

冀 晴,张永清,柴国丽,等. 土地利用方式对晋南黄土高原村域范围内土壤 pH 值与养分的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(2):229-232.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.02.066

土地利用方式对晋南黄土高原村域范围内土壤 pH 值与养分的影响

冀 晴,张永清,柴国丽,王 璐

(山西师范大学地理科学学院,山西临汾 041004)

摘要:通过野外调查与室内分析相结合的方法,分析 4 种土地利用方式下土壤 pH 值与养分的分布特征、变异情况及其相关性,探讨晋南黄土高原村域范围内不同土地利用方式对土壤 pH 值与养分的影响。结果表明:土壤 pH 值呈微碱性,分布特点是核桃园 > 谷子地 > 玉米地 > 苹果园;有机质缺乏,其含量分布特征是核桃园 > 玉米地 > 苹果园 > 谷子地;碱解氮缺乏,速效钾丰富,但二者含量分布特点均表现为苹果园 > 核桃园 > 玉米地 > 谷子地;速效磷较丰富,其含量分布特点为苹果园 > 核桃园 > 谷子地 > 玉米地。统计分析结果显示,苹果园的速效养分含量明显高于其他 3 种土地利用方式,而其他 3 种土地利用方式下的速效养分含量差异不明显。空间变异分析表明,除了土壤 pH 值的空间变异为小变异外,其他项目均为中到高度变异。相关性分析表明,pH 值与各土壤速效养分均呈极显著负相关;有机质含量与碱解氮含量呈极显著正相关;碱解氮、速效磷和速效钾含量两两均呈极显著正相关。

关键词:土地利用方式;黄土高原;村域范围;土壤养分

中图分类号: S158.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)02-0229-03

晋南黄土高原主要的经济来源为农业,水土流失造成的土地退化严重影响着黄土高原农业的持续与健康发展。众多研究表明,合理的土地利用方式可改善土壤结构,增强土壤对外界环境变化的抵抗力^[1],而不合理的土地利用方式则会导致土壤质量下降^[2],加剧土壤侵蚀^[3],降低生物多样性^[4]。近 10 年来,黄土高原生态环境治理和区域经济发展得到了快速发展,在改变传统土地利用方式的基础上,形成了核桃、苹果等多种经济林木优质高效种植方式^[5],但关于这些方式下土壤养分状况的研究尚有待深入。前人对该地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,对于经济林地的研究则主要集中在苹果园,而对于苹果园与其他土地利用方式的土壤养分差异的研究则鲜有报道^[6],且土壤养分的分析一般都基于县域甚至更大区域。本试验是基于母质、地形及气候等趋于一致的村域范围研究,结果更为精确,更具有针对性。为此,本试验以晋南临汾市吉县桃村为研究区域,通过对玉米、谷子、核桃树、苹果树等不同用地类型的土壤 pH 值与养分进行研究,分析村域范围内不同土地利用方式下土壤 pH 值与养分及有机质含量的差异及其相互影响,旨在为晋南黄土高原土壤资源的合理利用和结构调整提供依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

收稿日期:2016-07-22

基金项目:国家自然科学基金(编号:C130301)。

作者简介:冀 晴(1991—),女,山西忻州人,硕士研究生,主要从事土壤生态方面的研究。E-mail:540915090@qq.com。

通信作者:张永清,博士,教授,硕士生导师,主要从事土壤肥料及土壤污染方面的研究。E-mail:yqzhang208@126.com。

研究区位于山西省西南部的临汾市吉县桃村,是黄土高原残垣沟壑区的一部分。地理位置 110°41′~110°46′E, 36°6′~36°8′N,海拔 850~1 203 m。研究区属大陆性季风气候,四季分明,年平均日温差 11.5℃,年平均日照时间 2 653 h,年平均降水量 578 mm,年平均无霜期 172 d^[7]。土壤主要为黄土母质上发育而成的碳酸盐褐土。

