

# 人为剥离黑土层对大豆干物质积累及产量的影响<sup>\*</sup>

张兴义<sup>1</sup> 刘晓冰<sup>1</sup> 隋跃宇<sup>1</sup> 张少良<sup>1</sup> 张久明<sup>1</sup>  
刘焕军<sup>1</sup> Stephen J. Herbert<sup>2</sup>

(1. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 哈尔滨 150040; 2. Dept. of  
Plant and Soil Sciences, University of Massachusetts, Amherst, MA, 01003, USA)

**摘要** 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大豆干物质积累及产量的影响。研究表明, 在拥有 30cm 黑土层的 6 度坡耕地上, 表土流失掉 10cm 对大豆干物质积累没有明显影响。然而当黑土层流失超过 10cm, 大豆干物质积累量随流失的增加而减少。黑土层流失 5cm、10cm 后, 未对大豆产量造成显著影响, 仅分别降低 3.1% 和 3.2%; 流失 20cm, 大豆产量下降了 33.2%; 黑土层全部流失即 30cm 后, 产量下降了 59.2%, 表明黑土水土流失对大豆生产危害极其严重。试验也表明施用有机肥可适当减轻水土流失对大豆产量的影响。

**关键词** 黑土; 水土流失; 产量; 大豆

中图分类号 S 565.101 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2006)02-0123-04

黑龙江省是我国大豆的主产区, 大豆产量约占全国的 1/3。黑土区又是我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 0.5~1 cm 的表土, 黑土层已由 50 年前的 40~100 cm 下降为目前的 20~40 cm<sup>[1~3]</sup>。随着肥沃的黑土层的流失, 黑土肥力降低, 农田生产力下降<sup>[4,5]</sup>。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<sup>[6]</sup>。本研究通过在同一坡耕地采取人为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大豆生长发育及产量的影响, 以揭示并量化黑土水土流失对大豆生产的危害与程度。

## 1 试验场地和方法

### 1.1 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 度, 黑土层深度 30cm。土壤有机质含量为 41.2g/kg<sup>-1</sup>, 全氮含量为 18.1g/kg<sup>-1</sup>, pH 6.8, 土壤质地为中壤土, 开垦年限 80 年。

### 1.2 方法

### 1.2.1 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。施肥处理: I 化肥 (N 138kg/hm<sup>2</sup>; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 69kg/hm<sup>2</sup>; K 15kg/hm<sup>2</sup>); II 化肥+有机肥, 化肥量同 I, 有机肥为干牛粪 15t/hm<sup>2</sup>。每个小区为 5m×3.5 m, 垄距 0.7m, 每小区种植 5 垄, 共 30 个小区。

供试大豆品种为黑农 35。于 2005 年 5 月 15 日人工播种, 垄上双条播, 生育期间进行人工除草和化学除草, 同时防治病虫害。

### 1.2.2 测定

于大豆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。

## 2 结果与分析

### 2.1 人为剥离黑土层对大豆干物质积累的影响

\* 收稿日期: 2005-11-21

项目来源: 中国科学院东北地理与农业生态研究所前沿领域项目和黑龙江省科技攻关项目(GC03B301)

作者简介: 张兴义(1966-), 男, 副研, 博士, 主要从事黑土农业生态研究。

黑土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<sup>[6,7]</sup>。农田黑土发生水土流失后, 表层肥沃的土壤被逐渐剥蚀, 导致土壤退化, 肥力降低, 影响作物生产力。试验结果表明(图1), 在黑土层厚度 30cm 坡度为 6 度的坡耕地上, 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)的地下部和地上部干物质的积累影响较小, 只有在施用有机肥的基础上, 人为剥离处理的地下部干重较明显的低于对照。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, 无论是地下干重还是地上部干物质积累量均为未流失的 50% 左右。这主要是由于养分降低肥力下降所致。据我们对黑土层流失掉 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, 可促进地上干物质的积累, 但对地下部根系物质积累影响较小, 并有抑制根系的物质积累速度和积累量的趋势, 这可能是由于只施化肥区养分的相对胁迫而促进根系生长<sup>[7]</sup>。

