

杭州西湖秋季植物群落色彩的定量研究

刘艳伟¹, 蔡建国^{1,3*}, 舒美英^{2,3}

(1. 浙江农林大学风景园林与建筑学院, 杭州 311300; 2. 浙江农林大学暨阳学院, 诸暨 311800;

3. 浙江农林大学园林设计院有限公司, 杭州 311300)

摘要: 以杭州西湖 47 处植物群落为研究对象, 从秋色叶色域面积占比和美景度评价(SBE 法) 2 个方面对西湖植物群落的美学质量进行研究。结果表明: (1) 评价人员对于西湖秋季植物景观总体持积极的态度; (2) 秋色叶色域面积与植物群落总面积的比值分布范围在 0 ~ 0.8 之间, 较为分散; (3) 秋色叶色域面积占比大于 0.5 的群落数量较少, 仅占总数量的 36%; (4) 秋色叶色域面积占比接近 0.4 或 0.7 时, 群落景观的 SBE 值最高。通过对西湖秋季植物群落中秋季色彩进行量化研究, 为亚热带地区的秋季植物景观的配置方式提供一定的指导。

关键词: 植物群落; 秋色叶色域面积占比; SBE; 杭州西湖

中图分类号: S731.2

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2022)01-0056-06

A quantitative study on plant color in the autumn plant community of West Lake, Hangzhou

LIU Yanwei¹, CAI Jianguo^{1,3}, SHU Meiyong^{2,3}

(1. School of Landscape Architecture, Zhejiang A&F University, Hangzhou 311300;

2. Jiyang College, Zhejiang A&F University, Zhuji 311800;

3. Landscape Design Institute Co., Ltd., Zhejiang A&F University, Hangzhou 311300)

Abstract: Taking 47 plant communities of West Lake in Hangzhou as the research object, the aesthetic quality of the plant communities in the West Lake was studied from two aspects: the proportion of autumn leaf color gamut area and scenic beauty estimation (SBE method). The results were as follows: (1) On the whole, the evaluators held a positive attitude towards the autumn plant landscape of West Lake; (2) The ratio of the color gamut area of autumn leaves to the total area of the plant community ranged from 0 to 0.8, which was relatively dispersed; (3) The number of communities with leaf color gamut area ratio greater than 0.5 in autumn was less, accounting for only 36% of the total number; (4) When the color gamut area ratio of autumn leaves was close to 0.4 or 0.7, the SBE value of community landscape was the highest. A quantitative study on the autumn leaf color in the autumn plant community of West Lake was carried out to provide some guidances for the configuration of autumn plant landscape in the subtropical region.

Key words: plant community; color gamut area ratio of autumn leaves; SBE; West Lake in Hangzhou

目前对于植物群落美景度的调查研究主要集中在植物群落结构及植物群落生态等方面^[1-2]。调查园林植物景观不仅要了解植物的形态生理特征, 还应认真研究植物群落色彩配置理论。色彩给人最直接、最强烈的视觉感受, 会引起一定的生理变化, 产生一定的心理活动^[3], 也是群落景观美景度评价中权重占比较高的因素^[4-5]。而对于植物色彩的研究多集中在单株植物色彩量化^[6], 植物群落色彩配置的理

论有待进一步研究。

杭州西湖作为 5A 级国家景区, 经南线、北线环境改造, 如今大多已形成特色鲜明、结构稳定、具有丰富变化、能满足相应功能的植物景观, 并得到普遍认可。秋季是植物季相变化最强烈的季节, 是植物叶色变化的关键时期。作者对西湖秋季植物群落中秋季叶色彩面积占比进行量化研究, 以期对亚热带地区秋季植物景观的配置方式提供一定指导。

收稿日期: 2021-04-07

基金项目: 国家自然科学基金(31270743)资助。

作者简介: 刘艳伟, 硕士研究生。E-mail: 1609849856@qq.com

* 通信作者: 蔡建国, 副教授。E-mail: yuanlinzhiwu@163.com

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

杭州位于东经 118°21'~120°30', 北纬 29°11'~30°33', 属亚热带季风气候区, 四季分明, 雨量充沛。夏季气候炎热; 冬季寒冷干燥, 春秋两季植物色彩丰富且气候宜人, 是观光旅行的好时节。全年平均气温在 18 °C 左右。

