

DOI: 10.5846/stxb201811222535

魏亚娟, 党晓宏, 汪季, 毕力格, 祁帅, 冯亚亚, 王雪超. 枝条覆盖对平茬花棒生长特征和浅层土壤水分的影响. 生态学报, 2020, 40(3): 931-939.

Wei Y J, Dang X H, Wang J, Bi L G, Qi S, Feng Y Y, Wang X C. Effects of branch mulch on growth characteristics and surface soil moisture of clipping *Hedysarum scoparium*. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(3): 931-939.

枝条覆盖对平茬花棒生长特征和浅层土壤水分的影响

魏亚娟¹, 党晓宏^{1,2}, 汪季^{1,2,*}, 毕力格³, 祁帅¹, 冯亚亚¹, 王雪超¹

1 内蒙古农业大学沙漠治理学院, 呼和浩特 010018

2 内蒙古杭锦荒漠生态定位观测研究站, 鄂尔多斯 017400

3 内蒙古自治区林业监测规划院, 呼和浩特 010020

摘要:为了综合评价枝条覆盖对不同立地(平地、丘顶、丘间低地)平茬花棒(*Hedysarum scoparium*)生长特征和浅层土壤水分的影响,以吉兰泰荒漠-绿洲过渡区平茬花棒为研究对象,于2017年4—10月对覆盖与无覆盖平茬花棒物候期、土壤容积含水量、土壤储水量和生长指标等相关指标进行测定。实验结果表明:(1)枝条覆盖有利于平茬花棒提前萌芽,较无覆盖提前5 d以上。(2)枝条覆盖使不同立地平茬花棒生长初期和生长末期0—100 cm土层平均土壤容积含水量增加20.12%以上,且土壤含水量变异系数随土层深度增加变化减缓;土壤储水量在生长初期和生长末期枝条覆盖较无覆盖增加27%以上。(3)枝条覆盖使平茬花棒株高、新生枝数、基径、冠幅较无覆盖增加10.91%以上,同时其生物量鲜重和干重较无覆盖分别增加4.45%—24.17%和3.78%—18.93%。尤其丘间低地平茬花棒生物量增加效果更加明显($P>0.05$)。但枝条覆盖不能改变平茬花棒生物量分配格局;(4)枝条覆盖和平茬对花棒生长均具有积极作用,枝条覆盖对丘间低地平茬花棒生长促进作用最好。

关键词:枝条覆盖;平茬;花棒;立地类型;营养生长;土壤容积含水量

Effects of branch mulch on growth characteristics and surface soil moisture of clipping *Hedysarum scoparium*

WEI Yajuan¹, DANG Xiaohong^{1,2}, WANG Ji^{1,2,*}, BI Lige³, QI Shuai¹, FENG Yaya¹, WANG Xuechao¹

1 Institute of Desert Control Science and Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, China

2 Inner Mongolia Hangjin Desert Ecological Position Research Station, Erdos 017400, China

3 Monitoring & Planning Institute of Inner Mongolia Forestry Administration, Hohhot 010020, China

Abstract: The aim of this study was to comprehensively evaluate the effects of branch mulch on growth characteristics and surface soil moisture of clipping *Hedysarum scoparium* at different sites (flat land, hilltop, and interdune lowland). The study was carried out from May to October 2017 at the clipping *H. scoparium* plantation in the desert-oasis ecotone of Jilantai. The phenological period, soil volume water content, soil water storage and growth index of clipping *H. scoparium* were measured under conditions of mulching and no mulching. The results showed that: (1) branch mulch was beneficial to the early germination of clipping *H. scoparium*, which occurred more than 5 days earlier than those not mulched; (2) the average soil volume water content increased > 20.12% at the beginning and the end of the growth of 0—100 cm under different site conditions, and the variation coefficient of soil moisture content decreased with increasing soil depth. Soil water storage of mulching increased > 27% compared with no mulching at the beginning and end of growth; (3) the height, number of new branches, base diameter, and crown width of clipping *H. scoparium* increased > 10.91% with branch mulching. In particular, increased clipping *H. scoparium* biomass was more obvious in the interdune lowland than in other

基金项目:国家重点研发计划专项(2016YFC0501003);内蒙古农业大学高层次人才引进科研启动项目(NDYB2016\08)

收稿日期:2018-11-22; 网络出版日期:2019-11-20

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wangji1957@163.com

areas. However, branch mulch did not change the biomass allocation pattern of clipping *H. scoparium* ($P>0.05$); (4) branch mulching and clipping played an active effect on the growth of *H. scoparium*, with the most enhanced growth of clipping *H. scoparium* in interdune lowland.

Key Words: branch mulching; clipping; *Hedysarum scoparium*; site type; vegetative growth; soil volume water content

20 世纪 80 年代以来,吉兰泰地区大力开发机电井,加之气候因素影响导致当地地下水位逐年下降,天然降雨已不能满足植物正常生长需要。尤其是人工花棒(*Hedysarum scoparium*)林出现了早衰现象,林带防风固沙能力显著降低,给当地人们生产生活带来极大威胁。生态建设与水资源严重匮乏之间的矛盾已成为制约吉兰泰地区生态建设的关键问题。

