

# 遮光对桃幼树形态及一些生理指标的影响

曹珂<sup>1</sup>, 朱更瑞<sup>1</sup>, 王永熙<sup>2</sup>, 方伟超<sup>1</sup>, 王力荣<sup>1,①</sup>

(1. 中国农业科学院郑州果树研究所, 河南 郑州 450009; 2. 西北农林科技大学园艺学院, 陕西 杨陵 712100)

**摘要:** 对不同遮光条件下, 桃(*Prunus persica* L.) 不同品种(‘朝晖’、‘早露蟠桃’和‘南方早红’) 1年生幼树的形态和生理反应进行了研究。结果表明, 在中度遮光条件下, 品种‘朝晖’和‘南方早红’的叶面积增大; 在重度遮光条件下, 3个供试品种的新梢直径、新梢长度、叶面积、比叶鲜重和比叶干重均减小, 且不同品种的变化幅度不同。以干物质增加量为耐弱光能力的判定指标, 可以看出品种‘朝晖’较耐弱光, ‘南方早红’耐弱光能力差。遮光能引起3个品种可溶性糖含量的下降。叶绿素 a/b 值的变化可用于判定桃品种的耐弱光能力。

**关键词:** 桃; 遮光; 生理指标

**中图分类号:** Q948.112<sup>+</sup>.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2006)04-0052-05

**Effects of shading on morphological and physiological indices in sapling of peach (*Prunus persica*)**  
CAO Ke<sup>1</sup>, ZHU Geng-rui<sup>1</sup>, WANG Yong-xi<sup>2</sup>, FANG Wei-chao<sup>1</sup>, WANG Li-rong<sup>1,①</sup> (1. Zhengzhou Fruit Research Institute, the Chinese Academy of Agriculture Sciences, Zhengzhou 450009, China; 2. College of Horticulture, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2006, 15(4): 52-56

**Abstract:** Morphological and physiological indices of 1-year-old of different cultivars (‘Zhaohui’, ‘Zaolupantao’ and ‘Nanfangzaohong’) of sapling of peach (*Prunus persica* L.) growing in different shading environments were studied. The results showed that leaf areas of ‘Zhaohui’ and ‘Nanfangzaohong’ were higher than that of control under moderate shading treatment. New shoot diameter and length, leaf area, specific fresh leaf weight and specific dried leaf weight of three cultivars decreased under severe shading treatment with various trendations to different cultivars. In according to dry weight increment of whole plant to judge low light tolerance, ‘Zhaohui’ had a strong and ‘Nanfangzaohong’ had a weak tolerance to low light. Soluble sugar content of three cultivars declined because of shading. The experiment results indicated that the change of Chl a/b could be used to judge low light tolerance of different cultivars of peach.

**Key words:** peach (*Prunus persica* L.); shading; physiological index

光照不足是果树设施栽培生产的主要障碍之一, 而桃是喜光植物, 对光照条件较为敏感, 因此, 研究遮光条件下桃形态及生理上的变化对改善桃设施栽培措施及筛选耐弱光品种具有一定意义。在遮光条件下, 植物常在形态上表现为徒长<sup>[1]</sup>, 生理上表现为叶绿素含量<sup>[2]</sup>、光合速率<sup>[3]</sup>及光饱和点和光补偿点的变化<sup>[4]</sup>。目前, 有关植物体内渗透调节物质(如可溶性糖及脯氨酸等)在遮光环境下的变化状况的研究报道较少, 且对有关脯氨酸含量在逆境(干旱、盐碱)下的积累机制的认识也存在较大分歧。作者研究了在遮光条件下桃幼树的形态及叶片中叶绿素、可溶性糖和脯氨酸含量的变化, 为桃耐弱光机理的研究及幼树期耐弱光判定指标的筛选提供依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

供试材料为1年生盆栽的‘朝晖’(‘Zhaohui’)、‘早露蟠桃’(‘Zaolupantao’)和‘南方早红’(‘Nanfangzaohong’)(油桃)3个品种的桃(*Prunus persica* L.)幼树树苗。实验在中国农业科学院郑州果树研究所进行。

收稿日期: 2006-04-09

基金项目: 国家“863”计划项目(2001AA247041)