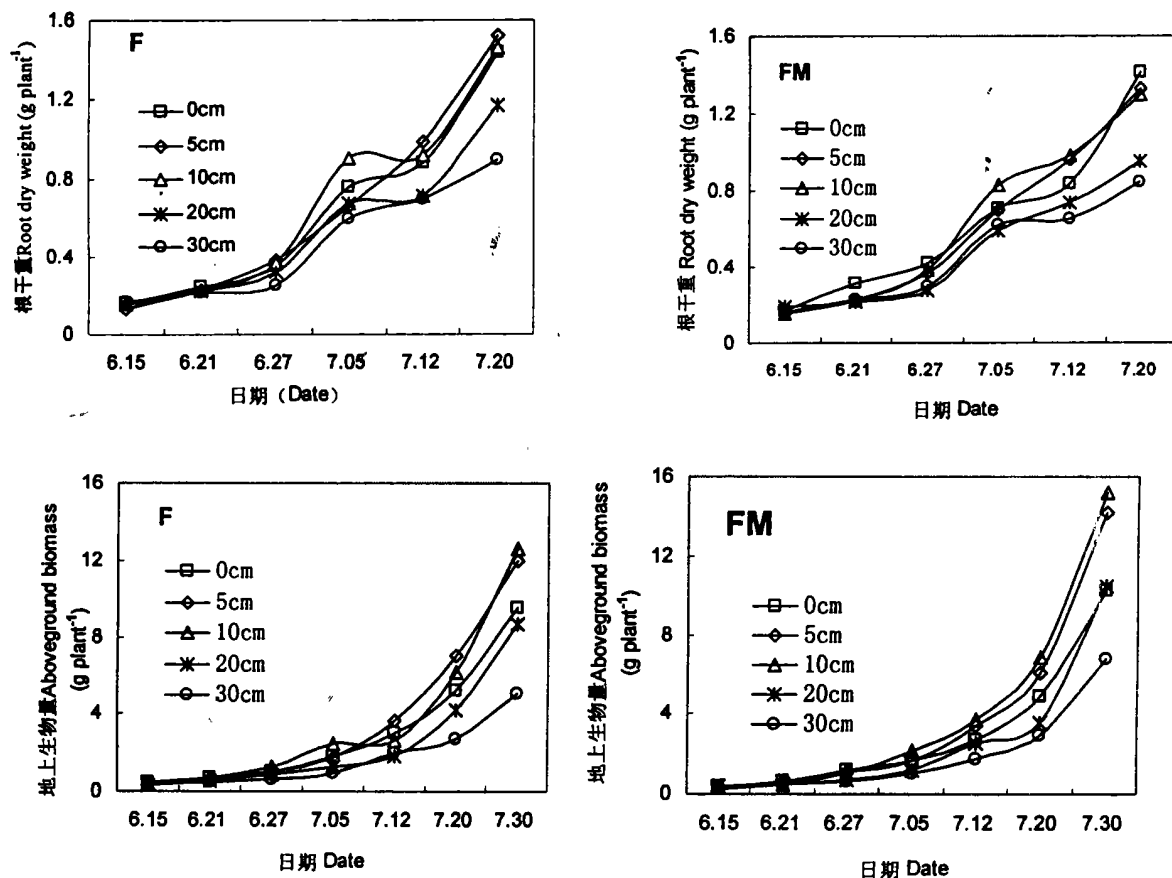


图1 黑土表层不同剥离深度以及施用有机肥对大豆生长发育的影响(F-施化肥, FM-施化肥+有机肥)

Fig. 1 Effect of soil erosion and manure application on soybean growth

(F - chemical fertilizer, FM - chemical and manure fertilizers)

## 2.2 人为剥离黑土层对大豆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 对大豆产量均未造成显著的影响, 仅分别降低 3.1% 和 3.2%。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, 大豆产量显著降低, 仅为未侵蚀的 66.8%, 降低 34.2%; 当 30cm 的黑土层全部流失后, 大豆产量仅为未侵蚀的 40.8%,

降低 59.2%。可见肥沃的黑土层流失对大豆生产的严重危害。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, 可对大豆的产量具有恢复作用。施用有机肥可将流失掉 20cm 黑土层的大豆产量由只施化肥的  $1394 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  提高到  $1935 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 接近未侵蚀黑土只施化肥的水平。30cm 黑土层全部流失掉后, 加施有机肥, 产量由只施化肥的  $852 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  提高到  $1346 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 接近

