

黄土高原沙打旺水肥立体利用初探

贾恒义 彭祥林 穆兴民

(中国科学院西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)
水利部

提 要

本文在论述沙打旺生物学特性的前提下,分析了沙打旺对土壤深层贮水的利用和土壤深层水肥贮量。笔者认为,在黄土高原地区黄土层贮蓄的水分和养分可以满足沙打旺6至10年生长发育的需要。指出:只要掌握沙打旺的生物学特性,合理调配其生长年限,及立体利用土壤深层水肥,是可以实现稳产高产,为改善黄土高原的生态环境起到积极的作用。

关键词:黄土高原 沙打旺 生态环境 生物学特性 水肥立体利用

Primary Study on the Three—dimensional Utilization of water and Nutrients by *A. adsurgens* in the Loess Plateau

Jia Hengyi Peng Xianglin Mu Xingmin

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

Abstract

On the basis of discussing the biological characteristics of *Astragalus adsurgens*, the purpose of this paper is to analyse the utilization of *A. adsurgens* for the water storage in deep soil layer and the amount of storage and nutrients in deep soil layer. The authors hold that the water and nutrients stored in loess layer of the Loess Plateau can meet the need of 6—10 year's growth and development for *A. adsurgens* in the Loess Plateau. It was pointed out that if the biological characteristics of *A. adsurgens* can be grasped, the growth age can be rationally regulated and the water and nutrient storing in deep soil layer can be utilized three—dimensionally, then the steady and high yield could be obtained. Also, this will play an active role in improving the eco—environment of the Loess Plateau.

Key words the Loess Plateau *A. adsurgens* eco—environment biological characteristics three—dimensional utilization of water and nutrients

沙打旺是豆科黄芪属植物,草本,多年生。学名 *Astragalus adsurgens*。因抵御风沙能力较强而得“沙打旺”誉称。原产我国黄河故道地区,是我国特有的牧草、绿肥和水土保持等兼用型多年生豆科草种。

在黄土高原地区，经多年试验研究和生产实践证明，在风沙区，黄土丘陵区种植，对恢复植被，防止水土流失，发展牧业，维持生态平衡，改变自然面貌，促进农牧业生产等具有重要意义。

但是，黄土高原地区气候干旱，沙打旺在生长过程中土壤水分亏缺，致使很快衰败，经济、社会效益大减，生态效益趋于恶化。要使沙打旺在某一地区占有一定面积，衰败和旺盛的面积保持合理的比例；有效地防止水土流失，促进牧业稳步发展，保持生态环境良性循环，试就黄土高原地区沙打旺的水肥立体利用加以讨论，以期对建立黄土高原地区沙打旺生态体系有所裨益。

一、沙打旺根系在黄土层分布

沙打旺属于直根、深根植物。主根明显，长而弯曲。侧根较多，根毛稀少。整体根系表面光滑，有纹理。

主根较长，侧根、支根发育，单株根系的总长度，据河北景县八里庄测定^[4]，在沙质壤土上，一年生单株根系总长为40.9m，二年生为50.3m，三年生为88.0m；田斌测定^[3]，146天的单株，仅二级分枝根就长达93.43m，超过同龄紫花苜蓿的9.4倍。

沙打旺根系在个体发育过程中，随着生长年限的延长，各级根系的重量，分布量呈现有规律的变化。据观测^[3]，主根，一级分枝根（根径1~3cm），二级分枝根（根径0.5~1.0cm），

