

# 有机培肥对红壤坡耕地产流产沙的影响<sup>①</sup>

张白雪<sup>1,2</sup>, 何福红<sup>2</sup>, 朱巧红<sup>1</sup>, 彭新华<sup>1\*</sup>

(1 土壤与农业可持续发展国家重点实验室(中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008; 2 鲁东大学资源与环境工程学院, 山东烟台 264025)

**摘要:**采用侵蚀小区田间监测方法, 研究秸秆覆盖、生物质炭和猪粪等有机物料添加对红壤坡耕地产流产沙的影响。结果表明: 2015 年红壤坡耕地侵蚀量达到 36 t/hm<sup>2</sup>, 78% ~ 86% 发生在花生季, 达到中度侵蚀。与对照(CK)处理相比, 单施化肥(NPK)处理没有降低产流产沙( $P > 0.05$ )。与 NPK 处理相比, 秸秆覆盖(NPK+Str)处理显著降低了产流产沙( $P < 0.05$ ); 生物质炭(NPK+BC)处理显著降低了产流( $P < 0.05$ ), 但是减沙效果不明显( $P > 0.05$ ); 猪粪(NPK+SM)处理尽管提高了地表径流( $P < 0.05$ ), 但是显著降低了产沙( $P < 0.05$ )。秸秆资源在该区匮乏, 秸秆覆盖难以推广。生物质炭的团聚能力弱, 颗粒小, 质量轻, 易随水流失, 在坡耕地上改良效果不明显。猪粪在该区资源丰富, 不但提高土壤肥力, 促进了团聚体形成, 而且水土保持效果好, 是该区农业生态环境可持续发展的重要措施之一。

**关键词:** 红壤; 坡耕地; 有机肥; 土壤侵蚀

**中图分类号:** S157.1 **文献标识码:** A

红壤区是我国热带亚热带经济作物与林果生产基地。受季风气候的影响, 降雨丰沛但季节分配不均, 加之红壤黏粒含量高, 透水性差, 人类活动强度大, 红壤地区水土流失严重<sup>[1]</sup>。据报道该区 50% 以上水土流失发生在坡耕地<sup>[2]</sup>, 加剧了红壤退化, 成为制约该区域生态环境和农业可持续发展的重要限制因素。红壤坡耕地的产流产沙规律得到了比较全面的认识。一般而言, 坡耕地的径流高于林果地和植被恢复地<sup>[3-4]</sup>, 可见, 坡耕地由于翻耕扰动导致土壤结构破坏是红壤坡耕地产沙的一个重要因素。室内模拟也验证了翻耕显著提高了水土流失<sup>[5]</sup>。除此之外, 前期土壤含水量、降雨强度、植被覆盖度等因素对产流产沙的影响也得到充分的认识<sup>[6-7]</sup>。红壤坡耕地产流产沙主要发生在雨季, 这既与降雨特征密切相关, 也与地表覆盖和土壤结构稳定性等有关。据报道产流产沙随着花生的生长和覆盖度的提高而逐渐降低<sup>[8]</sup>。红壤坡耕地水土保持措施也得到广泛关注。秸秆覆盖是农业保护性耕作的核心技术, 不仅可以增加土壤有机物投入, 改善土壤的理化性质, 还增加了地表粗糙度, 缓冲雨滴对地表的击溅打击, 防止土壤结

皮的产生, 能有效地减少水土流失<sup>[9]</sup>。长期定位试验表明稻草覆盖+香根草篱处理比对照降低了 50% 的径流和 60% 以上的泥沙<sup>[10]</sup>。保护性耕作和生物篱是传统的水土保持措施, 但是由于红壤坡耕地秸秆资源匮乏, 草篱与作物存在竞争等因素, 这些水土保持措施在红壤坡耕地推广程度受到一定的限制。有机培肥是提升土壤肥力和提高作物产量的主要措施, 但是有机培肥试验地主要建立在平坦的立地条件下, 没有考虑侵蚀作用。为此, 在坡耕地开展有机培肥试验, 通过提高土壤有机质, 提升土壤结构稳定性, 增加作物覆盖度, 最终实现水土保持效果, 具有重要的现实意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

