

坡耕地土壤养分含量的分布特征

郭 振^{1,2,3,4}

¹陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

²陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

³自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安

⁴自然资源部土地工程技术创新中心, 陕西 西安

Email: 675334047@qq.com

收稿日期: 2021年7月20日; 录用日期: 2021年8月13日; 发布日期: 2021年8月20日

摘 要

坡度是土壤养分流失的重要因素, 针对坡耕地水土流失的现状, 本文进行了不同种植模式的土壤肥力保持效应研究。试验设计的三种坡度梯度分别为2°、3°和5°, 两种种植模式分别为小麦和油菜, 养分指标选取的是有机质、全氮、有效磷和速效钾。结果表明, 油菜种植模式下, 有机质含量表现为坡下 > 坡上 > 坡中, 以2°有机质含量最高。在3°坡耕地土壤中, 不同种植模式下依然表现为油菜种植的全氮含量高于小麦, 增幅介于27.30%~69.06%之间, 以坡中部部位的增幅最大。3°坡耕地中种植油菜较小麦有效磷含量增加了15.70%~31.51%, 速效钾含量增加了10.40%~11.55%。可见种植油菜促进了坡耕地土壤养分的积累, 可作为坡耕地土壤肥力保持的一种有效种植作物。

关键词

有机质, 全氮, 有效磷, 速效钾, 不同坡度

Distribution Characteristics of Soil Nutrient Content on Sloping Farmland

Zhen Guo^{1,2,3,4}

¹Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

²Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

³Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, Ministry of Natural Resources, Xi'an Shaanxi

⁴Land Engineering Technology Innovation Center, Ministry of Natural Resources, Xi'an Shaanxi

Email: 675334047@qq.com

Received: Jul. 20th, 2021; accepted: Aug. 13th, 2021; published: Aug. 20th, 2021

文章引用: 郭振. 坡耕地土壤养分含量的分布特征[J]. 农业科学, 2021, 11(8): 802-808.

DOI: 10.12677/hjas.2021.118107

Abstract

Slope is an important factor in soil nutrient loss. Aiming at the current situation of soil erosion on slope farmland, this paper conducted a research on soil fertility maintenance effects of different planting patterns. The three slope gradients of the experimental design were 2°, 3° and 5°, and the two planting modes were wheat and rape. The nutrient indicators were organic matter, total nitrogen, available phosphorus and available potassium. The results showed that under the rape planting mode, the organic matter content was downhill > uphill > mid-slope, with the highest organic matter content at 2°. In the soil of 3° sloping farmland, the total nitrogen content of rapeseed planting is still higher than that of wheat under different planting modes, and the increase is between 27.30%~69.06%, with the largest increase in the middle part of the slope. Compared with wheat, the available phosphorus content of rapeseed planted in 3° slope farmland increased by 15.70%~31.51%, and the available potassium content increased by 10.40%~11.55%. It can be seen that rapeseed planting promotes the accumulation of soil nutrients in sloping farmland, and can be used as an effective planting crop for soil fertility maintenance in slope farming.

Keywords

Organic Matter, Total Nitrogen, Available Phosphorus, Available Potassium, Different Slopes

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

土壤是各种生物赖以生存的基础,受外部机械力的作用土壤的性状发生改变,可通过调节影响土壤的水、肥、气、热等因子改善土壤的理化性状,为作物生长发育创造良好的环境条件,进而达到提高作物产量的目的[1][2]。我国坡耕地占总耕地面积的34.3%,已有大量研究表明[3],在黄土高原有55%左右的泥沙来自坡耕地,长江等河流也有65%左右的泥沙来源于坡耕地,说明坡耕地是江河泥沙的主要来源。坡耕地土壤的水土侵蚀直接导致养分最为丰富的表土流失,使土壤生产力降低,导致土地退化[4]。因此,研究坡耕地土壤养分流失和保护措施不仅是当前的生态问题,也是农业可持续发展的现状问题[5]。

