

渭北黄土高原经济林地土壤养分特征研究

易 亮,李凯荣,张冠华,唐荣华

(西北农林科技大学 资源环境学院,陕西 杨陵 712100)

摘 要:为了探明渭北黄土高原经济林地土壤养分状况及其变化规律,以主要经济林树种杏树、柿树、花椒和核桃作为研究对象,对经济林地土壤养分变化特征进行了研究。结果表明:经济林地由于受成土母质和人为干扰的作用,土壤养分含量变异范围较宽,其中养分变异范围中碱解氮的变幅最小,而速效磷最大,达 74.17%;不同的经济林地土壤养分存在一定的差异性,花椒林地有机质和速效钾含量最高,杏树林地次之,柿树和核桃林地含量较低,碱解氮的变化趋势为:核桃>花椒>杏树>柿树,速效磷的变化趋势为:杏树>柿树>花椒>核桃;各种养分在剖面中的含量具有明显的层次性,表层(0-20 cm)养分含量最高,随着剖面深度的增加,养分含量逐渐降低,且降低的幅度越来越小,养分具有明显的“表聚效应”;土壤养分含量之间存在一定的相关性,有机质与速效钾呈显著相关,与碱解氮呈极显著相关,碱解氮与速效钾呈极显著相关,而速效磷与其它养分变化的相关性较低,没有明显规律性;依据黄土高原土壤养分分级指标,所调查经济林土壤有机质和碱解氮处于较低水平,速效磷、速效钾含量丰富,能够满足一般树木生长的需要。

关键词:渭北黄土高原;黄土高原;经济林;土壤养分

中图分类号:S727.3;S714.8

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2009)02-0186-05

Research on Soil Nutrients Characteristics of Economic Forest in Weibei Loess Plateau

YI Liang, LI Kai-rong, ZHANG Guang-hua, TANG Rong-hua

(College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Soil nutrients characteristics under four economic forest lands (*Prunus armeniaca*, *Diospyros kaki*, *Zanthoxylum bungeanum*, *Juglans regia*) were studied to better understand the soil nutrients status and change laws of economic forest land in Weibei Loess Plateau. The results showed that the variance range of soil nutrients content was wide, and amplitude of available nitrogen was the lowest and available phosphorous was the highest (74.2%). There were differences in soil nutrients among different economic forest lands. *Zanthoxylum bungeanum* land had the highest organic matter and available potassium content; *Prunus armeniaca* land took second place, *Diospyros kaki* and *Juglans regia* lands are the lowest. Available nitrogen content in the four economic forest lands decreased in the order: *Juglans regia* land > *Zanthoxylum bungeanum* land > *Prunus armeniaca* land > *Diospyros kaki* land, and available phosphorus changed in the order: *Prunus armeniaca* land > *Diospyros kaki* land > *Zanthoxylum bungeanum* land > *Juglans regia* land. Further more, soil nutrients in different layers of soil profile were significantly different, and top soil in the 0-20 cm layer had the highest contents. Nutrients contents decreased with the increase in profile depth, while the amplitude decreased simultaneously, and ‘surface soil aggregation effect’ was obvious. There were correlations among nutrients contents. Organic matter was significantly correlated with available potassium ($P < 0.05$) and available nitrogen ($P < 0.01$). Available nitrogen significantly correlated with available potassium, while, available phosphorus poorly correlated with other nutrients and

* 收稿日期:2008-12-02

基金项目:国家科技支撑计划课题(2006BAD03A02)

作者简介:易亮(1984-),男,新疆哈密人,硕士研究生,主要从事水土保持与林业生态工程研究。E-mail:nwsuafyl@yahoo.com.cn

通信作者:李凯荣(1955-),男,陕西扶风人,教授,主要从事水土保持与森林培育研究。E-mail:likr.888@163.com

had no obvious law. According to the grading standard of soil nutrients on Loess Plateau , soil organic matter and available nitrogen contents in the investigated economic forest lands were at low level , but these lands were all rich in available potassium and available phosphorus and can meet requirements in tree growth.