1.2 研究方法

1.2.1 样品采集 采样时间为 2015 年 10 月下旬,采样前未灌溉施肥。在满足地理信息系统(GIS)空间分析要求的基础上,采用全球定位系统(GPS)定位的方法在玉米地、谷子地、核桃园及苹果园这 4 种用地中分别随机选取 31、6、6、57 个样地,每个样地采集深度为 0~20 cm,各点按蛇形取 5 个等量混合,共取 100 个土样。每个土样用四分法取 1 kg 带回实验室内进行自然风干,然后分别过 20、60、100 目筛,装袋密封保存。采样时对每个样点的经纬度、海拔、利用类型、品种、种植年龄、近 3 年产量、灌溉方式、施肥品种、施肥量、施肥方法等进行调查和详细记录。图 1 为采样点分布情况。

1.2.2 样品分析 pH 值采用电极法测定,有机质含量的测定采用重铬酸钾容量法,碱解氮含量的测定采用碱扩散法,速效磷含量的测定采取 0.5 mol/L 碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法,速效钾含量的测定采用 1 mol/L 中性乙酸铵浸提-火焰光度法^[8]。

1.2.3 数据处理 用 Excel 2003、SPSS 16.0 和 SigmaPlot 12.5 软件对数据进行均值、标准差、变异系数、相关系数及差异显著性计算、分析与制图。

2 结果与分析

2.1 不同土地利用方式对土壤 pH 值的影响

由表 1 可知,吉县桃村的土壤呈微碱性,pH 值 8.19~

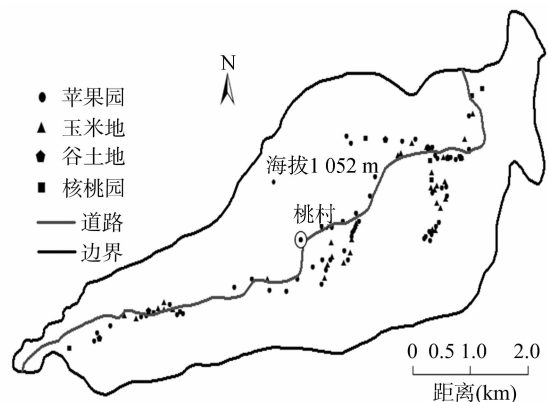


图1 研究区样点分布

8.48;不同土地利用方式下土壤的 pH 值分布表现为核桃园 > 谷子地 > 玉米地 > 苹果园;核桃园与其他土地利用类型的 pH 值有显著差异。研究区土壤呈微碱性的主要原因是研究区成土母质富含钙、镁等物质,加上研究区为半干旱地区,降水少,淋溶作用弱,使岩石矿物和母质风化释放的碱金属和碱土金属的各种盐类不能彻底淋出土体,在土壤中大量累积,使土壤呈碱性。核桃园与其他土地利用类型的 pH 值有显著差异性的原因是采土时核桃园的枯枝落叶层最厚,有机质及腐殖质较多,它们分解时产生的各种有机酸分离去除 H⁺,使土壤的碱性较强。

2.2 不同土地利用方式对土壤有机质含量的影响

如表 1 所示,研究区有机质含量为 7.54 ~ 8.99 g/kg,根据全国第二次土壤普查标准^[9],研究区土壤有机质含量属于缺乏等级,其分布特征是核桃园 > 玉米地 > 苹果园 > 谷子地,但这 4 种类型的土壤有机质含量无显著差异。这 4 种土地利用类型中核桃园有机质含量要高于其他 3 种土地类型,为 8.99 g/kg,而其他 3 种土地类型(玉米地、苹果园、谷子地)有机质含量差异不明显,分别为 7.69、7.58、7.54 g/kg。这主要是因为核桃树生物量大,核桃园里的枯枝落叶层较厚,因此各种形态的有机质较多。研究区土壤有机质含量为缺乏等级,其主要原因可能有 2 个方面:(1)研究区土质偏粗、通气性好,好气性微生物活动旺盛,土壤矿质化过程较为强烈,有机质积累量很少。(2)除苹果园比较注重施肥外,其他 3 种土地利用类型下的土壤施肥量极少或不施肥,管理粗放,更促进了有机质的转化,因此其有机质含量缺乏。