试验在中国科学院鹰潭红壤生态实验站水土保持实验区进行(28°15' N, 116° 55' E)。该区属亚热带湿润季风气候, 年均气温 17.8 °C,  $\geq 10$  °C 积温为 5 528 °C; 雨量丰富, 年均降雨量 1 795 mm, 但季节分配不均, 主要集中在 4—6 月份。区域地势以低丘

①基金项目: 国家自然科学基金项目(41371235; 41571130053)资助。

\* 通讯作者(xhpeng@issas.ac.cn)

作者简介: 张白雪(1991—), 女, 山东济南人, 硕士研究生, 主要从事土壤侵蚀研究。E-mail: bxzhang@issas.ac.cn

岗地为主要地形,海拔低于 100 m,坡度约为 10°,土壤为第四纪红黏土母质发育的典型红壤,质地黏重,主要黏土矿物为高岭石。实验前土壤有机碳 7.44 g/kg,全氮 0.73 g/kg, pH 5.34, 砂粒 29.1 g/kg, 粉粒 33.9 g/kg 和黏粒 37.0 g/kg。

## 1.2 试验设计

侵蚀试验地建于 2011 年<sup>[11]</sup>,顺坡旱作花生,坡度为 5°~8°,设置 5 个处理:不施肥为对照(CK)、单施化肥(NPK)、化肥加秸秆覆盖(NPK+Str)、化肥加生物质炭(NPK+BC)和化肥加猪粪培肥(NPK+SM)。除对照处理外,花生季氮、磷、钾肥的用量分别为 N 172.5 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 90.0 kg/hm<sup>2</sup> 和 K<sub>2</sub>O 180 kg/hm<sup>2</sup>。为了促进花生对钙元素的吸收,施用硼肥 B 0.162 kg/hm<sup>2</sup>。碳投入量为 C 2 t/hm<sup>2</sup>, NPK+Str、NPK+BC 和 NPK+SM 处理分别施秸秆(含 C 400 g/kg)5.0 t/hm<sup>2</sup>、生物质炭(含 C 500 g/kg)4.0 t/hm<sup>2</sup> 和猪粪(含 C 250 g/kg)8.0 t/hm<sup>2</sup>。秸秆为水稻秸秆,生物质炭为水稻秸秆在 400 °C 下厌氧炭烧 4 h 制备。猪粪提前堆放到田间,沤肥待用。在花生播种前,将猪粪、生物质炭和基肥(N、P、K、B)撒施入小区内,翻耕混匀,然后顺坡起垄播种花生。花生播种后立即将秸秆以覆盖的方式还田。每个处理重复 3 次。小区采取随机区组设计,每个小区长 20 m,宽 6 m,共 15 个小区。每个小区各 13 垄,每垄 100 穴,每穴种植 2 株,垄距 43 cm,株距 20 cm。花生全生育期为 4—8 月,其他月份农闲休耕。

## 1.3 侵蚀小区产流产沙的测定

本研究产流产沙监测时间为 2015 年 1—12 月。每一小区下端出口挖坑砌池(长×宽×高=1.5 m×1.0 m×0.5 m),安装翻斗式径流仪,连接事件计数器(Onset computer corporation),实时监测径流的全过程。径流深度计算公式为:

$$\text{Runoff} = \frac{V \times N}{A} \times 1000 \quad (1)$$

式中:Runoff 为径流深度(mm);V 为翻斗仪容量(2 L);N 为降雨事件的翻斗次数;A 为径流小区面积(120 m<sup>2</sup>)。

同时,翻斗计下安装孔径 300 目的滤网,收集每次降雨事件后的泥沙称重( $M_w$ ),并从中取 0.5 kg 湿沙烘干后再称重( $M_d$ ),由此计算产沙量:

$$\text{Erosion} = \frac{M_w \times \frac{M_d}{0.5}}{A} \times 10 \quad (2)$$

式中:Erosion 为单位面积产沙量(t/hm<sup>2</sup>); $M_w$  为泥沙湿重(kg); $M_d$  为 0.5 kg 湿沙的烘干重(kg);A 为侵蚀小区面积(120 m<sup>2</sup>)。降雨数据来源于红壤生态试验