作者简介: 曹珂(1978-), 男, 河南南阳人, 硕士, 助理研究员, 主要从事桃品质遗传及种质创新方面的研究工作。

① 通讯作者 E-mail: wlirong@public2.zz.ha.cn

## 1.2 方法

1.2.1 处理方法 早春萌芽前,选取叶芽饱满、枝条粗度一致的1年生幼树,称重,上盆(每盆1株)。待新梢长度约10 cm时开始遮光,处理时间为60 d。实验设3组,以不遮光的幼树为对照;处理1(中度遮光)为1层薄遮阳网,经照度计测定,遮光率约为30%;处理2(重度遮光)为2层厚遮阳网,经照度计测定,遮光率约为70%。每品种每处理3株。为消除不同品种间成枝力不同的差异,采用“Y”型整枝,即只留2个主枝,抹除腋芽,其他栽培管理条件一致。

1.2.2 测定方法 处理60 d后,按下列方法进行各项指标的测定,其中,干重增加量重复3次,其余指标重复6次。新梢直径:用游标卡尺测量每个枝条从基部起第3、4位叶片间的新梢直径;新梢长度:在同一部位,用钢卷尺测量;干重增加量百分比:早春萌芽前,根据幼树含水量计算出上盆时各单株处理前干重,处理结束后,各单株烘干即为处理后干重,干重增加量 $=[(处理后干重-处理前干重)/处理前干重] \times 100\%$ ;叶面积:取厚薄一致的纸张,用铅笔画出10 cm $\times$ 10 cm面积的纸片,将之剪下后称重,记下该纸片的重量,然后将每个枝条从基部起第6片叶的叶片形状画在该纸片上,将该纸片剪下,称重,依下式计算叶面积:叶面积(cm<sup>2</sup>)=(纸叶片重量/100 cm<sup>2</sup>纸片重量) $\times$ 100 cm<sup>2</sup>;单位面积叶片鲜重(即比叶鲜重)与单位面积叶片干重(即比叶干重):用1/10 000电子秤称重并计算,测定部位均为每个枝条从基部起第6片叶;叶绿素含量:用80%丙酮研磨提取,分光光度法测定<sup>[5]</sup>,测定部位为每

个枝条从基部起第7片叶;可溶性糖含量:采用蒽酮比色法<sup>[5]</sup>,测定部位为每个枝条从基部起第8片叶;脯氨酸含量:采用磺基水杨酸提取比色法<sup>[5]</sup>,测定部位为每个枝条从基部起第9片叶;光合能力:采用英国PP-system公司生产的Ciras-1型便携式光合测定仪测定,开放式气路,测定晴天上午9:00新梢中部7~10片叶的光合能力,重复6次。

## 1.3 数据处理

采用SAS软件对测量的形态指标进行显著性分析。

## 2 结果和分析

### 2.1 不同遮光处理对桃幼树生长的影响

植株在遮光环境下的形态适应性主要表现为新梢长度、新梢直径、叶面积和比叶鲜重的变化。由表1可以看出,3个桃供试品种幼树的新梢直径和长度总体表现为随遮光程度的加深而减小,其中品种‘朝晖’和‘南方早红’在中度遮光下与对照差异不明显,重度遮光条件下才显著下降;‘早露蟠桃’则随遮光程度加深而下降。3个桃供试品种幼树的比叶鲜重也呈下降趋势,‘朝晖’和‘南方早红’2个品种的3个处理间差异显著;‘早露蟠桃’在中度遮光条件下与对照差异不明显,重度遮光下有较大程度下降。从叶面积的变化可以看出,‘朝晖’和‘南方早红’2个品种在中度遮光条件下叶面积显著增大,重度遮光条件下叶面积显著下降;而‘早露蟠桃’在中度遮光条件下的叶面积变化与对照差异不明显。在中度遮光和重度遮光条件下,品种‘朝晖’幼树的

表1 不同遮光处理对桃3个品种幼树生长的影响<sup>1)</sup>

Table 1 Effects of different shading treatments on sapling growth of three cultivars of peach (*Prunus persica* L.)<sup>1)</sup>

