

北方农牧交错带风蚀对农田土壤特性的影响*

冯晓静 高焕文 李洪文 王晓燕 马洪亮

【摘要】 研究分析了我国北方农牧交错带典型风蚀地区,传统和保护性耕作农田土壤的风蚀和有机物及养分衰减的定量关系及其衰减的机理。土壤风蚀过程中,保护性耕作比传统耕作可以减少风蚀量 50.44%。有机质损失减少 48.80%,全氮损失减少 49.04%,全磷损失减少 48.51%,全钾损失减少 50.52%。传统耕作和保护性耕作各物质损失中全磷的损失最大,分别为 12.24% 和 5.93%;其次是有机质的损失,分别为 11.53% 和 4.31%。土壤损失率分别为 5.29% 和 2.62% 时,全磷损失率是相应土壤损失率的 2.31 倍和 2.26 倍;有机质损失率是相应土壤损失率的 2.18 倍和 1.65 倍。保护性耕作是防止农田沙漠化和提高作物产量的根本措施。

关键词: 农牧交错带 风蚀 土壤特性

中图分类号: S157.1

文献标识码: A

Effect of Wind Erosion in Agro-pastoral Regions on Soil Characteristics

Feng Xiaojing^{1,2} Gao Huanwen¹ Li Hongwen¹ Wang Xiaoyan¹ Ma Hongliang^{1,2}

(1. China Agricultural University 2. Agricultural University of Hebei)

Abstract

An experiment was conducted in farmland in north of China during wind erosion season to study the change of the soil and the wind erosion materials. We analyzed the relationship between wind erosion and the loss of the organic materials and nutritional elements, and the mechanization of the loss in this paper. The main results are as follows: conservation tillage is more effective in reducing wind erosion than the traditional tillage and the reduction is 50.44%. Conservation tillage can reduce the losses of organic materials and nitrogen (N), phosphorus (P), kalium (K) in a higher extent than the traditional tillage, reduction of organic materials is 48.80%, nitrogen (N) 49.04%, phosphorus (P) 48.51% and kalium (K) 50.52% respectively. The loss rates of phosphorus (P), in the traditional and conservation tillage, are 12.24% and 5.93%, respectively, which is the highest, and the loss rates of organic materials are 11.53% and 4.31%, respectively. The loss rates of the soil, in the traditional and conservation tillage, are 5.29% and 2.62%, respectively; while the loss rates of nitrogen (N) are 2.31 and 2.26 times higher than the loss rates of the soil, respectively, at the same time, the loss rates of organic materials are 2.18 and 1.65 times higher than the loss rates of the soil, respectively.

Key words Agro-pastoral regions, Wind erosion, Soil characteristics

引言

农田沙漠化是在干旱、半干旱及半湿润地区由

于人类不合理的生产活动与自然资源环境不协调所产生的以风沙活动为主要标志的土地退化^[1]。旱作农田退化主要表现为农田土壤风蚀或积沙,表层土

收稿日期: 2005-12-20

* 农业科技成果转化基金资助项目(项目编号:02EFN216900734)

冯晓静 中国农业大学工学院 博士生 副教授(河北农业大学), 100083 北京市

高焕文 中国农业大学工学院 教授 博士生导师

李洪文 中国农业大学工学院 教授 博士生导师

王晓燕 中国农业大学工学院 副教授

马洪亮 河北农业大学机电工程学院 副教授 博士生(中国农业大学), 071001 保定市

壤的粗粒化、养分的贫瘠化和土壤环境的干旱化,从而导致土壤生产力的下降或丧失^[2~3]。在农田退化过程中,土壤性状的变异可以从土壤风蚀物及有机物和氮磷钾养分变化得到验证。本文通过田间监测试验分别研究传统耕作和保护性耕作2种地表土壤及土壤风蚀物的理化参数,探讨保护性耕作对防止农田土壤退化的作用。

1 试验方法

1.1 试验区概况

试验区选在内蒙古正蓝旗的哈毕日嘎镇,地处东经115°59',北纬41°15',海拔1200~1300 m,试验区北端是面积2.87万km²的浑善达克沙地,南与太仆寺旗的农区和草地相接,是典型的农牧交错区。属于温带半干旱草原气候,具有干旱少雨、干冷多风、无霜期短等特点。试验区的降水年、季变化大,年均降水量为365.1 mm左右。冬春季节连续干旱,11月至翌年4月降水仅为69.02 mm,不足全年降水量的20%。每年超过8级(大于或等于17.2 m/s)的大风日数72 d,且以西风、西北风为主,年平均风速为4.5 m/s,最大瞬时风速为33.4 m/s。每年3~5月为多风季节,平均风速5 m/s以上,是风蚀的多发季节。

