

doi: 10.3969/j.issn.0490-6756.2017.03.037

# 多效唑对紫穗槐抗旱节水的形态作用研究

范志霞<sup>1,2</sup>, 李绍才<sup>1</sup>, 孙海龙<sup>3</sup>

(1. 四川大学生命科学学院, 成都 610064; 2. 四川农业大学风景园林学院, 温江 611130;  
3. 四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室, 成都 610064)

**摘要:** 为了研究多效唑对紫穗槐的抗旱节水的形态效应, 开展了6水平不同浓度的多效唑对紫穗槐的盆栽试验, 对紫穗槐的形态指标进行了测量. 结果表明: 多效唑有效抑制了紫穗槐的株高、叶面积、盖度、冠幅、基径, 增加了紫穗槐的株数和叶色. 适当浓度的多效唑能增大紫穗槐的盖度、冠幅、基径, 增加水土保持效果和抗倒伏性. 综合考虑, D4多效唑浓度下不仅可以有效降低紫穗槐株高和叶面积, 减少养分水分需求和水分蒸发, 增强抗旱性, 还可以增大盖度、冠幅、基径, 加深叶色, 增强水土保持效果和保持良好的景观效果, 故这个浓度最佳.

**关键词:** 多效唑; 抗旱节水; 紫穗槐

**中图分类号:** Q945; X45 **文献标识码:** A **文章编号:** 0490-6756(2017)03-0648-05

## The effects study of paclobutrazol on *amorpha fruticosa* drought resistance and water saving morphology

FAN Zhi-Xia<sup>1,2</sup>, LI Shao-Cai<sup>1</sup>, SUN Hai-Long<sup>3</sup>

(1. College of Life Science, Sichuan University, Chengdu 610064, China;

2. Landscape Architecture College of Sichuan Agriculture University, Wenjiang 611130, China;

3. State Key Laboratory of Hydraulics and Mountain River Engineering, Sichuan University, Chengdu 610064, China)

**Abstract:** In order to study the drought resistance and water saving morphology effects of paclobutrazol on *A. fruticosa*, the pot experiment was carried out of six levels paclobutrazol applied on *A. fruticosa*, the morphology indexes were measured. The results showed that paclobutrazol inhibited effectively the height, leaf area, coverage, crown width, base diameter, increased the numbers and leaf colour. The proper concentration paclobutrazol could increase the coverage, crown width, base diameter, lift water and soil conservation effect and lodging resistance. Total consideration, D4 not only inhibited the height and leaf area of *A. fruticosa*, decreased nutrient and water needs and water evaporation, increased drought resistance, increased coverage, crown width, base diameter, leaf colour to improve water and soil conservation and landscape effect, so D4 was the optimum concentration.

**Keywords:** Paclobutrazol; Drought resistance and water saving; *Amorpha fruticosa*

## 1 引言

边坡生态防护是指用活的植物与工程技术措

施结合以防止边坡风化剥落的技术手段<sup>[1]</sup>, 近年来是边坡防护的主流方式, 对于边坡环境的生态修复具有重要的战略意义. 特别是近年来基础设施建

收稿日期: 2016-03-22

基金项目: 国家科技支撑计划课题(2013BAJ02B03)新型立体绿化卷材研究与产业化

作者简介: 范志霞(1977-), 女, 山西临汾人, 讲师, 博士研究生, 主要从事岩石护坡植物抗旱性研究. E-mail: 46766243@qq.com.

通讯作者: 孙海龙. E-mail: 250735083@qq.com

设的加快,对边坡生态修复的要求更为迫切,但是边坡贫瘠的养水分条件,水热容量小,温度水分变化激烈频繁<sup>[2]</sup>,这些都限制了边坡植物的生存,其中水分是最重要的限制因子,因此提高边坡植物的抗旱性有重大意义。

紫穗槐(*Amorpha fruticosa* L.)又称绵槐、紫花槐,豆科紫穗槐属,是常用的水土保持植物,在我国各大地区广泛种植<sup>[3]</sup>。具有耐干旱,耐水湿,耐瘠薄,萌发力强,成活率高等优点。但前人的研究表明紫穗槐和其他植物相比,抗旱性并不是很强<sup>[4-6]</sup>。针对边坡严酷的生存条件,提高紫穗槐的抗旱性是非常必要的。