品种 Cultivar	处理 Treatment	新梢长度/cm Length of new shoot	新梢直径/cm Diameter of new shoot	叶面积/cm <sup>2</sup> Leaf area	比叶鲜重/mg·cm <sup>-2</sup> Specific fresh leaf weight	比叶干重/mg·cm <sup>-2</sup> Specific dried leaf weight
朝晖 Zhaohui	CK	55.22a	0.727a	47.18b	1.60a	5.24a
	30% shading	55.73a	0.693a	54.33a	1.39b	3.88b
	70% shading	28.15b	0.381b	37.28c	1.25c	3.34b
早露蟠桃 Zaolupantao	CK	55.98a	0.713a	40.48a	1.54a	4.78a
	30% shading	45.25b	0.632b	42.28a	1.46a	4.07b
	70% shading	24.43c	0.358c	26.34b	1.92b	3.16c
南方早红 Nanfangzaohong	CK	53.55a	0.719a	41.78b	1.56a	5.12a
	30% shading	52.53a	0.683a	46.76a	1.42b	3.97b
	70% shading	24.43b	0.280b	20.27c	1.06c	2.67c

<sup>1)</sup> 同列不同的小写字母表示在5%水平上差异显著 Different small letters in same column indicated significant difference at 5% level.

比叶干重较对照显著下降,但2个处理组间差异不明显;‘早露蟠桃’和‘南方早红’幼树的比叶干重则随遮光程度的加强而减小,且变化十分显著。

## 2.2 不同遮光处理对桃幼树整株干重增加量的影响

植株的全株干重增加量变化反映了同化物积累能力的强弱,可以较好地衡量品种间适应遮光环境的差异<sup>[6]</sup>。由图1可知,在中度遮光条件下,品种‘朝晖’全株干重增加量较对照提高13.28%;‘早露蟠桃’则下降9.19%;‘南方早红’下降幅度最大,降幅达30.27%。在重度遮光条件下,3个品种幼树的全株干重增加量都较对照有所下降,降幅分别为71.56%、88.24%和91.58%,其中,品种‘朝晖’全株干重增加量下降最少,‘南方早红’和‘早露蟠桃’均大幅度下降,且这2个品种间差异不显著。在3个品种中,‘朝晖’干重增加量在中度遮光条件下较对照上升,在重度遮光条件下下降幅度也相对较小,具有较强的适应遮光环境的能力;‘早露蟠桃’干重增加量在中度遮光条件下只有轻微下降,重度遮光条件下明显下降,说明品种‘早露蟠桃’对遮光环境的调节能力次于‘朝晖’;‘南方早红’干重增加量在中度遮光条件下大幅度下降,重度遮光条件下下降幅度也较大,耐弱光能力最差。

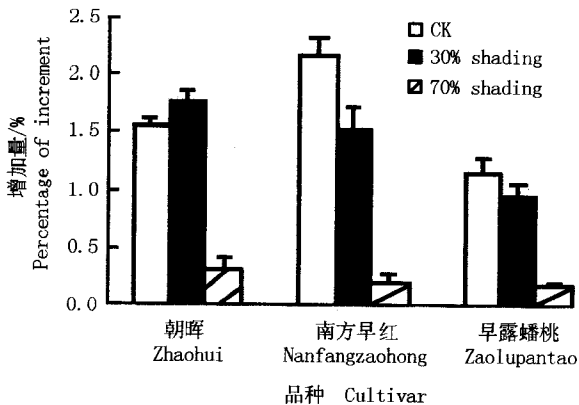


图1 不同遮光处理对3个品种桃幼树全株干重增加量的影响  
Fig. 1 Effects of different shading treatments on dry weight increment of saplings of three cultivars of peach (*Prunus persica* L.)

## 2.3 不同遮光处理对桃幼树叶片叶绿素含量的影响

不同遮光条件下,桃不同品种幼树叶片叶绿素含量变化见表2。由表2可知,随遮光程度的增加,3个品种桃幼树叶绿素总量均增加,这与前人的研究

结果相符<sup>[1,2]</sup>,但3个品种叶绿素 a/b 值的变化趋势略有不同。中度遮光条件下,品种‘朝晖’幼树叶绿素 a/b 值较对照下降5.62%,‘早露蟠桃’叶绿素 a/b 值较对照增加2.89%,‘南方早红’增幅最高,达9.91%;重度遮光条件下,‘朝晖’、‘早露蟠桃’和‘南方早红’叶绿素 a/b 值均下降,降幅分别为34.49%、28.79%和27.41%。实验结果表明,中度遮光对品种‘朝晖’和‘早露蟠桃’幼树叶绿素 a/b 值影响不显著,重度遮光则导致上述2个品种幼树叶绿素 a/b 明显下降;而中度遮光则使品种‘南方早红’幼树叶绿素 a/b 值上升,重度遮光处理则引起该品种幼树叶绿素 a/b 值下降。

