

## 成都桂溪生态公园观赏植物调查及配植研究

高银, 张建新\* (西南大学园艺园林学院, 重庆 400715)

**摘要** 成都在生态文明建设倡导下提出建设公园城市的目标, 成都桂溪生态公园作为成都天府绿道中较有特色的已开放公园, 其观赏植物种类选择及配植形式有较好的借鉴意义。针对成都桂溪生态公园已完全建成开放的西区, 运用实地调查记录、现场拍照、资料查阅等调研方法, 统计分析园区内观赏植物资源特点。调研结果显示: 桂溪生态公园西区观赏植物共有 39 科 60 属 63 种; 根据生活型划分有草本 27 种, 乔木 26 种, 灌木 8 种, 藤本 2 种; 根据植物观赏特性划分, 观花类 37 种, 观叶类 25 种, 观形类 8 种, 观果类 2 种; 公园整体以自然式种植为主, 配植形式以乔木+草坪和乔木+灌木+草坪为主, 另有灌木+草坪形式, 整体而言配植形式丰富, 品种选择得当。最后针对调研中看到的问题提出补充常绿树种、增加观果和观形树种、加强养护管理等建议。

**关键词** 城市公园; 观赏植物; 资源调查; 植物配植

中图分类号 S 688 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)16-0129-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.16.035



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Research on Ornamental Plant Resources and Planting Methods in Chengdu Guixi Ecological Park

GAO Yin, ZHANG Jian-lin (College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Chongqing 400715)

**Abstract** Under the promotion of ecological civilization construction, Chengdu has put forward the goal of building a park city. Chengdu Guixi Ecological Park, as a characteristic open park in the Chengdu Tianfu Greenway, has good reference significance in the selection of ornamental plants and their planting forms. In view of the western part of Chengdu Guixi Ecological Park, which has been completely built and opened, the characteristics of ornamental plant resources in the park were statistically analyzed by means of field survey records, on-site photos and data search. The results showed that there were 63 species of ornamental plants from 39 families and 60 genera in the west area of Chengdu Guixi Ecological Park. According to the life type, there are 27 kinds of herbs, 26 kinds of trees, 8 kinds of shrubs and 2 kinds of lianas. According to the ornamental characteristics of plants, there are 37 species of flower, 25 species of leaf, 8 species of shape and 2 species of fruit. As a whole, the park is dominated by natural planting, with tree + lawn and tree + shrub + lawn as the main planting form, and shrub + lawn as another form. On the whole, there are abundant planting forms and proper species selection. Finally, some suggestions were put forward, such as adding evergreen tree species, increasing fruit and shape tree species, and strengthening conservation management.

**Key words** City Park; Ornamental plants; Resource survey; Planting

生态文明建设的提出对绿色城市建设起到促进作用, 在唤醒人们生态保护意识同时也对人们生活环境提出质量提升的要求<sup>[1]</sup>。公园作为现代城市公共空间的重要组成部分, 要充分满足公众游憩、休闲等各项需求<sup>[2]</sup>。观赏植物是公园营建的重要组成部分, 其品种选择依据当地气候、周边环境特征、内部立地条件进行, 品种的选择会影响到公园整体景观氛围打造<sup>[3]</sup>; 观赏植物造景是通过各种栽植手法, 充分考虑植物的观赏特征(观花、观叶、观形、观果等), 结合生态学、美学等理念对植物进行综合搭配, 科学的观赏植物造景能够呈现出丰富的景观效果, 表达特殊的景观主题, 营造良好的景观环境<sup>[4-8]</sup>。

成都在第五轮城市总体规划(2016—2035年版)修编中提出将加快建设美丽宜居的公园城市<sup>[9-10]</sup>, 在此背景下成都2016年提出建成全球城市中, 市域级别层面最长绿道的天府绿道计划, 天府绿道将构建三级绿道体系, 成都高新区的桂溪生态公园就在一级绿道与二级绿道规划内, 连通锦城湖和中和湿地片区, 目前与天府广场、天府中央公园并列成为成都当前规模较大的城市开放共享三大绿地<sup>[11]</sup>。整个公园利用丰富的观赏植物打造充满自然野趣的现代化生态公园, 调查围绕公园内观赏植物种类、植物观赏特性、植物配植方式等内容进行。