为了保障防护林功能的可持续发展,缓解花棒林对水分和养分的竞争,恢复当地的生态环境,促进植被正常更新,通常采取平茬措施对花棒进行复壮更新。但平茬后,地表裸露,土壤水分蒸发较快,同时植物正常生长也需消耗水分,导致“土壤干层”现象的发生。如果土壤水分不能得到及时补给,“土壤干层”现象便会进一步加剧^[1]。为了抑制土壤水分蒸发,防止地表沙化,提高土壤水分利用效率,通常采用土壤表面覆盖的方法,故就地取材采用平茬留存的花棒枝条进行地表覆盖。关于地表覆盖,近年来学者们主要集中在对土壤水分、土壤结构、土壤养分、土壤盐分等方面的研究。付强等^[2]研究表明,秸秆覆盖能有效抑制 0—60 cm 土层土壤液态水的变幅,但抑制作用随土层深度逐渐减弱,尤其在作物生长前期和旱季,能有效调节地表土壤水分和温度^[3-4]。鲁天平等^[5]、姚宝林等^[6]研究表明,地表覆盖能有效改善土壤结构和养分,抑制土壤盐分表聚,有利于植物生长。但地表覆盖主要针对农作物和经济树种,在荒漠化地区将平茬和地表覆盖结合运用较少。

因此,本文在前人研究基础上,以不同立地类型退化花棒人工林为研究对象,采用机械平茬方式,并用平茬后留存的花棒枝条对林地样带进行覆盖,以无覆盖林地作为对照(CK, Control),对不同立地类型平茬花棒进行物候期、土壤水分观测和生长指标测定分析,以揭示枝条覆盖对花棒生长更新的影响,从而为吉兰泰防护林植被恢复和盐湖保护提供理论依据和技术支撑。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于吉兰泰荒漠-绿洲过渡区防风固沙林带(39°48′03″—39°48′95″N, 105°43′21″—105°43′97″E),海拔 1030—1040 m。属温带大陆性季风气候,气候炎热,昼夜温差大,干旱少雨,降雨年际变化大且季节分配不均。年平均降水量 121.1 mm(1980—2016 年),主要集中于 7—9 月份。气温年较差大,年平均气温 8.6℃,年均潜在蒸发量为 3023.7 mm,为降雨量的 26.6 倍,干燥度大于 7。风大沙多,年均风速 3.7 m/s,最大风速 24 m/s。土壤主要以风沙土和灰漠土为主。地势相对平缓,低洼地在其中零星分布。植被主要以旱生、超旱生为主,建群种主要为人工花棒,还分布沙拐枣(*Calligonum mongolicum*)、柽柳(*Tamarix chinensis*)、白刺(*Nitraria tangutorum*)。多年生草本植物有沙蒿(*Artemisia desertorum*)、无芒隐子草(*Cleistogenes songorica*),一年生草本植物有虎尾草(*Chloris virgata*)、兴安虫实(*Corispermum chinganicum*)、雾冰藜(*Bassia dasyphylla*)、碱蓬(*Suaeda glauca*)等。

1.2 试验处理

经实地踏查,所选人工花棒林于 1984 年采用传统挖穴栽植方式建植,株行距为 1.5 m×2.0 m。花棒林地约有 2 cm 厚度的枯落物。根据地形因素划分为:平地、丘顶、丘间低地 3 种立地类型。每种立地类型下,分别设置 6 个 5 m×15 m 的小区,共计 18 个小区。平茬前,对不同立地下花棒林进行基本生长指标测定,具体情况如表 1 所示。

表 1 不同立地类型花棒人工林生长特征(均值)

Table 1 Growth characteristics of *Hedysarum scoparium* at different site types (average)

立地类型 Site type 指标 Index	平地 Flat land		丘顶 Hilltop		丘间低地 Interdune lowland	
	基径/mm	一级分枝数/枝	基径/mm	一级分枝数/枝	基径/mm	一级分枝数/枝
无覆盖 Unmulch	31.91	5.85	27.27	4.94	36.35	8.09
覆盖 Mulch	35.17	5.42	26.07	4.44	35.17	8.66

于 2016 年 10 月末,运用机械进行整株平茬,留茬高度 2 cm,平茬样带宽 8 m,长 100 m。将平茬留存的枝条进行人工覆盖处理;去除较粗分枝,使其相对平整,减少枝间空隙;然后将枝条进行交错覆盖两层,覆盖层厚度为 5 cm,覆盖度为 60%—70%,对照(CK)样地未进行覆盖。平茬后用红丝带和挂牌对植株进行标记,便于日后观测。平茬后,对试验地进行围封,防止人、动物等破坏、啃食。

1.3 研究方法

1.3.1 土壤水分相关指标测定

(1)土壤容积含水量测定 用土钻对不同立地类型下覆盖与无覆盖平茬花棒 0—100 cm 进行分层取样,每 10 cm 为一层。用电子天平(精度为 0.001 g)对土壤进行称重,记录其湿重,放入 105℃烘箱中烘干至恒重,称其干重。公式如下:

$$\text{土壤容积含水量}(\%) = \left[\frac{(\text{湿土重量} - \text{烘干土重量})}{\text{烘干土重量}} \times 100\% \right] \times \text{土壤容重}$$

(2)土壤水分变异系数^[7]计算公式:

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\%$$

式中, CV 为变异系数; S 为各层土壤含水量的样本标准差; \bar{X} 为各层土壤含水量的样本平均值。根据陈洪松^[8]等对土壤水分垂直变化层次划分标准,可按土壤容积含水量变异系数划分为:当 $CV > 0.3$, 土层为速变层;当 $0.2 < CV < 0.3$, 土层为活跃层;当 $0.1 < CV < 0.2$, 土层为次活跃层;当 $0 < CV < 0.1$, 土层为相对稳定层;(3)土壤储水量^[9]的计算公式:

$$D_w = 0.1 \sum_{i=1}^n vswc_i \times H_i$$

式中, D_w 为土壤储水量(mm); n 为土壤层数, $n = 10$; $vswc_i$ 为各观测层土壤容积含水量(%); H_i 为各观测层所代表的土壤深度(cm)。