2.3 不同土地利用方式对土壤速效养分含量的影响

研究区碱解氮含量为 40.41 ~ 79.82 mg/kg,属于缺乏等级,速效钾含量为 124.59 ~ 293.91 mg/kg,属于丰富等级,二者分布特点相同,都表现为苹果园 > 核桃园 > 玉米地 > 谷子地,其中苹果园含量最高;速效磷含量为 11.70 ~ 21.28 mg/kg,属于较丰富等级,其分布特点略有不同,为苹果园 > 核桃园 > 谷子地 > 玉米地,但苹果园含量仍最高(表 1)。原因可能与研究区的经济主要依赖苹果园,对苹果园的经济投入最多,注重合理施肥,而对其他土地利用类型不重视,人工参与极少有关。

研究区土壤碱解氮缺乏主要有自然因素和人为因素 2 个方面的原因。黄土高原降水量少、蒸发量大、植物的生物量小、分解速率高,氮素含量就少,加上有机肥施用量少、质量

差,归还土壤的有机质数量少等人为因素,使得研究区土壤氮素达到贫乏的状态。研究区土壤速效磷含量较高,这可能是因为该研究区成土母质中富含磷灰石,加上近年来加大磷肥施用量的结果。研究区土壤速效钾含量丰富,这与成土母质有很大关系,该研究区成土母质富含长石类矿物,因此形成的土壤速效钾含量较高,此外还与研究区秸秆还田的管理措施有关。作物体中的钾大多在茎叶中,研究区无论是玉米地、谷子地还是苹果园里套种的玉米及谷子秋天收获后,其秸秆直接还田,这样作物茎叶中的钾又归还到土壤中,使钾得到了循环。

苹果园与玉米地、谷子地的速效养分含量(除速效磷)有显著差异,其他两两比较无显著差异。这说明苹果园与其他 3 种土地利用方式下的土壤养分状况有很明显的差异。在母质、气候、生物条件基本一致的区域内,土壤性质主要受人类活动的影响,人类活动会对成土母质的风化程度产生影响,导致元素的迁移、淀积有所差异^[10-13]。因此,上述结果的原因很可能是研究区对苹果园的人工管理最多,经济投入最多,施肥量较大,而对其他土地利用类型管理粗放,人工参与极少。另外,植物对土壤养分的吸收能力不同,会造成不同土地利用方式下土壤养分的差别。禾谷类作物吸肥能力强,因此土壤养分含量较低,与其他土地利用方式形成明显差异。

表 1 不同土地利用方式土壤 pH 值与养分状况

土地利用方式	pH 值			
	最小值	最大值	均值	标准差
苹果园	7.56	8.58	8.19b	0.21
玉米地	8.01	8.46	8.26b	0.11
核桃园	8.39	8.52	8.48a	0.05
谷子地	8.14	8.49	8.32b	0.15
土地利用方式	有机质含量(g/kg)			
	最小值	最大值	均值	标准差
苹果园	2.95	11.15	7.58a	1.52
玉米地	2.96	10.48	7.69a	1.62
核桃园	6.81	10.01	8.99a	1.14
谷子地	2.28	9.53	7.54a	2.91
土地利用方式	碱解氮含量(mg/kg)			
	最小值	最大值	均值	标准差
苹果园	34.23	160.52	79.82a	24.98
玉米地	22.76	82.76	55.92bc	13.54
核桃园	49.89	80.04	65.81ab	11.58
谷子地	5.73	79.82	40.41c	28.64
土地利用方式	速效磷含量(mg/kg)			
	最小值	最大值	均值	标准差
苹果园	3.64	70.74	21.28a	13.06
玉米地	4.17	21.95	11.70a	4.84
核桃园	3.38	28.60	13.24a	8.98
谷子地	8.96	20.15	13.20a	4.60
土地利用方式	速效钾含量(mg/kg)			
	最小值	最大值	均值	标准差
苹果园	101.76	1 132.77	293.91a	194.86
玉米地	89.96	376.76	168.77ab	66.00
核桃园	126.71	340.53	202.76ab	78.93
谷子地	79.18	172.64	124.59b	34.10

