

9 种地被植物对遮阴的生理响应及耐阴性评价

崔雅芳, 李艳辉 (北京动物园, 北京 100044)

摘要 以委陵菜、红花酢浆草、马蔺、野牛草、草地早熟禾、蛇莓、蜈蚣苔草、紫花地丁、麦冬 9 种园林地被植物 2 年生苗为试验材料, 研究不同遮阴处理(全光照、70%光照、40%光照、10%光照)对植物形态指标及叶绿素含量的影响, 并用隶属函数分析法对 9 种地被植物的耐阴性进行综合评价。结果表明: 9 种地被植物的叶长、株高随着遮阴程度的加重, 呈下降趋势。9 种地被植物的叶绿素含量随着遮阴程度的加重, 总体呈现上升趋势。隶属函数分析法综合评价 9 种地被植物的耐阴性, 其耐阴性表现为麦冬>紫花地丁>野牛草>蛇莓>马蔺>蜈蚣苔草>红花酢浆草>草地早熟禾>委陵菜。结合隶属函数值将参试植物的耐阴性分为 4 个级别: 野牛草、麦冬、紫花地丁为高抗性; 红花酢浆草、蛇莓、马蔺、蜈蚣苔草为中抗性; 草地早熟禾为低抗性; 委陵菜为不抗性。

关键词 地被植物; 耐阴性; 综合评价

中图分类号 S688.4 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)03-0122-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.03.032



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Evaluation on Physiological Response and Shade-tolerance of Nine Ground Cover Plants to Shading

CUI Ya-fang, LI Yan-hui (Beijing Zoo, Beijing 100044)

Abstract Two-year seedlings of 9 ground cover plants of *Potentilla chinensis*, *Oxalis corymbosa*, *Ophiopogon japonicus*, *Carex giraldiana*, *Iris lactea*, *Viola philippica*, *Buchloe dactyloides*, *Poa pratensis*, *Duchesnea indica* were used as experimental materials to study the effects of different shading treatments (full light, 70% light, 40% light, 10% light) on plant morphological indicators and total chlorophyll content. Comprehensive evaluation of the shade tolerance of 9 ground cover plants was conducted by the method of subordinate function analysis shade-tolerance. The results showed that the leaf length and plant height of 9 ground cover plants decreased gradually with the increase of shading degree. The total chlorophyll content of 9 ground cover plants increased with the increase of shading degree. The order of shade-tolerance was *Ophiopogon japonicus*> *Viola philippica*> *Buchloe dactyloides*> *Duchesnea indica*> *Iris lactea*> *Carex giraldiana*> *Oxalis corymbosa*> *Poa pratensis*> *Potentilla chinensis*. According to the subordinate function value, the shade-tolerance of the tested plants was divided into four levels; *Buchloe dactyloides*, *Ophiopogon japonicus*, *Viola philippica* were high-resistance; *Oxalis corymbosa*, *Duchesnea indica*, *Iris lactea*, *Carex giraldiana* were medium-resistance; *Poa pratensis* was low-resistance; *Potentilla chinensis* was non-resistance.

Key words Ground cover plants; Shade-tolerance; Comprehensive evaluation

植物的耐阴性是指在弱光条件下植物对环境的适应能力, 植物为了保持自身的平衡状态正常的生长, 因此发生了一系列变化^[1]。地被植物作为园林下层植物经常处于阴蔽或半阴蔽的环境中, 其在乔-灌-草组成的植物景观中起着至关重要作用, 通过合理配置, 能够增加城市绿量, 提高绿地率、绿化覆盖率等指标^[1-2]。北京动物园作为百年老园, 园内现存大量高大乔木, 使得弱光环境广泛存在。因此, 开展地被植物耐阴性研究, 筛选耐阴能力强的地被品种种植于光线较弱的环境是丰富植物群落层次及构建稳定的园林复层种植结构的技术关键。该试验选取 9 种地被植物研究其耐阴性, 旨在为园林绿化合理配置使用植物材料提供参考依据^[3]。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试品种: 委陵菜(*Potentilla chinensis*)、红花酢浆草(*Oxalis corymbosa*)、马蔺(*Iris lactea*)、野牛草(*Buchloe dactyloides*)、草地早熟禾(*Poa pratensis*)、蛇莓(*Duchesnea indica*)、蜈蚣苔草(*Carex giraldiana*)、紫花地丁(*Viola philippica*)、麦冬(*Ophiopogon japonicus*)。9 种供试材料均为从北京动物园百余种地被植物中初步筛选出的生长面积较大、综合性状优良、有推广应用价值的地被品种。

