

不同牧草对黄土丘陵区土壤 培肥效果的研究

刘洪岭 梁一民 李香兰

中国科学院
(水利部)水土保持研究所·陕西杨陵·712100

摘要 以黄土丘陵区具有代表性的禾本科牧草无芒雀麦及豆科牧草沙打旺、草木樨为材料,研究其对川台地土壤腐殖质含量和组成,有关营养元素及后茬作物产量的不同影响,结果表明:种植禾本科及豆科牧草均能提高土壤中腐殖质及氮素营养的水平,其中禾本科牧草效果较豆科牧草更为明显。它们对土壤中微量元素的影响因各自对营养元素的利用程度而异。三种牧草样地后茬作物的产量以草木樨为高,无芒雀麦不宜与禾本科作物轮作。

关键词: 无芒雀麦 沙打旺 草木樨 培肥效果

Effects of Planting Different Forage Species on Raising Soil Fertilities in Loess Hilly Regions

Liu Hongling Liang Yimin Li Xianglan

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and
Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, PRC)

Abstract The experiment is conducted with three different forage species which have grown for 4 years on newly-built terrace land in loess hilly region to study the effects on raising the content of soil humus and nutrient by cultivations of *Bromus inermis*, *Astragalus adsurgens* and *Melilotus albus* respectively. The results show that the soil humus, nitrogen and phosphorus content can be significantly raised by planting the forage species, the best effect on improving soil fertilities can be obtained by planting *Bromus inermis*. On the other hand, the content of soil trace element changes with the different utilization of the three forage species. Although the treatment of planting *Bromus inermis* has the best effect, the yield of millet by planting *Bromus inermis* previously is relatively low. However, the millet by planting *Melilotus albus* previously has the highest yield among the three treatments.

Keywords: *Bromus inermis*; *Astragalus adsurgens*; *Melilotus albus*; soil fertilities

水土流失是导致黄土丘陵区农田土壤有机质含量偏低,养分缺乏,生产力不断下降的重要

原因。大量实践证明:种植牧草不仅可有效控制水土流失,而且能提高土壤养分,使后茬作物显著增产^[3]。尽管草田轮作已在局部地区取得显著的生态和经济效益。但有关种植牧草对农田培肥改土,尤其是对改善和提高土壤有机质方面缺乏系统的研究。本研究以该地区具有代表性的禾本科及豆科牧草为材料,研究其对农田土壤腐殖质含量和组成,有关营养元素及后茬作物产量的不同影响,为进一步实施合理的草田轮作提供依据。

1 材料与方法

试验在中国科学院安塞试验站进行。选择的草种为禾本科无芒雀麦 (*Bromus inermis* Leyss.) 及豆科牧草沙打旺 (*Astragalus adsurgens* Pall.)、草木樨 (*Melilotus albus* Desr.)。其样地为川台地已生长4年的人工草地;土壤为黄绵土。小区面积为2m×6m。同时设不种牧草的地块对照,各处理间的管理力求均匀一致。

根样、土样取样方法:取根样、土样均选用直径为9cm的土钻。取根样时,随机取点,并排连续打10钻即10个重复,分5层取样:0~15cm,15~30cm,30~60cm,60~90cm,90~120cm。同一样地所取同一层土壤混合后用细筛筛去细土,保留全部根样,然后装入布袋,带回室内进行冲洗。取土样时采用9点S型采样法,仍是分5层,同一层土壤混合后用四分法取出1kg左右,挑去细根,风干,过60目筛作为待测样品。

土壤分析:全氮(半微量凯氏法);碱解氮(蒸馏比色法);速效磷(碳酸氢钠法);有效态微量元素(原子吸收法);土壤腐殖质总碳(重铬酸钾容量法);土壤腐殖质组成(M. M. 科诺诺娃快速测定法)^[1,2]。

2 实验结果

2.1 不同类型人工草地土壤腐殖质含量的变化

种植不同类型牧草4年后均能显著增加土壤腐殖质含量(表1)。无芒雀麦、沙打旺、草木樨3种草地0~120cm土层土壤腐殖质的平均含量分别比对照提高38.73%,25.43%,17.92%。其中禾本科牧草无芒雀麦草地分别比豆科牧草沙打旺,草木樨两处理提高10.60%,17.65%。

表1 不同类型人工草地土壤腐殖质含量的变化

土层深(cm)	g/kg					平均值
	0~15	15~30	30~60	60~90	90~120	
无芒雀麦	4.01	2.77	2.09	2.19	0.96	2.40
草木樨	3.54	2.39	2.14	1.11	1.02	2.04
沙打旺	3.22	2.64	2.32	1.62	1.07	2.17
对 照	3.03	2.25	1.40	1.00	0.98	1.73

