

不同坡度及种植模式对土壤粒径组成及质地的影响

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6月28日; 录用日期: 2021年7月29日; 发布日期: 2021年8月6日

摘 要

为探究不同坡度和种植模式对坡耕地黄土粒径组成及质地的影响, 本研究以陕南山地为研究对象, 设计三种坡度梯度(2°、3°、5°)和两种种植模式(小麦、油菜)的坡耕地试验区进行研究。结果表明, 种植小麦较油菜使得砂粒含量有所增加, 以2°处理的砂粒含量最高。油菜种植模式下, 粉粒含量随坡度的增加而降低, 以2°粉粒含量最高, 5°粉粒含量最少。种植小麦与种植油菜相比, 土壤的粉粒含量平均减少了1.04%, 无显著差异。种植油菜较小麦使得粘粒含量显著增加, 增幅为28.57%。油菜种植模式下, 粘粒含量随坡度的增加而降低, 以2°粘粒含量最高, 5°粘粒含量最少。种植油菜促进了坡耕地细小颗粒的增加, 土壤质地向粉壤土转变, 以2°最为突出, 可作为土壤抗侵蚀的作物参考。

关键词

秦岭山地, 土壤粒度, 种植模式, 不同坡度, 质地

Effects of Different Slopes and Planting Patterns on Soil Particle Size Composition and Texture

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

文章引用: 郭振. 不同坡度及种植模式对土壤粒径组成及质地的影响[J]. 世界生态学, 2021, 10(3): 366-372.

DOI: 10.12677/ije.2021.103041

Shaanxi

⁴Land Engineering Technology Innovation Center, Ministry of Natural Resources, Xi'an Shaanxi
Email: 675334047@qq.comReceived: Jun. 28th, 2021; accepted: Jul. 29th, 2021; published: Aug. 6th, 2021

Abstract

In order to explore the effects of different slopes and planting patterns on the grain size composition and texture of sloping farmland loess, this study took the mountainous area of southern Shaanxi as the research object, and designed three slope gradients (2°, 3°, 5°) and two plantings models (wheat, rape) in the sloping farmland test area to study. The results showed that planting wheat increased the sand content compared to rapeseed, and the sand content was the highest when treated with 2°. Under the rape planting mode, the powder content decreased with the increase of slope, with 2° powder content being the highest and 5° powder content being the least. Compared with planting rapeseed, the powder content of the soil was reduced by 1.04% on average, and there was no significant difference. Planting rape has a significant increase in clay content than wheat, with an increase of 28.57%. Under the rape planting mode, the clay content decreased with the increase of slope, with 2° clay content being the highest and 5° clay content being the least. Planting rape has promoted the increase of fine particles on slope farmland, and the soil texture has changed to silt loam, with 2° being the most prominent, which can be used as a reference for soil erosion resistance crops.

Keywords

Qinling Mountains, Soil Granularity, Planting Patterns, Different Slopes, Texture

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

坡耕地是提供大量耕地资源的复合生态系统,受自然过程和人类活动影响显著,我国坡耕地面积为3824 hm²,占耕地总面积的28.35% [1]。然而,近几十年来,由于对坡耕地的集约化和不当开发,造成了严重的水土流失、面源污染、土地退化甚至自然灾害等环境问题[2]。

因此,适当利用坡耕地,对于在挖掘其宝贵的土壤和水资源的同时保持与其高生产力之间的平衡,以满足不断增长的全球粮食需求和可持续农业发展至关重要[3]。

坡耕地易引发水土流失导致土壤结构不良、土壤肥力降低,进而抑制农作物生长,严重阻碍农业的生产与发展[4]。坡耕地耕作活动模式是由社会经济因素和自然因素综合决定的,坡耕地人为扰动最为频繁且有周期性、高强度的特点,坡耕地生产过程对土壤理化性质影响强烈[5]。在世界范围内,已经对坡耕地的沉积物来源、运输和分布、养分循环和水文过程及其对土壤健康和水体的影响进行了大量研究[6]。早期对坡耕地的研究主要与土地生产力有关,由于坡度不稳定、环境属性脆弱的坡耕地土壤侵蚀严重,导致表土和土壤养分流失,土地生产力显著下降。这一时期,不同尺度的田间地块、不同尺度的水文和侵蚀模型以及示踪技术得到广泛应用[7]。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[8]。不同国家和地区对坡耕地综合利用的重视程度不同。美国在水文和侵蚀过程机制、模型开发和应用方面处于领先地位。中国的研究经历了从满足不断增长的人口对食物的需求和提高生产力的主要目标到环境保护战略的转变，例如退耕还林还草。而在东南亚，农林业系统的设计和定量评价是主要的研究重点。因此，迫切需要对不同时间和区域尺度的坡耕地研究进行宏观定量分析，以更好地支持农业可持续发展，并有利于有效的区域间整合和交流。