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。

2.4 不同土地利用方式下土壤 pH 值与养分空间变异分析

土壤养分的空间变异分析是土壤养分管理和合理施肥的基础,其变异系数是土壤性质的内在反映,能够区分不同土壤养分抵抗外界条件的敏感性^[14]。一般变异系数大于 35% 的为高度变异,在 16% ~ 35% 之间的为中等变异,小于 16% 的为小变异^[15]。由图 2 可知,pH 值为小变异,有机质、碱解氮、速效磷、速效钾含量都为中到高度变异。土壤是一个巨大的缓冲体系,具有自我调节能力,能够在一定程度上应对外界酸碱环境的变化^[16],因此,土壤 pH 值变异较小。其他养分的变异程度大是因为不同的土地利用方式下种植的作物不同,管理水平及施肥量各有不同,造成土壤养分输入与输出不同,从而使土壤养分在空间上出现了较大差异。

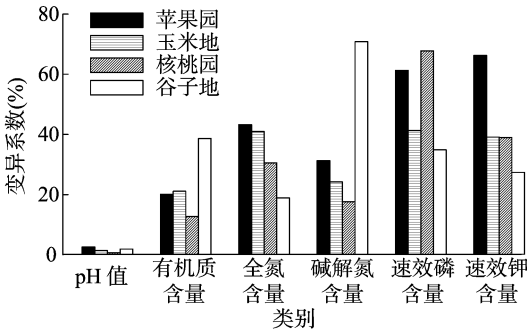


图 2 不同土地利用方式下土壤 pH 值与养分变异系数分布

2.5 土壤 pH 值、养分之间的相关性分析

土壤 pH 值、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^[6]。如表 2 所示,pH 值与各土壤速效养分含量均呈极显著负相关,表明土壤 pH 值对土壤养分的有效性有很大的影响,调节土壤 pH 值,土样各养分含量很有可能会在一定程度上有所提高。有机质含量除了与碱解氮含量呈极显著正相关外,与其他养分无明显相关性,有机质含量与碱解氮含量呈极显著正相关可能与土壤有机质中含有极为丰富的氮素有关。有机质含量与其他养分含量无明显相关性的原因可能与当地农民近年来不注重施用有机化肥有关。碱解氮、速效磷和速效钾等养分含量之间均表现为两两呈极显著正相关,这表明在研究区土壤养分状况得到改善的过程中,碱解氮、速效磷和速效钾等养分含量均呈现上升的规律。

表 2 土壤 pH 值、养分之间的相关系数

项目	pH 值	有机质含量	碱解氮含量	速效磷含量	速效钾含量
pH 值	1.000				
有机质含量	-0.032	1.000			
碱解氮含量	-0.511 **	0.415 **	1.000		
速效磷含量	-0.443 **	0.090	0.587 **	1.000	
速效钾含量	-0.331 **	0.193	0.610 **	0.499 **	1.000

注:“**”表示在 0.01 水平上显著相关。

3 讨论

土地利用方式不同,则地表覆盖及人为干扰程度不同,这就直接影响土壤养分物质的输入和输出,进而深刻影响土壤养分的贮量和养分的有效性等肥力状况^[17]。本研究涉及的 4

种土地利用方式中,果园速效养分含量均高于其他土地利用方式,这与山东省寿光市大量元素中碱解氮、速效钾和速效磷含量均值的分布特征均是菜地 > 果园 > 水浇地 > 盐碱地 > 旱地的研究结果^[16]一致。出现这种结果可能与果园经济产出和农民投入有很大的关系。在相同的劳力与经济投入下,果园单位面积经济产出相对较高,因而农户对果园的土壤肥力关注较多,施用了一定数量的有机肥料和复合肥为主的化学肥料,使得果园土壤养分得到一定的补给和提高。

土壤酸碱度是反映土壤养分状况的重要指标,不仅影响土壤微生物活性,还与土壤养分的形成、转化和有效性密切相关^[18]。本研究土壤 pH 值与土壤各速效养分均呈极显著负相关,这与其他相关研究一致^[16,18]。由于土壤 pH 值与土壤各速效养分存在着极其密切的关系,通过适当调节土壤 pH 值来提高土壤各养分的含量,可能比大量施用肥料更加经济和有效,这还有待进一步的研究探讨。