1.2 试验设计 遮阴处理在北京动物园后院试验田进行。于 2019 年 5 月 20 日选择无病虫害、长势良好且一致的 2 年生苗移栽到试验田。用不同规格的遮阴网设置 4 个处理。每处理设 3 次重复, 在相同条件下进行统一的水分和养分管理, 及时清除杂草和防治病虫害。处理 I(CK): 100% 全光照, 不搭遮阳网; 处理 II: 70% 光照, 用 1 层遮光度 30% 的遮阳网搭建; 处理 III: 40% 光照, 用 2 层遮光度 30% 的遮阳网搭建; 处理 IV: 10% 光照, 用 3 层遮光度 30% 的遮阳网搭建^[4]。遮阴胁迫 60 d 后采样测定相关指标。

1.3 项目测定 叶长和株高采用直尺测量法; 叶绿素(Chl)含量的测定采用分光光度法^[5-7]。

1.4 数据处理 用 Excel 2007 进行试验数据统计和计算; 用 SPSS 21.0 软件完成方差分析。

2 结果与分析

2.1 遮阴对 9 种地被植物叶长的影响 由表 1 可知, 总体上 9 种参试植物的叶长在遮阴处理下都发生了变化, 但变化程度存在一定差异。马蔺、蜈蚣苔草的叶长在 4 个处理间均呈现出显著变化, 说明这 2 种地被植物对光反应敏感, 且随着光强的减弱, 叶长逐步变短。红花酢浆草在 70% 光照下, 叶长与 CK 差异不显著, 而在光照 40% 时, 叶长显著减小, 这说明轻度遮阴不会使叶片形态发生变化。蛇莓的叶长在 70% 光照和 40% 光照之间差异不显著。麦冬与野牛草的叶长在 4 个不同程度的遮阴条件下, 受影响最小, 说明这 2 种植物的叶长不会因光强的减弱而受到限制。

基金项目 北京市动物园自管课题“地被植物在节约型园林建设中的选择与应用”(KGBZ201912)。

作者简介 崔雅芳(1981—), 女, 北京人, 高级工程师, 从事园林绿化研究。

收稿日期 2021-04-21

表 1 遮阴对 9 种地被植物叶长的影响

Table 1 Effects of shading on leaf length of 9 ground cover plants

cm

处理 Treatments	委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	红花酢浆草 <i>Oxalis corymbosa</i>	马蔺 <i>Iris lactea</i>	蛇莓 <i>Duchesnea indica</i>	崂峪苔草 <i>Carex giraldiana</i>	麦冬 <i>Ophiopogon japonicus</i>	紫花地丁 <i>Viola philippica</i>	草地早熟禾 <i>Poa pratensis</i>	野牛草 <i>Buchloe dactyloides</i>
全光照 Full light (CK)	27.50±1.58 a	14.49±1.80 a	55.50±2.00 a	19.96±2.07 a	50.90±5.62 a	22.00±1.70 a	32.13±2.75 a	22.80±2.89 ab	28.80±4.96 a
70%光照 70% light	15.06±0.68 b	15.04±2.53 a	47.10±3.19 b	16.52±3.21 b	43.70±5.59 b	20.76±1.95 a	27.77±4.64 b	19.50±3.32 b	27.10±3.99 a
40%光照 40% light	15.80±4.40 b	10.09±1.70 b	39.40±2.70 c	15.68±0.64 b	37.32±5.05 c	22.40±2.88 a	23.38±3.79 c	18.40±5.68 b	28.00±1.58 a
10%光照 10% light	7.60±0.74 c	7.33±1.59 c	35.00±4.53 d	12.99±0.35 c	25.60±4.34 d	17.80±0.76 b	20.38±2.28 c	13.20±7.16 c	24.38±3.09 a

