

宁夏海原地区苜蓿产量与土壤水分的动态变化规律研究^{*}

谢 静¹, 关文彬¹, 王 美², 王 棒³

(1. 北京林业大学 自然保护区学院, 北京 100083; 2. 沈阳农业大学 林学院, 沈阳 110161; 3. 北京林业大学 水土保持学院, 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京 100083)

摘 要:连续 3 a 对宁夏海原地区苜蓿产量及土壤水分的动态变化进行研究。结果表明: (1) 在 0–100 cm 深度内, 平地苜蓿地土壤水分含量随土层的加深先减小后增大, 在 40–60 cm 层次数值最小, 苜蓿产量的高峰期是第 6 年。(2) 坡地苜蓿产量和土壤水分随海拔的增加而减小, 北坡产量和土壤水分高于南坡。(3) 土壤水分平均值的比较结果是: 苜蓿> 马铃薯> 小麦> 胡麻> 豌豆。

关键词: 苜蓿; 土壤水分; 产量; 动态变化

中图分类号: S152.7; S551.7

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)06-0089-03

Study on Dynamic Change of Alfalfa Yields and Soil Moisture of Haiyuan County in Ningxia Hui Autonomous Region

XIE Jing¹, GUAN Wenbin¹, WANG Mei², WANG Bang³

(1. Nature Reserve College of Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Forestry College of Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China; 3. Key Lab. of Soil & Water Conservation and Desertification Combating, Ministry of Education, College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: The alfalfa yields and soil moisture dynamic change of Haiyuan county were investigated over a period of 2002–2004. The results show that: (1) In 0–100 cm, soil moisture declines in 0–60 cm, then increases in 60–80 cm in flat plots; and the most flourishing of alfalfa yields is at the sixth year. (2) In sloping field, the alfalfa yields and soil moisture decrease with altitude increasing, and their values are bigger in the north slope than in south slope. (3) The results show that in line with the mean soil moisture, the crops can be put in order as: alfalfa> potato> wheat> flax> pea.

Key words: alfalfa; soil moisture; yields; dynamic change

土壤水分状况及其变化决定了农作物对其吸收和利用的难易, 从而影响作物的生长发育以及产量^[1]。紫花苜蓿 (*Medicago sativa*) 简称为苜蓿, 它是一种优质、高产、抗旱、适应性强的饲料作物, 也是我国种植面积最大的人工牧草; 苜蓿根系发达, 能够吸收深层土壤水分, 保持水土^[2]。国内外对不同品种苜蓿的品质, 以及苜蓿防冻害越冬问题等进行了大量的研究^[3–7], 但有关不同生长年份苜蓿产量和土壤水分动态变化的研究较少, 尤其是在生态环境恶化的海原地区, 这样的研究更少。宁夏海原地区旱灾频繁, 干旱少雨, 土壤水分是该地区苜蓿产草量提高的一个重要限制性因素, 如何在常年降水量不足 400 mm 的海原地区实现高效的草地生态经济农业得到诸多农业专家的重视。随着西部大开发退耕还林(草)战略的实施, 我国西北地区人工草地不断扩大, 尤其是苜蓿这个古老的“牧草之王”, 更加受到重视, 再次

成为发展畜牧业的首选草种^[8]。在这种情况下, 笔者在 2002–2004 连续 3 a 于 7 月上旬, 对海原地区不同生长年份苜蓿产量和土壤水分进行了动态变化, 推断苜蓿种植年限; 比较分析了苜蓿与其他农作物地的土壤水分, 这无疑对推动海原地区苜蓿产业的发展、水土资源的合理利用和农业生产的持续发展等提供科学的理论依据。

1 研究区概况

宁夏海原地区地处六盘山西北麓, 属宁南山区, 位于北纬 36°06′–37°04′ 和东经 105°09′–106°10′, 海拔为 1 435–1 785 m。海原地区属典型的北温带大陆性季风气候, 日照强, 气温低, 降水少, 蒸发量大。年均气温 6–9℃, 年平均降水量 357 mm, 其中 7–9 月降雨量占全年降水量的 65%–75%, 年均蒸发量 2 253 mm。该区地形为黄土丘陵低山坡

^{*} 收稿日期: 2007-10-20

基金项目: 民政部救灾救济司“宁夏海原国家防灾减灾生态安全预案研究与示范”