表2 不同遮光处理对桃3个品种幼树叶片叶绿素含量的影响<sup>1)</sup>  
Table 2 Effects of different shading treatments on chlorophyll content in sapling leaf of three cultivars of peach (*Prunus persica* L.)<sup>1)</sup>

品种 Cultivar	处理 Treatment	叶绿素总含量/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ Total content of chlorophyll	Chl a/b
朝晖 Zhaohui	CK	2.557c	3.062a
	30% shading	3.044b	2.890a
南方早红 Nanfangzaohong	70% shading	4.251a	2.006b
	CK	2.631c	2.674b
早露蟠桃 Zaolupantao	30% shading	3.425b	2.939a
	70% shading	4.841a	1.941c
早露蟠桃 Zaolupantao	CK	2.420c	3.150a
	30% shading	2.922b	3.241a
	70% shading	4.606a	2.243b

<sup>1)</sup> 同列不同的小写字母表示在5%水平上差异显著 Different small letters in same column indicated significant difference at 5% level.

## 2.4 不同遮光处理对桃幼树叶片可溶性糖及脯氨酸含量的影响

不同遮光条件下,桃不同品种幼树叶片可溶性糖及脯氨酸含量变化见表3。由表3可以看出,中度遮光条件下,‘朝晖’、‘早露蟠桃’和‘南方早红’3个品种幼树可溶性糖含量分别下降11.66%、15.94%和22.59%;重度遮光条件下,它们的可溶性糖含量分别下降25.56%、19.32%和25.94%。实验结果表明,中度遮光条件下,品种‘朝晖’可溶性糖含量略有下降,而品种‘南方早红’幼树的可溶性糖含量下降幅度最大;重度遮光条件下,品种‘早露蟠桃’幼树可溶性糖含量下降幅度最小,而‘朝晖’和‘南方早红’的下降幅度较大。

由表3还可以看出,在中度遮光条件下,‘朝晖’

和‘早露蟠桃’幼树叶片的脯氨酸含量较对照有所降低,降幅分别达25.95%和12.55%;‘南方早红’的脯氨酸含量则有所上升,增幅达29.30%。重度遮光条件下,‘朝晖’幼树叶片的脯氨酸含量增加,增幅达38.55%;‘南方早红’的脯氨酸含量较对照下降20.70%;‘早露蟠桃’的脯氨酸含量则与对照十分接近,仅略有下降。

表3 不同遮光处理对桃3个品种幼树叶片可溶性糖和脯氨酸含量的影响<sup>1)</sup>

Table 3 Effects of different shading treatments on soluble sugar and proline contents in sapling leaf of three cultivars of peach (*Prunus persica* L.)<sup>1)</sup>

品种 Cultivar	处理 Treatment	含量/mg · g <sup>-1</sup> Content	
		可溶性糖 Soluble sugar	脯氨酸 Proline
朝晖	CK	2.23a	2.62 × 10 <sup>-3</sup> b
Zhaohui	30% shading	1.97ab	1.94 × 10 <sup>-3</sup> c
	70% shading	1.66b	3.63 × 10 <sup>-3</sup> a
南方早红	CK	2.39a	2.56 × 10 <sup>-3</sup> b
Nanfangzaohong	30% shading	1.85b	3.31 × 10 <sup>-3</sup> a
	70% shading	1.77b	2.03 × 10 <sup>-3</sup> c
早露蟠桃	CK	2.07a	2.55 × 10 <sup>-3</sup> a
Zaolupantao	30% shading	1.74ab	2.23 × 10 <sup>-3</sup> b
	70% shading	1.67b	2.49 × 10 <sup>-3</sup> a

<sup>1)</sup> 同列不同的小写字母表示在5%水平上差异显著 Different small letters in same column indicated significant difference at 5% level.