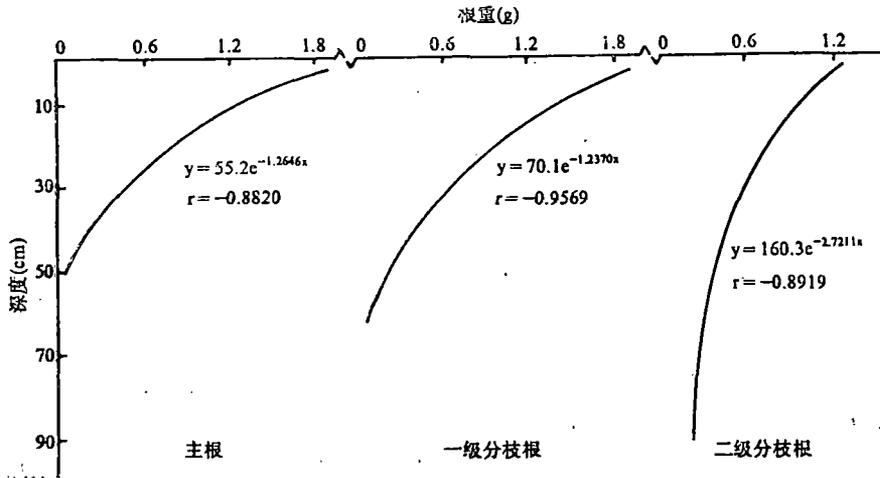


图1. 沙打旺主要根系在土壤中的分布

在土层中呈指数回归 $y = Ae^{-Bx}$ ，但在土层分布形态和深度各有所不同（图1）。一年生的主根主要分布在0~40cm土层，占总根量的90.68%，一、二级分枝根在同一土层分别是89.83%和65.47%，这说明一、二级分枝根，特别是二级分枝根随着深度增加，其比重在逐渐增加。

另据曹淑定观测^[6]，2~3年生，4年生和5年生，四级分枝根（根径0.1~0.3cm），五级分枝根（根径<0.1cm）在土层中也呈指数回归 $y = Ae^{-Bx}$ （图2），但分布百分组成在不同土层是有差异的。2~3年生四、五级分枝根在50cm土层可达到100%，4年生可达250cm，5年生达500cm。

沙打旺主根，一、二级分枝分别密集在一段距离中呈指数回归 $y = Ae^{-Bx}$ ，而四、五级分枝根再向下层延深，也呈指数回归 $y = Ae^{-Bx}$ 。沙打旺根系不同分枝在土层中此种分布特点是吸收水肥容积增大。根系向土层深处延伸与吸收水肥同步，使沙打旺具有立体利用深层水肥（土壤深

层储水,称之为土壤水库)的根系生物学特性。这种特点使沙打旺成为黄土高原地区抗旱、高产、并具有良好生态、经济和社会效益的优良牧草品种。

二、沙打旺对土壤深层贮水的利用和深层水肥贮量

黄土高原地区由于气候环境条件的原由,黄土沉积深厚,特别是黄土地区,马兰黄土厚数m到1m多,午城黄土和离石黄土厚10多m到百余m,甚至更厚。黄土土层深厚,疏松,孔隙发育,土壤总孔隙一般在50%左右,此种特性具有深厚的水分入渗层,也具有良好的通气性。气相孔隙率常年处于30%~40%。深层土层贮有一定的水肥,这就为沙打旺根系的深层发育创造了良好土壤生态条件。

(一) 打沙旺对深层贮水利用和黄土深层贮水量

1. 不同生长年限的沙打旺对土壤水的利用深度。据曹淑定^[6]研究,不同生长年限的沙打旺利用土壤水分的深度是有差异的,1~3年生为3m,3~5年生为3.5m,6~7年生接近8m(图3)沙打旺草地在150~300cm土层形成一个水分“低谷”,随着生长年限的增长,“低谷”从150~300cm扩展到750cm左右,而荒地的土壤水分没有形