作者简介: 谢静(1983–), 女, 甘肃兰州人, 在读博士生, 主要研究方向为生物多样性保护和利用。E-mail: xiejing19830304@126.com

通信作者: 关文彬(1965–), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 植被生态, 荒漠化防治。E-mail: swlab@bjfu.edu.cn

地,土壤类型有黑垆土、黄绵土、淤土等,自然植被为草原向荒漠过渡类型。海原地区生态环境脆弱,水资源短缺,旱灾频繁,风大沙多,暴雨强度大。农业生产以马铃薯(*Solanum tuberosum*)、胡麻(*Sesamum indicum*)、小麦(*Tritium*)和豌豆(*Pisum sativum*)等农作物为主,属于北方典型的旱作农业区。

2 研究方法

2.1 样地的布置和调查

2002—2004年连续3 a,每年7月上旬测定各样地苜蓿产量(kg/hm^2)和土壤水分(%)两项指标。样地类型有平地 and 坡地两种,采用随机试验设计方式,在每块样地内选择3块有代表性的区域设置 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的小样方,取3个小样方的均值作为此块样地的指标。在坡地,只选择3 a生苜蓿进行测定;在平地,选择3 a生、4 a生、5 a生、6 a生4种苜蓿,生长年份相同的苜蓿,在计算产量和土壤水分时取平均值。

2.2 苜蓿产量的测定和田间管理

苜蓿产量指地上部分的生物量,本次研究包括鲜草和干草两部分的产量,每年收割每块样地内3个小样方中所有苜蓿,求平均后计算样地产量,每年测定的样地一样。鲜草产量采用刈割法测定,收割小样方中所有苜蓿后,立即称取样方中鲜草重量,再折算成每 1 hm^2 产量。苜蓿干重采用烘干法测定,将称重后的鲜草用烘箱在 105°C 下烘5 min, 75°C 下烘24 h后称重,用此干重计算干鲜比,最后折算成干草产量。

试验材料均为优良豆科牧草紫花苜蓿,所有苜蓿样地采用人工条播的方式,播量 $10\sim 15\text{ kg}/\text{hm}^2$,行距30 cm,覆土深度2~3 cm。所有样地所施的底肥包括氮肥(硫酸 $250\sim 300\text{ kg}/\text{hm}^2$)、磷肥(过磷酸钙 $1\ 200\sim 1\ 500\text{ kg}/\text{hm}^2$)、钾肥(硫酸钾 $120\sim 140\text{ kg}/\text{hm}^2$)。

每年7月上旬是苜蓿第二次刈割的时期,苜蓿生长正处于始花期与盛花期之间,每次收割后留茬5~8 cm,并追肥灌水。在苜蓿的整个生长期,定期适度灌溉,并进行人工防除杂草,病虫害防治,并防止羊只牲畜啃食和践踏。

2.3 土壤水分的测定

在坡地,使用TRIME测定样地土壤水分,TRIME是德国IMKO公司的专利产品,设定测量精度为0.1%,测定深度为0~30 cm,每个小样方内采用双对角线法测定,结果取平均值。在平地,土壤水分的测定采用土钻法,用烘干法(105°C 下烘12~14 h)分层测定0~100 cm土层内的土壤水分含量(%),每20 cm为一层次,以百分数表示,每层数值取平均,3个样方的平均值作为该样地的土壤水分含量。

3 结果与分析

3.1 平地不同生长年份苜蓿土壤水分动态变化

由图1可以看出:在0~100 cm深度内,除了3 a生苜蓿土壤水分含量随土层的加深呈减小趋势,其余5个生长年份的苜蓿土壤水分含量在0~20 cm最高,在40~60 cm最低,在80~100 cm土壤水分含量又有升高。这是因为苜蓿根系主要分布在0~60 cm土层,而在80 cm以下,几乎没有侧根