在坡耕地上,进行水土保持耕作措施能拦截地表径流,减少土壤冲刷,为农业生产保水保土保肥[6]。国内外水土保持措施一般分为两大类:一类是改变地面微地形、增加地面粗糙度,如等高种植、横坡种植等;另一类是增加地面覆盖度和改良土壤,如间套混复种等[7]。有研究表明,粮菜间作和粮草间作等不同间作方式均能有效地减少土壤侵蚀,保护土地资源,减少养分流失,提高作物产量[8][9]。随着全球人口的增长和经济的快速增长,与生态修复、保护性农业、质地、土壤改良、气候变化等相关的其他研究方面逐渐受到关注并成为研究热点,需要多学科交叉融合[10]。Burwell等[11]研究结果表明,不同的降雨过程和下垫面情况会使土壤养分流失数量差异很大。总的来说,土壤养分损失表现为两种形式:其一是溶解于径流中的养分随径流液流失和吸附或结合于泥沙表面以无机态和有机态存在,其二是溶解于下渗水的养分随入渗水向下层淋失[12]。坡度是二维坡面的主要参变量之一,随着坡度的改变,土壤表层单位面积受降雨强度发生了变化,同时改变了土壤入渗能力及坡面水流特性,改变了雨滴与土壤的接触角度及地表水体和物质的平衡状态等[13]。这一系列的变化,必然改变径流溶质的迁移过程。邓龙洲等[14]

指出,坡面土壤的不稳定性与坡度的大小成正比,坡度越大,土体越不稳定,在外力的作用下发生下移的可能性越大,在人为干扰较大的坡耕地上表现尤为突出。坡度会引起土壤养分和土壤微生物量发生改变,在科尔沁沙地移动沙丘上建立小叶沙林的研究中发现,坡度、土壤深度、灌木下或灌木之间的区域会对土壤养分的空间分布和微生物特性有显著影响[15]。为此,采用改变坡度来着重研究坡度对土壤养分流失的影响,为土壤养分流失模拟和水土资源控制提供参考。

2. 材料与方法

2.1. 试验地概况

本次试验设置位于秦岭野外监测中心站内(107°41'23"~107°51'40"E 和 33°49'31"~34°08'11"N),该站位于陕西省宝鸡市眉县汤峪镇上王村,是陕西省土地工程建设集团为从事山地土地工程领域基础理论和工程实践研究而建立的科研平台。该地位于陕西省关中平原西部,南依秦岭,北临渭水,属黄河中游川塬沟壑区。眉县属暖温带大陆性半湿润气候,海拔高度在 442~3767 m 之间,年平均气温 12.9℃,平均降水 609.5 mm,平均日照 2015.2 h,无霜期 21 d。每年 3~5 月,回暖较快,秋季受冷空气影响,昼夜温差较为明显,是关中地区秋雨最多的区域之一。该区地形地貌复杂,大体为南北高中间低的不对称形地型,东西向延伸略长,南北向起伏较短。全县最高点为太白山次高峰,海拔 3771.2 m;最低点为位于青化与扶风交界的渭河东流出境处,海拔 442 m。依照地貌特征,全县可分为秦岭山地(海拔 700 米以上)、黄土梁原、山前洪积平原、渭河冲积平原、渭北黄土台原五种地貌类型。概括而言,全县呈现“七河九原一面坡,六山一水三分田”的地貌形态。

2.2. 试验设计

本模型规划总长度 64 m,宽 18 m,占地面积为 1152 m²。模型共设置三个主坡度试验区,分别为 2°、3°和 5°的坡面,每个试验区大小为长 14 m,宽 12 m 的长方形。每个试验区设置四块试验田(长 12 m × 宽 3.5 m),种植作为分别为小麦,油菜。在各个试验田块的坡面底端安装地面径流接收系统。