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level

2.2 遮阴对 9 种地被植物株高的影响 由表 2 可知,9 种地被植物的株高在重度遮阴下均受到明显的抑制,在轻、中度遮阴下其株高表现出不同程度差异。与 CK 相比,70%光照、40%光照处理对红花酢浆草、崂峪苔草、麦冬、紫花地丁、野

牛草株高的抑制效果不明显,说明轻度、中度的遮阴不会抑制这些植物的株高。其他植物随着遮阴程度的增加,对植物的株高抑制越来越严重。

表 2 遮阴对 9 种地被植物株高的影响

Table 2 Effect of shading on plant height of 9 ground cover plants

cm

处理 Treatments	委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	红花酢浆草 <i>Oxalis corymbosa</i>	马蔺 <i>Iris lactea</i>	蛇莓 <i>Duchesnea indica</i>	崂峪苔草 <i>Carex giraldiana</i>	麦冬 <i>Ophiopogon japonicus</i>	紫花地丁 <i>Viola philippica</i>	草地早熟禾 <i>Poa pratensis</i>	野牛草 <i>Buchloe dactyloides</i>
全光照 Full light (CK)	21.00±1.22 a	18.70±2.11 b	56.80±5.02 a	13.80±0.76 a	38.00±1.58 a	19.40±1.67 ab	18.60±1.14 b	20.20±3.63 b	49.00±3.32 a
70%光照 70% light	12.60±3.36 b	16.30±1.30 b	43.80±3.56 b	9.60±0.55 b	35.00±4.53 b	20.20±1.30 a	18.40±1.14 b	24.60±3.78 a	43.20±3.96 b
40%光照 40% light	7.60±1.14 c	21.80±1.30 a	45.60±3.21 b	7.40±1.52 c	38.20±5.54 a	20.00±2.54 a	20.40±1.34 a	12.60±1.67 c	34.60±1.67 d
10%光照 10% light	3.00±0.00 d	18.00±2.55 b	33.20±2.28 c	5.40±0.89 d	19.20±2.17 c	17.20±0.84 b	14.60±1.67 c	13.20±2.17 c	38.40±1.52 c

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level

2.3 遮阴对 9 种地被植物叶绿素含量的影响 由表 3 可知,委陵菜、马蔺、崂峪苔草、麦冬、草地早熟禾 5 种植物随着遮阴程度的增加,叶绿素含量呈逐步上升的趋势。5 种植物在遮阴 90%时(光照 10%),叶绿素总含量均达到最大,且显著高于 CK,叶绿素总含量分别高于 CK 31.17%、22.05%、

16.34%、56.20%和 26.21%。红花酢浆草、蛇莓、紫花地丁、野牛草 4 种植物的叶绿素总含量均呈先上升后下降的趋势,4 种植物在遮阴 60%(光照 40%)时叶绿素含量达到最大值,且显著高于 CK。

表 3 遮阴对 9 种地被植物叶绿素含量的影响

Table 3 Effects of shading on chlorophyll content of 9 ground cover plants

mg/g

处理 Treatments	委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	红花酢浆草 <i>Oxalis corymbosa</i>	马蔺 <i>Iris lactea</i>	蛇莓 <i>Duchesnea indica</i>	崂峪苔草 <i>Carex giraldiana</i>	麦冬 <i>Ophiopogon japonicus</i>	紫花地丁 <i>Viola philippica</i>	草地早熟禾 <i>Poa pratensis</i>	野牛草 <i>Buchloe dactyloides</i>
全光照 Full light (CK)	1.54±0.03 c	1.25±0.04 b	1.27±0.01 d	1.54±0.03 c	1.53±0.05 c	1.21±0.02 c	1.44±0.05 c	1.03±0.02 c	1.63±0.06 b
70%光照 70% light	1.64±0.04 b	1.25±0.02 b	1.35±0.01 c	1.62±0.03 b	1.60±0.05 bc	1.24±0.03 c	1.51±0.02 b	1.05±0.03 c	1.73±0.05 a
40%光照 40% light	1.66±0.03 b	1.32±0.03 a	1.42±0.03 b	1.75±0.03 a	1.65±0.02 b	1.36±0.01 b	1.64±0.03 a	1.11±0.02 b	1.79±0.02 a
10%光照 10% light	2.02±0.04 a	1.27±0.03 a	1.55±0.03 a	1.66±0.04 b	1.78±0.03 a	1.89±0.02 a	1.60±0.03 a	1.30±0.04 a	1.36±0.03 c