多效唑是一种高效低毒的植物生长延缓剂和广谱性杀虫剂,被广泛用在作物、花卉、林果上<sup>[7]</sup>,具有抑制生长,提高叶绿素含量,增强抗逆性的效应<sup>[8]</sup>。目前还没有多效唑应用于紫穗槐提高其抗旱节水特性的报道,本研究把多效唑加载在紫穗槐上研究抗旱节水的形态效应,以期获得紫穗槐抗旱节水和良好护坡效果的多效唑浓度,为多效唑在紫穗槐的加载提供依据,为生长调节剂在护坡植物上的应用提供参考。

## 2 实验部分

### 2.1 材料和地点

本研究的材料是紫穗槐1年生幼苗,盆栽在水泥盒中。水泥盒的规格:长×宽×高=50cm×50cm×5cm。水泥盒底部铺一层无纺布,然后铺一层栽培基质,然后依次是三维网、保温层、反光层。栽培基质的成分有草炭、紫色泥岩(粒径:0~2mm)、微生物肥、消毒剂、保水剂(粒径:0.5~0.8mm过筛),栽培基质总重为965g。试验地点是四川省沃尔宜环保科技有限公司试验基地,位于四川省彭州市升平镇,气候是亚热带季风气候,年平均气温为16.3℃,年平均降雨量达到1124.65毫米,年平均蒸发量为1536.4mm。

### 2.2 方法

2.2.1 试验设计 多效唑设6个水平:10mg/L、50mg/L、100mg/L、150mg/L、200mg/L和对照(不加多效唑)。用D1、D2、D3、D4、D5、D0表示。每个多效唑水平设置3盆,共有18盆。试验于2014年7月16日土施多效唑,7月初播种,7月底开始进行第一次形态指标,以后每月同一日测量,共测四次。测形态指标时,每盆紫穗槐随机选择10株进行测量,测量结果取平均值。

2.2.2 观测内容和测量方法 测量指标有株高、

冠幅、叶面积(测紫穗槐的相同位置的叶片),用直尺测量叶面积的计算采用系数测定法;盖度用照相机拍摄,在photoshop软件分析;基径(靠近地面相同位置)采用游标卡尺测量;株数用数数法叶色用叶绿素含量表示。采用EXCEL2003分析作图,用spss17.0进行差异显著性检验,多重比较用DUN-CAN法。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同浓度多效唑对紫穗槐株高的影响

从图1可以看出,除D1外,所有多效唑浓度都抑制了紫穗槐的株高。D1的株高于对照,是因为D1的多效唑浓度低,随着时间的推移,多效唑的抑制效应降低甚至消失,紫穗槐出现“反跳”现象<sup>[7]</sup>。随多效唑浓度的增加,株高下降显著。从株高曲线的形式来看,D0和D1具有相似的趋势,都是有较大凸起的抛物线形式,8月株高急剧增大,这可能因为8月天气高温多雨,紫穗槐生长旺盛,所以8月生长迅速。9、10月紫穗槐株高增长平缓,生长速率变慢,这可能是由于9、10月天气转凉,空气温度下降,植物生长速度减缓。D2、D3、D4具有相似的生长曲线,即都是小幅凸起的抛物线形式,7月到8月的增长速率大大小于D0和D1,说明这两个月虽然很适合紫穗槐的生长,但是随着多效唑浓度的增加,它的抑制紫穗槐株高的效应在增强,所以紫穗槐株高增加的速率较小,9、10月份紫穗槐的增长速率减缓。D5的紫穗槐植物一直生长缓慢,这可能是多效唑浓度太大,对紫穗槐强烈的生长抑制作用,使其的株高显著低于其他多效唑浓度。

