

黑土区水土流失对玉米干物质积累及产量的影响

张兴义¹, 孟令钦², 刘晓冰¹, 隋跃宇¹, 张少良¹, Stephen J. Herbert³

(1.中国科学院东北地理与农业生态研究所, 150040, 哈尔滨;2.水利部松辽水利委员会, 130021, 长春;

3.Dept. of Plant and Soil Sciences, University of Massachusetts, Amherst, MA, 01003, USA)

摘要: 水土流失对农业生产构成威胁。本文通过田间试验, 进行人为剥离黑土层, 模拟研究了不同水土流失强度对玉米干物质积累及产量的影响。研究表明, 在拥有 30cm 黑土层的 6 坡耕地上, 表土流失掉 10cm 对玉米干物质积累没有明显影响。然而当黑土层流失超过 10cm, 玉米干物质积累量随流失的增加而减少。黑土层流失 5cm、10cm 后, 未对玉米产量造成显著影响, 仅分别降低 1.9% 和 4.7%。流失 20cm, 玉米产量下降了 34.6%。黑土层全部流失即 30cm 后, 产量下降了 95.7%。表明黑土区水土流失对玉米生产危害极其严重。试验也表明施用有机肥可适当减轻水土流失对玉米产量的影响。

关键词: 黑土; 水土流失; 产量; 玉米

Effects of soil erosion on corn dry matter accumulation and yield in black soil area//Zhang Xingyi, Meng Lingqin, Liu Xiaobing, Sui Yueyu, Zhang Shaoliang, Stephen J. Herbert

Abstract: Water and soil run off is a threat to agricultural production. Present studies investigated the effects of artificial topsoil removal on corn dry matter accumulation and yield in a black soil field with 6 slope and 30cm topsoil layer. Dry matter accumulation was not affected when 10cm topsoil was removed, and significant reduction was observed while topsoil removal exceeded 10cm. Seed yield was only reduced at 1.9% and 4.7% by 5cm and 10cm removal respectively, while 34.6% and 95.7% reduction was observed in 20cm and 30cm removal treatment. It indicated that soil erosion will result in a sever yield reduction in soybean, and manure application could alleviate the yield loss.

Key words: black soil areas; soil erosion; yield; corn

中图分类号: S565.101

文献标识码: A

文章编号: 1000-1123(2007)22-0047-03

东北黑土区的黑龙江省是我国玉米的主产区, 玉米产量约占全国的 1/3。黑土区又是我国六大水土流失区之一, 严重的水土流失致使黑土区每年流失掉厚度达 0.5~1cm 的表土, 黑土层已由 50 年前的 40~100cm 下降为目前的 20~40cm。随着肥沃的黑土层的流失, 黑土肥力降低, 农田生产力下降。由于难以进行田间比较研究, 有关黑土水土流失对作物生产力影响的量化研究鲜见报道。本研究通过在同一坡耕地采取人为方式进行不同深度黑土表土剥离的方法, 模拟研究了不同厚度的黑土层流失对玉

米生长发育及产量的影响, 以揭示并量化黑土区水土流失对玉米生产的危害与程度。

一、试验场地和方法

1. 试验场地

试验场地位于黑土区中部的黑龙江省海伦市光荣村, 坡耕地坡度为 6°, 黑土层深度 30cm, 土壤有机质含量为 41.2g·kg⁻¹, 全氮含量为 18.1g·kg⁻¹, pH6.8, 土壤质地为中壤土, 开垦年限 80 年。

2. 方法

(1) 田间试验方法

建立剥离深度和施肥 2 因子 3

次重复随机排列田间小区试验。对表层黑土进行 5 个不同深度人工剥离: 0cm、5cm、10cm、20cm、30cm (见图 1)。施肥处理: 化肥 (N138kg·hm⁻²; P₂O₅69kg·hm⁻²; K15kg·hm⁻²); 化肥+有机肥, 化肥量同, 有机肥为干牛粪 15t·hm⁻²。每个小区为 5m×3.5m, 垄距 0.7m, 每小区种植 5 垄, 共 30 个小区。