2.3. 样品采集与分析

每年 5 月底,在农作物收割后采集各坡地的土壤样品。每个试验地块分为上、中、下三部分,每部分采用五点法均匀采集,混合成一个样品。土壤样品过 2 mm 筛,除去动植物残体、碎石等杂质,然后在室内过 1 mm 和 0.149 mm 筛风干,测定土壤有机质、全氮、有效磷和速效钾。土壤有机质采用重铬酸钾氧化-外加加热法进行测定,土壤全氮采用半微量凯氏法进行测定,土壤有效磷采用双酸浸提法进行测定,土壤速效钾采用乙酸铵浸提-火焰光度法进行测定[16]。

2.4. 数据分析

数据采用 Excel 2020 进行分析处理并制作图表。

3. 结果与分析

3.1. 有机质含量

种植小麦和油菜两种不同模式对有机质含量有明显的影响,种植油菜较小麦使得有机质含量增加显著(图 1)。在 2°坡地中,种植小麦使有机质含量随坡位的下降而增加,坡下部位较坡上部位有机质含量增加了 69.03%;油菜种植模式下的有机质变化规律则与小麦相反,随坡位的下降而降低。在坡上和坡中部位均以油菜种植模式下的土壤有机质含量高。在 3°坡地中,种植小麦使得不同坡位的有机质含量均低于

种植油菜，种植油菜较种植小麦使有机质含量增加了 17.42%~86.60%，以坡中部位增幅较大。小麦种植模式下，有机质含量表现为坡上 > 坡下 > 坡中，油菜种植模式下，有机质含量表现为坡下 > 坡中 > 坡上。在 5°坡地中，不同坡位处种植小麦的有机质含量高于种植油菜，增幅介于 7.14%~38.83%之间。小麦种植模式下，有机质含量表现为坡中 > 坡上 > 坡下，油菜种植模式下，有机质含量表现为坡下 > 坡上 > 坡中。小麦种植模式下的土壤有机质含量以 5°处理较高，其次为 2°处理，3°处理最低。油菜种植模式下，有机质含量随坡度的增加而降低，以 2°有机质含量最高，5°有机质含量最少。

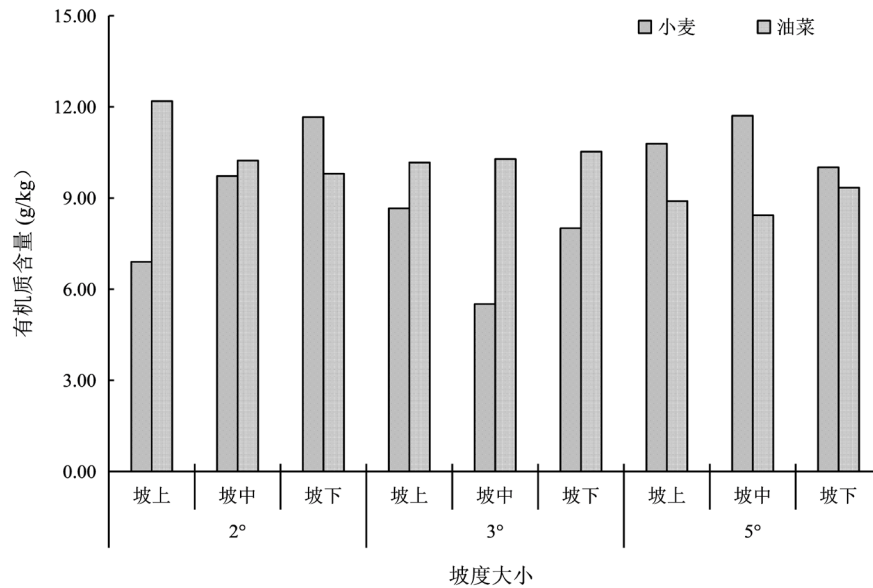


Figure 1. Variation characteristics of soil organic matter content under different slopes
图 1. 不同坡度下土壤有机质含量的变化特征