1.2 试验方法

(1) 分别在小麦秸秆残茬覆盖保护性耕作农田(NTC)和传统翻耕耙碎农田(CK)取样及布置。

(2) 测试2种类型农田试验区地表0~20 cm土壤的有机质和养分状况(试验前),见表1。

表1 地表0~20 cm土壤中有有机质及养分质量分数

地表	有机质	养分		
		全氮	全磷	全钾
CK	1.38	0.103	0.016	1.82
NTC	1.89	0.153	0.017	1.86

(3) 3~5月在试验地布置集沙仪,进行田间风蚀监测。集沙仪结构如图1所示,采样口面积为2 cm×5 cm。位于每个采集点距上风向不可侵蚀地表150 m处,集沙仪入风口距地表0.1 m、0.25 m、0.6 m、1.0 m及1.5 m高度上安装5个集沙仪,见图2。

(4) 风蚀物的测取。每次扬沙过后,将集沙仪中的沙尘清空倒入塑料袋内带回实验室,置于烘箱内在105℃下烘干6~8 h直至恒量,然后用1/100的电子天平称量,整个试验期内收集每个集沙仪内的风蚀物质量。

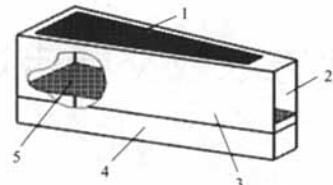


图1 集沙仪结构示意图

Fig. 1 Structure of sampler

1、5. 筛网 2. 采样口 3. 采沙盒 4. 集沙盒

(5) 测定各高度上土壤风蚀量和风蚀物中的有机物、营养成分的质量分数,计算富集率(土壤风蚀物有机质及养分质量分数与相应的土壤表层有机质及养分质量分数之比)。

2 试验结果及分析

由表1可以看出,保护性耕作农田0~20 cm的表层土壤有机质和养分均高于传统耕作农田,说明保护性耕作对土壤有培肥作用。

2.1 风蚀输沙量

试验期间各高度上集沙仪总输沙量见表2。2种地表试验的风蚀输沙量随高度的增加而减少,保护性耕作地表各高度上风蚀量明显低于传统耕作地表对应高度层的风蚀输沙量,保护性耕作总的风蚀量低于传统耕作。

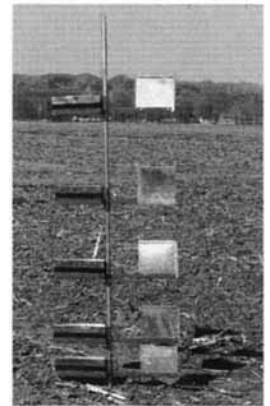


图2 集沙仪田间安装图

Fig. 2 Installation of sampler in field

表2 各高度层总输沙量

序号	高度/cm	输沙量/g	
		CK	NTC
1	10	58.7	23.3
2	25	44.9	19.8
3	60	26.2	14.1
4	100	20.5	10.3
5	150	13.6	9.0

2.2 风蚀物理化性质分析

以土壤风蚀物的有机质及养分富集率作为表征土壤风蚀过程中土壤肥力迁移的指标^[4~5],结果见表3。无论是传统耕作农田,还是保护性耕作农田,其土壤风蚀物中的有机质和养分的富集率具有相同的规律,2种地表有机质和全氮、全磷、全钾的富集

率随高度的增加而增大,平均富集率分别为1.93、1.79、2.26和1.03。充分说明风蚀带走了农田土壤养分,加剧了农田土壤肥力损失。

表3 地表风蚀物有机质及养分的富集率
Tab. 3 OM and nutrients enrichment ratios of wind erosion materials at different heights

地表	高度/cm	有机质	养分		
			全氮	全磷	全钾
CK	10	1.06	1.03	1.13	1.09
	25	1.67	1.37	1.69	1.12
	60	1.92	1.84	2.25	1.08
	100	2.18	2.14	2.75	1.05
	150	2.39	2.33	3.16	1.07
	平均	1.84	1.74	2.20	1.08
NTC	10	1.08	1.39	1.59	0.95
	25	1.66	1.61	1.82	0.99
	60	2.15	1.86	2.24	1.02
	100	2.72	1.83	2.71	0.97
	150	2.83	2.45	3.24	0.98
	平均	2.01	1.83	2.32	0.98

