

不同秋眠级数苜蓿品种吸水规律研究

吴新卫, 韩清芳, 贾志宽

(西北农林科技大学 干旱半干旱研究中心, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 以地下根系生长、地上生物量和土壤含水量之间的关系为对象, 研究了 8 个不同秋眠级数苜蓿品种的吸水规律。结果表明: 休眠和半休眠苜蓿品种的时空变化特征表现出一致性; 随着生长年限的增加, 土壤含水量呈递减趋势; 年刈割 3 茬, 地上生物量与苜蓿耗水量密切相关, 呈“V”字型分布; 生育期内, 分枝期历时最长、耗水最多, 开花期耗水速率最快; 3 年内, 苜蓿根系主要分布在 60 cm 土层, 侧根主要发生于 0~40 cm 层, 60 cm 层下无侧根发生。根系主要依靠侧根在 120 cm 土层内吸收土壤水分。

关键词: 秋眠级数; 苜蓿品种; 根系; 土壤含水量; 吸水规律

中图分类号: S551.7 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2007)03-0088-05

Regulation on Water Uptake of Different Fall Dormancy Alfalfa Cultivars

WU Xin wei, HAN Qing fang, JIA Zhi kuan

(The Agriculture Research Center in Arid and Semiarid Areas of Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling 712100, China)

Abstract: In order to find the regulation on water uptake of 8 different FD alfalfa cultivars, we studied on the relationship of root system, up ground biomass and soil moisture. The results showed that dormancy and semi dormancy cultivars had the same characteristics in space time. Water moisture had the decreasing trend with years going. When harvested three times one year, up ground biomass was closely related with water consumption. Both of them were distributing "V". During the bearing time, the most water consumption and the longest growing time were in branching stage, and flowering stage had the fastest water consumption speed. In three years, local roots of alfalfa mainly developed in the top 60 cm of soil and the secondary roots 40 cm while there were no secondary roots bellowing 60 cm of soil. Water uptake of root system of alfalfa mainly occurred from top layer to 120 cm layer of soil.

Key words: Dormancy series; Alfalfa cultivars; Root system; Soil moisture; Water uptake regulation

苜蓿的秋眠性是苜蓿的一种生长特性, 与苜蓿的耐寒力和生产特性有直接的关系, 是苜蓿引种、生态区划及种植利用的理论依据, 决定着引种成功与否^[1]。作为评价苜蓿品种的第一指标, 对不同秋眠等级的苜蓿根系生长和吸水规律差异性进行研究很有意义。

土壤水分在干旱区农业用水中占有举足轻重的地位。苜蓿具有庞大的根系从土壤中吸收水分供其生长利用, 其根系的生长状况与土壤水分分布、运移和消耗息息相关^[2-4], 因此, 研究不同生长年限不同苜蓿品种在不同生长季节的根系特性以及土壤

水分的动态变化, 了解土壤水分状况, 对于提高苜蓿草田的土壤水分利用效率, 改善干旱地区的生态环境有着极为重要的意义^[5-7]。许多学者^[8]也都提出苜蓿普遍具有“上保水, 下耗水”的特点, 但对其根系吸水规律的研究还不够充分。本试验在大田条件下, 通过对 8 个不同秋眠级数苜蓿地下根系生长、地上生物量和土壤含水率连续 3 年的定位观测, 探讨了不同秋眠级数苜蓿品种在同一自然条件下, 土壤水分状况对根系吸水的影响及各品种在不同土壤深度吸水规律之间的差异, 旨在为苜蓿新品种的选育及引种提供数据支持和理论参考。

收稿日期: 2007-03-14

基金项目: 陕西省科技厅攻关项目(2002K02-G9-03); 西北农林科技大学植物遗传育种专项(05YZ019)

作者简介: 吴新卫(1980-), 男, 河南息县人, 硕士研究生, 主要从事牧草资源管理与利用研究

通讯作者: 韩清芳(1969-), 女, 陕西周至人, 副教授, 博士, 主要从事苜蓿种质资源研究。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验于陕西杨凌西北农林科技大学农作一站进行。该站位于秦岭北麓,渭河平原西部的头道塬上,北纬 34°21′,东经 108°10′,海拔 454.8 m,平均日照时数 2 150 h,年平均气温 12~14℃,极端最低气温-15~-21℃,年平均降水量 621.6 mm,春季降水量偏少、干旱,雨量主要集中在 7~9 月,属暖温带半湿