3.2. 全氮含量

在 2°坡地中，种植油菜的土壤全氮含量较种植小麦增加了 14.33%~57.82%，增幅随坡位的下降而增大(图 2)。在不同坡位处两种植模式的趋势一致，均以坡下部位的全氮含量最高，其次是坡上部位，坡中位置的最低。在 3°坡耕地土壤中，不同种植模式下依然表现为油菜种植的全氮含量高于小麦，增幅介于 27.30%~69.06%之间，以坡中部位的增幅最大。小麦种植下，以坡上位置的全氮含量最高，其次为坡下位置，坡中最低；而油菜种植下，全氮含量随坡位的下降而增加，坡下位置较坡上位置增加了 13.89%。在 5°坡耕地土壤中，不同种植模式下小麦种植的全氮含量高于油菜，增幅介于 17.74%~23.62%之间，增幅随坡位的降低而增加。小麦种植下，以坡下位置的全氮含量最高，其次为坡中位置，坡上最低；而油菜种植下，全氮含量以坡中位置最低，坡下和坡上位置含量基本一致。综合来看，油菜种植促进了全氮的积累，以 3°处理含量最高。

3.3. 有效磷含量

有效磷含量在不同处理下表现出显著的差异，仅在 5°坡耕地的坡下部位表现出小麦种植模式的有效磷含量高于油菜种植，其余坡度及坡位下均呈现为油菜种植模式下的有效磷含量高于小麦种植(图 3)。2°坡耕地中种植油菜较小麦有效磷含量增加了 9.05%~35.79%，3°坡耕地中种植油菜较小麦有效磷含量增加了 15.70%~31.51%，5°坡耕地中种植油菜较小麦有效磷含量在坡上部位和坡中部位分别增加了 48.22%和 47.56%，2°和 3°处理中均以坡中部位增幅较大，5°处理中以坡上部位增幅较大。在油菜种植模式下，不

同坡度下均以坡上位置的有效磷含量最高，坡中和坡下位置无显著差异，平均值以 3°处理的有效磷含量最大，其次为 5°处理，2°处理最小。

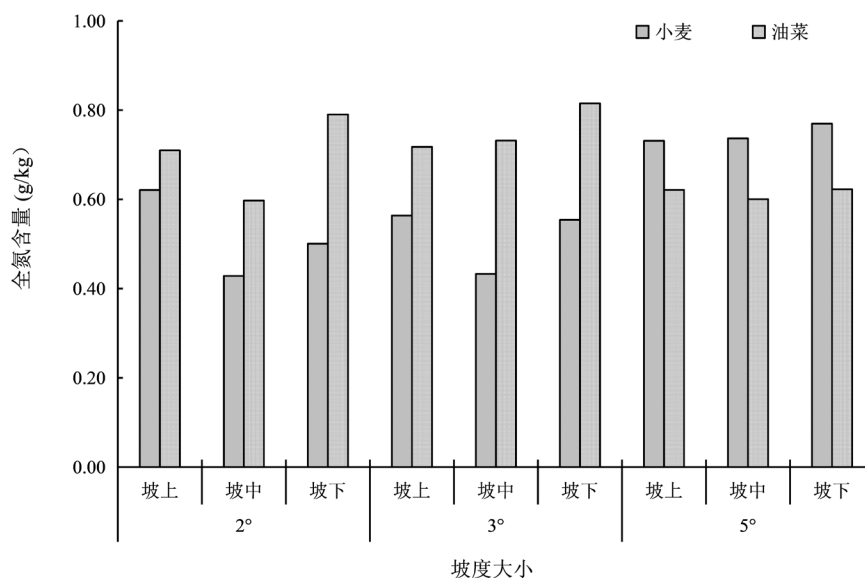


Figure 2. Variation characteristics of soil total nitrogen content under different slopes

