

宁夏半干旱偏旱区旱地引进苜蓿品种适应性 及生态耗水状况

李永平¹, 刘世新¹, 贾志宽², 上官周平³, 李明芳¹, 曹秀霞¹

(1. 固原市农业科学研究所, 宁夏固原 756000; 2. 西北农林科技大学 农学院, 陕西杨凌 712100;

3. 中国科学院水土保持研究所, 陕西杨凌 712100)

摘 要: 2003—2005 年对引进的 15 个苜蓿品种在旱地进行比较试验。结果表明, 在干旱少雨的条件下, 不同品种生长速度和地上生物产量不同, 水分生产效率和耗水强度各有差异。第二年生长期耗水强度 $17.4 \sim 22.95 \text{ m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{d})$, 其中当年第一茬占全年 $65\% \sim 71\%$ 。第二年以后土壤水分出现亏缺状态, $0 \sim 2 \text{ m}$ 土壤水分亏缺 $60.9 \sim 123.5 \text{ mm}$, 平均 87.8 mm , 生产年度(包括非生长季节)同层土壤水分亏缺值高达 $121.9 \sim 165.5 \text{ mm}$, 平均 143.1 mm , 生产年度土壤缺水系数为 $0.454 \sim 0.607$ 。根据品种各综合性状指标生态适应性分析, 对引进品种进行了种植区域界定, 并按土壤水分逐年亏缺量下限频率($P=70\%$)推算, 半干旱偏旱区旱地苜蓿适应当地多年降水资源的效益型生长年限不超过 5 年就需进行粮草轮作。

关键词: 宁南山区; 退耕还草; 苜蓿品种; 生态耗水; 水分亏缺; 草田轮作

中图分类号: S342.1

文献标识码: A

文章编号: 1004-1389(2009)01-0128-05

The Adaptability of the Import Alfalfa Varieties and Status of Ecological Water Consumption in the Semiarid and Liable to Droughts Areas of Ningxia

LI Yongping¹, LIU Shixin¹, JIA Zhikuan², SHANGGUAN Zhouping³,

LI Mingfang¹ and CAO Xiuxia¹

(1. Institute of Agricultural Sciences of Guyuan City, Guyuan Ningxia 756000, China;

2. College of Agronomy, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China;

3. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Science, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract: Comparative experiment on the adaptability of 15 import alfalfa varieties in dryland between 2003~2005 were studied. The results showed that there were significant differences in growth speed, shoot biomass, water consumption rate and water use efficiency among different alfalfa varieties in drought condition. Water consumption rate of growth period in the second year was $1.16 \sim 1.53 \text{ m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{d})$, and water consumption rate of the first harvest account for $65\% \sim 71\%$ of that in the same year. Soil water deficit appeared since the second year, soil water deficit was $60.9 \sim 123.5 \text{ mm}$ among $0 \sim 2 \text{ m}$ soil depth, and the average value was 87.8 mm . Soil water deficit of the same soil depth reached $121.9 \sim 165.5 \text{ mm}$ in production year(including beyond the growing season), the average value was 143.1 mm , and soil water deficit efficiency of production year was $0.454 \sim 0.607$. According the analysis of ecological adaptability and the lower frequency of soil water deficit ($P=70\%$) year after year, in the semiarid areas and semiarid areas liable to droughts, the benefit growth period not exceeded than 5 year for adapted precipitation resources of the region, and required carried through grass-crop rotation.

收稿日期: 2008-09-05 修回日期: 2008-11-12

基金项目: 国家科技支撑项目(2006BAD09B04); 国家 863 项目(2002AA6Z3021)和宁夏科技攻关项目资助。

作者简介: 李永平(1955—), 男, 研究员, 主要从事旱作农业降水资源利用及作物抗旱性方面研究工作。E-mail: nxgylyp@163.com

Key words: South mountainous region of Ningxia; Conversion from farmland to grassland; Alfalfa varieties; Ecological water consumption; Water deficit; Grass-crop rotation