## 3 讨 论

### 3.1 遮光对桃幼树生长的影响

通过调查桃幼树形态特征指标发现,中度遮光条件下,桃幼树通过减少非同化器官构建和增加光合器官面积(如新梢长度和新梢直径的减少及叶面积的增加等)来适应不良外部环境,有利于减少消耗,增大光合面积<sup>[7]</sup>。从比叶干重的变化可以看出,不同品种桃幼树对遮光的适应能力存在差异,在中度遮光条件下,虽然耐弱光品种‘朝晖’的比叶干重显著下降,但叶面积的增加却使总干重有一定程度的上升,且在重度遮光条件下仍通过较强的调节能力保持比叶干重不再下降,形态适应能力较强。‘早露蟠桃’和‘南方早红’适应能力则较弱,比叶干重随遮光程度的增加而下降,在重度遮光条件下,所有测定指标均显著下降,植株营养生长已非常微弱,表明此时植株正常的代谢活动可能已受到影响,且已超出植株本身的调节范围。

### 3.2 遮光对桃幼树叶片叶绿素含量的影响

在遮光条件下,植株叶绿素总量增加、叶绿素a/b值下降有利于植株适应逆境下光质的改变,提高植株的光合能力<sup>[1]</sup>。随着遮光程度的加强,耐弱光品种‘朝晖’幼树叶片的叶绿素a/b值下降,即在中度遮光条件下,植株表现出一定的调节作用;重度遮光条件下,叶绿素a/b值降幅较大,表明其调节作用也较强。不耐弱光品种‘南方早红’幼树叶片的叶绿素a/b值在重度遮光条件下的降幅较小,即调节作用较弱。因此,叶绿素a/b值的变化可反映桃不同品种耐弱光性的强弱。

### 3.3 遮光对桃幼树叶片可溶性糖含量的影响

研究结果表明,在中度遮光条件下,桃幼树叶片可溶性糖含量的下降幅度与各品种的耐弱光能力有一定的相关性,表现为耐弱光品种的可溶性糖含量下降幅度小,不耐弱光品种的降幅较大。在中度遮光条件下,由于耐弱光品种叶面积增大,叶绿素含量提高,光合产物积累势必增多,因而,其可溶性糖含量的下降幅度势必小于不耐弱光的品种。为了确定桃幼树叶片可溶性糖含量下降的原因,作者还测定了中度遮光条件下,上午9:00时3个品种桃幼树的光合速率,结果表明,‘朝晖’、‘早露蟠桃’和‘南方早红’光合速率分别较对照下降了4.52%、5.21%和23.54%,下降程度与可溶性糖含量的下降程度关系密切。这说明,虽然在遮光条件下,桃幼树叶片叶绿素含量增加,但光合能力并未增强,从而导致可溶性糖含量下降,而光合产物积累总量的增多则得益于光合作用面积的增大。

### 3.4 遮光对桃幼树叶片脯氨酸含量的影响

脯氨酸作为重要的渗透调节物质之一,可以维持细胞膨压、缓解渗透胁迫、保护蛋白质和膜结构的完整性。关于各种逆境胁迫下脯氨酸含量的变化研究较多<sup>[8-10]</sup>,多数人认为脯氨酸积累量与植株耐逆境能力具有一定的相关性,可作为种质抗逆性筛选的指标<sup>[8,9]</sup>。但也有实验证明,逆境下脯氨酸的积累是植物受伤害的结果,不宜作为抗性筛选指标<sup>[10]</sup>。不少学者认为,在胁迫条件下脯氨酸的这种变化是在胁迫的不同阶段代谢途径发生改变的结果。轻度胁迫,植株表现为适应性反应;重度胁迫,植株表现为伤害性反应<sup>[11]</sup>。

植株在轻度胁迫条件下,蛋白质合成减弱、分解加强<sup>[12]</sup>,同时,气孔长时间关闭,氧浓度急剧下降,

脯氨酸氧化受到抑制<sup>[13]</sup>,导致脯氨酸含量下降;中度胁迫条件下,胞外水势迅速下降,脯氨酸含量因而上升,通过渗透调节适应胁迫环境,是细胞的一种主动调节反应;重度胁迫条件下,细胞结构和功能受到严重破坏<sup>[11]</sup>,脯氨酸含量随底物蛋白质含量的下降而下降,这是植株受到伤害的结果。

