

三叶爬山虎在不同坡向生长状况的比较

刘国飞¹, 许永利^{1,2,3}, 李富平^{1,2,3}

(1. 华北理工大学 矿业工程学院, 河北 唐山 063009; 2. 河北省矿业开发与安全技术试验室, 河北 唐山 063009;

3. 唐山市矿区生态修复产业技术研究院, 河北 唐山 063009)

摘 要:以三叶爬山虎为试材, 设置 4 个不同坡向: 东坡、南坡、西坡、北坡, 观察了三叶爬山虎的生长状况, 并对相关指标进行了比较分析, 探讨不同坡向对三叶爬山虎生长状况的影响。结果表明: 生长在北坡的三叶爬山虎叶片生物量积累和叶片各指标的增加值是较为理想的, 无论是形态指标还是理化指标均优于另外 3 个坡向; 三叶爬山虎在各坡面的生长优劣顺序为北坡>西坡>东坡>南坡。

关键词:光照; 三叶爬山虎; 生长状况; 坡向

中图分类号:S 681.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)04-0067-05

岩石边坡的生长环境恶劣, 罕有植被能正常生长, 而爬山虎具有耐干旱和高温等一系列特点, 成为裸露岩壁复绿的重要途径, 三叶爬山虎便是其中的代表^[1-5]。光照强度和时间是影响植物生长和发育的重要因素, 相对于三叶爬山虎而言, 可借助外界支撑本身的质量, 利用茎进行对光源的搜寻, 如通过回旋转头运动感知光和支持物, 光源是影响其生长行为的主要因素之一^[6-7]。三叶爬山虎的茎生长速度快, 柔软易弯曲, 具有较强的运动迁移能力, 这些特点为其寻找有利生长环境提供了可靠保证^[8-9]。三叶爬山虎既可以生长在光照强度较高的坡面上, 又能在光照条件较差的背阴处生存^[10]。在不同光环境的影响下, 爬山虎活体植物细胞结构和生理生化指标会发生相应的变化, 以适应当前的生长环境, 植物的生长和形态变化表现明显, 因而植物生长发育和形态指标可作为植物鉴定的指标之一^[11]。有研究表明, 株高、根冠比、叶长、叶宽、生长量、叶片数、叶片厚度、植物存活率都可作为鉴定的指标^[12-13]。因此了解光照对爬山虎的相关生长形态的影响, 掌握爬山

虎相应的生长习性, 会对爬山虎的种植管理提供科学有效的方案。

坡向的差异会导致所在坡向接受的光照强度和时间不尽相同^[14-16]。该试验模拟东坡、西坡、南坡和北坡 4 个坡向, 考察三叶爬山虎在不同坡向下的生长状况, 分析爬山虎的生长形态和生物量配置, 研究因坡向差异导致的不同光照强度和时间对爬山虎生长的影响, 以揭示坡向与三叶爬山虎生长状况之间的关系。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试土壤选用透气和保水性能好, 保肥能力强, 适合农作物生长的园林土; 供试植株选取培养 3 周, 且生长状况相近的一年生三叶爬山虎; 供试花盆为塑料盆, 外径 14.5 cm, 内径 12.0 cm, 高 10.0 cm。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设置 试验于 2016 年 6—7 月在华北理工大学科技楼顶层进行。每个花盆装入约自身体积 4/5 的土壤, 每盆种 1 棵三叶爬山虎。在设置 4 个处理: 东坡、西坡、南坡和北坡, 将爬山虎整齐摆放于相应坡向的墙脚下。每处理 5 次重复, 共 20 盆, 每 4 d 浇 1 次水。

1.2.2 隶属函数法评价 应用隶属函数法对 4 个坡面的生长状况进行综合评价, $Z_{ij} = (X_{ij} - X_{i\min}) / (X_{i\max} - X_{i\min})$, 如果指标与生长状况呈负相关, $Z_{ij} = 1 - (X_{ij} - X_{i\min}) / (X_{i\max} - X_{i\min})$ 。式中, Z_{ij} 为 i 坡

第一作者简介:刘国飞(1988-), 男, 硕士研究生, 研究方向为矿区生态恢复与重建。E-mail: ml8230256297@163.com.

责任作者:许永利(1974-), 男, 博士, 副教授, 研究方向为矿区生态恢复与重建。E-mail: 124730118@qq.com.