苜蓿是黄土高原地区大面积种植的一种优良饲草,种植面积日趋扩大,在黄土高原区发展节水型农牧业中发挥着重要作用。在国家退耕还林还草生态工程的助推下,苜蓿作为草畜转化的产业链条使旱地农业产出效益比重不同程度的上升,种植面积稳步增长,但生产中引发了一系列的生态问题,如对引进苜蓿品种生态适应性、种植区域界定、配套栽培技术研究不够,导致生产中种植的品种较为混乱,生产力水平较低^[1-4],这些都与当地气候环境和品种的生态耗水及生长期水分满足程度相关联。笔者对引进的 16 个苜蓿品种进行了生态适应性及其品种生态耗水及水分满足度的研究,其结果对确定该区适应品种和建立合理的粮草轮作制度、对持续发展现代草畜产业具有重要的指导作用。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为西北农林科技大学引进的国外 15 个品种,主要有维多利亚、顶点、阿尔冈金、WL-252HQ、WL323HQ、苜蓿王、WL323(接)、尔冈金(白)、WL323MF、飞马、爱非尼特、牧歌 401+Z、巨人 201+Z、金皇后和胖多,同时选用 1 个固原当地苜蓿品种。

1.2 方法

2003—2005 年在宁夏半干旱偏旱区的海原县贾塘乡旱地进行试验,立地类型为旱地,前茬作物为春小麦,小区面积 21 m²,行距 15 cm,小区采用人工开沟条播 20 行。随机排列,重复 3 次,于 2003-04-30 播种。播种前整地后统一基施普通磷肥($w(P) \geq 12\%$) 600 kg/hm²,田间管理与大田一致。

第一年为 2003-04-30 播种,出苗期为 5 月 12 日,刈割期为 10 月 1 日,生长期 142 d,生长期降雨量 272.6 mm;第二年(2004 年)生长期 146 d,降雨量 211.4 mm;第三年(2005 年)生长期 131 d,降雨量 174.3 mm;生产年度指当年最后一茬苜蓿收获到第二、三年最后一茬刈割期间(包括作物非生产期和生长期)。

1.3 测定指标

苜蓿生长指标主要测定其生长期的株高、生

长速度、植株分枝、茎叶比和干鲜草比,收割期的生物鲜质量和干草产量。

测定苜蓿不同生长期的苜蓿土壤水分含量,分析其耗水量(ET , mm);土壤水分亏缺系数(WHD),即 $WHD = 1 - (ET - R)/R$, R 表示苜蓿生长期或生产年度的降雨量(mm)。苜蓿生长周年各指标为每个生产年度(包括非生产季节)的平均值。

根据苜蓿生长量与耗水量变化,分析苜蓿生长期间的耗水强度(WET)、蒸腾系数(T)和水分生产效率(WUE),其中: $T = (ET \times 0.67) / \text{阶段干物质积累量} \times 1000$ 。

2 结果与分析

2.1 苜蓿耗水强度变化

苜蓿具有发达的根系,可以吸收深层土壤贮水,需水量、耗水量和耗水强度远较禾本科作物大(表 1)。第一年耗水强度一般在 13.2~15.00 m³/(hm²·d);第 2~3 年生长期耗水强度逐年增大,特别在春季降雨量少,蒸发蒸腾速度快,耗水强度大。因此,第一茬牧草苜蓿生物生产量的耗水强度是全年的最高值,一般占全年 65%~71%,不同品种生长速度和地上生物产量各有差别,其耗水量和耗水强度亦有差异,全年在 17.4~2.95 m³/(hm²·d)间,平均为 20.55 m³/(hm²·d),生产年度平均耗水强度有所降低,一般在 10.35~12.00 m³/(hm²·d),随着生长年限的延长,耗水量和耗水强度的总量呈上升趋势。

2.2 苜蓿水分生产效率变化

当年播种的苜蓿生物干草产量的 WUE 一般为 8.55~15.6 kg/(hm²·mm),平均为 12.75 kg/(hm²·mm),其中固原苜蓿、金黄后、巨人 201 和飞马品种 WUE 较平均值低 3.5%~49.1%(表 1)。第二年生长期刈割两茬, WUE 可达到 12.75~18.30 kg/(hm²·mm)间,其中 WUE 超过平均值 15.15 kg/(hm²·mm)的品种分别为 WL-252HQ、WL-232HQ、苜蓿王、WL-323(接)、WL-323Mf、巨人 201 和金黄后,两个生产年度 WUE 在 9.3~13.2 kg/(hm²·mm)间,平均为 10.8 kg/(hm²·mm)。

