

黄土高原旱地苹果园生草对土壤养分的影响

李会科¹, 张广军¹, 赵政阳^{2*}, 李凯荣¹

(¹西北农林科技大学资源与环境学院, 陕西杨凌 712100; ²西北农林科技大学园艺学院, 陕西杨凌 712100)

摘要: 对黄土高原渭北旱地苹果园生草土壤养分测定结果表明: 生草能提高 0~60 cm 土层有机质含量, 种植禾本科牧草有机质年积累 0.1%, 豆科牧草年积累 0.15%; 随着生草年限的增加较深土层土壤有机质也趋于增加。生草对 N、P、K 营养的影响主要表现在 0~40 cm 土层, 生草的前期土壤养分消耗大于积累, 全 N、全 P、全 K 的演变呈现“S”型的演变过程, 生草能提高 0~40 cm 土层水解 N、速效 P 及速效 K 含量, 黑麦草活化 P 的作用大于白三叶, 而白三叶活化 N 的作用大于黑麦草。随着生草年限的增加, 苹果产量及品质得到提高。

关键词: 生草; 黄土高原; 苹果; 果园; 土壤养分

中图分类号: S 661.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2007) 02-0477-04

Effects of Interplanting of Herbage on Soil Nutrient of Non-irrigated Apple Orchard in the Loess Plateau

LI Hui-ke¹, ZHANG Guang-jun¹, ZHAO Zheng-yang^{2*}, and LI Kai-rong¹

(¹College of Environment and Resource, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; ²College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The soil nutrients of interplanting of herbage in apple orchard in Weibei areas in the loess plateau were studied. Results showed that the content of soil organic matter within 60 cm soil layer was increased by 0.1% in grass family herbage land and by 0.15% in the pulse family herbage per year respectively. With the progress of growing herbage years, the soil organic matter increased in dept soil layers. The effects of interplanting of herbage on total N, P and K were observed within 40 cm soil layer. Nutrient competition existed between herbage and apple tree within 40 cm soil layer in four years after planting herbage. In the fifth year of herbage growth, the content of total N, P and K increased. The content of total N, P and K appeared “S” type change in five years. But the content of hydrolytic N, available P and available K within 40 cm soil layer increased. The activated organic P and hydrolytic N were different in lands with various kinds of herbage. The activated organic P in perennial ryegrass land was more effectively than that in white clover land. The hydrolytic N in white clover land increased compared with perennial ryegrass land. With the progress of growing herbage years, fruit output and quality were enhanced.

Key words: Planting herbage; The loess plateau; Apple; Orchard; Soil nutrient

果园生草是欧美及日本等发达国家普遍推行的果园土壤管理模式 (Greenham, 1995), 近年来我国的研究多数集中在南方的橘园、枇杷园、梨园等 (徐明岗等, 2001; 姚青等, 2004; 张猛等, 2006), 黄土高原地区的研究相对较少。目前基本上是针对果园生草现状而进行评价, 对果园生草土壤养分与牧草的互作关系及土壤养分的演变缺乏动态的定位观测 (徐明岗等, 2001; 郝淑英, 2003;

收稿日期: 2006-11-27; 修回日期: 2007-03-05

基金项目: 国家“十五”重点攻关项目 (2002BA16B10); 中国科学院知识创新项目 (kzcx1-06-02); 陕西省农业攻关项目 (2004K01-G2)

* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: zhaozy@nwsuaf.edu.cn)

张猛 等, 2006; 赵政阳和李会科, 2006)。本研究选择陕西渭北黄土高原半干区的旱地“雨养”苹果园, 测定分析苹果园生草土壤养分动态变化特征, 探讨该区域苹果园生草土壤养分与牧草的互作关系及其演变特征, 为该区域建立果园生草技术, 改进果园土壤管理提供理论依据。

1 材料与方 法

试验地位于陕西洛川县凤翥镇塬面无公害苹果示范园, 面积 10 hm^2 , 10~12年生半矮化红富士(新疆野苹果/富士 M_{26})栽植密度 $2\text{ m} \times 4\text{ m}$ 。土壤为黄土母质上发育的黑垆土, 有机质 7.85 g/kg , 全 N 1.02 g/kg , 速效 N 33.8 mg/kg , 全 P 1.18 g/kg , 速效 P 9.03 mg/kg , 全 K 1.46 g/kg , 速效 K 83.07 mg/kg 。果树每年每 hm^2 施肥: 过磷酸钙 600 kg , 尿素 600 kg , 硫酸钾 300 kg , 未施有机肥, 旱作。2000年 8月试验设白三叶生草区、黑麦草生草区和清耕区 3个处理, 每小区面积 2 hm^2 。白三叶播种量为 7.5 kg/hm^2 , 黑麦草为 15 kg/hm^2 , 未施肥。为便于定位观测, 2002年依据生草种类, 采用常规的典型抽样法, 选设 3块 (3个处理) 观测标准地 ($200\text{ m} \times 200\text{ m}$), 生态条件及牧草、果树的田间管理措施一致。2002~2004年在各标准地内采用 S形固定采样法分层取 0~100 cm (20 cm 为一层) 土样, 测定土壤有机质及 N、P、K 养分参考《土壤理化分析》(1983)。2002、2004年测定果实单果质量、可溶性固形物含量、硬度、单株产量。