## 1 研究概况

**1.1 调查地区概况** 成都桂溪生态公园在成都市高新区南部绕城高速旁, 南临天府一街, 东临红星路南延线, 西临益州大道, 天府大道从公园中间穿过, 将公园分为东西两区, 建设过程中西区率先建设并于2016年10月开始逐步对外开放。公园距离市区约10 km, 位于104°03'26.3"E, 30°33'49.7"N, 用地面积约89.33 hm<sup>2</sup>, 形状方正, 整体地势平坦, 其中有人工营造的浅丘构成丰富的微地形。公园所在的高新区属于亚热带湿润季风气候, 终年温暖湿润, 雨量充沛, 年平均气温16.4℃, 年平均日照时数1 238.6 h, 年平均降雨量1 148.8 mm, 年平均相对湿度82%。成都境内土壤类型以水稻土为主, 土壤pH为5.5~6.5, 整体偏酸性, 整体自然条件较为适合较多植物生长。

成都桂溪生态公园位于环球中心和世纪城之间, 园内设有大面积开放式草坪和林荫绿道慢跑体系, 旨在降低周边CBD区域的热岛效应。公园整体践行海绵城市理念, 园区内85.3%为绿地, 雨水可以自然渗透, 硬质铺装中有70%是透水材料, 园区总透水率达到95.6%<sup>[12]</sup>。公园利用数百万方现状土体营造丰富的浅丘地形, 在成都大平原基础上形成较有特色的微地形景观, 结合浅丘地形营造了各观赏林和观赏组团, 还利用排水洪渠等因地制宜形成了水体和雨水花园等景观<sup>[13]</sup>。公园树种选择考虑景观效果的同时兼顾对防尘治霾有一定作用的品种, 同时搭配各个季节的花木树种, 呈现出四季有花, 移步易景的景观效果。

**作者简介** 高银(1994—), 女, 四川成都人, 硕士研究生, 研究方向: 风景园林规划与设计。\* 通信作者, 教授, 博士, 从事风景园林规划与设计研究。

**收稿日期** 2020-02-13; **修回日期** 2020-03-05

**1.2 调查内容与与方法** 调查内容包括成都桂溪生态公园已完全建成开放的西区(图1)观赏植物资源,包括品种、栽植方式等,后期进行植物资料查找与分析。调查方法以实地调

研为主,现场进行文字记录与拍摄,后期进行资料查阅,完成植物鉴定后对调查数据进行处理归类,分析植物观赏特性及应用形式<sup>[14-16]</sup>。



图1 成都桂溪生态公园西区平面

Fig.1 Plan of Chengdu Guixi Ecological Park west district

**2 结果与分析**

**2.1 观赏植物种类组成** 从桂溪生态公园观赏植物主要生活型分析,园内草本有16科27属27种,乔木有17科24属26种,灌木有8科8属8种,藤本仅有2科2属2种(表1)。园内草本植物和乔木植物品种更加多样,灌木中间层非园中主要造景层次,数量略少,藤本植物仅在个别区域作为点缀栽植。

科内均只有1个种数,占比69.2%,得益于丰富的科属组成,园内的植物景观效果更加富有变化。

表1 桂溪生态公园观赏植物生活型

Table 1 The life form of ornamental plants in Guixi Ecological Park

生活型 Life form	科数 Family	属数 Genus	种数 Species
草本植物 Herb	16	27	27
乔木植物 Arbor	17	24	26
灌木植物 Shrub	8	8	8
藤本植物 Vine	2	2	2

从桂溪生态公园内观赏植物科属组成分析,一共有39科60属63种(表2)。包含5个种及以上的科共有3个,占总科数比例为7.7%,分别是菊科、豆科、禾本科;2种及以上的有9科,占总科数比例为23.1%,分别是芭蕉科、百合科、唇形科、锦葵科、木兰科、木犀科、蔷薇科、桑科、石蒜科;其余28