有关土壤养分的研究大部分以县域或是更大的地域范围作为研究区域,虽然涉及面广,但正是因为涉及面广,其原有条件(如成土母质、地形地貌、气候等)有较大的差别,影响土壤养分分布的原因就更为复杂,研究结果也比较模糊,不确切。本研究是以小范围的村域为研究区域,其成土母质本底值接近一致,整体的地形地貌趋于一致,气候差异细微,影响结果差异性的因素较少,因此分析结果更为确切,更具有说服力。这是本研究的一个创新点。

4 结论

研究区土壤有机质、全氮及碱解氮含量处于较低水平,速效磷、速效钾含量较高,能够满足一般作物及树木的生长需要。这表明该研究区土壤养分结构不协调,在管理中要做到因土施肥。提高土壤肥力,增加土壤有机质和氮素含量是农民增收的重要举措。研究区 4 种土地利用方式中,苹果园的速效养分含量比玉米地、核桃园及谷子地这 3 种土地利用方式高,而后 3 种土地利用方式下的土壤速效养分相差不大,这与果园经济产出和农民投入有很大程度的关系。

研究区土壤 pH 值、养分受外界干扰较明显,含量上具有较大的空间分异性。除 pH 值为小变异外,有机质、全氮、碱解氮、速效磷、速效钾含量都为中到高度变异,其中以速效磷含量的变异系数最大。这种分异在很大程度上与农户的土地管理方式、作物吸收和土壤本身特性等有关。研究区 pH 值与各土壤速效养分含量均呈极显著负相关,有机质含量除了与碱解氮含量呈极显著正相关外,与其他养分含量无明显相关性,全氮、碱解氮、速效磷和速效钾含量两两均呈极显著正相关。

参考文献:

[1] 傅伯杰,陈利顶,马克明. 黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响[J]. 地理学报,1999,54(3):241-246.
[2] 巩 杰,陈利顶,傅伯杰,等. 黄土丘陵区小流域土地利用和植被恢复对土壤质量的影响[J]. 应用生态学报,2004,15(12):2292-2296.
[3] Warkentin B P. The changing concept of soil quality[J]. Journal of Soil and Water Conservation,1995,50(3):226-228.
[4] Crist P J, Kohley T W, Oakleaf J. Assessing land-use impacts on soil

黄 维,杨沈斌,陈 德,等. 苏皖鄂地区一季稻气候适宜度模型的构建[J]. 江苏农业科学,2017,45(2):232-238.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.02.067

苏皖鄂地区一季稻气候适宜度模型的构建

黄 维¹,杨沈斌¹,陈 德¹,王萌萌¹,高 苹²,于庚康²

(1. 南京信息工程大学气象灾害预报预警与评估协同创新中心/江苏省农业气象重点实验室,江苏南京 210044;
2. 江苏省气象局,江苏南京 210008)

摘要:结合苏皖鄂 3 省 23 个农业气象试验站 1981—2006 年一季稻田间试验资料和气象数据,构建适用于研究区一季稻的气候适宜度模型。该模型从 4 个水稻生育期阶段出发,采用统计方法分别确立各阶段光、温作用权重系数和温度适宜度模块中的温度参数,还采用 SCE-UA 优化算法标定水稻的温度特征系数,最后对气候适宜度模型进行检验,并绘制研究区的水稻光、温适宜度和气候适宜度的空间分布图。结果显示:研究区稻田水分控制主要通过人工灌溉,因此,构建的气候适宜度模型仅考虑了光、温 2 个要素的作用;确立了一套适用于研究区一季稻的气候适宜度模型参数,计算的气候适宜度较好地反映了研究区各地的产量水平,两者相关系数达到 0.65,且通过了 0.01 显著性水平检验;从获取的气候适宜度空间分布看,鄂中、皖西和苏南地区是一季稻种植的最适宜区域。上述研究结果可为研究区优化一季稻种植布局提供参考。