基金项目:河北省科技计划资助项目(14234202D); 河北省科技计划资助项目(16234204D)。

收稿日期:2016-09-26

向的坡面爬山虎 j 指标的隶属函数值; X_{ij} 为 i 坡向的坡面爬山虎 j 指标的测定值; X_{\max} 和 X_{\min} 分别为各坡向坡面指标值的最小值和最大值。

1.3 项目测定

每隔 10 d 调查 1 次三叶爬山虎植株主茎的生长动态,分别测定主茎基部直径、分枝数、分枝总长;取植株中部完全展开的叶片测量叶柄长度、叶片的相对电导率、叶片的鲜质量和干质量、叶片面积、叶片宽度、叶片长度、叶片周长及叶绿素含量,取平均值。

1.4 数据分析

采用 Origin 软件处理试验数据和绘图,利用 SPSS 软件对试验数据进行分析,并使用隶属函数法进行综合评价。

2 结果与分析

2.1 坡向对爬山虎植株形态指标的影响

从图 1 可以看出,北坡、西坡、东坡的爬山虎主茎直径增长较快,明显优于南坡,南坡爬山虎直径在第 40 天时约为北坡爬山虎直径的 50%;由北向南 4 个坡向爬山虎的分枝数出现近似等差数列的分布,

每个坡向相同时间段内增加的分枝数基本一致。而坡向的分枝总长未呈现出与分枝数相同的规律,北坡和西坡的总长接近,东坡和南坡的总长接近,但前 2 个处理的分枝总长明显高于后 2 个处理,可能由于光照强度和时间的不同引起的植物体内的生长素含量的不同,进而导致分枝长度出现差异^[17]。

总体而言,不同坡向三叶爬山虎的直径、分枝数和分枝总长均和时间呈正相关。同一时间段内相比,北坡的指标均优于另外 3 个坡向的相应指标,体现了爬山虎的喜阴特性。在第 40 天时,北坡三叶爬山虎直径增长了 93.25%,西坡增长了 84.86%,东坡增长了 75.65%,南坡增长了 42.16%;北坡三叶爬山虎分枝数增加了 113.15%,西坡增加了 81.4%,东坡增加了 56.62%,南坡增加了 46.71%;北坡三叶爬山虎的分枝总长度增长了 114.65%,西坡增长了 96.73%,东坡增长了 75.5%,南坡增长了 64.28%。说明坡向对 3 种指标的影响程度十分明显。

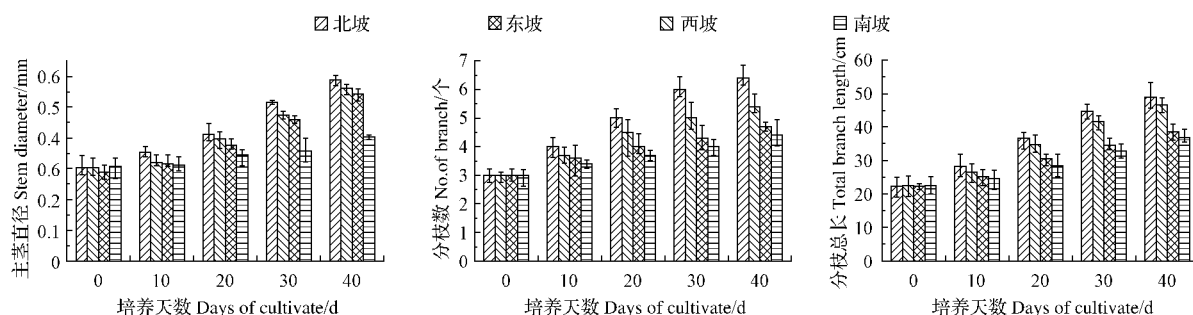


图 1 坡向对爬山虎植株形态指标的影响

Fig. 1 Effect of slope aspect on plant morphology index of *P. semicordata* (Wall.) Planch

由表 1 可知,培养天数对 3 个变量参数均有极显著的影响,坡向对 3 个变量参数有显著的影响。从总体上看,3 种指标受这 2 种因素的影响明显。

表 1 3 种指标的显著性检验结果

Table 1 Significant results on three indexes

变量 Variable	培养天数 Days of cultivate		坡向 Slope aspect	
	F	Sig.	F	Sig.
直径 Stem diameter	19.555	0.000 *	4.858	0.018 *
分枝数 Branch number	57.916	0.000 *	6.629	0.012 *
分支总长 Total branch length	62.548	0.000 *	6.201	0.014 *

注: * $P < 0.01$, * $P < 0.05$ 。下同。

Note: * $P < 0.01$, * $P < 0.05$. The same below.

