

# 红豆草根系的研究

李立 周泽生

(中国科学院  
水利部 西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

## 提 要

该文比较系统的探讨了红豆草根系的生长发育规律及其与地上部分的关系,可为我国西北干旱、半干旱地区选择适应性强,生物产量高的优良豆科牧草提供依据。同时对加速西北牧业基地建设和植被的恢复具有重要的意义。

关键词: 红豆草 根系 根瘤 豆科牧草

## Study on the Root System of *Onobrychis Viciaefolia* Scop

Li Li Zhou Zesheng

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica  
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100)

## Abstract

The growth law of root system of *Onobrychis Viciaefolia* Scop. and the relationship between root system and overground part were approached systematically, which provides a basis to choose fine leguminous forage grass with strong adaptability and high yield in the arid and semiarid regions of the northwestern China, and it is significant for speeding up basic construction of animal husbandry and for restoring vegetation in the northwestern China.

**Key words** *Onobrychis Viciaefolia* scop. root system root nodule leguminous forage grass.

根系是植物的营养器官,在植物的整个生活周期中具有极其重要的作用,它不仅从土壤中直接吸收植物所需的水分和矿物营养,供植物生长发育利用,而且还与植物生物产量的高低,以及对不良土壤环境条件的抵抗能力等均有密切的关系。

本文着重探讨红豆草(*Onobrychis Viciaefolia* scop)根系的生长发育规律及其与地上部分的关系,以期为我国西北干旱、半干旱地区选择适应性强、生物产量高的优良豆科牧草提供依据。

## 一、试验区自然条件

试验区设在宁夏回族自治区彭阳县王洼水土保持试验站,该区为半干旱黄土丘陵区,海拔1700~1795m,气候属半干旱温和区,干燥度为1.55~2.00,年平均气温6.4℃,≥10℃积温2573℃,年均降雨量472mm,多集中在7、8、9三个月,无霜期约150天。土壤为细黄土,有机质含

量较低,一般 5~12g/kg,土壤 pH 值 7.9~8.6,土壤疏松、遇水易分散、蓄水保墒能力差,因而容易引起失水干旱。潜在养分含量低。植被属灌丛草原,主要植物有长芒草 (*Stipe bungeaua*)、地椒 (*Thymus mongolicus*)、星毛委陵菜等,盖度一般为 0.2~0.4。

## 二、试验内容和方法

1. 选择生长年限 1~3 年的红豆草植株各 3 株,并测定株高、根幅、根系长度等,观察根系分布特点。

2. 红豆草根系分层分析,在壕沟法的基础上,沿主根入土方向在根幅范围内,按每层 15cm 取长、宽各为 15cm×15cm 的土壤根系混合体,至土壤深度 60cm 时,每隔 25cm 为一层,直至根系入土最深处。按层次所取土壤根系混合体,分别装入纱布袋,用流水将泥土冲洗干净,并清除杂质进行室内测定。

3. 根量和根瘤的测定,均按土层分别统计,并将根系直径分为 5mm 以上,2~5mm,2mm 以下三个等级,采集的样品分别装入铝盒烘干称重。

4. 取生长年限 1~3 年的红豆草地土壤样品,进行室内分析。

## 三、试验结果及分析

(一)红豆草地上部分与地下部分生长和产量比较 红豆草幼苗期根系生长速度快。据室内观察,红豆草胚根向地性强,具有扎根快、扎根深的特性。当子叶出土第一天,胚根长达 9cm,而同期出土的沙打旺根长仅有 1.9cm,出土第 5 天红豆草根长 18cm,平均每天增长 2.2cm,而沙打旺平均每天增长 1.9cm(见表 1)。

表 1 红豆草、沙打旺幼苗根生长速度比较

植物名称	出 苗 天 数				
	1	2	3	4	5
红豆草(cm)	9.0	9.6	12.0	14.0	18.0
沙打旺(cm)	1.9	3.5	5.0	7.8	