本实验中,耐弱光品种叶片的脯氨酸含量在中度遮光条件下较对照有所下降,而在重度遮光条件下则较对照有所增加,与徐惠风等<sup>[14]</sup>人的研究结果相似。不耐弱光品种‘南方早红’启动适应性反应可能较早,在中度遮光条件下已受到中度胁迫,表现为脯氨酸含量上升;重度遮光条件下,受到严重胁迫,脯氨酸含量下降,表现为伤害的结果。耐弱光品种‘朝晖’在中度遮光条件下,仅受到轻度胁迫,表现为脯氨酸含量有一定程度的下降;重度遮光条件下,才表现为中度胁迫,表现为通过脯氨酸含量的增加调节渗透势,但此时细胞仍没有受到严重伤害。

由于中度遮光条件下,耐弱光品种‘朝晖’的脯氨酸含量反而较不耐弱光的‘南方早红’低,因此,应根据脯氨酸含量的变化趋势而不是某一环境下的脯氨酸含量绝对值来衡量品种间耐弱光性的差异。

## 4 结 论

综上所述,在遮光条件下,桃幼树形态表现为减少非同化器官的构建,增加光合器官的面积;不同品种的耐弱光性不同,在3个供试品种中,‘朝晖’较耐弱光,‘早露蟠桃’次之,‘南方早红’最不耐弱光;脯氨酸是弱光逆境下的重要渗透调节物质之一,叶绿素 a/b 值的变化趋势可以用来判断植株耐弱光性的强弱;可溶性糖的渗透调节作用在弱光逆境中表现不明显,但3个品种可溶性糖含量的变化与其耐弱光性仍具有一定的相关性。

## 参考文献:

- [1] 战吉成, 黄卫东. 葡萄幼苗对弱光环境的形态和生长反应[J]. 中国农学通报, 2002, 18(2): 1-3.
- [2] 郝日明, 李晓征, 胡金良. 遮荫处理下多脉青冈和金叶含笑的叶解剖结构变化研究[J]. 西北植物学报, 2005, 25(6): 1083-1088.
- [3] Bertamini M, Muthuchelian K, Nedunchezian N. Shade effect alters leaf pigments and photosynthetic responses in Norway spruce (*Picea abies* L.) grown under field conditions [J]. *Photosynthetica*, 2006, 44(2): 227-234.
- [4] 刘厚诚, 雷雨, 陈日远. 遮光处理对节瓜光合作用特性的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2005, 14(3): 33-36.
- [5] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [6] 姚砚武, 李淑英, 周连, 等. 常绿阔叶林木在北方地区抗旱适应类型分析[J]. 北京农业科学, 2001, 19(4): 24-28.
- [7] Piotr R, Pierre M, Erwin D. Plasticity of morphological and physiological traits in response to different levels of irradiance in seedlings of silver fir (*Abies alba* Mill.) [J]. *Trees*, 2003, 17: 431-441.
- [8] Qian Y L, Wilhelm S J, Marcum K B. Comparative responses of two Kentucky bluegrass cultivars to salinity stress [J]. *Crop Sci*, 2001, 41: 1895-1900.
- [9] 孟凡珍, 张振贤, 于贤昌, 等. 田间低温胁迫对大白菜某些理化特性的影响研究[J]. 中国生态农业学报, 2005, 13(2): 84-86.
- [10] 卢少云, 陈斯平, 陈斯曼, 等. 三种暖季型草坪草在干旱条件下脯氨酸含量和抗氧化酶活性的变化[J]. 园艺学报, 2003, 30(3): 303-306.
- [11] 孙金月, 赵玉田. 小麦细胞壁糖蛋白的耐盐性保护作用与机制研究[J]. 中国农业科学, 1997, 30(4): 9-15.
- [12] 赵福庚, 刘友良. 大麦幼苗多胺合成比脯氨酸合成对盐胁迫更敏感[J]. 植物生理学报, 2000, 26(4): 343-349.
- [13] 马宗仁. 植物在水分胁迫下脯氨酸积累的研究——关于植物体内脯氨酸积累的直接触发因子[J]. 草业科学, 1994, 11(1): 15-18.
- [14] 徐惠风, 刘兴土, 沙 箬, 等. 遮荫条件下乌拉苔草叶片气孔阻力与脯氨酸、叶绿素含量的研究[J]. 农业系统科学与综合研究, 2004(3): 232-234.