1.3.2 平茬花棒林物候及生长指标测定

于 2017 年 4 月观测花棒林萌芽期。同年 10 月中期,分别利用卷尺与游标卡尺对不同立地平茬花棒进行株高和基径测定,并记录新生枝条数量。具体测定方法如下:

株高(cm): 新生枝一级分枝根茎处到顶部之间的绝对距离,精确到 0.01 cm;

基径(mm): 新生枝一级分枝根茎处的直径,精确到 0.01 mm;

分枝数(枝/丛): 每丛全部分枝数,精确到 0.1 枝/丛;

冠幅(m^2): 分别测定灌丛东西(L)、南北(W)的长度;计算公式^[10]如下:

$$\text{冠幅}(m^2) = \left(\frac{L}{2} \right) \times \left(\frac{W}{2} \right) \times \pi$$

然后测定每丛平茬花棒地上生物量鲜重和干重,包括:一级分枝、二级分枝、三级分枝、叶和种子。求出平均值,进行平茬效应分析。

1.4 数据处理

图表中数据均采用“均值±标准差”的形式。运用 Excel 10.0 对数据进行整理,运用 SPSS 20.0 软件进行数据单因素方差分析与检验,采用 Origin 2017 作图。

2 结果与分析

2.1 枝条覆盖对平茬花棒物候期的影响

由表 2 知,对萌芽期而言,不同立地(平地、丘顶、丘间低地)平茬花棒枝条覆盖较无覆盖分别提前 7 d、6 d 和 5 d,较未平茬分别提前 10 d、17 d 和 13 d。根据观测,平茬后第 1 生长季,丘顶平茬花棒覆盖与无覆盖植株均出现了繁殖生长,在 6 月能正常开花,8 月能正常结果。研究还发现,平茬处理延长了花棒生长周期,新生枝条及叶片在 11 月中下旬才会发黄干枯进入落叶期,结束其生长。

表 2 枝条覆盖条件下平茬花棒萌芽期情况

Table 2 Germination stage of clipping *Hedysarum scoparium* on mulching

立地类型 Site type	未平茬 Non-stubble	平茬 Stubble	
		无覆盖	覆盖
平地 Flat land	4 月 13 日	4 月 10 日	4 月 3 日
丘顶 Hilltop	4 月 17 日	4 月 6 日	3 月 31 日
丘间低地 Interdune lowland	4 月 9 日	4 月 1 日	3 月 27 日

2.2 枝条覆盖对平茬花棒林浅层土壤水分的影响

土壤容积含水量垂直变化趋势 水分是影响植物生长的重要因子。在水资源较高的情况下,植物具有较高的生长补偿能力^[11]。由图 1 知,枝条覆盖对 0—100 cm 土层土壤容积含水量有一定的改善作用。平地平茬花棒林在枝条覆盖下生长初期和末期不同土层深度土壤容积含水量较无覆盖分别增加 10.53%—148.28%、16.64%—86.16%;丘顶分别增加-2.46%—67.74%、17.88%—124.46%;丘间低地分别增加 10.38%—131.33%、1.6%—251.28%。各立地平茬花棒生长季初期枝条覆盖较无覆盖平均土壤含水量增幅在 20.12%—59.84%,末期增幅在 40.13%—44.86%。枝条覆盖对土壤水分改善作用依次为:丘间低地>平地>丘顶。由此可知,枝条覆盖有利于表层土壤水分的保存。

土壤容积含水量变化分层 变异系数是描述观测值变异程度的统计量,反映单位均值集中或离散程度。变异系数越大,说明观测值变异程度越大,即土壤容积含水量变化剧烈,反之越小。从图 1 知,枝条覆盖能减缓土壤容积含水量的变幅,变异系数由表层到深层逐渐递减。尤其在丘顶和丘间低地表现更加明显,而平地变化相对无明显规律。在平地,生长季初期无覆盖 0—40 cm、70—80 cm 土层属活跃层和次活跃层,覆盖后分别属次活跃层和稳定层;在丘顶,生长季初期无覆盖 0—20 cm、40—80 cm 土层分别属速变层和次活跃层,覆盖后属活跃层和相对稳定层;在丘间低地,生长季初期无覆盖 30—50 cm 土层属次活跃层,覆盖后属相对稳定层。由此可知,枝条覆盖在生长季初期对平茬花棒土壤水分改善作用更加明显。但随深度增加,枝条覆盖对土壤水分的影响逐渐减小。

由图 2 知,观测期内不同立地平茬花棒经枝条覆盖后,土壤储水量均大于无覆盖林地。经对比分析,生长季初期丘顶、平地、丘间低地枝条覆盖较无覆盖土壤储水量分别增加 27%—59.84%;生长季末期分别增加 41.33%—44.86%。研究发现,不同立地覆盖和无覆盖平茬花棒消耗的水分分别在 30.02—43.28 mm 和 19.24—30.87 mm。丘顶、平地、丘间低地平茬花棒生长覆盖较无覆盖多消耗 56.03%、42.20%、38.25%。实验发现,枝条覆盖下的丘间低地土壤储水量变幅最大。说明枝条覆盖有利于土壤储水量增加,尤其是对丘间低地土壤保水增熵效果最好。