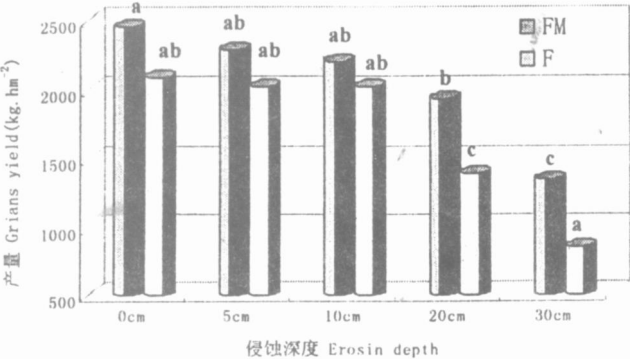


图 2 人为剥离黑土层及施用有机肥对大豆产量的影响  
Fig.2 Effect of artificial topsoil removal with manure application on soybean yield  
黑土层流失 20cm 只施化肥的水平。以上结果充分表明黑土表层的存在对大豆产量至关重要,在正常

施用化肥的基础上,适量的施用优质牛粪能够弥补由于黑土层变薄而导致大豆产量的降低(图 2)。

分析株高和产量构成因素的变化可知(表 1):随着侵蚀程度的增加,株高、荚数、有效荚数、单株粒数、单株粒重降低,而结荚部位和百粒重变化不大。表明水土流失对大豆单株性状和产量构成的影响主要是株高降低,结荚数减少,产量降低。

2.3 人为剥离黑土层对大豆生物产量的影响

与大豆籽实产量相比,人为剥离黑土层对大豆生物产量的影响稍有不同(图 3)。尽管当 30cm 黑土层流失掉 5cm 时,对大豆生物产量影响不大,但当黑土层侵蚀 10cm,已对大豆地上部生物量造成了明显的影响,其中单施化肥的处理达显著差异水平,

表 1 黑土层流失强度对大豆产量构成因素的影响 Table 1 Effect of the black soil erosion intensity on yield components in soybean								
	侵蚀深度 Erosion depth	株高 Height (cm)	结荚部位 Pod setting position (cm)	荚数 Pod number No.	有效荚数 Effective pod number No.	单株粒数 Seed number per plant No.	单株粒重 Seed yield per plant (g)	百粒重 100 seed weight (g)
F *	0cm	73.0	12.2	33.0	32.1	80.1	14.2	18.9
	5cm	76.7	13.3	31.8	31.0	80.2	14.8	19.2
	10cm	76.5	16.2	28.6	27.9	71.8	12.2	18.3
	20cm	61.3	12.5	25.7	24.8	60.8	11.5	19.1
	30cm	54.6	14.3	19.8	19.2	48.8	8.2	17.7
FM **	0cm	66.9	13.4	28.4	27.6	72.8	12.1	19.4
	5cm	77.2	12.9	36.2	35.1	90.7	16.2	18.2
	10cm	81.1	13.7	31.2	30.5	80.3	15.3	20.2
	20cm	60.5	14.0	21.3	20.9	50.9	9.2	19.6
	30cm	62.4	11.3	25.3	24.6	61.6	10.8	18.8

注: \* F: 施化肥 Chemical fertilizer application; \*\* FM: 施化肥+有机肥 Chemical fertilizer and manure application.

由于籽实产量并未降低很多,表明此时大豆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,大豆生物产量降低了 45.1%;当 30cm 的黑土层全部流失后,大豆产量降低了 60.4%。说明大豆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大豆生物产量具有增加作用,尤其是对黑土层流失掉 20cm 和 30cm 的处理作用明显。流失掉 20cm 黑土层的大豆生物量由只施化肥的 2297kg·hm<sup>-2</sup> 提高到 3293kg·hm<sup>-2</sup>。30cm 黑土层全部流失掉后,加施有机肥,生物量由只施化肥的 1660kg·hm<sup>-2</sup> 提高到 2365kg·hm<sup>-2</sup>,超过黑土层流失 20cm 只施化肥的水平。