杭州西湖是自然风貌与人文景观并举的国家重点风景名胜, 其三面环山、一面围城的地势格局和亚热带季风气候的气候特点, 为营造丰富的植物群落景观创造了得天独厚的条件。此外, 杭州作为重要的历史古都, 城市发展悠久, 文化底蕴深厚, 可以说西湖是集自然、人文、艺术于一身的园林景观。西湖丰富的植物群落景观, 得到大家广泛的认可和喜爱。因此, 以西湖秋季植物群落景观为研究对象, 对于指导亚热带地区秋季植物景观的配置具有积极的意义。

1.2 调查范围

植物群落取自 3 个公园: 曲院风荷公园、花港观鱼公园和太子湾公园(图 1)。这些公园观赏度高, 文化底蕴深, 植物群落景观多样且色彩丰富, 对秋季植物群落色彩定量研究具有重要意义。

1.3 研究方法

于 11 月中旬, 在晴朗、能见度高的天气条件下拍摄 47 处样地的景观照片。依据拍摄规范: 顺光条件下拍摄且不使用闪光灯; 统一使用佳能 60S 照相机, 采用 16 mm 的焦距, 保持拍摄高度相同, 选取 3 个公园中观赏点处的植物群落景观进行摄影; 尽量保证区域内无建筑物、输电线路、野生动物仪器设备等非构景要素; 拍摄照片的日期尽量接近^[7-8]。



图 1 调查范围

Figure 1 Survey scope

1.3.1 秋色叶色域面积占比的计算 秋色叶色域面积占比指标, 即在人视域范围内的植物群落景观,

视野中秋色叶颜色面积所占植物群落面积的百分比, 这一指标主要是借助照片来衡量植物群落空间的秋色叶面积占比。有研究证明基于照片的景观偏好评价与基于现场景观评价是高度相关的^[9-10], 故本次研究以照片作为计算人的视野中秋色叶面积占比的评价媒介。

秋色叶色域面积占比的计算法: 图像处理软件(常用 Photoshop)可以统计出一张图片及图中任意形状(选区)的像素数, 因此广泛用于任意形状的面积与分析中^[11]。将待计算色彩面积的图片导入 Photoshop 中, 通过直方图查看整个图像的像素值, 记为该图片的总像素。然后新建图层, 在新的图层上借助画笔工具, 将图片中绿色植物所占的部分, 手动覆盖同一颜色, 之后在直方图中查看新建图层的像素值, 该值即为图片绿色部分像素。再新建一图层, 在新的图层上将图片中秋色叶植物所占的部分手动覆盖同一颜色, 之后在直方图中查看新建图层的像素值, 该值即为图片黄色部分像素。最后通过计算公式 $K = \text{秋色叶部分像素} / \text{植物群落总像素}$, 计算出植物图片中的秋色叶树色彩面积占比, 该值即为图片所代表的观察点拍摄方向的秋色叶色域面积占比数值(图 2)。

1.3.2 SBE 美景度评价 美景度评价法(scenic beauty estimation, 简称 SBE 法)是 Daniel 和 Boster 提出的一种心理物理模式评价方法, 是心理物理学派中最具有科学性、敏感性、广泛性的实用方法, 该方法给测试者展示不同的风景图片让其进行打分, 最终得到景观的美景度量表^[12]。

将拍摄的 47 张秋季群落的样本照片制作成幻灯片, 设置每张幻灯片播放的时间为 8 s, 70 位评判人员对每张幻灯片上的照片进行植物景观评分。评价等级从 -2~2 依次代表很不喜欢、不喜欢、一般、喜欢和很喜欢 5 个等级^[13-14]。

为了消除不同个体之间评价标准的差异, 采用美景度标准化公式将评判者的评价分值进行标准化处理。将每张照片对应所有评价者的标准化值计算平均分得到该植物群落标准化 Z 值, 即该植物群落的美景度值(SBE 值)。SBE 值能够反映各个植物群落的景观美学特性, 同时还能反映评判者的审美趋向。具体公式如下:

$$Z_{xy} = (R_{xy} - R_y) / S_{xy} \quad (1)$$

$$Z_x = \sum Z_{xy} / N_y \quad (2)$$

式中: Z_{xy} 是第 y 个评判者对第 x 张照片的标准化值; R_{xy} 是第 y 个评判者对第 x 张照片的评分值; R_y 是第 y 个评判者对所有的群落样本的评分值的平