2.2 坡向对爬山虎叶片形态指标的影响

从图 2 可以看出,不同坡向的三叶爬山虎叶片形态发生了不同的变化。5 项考察指标均呈上升趋势,

随着坡向的不同表现出各自的特征。叶片的宽度、长度、周长和叶面积有相似的变化规律,前 10 d 增长较快,10~30 d 增长放缓,30~40 d 时再次加快。叶片长度与宽度的比值在由北坡-西坡-东坡-南坡过渡过程中,逐渐减小,在第 40 天时,长宽比分别为 1.27、1.22、1.17 和 1.16,体现了植株将叶片变窄以减少蒸腾作用的环境适应性。叶柄长度的变化规律与前 4 个指标稍有不同,北坡的叶柄长度在考察期间内一直处于快速增长阶段,而从北坡-西坡-东坡-南坡过程中,爬山虎叶柄长度增长速度逐渐减缓,在第 40 天时,指标值与初始值的比值分别为 1.85、1.60、1.45 和 1.31,可见北坡的环境更能促进叶柄长度的增长。

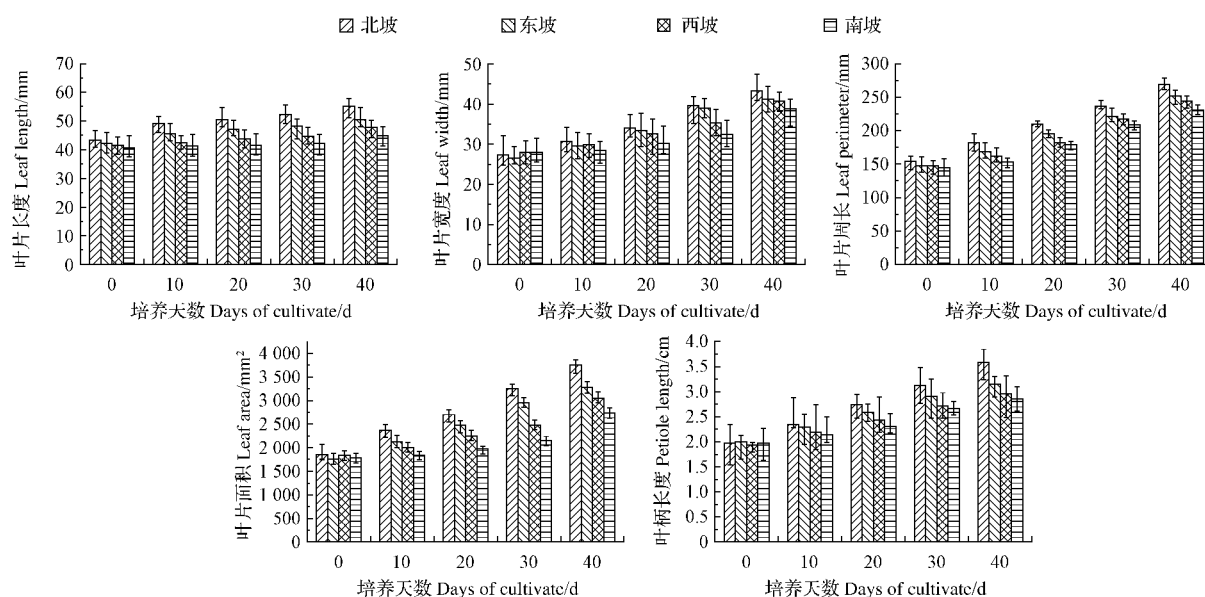


图2 坡向对叶片形态指标的影响

Fig. 2 Effect of slope aspect on leaf morphology indexes

第40天时,北坡叶片长度、宽度、面积、周长及叶柄长度相比最初分别增长了27.73%、58.64%、102.69%、75.16%、80.08%。西坡相应指标分别增长了19.49%、55.58%、85.89%、69.59%、57.5%;东坡相应指标分别增长了14.6%、45.28%、66.56%、65.98%、52.57%;南坡相应指标分别增长了10.67%、38.08%、53.59%、60.41%、43.93%。进一步证明了北坡在促进叶片生长方面的优越性。