2.3 枝条覆盖对平茬花棒生长特征的影响

2.3.1 枝条覆盖对平茬花棒生长状况的影响

平茬后植物萌蘖株生长状况是衡量其再生能力和适应环境能力的重要指标^[12]。由图 3 知,不同立地平茬花棒采取枝条覆盖措施后,其生长状况较无覆盖效果好,且新生枝形成“莲花状”灌丛。株高、新生枝数、基径粗、冠幅分别较无覆盖平均增加 15.18%、10.91%、23.38%、23.39% ($P>0.05$)。株高、基径粗、冠幅效果依次

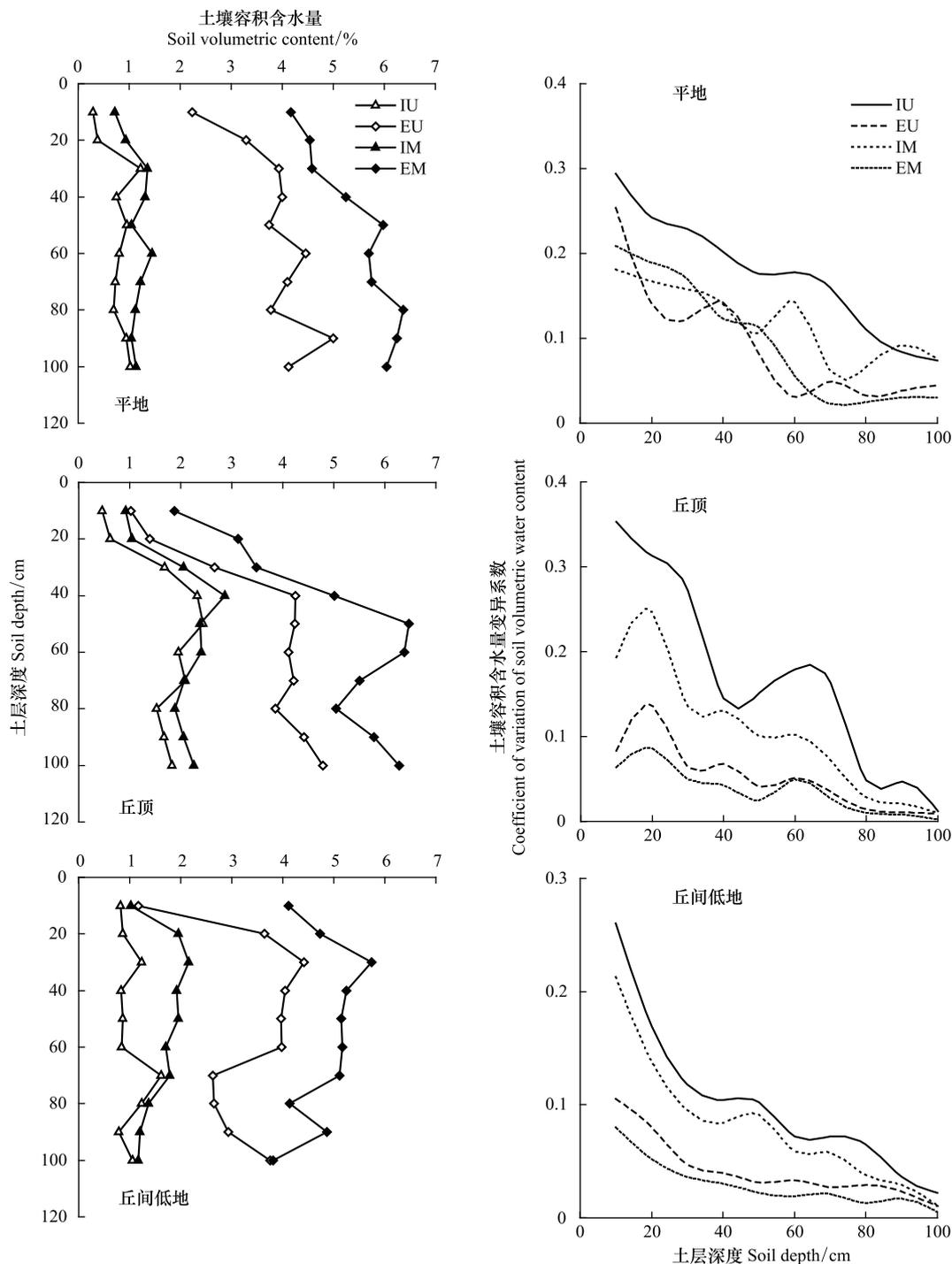


图 1 平茬花棒土壤容积含水量及变异系数变化特征

Fig.1 Change characteristics of soil volume water content and coefficient of variation on clipping *Hedysarum scoparium*

IU, 无枝条覆盖生长季节初期 In the initial stage growth of unmulching; EU, 无枝条覆盖生长季节末期 The end of growth stage of unmulching; IM, 枝条覆盖生长季节初期 In the initial stage growth of mulching; EM, 枝条覆盖生长季节末期 The end of growth stage of mulching

为丘间低地>平地>丘顶。而新生枝数依次为:平地>丘顶>丘间低地。这说明植物的补偿能力与资源可获得性密切相关,在资源获得性较高的环境中,植物平茬后有较高的补偿生长能力^[13]。