均值; S_{xy} 是第 y 个评判者对所有的群落样本的评分值的标准差; Z_x 是第 x 张照片的景观标准化得分值; N_y 是评判者总人数。

通过以上公式能得出每一位评判者对每张植物

群落景观照片的 SBE 值, 每个群落植物景观的所有评判者评判的 SBE 值进行求和算平均值为该群落植物景观标准化值。

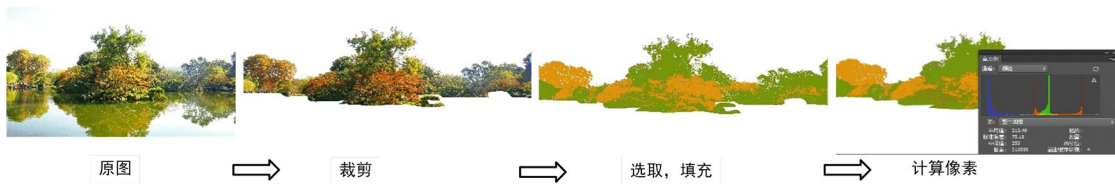


图 2 像素计算法示意图

Figure 2 Schematic diagram of pixel calculation

2 结果与分析

2.1 秋色叶色域面积占比分析

就西湖环湖区 3 个公园中重要观景点处的植物群落进行照片拍摄, 共获得 47 张秋季植物群落景观的照片。按照上述方法对秋色叶的面积占比进行量化, 并以 0.5 为界, 将所得数据进行分类整理得出如图 3 所示的点状图。在 47 处景观照片中, 秋色叶色域面积 > 0.5 的照片有 17 张, 占总数的 36%; 秋色叶色域面积 < 0.5 的照片有 30 张, 占总数的 64%, 且有的植物群落秋色叶色域面积占比为 0 或接近 0。这与亚热带常绿阔叶林为主的自然分布特征相吻合。在图 3 (a) 中秋色叶的面积占比主要分布在 0.55~0.8 区间范围内; 图 3 (b) 中秋色叶的面积占比主要分布在 0~0.5 区间内, 数据比较分散。于是对所获得的照片做进一步美景度评价, 筛选出人们喜爱的秋季景观。

2.2 SBE 美景度评价

将问卷表中的喜欢、很喜欢归为积极的景观评

价, 不喜欢、很不喜欢归为消极的景观评价, 一般为中立的景观评价, 对 3 种景观评价态度出现的频数进行统计, 得出如图 4 所示的折线图。由图 4 中的信息可知, 对西湖 47 处植物群落的美景度评价普遍呈积极的态度, 出现的频数大致分布在 40~60 区间范围内, 约占评价总人数的 56%~86%; 消极的美景度评价态度普遍偏低, 甚至为零, 频数最高不超过 10; 群落 32 和 35 是仅有的中立评价频数大于积极评价频数, 群落景观相对较差。就全部数据而言, 植物群落景观评价呈现积极的趋势, 侧面体现西湖植物景观的匠心营造。

图 5 是问卷调查中积极态度出现的频率, 以 0.5 为积极与不积极 (中立和消极) 的分界线, 除群落 32 和 35 外, 其他群落的频率都高于 0.5, 呈现积极的评价态度, 观赏性相对较高; 再以 0.7 为分界线, 将 > 0.7 的群落, 列为接受程度很高, 观赏性很高的群落, 分别有 1、2、4、6、8、11、13、16、17、18、19、21、22、27、28、30 和 42 这 17 个植物群落 (表 1)。