站气象自动观测仪(型号 MAWS301,芬兰 VAISALA 公司),离试验地 400 m 左右。

## 1.4 样品采集与分析

花生成熟后,每小区采集 2 个样方(m<sup>2</sup>)的植株,将植株地上部、根系、荚果分开收集,75 °C 烘干至恒重,测定各部分生物量。花生收获后,用铁锹采集 0~20 cm 耕层土壤,放入硬质盒子带回实验室,风干过 8 mm 筛,测定土壤有机碳和土壤团聚体稳定性等。有机碳含量采用硫酸重铬酸钾加热氧化-容量法,土壤团聚体稳定性采用 Yoder 湿筛法。土壤团聚体稳定性用土壤团聚体的平均重量直径(MWD)来表征,计算公式为:

$$\text{MWD} = \sum_{i=1}^n \bar{x}_i \times M_i \quad (3)$$

式中:MWD 为土壤团聚体的平均重量直径(mm); $\bar{x}_i$  为粒级的平均直径(mm),即筛分该粒级前后两个筛子孔径的均值; $M_i$  为第  $i$  个粒级团聚体质量百分比(%); $i$  为 6 个不同粒级(5~8、2~5、1~2、0.5~1、0.25~0.5 mm 和 <0.25 mm)。

## 1.5 数据处理

采用 Excel 2010 软件对试验数据进行统计整理,采用 SPSS 16.0 软件进行单因素方差分析、多重比较(LSD 检验)和相关性检验,采用 Origin Pro 9.0 软件绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 有机培肥对土壤性质与花生产量的影响

由表 1 可知,2015 年各处理的花生产量为 0.34~1.39 t/hm<sup>2</sup>,施肥显著提高了花生产量( $P < 0.05$ )。与单施无机肥(NPK)处理相比,无机肥与猪粪配施(NPK+SM)处理提高了花生产量的 27%,但是秸秆覆盖(NPK+Str)和生物质炭(NPK+BC)处理并没有提高产量。与往年相比,2015 年的产量仅为 2014 年产量(CK:0.97 t/hm<sup>2</sup>;NPK:2.53 t/hm<sup>2</sup>;NPK+Str:2.82 t/hm<sup>2</sup>;NPK+BC:2.21 t/hm<sup>2</sup>;NPK+SM:2.45 t/hm<sup>2</sup>)的 35%~57%,主要原因是 2015 年降雨多集中在花生生长后期,花生发生了病虫害。与 CK 处理相比,NPK 处理虽然提高了花生产量与生物量( $P < 0.05$ ),但并没有提高土壤有机碳含量和团聚体稳定性( $P > 0.05$ )。与 NPK 处理相比,NPK+Str 和 NPK+BC 处理没有提高土壤有机碳含量、团聚体稳定性和地上生物量( $P > 0.05$ ),但是 NPK+SM 处理显著提高了土壤有机碳含量、地上生物量和团聚体稳定性( $P < 0.05$ )。NPK+Str 处理没有提高土壤有

机碳的原因是由于秸秆与土壤没有充分接触,即秸秆没有参与团聚体形成而被物理保护。生物质炭由于自身惰性,团聚作用不明显<sup>[12]</sup>。本研究的田间结果再次验证稻草秸秆制成的生物质炭不能提高团聚体稳定性,但是其农学效应不明显与他人的研究结果不一致<sup>[12-14]</sup>。盆栽试验或平坦的立地条件下的研究均表明生物质炭显著促进了作物生长<sup>[12-14]</sup>,没有考虑土壤侵蚀的作用。与试验前土壤性质相比,土壤有机碳含量除 NPK+SM 处理外均有下降趋势,其中 CK 处理下降幅度最大,可见侵蚀是红壤坡耕地有机碳下降的主要原因之一。