2.3 农田土壤有机物和养分损失分析

由于春季干旱多风,是风蚀发生最严重的季节,可以假定试验总输沙量为年总输沙量,对应的风蚀面积是150×100×2 cm²。则单位面积的输沙量为

$$Q = \frac{(q_1 + q_2) \times 15 + (q_2 + q_3) \times 35 + (q_3 + q_4) \times 40 + (q_4 + q_5) \times 50}{2 \times 2 \times 150} \times 10$$

式中 Q——年风蚀输沙量,t/(hm²·a)

q_i——试验期内集沙仪i的总输沙量,g

同理,由不同高度集沙仪收集到的输沙量相对应的土壤风蚀物及养分计算损失量如表4所示。富集率是农田土壤肥力减小的相对值,并不能代表农田肥力的实际损失。本文计算土壤风蚀物中有机质和养分的质量,定量分析农田土壤肥力的损失并进行对比,可知保护性耕作不仅可以使风蚀减少率达到50.44%,同时能够减少表层土壤的有机质和养分损失达50%左右,其中钾损失减少最多,可达

50.52%,说明保护性耕作可以减少土壤肥力的损失。

表4 地表有机质、养分及土壤损失量
Tab. 4 Loss amount of OM and nutrients on topsoil

地表	有机质	养分			土壤
		全氮	全磷	全钾	
CK	3.817 9	0.224 5	0.047 0	2.506 5	126.891
NTC	1.954 9	0.114 4	0.024 2	1.240 1	62.893
减少率/%	48.80	49.04	48.51	50.52	50.44

观测期间,2种不同类型的地表土壤、有机质及养分损失率(风蚀损失量与20 cm耕层土壤中相应物质的比值)见表5,传统耕作比保护性耕作有机质及养分损失率都高;有机质及养分损失率高于土壤损失率。传统耕作和保护性耕作各物质损失中全磷的损失最大,其次是有机质的损失。两地表全磷损失率是相应土壤损失率的2.31倍和2.26倍;有机质损失率是相应土壤损失率的2.18倍和1.65倍。风蚀对土壤营养物质及有机质的流失高于土壤的流失,风蚀是土壤退化的主要原因,恶化环境的同时造成了严重的经济损失。

表5 地表0~20 cm土壤、有机质及养分损失率
Tab. 5 Loss rates of OM, nutrients and soil on topsoil

地表	有机质	养分			土壤
		全氮	全磷	全钾	
CK	11.53	9.08	12.24	5.74	5.29
NTC	4.31	3.12	5.93	2.78	2.62

2.4 损失与经济效益估算

2.4.1 经济效益估算

以风蚀过程中全氮的损失为例,计算每年相当于不同地表全氮损失的化肥当量。目前农村常用的氮素化肥主要有磷酸二氨、碳氨和尿素,根据表4的全氮损失量计算,结果见表6。如果靠施肥补充风蚀损失的氮素,传统耕作地需633.88~1 371.94元/hm²,

表6 地表风蚀全氮损失当量计算结果

Tab. 6 Equivalent weight calculation of total N loss by wind erosion

参数	CK			NTC		
	磷酸二氨	碳氨	尿素	磷酸二氨	碳氨	尿素
含氮量/%	18.00	17.00	46.30	18.00	17.00	46.30
化肥当量/(t·hm ⁻²)	1.25	1.32	0.48	0.64	0.67	0.25
单价/元·t ⁻¹	1 100.00	480.00	1 900.00	1 100.00	480.00	1 900.00
节省量/元·hm ⁻²	1 371.94	633.88	921.27	699.11	323.01	469.46

保护性耕作地需要 323.01~699.11 元/hm², 实行保护性耕作后, 用于补充风蚀损失全氮的化肥即可节省 300~700 元/(hm²·a)。

2.4.2 损失时间估算

对于传统耕作在不补充肥料的情况下, 如果每年进行翻耕并整地, 按表 5 损失率计算, 耕层 20 cm 土壤有机质和养分损失 50% 所经历的时间约为: 有机质 5.65 a, 全氮 6.72 a, 全磷 5.31 a, 全钾 11.7 a。按此推算 100 a 后有机质及养分基本上全部损失。

3 结论

(1) 土壤风蚀过程中, 保护性耕作比传统耕作可以减少风蚀量 50.44%, 有机质损失减少 48.80%, 全氮损失减少 49.04%, 全磷损失减少 48.51%, 全钾损失减少 50.52%。

(2) 传统耕作和保护性耕作各物质损失中全磷的损失最大, 分别为 12.24% 和 5.93%; 其次是有机质的损失, 分别为 11.53% 和 4.31%。土壤损失率分别为 5.29% 和 2.62% 时, 全磷损失率是相应土壤损失率的 2.31 倍和 2.26 倍; 有机质损失率是相应土壤损失率的 2.18 倍和 1.65 倍。