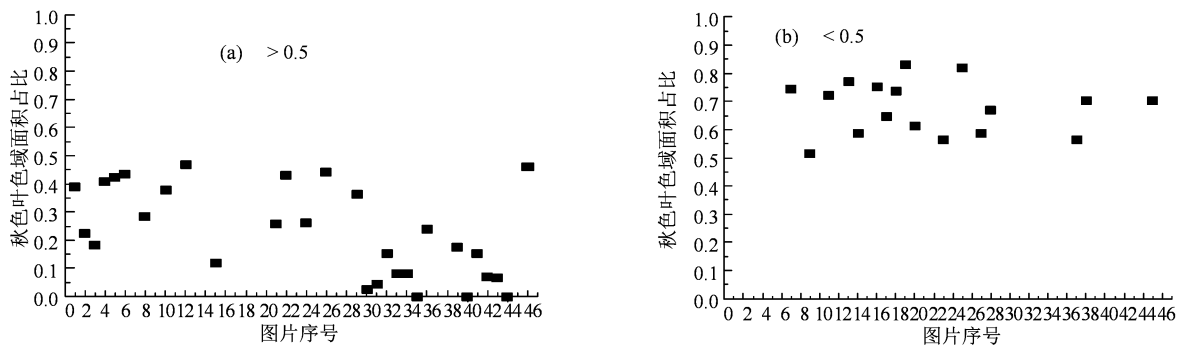


图 3 植物群落中秋色叶色域面积占比

Figure 3 The proportion of autumnal leaf gamut area in plant community

从 47 个植物群落 SBE 标准化值的柱状分布图 (图 6) 中, 可获取 SBE 标准化值 > 0 的植物群落为 1、2、3、4、6、8、11、12、13、16、17、18、19、21、22、27、28、30、31 和 42 这 20 个群落。

将图 5 中积极评价频率中 > 0.7 的数据与图 6 中 > 0 的 SBE 标准化数值进行对比分析 (图 7), 评价频率变化大致与 SBE 标准化值变化呈同步, 评价频率 > 0.7 的群落序号和 SBE 标准化值 > 0 的群落

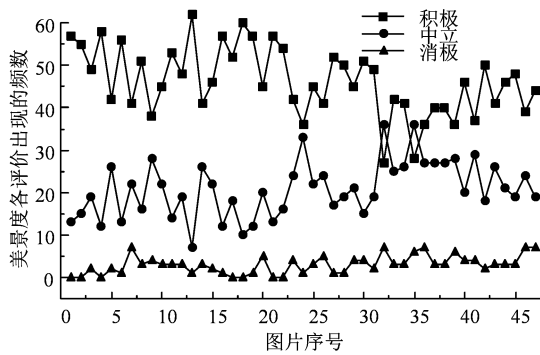


图 4 评价态度出现的频数

Figure 4 FreQuency of appraisal attitude

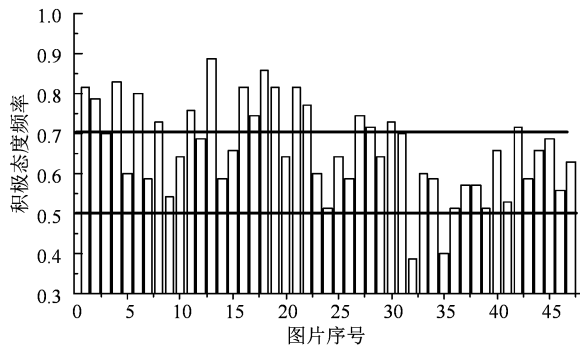


图 5 秋季植物群落的积极态度分布频率

Figure 5 Distribution FreQuency of positive attitude in autumn plant community

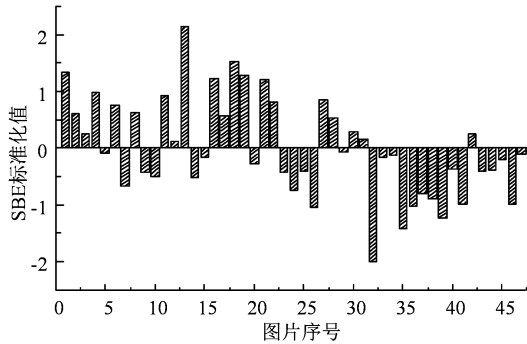


图 6 秋季植物群落 SBE 得分柱状图

Figure 6 Histogram of SBE score of plant community in autumn

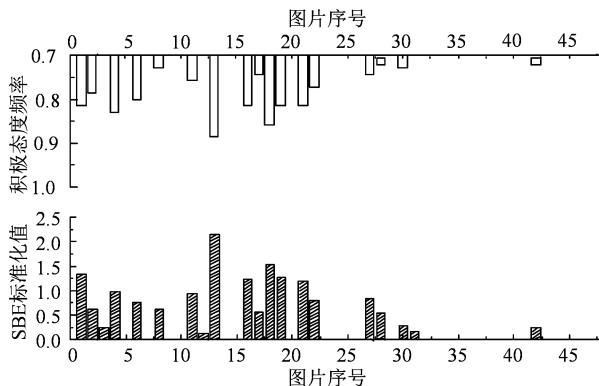


图 7 秋季植物群落 > 0 的 SBE 得分值与积极态度分布频率
Figure 7 SBE score of greater than zero and distribution FreQuency of positive attitude in autumn plant community