红豆草地上部分与地下部分生长有一定的相关性,地下部分生长速度比地上部分迅速。据观测,当年播种的红豆草,地下部分生长比地上部分快 5~10.6 倍(见表 2)。

随着红豆草生长年限的增长,其根系不断增长壮大,由表 3 看出,红豆草生长第 1 年的根系长平均 275

表 2 红豆草地下部分与地上部分生长比较

出苗期 (月、日)	调查日期 (月、日)	调查项目			出苗期 (月、日)	调查日期 (月、日)	调查项目		
		株高 (cm)	根长 (cm)	T:R			株高 (cm)	根长 (cm)	T:R
05 10	06 10	7.6	38.9	1:5.1	05 23	06 23	8.2	40.9	1:5.0
05 10	07 10	9.9	76.9	1:7.8	05 23	07 24	16.3	115.1	1:7.1
05 10	08 12	14.7	136.8	1:9.3	05 23	08 23	17.9	133.3	1:7.5
05 10	09 13	16.0	168.9	1:10.6	05 23	09 23	27.1	179.3	1:6.6

注:T—代表株高,R—代表根长

cm;第 2 年 455cm;第 3 年可达 558.8cm。由于红豆草具有发达的根系,根瘤数量多,不仅能广泛吸收土壤中养分、水分,而且依靠根瘤固定氮素,增加土壤中含氮量,从而可提高红豆草的生物产量。表 3 说明红豆草生长的第 1 年,单株根系干重为 10.38g,第 2 年 38.01g,比第 1 年单株根系重量提高 2 倍。地上部分产量也相应地有所提高,以单株茎叶干重为例,其中第 1 年红豆草单株茎叶重 25.0g,第 3 年为 75.0g,增加 2 倍;单株种子产量同样有所增加,第 1 年单株产种量 2.9g,第 3 年提高到 21.9g,所以,红豆草产量的高低与具有发达的根系和根瘤有密切的关系。

随着红豆草生长年限的增长,其根系不断增长壮大,由表 3 看出,红豆草生长第 1 年的根系长平均 275

表3 不同生长年限红豆草地上部分及地下部分产量比较

生长年限 (年)	株高与根长 (cm)			分枝数与根径粗			地上部分与地下部分产量比较 (单株干重 g)				
	株高	再生高度	根长	分枝(个)	再生枝(个)	根径粗(cm)	茎叶重	再生茎叶重	种子重	根系重	根瘤重
1	70.0		275.0	2		0.75	25.0		2.9	10.380	0.675
2	84.5	44.0	455.0	5	10	2.05	55.0	13.5	17.7	33.876	1.587
3	95.8	46.0	558.8	16	21	2.30	75.0	29.0	21.9	38.010	1.499

由表2可看出,5月23日出苗的红豆草,生长仅有1个月,根系长达40.9cm,从6月23日至7月24日,即生长2个月的幼苗根系增长到115.1cm,平均每天增长2.5cm,为地上部分生长速度的7.1倍。由于红豆草根系生长迅速,较早的具有吸收水分和营养物质的能力,因此能增强对不良环境条件的抵抗能力。具有抗干旱、耐瘠薄的优良特性,是干旱、半干旱地区很有发展前途的优良豆科牧草。

(二)红豆草根系组成和根瘤分布及其在各土层中所占比例 红豆草根系的生长发育有一定的变化规律,表现在各级根量占总根系重量的比例以及根系在土层中的分布。

表4 红豆草各级根量组成

生长年限 (年)	I 级		II 级		III 级		总根重量 (g)	根瘤总量 (g)
	5mm 以上		2~5mm		2mm 以下			
	重量(g)	占总根重(%)	重量(g)	占总根重(%)	重量(g)	占总根重(%)		
1	0.270	2.60	0.986	9.50	9.124	87.90	10.380	0.675
2	8.702	25.69	2.003	5.91	23.171	68.40	23.876	1.578
3	8.591	22.60	2.238	5.89	27.181	71.51	38.010	1.499

表4说明生长年限1~3年的红豆草在各级根系等级中以2mm直径以下根所占的重量最大,占总根重量的68.4%~87.9%。5mm以上根次之,这部分根主要由主根和根径组成,生长第1年的红豆草根系中该级根量占总根重量的比例小,5~2mm等级所占总根重量的比例更小。

表5 红豆草不同土层根瘤重量百分比

土层深度 (cm)	生长年限1年		生长年限2年		生长年限3年	
	重量(g)	占总重(%)	重量(g)	占总重(%)	重量(g)	占总重(%)
0~15	0.390	57.95	0.635	40.27		
15~30	0.277	41.16	0.572	36.27	0.311	20.75
30~45	0.006	0.89	0.323	20.48	1.171	78.12
45~60			0.047	2.98	0.017	1.13