表 1 2015 年有机培肥对土壤性质与花生产量的影响  
Table 1 Effects of organic fertilization on soil properties and peanut yield in 2015

| 处理      | 土壤有机碳<br>(g/kg) | MWD<br>(mm) | 花生产量<br>(t/hm <sup>2</sup> ) | 地上生物量<br>(t/hm <sup>2</sup> ) |
|---------|-----------------|-------------|------------------------------|-------------------------------|
| CK      | 5.56 c          | 0.54 c      | 0.34 b                       | 0.49 c                        |
| NPK     | 6.14 bc         | 0.60 bc     | 1.09 a                       | 0.92 b                        |
| NPK+Str | 6.66 ab         | 0.70 b      | 1.07 a                       | 1.12 b                        |
| NPK+BC  | 6.47 b          | 0.61 bc     | 1.07 a                       | 0.93 b                        |
| NPK+SM  | 7.50 a          | 0.85 a      | 1.39 a                       | 1.77 a                        |

注:表中同列不同小写字母代表不同处理间差异达显著水平( $P<0.05$ )。

2.2 有机培肥对产流的影响

2015 年降雨量为 2 089 mm,主要集中在 5—6 月,花生生长季 4—8 月占年降雨量的 58%(图 1)。各处理下径流量为 222 ~ 429 mm,其中花生季占年径流量的 39% ~ 79%(图 2)。与 CK 处理相比,NPK 处理没有降低径流( $P<0.05$ )。与 NPK 处理相比,NPK+Str 和 NPK+BC 处理显著降低了径流( $P<0.05$ )。这一降低主要发生在花生季,仅为 NPK 处理的 42% ~ 69%,而在非花生季,NPK+Str 处理反而提高了地表径流( $P<0.05$ )。

秸秆覆盖是传统的水土保持措施。秸秆覆盖显著降低了雨滴动能,减缓了土壤结皮的形成速度,提高了入渗,减少了径流<sup>[9]</sup>。生物质炭由于自身多孔,提高了土壤孔隙度,增加了饱和导水率<sup>[15]</sup>。与 NPK 处理相比,NPK+SM 处理显著提高了径流( $P<0.05$ ),特别是在花生季。施用猪粪提高了作物地上生物量和团聚体稳定性,但是由于增加的覆盖度降低了土壤蒸发,导致土壤含水量高。较高的前期土壤含水量有利于产流<sup>[6]</sup>。其次,据前人报告<sup>[16]</sup>,猪粪可提高土壤斥水性,这利于降雨转化成地表径流,但是这一机制还需要进一步研究。

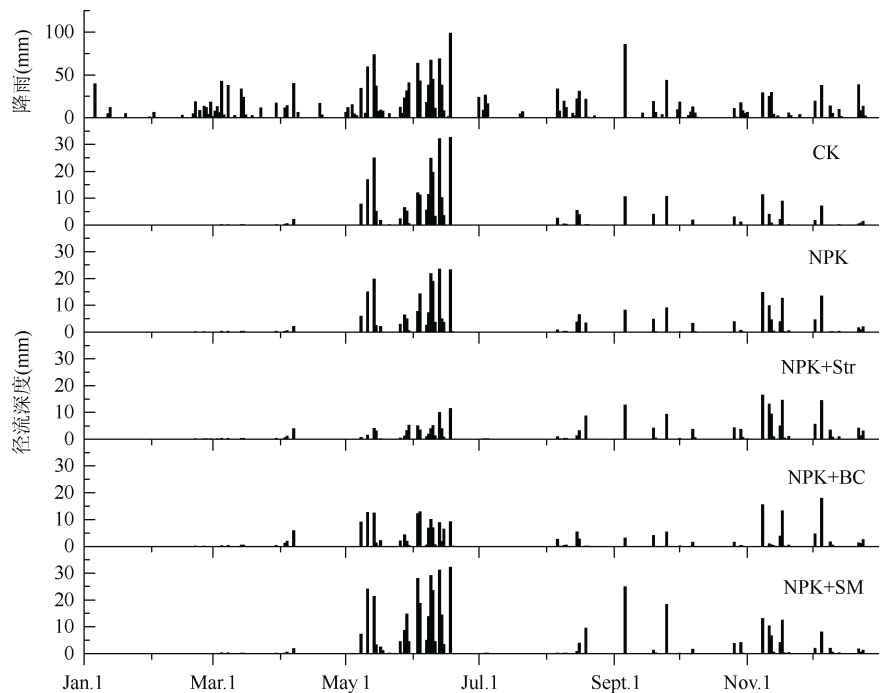
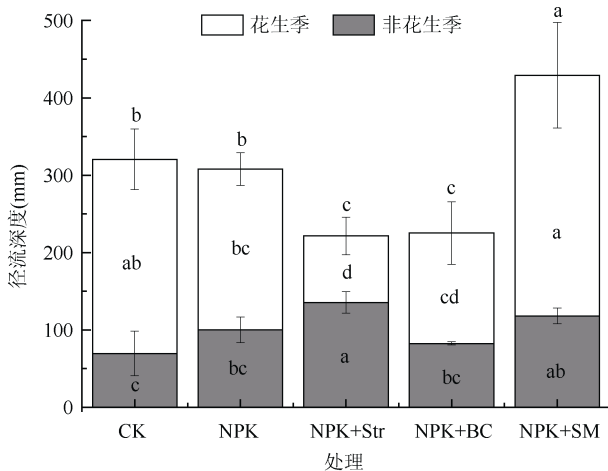