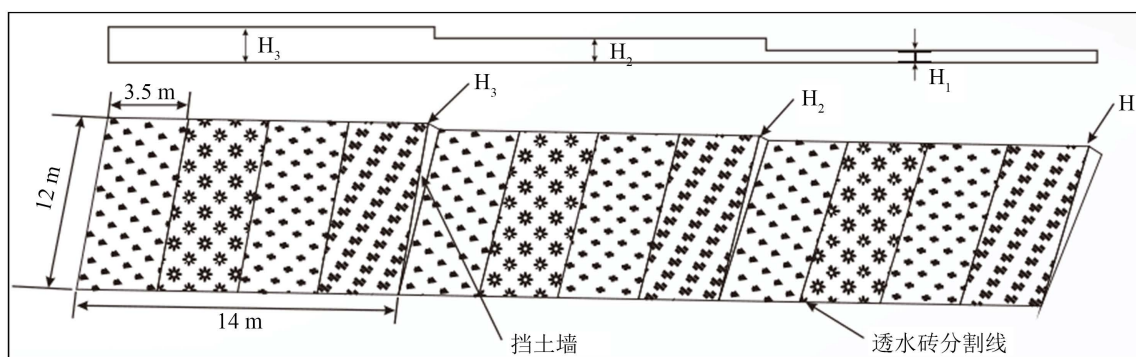
2. 材料与方

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. 模型设计

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，黑麦草和丹参。在各个试验田块的坡面底端安装地面径流接收系统。模型设计如图 1 所示。



注：高度 H_1 、 H_2 、 H_3 分别为 0.4 m、0.73 m、1.1 m； H_1 高度的坡度为 2°， H_2 高度的坡度为 3°， H_3 高度的坡度为 5°。

Figure 1. Sloping farmland model design drawing

图 1. 坡耕地模型设计图

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 筛风干,测定土壤质地。土壤质地以及粒径组成采用马尔文激光粒度仪(MS2000, UK)进行测定。

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. 砂粒含量

种植小麦较油菜使得砂粒含量有所增加(图 2)。在 2°坡地中,种植小麦使砂粒含量随坡位的下降而增加,增幅为 23.46%,油菜种植以坡上部位的砂粒含量最大,其次为坡下部位,坡中部位居中,且小麦种植下坡中和坡下部位的砂粒含量高于油菜种植。在 3°坡地中,种植小麦使得砂粒含量随坡位的下降而下降,油菜种植以坡中部位的砂粒含量高,其次为坡上部位,坡下部位最低。不同种植模式相比,在 3°坡地中种植小麦较种植油菜使得砂粒含量降低了 4.66%。在 5°坡地中,种植小麦的砂粒含量随坡位的下移先增加后降低,油菜种植使得砂粒含量随坡位的下移而增加,且在不同坡位处,油菜种植的砂粒含量均高于小麦种植,但无显著差异。种植小麦模式下,以 2°处理的砂粒含量最高,其次为 5°处理,3°处理最低;油菜种植模式下,砂粒含量随坡度的增加而增加,以 5°砂粒含量最高,2°砂粒含量最少。