发生^[3,9],所以苜蓿地土壤水分含量随土层的加深呈先减小后增大的变化趋势。

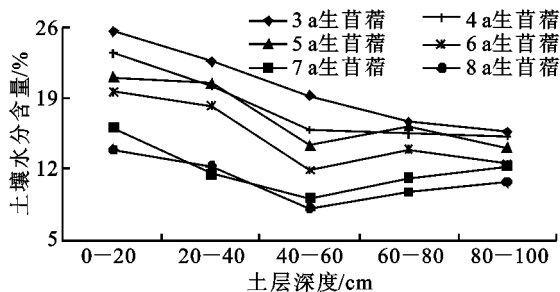


图1 苜蓿地土壤水分的动态变化

从图1还可以看出:随着苜蓿生长年份的增加,土壤水分含量逐年减小,3 a生苜蓿地0~100 cm平均土壤水分含量最高(19.2%),8 a生苜蓿地0~100 cm平均土壤水分含量最低(10.7%)。这是因为苜蓿生长对土壤水分的需求量是逐年增加的^[10],苜蓿主体根系在土壤中所扎深度也逐年加深^[11-12],待到苜蓿生长的第7年,强烈耗水引起深层土壤水分亏缺,根系范围的土壤水分已被利用到凋萎湿度,于是根系开始逐渐老化^[12-13],对土壤水分的利用效率降低,最终导致苜蓿衰败。

3.2 平地不同生长年份苜蓿产量的动态变化

由图2可以看出:第6年是苜蓿产量的高峰期,鲜草产量是 $1\ 798.4\text{ kg}/\text{hm}^2$,干草产量是 $594.1\text{ kg}/\text{hm}^2$,在苜蓿生长的前6年,产量逐年上升,待苜蓿生长到第7年,产量开始下降,第8年产量继续下降,由此可以推测,在宁夏海原地区,苜蓿在灌溉条件下的生长年限是第7年,因为苜蓿生长到第7年,根系的强烈耗水引起深层土壤的干燥化^[13],由于水分供给不能满足苜蓿生长的需求,导致苜蓿产量从第7年开始逐年下降。

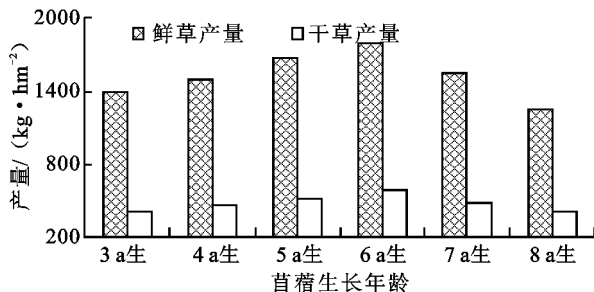


图2 苜蓿产量的动态变化

3.3 坡地苜蓿地土壤水分的变化规律

从图3可以看出:(1)不管是北坡还是南坡,苜蓿地土壤水分在坡底取值最大;在坡顶取值最小。这是因为土壤水分含量随海拔的增加而减小,其与海拔呈负相关性^[1]。(2)北坡苜蓿地土壤水分含量比南坡高,北坡土壤水分含量最大为17.7%,最小为7.6%;南坡土壤水分含量最大为15.0%,最小为4.3%。这是因为南坡为阳坡,北坡为阴坡,阴坡的土壤水分含量通常较高^[1,13]。(3)不管是阴坡还是阳坡,从苜蓿生长的第3~5年,土壤水分含量是逐年减小的。

3.4 坡地苜蓿产量的变化规律

从图4可以看出:(1)不管是北坡还是南坡,苜蓿产量在

坡底最大, 坡顶最小。这是因为苜蓿产量随海拔的增加而减小, 其与海拔呈负相关性^[2]。(2) 北坡苜蓿产量比南坡高, 北坡苜蓿鲜草产量最大为 1 599. 9 kg/hm², 最小为 560. 6 kg/hm², 干草产量最大为 574. 1 kg/hm², 最小为 189. 7

kg/hm²; 南坡苜蓿鲜草产量最大为 1 341. 7 kg/hm², 最小为 379. 6 kg/hm², 干草产量最大为 447. 2 kg/hm², 最小为 128. 5 kg/hm²。(3) 不管是阴坡还是阳坡, 从苜蓿生长的第 3~5 年, 产量是逐年增加的。