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level

2.4 遮阴对 9 种地被植物外观形态的影响 由表 4 可知,在持续的重度遮阴处理下,9 种参试植物均有不同程度的叶片死亡率。植株的生长受到了限制,但存在差异性。麦冬、紫花地丁在持续的重度遮阴下表现良好,能保持 70%~80%的存活率。野牛草、蛇莓在持续的重度遮阴下成活率也能达到 60%。草地早熟禾、委陵菜的表现最差,仅少数新叶存活,其余全部死亡。

2.5 耐阴系数 耐践踏系数(α)=(处理测定值/CK 测定值)×100%。由表 5 可知,遮阴处理下委陵菜、红花酢浆草、

马蔺、蛇莓、崂峪苔草、麦冬、紫花地丁、草地早熟禾的叶绿素含量与 CK 相比均有所增加($\alpha>100%$)。9 种地被的株高、叶长、植物存活率与 CK 相比均有所下降($\alpha<100%$)。

2.6 耐阴性综合评价 运用隶属函数公式 $Z_{ij} = (X_{ij} - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$ 计算各项指标的隶属函数值。叶绿素、株高、叶长、存活率 4 个指标与植物的耐阴性成正相关,可直接采用隶属函数公式计算。将各指标的隶属函数值累加后计算平均值,平均值越大的植物,说明在遮阴条件下,表现越好,反之越差。由表 6 可知,9 种地被植物的耐阴性强弱表现为麦

冬>紫花地丁>野牛草>蛇莓>马蔺>崂峪苔草>红花酢浆草> 草地早熟禾>委陵菜。

表 4 遮阴对 9 种地被植物存活率的影响

Table 4 Effect of shading on survival rate of 9 ground cover plants

植物名称 Plant name	科名 Family name	属名 Generic name	形态特征 Morphological characteristics	存活率 Survival rate//%
麦冬 <i>Ophiopogon japonicus</i>	百合科	沿阶草属	长势较好,叶色鲜亮	80
紫花地丁 <i>Viola philippica</i>	堇菜科	堇菜属	长势较好,叶片较 CK 稍大	70
野牛草 <i>Buchloe dactyloides</i>	禾本科	野牛草属	长势正常,叶色稍暗淡	60
蛇莓 <i>Duchesnea indica</i>	蔷薇科	蛇莓属	长势一般,叶色鲜亮	60
马蔺 <i>Iris lactea</i>	鸢尾科	鸢尾属	长势一般,叶片有些枯黄	50
崂峪苔草 <i>Carex giraldiana</i>	莎草科	薹草属	长势差,叶片数较少	50
红花酢浆草 <i>Oxalis corymbosa</i>	酢浆草科	酢浆草属	长势较差,叶片暗淡,且较薄	30
草地早熟禾 <i>Poa pratensis</i>	禾本科	早熟禾属	长势极差,叶片大量枯死	10
委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	蔷薇科	委陵菜属	长势极差,仅少数新叶存活	10