表 1 苜蓿不同生长阶段耗水度(WET)、水分生产效率(WUE)和蒸腾系数(T)的变化

Table 1 Changes of water consumption rate (WET), water use efficiency (WUE) and transpiration rate (T) in differences growth period of alfalfa

品种 Variety	第一年生长期 The first year of growth		第二年生长期 The second year of growth		第三年生长期 The third year of growth		生产年度间 Among the growth year		
	2003-04-30~2003-10-01		2004-04-10~2004-09-05		2005-03-29~2005-08-21		2003-10-5~2005-08-21		
	WET/ m ³ / (hm ² ·d)	WUE/ kg/ (hm ² ·mm)	WET/ m ³ / (hm ² ·d)	WUE/ kg/ (hm ² ·mm)	WET/ m ³ / (hm ² ·d)	WUE/ kg/ (hm ² ·mm)	WET/ m ³ / (hm ² ·d)	WUE/ kg/ (hm ² ·mm)	T
维多利亚	14.85	14.85	19.35	10.95	21.15	17.25	10.05	14.25	14.85
顶点	14.70	13.50	19.20	11.10	19.95	22.35	9.75	14.10	14.70
阿尔冈金	14.55	15.60	20.55	11.70	21.30	23.55	9.75	13.80	14.55
WL-252HQ	14.40	13.50	17.40	10.80	20.70	21.15	12.60	19.50	14.40
WL-232HQ	14.40	14.10	21.00	11.10	19.80	22.35	12.90	17.25	14.40
苜蓿王	14.25	13.50	22.95	12.00	20.25	22.50	12.90	16.80	14.25
WL-323(接)	14.40	13.80	21.60	12.00	21.00	19.65	11.55	16.05	14.40
阿尔冈金(白)	13.95	12.75	21.15	11.10	20.10	19.65	9.75	12.90	13.95
WL-323Mf	15.00	13.50	22.05	11.85	19.80	22.35	11.25	15.15	15.00
飞马	14.85	12.30	20.10	11.10	21.75	20.70	9.60	12.90	14.85
爱飞尼特	15.30	11.55	18.45	10.35	24.15	17.55	9.15	12.75	15.30
牧歌 401+Z	14.85	13.20	21.30	11.70	21.45	21.90	10.50	14.40	14.85
巨人 201+Z	14.25	12.15	18.45	11.10	20.85	18.60	11.10	16.50	14.25
金黄后	13.20	11.55	21.00	11.70	19.35	19.50	13.20	18.30	13.20
胖多	14.10	13.35	21.75	11.55	20.40	17.70	9.30	12.45	14.10
固原苜蓿	13.80	8.55	21.30	12.00	20.25	23.85	10.50	14.70	13.80
平均值 Average	14.40	12.75	20.55	11.40	20.70	20.70	10.80	15.15	14.40

2.3 苜蓿蒸腾效率变化

以苜蓿耗水量与生物干草产量,结合耗水强度对不同品种间蒸腾系数进行分析(表 1),宁南山区半干旱偏旱区旱地苜蓿以生长期收割两茬计算,蒸腾系数为 515.4~824.4,平均为 678.6。同时,蒸腾系数值较高的品种,WUE 较低。这可能有两方面原因,一是品种本身抗旱性能差,对水分条件要求较严格;二是干旱季节土壤水分难以满足生长期的供需能力,为了维持基本生长对水分的需求,植株裸间蒸发和叶片蒸腾量大,地下根系和地上生物量生长速度较慢,降水有效转化利用效率低。如耗水高产型品种维多利亚、顶点、阿尔冈金(白)、飞马、爱飞尼特和胖多,田间蒸腾系数在 706~807,爱飞尼特蒸腾系数高达 820,平均为 762;中等抗旱节水型品种金黄后、WL-232HQ、WL-252HQ、苜蓿王、WL-323(接)和固原紫花苜蓿的蒸腾系数在 616~698 之间,经品种间性状多元回归及综合聚类分析得到的结果与此基本一致。

2.4 苜蓿耗水规律与水分盈亏

旱地紫花苜蓿生长期的耗水量、土壤供水盈亏与同期降雨量和土壤贮水量密切相关(表 2)。苜蓿日耗水量随着降水量的增加而增大,降水增加了土壤湿润程度,使植株供水充分,生长旺盛,叶面蒸腾作用加强,增大了耗水量,同时决定了生