润气候。土壤为黑垆土,土层深厚,通气良好,有机质 15.9 mg/g,全氮 0.55 mg/g。苜蓿试验地无灌溉条件,生育期间不施肥,只进行人工除草。

1.2 供试材料

试验苜蓿为 2004 年 4 月 13 日人工条播,行距 30 cm,每品种种植 2 小区,每小区面积 9.0 m×2.1 m,小区之间修筑隔离小埂,8 个品种,播种量为 15 kg/hm²。参试品种名称及其秋眠级数列于表 1。

表 1 供试品种

Tab 1 Cultivars with different fall dormancy scales								
供试品种 Cultivars	WL323UF	胖多	WL252HQ	飞马 Grandeur	CW200	维多利亚 Victoria	金皇后 Golden empress	巨人 201 Ameristand 201
品种代号 Symbol	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
休眠级数 FD scales	4	3	2	4	2	6	3	2

1.3 试验处理

试验于 2005 年 3 月 17 日苜蓿返青期至 2006 年 9 月 17 日苜蓿刈割期间进行。2005 年刈割 3 茬测定产草量,并于 11 月 10 日取根的同时测定土壤含水量。2006 年分别于 5 月 25 日、7 月 17 日和 9 月 17 日刈割 3 茬,同期取根并测定土壤含水量和产草量。2006 年第一茬的返青末期,分枝末期加测土壤含水量。气象资料由试区气象站提供。

1.4 测定项目及方法

1.4.1 产草量 每个处理在长势均等处取 1 m×1 m 样方,割掉地上部分后立刻称量其鲜重。重复 3 次。

1.4.2 根系 随机在长势均等(地上部分直观)处取 3 个面积为 0.5 m×0.5 m 的样方,每个样方取具代表性的单株 5 株。用壕沟法每 20 cm 1 层挖取根系至无根层,用清水洗根后,置于烘箱内 105℃杀青 1 h 后,再于(65±3)℃烘 24 h,直至恒重。每品种重

复 3 次。测定项目:侧根数(直径≥0.05 cm),侧根位置,根系干物质(测定每 20 cm 土层内的根系总干重)。

1.4.3 土壤含水量 土钻法从地面开始每 20 cm 1 层,取土至 2,3 m,107℃24 h 烘至恒重。2005,2006 年苜蓿返青期分别测定 2 m 土层土壤含水量作为基数。重复 3 次。

2 结果与分析

2.1 苜蓿地土壤水分含量变化规律

田间土壤水分的研究对于水土资源的持续利用和农业生产的持久发展有重要的理论与实践意义^[9]。土壤水分状况及其变化直接影响作物的生长、发育及产量。据研究,2.0 m 深的土层能储存全年的全部降水量^[19]。因此,通过对苜蓿地土壤含水量的年际、茬次间和不同生长阶段的连续测定,对于找出苜蓿地土壤水分变化规律很有意义。

表 2 苜蓿不同生育阶段降雨量

Tab. 2 Rainfall in different growing stages								mm
项目 Item	2005 年 2005year	2006 年 2006 year						
		总量 Total	第 1 茬 First stubble			第 2 茬 Second stubble	第 3 茬 Third stubble	
			总量 Total	返青期 Reversing stage	分枝期 Branching stage			开花期 Flowering stage
			降雨量 Rainfall	416.9	380.8			88.4

2.1.1 土壤含水量的年际分布规律 紫花苜蓿草地不同生长年限的土壤水分变化差异较大。在植株生长的第 2 年(2005 年),年全生育期降雨量为 416.9 mm,3.0 m 土层土壤含水量的变幅在 14.4%~27.2%,;在生长的第 3 年(2006 年),年全生育期降雨量 380.8 mm,不同层次土壤含水量的变幅在 11.3%~21.4%,0~300 cm 土层由于根系分布密

集,土壤水分消耗量大,其含水量比 2005 年降低了 4.6%~4.9%。而 2 年中,各品种土壤水分在 1.2 m 以上变化明显,变幅在 11.82%~27.20%。说明苜蓿根系吸水对土壤含水量分布的影响主要集中于 1.2 m 土层,即苜蓿生长 3 年根系吸水主要集中于该土层范围内。