表 5 9 种地被植物的耐阴系数 α

Table 5 Shade resistance coefficient of 9 ground cover plants

植物名称 Plant name	叶绿素 Chlorophyll	株高 Plant height	叶长 Leaf length	存活率 Survival rate
委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	1.15	0.37	0.47	0.10
红花酢浆草 <i>Oxalis corymbosa</i>	1.02	0.79	0.75	0.30
马蔺 <i>Iris lactea</i>	1.13	0.72	0.73	0.50
蛇莓 <i>Duchesnea indica</i>	1.09	0.73	0.75	0.60
崂峪苔草 <i>Carex giraldiana</i>	1.10	0.81	0.70	0.50
麦冬 <i>Ophiopogon japonicus</i>	1.24	0.99	0.92	0.80
紫花地丁 <i>Viola philippica</i>	1.10	0.96	0.74	0.70
草地早熟禾 <i>Poa pratensis</i>	1.12	0.65	0.75	0.10
野牛草 <i>Buchloe dactyloides</i>	1.00	0.79	0.92	0.60

3 讨论

光是植物生长发育正常进行的必要条件之一^[8]。长期

的弱光环境会使植物在形态、生理和分子机制上产生变化。大部分植物在弱光环境下都会表现出一系列特有的形态和生理变化,如叶片变薄变大、株高增加、分枝减少、叶绿素 a/b 降低、叶绿素总含量增加等。郭娟等^[3]研究发现,4 种园林植物在不同程度的遮阴下,株高均有所增长,叶绿素 a/b 以及叶绿素 a+b 含量均高于对照。但有些植物在弱光环境下的反应却存在差异。冯晓琳^[9]研究发现,蜂斗菜随遮阴程度的加深,其叶长、叶宽和株高均有所增长,而大吴风草的叶长、叶宽和株高的增长则表现为先升后降;蜂斗菜的叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素 a+b 随遮阴程度的增加而降低,蹄叶橐吾和大吴风草的叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素 a+b 则随遮阴程度的增加而升高。该研究结果表明,9 种地被植物的叶长、株高随着遮阴程度增加,总体呈现出逐步下降的趋势;叶绿素总含量随着遮阴程度的增加,总体呈上升趋势。

表 6 9 种地被植物的抗旱性综合评价

Table 6 Comprehensive evaluation of drought resistance of 9 ground cover plants

参试名称 Plant name	叶绿素 Chlorophyll(+)	株高 Plant height(+)	叶长 Leaf length(+)	存活率 Survival rate(+)	隶属函数平均值 Average value of membership function	耐阴性 Shade tolerance
委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	0.64	0.00	0.00	0.00	0.16	9
红花酢浆草 <i>Oxalis corymbosa</i>	0.11	0.68	0.61	0.29	0.42	7
马蔺 <i>Iris lactea</i>	0.57	0.57	0.58	0.57	0.57	5
蛇莓 <i>Duchesnea indica</i>	0.38	0.59	0.63	0.71	0.58	4
崂峪苔草 <i>Carex giraldiana</i>	0.41	0.72	0.51	0.57	0.55	6
麦冬 <i>Ophiopogon japonicus</i>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1
紫花地丁 <i>Viola philippica</i>	0.43	0.95	0.60	0.86	0.71	2
草地早熟禾 <i>Poa pratensis</i>	0.51	0.46	0.61	0.00	0.39	8
野牛草 <i>Buchloe dactyloides</i>	0.00	0.68	0.99	0.71	0.60	3

不同植物对弱光环境的反应不同,这是由于植物在面对荫蔽时有 2 种不同的应对策略:避阴反应和耐阴反应^[10]。避阴反应主要表现为一系列的组织伸长,大多数植物在弱光下均会出现避阴反应。耐阴反应的植物,组织的伸长反应较弱,但理化指标会发生变化。避阴和耐阴并不是相互独立的反应机制,在多数植物上是同时发生的,只是主导地位不同。耐阴能力强的植物避阴反应的程度较轻,植株形态学改变不大,各项生理反应进行较为正常。耐阴反应多发生在阴生或耐阴性强的植物上。该试验中麦冬、紫花地丁的叶长和株高增长不大,叶绿素总含量明显增长,表现出耐阴反应。

隶属函数分析结果表明,9 种地被植物的耐阴性强弱表现为麦冬>紫花地丁>野牛草>蛇莓>马蔺>崂峪苔草>红花酢浆草>草地早熟禾>委陵菜。该结果与耐阴试验中植物的生长形态表现相一致。至于随着遮阴处理时间的持续延长,9 种植物的形态和理化指标如何变化仍有待进一步研究。