2 结果与分析

2.1 生草对土壤有机质的影响

如表 1 所示, 2002~2004年在 0~60 cm 土层, 生草区各标准地平均有机质含量均高于清耕区, 且多重比较结果显示, 在 2003 年与清耕区达显著差异 ($P < 0.05$), 在 2004 年达极显著差异 ($P < 0.01$), 表明生草区土壤有机质库容的演变以进化为主; 白三叶区与黑麦草区 2004 年平均有机质含量差异显著 ($P < 0.05$), 表明随着生草年限的增加, 白三叶对土壤有机质的积累促进作用强于黑麦草, 种植黑麦草年可提高土壤有机质 0.1%, 白三叶则为 0.15%。

表 1 土壤有机质
Table 1 Soil organic matter

标准地 Plots	测定年份 Measure year	土层 Soil layer(cm)				特征方程 The characteristic equation	R^2
		0~20	20~40	40~60	平均 Mean		
黑麦草区 Perennial ryegrass land	2002	0.8744	0.6440	0.4500	0.6561	$y = -0.1628 \ln x + 0.8602$	0.9364
	2003	0.9781	0.7638	0.5320	0.7580	$y = -0.4767 \ln x + 0.9818$	0.9990
	2004	1.0179	0.7990	0.6568	0.8246	$y = -0.4706 \ln x + 1.0480$	0.9797
白三叶区 White clover land	2002	0.8643	0.6018	0.5632	0.6964	$y = -0.2950 \ln x + 0.8501$	0.9636
	2003	1.0179	0.8866	0.7484	0.8843	$y = -0.3034 \ln x + 1.0495$	0.9332
	2004	1.1586	1.1215	0.8675	1.0492	$y = -0.4889 \ln x + 1.2900$	0.8300
清耕区 Farming land	2002	0.8013	0.6824	0.5646	0.6828	$y = -0.3078 \ln x + 0.8507$	0.8844
	2003	0.7847	0.6519	0.5606	0.6658	$y = -0.2134 \ln x + 0.7907$	0.9952
	2004	0.7315	0.6064	0.5237	0.6205	$y = -0.2523 \ln x + 0.7627$	0.8807

在垂直剖面, 各标准地土壤有机质均自表层沿剖面递减, 但与清耕相比, 生草区标准地 0~60 cm 各土层有机质含量随着生草年限的增加均有不同程度的增加 (表 1)。对 2002 与 2004 年生草区各标准地 0~60 cm 各土层有机质含量进行多重比较, 黑麦草区 0~20 cm 与 20~60 cm 差异显著 ($P < 0.05$), 表明随生草年限的增加土壤有机质的积累作用主要在表层, 白三叶区 0~40 cm 与 40~60 cm 差异显著 ($P < 0.05$), 白三叶对土壤有机质的积累作用主要集中在 0~40 cm 层。对各标准地土壤有机质含量 (y) 与土层 (x) 进行回归, 其方程 $y = -a \ln x + b$ ($a > 0$, $b > 0$), 若令 d_y/d_x 即 $y = 0$, 则有 $y_{\text{白}} > y_{\text{黑}}$, 说明随着土层的加深, 白三叶改善深层土壤有机质的作用强于黑麦草。

2.2 生草对土壤全价养分含量的影响

如表 2 所示, 与清耕区相比, 生草区各标准地对全 N、全 P、全 K 的影响主要集中在 0~40 cm 土层, 在 2002 年、2003 年即生草前 4 年, 生草区各标准地 0~40 cm 土层全 N、全 P、全 K 较清耕区低, 表明在前期养分消耗量大于积累量, 苹果与牧草在该土层存在养分竞争, 这可能与地被植物群落形成有关。焦峰等 (2006) 对陕北黄土高原不同退耕年份植被与养分互动效应研究认为, 在退耕地植被恢复期, 由于施肥的停止及植被养分的消耗使土壤养分含量降低, 有一个连续下降的时间区间。根据田间观察, 在生草栽培中, 牧草地被的形成是一个渐进的过程, 从牧草地被的培育到稳定群落的建成一般要 2~3 年时间, 且普遍重视果树施肥而忽视对牧草施肥, 因此, 生草前期 0~40 cm 土层全 N、全 P、全 K 降低与牧草缺乏施肥及地被植物群落形成期牧草生长消耗有关。