在自然条件下,苜蓿地土壤含水量的年际分布

总规律是:随着苜蓿种植年限的增加,各土层含水量明显呈递减趋势,2 年土壤含水量均表现为在 60~80 cm 处出现峰值,在 120 cm 范围内呈现“谷—峰—谷”型趋势。120 cm 土层内土壤含水量变化明显,而 2.0 m 以下苜蓿地土壤含水量递减速率相对减小

(土壤含水量基本维持在 12%~15% 范围内),说明苜蓿生长 3 年内自然降水对苜蓿地深层土壤补偿作用不明显或短期内自然降水补偿量远低于苜蓿根系耗水量。这与程积民等^[1]研究结果一致。

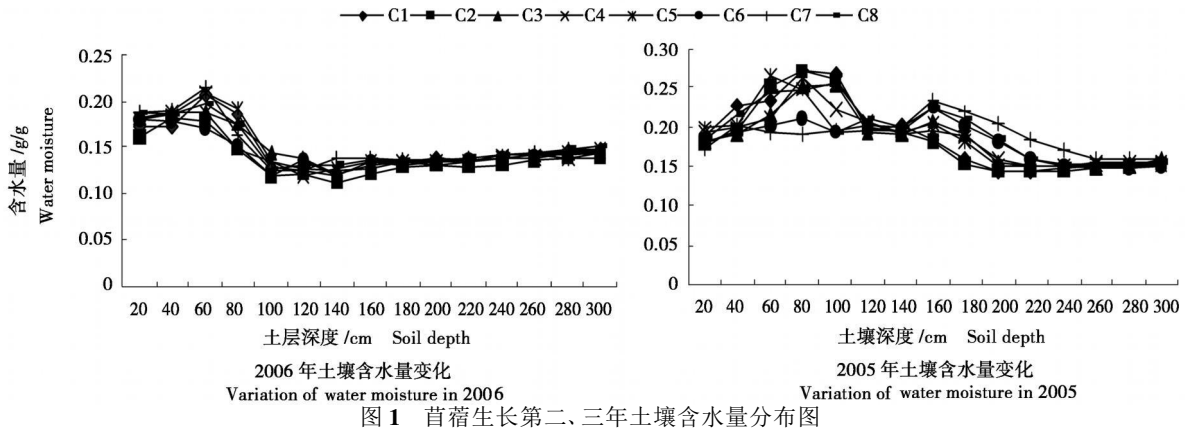


图 1 苜蓿生长第二、三年土壤含水量分布图

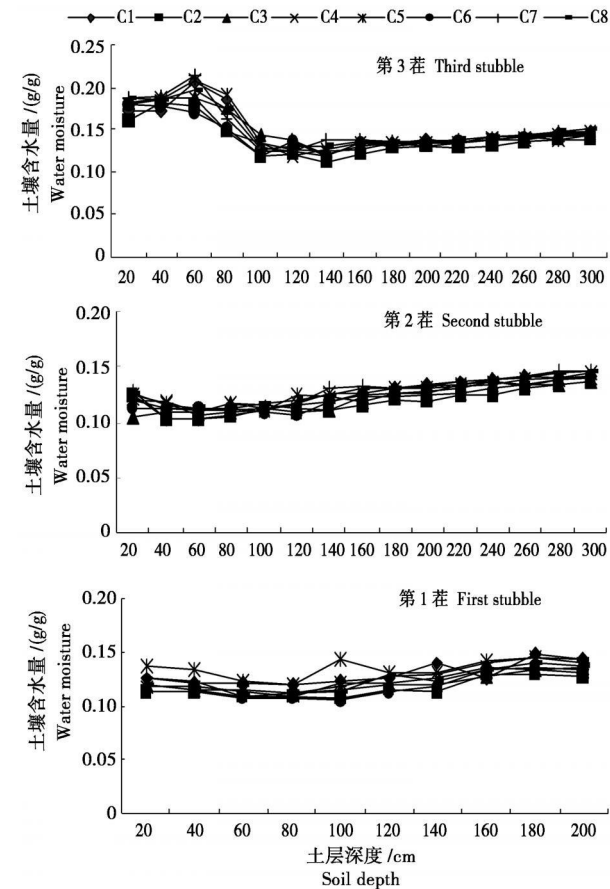


图 2 茬次间土壤含水量分布规律

Fig 2 Soil moisture in different stubble

2.1.2 不同茬次土壤含水量的分布规律 结合苜蓿全生育期内降水量和 2.0 m 土层内的土壤含水量变化分析可知:第 1 茬苜蓿,虽然在生长发育过程中需要从土壤中吸收的水量很大,但由于上年冬季雪水的大量补给,苜蓿进入返青期后的土壤含水量较

