B1} + W_{B2} \times CI_{B2} + W_{B3} \times CI_{B3} \quad (8)$$

$$RI_{总} = W_{B1} \times RI_{B1} + W_{B2} \times RI_{B2} + W_{B3} \times RI_{B3} \quad (9)$$

与层次单排序检验一致性相同,如果得到 $CR_{总}$ 小于 0.10,即可判定判断矩阵达到满意一致性。

2.8 综合分值 根据草花混播各评价因子的评分标准,对目标组合进行赋值。各因子所得分值分别与其对应的层次总排序中的权重值相乘,所得结果的总和即为该组合的总分值。

$$B = \sum F_i \times X_i \quad (10)$$

式中, B 表示草花混播综合评价分值, X_i 表示单一评价因子权重值(层次总排序), F_i 表示评价因子在该组合中根据评分标准所得的分值。

2.9 计算结果 根据图 2 草花混播评价模型所示的结构,完成判断矩阵的建立。通过邀请 5 位行业专家认真讨论各层级中各项评价指标及评价因子的两两重要性比对,同时结合草花混播调查现状,完成了准则层和因子层的判断矩阵,包括 $A-B_{1-3}$ 、 B_1-C_{1-4} 、 B_2-C_{5-7} 、 B_3-C_{8-10} 判断矩阵。利用公式(1)~(9),分别计算得出层次单、总排序判断矩阵,并检验一致性(表 2~6)。

表 2 判断矩阵及一致性检验(A-B₁₋₃)

Table 2 The determine matrix and consistency check(A-B₁₋₃)

A	B ₁	B ₂	B ₃	W
B ₁	1	2	4	0.571 4
B ₂	1/2	1	2	0.285 7
B ₃	1/4	1/2	1	0.142 9

注: $\lambda_{max} = 3.000 0, CI = 0.000 0, RI = 0.580 0, CR = 0.000 0 < 0.100 0$

表 3 判断矩阵及一致性检验(B₁-C₁₋₄)

Table 3 The determine matrix and consistency check(B₁-C₁₋₄)

B ₁	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	W
C ₁	1	1/5	3	3	0.196 2
C ₂	5	1	7	7	0.647 4
C ₃	1/3	1/7	1	1	0.078 2
C ₄	1/3	1/7	1	1	0.078 2

注: $\lambda_{max} = 4.146 5, CI = 0.048 8, RI = 0.900 0, CR = 0.054 3 < 0.100 0$

表 4 判断矩阵及一致性检验(B₂-C₅₋₇)

Table 4 The determine matrix and consistency check(B₂-C₅₋₇)

B ₂	C ₅	C ₆	C ₇	W
C ₅	1	1/3	2	0.239 5
C ₆	3	1	4	0.623 2
C ₇	1/2	1/4	1	0.137 3

注: $\lambda_{max} = 3.025 5, CI = 0.012 7, RI = 0.580 0, CR = 0.022 0 < 0.100 0$

表 5 判断矩阵及一致性检验(B₃-C₈₋₁₀)

Table 5 The determine matrix and consistency check(B₃-C₈₋₁₀)

B ₃	C ₈	C ₉	C ₁₀	W
C ₈	1	1/3	1/4	0.122 6
C ₉	3	1	1/2	0.320 2
C ₁₀	4	2	1	0.557 2

注: $\lambda_{max} = 3.023 4, CI = 0.011 7, RI = 0.580 0, CR = 0.020 2 < 0.100 0$

3 评价体系适用性检验

2020 年 4—10 月,对唐家岭森林公园、中直机关疗养院、奥林匹克森林公园、翠湖国家城市湿地公园 2 期、黄草湾郊野公园 5 处草花混播进行跟踪调查。为了检验草花混播评价体系的适用性,分别采用专家现场打分法、满意度调查法

和景观花卉评价体系对 5 处组合进行评判。

3.1 专家现场打分法评判 分别邀请专家 5 人,对 5 处组合通过现场打分的方法进行评判。评判分值为百分制,每处组合最后得分取 5 位专家对该处组合打分的平均值。经计算,5 处组合的最后得分见表 7。