关键词:苏皖鄂;气候适宜度;权重系数;参数;SCE-UA 优化算法

中图分类号: S162.5⁺3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)02-0232-07

作物气候适宜度模型在作物产量趋势分析、作物种植布局优化和气候变化影响评估^[1-10]等方面发挥着重要作用。现有的作物气候适宜度模型主要为乘性模型,即将作物生长期内光、温、水 3 个气象要素对作物生产的影响相乘计算适宜度指数^[11-12]。通常该指数值越大,表明气候越适合作物的生

长。作物气候适宜度模型通常包含 3 个子模块,分别为温度适宜度模块、光照适宜度模块和降水适宜度模块。温度适宜度模块一般采用 Beta 函数,参数主要为作物生长的三基点温度(即上下限温度和最适温度);光照适宜度模块一般为 e 指数形式,参数主要有临界日照时数。当光照条件低于该临界条件时,作物生长受到一定的光胁迫;降水适宜度模块则主要采用双曲线与线性组合的分段函数形式,参数有作物各生育阶段的需水量。

从已有报道看,气候适宜度模型的方程形式固定,对于特定的作物,光温参数值也大体一致^[1,12]。但也有部分学者对模型提出了调整和修订。候英雨等将模型中参数时间尺度都缩放到日尺度上,构建东北春玉米连续动态的日时间尺度气候适宜度模型^[13];张建军等采用归一化法代替绝对值法计算各旬或生育阶段的权重系数,构建适用于安徽一季稻的归一

收稿日期:2015-11-16

基金项目:国家公益性行业(气象)科研专项(编号:GYHY201306035、GYHY201306036、GYHY201206020);国家科技支撑计划(编号:2011BAD3B01);江苏高校优势学科建设工程项目(编号:PAPD)。

作者简介:黄 维(1991—),男,广西桂林人,硕士研究生,主要从事农业气象研究。E-mail:827643506@qq.com。

通信作者:杨沈斌,博士,副教授,主要从事应用气象研究。E-mail:jaasyang@163.com。

diversity using an expert systems tool[J]. Landscape Ecology,2000,15(1):47-62.

[5] 邹 诚,徐福利,闫亚丹. 黄土高原丘陵沟壑区不同土地利用模式对土壤机械组成和速效养分影响分析[J]. 生态农业科学,2008,12(24):424-427.

[6] 易 亮,李凯荣,张冠华,等. 渭北黄土高原经济林地土壤养分特征研究[J]. 水土保持研究,2009,16(2):186-190.

[7] 杜静静,张永清,马大龙,等. 不同种植年限苹果园土壤理化性质与酶活性研究[J]. 中国农学通报,2013,29(34):90-95.

[8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2000.

[9] 全国土壤普查办公室. 中国土壤普查技术[M]. 北京:农业出版社,1992:31-111.

[10] 张春霞,郝明德,王旭刚,等. 黄土高原沟壑区小流域土壤养分分布特征[J]. 水土保持研究,2003,10(1):78-80.

[11] 张玉斌,吴发启,曹 宁,等. 泥河沟流域不同土地利用土壤养分分析[J]. 水土保持通报,2005,25(2):23-26.

[12] 刘全友,童依平. 北方农牧交错带土地利用类型对土壤养分分布的影响[J]. 应用生态学报,2005,16(10):1849-1852.

[13] 王洪杰,史学正,李宪文,等. 小流域尺度土壤养分的空间分布特征及其与土地利用的关系[J]. 水土保持学报,2004,18(1):15-18,42.

[14] 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.

[15] Wilding L P. Spatial variability: its documentation, accommodation and implication to soil surveys[M]//Nielson D R, Bouma J. Spatial Variability. Wageningen: Purdoc, 1984:166-193.

[16] 马 群,赵庚星. 集约农业区不同土地利用方式对土壤养分状况的影响[J]. 自然资源学报,2010,25(11):1834-1844.

[17] 马 琨,何宪平,马 斌,等. 宁南黄土高原不同土地利用模式对土壤的影响研究[J]. 生态环境,2006,15(6):1231-1236.

[18] 许自成,王 林,肖汉乾. 湖南烟区土壤 pH 分布特点及其与土壤养分的关系[J]. 中国生态农业学报,2008,16(4):830-834.