图 2. 不同坡度下土壤全氮含量的变化特征

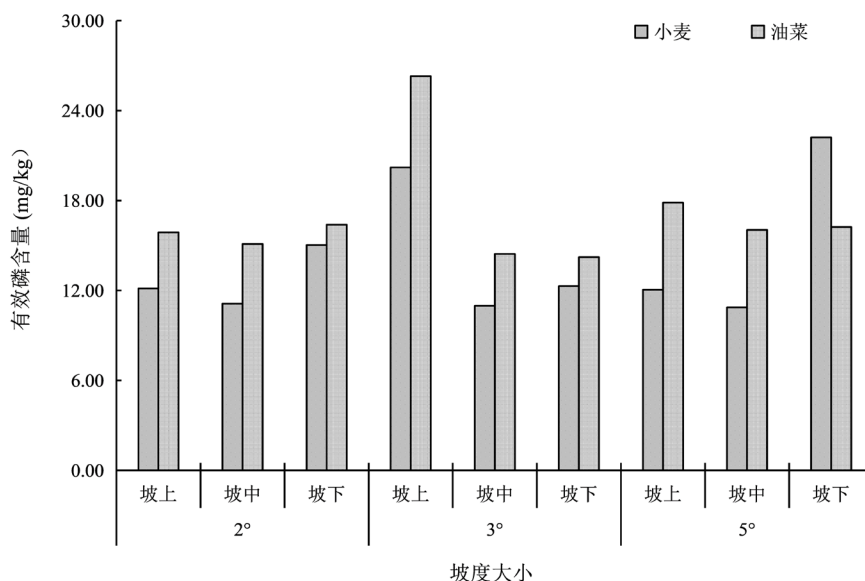


Figure 3. Variation characteristics of soil available phosphorus content under different slopes

图 3. 不同坡度下土壤有效磷含量的变化特征

3.4. 速效钾含量

速效钾含量在不同处理下表现出显著的差异，与有效磷变化规律一致。仅在 5°坡耕地的坡下部位表现出小麦种植模式的速效钾含量高于油菜种植，增幅为 4.73%，其余坡度及坡位下均呈现为油菜种植模式下的速效钾含量高于小麦种植(图 4)。2°坡耕地中种植油菜较小麦速效钾含量增加了 13.24%~116.52%，3°坡耕地中种植油菜较小麦速效钾含量增加了 10.40%~11.55%，5°坡耕地中种植油菜较小麦速效钾含量在

坡上部位和坡中部位分别增加了 26.29%和 19.29%，2°和 5°处理中均以坡上部位增幅较大，3°处理中以坡下部位增幅较大。在油菜种植模式下，速效钾含量随坡度的增加而增加，而小麦种植模式下以 3°坡耕地的速效钾含量最高，其次为 5°坡耕地，2°坡耕地的最小。

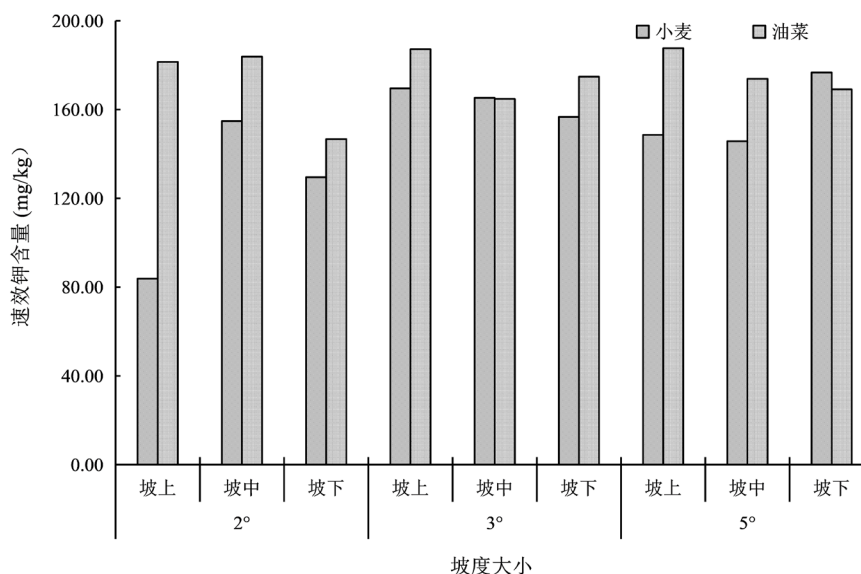


Figure 4. Variation characteristics of soil available potassium content under different slopes
图 4. 不同坡度下土壤速效钾含量的变化特征