(3) 不补充肥料的情况下, 每年进行翻耕并整地, 耕层 20 cm 土壤有机质及养分大约经过 5~10 a 就仅剩余目前含量的 50%。100 a 后有机质及养分基本上全部损失。

(4) 风蚀对土壤营养物质及有机质的流失高于土壤的流失, 风蚀是土壤退化的重要原因, 采取相应的措施控制风蚀可以在一定程度上减少有机质和养分的损失, 减轻土壤粗化的程度, 从而控制农田的沙漠化。

参 考 文 献

- 1 王涛. Land use and sandy desertification in north China[J]. 中国沙漠, 2000, 20(1): 103~108.
- 2 肖洪浪, 赵雪, 赵文智. 河北坝缘简育干润均腐土耕种中的退化研究[J]. 土壤学报, 1998, 35(1): 129~134.
- 3 苏永中, 赵哈林, 张铜会, 等. 科尔沁沙地旱作农田土壤退化的过程和特征[J]. 水土保持学报, 2002, 16(1): 25~28.
- 4 Larney F J, Bullock M S, Janzen H, et al. Wind erosion effects on nutrient redistribution and soil productivity[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1998, 53(2): 133~140.
- 5 Zobeck T M, Fryrear D W. Chemical and physical characteristics of windblown sediment II. chemical characteristic and total soil and nutrient discharge[J]. Transaction of the ASAE, 1986, 29(4): 1 037~1 041.

(上接第 50 页)

参 考 文 献

- 1 张晋国, 高焕文. 免耕播种机新型防堵装置的研究[J]. 农业机械学报, 2000, 31(4): 33~35.
- 2 廖庆喜, 高焕文, 王世学, 等. 免耕播种机新型锯切防堵装置的试验研究[J]. 农业机械学报, 2003, 34(6): 91~95.
- 3 吴建民, 高焕文. 免耕播种机锯齿式防堵切刀的试验[J]. 农业机械学报, 2006, 37(5): 51~56, 82.
- 4 郑东旭, 姜海勇, 李兵, 等. 玉米整秆覆盖下小麦免耕播种机的研究[J]. 河北农业大学学报, 2003, 26(增刊): 285~287.
- 5 姚宗路, 王晓燕, 李洪文, 等. 2BMD-12 型小麦对行免耕施肥播种机改进与试验研究[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 9(5): 46~51.
- 6 马洪亮, 高焕文, 李洪文, 等. 斜置驱动圆盘免耕播种机设计与试验[J]. 农业机械学报, 2006, 37(5): 45~47, 66.
- 7 张守勤, 左春桂, 马成林. 圆盘开沟器受力模型[J]. 农业机械学报, 1998, 29(增刊): 108~110.
- 8 张守勤, 马旭, 马成林, 等. 圆盘开沟部件的受力及计算机模拟[J]. 农业工程学报, 1995, 11(4): 52~55.
- 9 曾德超. 机械土壤动力学[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 1995.
- 10 [美] 吉尔 W R, 范德伯奇 G E. 耕作和牵引土壤动力学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1983.
- 11 林金天. 土壤动力特性与节能耕作及机具设计[J]. 农业机械学报, 1996, 27(增刊): 38~42.

北方农牧交错带风蚀对农田土壤特性的影响

作者: [冯晓静](#), [高焕文](#), [李洪文](#), [王晓燕](#), [马洪亮](#), [Feng Xiaojing](#), [Gao Huanwen](#), [Li Hongwen](#), [Wang Xiaoyan](#), [Ma Hongliang](#)

作者单位: [冯晓静,高焕文,李洪文,王晓燕,Feng Xiaojing,Gao Huanwen,Li Hongwen,Wang Xiaoyan\(中国农业大学工学院,100083,北京市\)](#), [马洪亮,Ma Hongliang\(河北农业大学机电工程学院,071001,保定市\)](#)

刊名: [农业机械学报](#) **ISTIC EI PKU**

英文刊名: [TRANSACTIONS OF THE CHINESE SOCIETY FOR AGRICULTURAL MACHINERY](#)

年,卷(期): 2007,38(5)

被引用次数: 5次

参考文献(5条)