表 2 土层中全 N、全 P、全 K 的含量

Table 2 The content of total N, total P and total K in soil

(g/kg)

标准地 Plots	土层 Soil layer(cm)	全 N Total N			全 P Total P			全 K Total K		
		2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004
黑麦草区	0~20	1.123	1.091	1.358	1.439	1.508	1.764	26.120	26.932	28.875
Perennial	20~40	0.903	0.984	1.124	0.993	1.083	1.608	26.975	26.420	30.830
ryegrass land	40~60	0.846	0.652	0.681	1.105	1.184	1.467	22.834	23.471	25.470
白三叶区	0~20	1.260	1.305	1.482	1.050	1.227	1.572	26.033	30.035	33.125
White	20~40	0.923	1.124	1.306	1.069	1.122	1.243	24.143	32.382	35.318
clover land	40~60	0.644	1.020	1.064	0.947	0.985	1.051	25.383	32.544	33.784
清耕区	0~20	1.175	1.323	1.261	1.571	1.552	1.476	28.750	32.054	28.260
Farming	20~40	1.063	1.237	1.134	1.043	1.169	1.175	31.042	30.249	28.834
land	40~60	0.790	0.995	0.826	1.236	1.025	1.206	20.836	21.651	21.240

进一步对 2002、2003 年各标准地 0~40 cm 土层全 N、全 P、全 K 含量求平均, 并进行多重比较, 结果显示, 2002、2003 年生草区各标准地全 N、全 P、全 K 含量与清耕区差异不显著, 黑麦草区差异显著性大小为: 全 N < 全 P < 全 K, 白三叶区则为: 全 P < 全 N < 全 K, 表明黑麦草对 N 的消耗较大, 白三叶对 P 的消耗较大。如表 2 所示, 在 2004 年生草区各标准地 0~40 cm 土层全 N、全 P、全 K 较清耕区高, 但差异不显著, 表明该土层全 N、全 P、全 K 呈恢复性增长, 随牧草植被稳定群落的形成, 植被残体、半腐解层在微生物作用下形成的矿质营养逐渐向土壤下层淋析, 向土壤补充营养。生草对果园土壤全 N、全 P、全 K 的作用是一个长期的持续过程, 牧草地被群落形成期果园土壤全 N、全 P、全 K 有所降低, 其变化呈现“S”型, 果园生草栽培中应在生草前期重视对地被植物的施肥。

2.3 生草对土壤速效养分含量的影响

表 3 表明, 0~40 cm 土层, 生草区各标准地水解 N、速效 P 及速效 K 较清耕区高, 表明生草改善了土壤库 N、P、K 的实际供给能力, 活化有机态 N、P、K, 有利于果树对其吸收利用, 这可能

表 3 土层中水解 N、速效 P、速效 K 的含量

Table 3 The content of hydrolytic N, available P and available K in soil

(mg/kg)

标准地 Plots	土层 Soil layer(cm)	水解 N Hydrolytic N			速效 P Available P			速效 K Available K		
		2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004
黑麦草区	0~20	30.459	33.182	33.64	10.522	9.656	11.384	84.174	126.900	128.430
Perennial	20~40	27.074	27.639	28.120	5.244	4.476	5.637	76.589	94.550	96.010
ryegrass land	40~60	18.713	22.124	22.875	3.031	2.745	3.143	71.645	87.790	87.350
白三叶区	0~20	37.067	38.390	38.756	11.025	14.257	15.014	91.790	119.810	122.870
White	20~40	32.510	36.982	37.532	8.142	11.886	12.381	71.534	120.007	122.010
clover land	40~60	22.538	25.611	25.680	4.144	3.115	3.462	63.901	84.351	85.762
清耕区	0~20	26.724	26.665	27.320	9.734	9.945	9.912	85.042	84.058	85.431
Farming	20~40	23.120	22.864	23.185	6.012	5.911	5.743	68.751	63.739	70.154
land	40~60	17.864	18.719	18.623	2.762	2.725	2.812	60.865	61.230	61.762

与牧草根系的分泌物及牧草提高了土壤微生物活性有关。Moria (1969) 认为活的根系的分泌物的作用及土壤大量微生物和土壤动物的存在, 土壤中缓效态或难溶性养分可转化为速效态或易溶性养分。在 0~40 cm 土层, 黑麦草区水解 N 含量低于白三叶区, 而白三叶区速效 P 低于黑麦草区, 表明生草类型不同, 对水解 N、速效 P 效应存在差异, 黑麦草对有机态 P 的活化作用强于白三叶, 而白三叶提高水解 N 的能力强于黑麦草, 因此, 开展牧草混作对于放大果园生草培肥效应有重要意义。