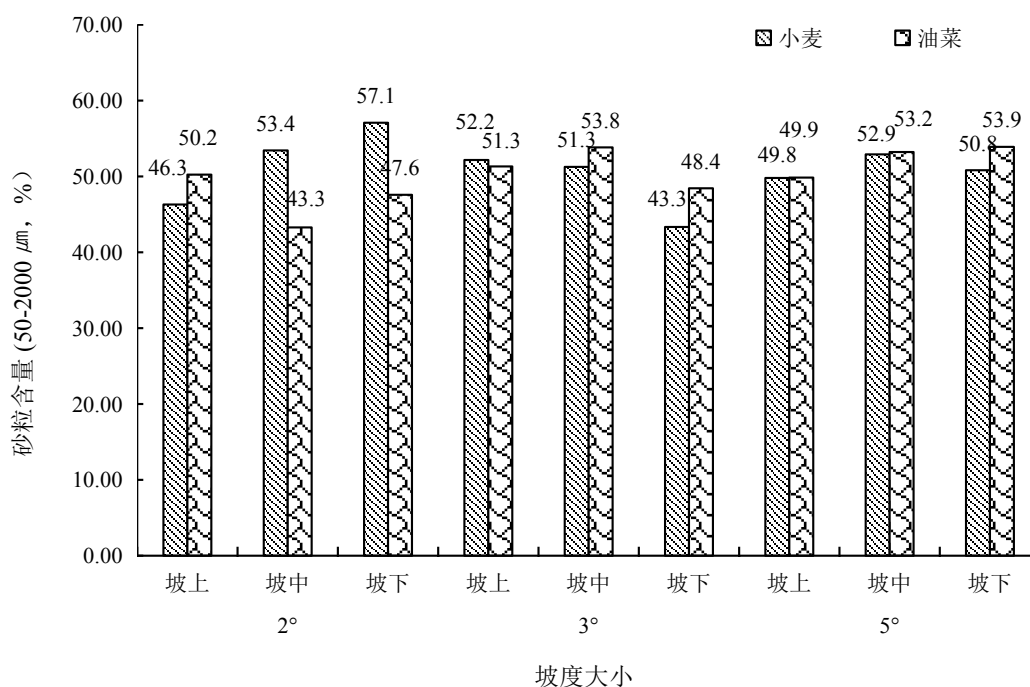


Figure 2. Variation characteristics of soil sand content under different slopes and different planting modes
图 2. 不同坡度不同种植模式下土壤砂粒含量的变化特征

3.2. 粉粒含量

在 2°坡地中,种植小麦使粉粒含量随坡位的下降而下降,降幅为 19.85%,油菜种植以坡中部位的粉粒含量最大,为 56.3%,其次为坡下部位,为 52.1%,坡上部位最低,为 49.4%。坡上部位种植小麦的粉

粒含量高于种植油菜,而坡中和坡下部位以种植油菜的粉粒含量较高,平均值较种植小麦增加了 10.72%。在 3°坡地中,种植小麦使得粉粒含量随坡位的下降而增加,与砂粒变化规律相反,油菜种植以坡下部位的粉粒含量高,为 51.2%,其次为坡上部位,为 48.3%,坡中部位最低,为 45.8%。不同种植模式相比,在 3°坡地中种植小麦较种植油菜使得粉粒含量增加了 4.77%,表现为以坡中和坡下部位的粉粒含量增加较多。在 5°坡地中,种植小麦的砂粒含量随坡位的下移先降低后增加,油菜种植使得粉粒含量随坡位的下移而减少,且在不同坡位处,油菜种植的粉粒含量均低于小麦种植,但无显著差异,与砂粒含量变化相反。种植小麦模式下,以 3°处理的粉粒含量最高,其次为 5°处理,2°处理最低;油菜种植模式下,粉粒含量随坡度的增加而降低,以 2°粉粒含量最高,5°粉粒含量最少。种植小麦与种植油菜相比,土壤的粉粒含量平均减少了 1.04%,无显著差异(图 3)。