3种牧草地土壤腐殖质均随土壤剖面深度的增加而减少(表1),到90~120cm土层牧草地土壤腐殖质含量(0.96~1.07g/kg)已与生土(1.00g/kg)差别甚小。从土壤耕作层腐殖质含量的变化看,无芒雀麦草地的土壤腐殖质含量均高于两种豆科牧草处理。可见禾本科牧草无芒雀麦无论对提高120cm土深土壤腐殖质总量,还是土壤耕层的腐殖质含量均明显优于豆科牧草(表1)。

2.2 不同样地中土壤腐殖质组成的变化

腐殖物质是有机物质腐解过程中形成的一类特殊物质,按性质的不同可分为胡敏酸(HA)、富里酸(FA)和胡敏素(Humin)。从3种牧草样地0~60cm土层土壤腐殖质的平均含量来看,胡敏酸含量三处理间相接近,富里酸和胡敏素的含量则是无芒雀麦处理显著高于两种豆科牧草处理,并且在0~15cm,15~30cm土壤耕作层,无芒雀麦样地中土壤腐殖质各组分的含

量均大于沙打旺、草木樨两处理(表 2)。这种土壤腐殖质各组分含量与土壤腐殖质总量的一致性说明要提高土壤腐殖质各组分的含量关键是提高土壤腐殖质总量。在土壤腐殖质各组分中,胡敏素所占的比例最大,由表 2 计算得出胡敏素占土壤腐殖质总量的 58.9%~69.7%,平均为 66.0%。胡敏素是胡敏酸分子进一步缩合的产物,它与土壤矿物结合不可浸提,因而不易被作物利用。

HA/FA(胡敏酸/富里酸)的大小反映了土壤腐殖质品质的好坏。3 种样地土壤中胡敏酸含量相接近,但草木樨处理 HA/FA 大于 1,显著高于另外两种处理,说明种植草木樨更有利于形成较为稳定的土壤腐殖质。

2.3 不同牧草样地中土壤氮磷营养及微量元素含量的变化

川台地种植不同类型牧草均能显著提高土壤中氮素营养的水平(表 3)。无芒雀麦及沙打旺、草木樨样地中全氮的含量较对照增加 29.6%和 22.2%,18.5%,土壤

表 2 不同四龄牧草样地中土壤腐殖质组成的变化

样地	土层深(cm)	g/kg					
		腐殖质	腐殖酸	胡敏酸	富里酸	胡敏素	胡富比
无芒雀麦	0~15	4.01	1.37	0.58	0.79	2.64	0.73
	15~30	2.77	0.94	0.36	0.58	1.83	0.62
	30~60	2.09	0.75	0.41	0.34	1.34	1.21
	平均	2.96	1.02	0.45	0.57	1.94	0.85
草木樨	0~15	3.54	1.08	0.47	0.61	2.46	0.77
	15~30	2.39	0.74	0.35	0.39	1.65	0.90
	30~60	2.14	0.88	0.53	0.35	1.26	1.51
	平均	2.69	0.90	0.45	0.45	1.79	1.06
沙打旺	0~15	3.22	1.06	0.49	0.57	2.16	0.86
	15~30	2.64	0.80	0.35	0.45	1.84	0.78
	30~60	2.32	0.83	0.41	0.42	1.49	0.98
	平均	2.73	0.90	0.42	0.48	1.83	0.87
对照	0~15	2.93	0.98	0.44	0.52	1.99	0.61
	15~30	2.22	0.69	0.32	0.38	1.55	0.58
	30~60	1.39	0.48	0.14	0.33	0.90	0.39
	平均	2.18	0.72	0.30	0.41	1.48	0.53

表 3 川台不同牧草地 0~90cm 土层土壤养分的平均含量

样地	全 N (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Fe (mg/kg)
无芒雀麦	0.35	22.00	2.82	0.50	0.54	9.07	4.45
草木樨	0.32	19.60	1.55	0.48	0.48	5.83	4.23
沙打旺	0.33	20.60	2.39	0.51	0.60	5.83	3.96
对照	0.27	17.50	2.13	0.50	0.54	6.12	4.35

中碱解氮含量分别提高 25.7%及 17.7%,12.0%。无芒雀麦及沙打旺样地中速效磷的含量分别比对照提高了 32.4%和 12.2%,而草木樨处理不但没有提高,反而在下降,这是由于不同牧草选择性吸收的结果。3 种牧草及对照样地土壤中微量元素的变化比较微妙,没有一定的规律性,可见无论种植禾本科或豆科牧草均不会对土壤微量元素的营养水平发生质的影响,土壤中微量元素的含量只是随着不同牧草的需肥特性而发生相应的变化,只会随牧草的消耗而减少(表 3)。