2.3.2 枝条覆盖对平茬花棒生物量积累的影响

生物量反映了生态系统生产者的物质生产量,对植物生长发育具有重要意义。由表 3 知,不同立地(平

地、丘顶和丘间低地)平茬花棒经枝条覆盖后地上生物量鲜重较无覆盖分别增加 24.17%、19.83%、4.45% ($P < 0.05$),干重较无覆盖增加 17.20%、18.93%、3.78% ($P < 0.05$)。平地一级枝、二级枝、三级枝及叶片鲜重和干重枝条覆盖较无覆盖分别增加 15.59%、29.71%、45.50%、24.30%和 6.52%、28.43%、82.04%、16.36% ($P > 0.05$); 丘顶分别增加 19.45%、20.23%、20.56%、19.87%和 18.64%、19.46%、19.65%、19.09% ($P > 0.05$); 丘间低地分别增加 4.84%、5.25%、5.07%、4.64%和 3.80%、3.69%、3.73%、3.83% ($P > 0.05$)。而只有丘顶平茬花棒具有繁殖器官一种子,其鲜重和干重较无覆盖分别增加 20.40%、18.52%。其生物量大小顺序依次为:丘间低地 > 平地 > 丘顶。说明较好的水分状态可以提高平茬花棒生物量。

2.3.3 枝条覆盖对平茬花棒生物量分配格局的影响

植物生物量分配格局是植物将有限资源进行生长、支持和繁殖等方面的配置,反映植物对环境的适应能力^[14]。由表 4 知,枝条覆盖使不同立地(平地、丘顶、丘间低地)一级枝生物量分配较无覆盖减少 33.33%、21.43%和 8.82%,尤其在平地两者差异显著 ($P < 0.05$)。

而叶分配较无覆盖分别增加 17.02%、24.49%和 11.63% ($P > 0.05$)。枝条覆盖对不同立地类型平茬花棒二级枝、三级枝分配影响较小且没有规律性。对于丘顶而言,无论枝条覆盖还是无覆盖繁殖分配只占到生物量总分配率的 10.00%、8.00%。说明花棒平茬后,将有限的资源均分配给花棒生长。

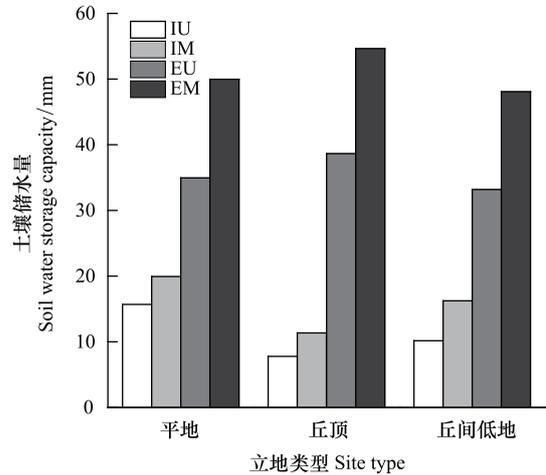


图 2 枝条覆盖对平茬花棒的土壤储水量变化特征

Fig.2 Change characteristics of soil water storage capacity on clipping *Hedysarum scoparium*

IU,无枝条覆盖生长季节初期 In the initial stage growth of unmulching; EU,无枝条覆盖生长季节末期 The end of growth stage of unmulching; IM,枝条覆盖生长季节初期 In the initial stage growth of mulching; EM,枝条覆盖生长季节末期 The end of growth stage of mulching

表 3 平茬花棒生物量的变化特征

Table 3 Change characteristics of biomass on clipping *Hedysarum scoparium*

物质量 Mater/g	处理 Treatment	无覆盖 Unmulch			覆盖 Mulch		
	立地类型	平地	丘顶	丘间低地	平地	丘顶	丘间低地
鲜重 Fresh weight	一级枝	176.76±13.09b	140.87±7.86bc	271.56±20.68a	204.31±14.01b	169.66±14.88bc	284.71±13.90a
	二级枝	66.67±16.58bc	59.86±17.01c	137.20±15.70a	106.48±14.02ab	85.30±16.05bc	144.44±21.64a
	三级枝	29.32±7.18bc	23.05±8.92c	39.64±1.26ab	49.33±7.18a	41.12±5.99ab	51.65±2.60a
	叶	171.38±17.57cd	155.36±49.65d	277.85±47.62ab	313.04±16.20ab	252.90±35.45bc	357.40±37.67a
	种子	—	49.40±16.77a	—	—	41.03±12.94b	—
	地上生物量	444.12±24.49d	420.18±37.32d	726.24±44.48b	673.15±20.28bc	598.37±4.41c	838.19±41.63a
干重 Fresh weight	一级枝	122.39±19.50b	98.00±21.76b	209.01±10.45a	130.37±15.59b	126.27±17.41b	216.95±12.85a
	二级枝	38.52±8.04c	34.95±11.65c	66.87±10.25ab	82.80±9.11a	48.42±11.28bc	69.34±10.11ab
	三级枝	14.59±3.53cd	10.89±4.57d	19.05±0.99cd	33.23±5.23a	23.03±5.66bc	29.76±0.90ab
	叶	84.25±11.37cd	68.05±8.53d	116.35±12.67c	198.03±11.11a	157.71±6.63b	192.48±32.72ab
	种子	—	26.49±6.28a	—	—	22.35±5.84a	—
	地上生物量	259.76±5.82d	234.23±15.07d	411.28±14.35bc	444.43±16.91b	381.91±12.85c	508.53±23.65a

小写字母表示不同立地平茬花棒枝条覆盖与无覆盖同一指标间的差异显著性。字母相同,表示差异性不显著 ($P > 0.05$); 字母不同,表示差异性显著 ($P < 0.05$)