此初步结果表明,一方面黑土水土流失对黑土层大于 30cm 的农田黑土,近 20 年内不会造成较大

的减产,另一方面则表明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。

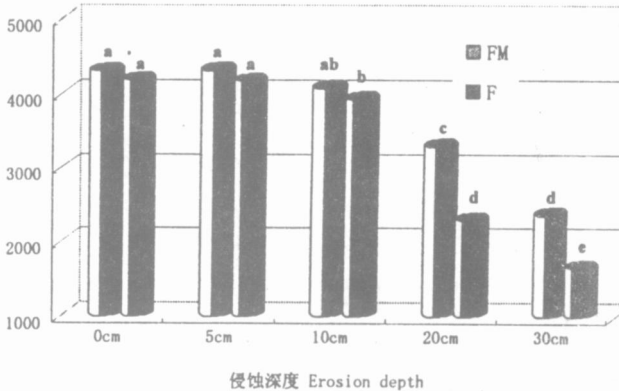


图 3 人为剥离黑土层及施用有机肥对大豆生物产量的影响  
Fig. 3 Effect of artificial topsoil removal with manure application on soybean above ground biomass

3 结论

3.1 在黑土层厚度仅有 30cm 的坡耕地, 表土流失掉 10cm 对大豆干物质积累未造成明显影响。然而当黑土层流失超过 10cm, 大豆干物质积累量随流失的增加而减少。

3.2 黑土层的存在, 对大豆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 40% 左右。黑土层变薄导致大豆产量的降低主要表现在株高变矮和结荚数量减少。

3.3 施用有机肥, 对侵蚀黑土的生产力具有一定的恢复作用。每公顷施用 15t 干牛粪能够弥补 10cm 的黑土层消失引起的产量损失。

参 考 文 献

1 田雨.“北大仓”已退化为第 2 个黄土高原[ J] . 河北国土资源, 2005, ( 7): 44 – 44  
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): 26 – 27  
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): 10 – 11  
4 高聚林, 刘克礼, 李惠智, 等. 大豆群体对氮、磷、钾的平衡吸收关系的研究[ J] . 大豆科学, 2004, 23( 2): 106 – 110  
5 刘克礼, 高聚林, 刘视梅, 等. 旱作大豆综合农艺栽培措施与产量关系模型及产量构成分析[ J] . 大豆科学, 2004, 23( 1): 50 – 54  
6 Xing, B., X B Liu, J. D. Liu, et al. Physical and chemical characteristics of a typical Mollisol in China[ J] . Soil Sci. Plant Anal. 2004, 35( 13&14): 1829 – 1838  
7 Liu X B, J D Liu, B S Xing, et al Effects of long term continuous cropping, tillage, and fertilization on soil carbon and nitrogen in Chinese Mollisols[ J] . Communications in Soil Science and Plant Analysis 2005, 36( 9&10): 1229 – 1239

EFFECTS OF ARTIFICIAL TOPSOIL REMOVAL ON SOYBEAN DRY MATTER ACCUMULATION AND YIELD IN CHINESE MOLLISOLS

Zhang Xingyi<sup>1</sup> Liu Xiaobing<sup>1</sup> Sui Yueyu<sup>1</sup> Zhang Shaoliang<sup>1</sup> Zhang Jiuming<sup>1</sup>  
Liu Huanjun<sup>1</sup> Stephen J. Herbert<sup>2</sup>

( 1. Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Harbin, 150040;  
2. Dept. of Plant and Soil Sciences, University of Massachusetts, Amherst, MA, 01003, USA )

**Abstract** Present studies investigated the effects of artificial topsoil removal on soybean dry matter accumulation and yield in a black soil field with 6° slope and 30 cm topsoil layer. Dry matter accumulation was not affected when 10 cm topsoil was removed, and significant reduction was observed while topsoil removal exceeded 10 cm. Seed yield was only reduced at 3.1 % and 3.2 % by 5 cm and 10 cm removal, respectively, while 33.2 % and 59.2 % reduction was observed in 20 cm and 30 cm removal treatment. It indicated that soil erosion will result in a serious yield reduction in soybean, and manure application could alleviate the yield loss.

**Key words** Chinese Mollisols; Water and soil loss; Yield; Soybean