图 1 2015 年不同处理径流深度的季节变化  
Fig.1 Seasonal variations of surface runoffs under different treatments in 2015

为了区分地表覆盖对产流的影响,降雨-产流的关系分为花生季(4—8 月)和非花生季(9—3 月)两个时段来分析(表 2)。相对花生季径流(86 ~

311 mm),非花生季径流在各处理之间的差异较小(70 ~ 135 mm)。除 NPK+Str 处理外,花生季径流系数(0.12 ~ 0.25)要高于非花生季(0.08 ~ 0.13),

这主要是花生季与雨季同期,土壤含水量高的缘故。从降雨-产流的关系来看,花生季的相关系数(0.806~0.889)显著高于非花生季(0.303~0.653),说明地表覆盖对降雨-产流的关系影响较小,而前期土壤含水量是主要因子。在非花生季,NPK+Str处理的降雨-产流斜率最大(0.412),NPK+BC处理的斜率最小(0.068);在花生季,CK和NPK+SM处理的斜率较大(0.333~0.381),NPK+Str处理的斜率最小(0.095)。降雨-产流的斜率反映降雨转化为径流的系数,可见秸秆覆盖处理的产流最少,而CK和NPK+SM处理最大,这与图2的结果一致。但是,在非花生季,随着秸秆进一步腐解,腐解后所形成的细小的秸秆颗粒可能填充了表层土壤孔隙,导致产流增加。而生物质炭提高土壤孔隙度<sup>[15]</sup>,不但削弱了降雨-产流相关性,也降低了产流。



(图中不同小写字母表示同一时间段内不同处理间差异在  $P < 0.05$  水平显著,下同)

图 2 不同处理花生季和非花生季的径流深度

Fig. 2 Runoffs under different treatments in peanut season and non-peanut season

表 2 有机培肥下花生季( $N=55$ )与非花生季( $N=68$ )降雨量与径流深度的回归关系

Table 2 Regression relations between rainfalls and runoffs under organic fertilization in peanut season and non-peanut season

| 处理      | 非花生季             |          | 花生季              |          |
|---------|------------------|----------|------------------|----------|
|         | 回归方程             | 相关系数     | 回归方程             | 相关系数     |
| CK      | $y=0.097x-0.209$ | 0.552*** | $y=0.333x-2.839$ | 0.883*** |
| NPK     | $y=0.105x+0.142$ | 0.463*** | $y=0.258x-1.958$ | 0.867*** |
| NPK+Str | $y=0.412x+0.183$ | 0.522*** | $y=0.095x-0.537$ | 0.806*** |
| NPK+BC  | $y=0.068x+0.348$ | 0.303*   | $y=0.147x-0.675$ | 0.815*** |
| NPK+SM  | $y=0.198x-0.755$ | 0.653*** | $y=0.381x-2.798$ | 0.889*** |