表2 桂溪生态公园观赏植物科、属、种组成

Table 2 The species and species composition of ornamental plants in the Park

科内种数 Species of family	科数 Family	比例 Percentage %	属数 Genus	比例 Percentage %	种数 Species	比例 Percentage %
≥5	3	7.7	16	26.7	17	27.0
2~5	9	23.1	17	28.3	19	30.1
1	27	69.2	27	45.0	27	42.9
合计 Total	39	100	60	100	63	100

从桂溪生态公园内观赏植物来源产地分析,本土植物25种,仅占39.7%,外来植物38种,占比60.3%(表3),超过总种数一半,但其中部分植物在四川本地已进行引种栽培。公园为营造多样的植物景观效果引入多种外地植物,其中草本和灌

木种数较多。得益于成都较为适宜的环境条件,在实地调研中这些引入的外来植物长势良好,造景效果丰富。在未来公园建设的植物选择中,对于外来植物引用在环境条件类似情况下,可以考虑适当增加品种数量,为当地带来不同的景观。

表 3 桂溪生态公园观赏植物来源统计

Table 3 The source statistics of ornamental plants in Guixi Ecological Park

植物来源 Plant sources	科数 Family	属数 Genus	种数 Species	种数比例 Percentage//%
本土植物 Local plants	22	25	25	39.7
外来植物 Alien plants	25	37	38	60.3

**2.2 观赏特性分析** 根据植物的观赏部位及特点,桂溪生态公园内的观赏植物可分为观花类、观叶类、观形类、观果类 4 类(表 4),其中有一些植物兼具多种观赏类别。总体而言观花类植物种数最多,并且大量集中在园内几处花林景点区域,成为景观节点与视线焦点的主要造景植物类别;观叶类植物品种略少于观花类,但实际数量较多,观叶类的草本和乔木植物撑起公园的绿色骨架;观形类植物和观果类植物主要作为公园主景和个别景点的点缀呈现,品种上相对较少,但能够从质感上丰富植物造景效果。

表 4 桂溪生态公园观赏植物特征分类

Table 4 The feature classification of ornamental plants in Guixi Ecological Park

序号 No.	观赏类别 Ornamental category	种数 Species
1	观花类植物	37
2	观叶类植物	25
3	观形类植物	8
4	观果类植物	2

**2.2.1 观花类植物。**观花类植物是以花或花序作为观赏特性,植物的花色、花序、花形、花质地等具有较为突出的特殊观赏特征的均属于此类。公园内共有观花类植物 37 种,隶属于 23 科 36 属,乔木 12 种,灌木 5 种,草本 19 种,藤本 1 种。

(1)根据观花植物花色分析,不同的花色能够给人以不同的情感引导,园内的观赏花色包括白色、红色、黄色和蓝紫色(表 5)。总体而言花色冷暖皆有,较多的蓝紫花色让公园的观花景观更具特色。

花色为白色的主要有深山含笑(*Michelia maudiae* Dunn)、七叶树(*Aesculus chinensis* Bunge.)、玉簪[*Hosta plantaginea*(Lam.) Aschers.]、梔子(*Gardenia jasminoides* Ellis)、山樱花(*Cerasus serrulata*)、白玉兰(*Michelia alba* DC.)等,白色花能够给人以纯洁、宁静、舒缓的感受。

花色为红色的植物有细叶美女樱(*Verbena tenera* Spreng.)、美人蕉(*Canna indica* L.)、花烟草(*Nicotiana alata* Link et Otto)、粉黛乱子草(*Muhlenbergia capillaris* Trin.)、芙蓉葵(*Hibiscus moscheutos* Linn.)、龙牙花(*Erythrina corallodendron* L.)、鸡冠刺桐(*Erythrina crista-galli* Linn.)、碧桃(*Amygdalus persica* L.var.*persica f.duplex* Rehd.)、芙蓉(*Hibiscus mutabilis* Linn.)、羊蹄甲(*Bauhinia purpurea* Linn.)等,红色花给人以热烈、充满斗志的感受。

表 5 观花类植物花色统计

Table 5 Flower color statistics of flower-watching plants

序号 No.	花色类别 Flower color category	种数 Species
1	白色花植物	6
2	红色花植物	10
3	黄色花植物	7
4	蓝紫色花植物	14