4 结论

根据隶属值大小将植物抗逆性分为 4 个级别:当 $0.6 \leq Z_{ij} \leq 1.0$, 抗逆性为高抗型; $0.4 \leq Z_{ij} < 0.6$, 为中抗型; 当 $0.2 \leq Z_{ij} < 0.4$, 为弱抗型; 当 $Z_{ij} < 0.2$, 为不抗型^[11]。该研究中野牛

(下转第 146 页)

表5 5种复配植物生长调节剂对花生叶斑病和锈病的防治效果
Table 5 Control effects of five compound plant growth regulators on peanut leaf spot and rust

处理 Treatment	花生叶斑病 Peanut leaf spot		花生锈病 Peanut leaf rust	
	病情指数 Disease index	防治效果 Control effect/%	病情指数 Disease index	防治效果 Control effect/%
T1	32.56±8.14 aA	61.11	0.00±0.00 a	100
T2	78.21±5.26 bcB	6.60	1.11±0.00 b	52.36
T3	81.23±5.26 cB	3.00	1.11±0.00 b	52.36
T4	83.15±5.26 cB	0.70	1.11±0.00 b	52.36
T5	85.46±5.26 cB	-2.05	1.11±0.00 b	52.36
T6	83.74±5.26 cB	—	2.33±0.00 c	—

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$);不同大写字母表示不同处理间差异极显著($P<0.01$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant difference at 0.01 level

3 结论与讨论

该试验结果表明,250 g/L 吡唑醚菌酯乳油·0.01%芸苔素内酯可溶液剂、0.01% 24-表芸·三表芸可溶液剂可明显增加花生的主茎高;30%矮状·多效唑悬浮剂减少了花生的分枝数;5种药剂均能有效地增加花生的结果枝数;250 g/L 吡唑醚菌酯乳油·0.01%芸苔素内酯可溶液剂、0.01% 24-表芸·三表芸可溶液剂、10%多唑·甲哌鎊可湿性粉剂、15% 28-表芸·多效唑可湿性粉剂能够增加花生单株结果数,其中250 g/L 吡唑醚菌酯乳油·0.01%芸苔素内酯可溶液剂的效果最好;250 g/L 吡唑醚菌酯乳油·0.01%芸苔素内酯可溶液剂、15% 28-表芸·多效唑可湿性粉剂、30%矮状·多效唑悬浮剂、10%多唑·甲哌鎊可湿性粉剂能够明显提升花生的总果数,其中250 g/L 吡唑醚菌酯乳油·0.01%芸苔素内酯可溶液剂、15% 28-表芸·多效唑可湿性粉剂增长效果最好;250 g/L 吡唑醚菌酯乳油·0.01%芸苔素内酯可溶液剂、10%多唑·甲哌鎊可湿性粉剂、30%矮状·多效唑悬浮剂可有效地提升花生的双仁果数;5种药剂均能

够增加花生的百果重,其中250 g/L 吡唑醚菌酯乳油·0.01%芸苔素内酯可溶液剂的增加最为明显,250 g/L 吡唑醚菌酯乳油·0.01%芸苔素内酯可溶液剂、0.01% 24-表芸·三表芸可溶液剂、10%多唑·甲哌鎊可湿性粉剂、15% 28-表芸·多效唑可湿性粉剂能够有效地提升花生百仁重,其中250 g/L 吡唑醚菌酯乳油·0.01%芸苔素内酯可溶液剂的增加最为明显;250 g/L 吡唑醚菌酯乳油·0.01%芸苔素内酯可溶液剂、15% 28-表芸·多效唑可湿性粉剂可有效地增加花生千果果数。

由此可知,在花生生长发育过程中,通过控旺促进花生生长发育,增加主茎高、分枝数、结果枝数和单株结果数,来增加花生饱果数、双仁果数、总果数、百仁重、百果重,来达到提高花生产量和品质的目的^[8-10]。综上所述,5种复配植物生长调节剂中250 g/L 吡唑醚菌酯乳油·0.01%芸苔素内酯可溶液剂对花生的增产效果最为明显,并能够有效地降低花生叶斑病病和花生锈病的发生。