高,达 16.6%~25.6%。该时段内的总降雨量为 88.4 mm,而水分含量变化剧烈的 1.2 m 深土层含水量为 10.5%~14.3%。第 2 茬苜蓿各层土壤含水量变化不大,与第 1 茬相比,土壤水分略有减少,1.2 m 土层含水量为 10.3%~12.9%,与该期总降雨量为仅 52.8 mm 一致。第 3 茬,土壤含水量在 1.2 m 土层内上升明显,含水量 11.8%~21.4%,1.2 m 以下与前 2 茬差异不大,该期降雨量高达 239.6 mm。

综上所述,对 2006 年苜蓿地土壤水分含量的分析可以看出,第 1 茬的总耗水量最大,这是因为第 1 茬苜蓿生长周期最长,土壤水分有雪水和降雨补充,以后各茬相对与第 1 茬的总耗水量是减少的;第 2 茬的总耗水量最少,由于无灌溉,加上气温高蒸发强,苜蓿生长需要根系从土壤深层吸收水分,因此造成深层土壤含水量降低;第 3 茬苜蓿由于 7~9 月的降雨量充足,苜蓿生长受水分胁迫较小,总耗水量也相应的增加。

2.1.3 生育期内不同生长阶段土壤含水量的变化规律 紫花苜蓿不同生育阶段,耗水特点不同。返青到分枝经历 12 d,时间短,苜蓿刚开始生长,叶面积系数较小,加上气温刚刚开始回升,消耗水分不多。此期土壤含水量变化范围为 18.1%~28.0%,比返青初土壤含水量稍有增大,因为降雨的补充;分枝到初花历经 48 d,历时最长,耗水量最大。此期土壤含水量为 5.4%~14.3%,下降幅度很大,达 70.2%~48.8%;开花期历经 20 d,耗水较多,平均耗水速率最大。

2.2 苜蓿产量与土壤含水量之间的关系

对 2005 和 2006 两年的苜蓿鲜草量进行测定,

可以得出在试验区苜蓿鲜草产量呈“V”字型分布即第2茬产量最低,第1,3茬产量相对较高。苜蓿生长第3年比第2年耗水多,这与苜蓿即将进入高产年和当年降雨量相一致的结果^[12]不同,原因是第3年全生育期为192 d比第2年233 d短,且第3年第3茬于9月17日刈割,而试区降雨集中于8~10月。

结合2006年苜蓿各茬耗水规律,第2茬的耗水量低于第1,3茬,导致苜蓿生长差,产量低。产量总趋势是第1茬产量最高、第2茬产量最低,第3年产量比第2年高。与土壤含水量的年际间,茬次间变化规律表现出一致性。