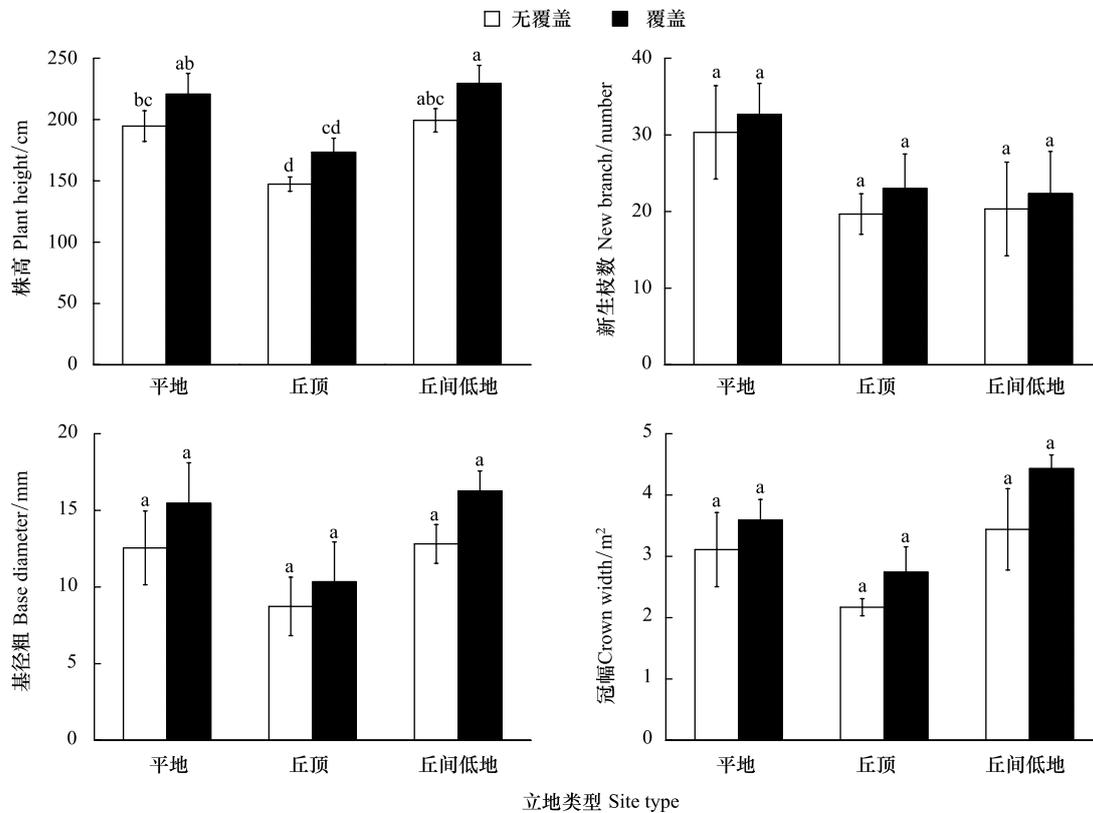


图3 平茬花棒生长特性的变化特征

Fig.3 Change characteristics of morphological features on clipping *Hedysarum scoparium*

小写字母表示不同立地类型平茬花棒枝条覆盖与无覆盖生长指标间的差异显著性;字母相同,表示差异性不显著($P>0.05$);字母不同,表示差异性显著($P<0.05$)

表4 平茬花棒生物量分配格局的变化特征

Table 4 Change characteristics of resource allocation on clipping *Hedysarum scoparium*

处理 Treatment	无覆盖 Unmulch			覆盖 Mulch		
	平地	丘顶	丘间低地	平地	丘顶	丘间低地
生物量分配格局 Biomass allocation pattern						
一级枝分配 Primary branch allocation	0.40±0.03a	0.34±0.04abc	0.37±0.02ab	0.30±0.01bc	0.28±0.02c	0.34±0.01abc
二级枝分配 Second branch	0.15±0.03a	0.14±0.03a	0.19±0.03a	0.16±0.01a	0.14±0.02a	0.17±0.02a
三级枝分配 Third branch	0.07±0.02a	0.05±0.02a	0.05±0.02a	0.07±0.01a	0.07±0.01a	0.06±0.01a
枝分配 Branch	0.61±0.02a	0.54±0.07a	0.62±0.04a	0.53±0.03a	0.49±0.03a	0.51±0.02a
叶分配 Leaf	0.39±0.02a	0.37±0.09a	0.38±0.04a	0.47±0.03a	0.49±0.08a	0.43±0.02a
繁殖分配 Reproductive allocation	—	0.10±0.02a	—	—	0.08±0.03a	—

3 讨论

吉兰泰地区降雨稀少,蒸发强烈。花棒平茬后,地表裸露土壤水分极易蒸散,水分难以保持。因此枝条覆盖能有效减少花棒样地地表水分损失,提高花棒林地土壤水资源利用效率。枝条覆盖能更快地促进林分更新,对荒漠-绿洲过渡带防护林长期稳定发展具有重要意义。

3.1 枝条覆盖对平茬花棒萌芽期的影响

植物物候期是受生物因素和非生物因素影响的复杂过程。经枝条覆盖的平茬花棒萌芽期较无覆盖提前5—7 d,说明枝条覆盖能促使平茬花棒提前萌芽。不同立地类型花棒萌芽时间依次表现为:丘间低地>平地>