注: \*表示在  $P < 0.05$  水平显著; \*\*\*表示在  $P < 0.001$  水平显著。

## 2.3 有机培肥对产沙的影响

2015 年产沙量以处理为顺序: NPK(36.5 t/hm<sup>2</sup>)、CK(36.1 t/hm<sup>2</sup>)、NPK+BC(31.9 t/hm<sup>2</sup>), NPK+SM(19.6 t/hm<sup>2</sup>)和 NPK+Str(2.9 t/hm<sup>2</sup>)。以常规耕作的 NPK 处理为例,按容重 1.2 g/cm<sup>3</sup> 换算,相当于每年约 3 mm 表层土被侵蚀,达到中度侵蚀<sup>[17]</sup>,也高于 2014 年的产沙量(30 t/hm<sup>2</sup>)<sup>[11]</sup>,存在明显的年际变化。除 NPK+Str 处理外,侵蚀主要发生在 5—6 月(74%~83%)(图 3),这与该时段降雨集中、地表覆盖度低和翻耕扰动等有关。除 NPK+Str 处理外,花生季(4—8 月)侵蚀量占年侵蚀量的 78%~86%(图 4)。与 CK 处理相比,单施化肥(NPK)处理虽然能提高地表覆盖度(表 1),但是没有降低土壤侵蚀。与 NPK 处理相比,NPK+Str 处理极显著地减少了土壤侵蚀( $P < 0.001$ ),这与他人结果一致<sup>[10]</sup>。秸秆覆盖阻控水土流失效果显著,但是红壤坡耕地秸秆资源较少,难以推广。施用生物质炭(NPK+BC)降低了地表径流(图 3),但是没有降低土壤侵蚀( $P > 0.05$ )。在田间试验中,本研究观察到大量生物质炭随水流失,同时泥沙中土壤有机碳含量显著高于其他处理。这说明坡耕地上施用生物质炭,特别是秸秆生物质炭由于质量轻,颗粒小,团聚能力弱,极易被冲刷出土体而损失<sup>[11]</sup>,最终改良效果不明显(表 1)。因此,生物质炭虽然能提高土壤孔隙度<sup>[15]</sup>,对降低地表径流有一定的作用,但是不能促进团聚体形成<sup>[11-12]</sup>,对水土流失阻控的效果不明显。因此,在易遭水土流失的红壤坡耕地上,生物质炭的改良效果并非与盆栽试验或无侵蚀的平坦区的结果一致<sup>[12-13]</sup>。与 NPK 处理相比,施用猪粪(NPK+SM)虽然提高了地表径流(图 2),但是通过提高地表覆盖度和团聚体稳定性(表 1),降低了 46% 的水土流失( $P < 0.05$ )。大量长期定位试验也表明猪粪能提高作物产量,增加土壤有机碳含量,提高水稳定性团聚体的形成<sup>[18]</sup>,但是开展有机肥对水土流失阻控的研究较少。本研究区猪粪资源丰富<sup>[19]</sup>,而旱地秸秆资源缺乏。有机肥施用提高了土壤肥力,促进了团聚体形成,阻控了水土流失,是支撑该区农业生态环境可持续发展的重要措施。