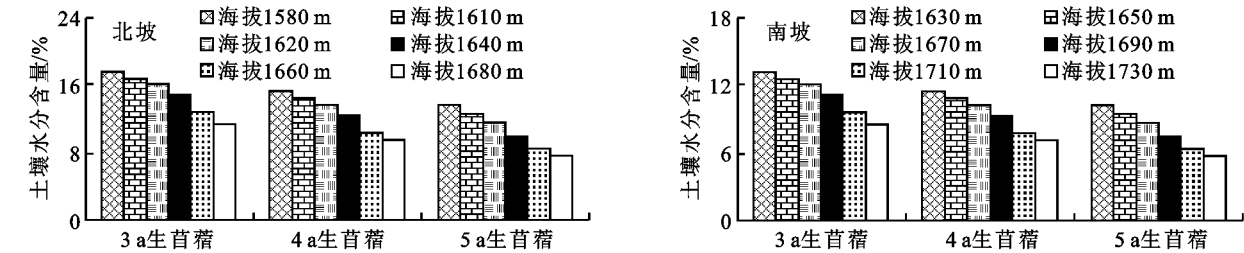


图 3 坡地苜蓿土壤水分的变化规律

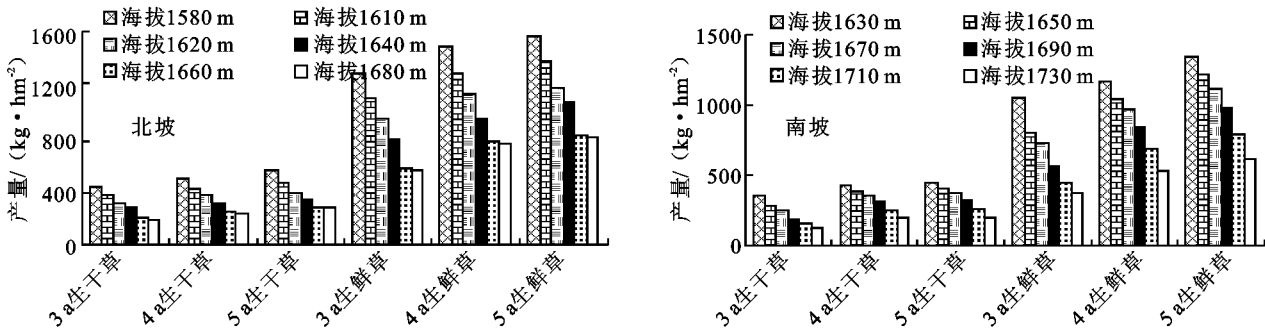


图 4 坡地苜蓿产量的变化规律

3.5 不同农作物地土壤水分的比较

从图 5 可以看出: 不同农作物 7 月上旬土壤水分含量 3 a 平均值的比较结果是: 苜蓿(16. 0%) > 马铃薯(14. 1%) > 小麦(9. 5%) > 胡麻(7. 5%) > 豌豆(6. 4%), 苜蓿地的土壤水分含量明显比其它农作物地的高, 原因有以下几个方面: 与其他农作物相比, 苜蓿的根在土壤中扎得更深, 且根系发达、分支多, 所以苜蓿吸收土壤水分的能力更强^[7,9]; 7 月上旬正是苜蓿生长旺盛的阶段, 苜蓿几乎完全覆盖地面, 这样就减小了土壤水分的蒸发, 其他农作物与苜蓿相比覆盖度低、土壤水分蒸发大^[14-15]; 与其它所有农作物相比, 苜蓿有很强的抗旱性, 其耗水系数低, 降水生产潜力高, 所以苜蓿能够充分并有效地利用全年降水^[15-16]; 种植苜蓿可以明显降低 0~30 cm 土壤容重, 与其他农作物相比, 苜蓿地的土壤孔隙度较高, 这样较多的孔隙可以保持更多的土壤水分^[3,15]。从图 5 还可以看出: 在 0~100 cm 深度内, 除了小麦地土壤水分含量随土层的加深呈减小趋势, 其他农作物的土壤水分含量在 0~20 cm 最高, 40~60 cm 最低, 80~100 cm 土壤水分含量又有升高。总体趋势是: 在 0~100 cm 土层深度内, 土壤水分含量随土层的加深呈先减小后增大的变化趋势。

