

不同用量保水剂对紫花苜蓿比叶面积和光合特征的影响

朱瑞芬,唐凤兰,刘杰淋,刘凤岐,韩微波,陈积山

(黑龙江省农业科学院 草业研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:为保持与高效利用绥化地区有效降水而达到人工苜蓿草地稳产增产的目的,以保水剂不同用量(0、15、30 kg·hm⁻²)研究其用量对紫花苜蓿比叶面积和光合特征的生理响应。结果表明:施用保水剂对紫花苜蓿比叶面积无显著影响,对叶绿素含量和光合特征有显著影响。保水剂施用量为 15 kg·hm⁻²时,保水剂能显著提高紫花苜蓿叶片的 p_n 、 g_s 、 T_r 和 WUE,而保水剂施用量为 30 kg·hm⁻²时,保水剂显著降低了 p_n 、 g_s 和 T_r ,但没有影响 WUE。紫花苜蓿 p_n 与 g_s 、 p_n 与 T_r 的相关性以施用量 30 kg·hm⁻²处理最强,依次是 15 kg·hm⁻² 和 CK。 p_n 与 WUE 以施用量 15 kg·hm⁻²处理最强,依次是 CK 和 30 kg·hm⁻²处理。因此,加强保水剂在苜蓿产业化生产中的应用性仍需研究。

关键词:紫花苜蓿;比叶面积;光合特征;保水剂

中图分类号:S551.7

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2011)11-0093-04

紫花苜蓿(*Medicago sativa*)是世界上分布范围最广的豆科牧草,也是我国种植面积最大的人工牧草^[1]。研究证实,紫花苜蓿在有效改土肥田、改善土壤结构、保持水土等农业可持续发展和生态环境保护方面发挥着重要的作用^[2-4]。特别对于生态环境极其脆弱的地带,种植紫花苜蓿对于农业产业结构调整,丰富和保护生物多样性有着举足轻重的作用和意义^[5-7]。绥化地区属于东北寒温带,降水丰富,但在紫花苜蓿生长过程中存在季节性和持续性的干旱问题,尤其是春旱最为严重。因此对该地区降水的保持与高效利用,达到节水增产、增效的目的就成为当前急需解决的问题。

保水剂(super absorbent polymer, SAP)是一种通过改善植物根系土壤界面环境有效供给植物水分的化学节水技术。它不仅能有效改善土壤理化性质,而且还可以显著提高植物的光合速率和水分利用效率^[8-10],据研究表明,受土壤和植物的双重制约的保水剂^[11-12],其功能的有效发挥还受其它环境因素的影响^[13]。应用保水剂处理试验对影响植物的生理生态的本质是植物-水分的关系问题^[14]。

不同的地理条件下施用保水剂效果存在差异,同一保水剂应用在不同的植物和土壤可能产生不同甚至相反的效果。因此,为进一步探明适合绥化地区气候、土壤和植物的保水剂的最佳施用量,研究不同保水剂对植物和土壤的作用机理对指导区域苜蓿人工草地生产意义重大。该文以紫花苜蓿为研究对象,研究了不同保水剂用量对苜蓿生理生态过程的影响及化学节水的效应机理,对指导区域紫花苜蓿生产栽培具有应用价值。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于黑龙江省兰西县远大乡胜利村, E125°58', N46°32', 海拔 160 m, 属寒温带半湿润季风型气候,年平均气温 2.9℃,极端最高气温 37.6℃,极端最低气温 -39℃,年平均降雨量 469.7 mm,无霜期 39 d。

1.2 材料

紫花苜蓿品种来自黑龙江省农业科学院草业研究所提供的龙牧 801。保水剂购自北京金元易公司代销的法国 SNP 产品,简称 SAP,吸水倍率为自身的 300 倍。试验所用仪器是 Li-6400 便携式光合测定系统(Li-cor, USA)、Li-3000 叶面积仪、SPAD-502 叶绿素含量仪。

收稿日期:2011-07-01

第一作者简介:朱瑞芬(1982-),女,甘肃省礼县人,硕士,研究实习员,从事苜蓿栽培及根瘤菌生理研究。E-mail:zhur-uifen1983@yahoo.com.cn。

通讯作者:唐凤兰(1963-),女,黑龙江省鸡西市人,学士,研究员,从事牧草研究。E-mail:nkypzk@163.com。

1.3 方法

试验于2009年在国家牧草产业体系绥化综合试验站进行,试验设置3个处理,分别为不施用(CK),施用15和30 kg·hm⁻²保水剂。在施用保水剂时,先将其完全浸入水中使其充分吸收水分直至最大倍率,然后在10 cm土层处施入,再覆上表土使其平整。紫花苜蓿播量为15 kg·hm⁻²,整个试验采用随机区组设计,小区面积10 m²,3次重复。在紫花苜蓿整个生育期管理等同大田。