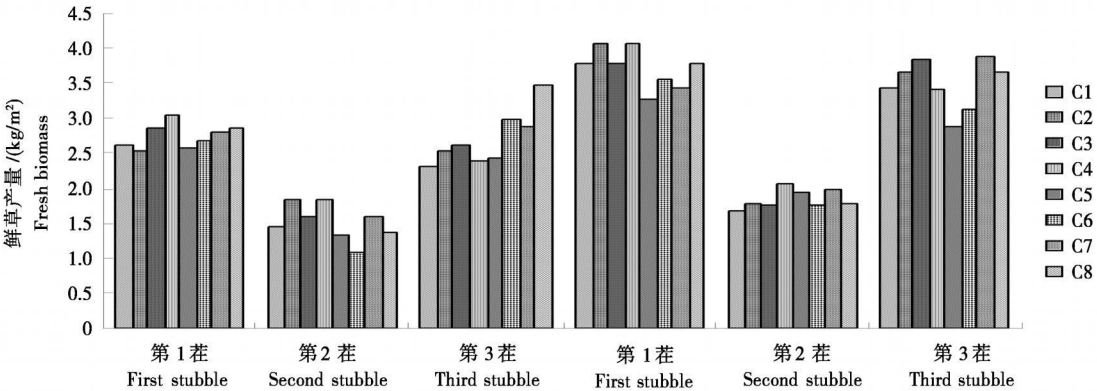


图3 2005 2006两年各苜蓿品种鲜草量比较

Fig 3 Up ground biomass between year 2005 and 2006

2.3 苜蓿根系特性与土壤水分消耗之间的关系

由表3可以看出,60 cm层根系生物量品种间差异明显。苜蓿生长第2至第3年,参试苜蓿品种60 cm土层生物量占到根系总生物量的81.8%~92.6%且随着生长时间的延长表现出递增趋势,这是由于侧根数量和重量的递增及0~10 cm层根颈量的迅速增加。与土壤含水量和苜蓿耗水量年际变化规律表现出一致性。由于参试苜蓿品种的休眠性,2005年最后1茬至2006年第1茬增幅不大;而2006年第1,2茬之间差异也不明显,则第2茬苜蓿的生长主要是受水分的影响,该期降雨量少、气温高、蒸发强烈,导致土壤含水量低,苜蓿生长受到抑制;2006年第3茬表现较好,各品种60 cm层根系生物量较第2茬增幅10%~55%。原因是土壤水分在此阶段由于得到降雨的充分补给而明显增加,苜蓿

能充分吸收水分,苜蓿耗水量也相应明显增加。
由表4可知,侧根数在参试品种间差异明显。侧根主要发生于0~40 cm土层内,60 cm以下无侧根发生。侧根数表现出随苜蓿生长时间延长而增加。侧根发生位置有随着苜蓿生长时间的延长而下移的趋势。
结合张春霞^[13]、余优森^[14]等的研究结果、土壤含水量的变化规律和试区自然条件,可以得出试区苜蓿根系吸水主要集中于耕作层(60 cm以上)至120 cm的土层内。说明侧根是苜蓿吸收水分的主要部位,当60 cm以下无侧根发生时,但仍有上层的残留侧根存在,根系吸水能力仍较强。至120 cm土层以下时,土壤水分主要被主根吸收或对上层土壤起补偿作用,但土壤含水量变化不明显。

表3 不同茬次60 cm土层根系生物量分布

Tab 3 Biomass of root system in top 60 cm of soil among different stubble				
品种 Cultivars	2005年最后1茬 Third stubble in 2005	2006年第1茬 First stubble in 2006	2006年第2茬 Second stubble in 2006	2006年第3茬 Third stubble in 2006
C1	132.3(91.8) a A	157.4(90.9) a A	170.0(91.9) a A	222.8(92.6) b B
C2	106.4(88.8) b B	139.2(89.7) b B	155.2(90.0) b B	254.5(90.9) a A
C3	73.9(86.9) d D	65.4(88.8) g G	78.9(88.6) g G	98.9(89.9) f F
C4	105.9(81.8) b B	103.7(84.3) d D	108.4(83.9) d D	114.6(85.5) e E
C5	65.6(84.4) e D	86.8(84.9) e E	78.4(85.0) g G	96.0(85.4) g F
C6	85.3(90.1) c C	75.4(89.6) f F	99.7(89.1) e E	165.7(91.1) c C
C7	125.7(89.3) a A	124.4(90.8) c C	118.4(90.9) c C	160.1(90.4) d D
C8	91.4(88.8) c C	87.6(89.8) e E	82.6(89.1) f F	86.3(89.8) h G

注:生物量为5株样品的和多重比较采用Duncan新复极差法;不同大小写字母表示差异达极显著(P=0.01)和显著(P=0.05)水平。下同
Note: Biomass were sum of sample. Statistical multiple compare is based on the Duncan's. The same letter at the same column indicated no significance at level of 0.01 and 0.05, respectively. The same as below