花色为黄色的植物有佛甲草(*Sedum lineare* Thunb.)、百日菊(*Zinnia elegans* Jacq.)、大吴风草[*Farfugium japonicum*(L.f.) Kitam]、金鸡菊(*Coreopsis drummondii* Torr.et Gray)、黄金菊(*Euryops pectinatus*)、地涌金莲[*Musella lasiocarpa*(Fr.) C.Y.Wu ex H.W.Li]、银荆(*Acacia dealbata* Link)等,黄色给人以活泼、轻快、充满希望的感受。

花色为蓝紫色的植物有绣球花[*Hoya carnosa*(L.f.) R.Br]、百子莲(*Agapanthus africanus* Hoffmegg.)、紫穗狼尾草(*Pennisetum alopecuroides* 'Purple')、鼠尾草(*Salvia japonica* Thunb.)、松果菊(*Echinacea purpurea* Linn.Moench)、鸢尾(*Iris tectorum* Maxim.)、再力花(*Thalia dealbata* Fraser)、紫娇花(*Tulbaghia violacea*)、薰衣草(*Lavandula angustifolia* Mill.)、蓝花楹(*Jacaranda mimosifolia* D.Don)、紫藤[*Wisteria sinensis*(Sims) Sweet]、蓝羊茅(*Festuca glauca* Vill.)、细叶萼距花(*Cuphea hyssopifolia*)、波斯菊(*Cosmos bipinnata* cav.)等,给人以忧郁、神秘的感受。

(2)从观花植物类的花期来看,大多植物都具有多季节开花特性,统计中依据实际情况有进行不同季节重复统计。夏季(6—8月)和春季(3—5月)开花植物数量较多,分别为 27 种和 22 种,其原因也在于春夏是常见的花期,秋季(9—11月)开花植物有 18 种,为公园增添了美丽的秋景,冬季(12月至次年 2 月)开花植物仅有 3 种。总体而言基本保证了公园四季有花的建设目标,但冬季观花植物数量稍少,仍需考虑增加冬季花期植物或增加有其他观赏特征的植物,丰富冬季景观。

**2.2.2 观叶类植物。**观叶类植物是以植物的叶作为观赏部位,植物的叶色、叶形、叶质地等具有较为突出的特殊观赏特征的均属于此类。公园内共有观叶类植物 25 种(表 6),隶属于 22 科 25 属,其中乔木 10 种,灌木 4 种,草本 10 种,藤本 1 种,有的观叶类植物有多种观赏特征。园内主要观叶形的植物占大多数,利用多变的叶形能更好地地区分植物景观层次。

表 6 观叶类植物特征统计

Table 6 Statistics of plant characteristics of ornamental leaves

观叶类别 Ornamental leaf categories	种数 Species	比例 Percentage//%
观叶色植物 Ornamental leaf color plant	5	18.5
观叶形植物 Ornamental leaf shape plant	19	70.4
观叶质地植物 Ornamental leaf texture plants	3	11.1

观叶色的植物有金叶女贞(*Ligustrum vicaryi*)、红叶石楠

(*Photinia × fraseri* Dress)、黄葛树[*Ficus virens* Ait.var.*sublan- ceolata* (Miq.) Corner]、叶子花(*Bougainvillea spectabilis* Willd.)、银杏(*Ginkgo biloba* L.)等,单独栽植的木本植物或是成片栽植的灌木草本植物,以特殊鲜明的叶色带来直观的视觉效果。

观叶形的植物有银杏(*Ginkgo biloba* L.)、叶子花(*Bougainvillea spectabilis* Willd.)、菖蒲(*Acorus calamus* L.)、佛甲草(*Sedum lineare* Thunb.)、细叶芒(*Miscanthus sinensis* cv.)、木贼(*Equisetum hyemale* L.)、肾蕨[*Nephrolepis auriculata* (L.) Trimen]、铜钱草[*Hydrocotyle chinensis* (Dunn) Craib]、蓝羊茅[*Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng]、酢浆草(*Oxalis corniculata* L.)、细叶萼距花(*Cuphea hyssopifolia*)、芭蕉(*Musa basjoo* Sie.et Zucc.)、南酸枣[*Choerospondias axillaris* (Roxb.) Burt et Hill.]、南天竹(*Nandina domestica*)、七叶树(*Aesculus chinensis* Bunge)、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)、无患子(*Sapindus saponaria*)、羊蹄甲(*Bauhinia purpurea* Linn.)、皂荚(*Gleditsia sinensis* Lam.)等,不同叶形丰富的观赏的趣味性,增加层次丰富度。