供试玉米品种为海育 6。于 2005

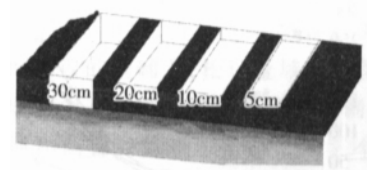


图 1 黑土层剥离深度示意图

收稿日期: 2007-10-24

作者简介: 张兴义(1966—), 男, 研究员, 博士, 硕士生导师, 主要从事黑土农业生态研究。

项目来源: 国家重点基础研究发展计划(2007CB407203)和国家科技支撑计划(2006BAD05B05)资助。

年 5 月 15 日人工播种，垄上株距 30cm 点播，生育期间进行人工除草和化学除草，同时防治病虫害。

(2)测定

于玉米营养生长旺盛期至开花初期的 6 月 15 日至 7 月 30 日，每间隔 5 天，每小区取样 5 株测定地上部和地下部干物质积累量。收获成熟时，小区实测籽实产量和生物产量，并随机选取 20 株进行考种。

(3)统计分析

采用 SAS8.2 统计分析软件进行 LSD 检验， $\alpha=0.05$ 。

二、结果与分析

1.人为剥离黑土层对玉米干物质积累的影响

黑土区拥有一层富含养分和结构良好的黑土层，养分含量随剖面深度的增加而降低。农田黑土发生水土流失后，表层肥沃的土壤被逐渐剥蚀，势必导致土壤退化，肥力降低，影响作物生产力。试验结果表明(图 2)，在黑土层厚度 30cm、坡度为 6 的坡耕地上，同未流失的 0cm 的对照处理比较，黑土层流失掉 5cm、10cm、20cm、30cm 对营养生长中前期(6 月末以前)的地上部干物质的积累影响较小。进入营养生长和生殖生长的交错期(7 月份)，流失厚度在 5cm 和 10cm 的处理也未对干物质积累带来显著减少；当流失厚度超过 10cm，随着流失厚度的增加，干物质积累量显著降低。至 7 月末，黑土层(30cm)全部流失掉的小区，地上部干物质积累量仅为未流失的 25%左右。这主要是

养分降低肥力下降所致。据对黑土层流失掉 20cm 和 30cm 后的耕层测定结果，耕层(20cm)土壤有机质含量较未流失的分别降低了 19.0% 和 30.7%，全氮含量降低了 23.2% 和 33.7%。增施有机肥，除无黑土层(剥离 30cm)的小区外，均未促进玉米地上干物质的积累，施用有机肥未能增加营养生长期玉米地上干物质的积累。

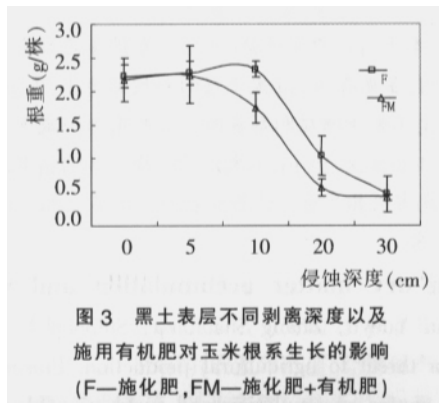


图 3 黑土层不同剥离深度以及施用有机肥对玉米根系生长的影响 (F—施化肥,FM—施化肥+有机肥)

图 3 结果表明，在只施化肥区，黑土层流失掉 10cm 可促进根系的生长，这主要是由于养分胁迫在一定范围内，玉米的自我调节能力所致，增加根系生长量，以便获得足够的营养。当黑土层进一步流失直至全部流失掉，养分胁迫超过了玉米的自我调节能力，根系生长量随黑土层的变薄而降低。施用有机肥不但未增加营养生长期玉米的根系积累量，反而降低了，可能是由于施用有机肥削弱了养分胁迫所致。