长阶段生物有效蒸腾对生产量贡献的大小^[1,4]。

苜蓿草田水分供需的唯一来源是降水的补充,从返青期期至第一茬苜蓿收割期,多数年份处在干旱少雨时期,从苜蓿全年生长期耗水规律看,春季开始经历大量耗墒阶段、雨季补充阶段和土壤墒情恢复阶段三个时期。

2.4.1 一年生苜蓿耗水量 旱地苜蓿当年播种,主要是形成地下和地上生物躯体过程,半干旱偏旱区一般当年仅收割一茬,其耗水量相对少,一般在 187.5~216.4 mm 间,平均 203.5 mm;生长期降雨量 272.6 mm。由于土壤贮水和耗水得到降雨季节的有效补充,当年土壤水分供需平衡有余额,土壤贮水量一般不出现水分亏缺,0~2 m 土壤贮水量当年补充 62.2~85.1 mm。

2.4.2 二年生苜蓿耗水量 随着生长年限的延长,土壤水分亏缺值逐步增加。如 2004 年出现严重春旱,苜蓿返青期至第一茬收割期降水量为 87.9 mm,第二茬生长期降水量为 123.5 mm,全年收割两茬的耗水量为 269.7~334.9 mm,品种间平均耗水量为 299.2 mm,土壤水分出现亏缺,期间的降雨量难以满足苜蓿正常生长对水分的供应要求,苜蓿牧草为了维持基本生产能力,从 0~200 cm 土层吸收土壤贮水量 60.9~123.5 mm,平均 87.8 mm。16 个品种生长期缺水系数在

0.318~0.584 之间,品种平均缺水系数为 0.409,其中土壤水分亏缺量和苜蓿缺水系数最高的为苜蓿王,土壤水分亏缺量为 123.5 mm,缺水系数 0.584。因此,旱地苜蓿生物产量完全取决于当年降雨量对土壤贮水量的补充程度。据测定,一般情况下即使正常年份,也同样出现土壤水分亏缺现象,但不同立地类型、土壤肥力和种植管理措施差别,将导致土壤水分的亏缺程度差距明显。

表 2 苜蓿品种生长季节与生产年度耗水量及水分亏缺状况

Table 2 Changes of water consumption (ET) and water deficiency status in different season of growth and whole growth period of alfalfa

品种 Variety	第一年生长期 The first year of growth		第二年生长期 The second year of growth			生产年度平均 Average of the growth year		
	ET/mm	土壤供水 盈亏/mm	ET/mm	土壤供水 盈亏/mm	WHD	ET/mm	土壤供水 盈亏/mm	WHD
维多利亚	210.4	62.2	282.0	-70.6	0.334	397.6	-126.7	0.465
顶点	207.5	65.1	278.7	-67.3	0.318	399.5	-128.6	0.472
阿尔冈金	206.5	66.1	297.6	-86.2	0.408	424.3	-153.4	0.563
WL-252HQ	203.6	69.0	272.3	-60.9	0.288	422.8	-121.9	0.52
WL-232HQ	204.1	68.5	304.8	-93.4	0.441	406.8	-135.9	0.499
苜蓿王	203.3	69.3	334.9	-123.5	0.584	436.4	-165.5	0.607
WL-323(接)	199.1	73.5	314.3	-102.9	0.487	434	-163.1	0.598
阿尔冈金(白)	211.9	60.7	307.9	-96.5	0.456	406.8	-135.9	0.499
WL-323Mf	199.6	73.0	319.8	-108.4	0.513	429.1	-158.2	0.580
飞马	216.4	56.2	294.0	-82.6	0.391	398.4	-127.5	0.468
爱飞尼特	210.4	62.2	290.0	-78.6	0.372	394.7	-123.8	0.454
牧歌 401	201.5	71.1	310.5	-99.1	0.468	425.2	-154.3	0.566
巨人 201	187.5	85.1	269.7	-58.3	0.276	403.0	-132.1	0.485
金黄后	199.9	72.7	304.3	-92.9	0.439	421.9	-151.0	0.554
胖多	196.2	76.4	316.1	-104.7	0.495	419.3	-148.4	0.544
固原苜蓿	198.8	73.8	310.0	-98.6	0.466	433.6	-162.7	0.597
平均值 Average	203.5	69.1	299.2	-87.8	0.421	415.8	-143.1	0.529