参考文献

- [1] 谷翠菊. 植物生长调节剂对花生生长发育与产量的影响[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2019.
- [2] 王洁雯,薛建光,张付强,等. 维大力对花生农艺性状及产量形成的影响[J]. 安徽农业科学,2021,49(8):149-152.
- [3] 张怡. 中国花生生产布局变动解析[J]. 中国农村经济,2014(11):73-82,95.
- [4] 汤松,禹山林,廖伯寿,等. 我国花生产业现状、存在问题及发展对策[J]. 花生学报,2010,39(3):35-38.
- [5] 钟瑞春,陈元,唐秀梅,等. 3种植物生长调节剂对花生的光合生理及产量品质的影响[J]. 中国农学通报,2013,29(15):112-116.
- [6] 陈雷,李可,吴继华,等. 3种植物生长调节剂对花生叶绿素和产量的影响[J]. 安徽农业科学,2018,46(20):122-124.
- [7] 马杰,李玉芳,肖才升,等. 植物生长物质对花生生长调控的研究进展[J]. 湖南农业科学,2018(11):125-128.
- [8] 林国良,张德伟,江滔,等. 不同植物生长调节剂对花生产量的影响[J]. 现代农业科技,2018(13):122,124.
- [9] 李启辉. 不同植物生长调节剂对花生生长及产量的影响[J]. 辽宁农业科学,2016(3):86-88.
- [10] 施爱玲. 壮饱安对福建省花生生产量及性状的影响[J]. 现代农业科技,2019(18):94,96.
- [1] 赵婵璞. 两种委陵菜的适应性研究[D]. 保定:河北农业大学,2014.
- [2] 郭思佳,张培,赵婵璞,等. 2种委陵菜耐阴性研究[J]. 河北农业大学学报,2015,38(3):52-58.
- [3] 郭娟,邱师,魏建芬,等. 四种园林植物对遮阴的生理响应及耐阴性评价[J]. 北方园艺,2020(6):76-84.
- [4] 刘悦明,孙苗苗,余铭杰. 13种绿墙植物的耐阴性研究[J]. 广东园林,2019,41(6):56-60.
- [5] 陈建勋,王晓峰. 植物生理学实验指导[M]. 2版. 广州:华南理工大学出版社,2006.
- [6] 郑炳松. 现代植物生理生化研究技术[M]. 北京:气象出版社,2009:264-365.
- [7] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [8] 胡肖肖,段玉侠,高荷仙,等. 4个杜鹃花品种的耐阴性[J]. 浙江农林大学学报,2018,35(1):88-95.
- [9] 冯晓琳. 蜂斗菜等三种地被植物的耐阴性、耐热性研究[D]. 杭州:浙江农林大学,2016.
- [10] 温水肖,刘卫国,杨文钰. 植物面对荫蔽的两种策略:避荫与耐荫反应机制研究进展[J]. 分子植物育种,2019,17(3):1028-1033.
- [11] 刘卓. 不同苜蓿品种耐盐性、抗旱性比较的研究[D]. 长春:吉林农业大学,2008.

(上接第124页)

草、麦冬、紫花地丁为高抗型,遮阴30%、60%均生长良好,遮阴90%,虽然生理生化指标发生变化,但植株外观形态整体良好,对重度遮阴表现出较强的适应能力。红花酢浆草、蛇莓、马蔺、崂峪苔草为中抗型,遮阴30%、60%均生长良好,遮阴90%时理化指标变化明显,外观形态生长受到抑制。草地早熟禾和委陵菜为抵抗型或不抗型,对遮阴的适应能力较弱,在遮阴30%时,外观形态和理化指标均与CK存在差异。为不同生境选择较为适宜种植的植物,这在园林绿化上尤为关键。因此,该研究中9种地被植物对遮阴适应能力的强弱可为不同光强下地被植物的选择提供理论依据。

参考文献