丘顶。这是因为吉兰泰位于温带气候区。在该气候区中,温度是影响植物物候期最主要的因子^[15]。春季气温上升快且风大,丘间低地与丘顶相比地势低,空气温度较高,风速减缓。加之丘间低地土壤水分充足,导致土壤热容量和土壤温度较高,因此丘间低地平茬花棒提前萌芽。研究中还发现,平茬花棒较未平茬花棒萌芽期提前 10—17 d。该实验结果与李宇等^[16]和李应罡等^[17]等对乔木状沙拐枣的研究不同。因为乔木状沙拐枣平茬时间为春季,该季节风大沙多,植物去除顶端优势后,茬口暴露在空气中水分容易散失,且植物受到一定创伤,需要一定时间愈合。而本文平茬时间为秋末冬初,经过一个冬季的修复,平茬口早已愈合。花棒属豆科荒漠植物,根系中存储有大量的淀粉。此时,平茬花棒将存储于根系中的淀粉转化为可溶性糖类和游离态等花棒生长所需物质向上运输,促进根茎部位侧芽组织分生萌蘖^[18]。

3.2 枝条覆盖对平茬花棒林地蓄水保墒的作用

枝条覆盖主要通过减少水分耗散增加土壤水分。枝条覆盖后土壤平均容积含水量、土壤储水量较无覆盖增加 20.12%—59.84%、27%—59.84%;但土层水分含量随深度变化减缓。该结果与严正升^[19]和黄金辉^[20]等分别对平茬柠条和苹果园的研究结果相同。枝条覆盖对表层土壤不仅起到一定的机械保护作用,还能对土壤表面起到物理隔绝作用,减弱土壤与大气间和不同土层间土壤水的能量交换强度和土壤水分蒸发强度,保持土壤水分供需平衡^[21]。此外还有 3 个原因也是保持土壤水分的原因。其一,平茬使花棒地上生物量急剧减少,有效降低了植物叶片蒸腾耗水。其二,10 月末降雨减少,气温降低导致地表蒸发强度和花棒叶片蒸腾速率减弱,而且此时植物几乎已经完成生长进入休眠期,呼吸作用减弱,几乎不消耗土壤水,土壤水分波动减小,使土壤水分得到回升^[22]。其三,10 月末平茬花棒已经形成一定冠幅,且新生花棒呈莲花状生长,可以有效减弱近地表风速,使土壤水分蒸发速率减小^[23]。

3.3 枝条覆盖对平茬花棒生长特性的影响

沙生灌木具有极强的超补偿生长能力,当地上部分被破坏后,地上生物量能够迅速恢复^[24]。本研究表明,枝条覆盖导致花棒株高、新生枝数、基径、冠幅较无覆盖地区增加 10% 以上,同时能促进生物量积累。总体表现为:丘间低地>平地>丘顶。由此可见,丘间低地平茬花棒生长状态最好。丘间低地地势相对较低,水分在此集聚^[25]。而丘顶受到风沙影响较大,土壤水分相对较低。加之枝条覆盖能将土壤的水热优势转化为花棒生长优势,水热条件是影响植物生长的关键因素。尤其在春天,平茬花棒开始萌发,光合作用和呼吸作用较为旺盛,蒸腾作用较高,此时需要一定的水分,而枝条覆盖能阻挡水汽蒸发,使接近表层的水分受到阻隔而发生横向运输,减少土壤总蒸发量;同时减缓土壤温度剧烈变化,为平茬花棒根系生长提供一个相对稳定的生长环境^[26]。另外,枝条覆盖可以保护新生萌芽免受风沙的打割,为地上组织生长提供物质条件,从而为花棒萌蘖、生物量积累提供良好的物质基础^[27]。该结果有待于进一步论证。平茬第 1 年,丘顶花棒出现生殖繁殖,可能原因是丘顶容易遭受风蚀,水分和养分条件相对比较恶劣,花棒在遭遇逆境时,会提前开花,此现象称之为“逆境诱导开花”^[28]。本文研究还发现,枝条覆盖虽能够提高花棒生物量,却未改变花棒地上生物量的分配格局。但枝分配占到总生物量一半以上,有利于平茬花棒在水平和垂直方向上拓展营养空间。

4 结论

(1) 枝条覆盖有利于平茬花棒提前萌芽,较无覆盖提前 5 d 以上,平茬后较未平茬花棒提前萌芽 10 d 以上。

(2) 枝条覆盖使不同立地类型平茬花棒生长季初期和生长季末期 0—100 cm 土层平均土壤容积含水量增加 20.12% 以上,且使土壤含水量变异系数随土层深度增加变化减缓;土壤储水量生长季初期和生长季末期枝条覆盖较无覆盖增加 27% 以上。

(3) 枝条覆盖使平茬花棒株高、新生枝数、基径、冠幅较无覆盖增加 10.91% 以上,同时其生物量鲜重和干重较无覆盖增加 4.45%—24.17%、3.78%—18.93%,尤其丘间低地平茬花棒生物量增加效果更加明显。但枝条覆盖未改变平茬花棒生物量分配格局。

(4) 枝条覆盖和平茬对花棒生长均具有积极作用,尤其对丘间低地平茬花棒生长的促进作用最好。

参考文献 (References):