## 3 结论

红壤坡耕地产流产沙主要发生在花生季,产流受地表覆盖的影响小,而受前期土壤含水量的影响

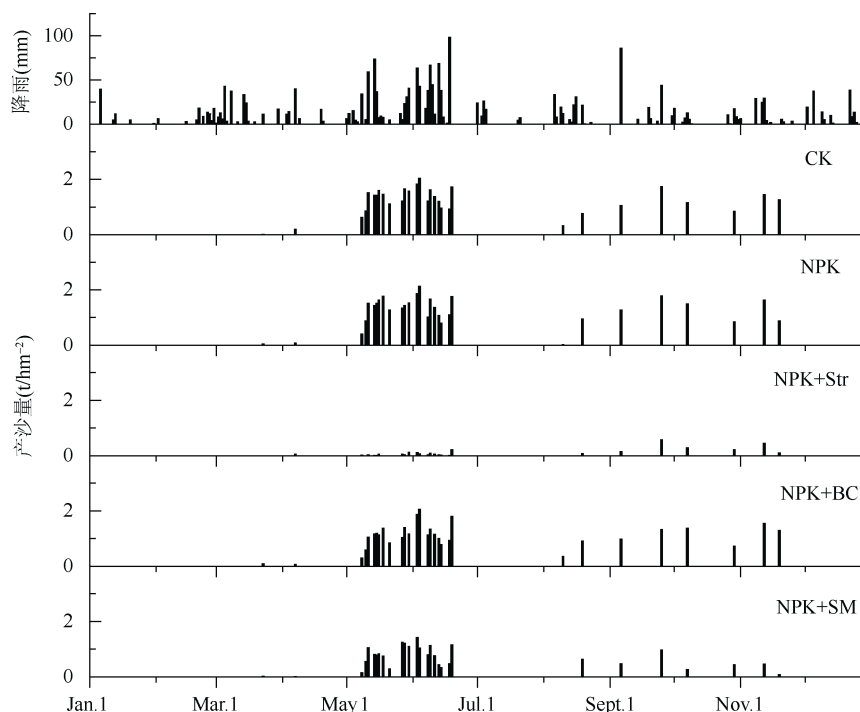


图3 2015年不同处理土壤侵蚀的季节变化

Fig.3 Seasonal variations of soil erosion under different treatments in 2015

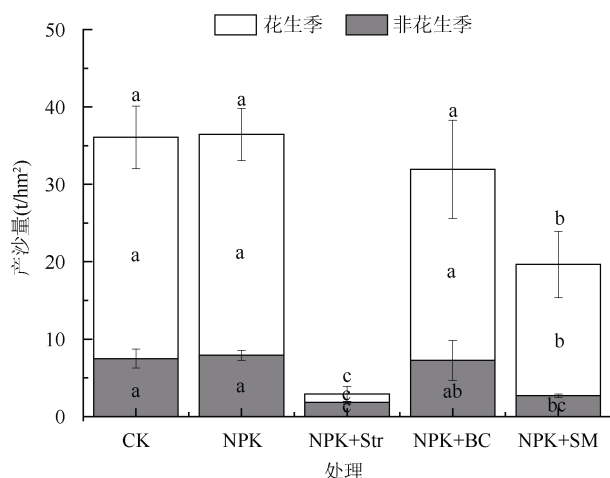


图4 2015年不同处理花生季与非花生季的土壤侵蚀

Fig.4 Soil erosion rates under different treatments in peanut season and non-peanut seasons in 2015

大；产沙受降雨、地表覆盖和翻耕扰动等多因素的综合影响。秸秆覆盖能显著降低产流产沙，但是秸秆资源在红壤坡耕地匮乏，难以推广；生物质炭显著降低产流，但是对减沙效果和提高作物生长不明显，主要是生物质炭容易随水流失；猪粪在该区资源丰富，对提高土壤肥力，促进土壤团聚体形成，阻控水土流失效果显著。因此，红壤区应注重花生季水土流失，增施有机肥是该区农业生态环境可持续发展的重要措施之一。

### 参考文献：

- [1] 赵其国. 红壤物质循环及其调控[M]. 北京: 科学出版社, 2002
- [2] 黄道友, 邹永霞. 关于湖南省生态环境建设的思考[J]. 生态农业研究, 2000, 8(4): 83-86
- [3] 胡实, 谢小立, 王凯荣. 红壤坡地不同土地利用类型地表产流特征[J]. 生态与农村环境学报, 2007, 23(4): 24-28
- [4] 吕玉娟, 彭新华, 高磊, 等. 红壤丘陵岗地区坡地产流产沙特征及影响因素研究[J]. 水土保持学报, 2014, 28(6): 19-23
- [5] 李裕元, 邵明安. 土壤翻耕对坡地水分转化与产流产沙特征的影响[J]. 农业工程学报, 2003, 19(1): 46-50
- [6] 张向炎, 史学正, 于东升, 等. 前期土壤含水量对红壤坡面产流产沙特性的影响[J]. 水科学进展, 2010, 21(1): 23-29
- [7] 黄俊, 亢庆, 金平伟, 等. 南方红壤区坡面次降雨产流产沙特征[J]. 中国水土保持科学, 2016, 14(2): 23-30
- [8] 朱巧红, 彭新华, 潘艳斌, 等. 添加有机物料对花生不同生育时期产流产沙的影响[J]. 水土保持学报, 2015, 29(5): 29-33
- [9] Zhou H, Peng X H, Darboux F. Effect of rainfall kinetic energy on crust formation and interrill erosion of an Ultisol in subtropical China[J]. Vadose Zone Journal, 2013, 12(4). doi:10.2136/vzj2013.01.0010
- [10] 钟义军, 叶川, 黄欠如, 等. 红壤缓坡花生地不同水土保持措施效果分析[J]. 中国水土保持科学, 2011, 9(3): 71-74