表 6 层次总排序及一致性检验

Table 6 Total hierarchical ordering and consistency check

目标层 Target layer	权重 Weight	准则层 Criterion layer	权重 Weight	因子层 Factor layer	权重 Weight	C 层总权重排序 Ranking of total weight of layer C
草花混播景观评价 A	1	B ₁	0.571 4	C ₁	0.196 2	0.112 0
				C ₂	0.647 4	0.370 0
				C ₃	0.078 2	0.044 7
	B ₂	0.285 7	C ₄	0.078 2	0.044 7	
			C ₅	0.239 5	0.068 4	
			C ₆	0.623 2	0.178 1	
			C ₇	0.137 3	0.039 2	
	B ₃	0.142 9	C ₈	0.122 6	0.017 6	
			C ₉	0.320 2	0.045 7	
			C ₁₀	0.557 2	0.079 6	

注:CR=0.043 5<0.100 0

表 7 草花混播专家打分得分

Table 7 Expert evaluation score of landscape flower combination

序号 No.	名称 Name	评价分值 Evaluation score	排序 Sort
1	唐家岭森林公园	66	5
2	中直机关疗养院	92	1
3	奥林匹克森林公园	76	3
4	翠湖国家城市湿地公园 2 期	85	2
5	黄草湾郊野公园	73	4

3.2 满意度调查法 对 5 处组合进行了游人满意度调查,每处发放满意度调查问卷 20 份,分别从外观、生态效益、社会效益 3 个方面进行评判,评判分为满意、基本满意、一般、较差 4 个等级^[11]。通过满意程度计算,5 处组合的满意度调查结果见表 8。

表 8 草花混播满意度调查结果

Table 8 Results of satisfaction survey for landscape flower combination

序号 No.	名称 Name	评价分值 Evaluation score	排序 Sort
1	唐家岭森林公园	7.2	5
2	中直机关疗养院	9.5	1
3	奥林匹克森林公园	8.2	3
4	翠湖国家城市湿地公园 2 期	8.9	2
5	黄草湾郊野公园	7.5	4

3.3 草花混播评价体系评判 课题组 3 人分别对 5 处草花混播进行了测量。根据评分标准(表 1),利用公式(10)和表 6 各指标因子权重值,得到 5 处草花混播景观综合评价分值(表 9)。

3.4 适用性检验结果 由表 9 可知,这 5 处草花混播景观综合评价分值均达到 9 分以上,其中翠湖国家城市湿地公园 2 期及中直机关疗养院的组合达到 12 分以上。利用草花混播

评价体系得到的结果与专家现场打分法、满意度调查结果一致,说明使用层次分析法针对草花混播建立的景观评价模型能够反映出草花混播的真实现状,具备适用性,可为筛选优良草花混播配方、更加客观地反映其应用价值提供了更加科学的操作方法。

表 9 草花混播景观评价分值

Table 9 Value of landscape evaluation of landscape flower combination

序号 No.	名称 Name	评价分值 Evaluation score	排序 Sort
1	唐家岭森林公园	9.216 1	5
2	中直机关疗养院	13.745 9	1
3	奥林匹克森林公园	11.174 0	3
4	翠湖国家城市湿地公园 2 期	12.104 4	2
5	黄草湾郊野公园	10.756 6	4

4 结论

该研究利用层次分析法建立了完整的草花混播景观评价体系,并通过了一致性检验。需要说明的是,在草花混播景观评价的层次模型中评价因子及其评分标准是在广泛征求专家及草花混播使用管理单位的基础上,按照大多类型的草花混播群落设置的,具有广泛的适用性。但对于特殊景观需求下的草花混播景观评价仍有待进一步完善。

参考文献

- [1] 李冰华,高亦珂.草花混播发展历程研究[J].北方园艺,2010(19):220-222.
- [2] 李昆仑.层次分析法在城市道路景观评价中的运用[J].武汉大学学报(工学版),2005,38(1):143-147,152.
- [3] 芦建国,杜毅.层次分析法在高速公路路缘花草地评价中的应用[J].南京林业大学学报(自然科学版),2010,34(3):161-164.
- [4] 郑国栋.花境植物景观综合评价体系研究与应用:以北京市四季青镇为例[D].南京:南京林业大学,2008.
- [5] 郑秋露,廖景平.基于层次分析法的园林景观评价:以华南植物园龙洞琪林为例[J].西北林学院学报,2013,28(6):210-216.