Key words :Weibei Loess Plateau ; economic forest ; soil nutrients

黄土高原地区水土流失严重,土壤贫瘠化较为普遍,脆弱的生态环境和严酷的自然条件导致农、林、牧业生产力低下^[1]。渭北黄土高原分布着大面积的经济林,它们与天然林和生态林不同,是以获取经济效益为培育目的的。为了解决生产力低下,最大限度的利用土地资源,增加农民收入,就必须对植被和土壤养分的关系进行探讨。土壤作为植物根系生长发育的基质,要不断的供给植物正常生长过程所需的营养物质,因此,养分的有效性及分布特征对植物生态系统的生产力具有很强的控制作用^[2-4]。以往对该区林地土壤养分分布特征和空间变异性的研究对象主要为天然林及人工林草地^[5-8],对于经济林地的研究则主要集中为苹果果园^[9-11],而对于其它经济林地土壤养分特征的研究则鲜有报道。本文选择渭北黄土高原上广泛种植的杏树(*Prunus armeniaca*)、柿树(*Diospyros kaki*)、花椒(*Zanthoxylum bungeanum*)和核桃(*Juglans regia*)4种经济树种作为研究对象,对经济林地土壤养分状况,特别是土壤中的有机质和可直接为作物吸收利用的速效性氮、磷、钾的含量进行系统分析比较,探讨经济林地土壤养分变化规律,旨在为经济林合理施肥、高产和

持续经营提供重要理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

渭北黄土高原位于黄土高原的中南部(106°20′ - 110°40′ E,34°10′ - 36°20′ N),东西长 385 km,南北长 275 km,包括延安、铜川、渭南、宝鸡等地市的 24 个县区的全部或大部分地区。本区以黄土台塬和黄土沟壑两类地貌组成,以沟壑众多、塬高沟深为主要地貌特征,地势由南向北,由东向西逐步升高,西北海拔多在 1 000 ~ 2 000 m,东部和南部地势平坦,海拔多在 600 ~ 900 m 之间。渭北黄土高原属暖温带半干旱、半湿润气候区,年平均气温 7 ~ 13.3 ℃,10 ℃活动积温平均 2 500 ~ 4 123 ℃,无霜期 160 ~ 180 d,年日照时数 1 900 ~ 2 536 h。多年平均降水量 520 ~ 710 mm,降水量年内分布不均匀,65 %以上的降水量集中在 7 - 9 月;年均蒸发量 1 400 ~ 2 000 mm,年干燥度 1.3 ~ 1.6。本试验调查采样地点位于渭北黄土高原的淳化、富平、韩城、黄龙 4 个县市,土壤类型以黄绵土和黑垆土为主,具体情况见表 1。

表 1 研究地概况

树种	采样地点	样地号	海拔/ m	树龄/ a	株行距/ m	平均树高/ m	平均胸径/ cm	平均冠幅/ m	立地类型
杏树	淳化县	1	1010	20	3.0 ×4.0	5.9	19.0	4.9 ×5.1	塬面
		2	820	25	7.0 ×7.0	7.4	23.5	7.1 ×6.6	西南坡水平梯田
	富平县	3	750	10	4.0 ×6.0	3.1	21.1	5.2 ×4.9	南坡水平梯田
		4	820	11	4.0 ×3.0	3.6	13.2	3.9 ×4.2	北坡水平梯田
柿树	富平县	5	745	10	4.0 ×5.0	4.2	14.7	3.6 ×3.8	南坡水平梯田
		6	800	12	4.0 ×5.0	5.7	14.6	4.6 ×4.0	北坡水平梯田
		7	690	10	4.0 ×3.0	2.6	7.6	4.1 ×3.7	南坡水平梯田
花椒	韩城市	8	700	9	4.5 ×4.0	2.8	7.6	4.6 ×4.9	北坡水平梯田
		9	595	14	3.0 ×6.0	3.6	9.4	5.7 ×5.4	平地
核桃	黄龙县	10	1285	40	6.0 ×6.0	6.3	28.4	6.4 ×5.8	塬面
		11	1245	6	3.0 ×6.0	4.1	7.7	3.8 ×4.6	西坡水平梯田
	淳化县	12	950	23	7.0 ×7.0	6.5	25.9	6.0 ×6.3	塬面