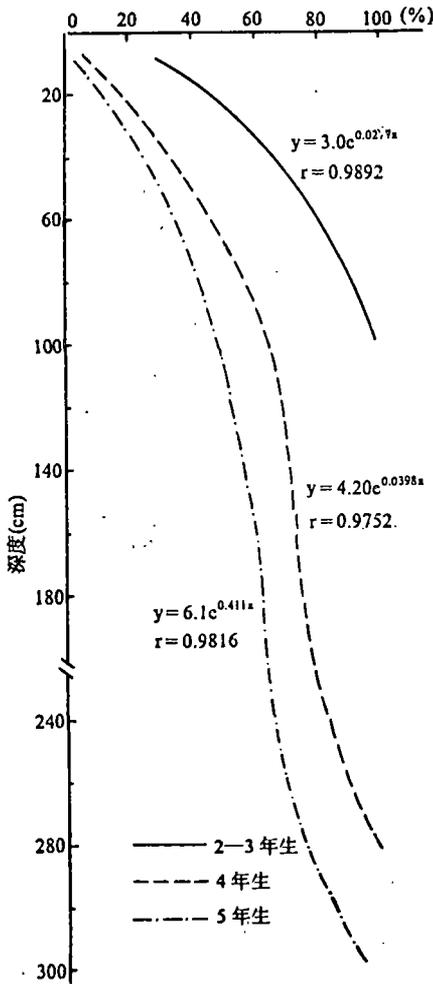


图2. 沙打旺四、五级分枝根重量百分数在土层中分布

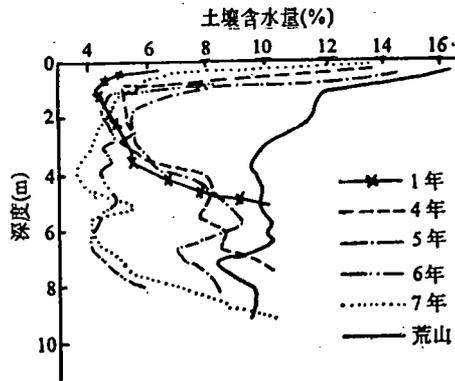


图3. 不同生长年限沙打旺草地土壤水分变化

成明显的“低谷”。说明沙打旺强烈的利用土层深处水分,不同生长年限的沙打旺可利用不同深度的深层土壤贮水,以满足旺盛生长的需要,达到稳产高产。从另一个方面说,加速了土壤深层贮水的亏缺,影响一定年限沙打旺的正常生长,以至衰败。

沙打旺3~5年生,6~7年生的总耗水量(mm)和产量(干重,kg/亩)分别为1 081.63、1 801.99mm和1 295.24kg/亩、2 007.01kg/亩,耗水量为荒山的1.38倍,产量都为荒山的7.8倍^[7]。说明沙打旺可充分利用土壤深层水资源,产量大幅度提高。

2. 黄土深层贮水量。黄土高原地区常因降水不足或分布不均等对沙打旺的生长产生威胁,但因土壤水库调节作用而明显改善。深厚黄土层水分贮量不同深度是不同的(表1),沙打旺强

表1 土壤深层贮水量

土 壤	地 点	深度 (cm)	田间持水量 (mm)	有效持水量 (mm)
绵沙土	大路沟	0~200	423.1	324.7
		0~500	1 057.8	811.8
		0~1 000	2 115.6	1 623.6
黄绵土	杏 河	0~200	435.4	377.0
		0~500	1 088.6	824.8
		0~1 000	2 177.1	1 685.1
黄绵土	茶 坊	0~200	452.6	354.2
		0~500	1 131.6	867.6
		0~1 000	2 263.0	1 771.0

1. 容重：平均值1.23g/cm³； 2. 田间持水量分别为17.2%、17.7%和18.4%；
3. 凋萎湿度：平均为4.0%。

大根系的发育，可利用不同深度的土壤贮水。据测算，在正常的气候条件下，可满足6~10年生沙打旺生长对水分的需要，并获得较好的效益。

(二) 黄土深层养分含量的变化 黄土是以粉沙为主，在成土过程中以物理风化为主，在雨季到来时则化学风化作用增强，所以黄土的养分全量是较丰富的，全磷变化在0.95~1.39g/kg之间，全钾20.4~22.6g/kg，比毛乌素沙漠流沙分别高1.72~2.98倍和2%；有机质1.53~4.24g/kg之间，比流沙高15.1~43.6倍，全氮为0.127~0.322g/kg，为流沙的32%~235%。有机质、全氮在剖面中分布是较均一的(表2)。

表2 黄绵土10m土层有机质、全氮、磷、钾含量

土 壤	大 路 沟				土 壤	杏 河				土 壤	茶 坊				
	深度 (cm)	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (P ₂ O ₅ (g/kg))		深度 (cm)	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (P ₂ O ₅ (g/kg))		全钾 (K ₂ O) (g/kg)	深度 (cm)	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (P ₂ O ₅ (g/kg))
绵沙土	0~100	3.61	0.225	1.18	黄绵土	0~100	2.93	0.286	1.20	20.4	黄绵土	0~100	4.31	0.279	1.19
	100~200	2.62	0.221	1.27		100~200	2.22	0.198	1.22	21.2		100~200	2.50	0.209	1.23
	200~300	3.38	0.282	1.24		200~300	2.41	0.222	1.29	21.7		200~300	2.34	0.183	1.24
	300~400	3.83	0.272	1.23		300~400	3.56	0.273	1.31	—		300~400	2.79	0.190	1.31
	400~500	2.97	0.149	1.19		400~500	2.70	0.268	1.33	20.7		400~500	3.68	0.260	1.32
	500~600	1.73	0.213	1.12		500~600	3.36	0.322	1.39	22.3		500~600	3.91	0.277	1.37
	600~700	2.36	0.169	0.95		600~700	4.24	0.308	1.36	20.5		600~700	4.19	0.283	1.38
	700~800	1.53	0.127	0.9		700~800	3.46	0.222	1.28	—		700~800	4.06	0.283	1.37
	800~900	1.86	0.144	1.14		800~900	2.28	0.199	1.34	21.2		800~900	3.95	0.264	1.30
	900~1000	2.03	0.139	1.15		900~1000	2.82	0.179	1.28	20.7		900~1000	3.87	0.296	1.4