2.人为剥离黑土层对玉米产量及产量构成的影响

在常规施用化肥的情况下，30cm 的黑土层流失掉 5cm 和 10cm 对玉米产量均未造成显著的影响，仅分别降

低 1.9% 和 4.7%。这种结果与两个处理影响干物质积累的作用结果相一致；当黑土层流失掉 20cm，即黑土层仅剩 10cm 时，玉米产量显著降低，仅为未侵蚀的 65.4%，降低 34.6%；当 30cm 的黑土层全部流失后，玉米产量仅为未侵蚀的 4.3%，降低 95.7%。可见肥沃的黑土层流失对玉米生产是致命的。而在相同强度的黑土水土流失状况下，每公顷施用 15t 的牛粪，仅在黑土层全部流失掉的情况下对玉米产量具有恢复作用，产量由只施化肥的 $287\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 提高到 $1797\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。以上结果充分表明黑土表层的存在对玉米产量至关重要，在正常施用化肥的基础上，适量地施用优质牛粪在黑土层丧失后能够弥补由于黑土层变薄而导致玉米产量的降低(图 4)。

分析玉米产量构成因素的变化可知：随着侵蚀程度的增加，玉米穗长、穗粗、穗行数、行粒数、百粒重降低，而突尖长和籽实率变化不大。表明水土流失对玉米单株性状和产量构成的影响主要是玉米穗变小，单穗粒重降低。施用有机肥未能显著改善以上性状。

3.人为剥离黑土层对玉米秸秆量的影响

与玉米籽实产量相比，人为剥离黑土层对玉米生物产量的影响稍有不同(图 5)。尽管当 30cm 黑土层流失掉 5cm 时，对玉米生物产量影响不大，但施用有机肥，已对玉米地上部生物量造成了明显的影响，与单施化肥的处理达显著差异水平，由于籽实产量并未降低很多，表明此时玉米能较高地利用和转化同化产物向经济器官分配。当黑土层流失掉 20cm，即黑土层仅剩 10cm 时，玉米秸秆量降低了 45.9%；当 30cm 的黑土层全部流失后，玉米秸秆量降低了 56.1%。说明玉米籽实产量的降低的部分原因来自于生物产量的减少。施用有机肥同样对侵蚀黑土玉米生物产量不具有增加作用，只对

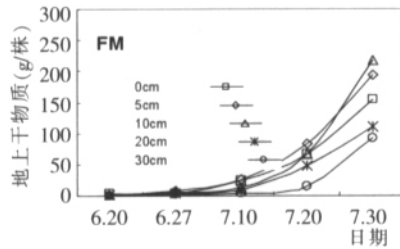
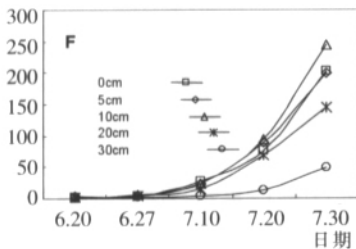


图 2 黑土层不同剥离深度以及施用有机肥对玉米生长发育的影响 (F—施化肥,FM—施化肥+有机肥)

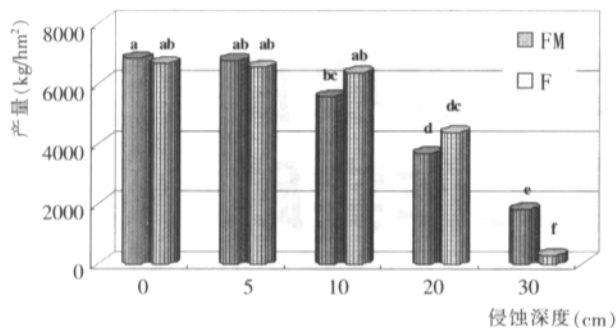


图4 人为剥离黑土层及施用有机肥对玉米产量的影响

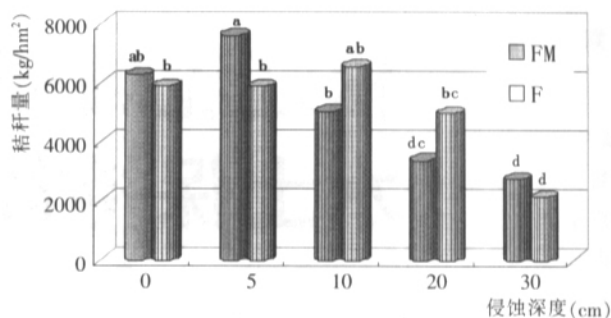


图5 人为剥离黑土层及施用有机肥对玉米生物产量的影响

黑土层流失掉 5cm 的处理作用明显。30cm 黑土层全部流失掉后, 加施有机肥, 生物量由只施化肥的 $2757\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 提高到 $3399\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 未达到显著差异的水平。