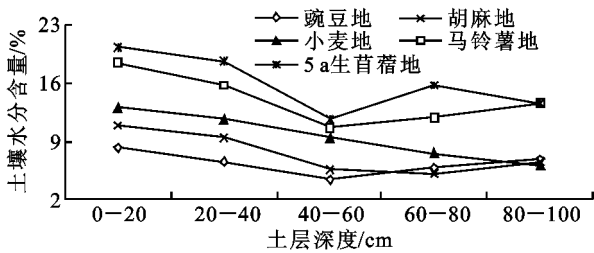


图 5 不同农作物覆盖下土壤水分的比较

4 结论与讨论

4.1 结论

- (1) 在灌溉条件下, 宁夏海原地区苜蓿产量的高峰期是第 6 年; 随着苜蓿生长年份的增加, 土壤水分含量逐年减小。
- (2) 在 0~100 cm 深度内, 各农作物地土壤水分含量随土层的加深呈先减小后增大的变化趋势, 在 40~60 cm 层次的土壤水分含量最低。
- (3) 在坡地, 苜蓿产量和土壤水分含量随海拔的增加都呈减小趋势, 北坡苜蓿产量和土壤水分含量都高于南坡。
- (4) 7 月上旬土壤水分含量 3 a 平均值的比较结果是: 苜蓿 > 马铃薯 > 小麦 > 胡麻 > 豌豆。

4.2 讨论

苜蓿的生长对土壤水分的依赖性极强, 在干旱少雨的海原地区, 为确保苜蓿持续产草量, 达到苜蓿生长与土壤水分利用“双赢”的目的, 实施适度浇灌、强化水肥管理是十分必要的, 有条件实施的地方应该适当增加灌水量, 没有条件实施的地方, 应尽量避免在坡地种植, 因为苜蓿生长对土壤水分消耗很大^[16]。另一方面, 应当注意苜蓿的生理衰败年龄, 合理控制苜蓿的生长年份。(1) 待到苜蓿种植年限, 应及时更新苜蓿;(2) 在播种苜蓿的过程中, 应深度翻耕土壤, 增加土壤孔隙度, 提高土壤保水能力, 防止土壤干层的形成或扩大^[2];(3) 实施粮草轮作。笔者在调查时发现海原地区有些土地严重干旱, 苜蓿产量很低, 建议对海原地区土壤水分有效性状况进行调查, 以便为苜蓿的科学种植提供理论指导。

(下转第 96 页)

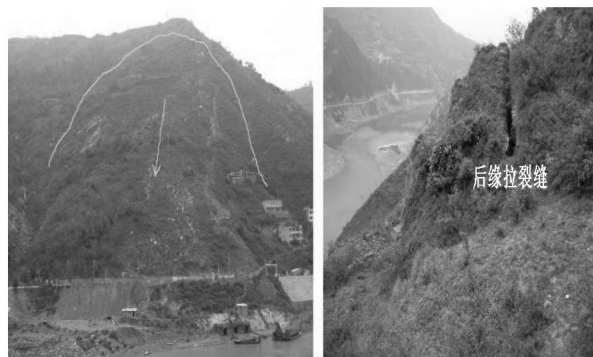


图 10 旬阳南滑坡全貌

4 结论

(1) 通过收集、整理陕西秦巴山区 G316 国道的有关资料, 总结归纳了该路段地理位置、气象条件、地形地貌、地质构造及地层岩性等地质环境条件, 从而为斜坡灾害的研究工作提供了相关背景。

(2) 根据现场调查, 对研究路段斜坡灾害的基本情况进行了归纳统计, 得到了斜坡灾害的分布规律。并在此基础上, 进一步研究了坡度、坡高、坡向及坡形等基础因子对斜坡稳定性的影响, 并提出了各影响因子的优势度。

(3) 根据该路段斜坡灾害的变形破坏特征, 总结出顺层滑动、弯曲- 倾倒、楔形体滑动、溃曲破坏以及滑移- 拉裂 5 种典型的失稳模式, 从而为斜坡成灾预警和选择经济有效的治理对策奠定基础。

(上接第 91 页)

参考文献:

- [1] 何其华, 何永华, 包维楷. 干旱半干旱区山地土壤水分动态变化[J]. 山地学报, 2003, 21(2): 149-156.
- [2] Ottman M J, Tickes B R, Roth R L. Alfalfa yields and stand response to termination in an arid environment [J]. Agron, 1996, 88: 44-48.
- [3] 杨玉海, 蒋平安. 不同种植年限苜蓿地土壤理化特性研究[J]. 水土保持学报, 2005, 19(2): 110-113.
- [4] 侯刚, 顾明德, 王汉全, 等. 十二个苜蓿品种第一茬草土壤水分状况研究[J]. 塔里木大学学报, 2005, 17(2): 15-17.
- [5] 万素梅, 胡守林, 王龙昌, 等. 不同苜蓿品种土壤水分动态变化研究[J]. 水土保持学报, 2003, 7(4): 56-63.
- [6] 曾庆飞, 孙兆敏, 贾志宽, 等. 不同播期对苜蓿生长性状及越冬性的影响研究[J]. 西北植物学报, 2005, 25(5): 1007-1011.
- [7] 蒋志平. 宁夏海原减灾自救项目的实践与思考[M]//中国减灾. 北京: 科学出版社, 2001: 38-41.
- [8] 胡建宏, 蒋骏, 贾志宽. 西部开发中南宁旱区畜牧业的发展战略[J]. 水土保持通报, 2001, 21(1): 70-73.

参考文献:

- [1] 段永侯. 中国地质灾害[M]. 北京: 北京建筑工业出版社, 1993.
- [2] 惠振德, 孙虎, 郭彩玲. 陕西秦巴山区水土流失灾害及防治对策[J]. 陕西师范大学学报, 1994, 22(3): 74-78.
- [3] 聂树人. 陕西自然地理[M]. 西安: 陕西人民出版社, 1981.
- [4] 彭建兵, 马润勇, 席先武, 等. 区域稳定动力学的应用实践研究[M]. 北京: 地质出版社, 2006.
- [5] 郭利勇, 韦忠, 郭海. 陇南陕南片滑坡、泥石流群测群防试点县成果探析[J]. 水土保持通报, 2002, 22(2): 38-41.
- [6] 范红科, 胡西顺, 张蓉, 等. 陕西商南县的地质灾害及其成因[J]. 灾害学, 2003, 18(1): 53-57.
- [7] 崔海峰. 陕南柞水石瓮子上泥盆统滑塌沉积及其地质意义[J]. 高校地质学报, 2003, 9(1): 63-71.
- [8] 张桂荣, 殷坤龙, 刘传正, 等. 基于 GIS 的陕西省旬阳地区滑坡灾害危险性区划[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2003, 14(4): 39-43.
- [9] 孙果梅, 况明生, 曲华. 陕西秦巴山区地质灾害及防治对策[J]. 陕西地质, 2004, 22(2): 78-83.
- [10] 谢星, 赵法锁. 316 国道旬阳段滑坡灾害的特征及其稳定性分析[J]. 公路交通科技, 2005, 22(9): 15-18.
- [11] 孙果梅, 况明生, 曲华. 陕西秦巴山区地质灾害研究[J]. 水土保持研究, 2005, 12(5): 240-243.
- [12] 王雁林. 陕南地区滑坡灾害气象预报预警及其防范对策探析[J]. 地质灾害与环境保护, 2005, 16(4): 345-349.
- [9] 杨启国, 张旭东, 杨兴国. 甘肃中部半干旱区紫花苜蓿耗水规律及土壤水分变化特征研究[J]. 中国农业气象, 2003, 24(4): 37-40.
- [10] 刘沛松, 李军, 贾志宽, 等. 宁南旱区苜蓿草地土壤水分消耗规律及粮草轮作土壤水分恢复效应研究[J]. 中国农学通报, 2005, 21(5): 270-275.
- [11] 张春霞, 郝明德, 魏孝荣, 等. 黄土高原沟壑区苜蓿地土壤水分剖面特征研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(6): 604-607.
- [12] 程积民, 万惠娥, 王静, 等. 黄土丘陵区苜蓿生长与土壤水分变化[J]. 应用生态学报, 2005, 16(3): 435-438.
- [13] Carter P R, Sheaffer C C. Alfalfa response to soil water deficits I. Growth, forage quality, yield, water use and water use efficiency[J]. Crop Sci., 1983, 23: 669-675.
- [14] 杜世平, 王留芳, 龙明秀. 宁南山区旱地紫花苜蓿土壤水分及产量动态研究[J]. 草业科学, 1999, 16(1): 11-15.
- [15] 王龙昌, 谢小玉, 王立祥, 等. 宁南旱区农田作物生产潜力综合评价及其开发对策[J]. 农业系统科学与综合研究, 2004, 20(2): 85-88.
- [16] 马红彬, 王宁, 高继飞, 等. 宁南山区苜蓿草产业化发展的可行性初探[J]. 宁夏农学院学报, 2000, 21(4): 25-29.