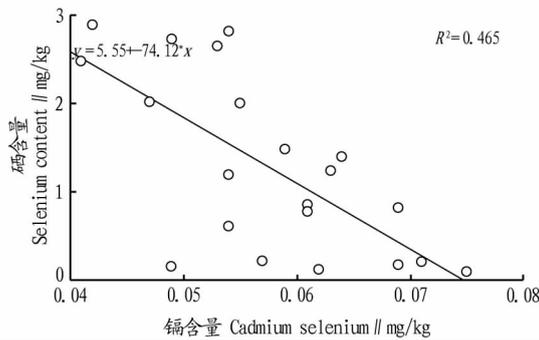


图2 茶叶硒和镉含量的散点图

Fig.2 Scatter diagram of selenium and cadmium content in tea

(NY/T 600—2002),且茶叶硒含量与喷施硒肥的浓度呈正相关,说明喷施含硒有机肥可以作为低硒茶区提高茶叶硒含量的一种栽培措施。

研究发现,硒可将镉从植物代谢活跃的细胞点位上移除或通过改变细胞膜对重金属的通透性,从而抑制植物根系中的镉向地上部分转运^[9]。适当浓度硒有助于缓解镉对植物的毒害作用^[10]。该试验结果表明,不同浓度外源硒肥作用下,茶叶镉含量未出现超标,但总体上,对茶叶镉积累产生抑制作用;在硒肥 45 g/hm² 对水 750 kg 浓度以下,抑制茶叶镉积累不显著,在硒肥 60 g/hm² 对水 750 kg 浓度以上,茶叶降镉效果显著,且茶叶硒的吸收量与镉的积累量呈中度负相关。

尽管硒肥属于人工添加的硒元素,但从毒理角度对试验茶叶展开相关生化检测,在该试验茶叶的硒含量中,有机硒

≥95%,由人工喷施“正硒宝”硒肥产出的富硒茶对人体健康没有风险。

4 结论

叶面喷施外源硒,对茶叶产量有一定的增产效果,且能提高茶叶硒含量,对茶叶镉积累产生抑制作用,达到增硒阻镉效果。根据茶叶最高产量的硒肥喷施量、茶叶硒含量二阶多项式和线性式两趋势线最值,以及喷施外源硒肥对茶叶镉积累最低值的重合度,外源纯硒在 60~75 g/hm² 对水 750 kg/hm² 叶面喷施效果显著。

参考文献

- [1] 杨如意,杨程,石晓菁,等.硒镉高背景区茶叶中硒和砷、汞、镉的积累与浸出特征研究[J].农业环境科学学报,2019,38(9):2023-2030.
- [2] 张庆,魏树和,代惠萍,等.硒对茶树镉毒害的缓解作用研究[J].南京林业大学学报(自然科学版),2020,44(1):200-204.
- [3] 魏树和,徐雷,韩冉,等.重金属污染土壤的电动-植物联合修复技术研究进展[J].南京林业大学学报(自然科学版),2019,43(1):154-160.
- [4] 李正文,张艳玲,潘根兴,等.不同水稻品种籽粒 Cd、Cu 和 Se 的含量差异及其人类膳食摄取风险[J].环境科学,2003,24(3):112-115.
- [5] 贾玮,吴勇,屈婵娟,等.硒增强植物抗逆能力及其机理研究进展[J].中国农学通报,2015,31(14):171-176.
- [6] 谭周磁,陈嘉勤,薛海霞.硒(Se)对降低水稻重金属 Pb、Cd、Cr 污染的研究[J].湖南师范大学自然科学学报,2000,23(3):80-83.
- [7] 王其兵,李凌浩,邢雪荣.植物叶片对硒的吸收与转运[J].植物学通报,1995,12(S2):149-155.
- [8] 李辉,唐建洲,游勇,等.富硒微肥对花生产量及花生仁硒含量的影响[J].吉首大学学报(自然科学版),2015,36(2):82-85.
- [9] LI Y,ZHANG X L,YANG Y Q,et al.Soil cadmium toxicity and nitrogen deposition differently affect growth and physiology in *Toxicodendron vernicifluum* seedlings[J].Acta physiologiae plantarum,2013,35(2):529-540.
- [10] QING X J,ZHAO X H,HU C X,et al.Selenium alleviates chromium toxicity by preventing oxidative stress in cabbage(*Brassica campestris* L.ssp.*pekinensis*) leaves[J].Ecotoxicology and environmental safety,2015,114:179-189.