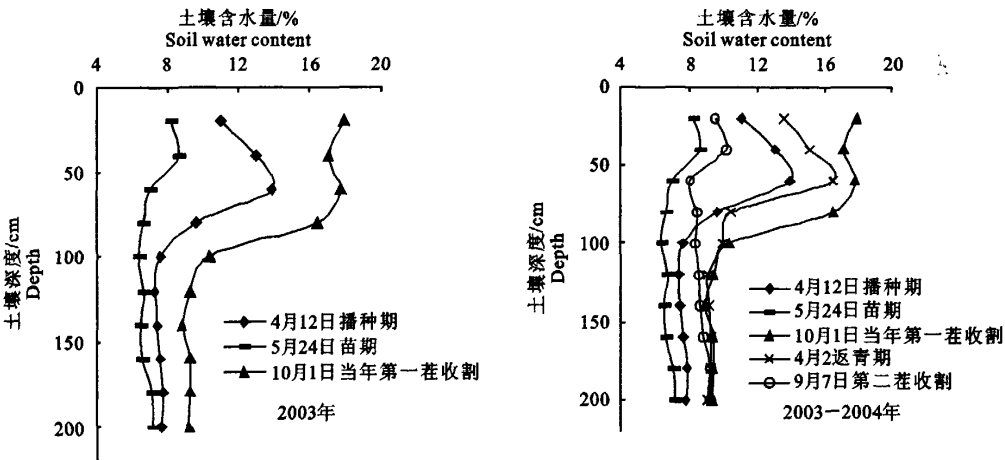


图 1 不同年度苜蓿土壤水分变化动态

Table 2 Changes of soil water content in different years of growth of alfalfa

2.4.3 生产年度间生态耗水量 按照农田水量基本平衡的原则,苜蓿除了生长(生育)期形成生产量过程中正常的蒸发和蒸腾消耗水分外,还应包括草田在非生产季节内土壤水分的补充和消耗量。两个生产年度(包括生长期和非生长期)共计 842 d 计算,期间共降雨 102 次,总降雨量为 755.8 mm,其中 0.2~5.0 mm 无效降雨量达 54 次,分别占降雨次数的 52.9%,随着生长年限的延长,土壤深层供水能力不断加强。基于此,从年际生产年度生态耗水量分析,2003-10-05—2005-08-21,苜蓿品种生产年度平均耗水量在 397.6~436.4 mm 间,平均耗水量 415.8 mm,其中土壤供水量为 121.9~165.5 mm,平均 143.1 mm,生产年度土壤缺水系数高达 0.454~0.607。

从各时期土壤水分变化情况看(图 1),120 cm 以下土壤含水量大部分生长期维持在 6%~

8%,有效贮水量低,苜蓿根系依赖吸收 2 m 以下土壤水分的机会增多,加之草田消耗土壤深层贮水量的比值较大,自然降水对土壤水分长期不能得到较好的补充和恢复,导致土壤水分亏缺量逐年累加,水分供需矛盾越来越突出。

2.4.4 水分满足程度 依照土壤水分逐年亏量的下限频率($P=70\%$)估算,一般气候年份,半干旱偏旱区的瘠薄旱地种植苜蓿,自然降水资源条件能够满足苜蓿具有效益型的生长年限不超过 5 年,生长年限超过 5 年以上,草田生态耗水亏损严重,在生产中即使存在一定规模留存面积,但生产效益急剧下降,甚至仅维系苜蓿生存而收益很少。

表 3 苜蓿品种生态适应性判定

Table 3 Analysis of ecological adaptability of alfalfa varieties

第一类 The first kind		第二类 The second kind	
I-1	I-2	II-1	II-2
顶点、胖多、阿尔冈金(白)、牧歌 401+Z、巨人 201+Z、爱非尼特	维多利亚 飞马 阿尔冈金	固原紫花苜蓿 WL323MF WL323(接)	WL252HQ、金黄后 WL232HQ、苜蓿王
生态适应性判定 Analysis of ecological adaptability			
适应在半干旱区年降雨量 400 mm 以上旱地种植。其中维多利亚、牧歌 401+Z、巨人 201+Z 和爱非尼特品种,虽然持续抗旱能力差,但增产潜力大,在年降雨量 350 mm 以下具有补充灌溉条件地区水浇地可大面积种植。		适应在年降雨量 350 mm 以下地区的缓坡耕地、旱地小面积种植。生产中为了避免品种年度生产的风险性,旱地最好选择固原紫花苜蓿、金黄后、苜蓿王,在一般补充灌溉条件地区可大面积种植。	