观叶质地的植物有细叶结缕草(*Zoysia tenuifolia* Willd.ex Trin.)、沿阶草(*Ophiopogon bodinieri* Levl.)、鹅掌柴[*Schefflera octophylla* (Lour.) Harms],不同的叶质地能够让植物景观的细节更加丰富。

**2.2.3 观形类植物。**观形类植物是以树的树冠、枝干形状、整体树形为观赏特点。公园内共有观形类植物8种,隶属于8科8属,均为乔木类植物,这类乔木植物主要以孤植、散植和丛植来展示特殊的树形,强调其别致的观赏特征。

公园内观形类植物有黄葛树[*Ficus virens* Ait.var.*sublan- ceolata* (Miq.) Corner]、银荆(*Acacia dealbata* Link)、木犀(*Osmanthus fragrans* sp.)、小叶榕(*Ficus microcarpa* L.f.)、苏铁(*Cycas revoluta* Thunb.)、旱柳(*Salix matsudana* Koidz.)、朴树

(*Celtis sinensis* Pers.)、香樟[*Cinnamomum camphora* (L.) Presl.]。

**2.2.4 观果类植物。**观果类植物是以果或者果序作为观赏特性,植物的果色、果形、果序等具有较为突出的特殊观赏特征的均属于此类。

公园内共有观果类植物2种,一个是果期5—11月的南天竹(*Nandina domestica*),主要构成灌木层次,大多片植并作为非主要景观节点的灌木层;另一个是果期在10月份的七叶树(*Aesculus chinensis* Bunge),分散种植在园中一些建筑体周围作为背景树。

**2.3 植物配植形式** 从宏观角度,桂溪生态公园的植物主要以自然式种植,大面积的草坡和疏林营造出较为开阔的空间。除东南入口广场与部分一级景观道路将朴树、银杏、小叶榕列植或对植外,大多植物都以其他自由栽植方式配植。

公园内植物配植以乔木+草坪和乔木+灌木+草坪的形式为主,灌木+草坪多出现于道路两旁和部分景观节点,另外有高大乔木群植于部分道路外边缘作为背景林也形成障景,还有藤本植物丰富了构筑物立面(表7)。园内乔木+草坪的形式多以高大、树形优美、观赏特性突出的乔木品种为主,采用丛植、散植的方式,搭配最低矮的、修剪平齐的草本植物,大多形成疏朗简洁的疏林草地,形成大量开阔的活动场地,使通透的景观视线更富有趣味性。园内乔木+灌木+草坪的形式依据景观组团要突出的植物层次来进行植物选择,在重点层次会有较多的品种或数量,其余层次多以一种主要植物来搭配,多见乔木层和灌木层选用更多的品种,结合园内的人工浅丘地形,整体呈现丰富的景观效果,形成了园中多处花林景点、主道路交点、草坡视线焦点等特色景观。园内灌木+草坪形式大多以丰富的灌木搭配为主要观赏点,通过丰富的灌木色彩、质感综合搭配,草坪几乎只作为地面背景延伸,以此营造季节性的花境景观。

表7 典型植物配植群落

Table 7 Planting with typical plants

植物配植层次 Configuration layer	特色观赏性植物群落 Characteristic ornamental plant community	园中主要位置 Main location in the park
乔木+草坪 Arbor+Lawn	银杏/樱花/蓝花楹/白玉兰/无患子/鸡冠刺桐+细叶结缕草 银荆+木犀+细叶结缕草	部分草坡,儿童娱乐区域,花林
乔木+灌木+草坪 Arbor+Shrub+Lawn	美人蕉+花烟草+细叶芒+金叶女贞+朴树+细叶结缕草 狼尾草+朴树+细叶结缕草 大吴风草+细叶芒	景观节点、部分草坡近边缘部分
灌木+草坪 Shrub+Lawn	菖蒲/粉黛乱子草+细叶结缕草 金叶女贞+细叶芒+紫穗狼尾草+细叶结缕草 木贼+松果菊+绣球+金叶女贞+沿阶草 紫娇花+沿阶草+花烟草+细叶结缕草	部分二、三级人行步道两侧,一级道路拐点,公园名的石刻