由表2的双因素方差分析可知,培养天数和坡向对叶片的5个变量参数均有极显著的影响。从总体上看,5种指标受这2种因素的影响非常显著。

2.3 坡向对爬山虎叶片质量的影响

由图3可知,4个坡向的爬山虎叶片鲜质量均与时间呈正相关,质量逐渐增加。在坡面由北坡-西坡-东坡-南坡过渡过程中,相同时间内叶片鲜质量质

量增加值呈递减。4个坡向的爬山虎叶片干质量变化规律与鲜质量基本一致,初期增长较为缓慢,而后迅速加快。并且北坡、西坡和东坡的增长速率均较快,南坡较慢。南坡爬山虎叶片受到的高强度光照时间过长,影响了叶片内相关结构的功能运转,进而导致光合作用效率降低,影响了有机物的积累,使干质量增加值逐渐减小。在处理40 d后,北坡叶片干、

表2 叶片形态特征的方差分析结果

Table 2 Result of variance analysis on morphological

变量 Variable	培养天数 Days of cultivate		坡向 Slope aspect	
	F	Sig.	F	Sig.
叶片长度 Leaf length	42.422	0.000 **	218.783	0.000 **
叶片宽度 Leaf width	19.413	0.000 **	108.295	0.000 **
叶片周长 Leaf perimeter	41.288	0.000 **	267.543	0.000 **
叶片面积 Leaf area	67.549	0.000 **	114.748	0.000 **
叶柄长度 Petiole length	22.976	0.000 **	162.645	0.000 **

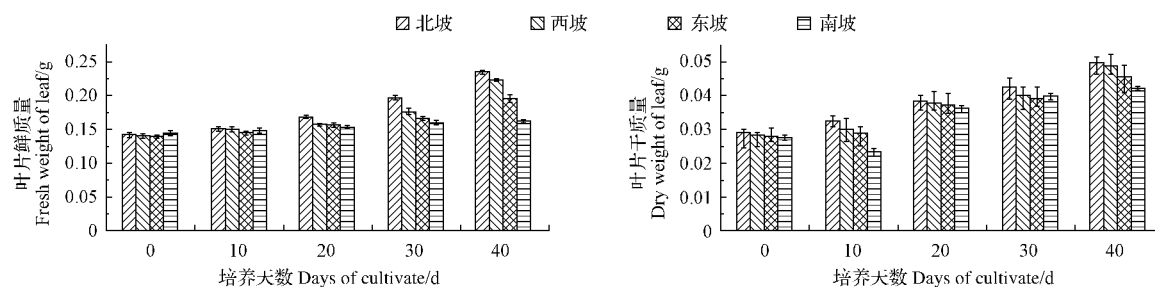


图3 坡向对叶片质量的影响

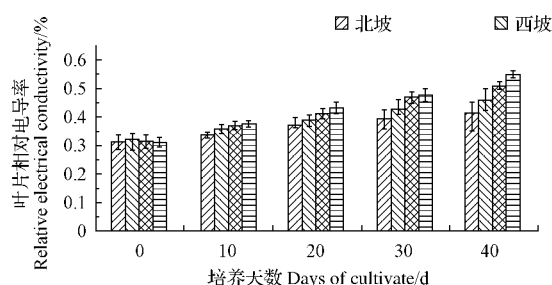
Fig. 3 Effect of slope aspect on weight of leaf

鲜质量分别增加了 68.96%、60.05%，西坡相应值分别增加了 66.89%、48.9%，东坡面相应的值分别增加了 63.08%、42.58%，南坡相应值分别增加了 53.01%、34.4%。

由表 3 可知，坡向对叶片的干质量和鲜质量存在显著影响，即对上述 2 个指标值产生了一定程度的影响，不同坡向的坡面导致了叶片在接受阳光的能量和时间产生了不同，进而促成显著差异；培养天数对叶片的干质量和鲜质量产生极显著的影响。

2.4 坡向对爬山虎叶片相对电导率和叶绿素含量的影响

由图 4 可以看出，在坡面由北坡-西坡-东坡-南坡过渡过程中，随着坡面所接受的光照强度和光照时间逐渐增加，叶片中的相对电导率值呈上升趋势，



北坡最低，南坡最高。在处理 40 d 后，北坡面的相对电导率增加了 32.21%，西坡增加了 40.85%，东坡增加了 61.66%，南坡增加了 74.52%；三叶爬山虎的叶绿素含量在随培养时间增加呈现递增的趋势，但在坡向上与相对电导率值呈现完全相反的规律，北坡最高，南坡最低。在处理 40 d 时，北坡面的叶绿素含量增加了 44.24%，西坡增加了 39.92%，东坡增加了 31.5%，南坡增加了 28.23%。