1.2 样品采集与分析

于 2008 年 8 月在调查地不同经济林样地中根据不同地貌及立地类型采集土壤样品。全部采用

“S”型随机多点混合的取样方法,在树干距树冠边缘 2/3 处分别采集 0 - 20、20 - 40、40 - 60 cm 土层土壤样品。土壤样品自然风干,分别过 0.25 mm 和

1.0 mm 筛以供测定。

土壤养分测定采用常规分析方法^[12]。土壤有机质采用重铬酸钾容量 - 外加热法;碱解氮采用碱解扩散法;速效磷采用 0.5 molNaHCO₃ 浸提 - 钼锑抗比色法;速效钾采用 NH₄OAC 浸提 - 火焰光度法进行测定。

2 结果与分析

土壤中的一些养分,由于化学性质的相似性与赋存条件的一致性,在含量分布上具有一定的关联性。

2.1 经济林地土壤养分含量的统计特征分析

渭北黄土高原经济林地土壤养分的描述性统计结果见表 2。从养分含量的均值来看,有机质、碱解

氮、速效磷、速效钾的平均值分别为 0.913 %、33.330 mg/kg、16.688 mg/kg 和 161.513 mg/kg。由于受土壤母质、气候条件、种植方式、施肥水平以及人为管理的影响,土壤养分含量变异范围较宽,我们以变异系数来反映土壤养分的变异范围。4 种土壤养分要素中,碱解氮的统计变异最小,为 26.83 %,其次是有机质和速效钾,分别为 27.72 % 和 38.35 %,这 3 种养分含量的变异程度都属于中等变异,3 者的变异系数并不很大且较为接近,说明这 3 种养分含量在土壤中相对比较稳定,而速效磷的变幅最大,变异系数达到了 74.17 %,属于强变异,其含量极差之间相差 8.08 倍。这与其他学者^[13-15]对黄土高原土壤养分的研究结论一致。

表 2 研究区经济林地土壤养分含量统计特征

养分类型	最大值	最小值	平均值	标准差	中值	偏度	峰度	变异系数/ %
有机质/ %	1.280	0.505	0.913	0.245	0.887	- 0.182	- 1.050	26.83
碱解氮/(mg · kg ⁻¹)	56.360	23.170	33.330	9.238	30.893	1.537	2.697	27.72
速效磷/(mg · kg ⁻¹)	52.914	6.549	16.688	12.378	14.292	2.591	7.699	74.17
速效钾/(mg · kg ⁻¹)	259.142	100.558	161.513	61.939	141.534	0.561	- 1.498	38.35

表 3 不同经济林地土壤养分含量均值比较

树种	有机质/ %	碱解氮/ (mg · kg ⁻¹)	速效磷/ (mg · kg ⁻¹)	速效钾/ (mg · kg ⁻¹)
杏树	0.918b	29.863b	25.255a	174.730a
柿树	0.788b	28.313b	19.997b	138.957b
花椒	1.179a	32.073b	11.621c	178.745a
核桃	0.723b	42.555a	8.127c	141.695b

注:同列不同字母表示养分间差异达显著水平($p < 0.05$)

2.2 不同经济林地土壤养分含量比较

根据不同树种土壤养分含量均值比较的结果(表 3)可知,不同的经济林地土壤养分存在一定的差异性,花椒林地有机质和速效钾含量最高,杏树林地次之,柿树和核桃林地含量较低。不同树种下土壤碱解氮的变化趋势为:核桃 > 花椒 > 杏树 > 柿树。速效磷的变化趋势为:杏树 > 柿树 > 花椒 > 核桃。不同的树种之间养分产生差异的原因是多方面共同作用的结果,包括土壤质地差异、施肥作用、人为干扰、土壤侵蚀等的不同,其中以施肥作用和人为干扰最为严重。不同的林地施肥、抚育程度参差不齐,施肥的种类、数量各不相同,这势必造成了不同林地土壤速效养分之间的差异。