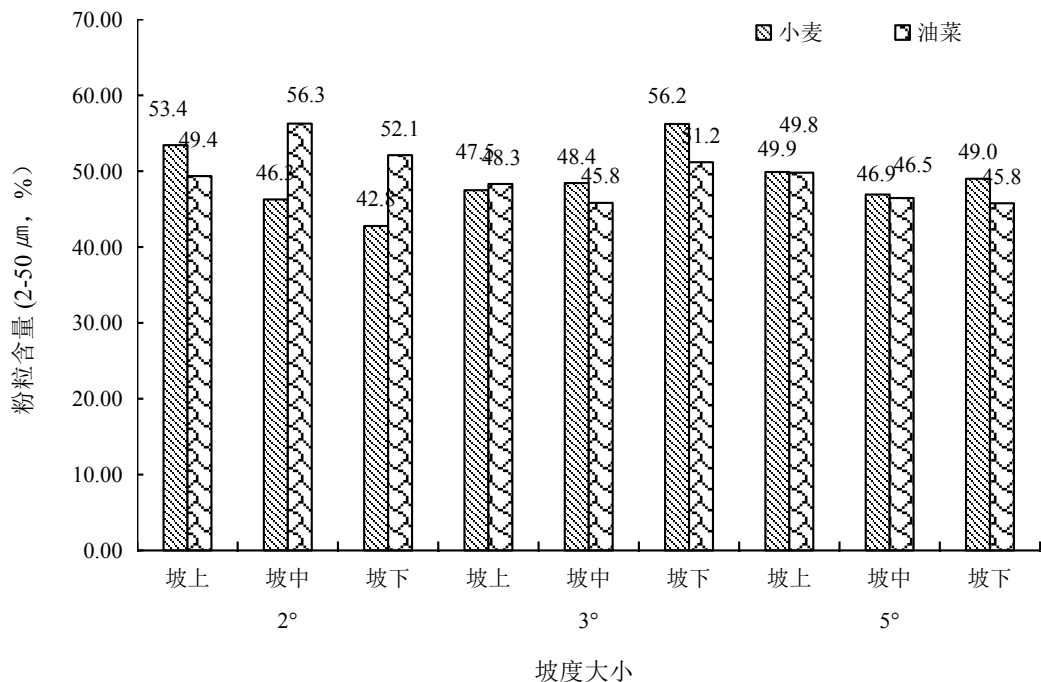


Figure 3. Variation characteristics of soil silt content under different slopes and different planting modes
图 3. 不同坡度不同种植模式下土壤粉粒含量的变化特征

3.3. 粘粒含量

种植小麦和油菜两种不同模式对粘粒含量有明显的影响,种植油菜较小麦使得粘粒含量显著增加,增幅为 28.57% (图 4)。在 2°坡地中,种植小麦使粉粒含量随坡位的下降而下降,以坡下部位的粘粒含量最低,油菜种植以坡中部位的粘粒含量最大,为 0.5%,其次为坡上部位,为 0.4%,坡下部位最低,为 0.3%。坡上、坡中和坡下部位种植小麦的粘粒含量均低于种植油菜。在 3°坡地中,种植小麦和油菜对粘粒的影响规律一致,以坡下部位的粘粒含量最高,为 0.38%~0.45%,其次为坡上部位,变化范围为 0.34%~0.37%,坡中部位的粘粒含量最低,为 0.31%~0.35%。在坡上和坡中部位,种植油菜的粘粒含量均高于种植小麦。在 5°坡地中,种植小麦和油菜对粘粒含量的影响规律一致,以坡上部位的粘粒含量最高,其次为坡下位置,坡中位置最低,种植油菜与种植小麦相比,粘粒含量增加了 12.9%~88.24%。种植小麦模式下,以 3°处理的粘粒含量最高,其次为 2°处理,5°处理最低;油菜种植模式下,粘粒含量随坡度的增加而降低,以 2°粘粒含量最高,5°粘粒含量最少。