表 4 不同品种侧根数量和分布位置

Tab. 4 Numbers and position of secondary root of different cultivars

品种 Cultivars	侧根分布 Distribution of secondary root															
	2005 年最后 1 茬 Third stubble in 2005				2006 年第 1 茬 First stubble in 2006				2006 年第 2 茬 Second stubble in 2006				2006 年第 3 茬 Third stubble in 2006			
	总数 Total	0 ~ 20	20 ~ 40	40 ~ 60	总数 Totle	0 ~ 20	20 ~ 40	40 ~ 60	总数 Totle	0 ~ 20	20 ~ 40	40 ~ 60	总数 Totle	0 ~ 20	20 ~ 40	40 ~ 60
C1	31 aA	21	10		37 aA	20	17		43 aA	23	19	1	53 bA	29	22	2
C2	30 aAB	16	14		32 bB	12	20		33 bB	19	14		57 aA	35	21	1
C3	21 cdD	11	9	1	24 cCD	10	11	3	24 cC	21	1	2	29 deC	7	21	1
C4	22cdCD	15	6	1	25 cC	14	11		25 cC	11	9	5	28 deC	9	15	4
C5	18 dD	7	7	4	20 dD	10	10	2	24 cC	10	14		26 eC	13	12	1
C6	21 cdD	4	17		23 cdCD	10	11	2	26 cC	13	12	1	31 dC	12	15	4
C7	28abABC	18	10		30 bB	18	10	2	33 bB	15	18		36 cB	17	17	2
C8	24bcBCD	14	7	3	22 cdCD	14	7	1	27 cC	21	6		30 dC	11	19	

3 结论与讨论

参试的 8 个不同苜蓿品种, 其秋眠级数范围是 2~6, 属于休眠及半休眠品种, 在吸水规律和产量变化上表现出一致性。说明试验条件下的气候对苜蓿的休眠性要求不是十分严格, 而品种间表现出差异性是由品种的生物学特性决定的。

苜蓿鲜草产量呈“V”字型分布, 第 1 茬产草量最大, 第 2 茬最低, 第 3 年生苜蓿产草量比第 2 年高, 产草量与耗水量呈正相关。苜蓿普遍具有“上保水, 下耗水”的特点, 随着苜蓿生长年限的增加, 土壤含水量递减, 120 cm 以上土层含水量变化较大, 120 cm 以下土层含水量变化不大但呈递减趋势。但苜蓿生长 3 年内不会形成土壤干层。由于降雨量少、蒸发强烈和苜蓿品种耗水多, 在第 3 年的苜蓿需水量最多的分枝期, 120 cm 以上土层会出现轻度干层甚至中度干层。随着降雨的适当补给, 干层容易修复。

紫花苜蓿是深根系牧草, 对于第 2, 3 年生的牧草其水分消耗多集中于耕作层, 但与较深层(60~120 cm)之间有密切的关系, 表层水分不足时, 较深层及深层会起到调节补偿的作用。随着苜蓿生长年代的延长, 其根系可达 300 cm 以上, 苜蓿生长耗水不仅与较深层有关, 100 cm 以下的深层土壤水分的供给作用也十分显著^[14]。春播苜蓿生长 3 年内, 主要靠侧根在 120 cm 土层以内吸收土壤水分。侧根量的多少决定了根系吸水量及强度。

参考文献:

[1] 蔡高杰. 苜蓿的秋眠性及其应用[J]. 河南畜牧兽医,

2001, 10(22): 21.

[2] 朱玉洁. 紫花苜蓿生长模拟模型(ALFASM)研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2004.

[3] 张春荣, 李红, 夏立江, 等. 镉、锌地紫花苜蓿种子萌发及幼苗的影响[J]. 华北农学报, 2005, 20(1): 96—99.

[4] 张丽君, 白占雄, 关文彬, 等. 我国苜蓿属植物栽培品咱的地理分布[J]. 华北农学报, 2005, 20(专辑): 99—102.

[5] 沈振荣. 水资源科学实验与研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992: 261—280.

[6] 刘昌明, 王会肖. 土壤-作物-大气界面水分过程与节水调控[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 12—18.

[7] 康绍忠, 梁银丽, 蔡焕杰, 等. 旱区水土-作物关系及其最优调控原理[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 84—90.

[8] 耿华珠, 吴永敷, 曹致中. 中国苜蓿[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 25—58.

[9] 李保国, 龚元石, 左强. 农田土壤水的动态模型及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 10—13.

[10] Cairns J J. Recovery and Restoration of Damaged Ecosystem [M]. Charlottesville: Virginia University Press, 1990: 12—15.

[11] 程积民, 万惠娥, 王静. 黄土丘陵区紫花苜蓿生长与土壤水分变化[J]. 应用生态学报, 2005, 16(3): 435—438.

[12] 陈曦, 任树梅, 杨培岭, 等. 京郊地区苜蓿草地土壤水分状况与产草量的研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21: 218—220.

[13] 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.

[14] 余优森. 人工牧草气候适应性分析[J]. 农业气象, 1984, 6(1): 32—36.