序号大致相同。可见在美景度问卷中, 频率与 SBE 标准化值均可以表现评价者对群落景观的态度。将满足这两个条件的群落进行整理, 有 1、2、4、6、8、11、13、16、17、18、19、21、22、27、28、30 和 42 这 17 个群落。

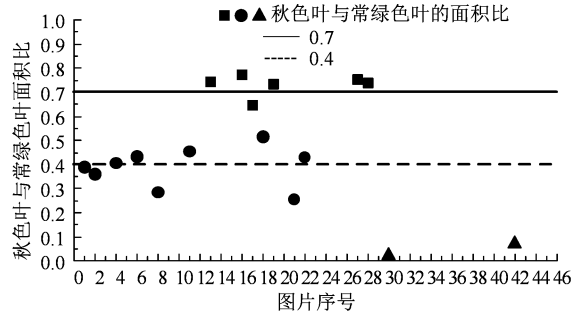


图 8 SBE 值 > 0 的植物群落的秋色叶色域面积占比

Figure 8 The proportion of autumn leaf gamut area of plant community with SBE value more than zero

表 1 色域值大于 0.5 图像处理结果

图片序号	SBE 美景度值	$K-0.7$	$ K-0.7 $
X1	2.144	0.050	0.050
X2	1.531	0.003	0.003
X3	1.273	0.003	0.003
X4	1.228	0.036	0.036
X5	0.934	0.070	0.070
X6	0.842	-0.063	0.063
X7	0.561	0.023	0.023
X8	0.538	-0.113	0.113
X9	-0.200	-0.184	0.184
X10	-0.276	-0.031	0.031
X11	-0.397	-0.087	0.087
X12	-0.427	-0.517	0.517
X13	-0.435	0.121	0.121
X14	-0.515	0.042	0.042
X15	-0.668	0.129	0.129
X16	-0.795	-0.147	0.147
X17	-0.921	-0.157	0.157

对 17 个群落的秋色叶色域面积的比值进行点状图的绘制, 如图 8 所示。由图 8 中点的分布可推测, 在小于 0.5 的数值中, 即图中圆形的点, 秋色叶色彩面积比值接近 0.4; 在大于 0.5 的数值中, 即图中正方形的点, 秋色叶色彩面积比值接近 0.7。对图中圆形的点对应的面积比值进行均值计算, 得 0.377, 接近 0.4; 正方形的点对应的面积比值进行均值计算, 得 0.699, 接近 0.7。标准化值和积极评价频率较高。图片 30、42 虽秋色叶面积占比不到 0.1, 但 SBE 标准化值和积极评价频率较高。

表 2 色域值小于 0.5 图像处理结果

Table 2 The gamut value less than 0.5 image processing results

图片序号	SBE 美景度值	$K - 0.4$	$ K - 0.4 $
Z1	1.331	0.069	0.069
Z2	1.198	-0.076	0.076
Z3	0.973	0.033	0.033
Z4	0.806	-0.139	0.139
Z5	0.763	0.022	0.022
Z6	0.627	0.007	0.007
Z7	0.615	0.060	0.060
Z8	0.281	-0.216	0.216
Z9	0.245	0.043	0.043
Z10	0.241	-0.375	0.375
Z11	0.165	-0.145	0.145
Z12	0.120	-0.024	0.024
Z13	-0.064	-0.178	0.178
Z14	-0.096	-0.039	0.039
Z15	-0.127	-0.280	0.280
Z16	-0.160	-0.249	0.249
Z17	-0.163	-0.109	0.109
Z18	-0.360	-0.332	0.332
Z19	-0.390	-0.400	0.400
Z20	-0.408	-0.400	0.400
Z21	-0.501	-0.090	0.090
Z22	-0.738	-0.143	0.143
Z23	-0.978	-0.400	0.400
Z24	-0.985	-0.355	0.355
Z25	-1.024	-0.320	0.320
Z26	-1.047	-0.162	0.162
Z27	-1.223	-0.329	0.329
Z28	-1.416	-0.320	0.320
Z29	-2.001	-0.249	0.249
Z30	1.331	0.069	0.069