1.3.1 叶片气体交换参数的测定 在当年紫花苜蓿初花期,在每小区选择健康的叶片50片,用Li-6400便携式光合测定系统(Li-cor, USA),在晴天从10:00~12:00测定叶片光合速率(p_n)、气孔导度(g_s)、蒸腾速率(T_r)等生理指标,多次调试后,记录数据。根据Penuclas等^[15]计算水分利用效率 $WUE = p_n / T_r$ 。

1.3.2 叶面积(LA)、比叶面积(SLA)和叶绿素(Chl)含量的测定 选择10个健株叶片测定叶面积(LA)和叶干重。采用Li-3000叶面积仪测量,然后将测定后的叶片在70℃下烘干至恒温,根据Denis等^[16]计算,比叶面积=叶面积/叶干重。使用SPAD-502叶绿素含量仪测定其相对叶绿素含量。测定时,用SPAD-502叶绿素含量仪夹住叶片,沿着叶脉的方向移动测定,每个叶片重复6次,共测得20个叶片。

1.3.3 数据统计 应用Excel(Office 2000)和SPSS(版本11.5)软件进行数据统计分析^[17]。

2 结果与分析

2.1 不同施用量SAP对LA、SLA和Chl的影响

SAP对紫花苜蓿的LA和SLA均无显著影响($P>0.05$),但对紫花苜蓿的Chl含量有显著影响。SAP施用量为15和30 kg·hm⁻²的紫花苜蓿的

Chl含量显著高于对照($P<0.05$),比对照分别提高20%,11%。表明SAP对紫花苜蓿叶片参数的变化具有一定的影响(见表1)。

表1 不同用量SAP对紫花苜蓿叶片参数的影响

项目	保水剂 SAP/kg·hm ⁻²		
	CK	15	30
叶面积/cm ²	2.8±0.4 a	3.1±0.6 a	3.0±0.5 a
比叶面积/cm ² ·g ⁻¹	410.2±45.1 a	391.2±53.4 a	391.3±25.9 a
叶绿素 SPAD	42.6±1.5 c	51.3±4.2 a	47.5±1.4 b

注:同行中标注相同字母的值之间差异不显著。

2.2 不同用量SAP对紫花苜蓿叶片气体交换参数的影响

SAP施用量为15 kg·hm⁻²时,紫花苜蓿叶片的 p_n 、 g_s 和WUE均显著高于对照($P<0.05$),分别比对照提高13%,15%和18%,但 T_r 与对照无显著差异($P>0.05$)。施用量为30 kg·hm⁻²时, p_n 、 g_s 和 T_r 均显著低于对照($P<0.05$),分别比对照下降16%,21%,15%,且处理间存在显著差异。这表明,施用量为15 kg·hm⁻²时,SAP对紫花苜蓿叶片的 p_n 、 g_s 、 T_r 和WUE均显著提高($P<0.05$, $P<0.05$, $P<0.05$),而SAP施用量为30 kg·hm⁻²时,SAP显著降低了 p_n 、 g_s 和 T_r ($P<0.05$, $P<0.05$, $P<0.05$),但没有影响WUE。

2.3 叶片气体参数的变化

由表2可知,不同处理紫花苜蓿 p_n 、 g_s 、 T_r 和WUE均为正相关。紫花苜蓿 p_n 与 g_s 的相关性以施用量30 kg·hm⁻²处理最强($P<0.01$),依次是15 kg·hm⁻²和对照($P<0.01$, $P<0.05$); p_n 与 T_r 的相关性以施用量30 kg·hm⁻²处理最强($P<0.01$),依次是对照和15 kg·hm⁻² ($P<0.01$, $P<0.01$); p_n 与WUE的相关性以施用量15 kg·hm⁻²处理最强($P<0.01$),依次是CK和30 kg·hm⁻² ($P<0.05$, $P>0.05$)。