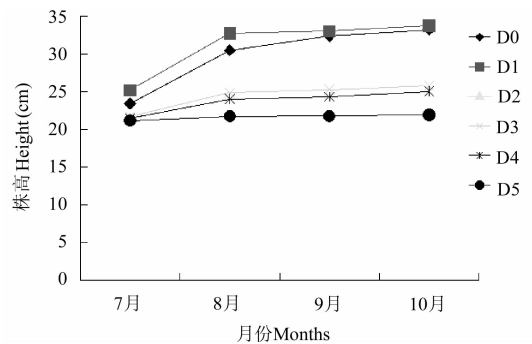


图1 多效唑对紫穗槐株高的影响

Fig. 1 The effects of Paclobutrazol on height of *A. fruticosa*

### 3.2 不同浓度多效唑对紫穗槐盖度的影响

图2可以看出,随着多效唑浓度的增加,除D1外,紫穗槐的盖度是下降的,但D4的盖度要高于D2

和 D3, D1 的盖度大于对照, 是因为 D1 的“反跳”. 紫穗槐的盖度下降是多效唑对紫穗槐生长的抑制作用造成的. 所有多效唑浓度和对照都具有相似的趋势, 即 8 月份盖度增加, 9、10 月盖度降低. 可能原因是 8 月份气温高, 雨水充沛, 植物生长旺盛, 所以盖度增加迅速. 9、10 月份气温降低、天气转凉, 紫穗槐生长速率降低, 出现了掉叶的现象, 所以盖度降低. D4 的盖度在 9、10 月大于 D2 和 D3 的可能原因是 D4 这个浓度比较适合紫穗槐生长, 增强了紫穗槐的抗旱性, 落叶减少, 所以盖度大于 D2 和 D3.

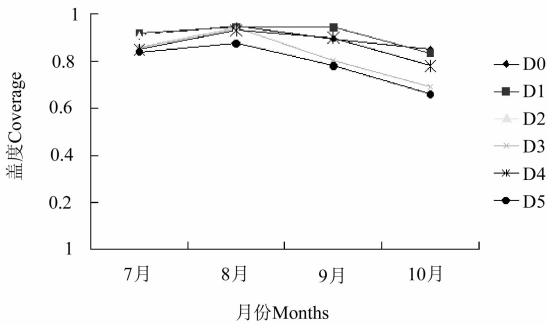


图 2 多效唑浓度对紫穗槐盖度的影响

Fig. 2 The effects of Paclobotrazol on coverage of *A. fruticosa*

### 3.3 不同浓度多效唑对紫穗槐株数的影响

由图 3 可以看出, 不同浓度多效唑下紫穗槐的株数均比对照多, 说明多效唑有促进紫穗槐发芽的作用. 多效唑增加发芽的原因, 一是促进发芽出生快, 二是幼苗死亡率低<sup>[7]</sup>. 随多效唑浓度的升高, 紫穗槐的株数大体上呈增加的趋势. D4 的株数最高, 说明这个浓度很适合紫穗槐增加株数. 其次是 D5, 说明高浓度的多效唑促进了紫穗槐分蘖. 紫穗槐的株数增加也是盖度增加的原因之一.

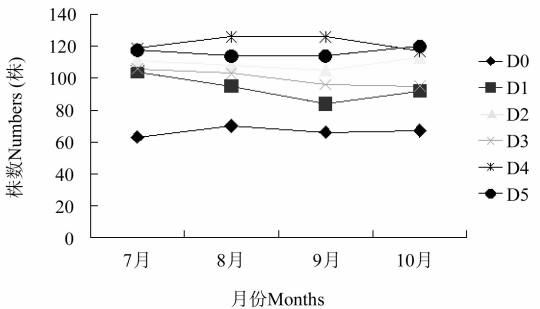


图 3 多效唑浓度对紫穗槐株数的影响

Fig. 3 The effects of Paclobotrazol on *A. fruticosa* number

### 3.4 不同浓度多效唑对紫穗槐冠幅的影响

从图 4 可以看出, 除了 D1 外, 所有多效唑下

紫穗槐的冠幅低于对照. 冠幅具有和盖度相似的趋势, D1 由于“反跳”作用, 生长比对照旺盛, 所以冠幅增加. 所有多效唑浓度下冠幅的变化趋势是相似的, 8 月份冠幅增加, 9、10 月份冠幅降低. D4 的冠幅在 9、10 月份大于 D2 和 D3, 可能原因是因为这个浓度下紫穗槐的抗性增强, 落叶减少, 所以冠幅大. D5 浓度下紫穗槐的冠幅最低, 这可能是由于多效唑浓度过大, 对紫穗槐强烈的抑制作用.