表 3 叶片质量指标的方差分析结果

Table 3 Result of variance analysis on leaf weight

变量	培养天数	Days of cultivate	坡向	Slope aspect	
Variable	F	Sig.	F	Sig.	
叶片鲜质量	Fresh weight of leaf	23.584	0.000 * *	5.460	0.021 *
叶片干质量	Dry weight of leaf	59.666	0.000 * *	6.655	0.012 *

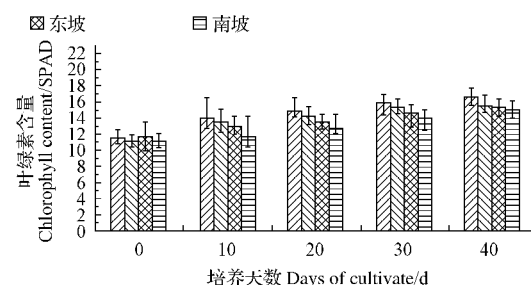


图 4 坡向对叶片相对电导率和叶绿素含量的影响

Fig. 4 Effect of slope aspect on relative electrical conductivity and chlorophyll content of leaf

由表 4 可知，三叶爬山虎的叶绿素含量和相对电导率无论相对于培养天数还是坡面而言均存在极显著性差异，即 2 种指标受培养天数和坡向的影响非常显著。综上所述，三叶爬山虎在不同坡面随着光照强度的降低，叶绿素含量增多，相对电导率值下降。光照条件弱的情况下，植物可以增加叶绿素含量来增加对光能的吸收；光照强度变强时，细胞膜透性增强，进而导致细胞质基质导电性加强。

表 4 叶片叶绿素和相对电导率方差分析结果

Table 4 Result of variance analysis on chlorophyll content and relative electrical conductivity of leaf

变量	培养天数 Days of cultivate		坡向 Slope aspect	
Variable	F	Sig.	F	Sig.
叶绿素含量 Chlorophyll content	122.463	0.000 **	100.744	0.000 **
相对电导率 Relative electrical conductivity	109.352	0.000 **	96.641	0.000 **

2.5 隶属函数法进行综合评价

通过计算三叶爬山虎植株在 4 种处理下相关考察指标的隶属函数值，计算平均隶属函数值，对不同处理下的爬山虎生长状况进行综合评价。由表 5 可知，处于不同坡向的爬山虎生长状况存在一定差异，

表 5 爬山虎生长状况综合评价

Table 5 Comprehensive evaluation of growth status

考察指标 Inspection indicator	西坡 Western slope	东坡 Eastern slope	北坡 Northern slope	南坡 Southern slope
茎基直径 Stem diameter	0.854	0.756	0.874	0.665
分枝数 Branch number	0.667	0.142	0.852	0.265
分支总长 Total branch length	0.732	0.103	0.785	0.245
叶片宽度 Leaf width	0.692	0.294	0.656	0.221
叶片长度 Leaf length	0.537	0.269	0.600	0.115
叶片周长 Leaf perimeter	0.647	0.287	0.550	0.302
叶片面积 Leaf area	0.673	0.155	0.701	0.105
叶柄长度 Petiole length	0.489	0.267	0.510	0.248
叶片鲜质量 Fresh weight of leaf	0.836	0.452	0.856	0.442
叶片干质量 Dry weight of leaf	0.920	0.441	0.900	0.315
相对电导率 Relative electrical conductivity	0.662	0.492	0.725	0.401
叶绿素含量 Chlorophyll content	0.321	0.197	0.256	0.102
平均隶属函数值 Average membership function value	0.681	0.329	0.701	0.285
综合排名 Total ranking	2	3	1	4

综合各指标得到的隶属函数平均值可知，北坡三叶爬山虎的生长状况隶属函数平均值为 0.701，综合评价最好。南坡最低，平均值为 0.285。西坡和东坡居中，分别为 0.681 和 0.329。

3 结论

该试验模拟在不同坡向下三叶爬山虎的生长状况,探讨光照对爬山虎长势的影响。坡向对爬山虎的生长状况产生显著影响,各坡向的生长优劣顺序为北坡>西坡>东坡>南坡。可见三叶爬山虎是喜阴植物,在阴坡向的生长状况要优于阳坡向,阴坡向的光照资源更适合三叶爬山虎的快速生长。