2.3 土壤养分垂直变化特征

0 - 60 cm 土层的土壤养分含量从总体上反映了土壤肥力状况,养分在土壤剖面的分布具有明显

的层次性,随土壤剖面深度发生较大的变化(图 1)。经济林地 0 - 20 cm 土层有机质、碱解氮、速效磷、速效钾养分平均含量分别为 1.115 %、47.344 mg/kg、22.096 mg/kg、197.250 mg/kg,20 - 40 cm 土层养分分别为表层养分的 82.84 %、66.21 %、74.46 %、68.80 %,而 40 - 60 cm 层次间养分则与表层养分差异更为明显,其分别为表层的 72.60 %、44.55 %、54.07 %和 61.22 %。极个别样地出现了下层养分高于表层的现象,这可能是由于降雨引起养分向下淋溶的结果。土壤剖面养分含量整体变化特征呈现出表层(0 - 20 cm)养分含量最高,随着剖面深度的增加,养分含量逐渐降低,且降低的幅度越来越小的规律。这反映出了经济林土壤养分也具有“表聚效应”,这与天然林、人工林以及农田的研究结论一致^[16-18]。这也与经济林地长期施用化肥有关,造成了表层土壤养分富集。

表 4 土壤各养分间相关性分析

项目	有机质	碱解氮	速效磷
碱解氮	0.716 **		
速效磷	- 0.291	- 0.559	
速效钾	0.605 *	0.708 **	- 0.083

注: * 显著水平 $p < 0.05$; ** 极显著水平 $p < 0.01$

2.4 土壤养分变化的相关性

土壤养分之间的相关关系对于分析土壤肥力有重要的意义,可作为土壤肥力观测和评价指标,同时

对指导合理施肥也具有重要作用。由于经济林地土壤养分的表聚效应及其对养分割面分布变化的分析可知,0 - 20 cm 土层养分变化最为剧烈。对该层土壤养分变化的相关性进行分析,可以较好地体现各养分间的关系及其相互作用。对 0 - 20 cm 土层养分的相关性分析表明(表 4),有机质与速效钾呈显著相关,与碱解氮呈极显著相关,碱解氮与速效钾呈极显著相关,表明有机质的积累和分解速率对土壤碱解氮和速效钾的分布具有重要影响^[19];而速效磷与其它养分变化的相关性较低,没有明显规律性,这与一些农地及人工林土壤养分的研究结果不太一致^[1,20],这可能与土壤的成土母质和人为干扰(如施肥、土壤抚育等)有极大的关系,其深层次的原因有待深入研究。

2.5 土壤养分分级评价

参照黄土高原各地的土壤养分分级指标^[21](表5),由渭北黄土高原经济林地土壤养分分级评价(表6)可知,土壤有机质、碱解氮均处于较低水平,而速效磷、速效钾含量丰富,能够满足树木生长的需要,这主要是与林地施肥时多侧重于化肥,而对有机肥

的施用较少有关。导致林地土壤中的碱解氮含量偏低的另一个原因可能是施入土壤中的氮肥经微生物作用迅速变成硝酸盐,部分被林木吸收外有很大一部分通过淋失、反硝化、氨挥发等途径从土壤中损失,造成土壤碱解氮含量偏低。经济林地与人工林草地不同,缺乏大量的枯枝落叶及其形成的腐殖质层,有机质比较匮乏,而土壤中的氮素又主要决定于生物量的累积和土壤有机质分解的强度,因此在养分投入过程中,应加强有机肥料的配施。目前许多经济林-果园采用生草提高土壤中有机质含量,提高土壤生产力,取得了良好的生态及经济效益^[22-23],应大力推广该项措施。

表 5 黄土高原土壤养分分级指标

项目	有机质/ %	碱解氮/ (mg · kg ⁻¹)	速效磷/ (mg · kg ⁻¹)	速效钾/ (mg · kg ⁻¹)
极高	> 4	> 200	> 30	> 200
高	2 ~ 4	100 ~ 200	10 ~ 30	100 ~ 200
中	1 ~ 2	50 ~ 100	5 ~ 10	50 ~ 100
低	0.6 ~ 1	30 ~ 50	2 ~ 5	30 ~ 50
极低	< 0.6	< 30	< 2	< 30