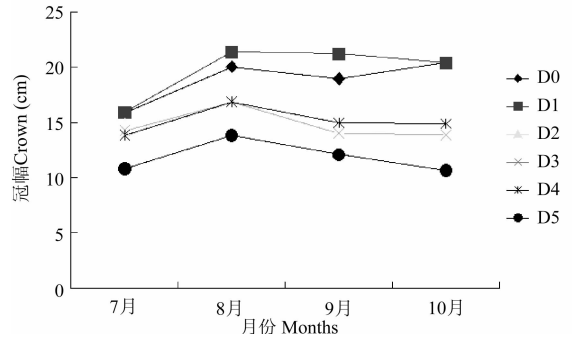


图 4 多效唑浓度对紫穗槐冠幅的影响

Fig. 4 The effects of Paclobotrazol on crown width of *A. fruticosa*

### 3.5 不同浓度多效唑对紫穗槐叶面积的影响

图 5 可以看出, 除 D1 外, 随着多效唑浓度的增加, 紫穗槐的叶面积是降低的. 说明多效唑对紫穗槐的抑制叶面积的作用. D1 由于“反跳”, 叶面积高于对照. 在不同的月份, 不同浓度下紫穗槐的叶面积差异是显著的, 说明多效唑对紫穗槐的叶面积的抑制作用比较强烈. D4 的叶面积和 D2、D3 差异不显著, D5 的叶面积显著低于其他多效唑处理, 说明高浓度的多效唑严重抑制了紫穗槐叶的发育. 叶面积是一个重要的植物学指标, 叶面积减小, 降低蒸腾, 有利于植物保持水分, 增强抗旱力.

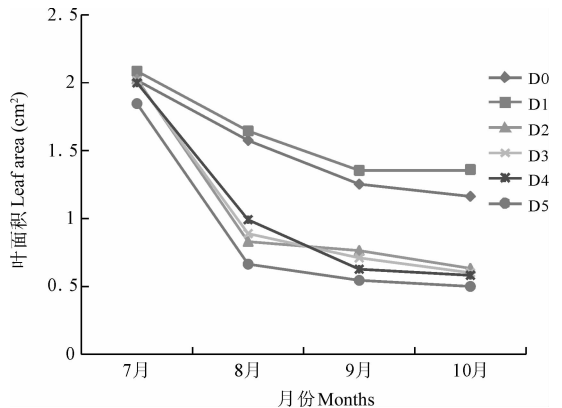


图 5 多效唑浓度对紫穗槐叶面积的影响

Fig. 5 The effects of Paclobotrazol on leaf area of *A. fruticosa*

### 3.6 不同浓度多效唑对紫穗槐基径的影响

从图6可以看出随着多效唑浓度的增加,紫穗槐的基径是降低的.这可能是由于多效唑对紫穗槐的生长抑制作用.D4的基径在7、10月高于D2和D3,可能是这个多效唑浓度下紫穗槐的抗旱性增强,基径增大,吸收养分水分的能力增强,抗倒伏性增强.D5的基径在所有月份是最低的,说明多效唑严重抑制了紫穗槐的生长.

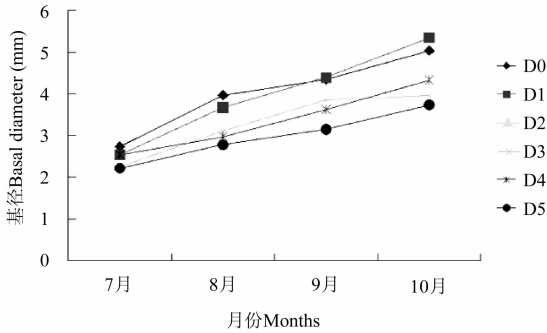


图6 多效唑浓度对紫穗槐基径的影响

Fig. 6 The effects of Paclobutrazol on base diameter of *A. fruticosa*

### 3.7 不同浓度多效唑对紫穗槐叶绿素含量的影响

从图7可以看出,除了10月多效唑增加紫穗槐叶绿素的效应不明显外,其余月份多效唑的施加增加了紫穗槐叶绿素的含量.随着多效唑浓度的增加,叶绿素的含量大致呈增加降低的趋势.D2的叶绿素含量四个月平均值最高,其次是D5>D3>D4>D1,D0最低,仅为1.83(mg/g),D2和D0差异显著( $P<0.05$ ),与其他处理差异不显著( $P>0.05$ ).