(上接第 124 页)

肥处理由于苗高生长恢复较早,这一时期的营养主要用于展叶和高生长,致使用于地径生长的营养不足,从而出现地径生长减缓的现象;在第 2 次生长高峰中由于叶量较大,同化的营养物质足够支撑苗高和地径的生长,因而未出现明显的地径生长减缓现象。

(4)由该试验结果可知,适量增加复合肥的施用量,滇藏木兰苗高、地径的生长量也逐渐增加。该试验中,施用 100 g/株有机肥和 5 g/株复合肥的处理对苗高生长的效应最高,但茎秆细弱,木质化程度较低,苗木不健壮,个别植株还出现轻度肥害症状,说明复合肥的用量略多;8 个处理中,施用 2 g/株复合肥+100 g/株有机肥的组合苗木生长最为健壮。这说明种植滇藏木兰的基质中添加有机肥及生长季节追施适量复合肥,能改善苗木生长状况,促进苗木生长和成苗,缩

短培育期限,实现提前出圃,提高育苗效益。

参考文献

- [1] 曾丽芬.滇藏木兰种子贮藏及播种育苗技术[J].四川林业科技,2013,34(2):109-110.
- [2] 吴翠芬,左乾宇,杨建荣.大理“上关花”的资源现状及保护对策[J].绿色科技,2016(9):133-134.
- [3] 王丽霞,何彦峰,陈西仓.甘肃木兰科濒危植物资源现状及保护对策[J].林业科技通讯,2017(9):42-45.
- [4] 谢凤瑞,王娟,杜凡,等.澜沧江自然保护区资源植物现状及其保护[J].山东林业科技,2010,40(4):123-127.
- [5] 罗一然,张玉信,杨忠文,等.大理滇藏木兰保护对策探讨[J].南方农业,2021,15(11):67-68.
- [6] 宋明杰.木兰科植物的栽培管理[J].现代园艺,2012(8):44.
- [7] 林书荣.乐东拟单性木兰幼林营养需求特性研究[J].湖北林业科技,2008,37(3):16-20.
- [8] 邹学忠.钱控提.林木种苗生产技术[M].北京:中国林业出版社,2018.
- [9] 慕君,马旭东,张丹丹,等.有机肥与化肥配施下土壤氮组分变化与氮素利用率研究[J].干旱地区农业研究,2021,39(5):107-113.
- [10] 路文静.植物生理学[M].2 版.北京:中国林业出版社,2017.

(上接第 128 页)

- [6] 牛坚.层次分析法在外引园林植物综合评价中的运用[J].安徽农业科学,2017,45(32):1-5.
- [7] 李雄.园林植物景观的空间意象与结构解析研究[D].北京:北京林业大学,2006.
- [8] 刘子荣.新疆特色野花组合的筛选与应用研究[D].乌鲁木齐:新疆农业

- 大学,2015.
- [9] 王竞红.园林植物景观评价体系的研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2008.
- [10] 王菁黎,罗菊春.风景林植物群落质量的综合评价[J].福建林学院学报,2004,24(4):379-384.
- [11] 朴永吉,赵书青.利用问卷调查法对园林植物景观中观赏草应用的基础研究[J].农业科技与信息(现代园林),2008(6):93-95.