2.4 种植不同类型牧草对后茬作物产量构成的影响

为研究种植不同类型牧草对后茬作物产量构成的影响。1995 年 10 月割去牧草地上部分后翻耕土壤,1996 年 5 月上旬播种当地主要作物谷子,至成熟期测定其地上生物量及籽粒产量。在谷子生长过程中不再施肥。从不同处理后后茬作物谷子的产量构成变化看,豆科牧草草木樨为前茬的地块谷子产量及生物量均为最高,禾本科牧草无芒雀麦为前茬的地块籽粒产量及生物量均最低,但其收获指数(籽粒/秸秆)却高于豆科牧草处理,可见其干物质向籽粒转运

的效率是较高的,其产量偏低主要受制于过低的生物量(表 4)。

3 讨 论

从 3 种不同类型的牧草样地中土壤腐殖质,氮、磷及微量营养元素的变化可见,种植 3 种牧草均能提

高土壤中腐殖质及其组分,以及氮素营养的水平,其中以种植禾本科牧草无芒雀麦的效果最好。这是由于植物残体进入土壤以后对土壤腐殖质的影响与植株本身的营养成分含量等多种因素有关,由于禾本科植物 C/N 比值高,纤维素等难以分解的物质较多,腐殖化系数高,使得在土壤中的残留碳量较大,因而比豆科牧草更有利于土壤腐殖质的积累^[4]。此外,禾本科牧草强大的须根系在土壤中交错纵横,能把大团块切割成小土粒,根系与土壤的接触面积大,根系的分泌物起着胶结剂的作用,亦有利于有机无机复合体的形成和土壤肥力的提高^[5]。

尽管种植禾本科牧草无芒雀麦较豆科牧草能显著提高土壤腐殖质的水平,但其后茬作物谷子的产量及生物量却显著低于两种豆科牧草处理。从无芒雀麦草地养分、水分状况看,其培肥改土效果应是肯定的,同时,与沙打旺草地相比水分条件(表 5)不是影响产量的重要因子。所以这可能是由于无芒雀麦与后茬作物谷子同属禾本科,他们之间有着较强的生物拮抗作用,导致后茬作物谷子的生物量过低。从该处理谷子的产量构成看,其收获指数高于种植豆科牧草的处理,干物质向收获部位的运转效率很高,这也与该处理土壤中较高的磷素水平有关。此外,由于禾本科牧草 C/N 比值高,土壤中残留大量根茬在谷子生长期间继续分解,必然与作物争夺土壤中氮素营养,影响谷子的生长。作者认为,禾本科作物间的生物拮抗作用是造成谷子产量偏低的主要原因。无芒雀麦后茬种植非禾本科农作物效果如何有待继续试验研究。建议无芒雀麦与豆科牧草间、轮作,以充分利用其改善土壤肥力的功效。

表 5 川台不同草地土壤水分状况

草地类型	土层深度 (cm)	土壤含水量(%)		占田间持 水量%
		变化幅度	平均值	
草木樨	0~40	12.52~17.80	15.30	83.2
	40~300	9.50~13.2	10.46	56.9
沙打旺	0~40	9.94~13.79	11.87	64.5
	40~300	3.30~7.10	4.5	24.5
无芒雀麦	0~40	12.31~14.11	13.21	71.8
	40~300	4.28~5.93	5.01	27.3

沙打旺在黄土丘陵区分布面积较广,关于它的功过,几经褒贬,目前仍是该地区重要的当家草种之一。本试验结果表明:在改善土壤腐殖质方面,沙打旺比不上禾本科的无芒雀麦。在草田轮作中,后茬作物的产量不如草木樨。这是因为第 3、4 年正是沙打旺生长最旺盛的时期,加之其产草量高,消耗和带走的养分较多,因此从实行草田轮作或草粮带状间轮作、培肥土壤的角度来看,沙打旺不是很理想的草种。而草木樨作为传统的当家牧草,不仅能提高土壤腐殖质及氮素含量水平,而且后茬作物的产量高,且草木樨生活周期短,便于轮作倒茬,是草田轮作或草粮带状间轮作较好的草种。但在应用上应注意补充磷肥。

参 考 文 献

- 1 李香兰,刘玉民编著.黄土高原土壤有机质与腐殖酸.西安:天则出版社,1989
- 2 中国环境监测总站编著.土壤元素的近代分析方法.北京:中国环境科学出版社,1992
- 3 梁一民等.黄土丘陵区提高草地生态经济效益的途径.水土保持研究,1996,3(2):111~115
- 4 张洪源,刘明钟,张家建.有机物料在旱地土壤中分解规律的研究.土壤肥料,1986(4):7~11
- 5 J M Tisdall 和 J M Oades, 仓东卿译,土壤中的有机质和水稳性团聚体.土壤学进展,1985(2):32~39

表 4 川台不同四龄牧草地后茬作物产量构成变化

样 地	籽粒产量	秸秆重	kg/hm ²	
			地上部生物量	籽粒/秸秆
无芒雀麦	139.5	1338.0	2733.0	1.0
草木樨	3799.5	4836.0	8635.5	0.8
沙打旺	2434.5	2781.0	5215.5	0.9