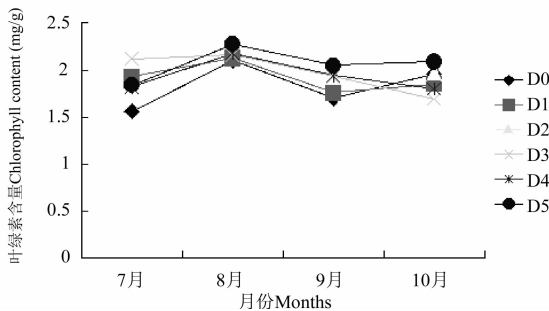


图7 多效唑浓度对紫穗槐叶绿素含量的影响

Fig. 7 The effects of Paclobutrazol on chlorophyll content of *A. fruticosa*

## 4 讨论

试验结果表明,多效唑有效抑制了紫穗槐的株高,从株高角度讲,植物的株高低,对环境的养分和

水分的需求低,这对于边坡贫瘠的生存环境植物的生存度增加.高大植株对边坡而言存在不确定因素.大树会对边坡产生荷载,增大倒伏性和下滑,对边坡有很大的潜在危险<sup>[9]</sup>,因而降低株高可以增强边坡的稳定性.Sonia等也提出多效唑施加在谷类植物上,不仅降低了谷类植物的高度,而且降低了倒伏性<sup>[10]</sup>.植物对养分、水分需求的降低可以减少栽培中对养分、水分的投入,这对于节约能源、减少环境污染有很重要的战略意义.并且Sonia等、Sarkar等<sup>[11]</sup>、Zhang等<sup>[12]</sup>的研究表明植株的高度降低可以增强对环境胁迫的抗性,比如热胁迫、干旱胁迫.但是植株的株高太低,植物的生长发育受到严重抑制,根系的发育也会不太健全,水土保持能力降低,株高太低会造成边坡大面积裸露,景观效果很差.所以从株高角度讲,要选择适合株高的紫穗槐植株,既能节约能源,又能发挥护坡功能和保持景观效果.

盖度是护坡植被生态评价指标很重要的一个方面,很多研究中都采用这个指标<sup>[13-15]</sup>.植物盖度高,可以有效减少地面冲刷,水土流失,同时裸露地面少,景观效果好.D4的盖度在9、10月大于D2和D3,可能这个多效唑浓度比较适合紫穗槐生长,增强了抗旱性,因而在9、10月落叶减少,保持大的盖度.冠幅和盖度有很大的关系,冠幅大盖度就大.D4的冠幅在9、10月也大于D2和D3.枝繁叶茂的树冠可以截留一部分降雨量,减小雨滴对边坡表面的击打、侵蚀,增强水土保持效果<sup>[9]</sup>.

叶片是植物的重要形态器官和生理器官,试验结果表明,多效唑对叶面积是减小的作用,这与前人的研究结果是一致的<sup>[16]</sup>.刘兆良等<sup>[17]</sup>研究发现,多效唑导致植株茎秆矮化和叶片变小,主要是由于细胞变短,而不是多效唑抑制细胞分裂而引起细胞数量的减少.叶面积减小可以减少植物水分的蒸发,增强抗旱性<sup>[18,19]</sup>.叶色是景观效果的重要组成部分,多效唑加深了紫穗槐的叶色,使紫穗槐的浅绿色变成墨绿色,增强视觉效果和冲击力,美化景观效果<sup>[20-22]</sup>.邱瑾等<sup>[23]</sup>研究表明,适宜浓度的多效唑能增加水仙叶片叶绿素含量,提高其光合速率.陈洪国<sup>[24]</sup>的研究表明多效唑能提高菊花的叶绿素含量,提高光合作用.Luo and Ren<sup>[25]</sup>的研究结果表明叶绿素含量与净光合速率呈正相关.植物的光合产物增多,抗旱性增强.

基径是植物抗倒伏性的一个重要指标,基径粗,植物吸收养分水分能力增强,抗倒伏性增

强<sup>[26,27]</sup>. D4 的基径随着紫穗槐的生长大于 D2 和 D3,说明这个浓度下 D4 的抗旱性和抗倒伏性强.

综合株高、盖度、冠幅、叶面积、叶色、基径、株数等指标,从节约能源和景观效果角度出发,D4 这个多效唑浓度不仅降低紫穗槐株高,而且还能增加紫穗槐的盖度、冠幅、基径,减小叶面积,增加叶色,减少了养分水分的投入,增强了水土保持效果和抗倒伏性、抗旱性,景观效果也大为提升,是最佳的多效唑浓度. 研究结果将对合理配置利用资源、优化工程管理模式、提高边坡生态环境治理效益和效率具有重要意义.