4. 结论

种植模式对坡耕地土壤养分含量有显著的影响。种植油菜模式的土壤养分含量高于种植小麦，且在油菜种植模式下，有机质含量随坡度的增加而降低，全氮和有效磷含量均以 3°坡耕地的含量较大，速效钾含量则随坡度的增加而增加。可见，土壤养分含量在坡耕地中分布规律各异，但种植油菜模式却使得所有养分含量均呈增加的趋势，可作为坡耕地土壤抗侵蚀的种植方式之一。

基金项目

陕西省自然科学基金基础研究计划(2021JZ-57)；陕西省创新人才推进计划——青年科技新星项目(2021KJXX-88)；陕西地建-西安交大土地工程与人居环境技术创新中心开放基金(2021WHZ0087, 2021WHZ0093)；长安大学陕西省土地整治重点实验室开放基金项目(2018-JC18)。

参考文献

- [1] 康轩, 黄景, 吕巨智, 等. 保护性耕作对土壤养分及有机碳库的影响[J]. 生态环境学报, 2009, 18(6): 2339-2343.
- [2] 张海林, 孙国峰, 陈继康, 等. 保护性耕作对农田碳效应影响研究进展[J]. 中国农业科学, 2009, 42(12): 4275-4281.
- [3] 邵明安. 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1999: 1-9.
- [4] 周佩华, 张学栋, 唐克丽. 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室土壤侵蚀模拟试验大厅降雨装置[J]. 水土保持通报, 2000, 20(4): 27-30.
- [5] 杜章留, 高伟达, 陈素英, 等. 保护性耕作对太行山前平原土壤质量的影响[J]. 中国生态农业学报, 2011, 19(5): 1134-1142.
- [6] 马传功, 陈建军, 郭先华, 等. 坡耕地不同种植模式对农田水土保持效应及土壤养分流失的影响[J]. 农业资源与环境学报, 2016, 33(1): 72-79.

-
- [7] 付斌. 不同农作处理对坡耕地水土流失和养分流失的影响研究——以云南红壤为例[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2009.
- [8] 安瞳昕, 李彩虹, 吴伯志, 等. 玉米不同间作方式对坡耕地水土流失的影响[J]. 水土保持学报, 2007, 21(5): 18-24.
- [9] 安瞳昕, 李彩虹, 吴伯志, 等. 坡耕地玉米不同间作模式效益研究[J]. 作物杂志, 2009(5): 92-94.
- [10] Peng, X.Y., Tong, X.G., Hao, L.T., *et al.* (2019) Applicability of Biochar for Limiting Interrill Erosion and Organic Carbon Export of Sloping Cropland in a Semi-Arid Area of China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **280**, 68-76.
- [11] Burwell, R.E., Timmons, D.R. and Holt, R.F. (1975) Nutrient Transport in Surface Runoff as Influenced by Soil Cover and Seasonal Periods. *Soil Science Society of America Journal*, **39**, 523-528. <https://doi.org/10.2136/sssaj1975.03615995003900030040x>
- [12] 王全九, 沈晋, 王文焰, 等. 降雨条件下黄土坡面溶质随地表径流迁移实验研究[J]. 水土保持学报, 1993, 7(1): 11-17.
- [13] 穆天亮. 黄土坡面土壤溶质随地表径流迁移特征与数学模型[D]: [博士学位论文]. 西安: 西安理工大学, 2009.
- [14] 邓龙洲, 张丽萍, 范晓娟, 等. 不同雨强和坡度下侵蚀性风化花岗岩母质坡地产流产沙特征[J]. 农业工程学报, 2018, 34(17): 143-150.
- [15] Cao, C., Jiang, S., Ying, Z., *et al.* (2011) Spatial Variability of Soil nutrients and Microbiological Properties after the Establishment of Leguminous Shrub *Caragana microphylla* Lam. Plantation on Sand Dune in the Horqin Sandy Land of Northeast China. *Ecological Engineering*, **37**, 1467-1475. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2011.03.012>
- [16] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤物理分析[M]. 北京: 科学出版社, 1978.