3 小结

16 个苜蓿品种在半干旱偏旱区旱地第一年耗水强度一般在 $13.2\sim 15.00\text{ m}^3/(\text{hm}^2\cdot\text{d})$,第二年以后生长期耗水强度明显增大,全年在 $17.4\sim 22.95\text{ m}^3/(\text{hm}^2\cdot\text{d})$ 间,平均为 $20.55\text{ m}^3/(\text{hm}^2\cdot\text{d})$ 。其中第一茬耗水强度是全年的最高值,一般占全年 $65\%\sim 71\%$,不同品种生长速度和地上生物产量不同,耗水量和耗水强度各有差异,生产年度(包括非生产休闲期)平均耗水强度在 $10.35\sim 12.00\text{ m}^3/(\text{hm}^2\cdot\text{d})$ 间。

结合苜蓿生长期和生产年度的耗水特征、各品种生物产量、增量及各性状表现进行降序选优,经过聚类判定及生态适应性分析,认为在干旱半干旱偏旱区旱地可将金黄后、WL-232HQ、WL-252HQ、苜蓿王初步界定为抗旱节水型品种;维多利亚、顶点、阿尔冈金、飞马、爱飞尼特、胖多等界定为耗水高产型品种,旱地种植具有风险性;固原当地紫花属极抗旱性品种。

旱地苜蓿田间生态耗水与同期降雨量和土壤贮水量呈正相关关系,苜蓿日耗水量随着降水量

因此,生产中要特别注意苜蓿草田周期性水分生态循环效益,实行合理草田轮作周期,避免土壤贮水量过度亏缺而导致草田生态用水循环系统破坏,对周期性生产效益造成直接性损失。

2.5 生态适应性分析

采用卡方距离为近似尺度,运用离莫测差平方法进行模糊聚类分析(表 3),并结合各品种生物产量、增量及各性状表现进行聚类判定及生态适应性分析,认为适合在半干旱易旱区旱地种植的引进苜蓿品种排序为苜蓿王>WL252HQ>金皇后>WL323HQ>固原紫花苜蓿>WL323MF。

的增加而增大。耗水过程在遵循春季大量耗墒阶段、雨季补充阶段和土壤墒情恢复阶段规律的同时,第一年不出现土壤水分亏缺,第二年以后则土壤水分出现亏缺状态,生产年度(包括作物生产期和非生产期)同层土壤水分亏缺值高达 $121.9\sim 165.5\text{ mm}$,平均 143.1 mm 。

依照土壤水分逐年亏缺下限量的频率($P=70\%$)推算,半干旱偏旱区旱地苜蓿水分允许效益型生长年限不超过 5 年就需进入粮草轮作。

参考文献:

- [1] 李玉山. 苜蓿生产力动态及其水分生态环境效应[J]. 土壤学报, 2002, 39(3): 404-411.
- [2] 孙洪仁. 紫花苜蓿花前蒸腾系数及紫花苜蓿和玉米经济产量耗水系数比较[J]. 草地学报, 2003, 11(4): 347-340.
- [3] 韩路, 贾志宽, 韩清芳. 引进苜蓿品种在半干旱地区的生态适应性研究[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(1): 115-117.
- [4] 万素梅, 黄庆辉, 胡守林, 等. 渭北旱塬不同品种紫花苜蓿土壤水分状况与产量的关系[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(3): 14-18.