2.3 相关性分析

为进一步验证植物群落美景度评价得分是否与比值 0.4 和 0.7 有关,利用 SPSS 软件对两者进行相关性分析研究。文章对收集的 47 张秋季植物群落的图像进行美景度评价,将图像按照分数由高到低进行排序,以 X1、X2、X3……来表示色域面积占比大于 0.5 的图片序号,以 Z1、Z2、Z3……来表示色域面积占比小于 0.5 的照片序号。以 K 值代表秋色叶色域面积的比值,为方便计算,用 $|K-0.7|$ 、 $|K-0.4|$ 进行 SBE 标准化值与秋色叶色域面积比值的相关性分析,所得结果如表 1 和表 2 所示。

在秋色叶色域面积占比小于 0.5 的相关性分析中,SBE 标准化值与 $|K-0.4|$ 两者存在相关性,且相关系数为 -0.666,是强负相关关系(表 3),即 SBE 标准化值越高,则 $|K-0.4|$ 越小,秋色叶色域面积占比 K 越接近 0.4。

秋色叶色域面积占比大于 0.5 的相关性分析中,

SBE 标准化值与 $|K-0.7|$ 两者存在相关性,且相关系数为 -0.627,是强负相关关系(表 3),即 SBE 标准化值越高,则 $|K-0.7|$ 越小,秋色叶色域面积占比 K 越接近 0.7,这与图 8 所示的结果相符。

由上述相关性分析结合图 8 分析可知,在秋色叶色域面积占比小于 0.5 的数据中,SBE 标准化值分布在 0.4 数值上下;在秋色叶色域面积占比大于 0.5 的数据中,SBE 标准化值的分布在 0.7 左右。

表 3 SBE 美景度标准化值与 $|K-0.7|$ 、 $|K-0.4|$ 相关性分析
Table 3 SBE beauty degrees of standardized values and $|K-0.7|$ and $|K-0.4|$ correlation analysis

项目	$ K-0.7 $	$ K-0.4 $
SBE 美景度标准化值	-0.627**	-0.666**

注: ** 表示在 0.01 级别(双尾),相关性显著。

3 结论

色彩评价是植物景观评价中的重要部分,从色彩面积对比、美景度评价 2 个方面对杭州西湖 47 处秋季植物群落进行量化分析。

在色彩面积对比量化研究中,通过对秋色叶色域面积占比的数量统计,47 处植物群落景观的秋色叶的面积占比分布在 0~0.8 的范围,分布较散,没有统一的规律。比值大于 0.5 的群落数量有 17 处,占 36%;比值小于 0.5 的有 30 处,占 64%,而且多处景观中的秋色叶面积占比为 0,这与杭州亚热带季风性气候的气候条件相适应,在此气候的影响下,形成以常绿植物为主的植物分布特点,因此秋色叶面积占比小于 0.5 的植物群落占比较大。

由美景度评价结果可知,评价人员对于西湖植物景观大都持积极的态度,即对于每一张照片,喜欢、非常喜欢的人数较多,占总人数的 56%~86%。美景度标准化值中大于 0 的群落景观共有 17 处,其中比值小于 0.5 的数值接近 0.4;比值大于 0.5 的数值接近 0.7。

对所得结果进行相关性分析发现,美景度值与 $|K-0.4|$ 呈强负相关关系,与 $|K-0.7|$ 呈强负相关的关系,即在比值 <0.5 的植物群落中,秋色叶色域面积占比越接近 0.4,则 SBE 评价价值越高;在比值 >0.5 的群落中,秋色叶色域面积占比接近 0.7,SBE 值较高,观景效果最好。所得数值与亚热带地区常绿与落叶数量种植比值不谋而合,且色域面积数值接近黄金分割的比值。这与赵秋月等人研究的亚热带地区植物群落主色比例在 1/3~2/3 结论相吻合^[8],在此基础上,对最佳秋季主色比例给与具体的数值参考。

参考文献:

- [1] 王娜, 钟永德, 黎森. 基于 SBE 法的城郊森林公园森林林内景观美学质量评价[J]. 西北林学院学报, 2017, 32(1): 308-314.
- [2] 姚雪晗, 丁童, 杨帆, 等. 基于 SBE 法的合肥市翡翠湖公园植物群落美景度分析[J]. 长春师范大学学报, 2020, 39(2): 104-108.
- [3] 果媛媛, 姜瑶, 王松. 园林植物色彩对人的生理和心理的影响[J]. 黑龙江科学, 2015, 6(10): 102-103.
- [4] 冯彩云, 许新桥, 孙振元. 北京近自然园林绿地植物群落综合评价指标体系研究[J]. 安徽农业大学学报, 2014, 41(6): 950-955.
- [5] 刘艺平, 赵佳伦, 李晓敏, 等. 基于 AHP 法和 SBE 法的郑州龙子湖公园植物群落景观综合评价[J]. 西北林学院学报, 2021, 36(2): 250-257.
- [6] 邵娟. 南京市秋季植物色彩的定量研究与应用: 以南京市老山国家森林公园植物色彩为例[D]. 南京: 南京林业大学, 2012.
- [7] 翁殊斐, 柯峰, 黎彩敏. 用 AHP 法和 SBE 法研究广州公园植物景观单元[J]. 中国园林, 2009, 25(4): 78-81.
- [8] 赵秋月, 刘健, 余坤勇, 等. 基于 SBE 法和植物组合色彩量化分析的公园植物配置研究[J]. 西北林学院学报, 2018, 33(5): 245-251.
- [9] 陈鑫峰, 王雁. 国内外森林景观的定量评价和经营技术研究现状[J]. 世界林业研究, 2000, 13(5): 31-38.
- [10] 王雁, 陈鑫峰. 心理物理学方法在国外森林景观评价中的应用[J]. 林业科学, 1999, 35(5): 110-117.
- [11] 谢亮. Photoshop 像素法在计算地图面积中的应用[J]. 电脑知识与技术, 2010, 6(15): 4021-4022.
- [12] DANIEL T C, BOSTER R S. Measuring landscape esthetics: the scenic beauty estimation method[M]. Fort Collins, CO: Rocky Mountain Forestand Range Experiment Station, 1976.
- [13] 姚晓洁, 吴成才. 皖北地区美丽乡村景观美景度特征及其提升路径[J]. 安徽农业大学学报, 2017, 44(6): 1032-1037.
- [14] 赵慧楠, 蔡建国, 赵垚斌. 城市公园植物群落特征及多样性和美景度影响机制研究: 以杭州西湖周边 4 个公园为例[J]. 中国城市林业, 2019, 17(5): 43-47.

安徽农业大学在玉米籽粒发育和储存物质合成领域取得进展

玉米 (*Zea mays*) 是世界上重要的农作物之一, 其籽粒作为营养物质的贮藏器官决定了产量和品质。目前对玉米籽粒发育的研究主要围绕着籽粒特异的转录因子、线粒体及质体功能、细胞物质代谢和分裂周期调节、离子/糖转运和激素生物合成等方面进行。核糖体作物蛋白质的翻译机器, 由核糖体 RNA 和核糖体蛋白质组成。有研究表明核糖体 RNA 前体加工与籽粒大小相关, 但是还缺乏对玉米核糖体 RNA 前体特定剪切位点和其对应的加工因子的报道。揭示核糖体 RNA 加工因子对于明确核糖体发生过程和完善玉米籽粒发育调控网络具有重要的意义。

安徽农业大学作物抗逆育种与减灾国家地方联合工程实验室杨俊教授课题组在研究过程中发现一个能够稳定遗传的转座子插入突变体, 该突变体的胚和胚乳发育均出现异常表型, 基因克隆显示为 RNA 环化酶类似蛋白 ZmRCL1 突变导致。进一步地研究明确了它是通过参与核糖体小亚基上 18S rRNA 的前后 3 个位点的剪切来和加工过程。RCL1 突变后成熟的 18S rRNA 水平显著降低导致 40S 小亚基、80S 核糖体单体以及多聚核糖体的含量显著下降, 引起籽粒中淀粉合成路径关键酶以及醇溶蛋白核心转录因子翻译水平下降。该研究结果为核糖体发生与籽粒发育以及营养物质积累的关系提供了关键的分子证据。相关论文“Maize RNA 3'-terminal phosphate cyclase-like protein promotes 18S pre-rRNA cleavage and is important for kernel development”发表在植物学 top 期刊 *The Plant Cell* (IF:11.277), 我校生命科学学院杨俊教授为该论文唯一通讯作者, 在读博士生王涛为该论文第一作者。该研究得到科技部重点研发计划(2021YFF1000300)、安徽农业大学高层次人才引进项目和作物抗逆育种与减灾国家地方联合工程实验室开放基金(NELCOF20190105)的资助。

此外, 杨俊教授课题组最近几年围绕着玉米籽粒品质和发育, 以克隆胚乳品质调控关键基因和草酸降解途径与合成路径解析为切入点, 开展了系列工作并取得了一定的进展。