表6 1年生红豆草土壤有机质含量

立地条件	土层深度 (cm)			
	0~15cm		15~30cm	
	有机质(g/kg)	增加(%)	有机质(g/kg)	增加(%)
试验场圃	11.75	112.0	11.98	113.6
对照	11.62	100.0	10.55	100.0
阴坡退耕地	7.72	125.7	4.98	192.3
对照	6.14	100.0	2.59	100.0

红豆草根系的重量分布是由上而下渐次减少,分布呈锥状体,其中以0~15cm土层中根系重量最大,占各土层根系总重量的58.18%~76.69%;15~30cm土层次之,占总重的11.64%~

22.83%，生长年限不同的红豆草其根量在各土层根系总重中所占的比例有所不同，但生长年限 1~3 年的红豆草根系重量的 80% 分布在 0~30cm 的土层中。

红豆草不但根系发达，而且根瘤多，一般多分布在 0~60cm 土层中，但是随着生长年限的不同，根瘤的分布也有所变化，生长第 1~2 年的红豆草，根瘤多集中在 30cm 土层内，生长 3 年的根瘤向土壤深层移动，多分布在 30~50cm 土壤层中，生长 1~4 年的红豆草根瘤在 60cm 土壤以下较少发现。红豆草在不同土层中根瘤重量所占比例见表 5。

表 7 生长 2 年的红豆草地土壤养分变化

生境 条件	土层 深度 (cm)	项 目						
		有机质 (g/kg)	全 量 (g/kg)			速效养分含量(mg/kg)		
			N	P	K	速 N	速 P	速 K
生长 2 年红 豆 草 地	0~15	9.7	0.16	0.57	18.8	37.0	5.3	75
	15~30	9.0	0.52	0.56	19.6	37.0	5.6	70
	30~50	8.2	0.56	0.63	19.4	36.4	5.6	70
未种植 (对 照) 地	0~15	5.9	0.36	0.56	18.6	32.6	5.5	50
	15~30	6.8	0.37	0.55	18.8	29.9	5.5	60
	30~50	6.3	0.42	0.62	18.9	25.5	5.2	50

注：试验地均未施肥

均起到良好的作用。据测定(见表 6)，当年种植的红豆草(农用地)其土壤有机质含量比对照地土壤提高 12%~25% 和 13.6%~92.3%。

从表 7 可看出，在新修梯田生长 2 年的红豆草，0~15cm 土层中有机质和全氮含量均比对照(未种红豆草和任何作物)地显著增加。

## 四、小 结

(一)红豆草根系与地上部分生长有一定的相关性，生长 1~4 年的红豆草根长约为株高的 3.9~5.8 倍，幼苗期根系生长迅速，在生长旺季当年春播的红豆草根系长可达株高的 5~10.6 倍。

(二)生长 1~3 年的红豆草，根量的 80% 以上分布在 0~30cm 土层中，并呈锥状体分布，其中以 0~15cm 土层中根量最大，占各土层根系总重的 58.17%~70.59%。

(三)红豆草种子吸水萌发快，幼苗扎根深，抗旱、耐寒、适应性强，既适于人工种植，又可飞机播种，是干旱半干旱地区很有发展前途的优良豆科牧草。

(四)红豆草根共生的根瘤出现早，数量多，生长第 1 年单株根瘤鲜重折亩产 20.79kg，第 2 年 48.86kg，第 3 年 52.03kg，种植红豆草可增加土壤中含氮量，提高土壤肥力。

本研究李学铭、陈世炳同志参加了调查。

## 参 考 文 献

1. 李立等. 红豆草生态学特性与农业栽培技术研究. 中国科学院、水利部西北水土保持研究所集刊, 1990 年, 第 11 集
2. 周泽生编著. 《沙打旺栽培技术》. 北京: 中国林业出版社, 1984 年
3. 陈宝书等. 几种一年生栽培牧草根系的研究. 甘肃农业大学牧草试验站科学研究论文报告集, 1984 年, 第 2 集

(三)红豆草根系在改土中的作用 红豆草根系发达，须根、侧根密集成网，主要分布在 80cm 土层中，据调查，在退耕地生长中等的生长 4 年的红豆草 10~40 株/m<sup>2</sup>，单株根系鲜重 40g，折合每亩鲜根总重 266.6~106.7kg，山西右玉水保站测定，生长 1 年的红豆草每亩鲜根重 592.6kg，生长 2 年的每亩鲜根重 975.3kg，根瘤 16kg。这对于疏松土壤，改善土壤理化性状，增加土壤有