2.4 生草对果实产量和品质的影响

如表 4 所示, 2002 年生草区各标准地产量与清耕区差异不显著, 但随着生草年限的增加, 生草区产量较清耕区均有较大提高, 其中白三叶区产量增加最多, 达 14.39%。与清耕区相比, 生草明显地改善了果实的品质。随年限增加, 白三叶较为突出, 2004 年白三叶区单果质量增加 16.30%, 硬度增加 7.88%, 可溶性固形物含量增加 8.22%, 黑麦草果实硬度的增加达 10.10%。

表 4 生草对果实产量、品质的影响

Table 4 Effect of grass on fruit output and quality

标准地 Plots	株产 Output per tree (kg)		单果质量 Average fruit mass (g)		可溶性固形物 Soluble solid substance (%)		硬度 Firmness (kg/cm ²)	
	2002	2004	2002	2004	2002	2004	2002	2004
白三叶区 White clover land	26.4	30.2	231.6	240.5	15.4	15.8	17.1	17.80
黑麦草区 Perennial ryegrass land	26.1	28.1	219.3	223.4	15.3	15.5	17.1	18.15
清耕区 Farming land	25.7	26.4	210.2	206.8	14.8	14.6	16.7	16.50

References

- Greenham D W P. 1995. The environment of the fruit tree Managing fruit soils HortScience, 12: 25 - 31.
- Hao Shu-ying, Liu Hu-die, Niu Jun-ling, Xie Xiao-hong, Li Deng-ke. 2003. Effects herbage mulching to apple yield and soil water and other soil physical properties in the loess plateau Soil and Fertilizer, 1: 25 - 27. (in Chinese)
- 郝淑英, 刘蝴蝶, 牛俊玲, 解晓红, 李登科. 2003. 黄土高原区果园生草覆盖对土壤物理性状, 水分及产量的影响. 土壤肥料, 1: 25 - 27.
- Jiao Feng, Wen Zhong-ming, Jiao Ju-ying, He Xiao-hui. 2006. Reciprocal effects among vegetation, soil moisture and nutrients of crop land to forest and grassland in loess the hilly region Acta Prataculturae Sinica, 15 (2): 79 - 84. (in Chinese)
- 焦 峰, 温仲明, 焦菊英, 赫晓慧. 2006. 黄丘区退耕地植被与土壤水分养分的互动效应. 草业学报, 15 (2): 79 - 84.
- Moria J L. 1969. Effect of cultivation and nitrogen of fruit quality, yield and color of apples grown in irrigated grass sod cover crop. Can Plant Science, 69: 149 - 154.
- The Chinese Academy Nanjing Soil Research Institute. 1983. Soil physics and chemistry analyse. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press. 62 - 126. (in Chinese)
- 中国科学院南京土壤研究所. 1983. 土壤理化分析. 上海: 上海科学技术出版社: 62 - 126.
- Xu Ming-gang, Wen Shi-lin, Gao Ju-sheng. 2001. Effects of different forage planting model on soil and water conservation and environments in red hilly regions Journal of Soil and Water Conservation, 15 (1): 77 - 80. (in Chinese)
- 徐明岗, 文石林, 高菊生. 2001. 红壤丘陵区不同种草模式的水土保持效果与生态环境效应. 水土保持学报, 15 (1): 77 - 80.
- Yao Qing, Zhu Hong-hui, Chen Jie-zhong. 2004. Influence of orchard sod nowing on nutrient competition between *Citrus sinensis* and *Styosanthus gnacilis* and mechanisms Acta Horticulturae Sinica, 31 (1): 11 - 15. (in Chinese)
- 姚 青, 朱红惠, 陈杰忠. 2004. 果园柱花草刈割处理对其柑橘养分竞争的影响. 园艺学报, 31 (1): 11 - 15.
- Zhang Meng, Zhang Jian, Xu Xiong. 2006. Effects of an artificial fruit-grass ecosystem. Scientia Silvae Sincae, 42 (8): 44 - 49. (in Chinese)
- 张 猛, 张 健, 徐 雄. 2006. 土壤管理方式对果-草人工生态系统土壤性质影响. 林业科学, 42 (8): 44 - 49.
- Zhao Zheng-yang, Li Hui-ke. 2006. The effects of interplant different herbage on soil water in apple orchards in the area of Werbei plateau Acta Horticulturae Sinica, 33 (3): 481 - 484. (in Chinese)
- 赵政阳, 李会科. 2006. 黄土高原旱地苹果园生草对土壤水分的影响. 园艺学报, 33 (3): 481 - 484.