- [1] Wang Y Q, Shao M A, Liu Z P, Warrington D N. Investigation of factors controlling the regional-scale distribution of dried soil layers under forestland on the loess plateau, China. *Surveys in Geophysics*, 2012, 33(2): 311-330.
- [2] 付强, 李铁男, 李天霄, 崔嵩. 秸秆覆盖对季节性冻融期土壤水分特征的影响. *农业机械学报*, 2015, 46(6): 141-146.
- [3] 周江涛, 吕德国, 秦嗣军. 不同有机物覆盖对冷凉地区苹果园土壤水温环境及速效养分的影响. *应用生态学报*, 2014, 25(9): 2551-2556.
- [4] 王兆伟, 郝卫平, 龚道枝, 梅旭荣, 王春堂. 秸秆覆盖量对农田土壤水分和温度动态的影响. *中国农业气象*, 2010, 31(2): 244-250.
- [5] 鲁天平, 史征, 刘永萍, 田云峰, 吴圣华. 深沟造林条件下秸秆覆盖对土壤养分和盐分变化的影响. *农业工程学报*, 2015, 31(12): 165-172.
- [6] 姚宝林, 李光永, 王峰. 冻融期灌水和覆盖对南疆棉田水热盐的影响. *农业工程学报*, 2016, 32(7): 114-120.
- [7] 孔凌霄, 毕华兴, 周巧稚, 魏曦, 侯贵荣, 常译方, 王杰帅, 张渲东. 晋西黄土区不同立地刺槐林土壤水分动态特征. *水土保持学报*, 2018, 32(5): 163-169.
- [8] 王瑜, 朱清科, 赵维军, 王利娜, 马欢, 梁非凡, 赵兴凯, 李安怡. 陕北黄土区人工林地土壤水分的垂直变化规律. *中国水土保持科学*, 2015, 13(6): 54-60.
- [9] 李耀林, 郭忠升. 平茬对半干旱黄土丘陵区柠条林地土壤水分的影响. *生态学报*, 2011, 31(10): 2727-2736.
- [10] 陶冶, 张元明. 荒漠灌木生物量多尺度估测——以梭梭为例. *草业学报*, 2013, 22(6): 1-10.
- [11] 田冠平, 朱志红, 李英年. 刈割、施肥和浇水对垂穗披碱草补偿生长的影响. *生态学杂志*, 2010, 29(5): 869-875.
- [12] 胡小龙, 薛博, 袁立敏, 刘德义, 常伟东. 科尔沁沙地人工黄柳林平茬复壮技术研究. *干旱区资源与环境*, 2012, 26(5): 135-139.
- [13] 马涛, 武高林, 何彦龙, 文淑均, 何俊龄, 刘锦霞, 杜国祯. 青藏高原东部高寒草甸群落生物量和补偿能力对施肥与刈割的响应. *生态学报*, 2007, 27(6): 2288-2293.
- [14] 武建双, 沈振西, 张宪洲, 付刚. 藏北高原人工垂穗披碱草种群生物量分配对施氮处理的响应. *草业学报*, 2009, 18(6): 113-121.
- [15] 李晓婷, 陈骥, 郭伟. 不同气候类型下植物物候的影响因素综述. *地球环境学报*, 2018, 9(1): 16-27.
- [16] 李宇, 徐新文, 许波, 李丙文, 邱永志. 塔里木沙漠公路防护林乔木状沙拐枣平茬复壮技术的研究. *干旱区资源与环境*, 2014, 28(2): 103-108.
- [17] 李应罡, 徐新文, 李生宇, 张建国, 孙树国. 沙漠公路防护林乔木状沙拐枣的平茬效益分析. *干旱区资源与环境*, 2008, 22(8): 196-200.
- [18] 杨永胜, 卜崇峰, 高国雄. 平茬措施对柠条生理特征及土壤水分的影响. *生态学报*, 2012, 32(4): 1327-1336.
- [19] 严正升, 郭忠升, 宁婷, 张文文. 枝条覆盖对半干旱黄土丘陵区平茬柠条林地土壤水分的影响. *生态学报*, 2016, 36(21): 6872-6878.
- [20] 隋红建, 曾德超. 地面覆盖应用与研究的现状及发展方向. *农业工程学报*, 1990, 6(4): 26-34.
- [21] 高鹏程, 张国云, 孙平阳, 张一平. 秸秆覆盖条件下土壤水分蒸发的动力学模型. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 2004, 32(10): 55-58, 62-62.
- [22] 马文. 黄土丘陵区典型人工林土壤水分补给与消耗特征研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2017.
- [23] 黄金辉, 廖允成, 高茂盛, 殷瑞敬. 耕作和覆盖对黄土高原果园土壤水分和温度的影响. *应用生态学报*, 2009, 20(11): 2652-2658.
- [24] Salemaa M, Vanha-majamaa I, Gardner P J. Compensatory growth of two clonal dwarf shrubs, *Arctostaphylos uva-ursi* and *Vaccinium uliginosum* in a heavy metal polluted environment. *Plant Ecology*, 1999, 141(1/2): 79-91.
- [25] 李毅, 邵明安. 雨强对黄土坡面土壤水分入渗及再分布的影响. *应用生态学报*, 2006, 17(12): 2271-2276.
- [26] 张哲, 李志刚, 倪细炉. 不同覆盖措施对宁夏沙化地区枸杞地土壤水热条件及产量的影响. *水土保持研究*, 2018, 25(1): 257-262.
- [27] 张海娜, 方向文, 蒋志荣, 冯彦皓. 柠条平茬处理后不同组织游离氨基酸含量. *生态学报*, 2011, 31(9): 2454-2460.
- [28] 张敏, 朱佳旭, 王磊, 徐妙云. 逆境诱导植物开花的研究进展. *生物工程学报*, 2016, 32(10): 1301-1308.