- [11] Peng X H, Zhu Q H, Xie Z B, et al. The impact of manure, straw and biochar amendments on aggregation and erosion in a hillslope Ultisol[J]. *Catena*, 2016, 138: 30–37
- [12] Peng X H, Ye L L, Wang C H, et al. Temperature-and duration-dependent rice straw-derived biochar: Characteristics and its effects on soil properties of an Ultisol in southern China[J]. *Soil and Tillage Research*, 2011, 112(2): 159–166
- [13] Zhu Q H, Peng X H, Huang T Q, et al. Effect of biochar addition on maize growth and nitrogen use efficiency in acidic red soils[J]. *Pedosphere*, 2014, 24(6): 699–708
- [14] Xu C Y, Hosseini-Bai S, Hao Y, et al. Effect of biochar amendment on yield and photosynthesis of peanut on two types of soils[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2015, 22: 6112–6125
- [15] 靳泽文, 陈效民, 李秋霞, 等. 生物质炭对旱地红壤理化性状和水力学特性的影响[J]. *水土保持通报*, 2015, 35(6): 81–85
- [16] Doerr S H, Shakesby R A, Walsh R P D. Soil water repellency: Its causes, characteristics and hydro-geomorphological significance[J]. *Earth-Science Reviews*, 2000, 51(1): 33–65
- [17] Morgan, R P C., *Soil erosion and conservation*[M]. 3<sup>rd</sup> ed. Singapore: Blackwell Publishing, 2005:152–174
- [18] Yan X, Zhou H, Zhu Q H, et al. Carbon sequestration efficiency in paddy soil and upland soil under long-term fertilization in southern China[J]. *Soil and Tillage Research*, 2013, 130(1): 42–51
- [19] 周志高, 李忠佩, 何园球, 等. 红壤丘陵区生猪规模化养殖及其对土壤与水环境的影响——以江西省余江县为例[J]. *土壤学报*, 2013, 50(4): 703–711

## Effect of Organic Amendment on Runoff and Soil Erosion in Slope Cropland of Red Soil

ZHANG Baixue<sup>1,2</sup>, HE Fuhong<sup>2</sup>, ZHU Qiaohong<sup>1</sup>, PENG Xinhua<sup>1\*</sup>

(1 *State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China*; 2 *College of Resource and Environmental Engineering, Ludong University, Yantai, Shandong 264025, China*)

**Abstract:** This study investigated the effects of straw mulch, straw-derived biochar and swine manure on runoffs and erosion rates in slope cropland of red soil based on the monitoring data of erosion plots. The results showed that soil erosion rate reached 36 t/hm<sup>2</sup> (belonging to middle erosion level) in 2015, in which 78%–86% occurred in peanut season. Compared to no fertilization (CK), NPK treatment (only chemical fertilizers) did not reduced runoff and erosion rate ( $P>0.05$ ). Compared to NPK treatment, straw mulch treatment (NPK+straw mulch) significantly reduced runoff and erosion rate ( $P<0.05$ ), biochar treatment (NPK+biochar) only significantly decreased runoff ( $P<0.05$ ), and swine manure treatment (NPK+swine manure) increased runoff ( $P<0.05$ ) but decreased erosion significantly ( $P<0.05$ ). In red soil region, straw resource is rare so straw mulch is impossible as a common measurement for erosion control. Biochar is prone to be eroded due to its low binding energy, fine particles and low density, so no positive effect was observed in this study. Comparatively, swine manure, as a plentiful resource, can increase soil fertility and aggregate stability and reduce soil erosion considerably, thus, is a good conservation practice in slope cropland in red soil region.

**Key words:** Red soil; Slope cropland; Organic fertilizer; Soil erosion