生长在北坡向的三叶爬山虎叶片的生物量积累和尺寸增加值是较为理想的,无论是形态指标还是理化指标均优于另外3个坡向;叶片的相对电导率和叶绿素含量二者的变化规律相反;培养时间和坡向的坡向对三叶爬山虎生长状况的影响极显著。

参考文献

- [1] 陈影,张利,董加强,等.废弃矿山边坡生态修复中植物群落配置设计—以太行山北段为例[J].水土保持研究,2014,21(4):154-162.
- [2] 周江,胡佳佳,裴宗平,等.干旱胁迫下两种岩石边坡修复植物的抗旱性[J].北方园艺,2014(27):70-73.
- [3] 潘树林,何鹏,兰虎林,等.岩质边坡植被护坡技术在深圳的应用研究[J].北方园艺,2012(10):108-112.
- [4] 邓沛怡,周杰良,刘坤.干旱胁迫对6种藤本植物光合作用及叶绿素荧光参数的影响[J].湖南农业大学学报,2015,41(3):263-270.
- [5] 秦吉中,童开林.6种藤本植物的生态效应比较[J].西北林学院学报,2013,28(5):63-65.
- [6] 陈安群,苗原,刘梦舟,等.建筑物遮挡对鸢尾生长性状的影响[J].生态环境学报,2016,25(41):591-596.
- [7] 吕娟,陈学君,孔香凤.几种立体绿化植物的耐荫性研究[J].园林科技,2014(2):10-14.
- [8] XANG J Y, DENG W L. Review on the adhesive tendrils of *Parthenocissus*[J]. Chinese Science Bulletin, 2014, 59(2): 113-124.
- [9] LI Z H, SUN Z Y, LIU X X. Isolation and culture of *parthenocissus tricuspidata* and *P. quenquefolia* protoplasts[J]. Forest Research-Chinese Academy of Forestry, 2005, 18(3): 241-245.
- [10] 吴涛,耿云芬,柴勇.三叶爬山虎叶片解剖结构和光合生理特性对3种生境的响应[J].生态环境学报,2014,23(10):1586-1592.
- [11] 郑元,陈诗,王大玮.爬山虎叶片的光合生理特征对光合有效辐射与CO₂浓度的响应研究[J].西部林业科学,2013,42(4):20-26.
- [12] 孙莹,石锦安,邵小鹏,等.不同生境条件下光照强度对蓝花楹光合色素含量及开花的影响[J].应用与环境生物学报,2015,21(6):1150-1156.
- [13] 林超,韩翠敏,潘辉,等.不同光照条件对8种沉水植物生长的影响[J].环境工程,2016,34(7):16-19.
- [14] 曾晓琳,王大伟,刘金平,等.坡向对3种冷季型草坪草表观性状及叶绿素含量的影响[J].草业科学,2015,32(11):1823-1831.
- [15] 侯兆疆,赵成章,李钊,等.不同坡向高寒退化草地狼毒株高和枝条数的权衡关系[J].植物生态学报,2014,38(3):281-288.
- [16] 王林,冯锦霞,王双霞,等.干旱和坡向互作对栓皮栎和侧柏生长的影响[J].生态学报,2013,33(8):2425-2433.
- [17] 谢文磊,王芳,谢健,等.生长素处理对梭梭枝条不同部位生理生化指标的影响[J].新疆农业大学学报,2014(6):456-459.

Comparison of Growth Condition of *Parthenocissus semicordata* (Wall.) Planch in Different Slope Aspects

LIU Guofei¹, XU Yongli^{1,2,3}, LI Fuping^{1,2,3}

(1. College of Mining Engineering, North China University of Science and Technology, Tangshan, Hebei 063009; 2. Hebei Key Laboratory of Mining Development and Security Technology, Tangshan, Hebei 063009; 3. Tangshan Research Academy of Industrial Technology of Ecological Restoration of Mining Areas, Tangshan, Hebei 063009)

Abstract: *Parthenocissus semicordata* (Wall.) Planch was used as test material. Four different slope aspects (Eastern slope, South slope, West slope, North slope) were set up and the growth condition of plant was investigated to study the influence of slope aspect on growth condition of the *Parthenocissus semicordata* (Wall.) Planch by testing the relevant indicators. The results showed that the biomass accumulation of leaves and added value of relevant indicators of leaves in the Northern slope were relatively ideal, both morphological index and physicochemical indexes were better than other slopes. The growth condition from the first to the inferior order was Northern slope>Western slope>Eastern slope>Southern slope.

Keywords: light; *Parthenocissus semicordata* (Wall.) Planch; growth condition; slope aspect