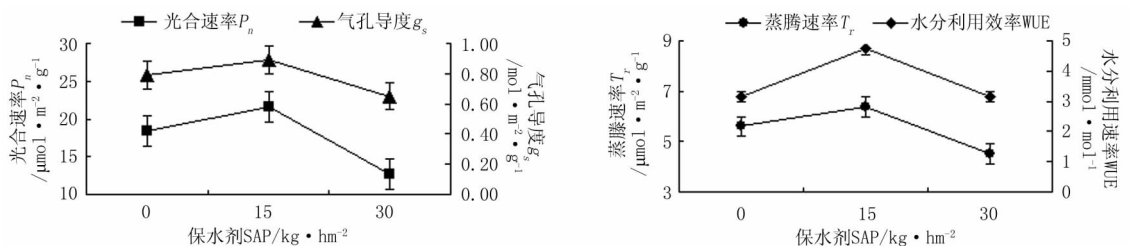


图1 不同用量SAP对紫花苜蓿叶片气体交换参数的影响

表 2 在不同用量 SAP 下紫花苜蓿 p_n 与叶片参数间的相关系数

项目	p_n / $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{g}^{-1}$	g_s / $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{g}^{-1}$	T_r / $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{g}^{-1}$	WUE / $\text{mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$
CK	1.00	0.55 *	0.56 **	0.50 *
15 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$	1.00	0.65 **	0.52 **	0.70 **
30 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$	1.00	0.73 **	0.66 **	0.44

3 结论与讨论

通过试验的数据和相关文献资料研究表明,比叶面积是反映植物获取资源的能力,很大程度上它被解释为植物光合作用的种间变异,而与光合作用结合起来可以反映植物对生境的适应状况,以及植物-水分关系方面的差异。在施用量为 $15 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时, SAP 能显著提高紫花苜蓿的 p_n 、 g_s 和 WUE,而当 SAP 施用量为 $30 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时, SAP 显著降低了紫花苜蓿的 p_n 、 g_s 和 T_r ,但对 WUE 没有影响。这表明, SAP 的增加并不能持续提高植物光合速率,有效提高其光合速率存在一个适宜的范围。因此 SAP 可能是通过调控土壤水分进而影响植物光合生理,在水分利用效率是一个很重要的指标,与植物的生存、生长和分布密切相关。

韦兰英等^[14]、杜占池等^[18]认为紫花苜蓿叶片的结构性状(叶面积、比叶面积等)和功能性状(光合速率等)对不同用量保水剂的响应存在差异。许大全^[19]认为叶片的大小反映植物获取资源能力的重要标志,叶绿素是植物光合作用的必要条件,其含量在一定程度上影响植物的光合速率^[20]。比叶面积与植物叶片其它功能性状紧密相关,且在很大程度上可以解释植物的光合作用、呼吸作用、叶片寿命和潜在生长速率的种间变异^[21],但是这些叶片性状对保水剂的使用量没有响应,这可能与植物叶片的结构和功能有关。在该试验中,施用 SAP 的紫花苜蓿水分利用效率均比对照高,这与邓裕等^[22]研究施用 SAP 可以使高羊茅保持较高的叶片水势和较高的叶片含水量的结果一致,这表明 SAP 一定程度上可改变叶片的气体交换参数。由于紫花苜蓿的产量受植物光合速率本身生理和外界条件的影响,进而影响到植物生产层的生物量,因此研究紫花苜蓿叶片的光合生理对保水剂的响应十分必要,同时由于该试验只进行了 1 a,对进一步加强保水剂在苜蓿产业化生产中的应用性研究有待深入。

参考文献:

- [1] 耿华珠,吴永敷,曹致中. 中国苜蓿[M]. 北京:农业出版社,1995.
- [2] 张玉发. 苜蓿将成为新世纪的朝阳产业[J]. 草业科学, 2002,19(2):29-30.
- [3] 李保军,姚中军,樊奋成. 苜蓿在作物种植系统中的地位和作用[C]//中国草原学会. 首届中国苜蓿发展大会. 北京:中国草原学会,2001.
- [4] 陈白胜,徐安凯. 论苜蓿在优化种植业结构中的作用和对策[J]. 中国草地,1992,1(3):32-35.
- [5] 王庆锁. 我国中西部干旱区苜蓿产业化发展的优势及其在生态环境建设中的作用[J]. 农业科技通讯,2000(11):108-109.
- [6] 王艳华,阎贵兴. 抗气胀病苜蓿育种研究进展[J]. 中国草地,1996(2):65-72.
- [7] 胡跃高. 中国苜蓿产业发展战略分析[J]. 草业科学,1996,13(4):44-50.
- [8] 段新慧,周自玮. 石漠化地区不同豆科牧草品种与经济幼林共生性研究[J]. 草业科学,2007,24(1):41-43.
- [9] 张富仓,康绍忠. BP 保水剂及其对土壤作物的效应[J]. 农业工程学报,1999,15(2):74-78.
- [10] 黄占斌,万惠娥,邓西平,等. 保水剂在改良土壤和作物抗旱节水中的效应[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1999,5(4):52-56.
- [11] 黄占斌,辛小桂,宁荣昌,等. 保水剂在农业生产中的应用与发展趋势[J]. 干旱地区农业研究,2003,21(3):11-14.
- [12] 杨永辉,赵世伟,黄占斌,等. 沃特多功能保水剂在保水性能研究[J]. 干旱地区农业研究,2006,24(5):35-37.
- [13] 闫永利,于健,魏占民,等. 土壤特性对保水剂吸水性能的影响[J]. 农业工程学报,2007,23(7):76-79.
- [14] 韦兰英,袁维圆,焦继飞,等. 紫花苜蓿和菊苣比叶面积和光合特性对不同用量保水剂的响应[J]. 生态学报,2009,12(29):6771-6775.
- [15] Penuelas J, Filella I, Llusia J, et al. Comparative field study of spring and summer leaf gas exchange and photobiology of Mediterranean trees *Quercus ilex* and *Phillyrea latifolia* [J]. Journal of Experiment Botany, 1998, 319(49):229-238.
- [16] Denis V, Eric G, Bill S, et al. Specific leaf area and dry matter content estimate thickness in laminar leaves[J]. Annals of Botany, 2005,96:1129-1136.
- [17] 郝黎任,樊元,郝哲欧,等. SPSS 实用统计分析[M]. 北京:中国水利水电出版社,2002.
- [18] 杜占池,杨宗贵. 十种草原植物光合速率与光照的关系[J]. 生态学报,1988,8(4):319-332.
- [19] 许大全,徐宝基,李德耀. 植物光合效率的日变化[J]. 植物生理学报,1997,23(4):410-416.
- [20] 项斌,林舜华. 紫花苜蓿对 CO_2 倍增的反应:生态生理研究和模型拟合[J]. 植物学报,1996,38(1):63-71.
- [21] 曾小平,赵平,彭少肠,等. 5 种木本豆科植物的光合特性研究[J]. 植物生态学报,1997,21(6):539-544.
- [22] 邓裕,邓湘雯,李芳,等. 保水剂对高羊茅生长和水分利用率的影响[J]. 草业科学,2008,28(1):54-57.

Effect of Different Rate of Super Absorbent Polymer Specific Leaf Area and Photosynthesis of *Medicago sativa*

ZHU Rui-fen, TANG Feng-lan, LIU Jie-lin, LIU Feng-qi, HAN Wei-bo, CHEN Ji-shan

(Pratacultural Science Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: In order to improve output of *Medicago sativa*, the response of specific leaf area and photosynthesis of *Medicago sativa* under field environmental conditions with the super absorbent polymer SAP was studied. The SAP was added to the soil at the following rates: 0, 15 and 30 kg·hm⁻². The result showed that the SAP had no significant effect on the SLA of *Medicago sativa* ($P > 0.05$), with significant effect on leaf chlorophyll II and the photosynthesis. Applied with 15 kg·hm⁻² of SAP, *Medicago sativa* had higher p_n , g_s , T_r and WUE than those of CK, but the p_n , g_s and T_r were significantly lower than those of the CK when applied with 30 kg·hm⁻² of SAP, WUE had no change. The correlations between p_n and g_s , p_n and T_r of *Medicago sativa* applied with 30 kg·hm⁻² of SAP were the most closely connected, while the correlations between p_n and WUE applied with 15 kg·hm⁻² of SAP were the most closely connected. Application of SAP still need deep study.

Key words: *Medicago sativa*; SLA; photosynthesis; SAP

(上接第 66 页)

应用于营建花境的花灌木和多年生花卉植物则更具潜力,随着人们对花境认识的不断提高以及花境应用形式的不断挖掘,并赋予其城市特色内涵,花境必将成为福州未来亮化美化城市环境、提升城市形象的重要举措之一。

参考文献:

[1] 吴涤新. 花卉应用与设计[M]. 北京: 中国农业出版社,

1994.

[2] 徐化成. 景观生态学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997.

[3] 蔡丽敏, 孙晓璐, 董丽. 浅议植物保健园的营建[J]. 现代园林, 2008(7): 74-76.

[4] 杨文涛. 花境在福州园林景观及节约型园林中的应用[J]. 中国园艺文摘, 2010(9): 99-101.

Application and Design of Flower Border in the City Features Construction in Fuzhou

YU Bin

(Horticultural College of Fujian Agricultural and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

Abstract: With the implement of "Become Visible Project", "Hill in the city, city in the mountain" which is Fuzhou's unique style has gradually emerged. Fuzhou has become a garden city which with beautiful mountains and water scenery. However, there are some insufficient aspects in its urban landscaping and construction details of its own characteristics. The adhibition status and significance of flower border in Fuzhou were briefly clarified. Furthermore, some related design recommendations were proposed and the application of flower border in greening construction in Fuzhou was discussed.

Key words: flower border; Fuzhou; city features; design