### 3 结论

桂溪生态公园观赏植物生活型多样,草本有27种,乔木有26种,灌木有8种,藤本仅有2种。由此可见园中以乔木和草本植物为主构成景观。同时园中60.3%植物为外来物种,且长势较好,说明在适宜环境条件下更多引入外来植物品种也是丰富造景的一种方式。

桂溪生态公园观赏植物共有63种,隶属于39科60属,其中稍微优势科是菊科、豆科和禾本科,这3个科包含了16属17种植物,科数占7.7%,属数占26.7%,种数占27.0%,整体植物品种丰富多样。

桂溪生态公园观赏植物根据观赏特性划分(部分植物兼有多种观赏特征),观花类植物有37种,这类植物有丰富的

花色,并且花期基本涵盖四季;观叶类植物有25种,可以观赏叶色、叶形、叶质地;观形类植物有8种,观果类植物有2种。公园大量采用观花观叶类植物,利用季相搭配形成丰富的花叶景观,乔木选择上均看重树形选择,灌木更注重色彩和叶形选择。

植物栽植上整体以自然式为主,具体配植以乔木+草坪和乔木+灌木+草坪形式为主,整体营造疏朗开阔的景观空间效果;也有节点布置为灌木+草坪形式,植物选择依据植物群落所处的位置和旨在突出营造的景观氛围来进行,典型的植物群落搭配在色彩、季相、质感上均能够达到较为丰富的效果。

#### 4 讨论

桂溪生态公园在观赏植物选择上种类丰富,特地引入大量外来特色植物品种,形成多样的观赏类型,造景上采用丰富的层次搭配形式,在营造别致景观效果的同时也满足了生态需求。但仍有一些能够加强的部分:①公园常绿树种较落叶树种数量少,应当补充常绿树种满足冬季观赏需求;②在观赏特性方面可以适当增加冬季观花植物,丰富冬季季相景观,也可适当增加观果和观形的树种,为乔木+草坪群落带来更加丰富的观赏体验;③过多的自然式种植导致生长速度不一的部分植物景观效果杂乱无章,失去美感,应精细化地进行前期品种搭配和后期维护管理工作。整体而言,成都桂溪生态公园内观赏植物的品类与配植方式能为今后公园观