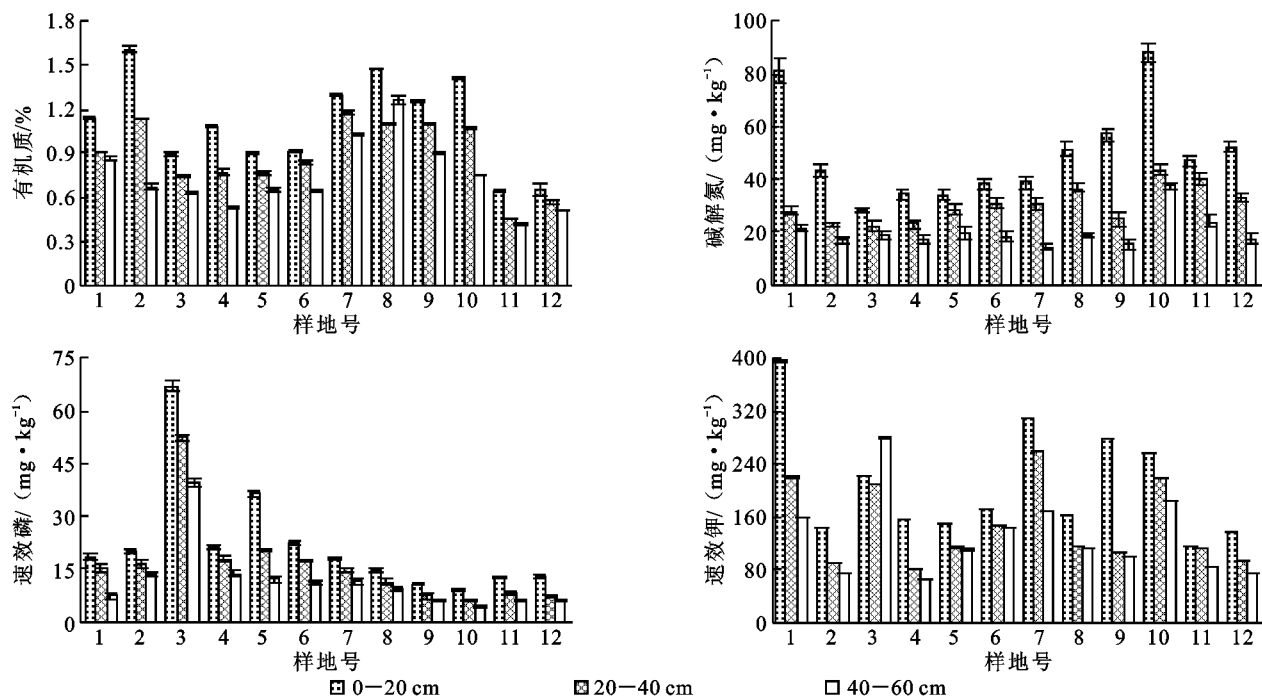


图 1 土壤养分垂直变化特征

表 6 渭北黄土高原经济林地土壤养分分级评价

[illegible]

3 结 论

(1) 由于受土壤母质、气候条件、种植方式、施肥水平以及人为管理的影响,土壤养分含量变异范围较宽,其中养分变异范围中碱解氮的变幅最小,而速效磷最大,达到 74.17%,属于强变异。不同的经济林地土壤养分存在一定的差异性,花椒林地有机质和速效钾含量最高,杏树林地次之,柿树和核桃林地含量较低。不同树种下土壤碱解氮的变化趋势为:核桃>花椒>杏树>柿树,速效磷的变化趋势为:杏树>柿树>花椒>核桃。

(2) 经济林地各种养分在剖面中的含量具有明显的层次性,表层(0-20 cm)养分含量最高,随着剖面深度的增加,养分含量逐渐降低,且降低的幅度越来越小,这反映了经济林土壤养分也具有“表聚效应”。

(3) 经济林地土壤养分含量之间存在一定的相关性,有机质与速效钾呈显著相关,与碱解氮呈极显著相关,碱解氮与速效钾呈极显著相关,而速效磷与其它养分变化的相关性较低,没有明显规律性。