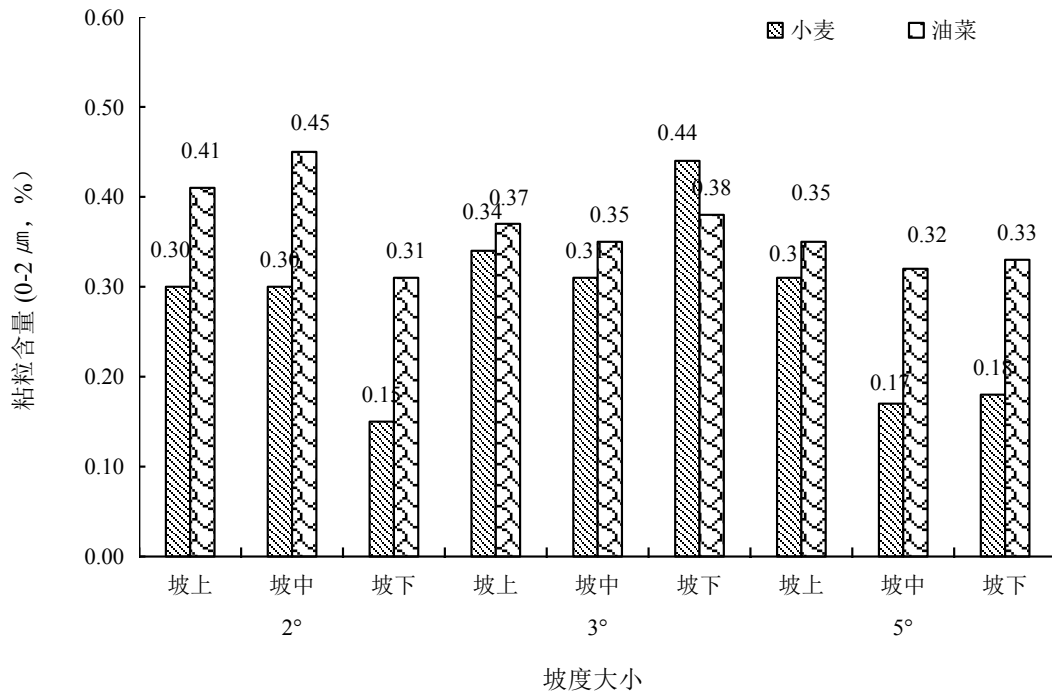


Figure 4. Variation characteristics of soil clay content under different slopes and different planting modes
图 4. 不同坡度不同种植模式下土壤粘粒含量的变化特征

3.4. 质地变化

种植小麦和油菜两种不同模式对坡耕地的土壤质地有明显的影响。种植小麦模式下，在 2°坡地中，坡上部位土壤质地为粉壤土，坡中和坡下部位为砂壤土。在 3°坡地中，坡上和坡中部位为砂壤土，坡下部位为粉壤土。在 5°坡地中不同坡位的土壤质地均为砂壤土。在油菜种植模式下，在 2°坡地中，坡上部位土壤质地为砂壤土，坡中和坡下部位为粉壤土。在 3°坡地中，坡上和坡中部位为砂壤土，坡下部位为粉壤土。5°坡地中不同坡位的土壤质地均为砂壤土。说明 2°坡地中种植油菜促使土壤质地向粉壤土改变 (表 1)。

Table 1. Variation characteristics of soil texture under different slopes and different planting modes
表 1. 不同坡度不同种植模式下土壤质地的变化特征

坡度	坡位	小麦	油菜
2°	坡上	粉壤土	砂壤土
	坡中	砂壤土	粉壤土
	坡下	砂壤土	粉壤土
3°	坡上	砂壤土	砂壤土
	坡中	砂壤土	砂壤土
	坡下	粉壤土	粉壤土
5°	坡上	砂壤土	砂壤土
	坡中	砂壤土	砂壤土
	坡下	砂壤土	砂壤土

4. 结论

坡度和种植模式对土壤粒径组成和质地分布均有一定影响。种植小麦模式的土壤砂粒含量高于种植油菜，且在油菜种植模式下，土壤砂粒含量随坡度的增加而增加。与种植小麦相比，种植油菜使得土壤粉粒和粘粒含量均有所增加，粉粒和粘粒含量随坡度的增加而降低。可见，2°处理中且在种植油菜的情况下，土壤细小颗粒增加，土壤质地向粉壤土转变，促进了土壤质地的改良。

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] 丁文斌, 蒋光毅, 史东梅, 等. 紫色土坡耕地土壤属性差异对耕层土壤质量的影响[J]. 生态学报, 2017, 37(19): 6480-6493.
- [2] Ma, X., Li, Y., Li, B.L., *et al.* (2016) Nitrogen and Phosphorus Losses by Runoff Erosion: Field Data Monitored under Natural Rainfall in Three Gorges Reservoir Area, China. *CATENA*, **147**, 797-808. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.09.004>
- [3] Lal, R. (1998) Soil Erosion Impact on Agronomic Productivity and Environment Quality. *Critical Reviews in Plant Sciences*, **17**, 319-464. <https://doi.org/10.1080/07352689891304249>
- [4] 向宇国, 张丹, 陈凡, 等. 降雨和坡度对植烟坡耕地产流产沙的影响[J]. 西南农业学报, 2021, 34(5): 1121-1127.
- [5] 史东梅. 基于 RUSLE 模型的紫色丘陵区坡耕地水土保持研究[J]. 水土保持学报, 2010, 24(3): 39-44.
- [6] Rochelle-Newall, E.J., Ribolzi, O., Viguier, M., *et al.* (2016) Effect of Land Use and Hydrological Processes on *Escherichia coli* Concentrations in Streams of Tropical, Humid Headwater Catchments. *Scientific Reports*, **6**, Article No. 32974. <https://doi.org/10.1038/srep32974>
- [7] Boix-Fayos, C., Martínez-Mena, M., Arnau-Rosalén, E., *et al.* (2006) Measuring Soil Erosion by Field Plots: Understanding the Sources of Variation. *Earth-Science Reviews*, **78**, 267-285. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2006.05.005>
- [8] 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. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.04.021>