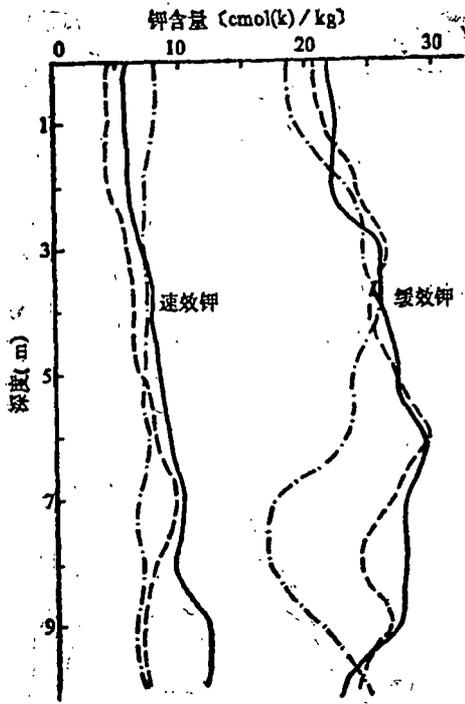


图4. 10m黄土层速效钾和缓效钾含量分布

土壤速效养分对当季作物来说是极重要的。为说明深层土壤速效养分含量和分布状况,以土壤速效钾和缓效钾为例。土壤速效钾在2~8m范围有所增加,其含量在6.0~11.5cmol(k)/kg,缓效钾含量在2~6m也有明显增加,其含量变化在80.0~93.0cmol(k)/kg,也比黄绵土高(图4)。以上说明在深层土壤有效钾,缓效钾含量是丰富的。

以上讨论了黄土高原地区黄土层深厚、土体多孔隙,疏松、并贮藏一定数量的水分和养分,只要掌握沙打旺生物学特性,合理调配其生长年限,立体利用土壤深层贮存的水分和养分,可达到稳产高产,为改善黄土高原生态环境起到积极作用。

三、尚需进一步研究的问题

(一) 播带的宽度 目前一般宽度多在1~5m之间,飞播为50m^[12]左右;缓坡地机播1~3m,也有5m;阳坡、陡坡地一般60~100cm,间隔1.5m。除飞播外,其它的播种方式播带的宽度

要考虑沙打旺根系侧向分布,对隔带深层水肥的影响以及隔带种植沙打旺旺盛生长的年限问题等。

(二) 土体深层水肥利用和水分恢复问题 沙打旺随着生长年限增长,可利用深层贮水。6~7年可用到9m深贮水,在1.6~6.5m土层含水量接近凋萎湿度。随着深层贮水的利用,也伴随着对养分的吸收,这是无疑的;但水分亏缺也限制了养分的吸收利用。上层的水分恢复后,种植作物可获得较好收成^[7],但是深层土壤水分仍在亏缺。深层水分的恢复,目前未见报导。

参 考 文 献

- [1] 王继武. 半干旱黄土丘陵高产人工草建设途径与技术研究. 上黄资料汇编, 1986年
- [2] 卢宗凡等. 干旱坡地草灌带状间作土壤水分变化的数学模式. 《水土保持学报》, 1988年, 第4期
- [3] 田斌. 苜蓿、沙打旺根系比较研究. 《陕西农业科学》1980年, 第3期
- [4] 苏盛发. 沙打旺. 北京: 农业出版社, 1985
- [5] 贾恒义等. 黄土高原土壤钾素的研究. 《干旱地区农业研究》, 1990年, 第1期
- [6] 曹淑定等. 吴旗飞播区沙打旺根系的研究. 《水土保持通报》, 1982年, 第3期
- [7] 梁一民等. 大力飞播草灌, 促进良性循环. 《水土保持通报》, 1983年, 第6期
- [8] 韩仕峰等. 陕北杏子河流域几种土壤的水分持蓄特征. 《陕西省土壤学会论文集》, 第2集