结果表明, 黑土水土流失对黑土层大于 30cm 的农田, 近 20 年内不会造成较大的减产; 但如果不采取积极措施, 按照现有的流失速度, 薄层黑土的生产力将会大幅度降低, 当黑土层几乎丧失后, 无论是籽实产量还是秸秆量都显著降低。

三、结论

(1) 在黑土层厚度仅有 30cm 的坡

耕地, 表土流失掉 10cm 对玉米干物质积累未造成明显影响。然而当黑土层流失超过 10cm, 玉米干物质积累量随流失的增加而减少。

(2) 黑土层的存在, 对玉米高产稳产具有重要的作用。当黑土层厚度由 30cm 降到 20cm 以下, 无论是籽实产量还是生物产量均显著降低, 当黑土层丧失殆尽时, 产量仅为拥有 30cm 厚黑土层的 4.3% 左右, 在现有经营模式下, 土地生产力丧失。黑土层变薄导致玉米产量的降低主要表现在结穗率降低和单穗产量减少。

(3) 施用有机肥, 对侵蚀黑土的生产力具有一定的恢复作用。

参考文献:

- [1] 田雨. “北大仓”已退化为第二个黄土高原[J]. 河北国土资源, 2005(7).
- [2] 刘正茂, 崔玉玲. 大豆平播密植的水土保持作用[J]. 中国水土保持, 2001(9).
- [3] 史忠, 孟凡光. 平作技术在干旱半干旱地区防止水土流失的作用[J]. 现代化农业, 2001(7).
- [4] 张兴义, 孟凯, 张志学, 隋跃宇. 黑土区春小麦群体物质和能量积累研究[J]. 麦类作物学报, 2003(23).
- [5] 张磊, 欧阳竹, 董玉红, 张志诚, 潘国艳. 农田生态系统杂草的养分和水分效应研究[J]. 水土保持学报, 2005(19).

责任编辑 李建章

(上接第 46 页) 监测指标进行自动监测并存储, 在计算机上可以随时读取各项数据指标。

3. 侵蚀沟监测

选择正在发育的侵蚀沟, 在沟头、沟岸和沟底布设测桩, 分别量测沟头与相应测桩的距离、沟底各测桩露出地面的高度、岸边与相应测桩的距离, 计算侵蚀沟左右岸扩张及沟底下切的平均值, 与上一次的数据进行比较, 得到沟头年前进长度、沟底年下切深度及沟岸年扩张宽度。

4. 遥感监测

选择重点小流域开展遥感监测, 直观地反映流域土壤侵蚀变化, 从而估测整个试点工程项目区的土壤侵蚀变化情况。

遥感监测主要包括资料收集、数据处理、建立解译标志、提取遥感影

像专题信息、野外调查验证、土壤侵蚀等级判定等。

四、监测的组织与管理

松辽流域水土保持监测中心站全面负责试点工程监测组织与实施, 包括编制项目实施方案和《东北黑土区水土保持监测规程》等技术文件, 进行技术培训, 协调和组织项目的实施, 对项目质量进行监督、检查。四省(区)水土保持监测总站配合中心站开展项目监测工作。项目区内涉及的四省(自治区)各县(市、旗)水土保持站等相应的管理机构, 负责水土流失动态监测项目的具体实施, 完成监测任务。各站点将每年监测到的数据汇总、整理, 按规定时间报送所在省(自治区)水土保持监测总站和松辽流域水土保持监测中心站。

五、监测成果

截至 2006 年 12 月, 试点工程的监测工作包括典型小流域水土保持综合调查、重点监测小流域地面观测和遥感监测全部完成, 获取了 3 年(2004—2006)的监测数据, 形成了试点工程水土保持监测总报告及年度报告, 报告内容包括试点工程监测总体结论、问题和建议。

在总结试点工程监测工作和监测内容、指标、方法并吸纳各有关方面建议的基础上, 松辽流域水土保持监测中心站进一步完善了全面调查、抽样调查和重点小流域监测三个层次构成的东北黑土区监测总体布局, 重新修订了东北黑土区水土保持监测规程。

责任编辑 王晓平