### 参考文献:

- [1] 李绍才,孙海龙,杨志荣,等. 坡面岩体-基质-根系互作的力学特性[J]. 岩石力学与工程学报, 2005, 24(12): 2074.
- [2] 李绍才,孙海龙. 中国岩石边坡植被护坡技术现状及发展趋势[J]. 资源科学, 2004, 26: 61.
- [3] 段晓明,苗增健,刘连新,等. 生态护坡应用及护坡植物群落的选择[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(31): 15327
- [4] 吴婧舒,周广柱,周金峰. 平榛抗旱性研究[J]. 江苏农业科学, 2010, (2): 196.
- [5] 杨泱,冷平生,张博,等. 3 种边坡绿化植物抗旱性研究[J]. 中国农学通报, 2010, 26(13): 272.
- [6] 李雪华,蒋德明,阿拉木萨,等. 科尔沁沙地 4 种植物抗旱性的比较研究[J]. 应用生态学报, 2002, 13(11): 1385.
- [7] 段留生,田晓莉. 作物化学控制原理与技术[M]. 北京:中国农业大学出版社, 2011.
- [8] 贾洪涛,党金鼎,刘凤莲. 植物生长延缓剂多效唑的生理作用机理及应用[J]. 安徽农业科学, 2003, 31(2): 323
- [9] 李宇,金建红,叶朝军,等. 紫穗槐等 5 种乔灌木在边坡环境的生长比较研究[J]. 中国园艺文摘, 2011(1): 40
- [10] Plaza-Wüthrich S, Blösch R, Rindisbacher A, *et al.* Gibberellin deficiency confers both lodging and drought tolerance in small cereals[J]. *Front Plant Sci*, 2016, 7: 643.
- [11] Sarkar S, Perras M R, Falk D E, *et al.* Relationship between gibberellins, height, and stress tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.) seedlings [J]. *Plant Growth Regul*, 2004, 42: 125.
- [12] Zhang X, Chen X, Wu Z, *et al.* Dwarf wheat mutant is associated with increased drought resistance and altered responses to gravity [J]. *Afr J Biotechnol*, 4(10): 1054.
- [13] 龙凤,李绍才,孙海龙. 岩石边坡生态护坡效果评价指标体系及应用[J]. 岩石力学与工程学报, 2009, 8(1): 3095.
- [14] 赵百磊. 山区高速公路路堑边坡生态防护质量控制与效果评价方法研究[D]. 重庆交通大学, 2014.
- [15] 董方帅,徐礼根. 岩质边坡植被重建后的生态评价指标体系构建[J]. 科技通报, 2009, 25(4): 503
- [16] 安小龙,梅兰菊,唐琳,等. 多效唑对水涝胁迫下麻疯树幼苗生理指标的影响. 四川大学学报:自然科学版, 2015, 52: 1171.
- [17] 刘兆良,沈岳清,盛敏智,等. 多效唑对部分作物植株组织结构的影响[J]. 上海农业学报, 1995, 11(3): 43.
- [18] 王国富,李连国,李晓燕. 沙棘叶片表面形态特征与抗旱性的关系 [J]. 园艺学报, 2006, 33(6): 1310.
- [19] 王建伟,周凌云. 土壤水分变化对金银花叶片生理生态特征的影响[J]. 土壤, 2007, 39(3): 479.
- [20] 吕长平,陈海霞. 多效唑对盆栽花叶美人蕉的矮化效果[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版, 2003, 29(2):
- [21] 王伟英,邹晖,戴艺民,等. 多效唑喷雾对中国水仙的矮化效应 [J]. 热带作物学报, 2011, 32(9): 1661.
- [22] 王萍,杨秀莲,王春君,等. 两种植物生长延缓剂对盆栽日香桂的矮化效应[J]. 南京林业大学学报:自然科学版, 2014, 38: 30.
- [23] 邱瑾,陈平,钟然,等. 多效唑对水仙生长和光合特性的影响[J]. 厦门大学学报:自然科学版, 2005, 44(6): 851.
- [24] 陈洪国. 植物生长调节剂对菊花幼苗生长及光合作用的影响[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(9): 1852.
- [25] Luo P G, Ren Z L. Wheat leaf chlorosis controlled by a single recessive gene [J]. *Zhi Wu Sheng Li Yu Fen Zi Sheng Wu Xue Bao*, 2006, 32(3): 330.
- [26] 段传人,王伯初,王凭青. 水稻茎秆的结构及其性能的相关性[J]. 重庆大学学报, 2003, 26(11): 38.
- [27] 王宇先,李清泉,赵蕾,等. 谷子矮化处理对倒伏性状及产量的影响 [J]. 黑龙江农业科学, 2016, (11): 23.