赏植物选择与种植提供一定参考。

#### 参考文献

- [1] 曹东波.城市生态文明建设的对策与建议[J].现代商业,2014(23):274-275.
- [2] 李德英.公园里的社会冲突:以近代成都城市公园为例[J].史林,2003(1):1-11,123.
- [3] 何平,彭重华.城市绿地植物配置及其造景[M].北京:中国林业出版社,2001.
- [4] 胡长龙.城市园林绿化设计[M].上海:上海科学技术出版社,2003:138-145.
- [5] 苏雪痕.植物造景[M].北京:中国林业出版社,2008:19-25.
- [6] 苏丕林.园林观赏植物和园林观赏植物的分类[J].湖北林业科技,1985(2):40-42.
- [7] 陈植.观赏树木学[M].北京:中国林业出版社,1984:4-21.
- [8] 龙韬.我国观赏植物资源研究现状及发展趋势[J].北京农业,2011(18):53-55.
- [9] 蒋君芳,张明海.成都:为建成美丽宜居公园城市发力[J].中华建设,2018(4):42-43.
- [10] 李晋,李发戈,徐朴.成都建设美丽宜居公园城市的SWOT分析及战略选择[J].四川行政学院学报,2018(5):100-104.
- [11] 刘司南,吕锐,王霞.参数化风景园林设计的方法实践:以成都市环城生态区桂溪生态公园景观为例[J].中国园林,2017,33(5):50-55.
- [12] 钟欢.城市公园儿童活动区植物景观应用研究初探:以成都市桂溪生态公园为例[J].四川建筑,2018,38(2):17-18.
- [13] 张天眷,罗媛媛,张梁.海绵城市理念在城市公园景观设计中的应用[J].山西建筑,2017,43(16):208-209.
- [14] 施福军,陈碧珍,王磊,等.南宁树木园观赏植物资源调查[J].安徽农业科学,2017,45(35):1-5.
- [15] 蔡殷知.观赏植物评价方法研究及评价模型应用:以铜钹山自然保护区野生观赏植物为例[D].南昌:江西农业大学,2013.
- [16] 王迎迎,李天保,张宗魁,等.济源市“四旁树”资源调查与环境生态分析[J].安徽农业科学,2019,47(23):130-134.
- [17] 王烁,常庆瑞,刘梦云,等.基于高光谱遥感的棉花叶片叶绿素含量估算[J].中国农业大学学报,2017,22(4):16-27.
- [18] 李改艳,陈康康,孙慧珍.不同测定时间 SPAD 值对估测叶绿素面积质量的影响[J].东北林业大学学报,2016,44(8):44-48.
- [19] 高鑫,高聚林,于晓芳,等.不同玉米品种叶片 SPAD 值估测模型的构建及其差异性研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2016,44(10):37-44.
- [20] 李媛媛,常庆瑞,刘秀英,等.基于高光谱和 BP 神经网络的玉米叶片 SPAD 值遥感估算[J].农业工程学报,2016,32(16):135-142.
- [21] 张丽,张中东,陶宏斌,等.利用玉米叶片 SPAD 值预测子粒蛋白质含量分析[J].玉米科学,2014,22(6):74-79.
- [22] 蔡红光,米国华,陈范骏,等.玉米叶片 SPAD 值、全氮及硝态氮含量的品种间变异[J].植物营养与肥料学报,2010,16(4):866-873.
- [23] 于亚利,贾文凯,王春宏,等.春玉米叶片 SPAD 值与氮含量及产量的相关性研究[J].玉米科学,2011,19(4):89-92.
- [24] 朱新开,盛海君,顾晶,等.应用 SPAD 值预测小麦叶片叶绿素和氮含量的初步研究[J].麦类作物学报,2005,25(2):46-50.
- [25] 柯娴娴,贺立静,苏志尧.南方 4 种木本植物相对叶绿素含量指标及其分布[J].中南林业科技大学学报,2010,30(8):82-86.
- [26] 童淑媛,宋凤斌,徐洪文,等.玉米不同叶位叶片 SPAD 值的变化及其与生物量的相关性[J].核农学报,2008,22(6):869-874.

(上接第 46 页)

高。使用 SPAD-502 叶绿素仪测量玉米 SPAD 值时,应该选择玉米植株中部叶片,选择叶片的中部进行测量,尽量避免开叶脉,以免产生误差。

#### 参考文献

- [1] 董哲,杨武德,张美俊,等.基于高光谱遥感的玉米叶片 SPAD 值估算模型研究[J].作物杂志,2019(3):126-131.
- [2] 罗方,杨恒山,张玉芹,等.春玉米干物质积累及转运对种植模式和种植密度的响应[J].华北农学报,2019,34(2):124-131.
- [3] 高鑫,高聚林,于晓芳,等.基于不同玉米品种叶片高光谱的 SPAD 值估测模型研究[J].玉米科学,2016,24(2):108-114.
- [4] 刘露,彭致功,张宝忠,等.基于高光谱的夏玉米冠层 SPAD 值监测研究[J].水土保持学报,2019,33(1):353-360.
- [5] 葛君,姜晓君.施氮量对小麦旗叶光合特性、SPAD 值、籽粒产量及碳氮代谢的影响[J].天津农业科学,2019,25(3):1-4.
- [6] 乔润雨,刘文锋,刘泽群,等.绿色蔬菜叶片叶绿素含量与 SPAD 值相关性研究[J].国土与自然资源研究,2018(1):80-82.
- [7] 潘义宏,顾毓敏,杨森,等.不同品种中部烟叶 SPAD 值及其与叶绿素含量的相关性分析[J].河南农业大学学报,2017,51(2):156-162.