(4) 依据黄土高原土壤养分分级指标,所调查经济林土壤有机质和碱解氮处于较低水平,速效磷、速效钾含量丰富,能够满足一般树木生长的需要。为了提高生产力,获取更大的经济效益,我们应该广辟肥源,扩大有机肥的投入,同时应推广配方施肥技术和生草措施,满足林木对氮、磷、钾等主要养分的需求,提高肥料的利用效率 and 经济效益,增加土壤的农业生产潜力。

参考文献:

- [1] 陕西省土壤普查办公室. 陕西土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 445-457.
- [2] 彭少麟, 黄忠良. 生产力与生物多样性之间的相互关系研究[J]. 生态科学, 2000, 19(1): 1-9.
- [3] Pierrel, Anderson M J. Distance-based analysis: testing multispecies responses in multi-factorial ecological experiments [J]. Ecological Monographs, 1999, 69(1): 1-24.
- [4] Hooper D U, Vitousek P M. Effects of plant composition and diversity on nutrient cycling [J]. Ecological Monographs, 1998, 68(1): 121-149.
- [5] 许明祥, 刘国彬, 卜崇峰. 黄土丘陵区人工林地土壤肥力评价[J]. 西北植物学报, 2003, 23(8): 1367-1371.
- [6] 张红, 吕家珑, 赵世伟, 等. 不同植被覆盖下子午岭土壤养分状况研究[J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(2): 66-69.
- [7] 焦菊英, 焦峰, 温仲明. 黄土丘陵沟壑区不同恢复方式下植物群落的土壤水分和养分特征[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(5): 667-674.
- [8] 彭文英, 张科利, 陈瑶, 等. 黄土坡耕地退耕还林后土壤性质变化研究[J]. 自然资源学报, 2005, 20(2): 272-278.
- [9] 刘子龙, 张广军, 赵政阳, 等. 陕西苹果主产区丰产果园土壤养分状况的调查[J]. 西北林学院学报, 2006, 21(2): 50-53.
- [10] 刘利花, 范崇辉, 张立新, 等. 半湿润易旱区红富士苹果园初夏土壤理化特性及施肥研究[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(2): 28-32.
- [11] 刘汝亮, 同延安, 高义民, 等. 渭北旱塬苹果园土壤养分状况分析与平衡施肥研究[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2008, 36(3): 135-140.
- [12] 鲍士旦. 土壤农化分析(3版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 264-271.
- [13] 王军, 傅伯杰, 邱扬, 等. 黄土高原小流域土壤养分的空间异质性[J]. 生态学报, 2002, 22(8): 1173-1178.
- [14] 潘成忠, 上官周平. 黄土半干旱区坡地土壤水分、养分及生产力空间变异[J]. 应用生态学报, 2004, 15(11): 2061-2066.
- [15] 马斌, 马琨, 何宪平, 等. 宁夏南部黄土高原流域土壤速效养分空间变异研究[J]. 农业科学研究, 2006, 27(3): 16-20.
- [16] 温仲明, 焦峰, 赫晓慧, 等. 黄土高原森林边缘区退耕地植被被自然恢复及其对土壤养分变化的影响[J]. 草业学报, 2007, 16(1): 16-23.
- [17] 许明祥, 刘国彬. 黄土丘陵区刺槐人工林土壤养分特征及演变[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(1): 40-46.
- [18] 常庆瑞, 岳庆玲. 黄土丘陵区人工林地土壤肥力质量[J]. 中国水土保持科学, 2008, 6(2): 71-74.
- [19] 刘梦云, 寇宝平, 常庆瑞, 等. 安塞小流域土壤养分分布特征研究[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2002, 30(6): 21-24.
- [20] 张振国, 黄建成, 焦菊英, 等. 黄土丘陵沟壑区退耕地人工柠条林土壤养分特征及其空间变异[J]. 水土保持通报, 2007, 27(5): 114-120.
- [21] 彭琳, 余存祖, 王继增. 黄土高原旱作土壤养分含量与供给[J]. 西北大学学报: 自然科学版, 1995, 25(2): 117-122.
- [22] Greenham D W P. The environment of the fruit tree, managing fruit soils [J]. Hort Sci., 1995, 12: 25-31.
- [23] 李会科, 张广军, 赵政阳, 等. 生草对黄土高原旱地苹果园土壤性状的影响[J]. 草业学报, 2007, 16(2): 32-39.