作者: [李永平](#), [刘世新](#), [贾志宽](#), [上官周平](#), [李明芳](#), [曹秀霞](#), [LI Yongping](#), [LIU Shixin](#), [JIA Zhikuan](#), [SHANGGUAN Zhouping](#), [LI Mingfang](#), [CAO Xiuxia](#)

作者单位: [李永平, 刘世新, 李明芳, 曹秀霞, LI Yongping, LIU Shixin, LI Mingfang, CAO Xiuxia \(固原市农业科学研究所, 宁夏固原, 756000\)](#), [贾志宽, JIA Zhikuan \(西北农林科技大学, 农学院, 陕西杨凌, 712100\)](#), [上官周平, SHANGGUAN Zhouping \(中国科学院水土保持研究所, 陕西杨凌, 712100\)](#)

刊名: [西北农业学报](#)  

英文刊名: [ACTA AGRICULTURAE BOREALI-OccIDENTALIS SINICA](#)

年, 卷(期): 2009, 18(1)

参考文献(4条)

1. [李玉山](#) 苜蓿生产力动态及其水分生态环境效应[期刊论文]-[土壤学报](#) 2002(03)
2. [孙洪仁](#) 紫花苜蓿花前蒸腾系数及紫花苜蓿和玉米经济产量耗水系数比较[期刊论文]-[草地学报](#) 2003(04)
3. [韩路](#); [贾志宽](#); [韩清芳](#) 引进苜蓿品种在半干旱地区的生态适应性研究[期刊论文]-[干旱地区农业研究](#) 2004(01)
4. [万素梅](#); [黄庆辉](#); [胡守林](#) 渭北旱塬不同品种紫花苜蓿土壤水分状况与产量的关系[期刊论文]-[干旱地区农业研究](#) 2004(03)

本文读者也读过(10条)

1. [陈利华](#) 生态用水、耗水和需水量的分析[期刊论文]-[中国科技成果](#)2005(23)
2. [魏传江](#). [WEI Chuan-jiang](#) 水资源配置中的生态耗水系统分析[期刊论文]-[中国水利水电科学研究院学报](#) 2006, 4(4)
3. [韩宇平](#). [阮本清](#). [邱林](#). [HAN Yu-ping](#). [RUAN Ben-qing](#). [Qiu lin](#) 基于水量平衡的宁夏引黄灌区广义生态耗水量计算[期刊论文]-[灌溉排水学报](#)2006, 25(5)
4. [索建军](#). [肖继东](#). [赵晓燕](#). [孙娅林](#). [SUO Jian-jun](#). [XIAO Ji-dong](#). [ZHAO Xiao-yan](#). [SUN Ya-lin](#) 流域尺度景观生态耗水研究[期刊论文]-[测绘与空间地理信息](#)2008, 31(2)
5. [刘广全](#). [孟水平](#). [王鸿哲](#). [李文华](#). [燕爱玲](#). [Liu Guangquan](#). [Meng Shuiping](#). [Wang Hongzhe](#). [Li Wenhua](#). [Yan Ailing](#) 影响沙棘苗木蒸散耗水的生理生态要素[期刊论文]-[国际沙棘研究与开发](#)2005, 3(2)
6. [周金龙](#). [刘丰](#). [侯江涛](#). [钟瑞森](#). [ZHOU Jin-long](#). [LIU Feng](#). [HOU Jiang-tao](#). [ZHONG Rui-sen](#) 新疆平原非灌区自然植被生态耗水量的计算[期刊论文]-[干旱区资源与环境](#)2006, 20(4)
7. [杨海梅](#). [李明思](#). [彭玉刚](#). [YANG Hai-mei](#). [LI Ming-si](#). [PENG Yu-gang](#) 新疆干旱区天然植被最低生态耗水量概念分析[期刊论文]-[干旱区地理](#)2005, 28(6)
8. [刘苏峡](#). [莫兴国](#). [朱永华](#). [黄浩](#) 基于水量平衡的流域生态耗水量计算--以海河为例[期刊论文]-[自然资源学报](#) 2004, 19(5)
9. [洪学琼](#) 怎样选择牧草品种[期刊论文]-[中国种业](#)2003(7)
10. [臧春鑫](#) 中间锦鸡儿水分吸收、蒸腾耗水特征与生态水文效应研究[学位论文]2010

引证文献(1条)

1. [朱林](#). [郑淑欣](#). [侯志军](#). [许兴](#) 宁夏中部半干旱区苜蓿水分利用效率研究[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2014(9)

引用本文格式: [李永平](#). [刘世新](#). [贾志宽](#). [上官周平](#). [李明芳](#). [曹秀霞](#). [LI Yongping](#). [LIU Shixin](#). [JIA Zhikuan](#). [SHANGGUAN Zhouping](#). [LI Mingfang](#). [CAO Xiuxia](#) 宁夏半干旱偏旱区旱地引进苜蓿品种适应性及生态耗水状况[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2009(1)