1. [王涛](#) [Land use and sandy desertification in north China](#)[期刊论文]-[中国沙漠](#) 2000(01)
2. [肖洪浪](#); [赵雪](#); [赵文智](#) [河北坝缘筒育干润均腐土耕种中的退化研究](#) 1998(01)
3. [苏永中](#); [赵哈林](#); [张铜会](#) [科尔沁沙地旱作农田土壤退化的过程和特征](#)[期刊论文]-[水土保持学报](#) 2002(01)
4. [Larney F J](#); [Bullock M S](#); [Janzen H](#) [Wind erosion effects on nutrient redistribution and soil productivity](#)[外文期刊] 1998(02)
5. [Zobeck T M](#); [Fryrear D W](#) [Chemical and physical characteristics of windblown sediment II.chemical characteristic and total soil and nutrient discharge](#) 1986(04)

本文读者也读过(10条)

1. [王帅](#). [哈斯](#). [WANG Shuai](#). [Hasi Erdun](#) [呼伦贝尔沙质草原区域风况与风蚀坑形态特征](#)[期刊论文]-[水土保持研究](#) 2008, 15(3)
2. [梅凡民](#). [张小曳](#). [曹军骥](#). [鹿化煜](#). [王亚强](#) [定量评价中国北方粉尘源区地表覆盖类型对表土风蚀强度的影响](#)[期刊论文]-[海洋地质与第四纪地质](#)2004, 24(1)
3. [靳英华](#). [周道玮](#). [彭菲](#). [肖荣](#). [贺欣欣](#). [JIN Ying-hua](#). [ZHOU Dao-wei](#). [PENG Fei](#). [XIAO Rong](#). [HE Xin-xin](#) [春、秋整地对吉林省西部农田风蚀、土壤含水量、土壤温度的影响研究](#)[期刊论文]-[东北师大学报\(自然科学版\)](#) 2010, 42(4)
4. [薛力群](#). [刘琳](#) [葫芦岛市空气污染现状及其成因分析](#)[期刊论文]-[辽宁城乡环境科技](#)2006, 26(6)
5. [师华定](#). [梁海超](#). [齐永清](#). [高庆先](#). [胡云锋](#). [SHI Hua-ding](#). [LIANG Hai-chao](#). [QI Yong-qing](#). [GAO Qing-xian](#). [HU Yun-feng](#) [风蚀危险性评价研究综述](#)[期刊论文]-[资源与产业](#)2010, 12(5)
6. [高辉](#). [朱建华](#). [陈素霞](#). [Gao Hui](#). [Zhu Jianhua](#). [Chen Suxia](#) [原油脱金属剂对不同钢材的腐蚀性评价](#)[期刊论文]-[石油化工腐蚀与防护](#)2006, 23(3)
7. [曹顺安](#). [谢学军](#). [汤海珠](#) [硫化物对铜合金、碳钢的加速腐蚀作用](#)[期刊论文]-[华北电力技术](#)2001, 1(2)
8. [古可成](#). [卢林军](#). [张广贺](#). [刘颂](#) [耐海水腐蚀铸铁的抗氧化性](#)[期刊论文]-[铸造](#)2001, 50(3)
9. [孙悦超](#). [麻硕士](#). [陈智](#). [赵永来](#). [Sun Yuechao](#). [Ma Shuoshi](#). [Chen Zhi](#). [Zhao Yonglai](#) [保护性耕作农田抗风蚀效应的灰色关联分析](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2008(11)
10. [周娟娟](#). [陈慎豪](#). [于晓飞](#) [2-巯基-5-甲基噻重氮自组装膜对20号碳钢的缓蚀作用的研究](#)[会议论文]-2007

引证文献(6条)

1. [邹聪明](#). [胡小东](#). [张云兰](#). [薛兰兰](#). [张臻](#). [Shakeel Ahmad Anjum](#). [王龙昌](#) [保护性耕作农田耕层土壤养分含量动态变化研究](#)[期刊论文]-[农机化研究](#) 2011(2)
2. [邹聪明](#). [胡小东](#). [张云兰](#). [薛兰兰](#). [张臻](#). [Shakeel Ahmad Anjum](#). [王龙昌](#) [保护性耕作农田耕层土壤养分含量动态变化研究](#)[期刊论文]-[农机化研究](#) 2011(2)

3. [马月存](#), [尹春梅](#), [高旺盛](#), [秦红灵](#), [张红生](#), [隋鹏](#), [赵沛义](#) [农牧交错区不同耕作措施下苜蓿的生长发育规律](#)[期刊论文]-[中国农业大学学报](#) 2008(1)
4. [冯晓静](#), [高焕文](#), [王丽洁](#), [李洪文](#) [北京周边典型农田风蚀风洞试验与防治分析](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2008(7)
5. [赵永来](#), [陈智](#), [孙悦超](#), [王荣莲](#) [作物残茬覆盖农田地表土壤抗风蚀效应试验](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2011(6)
6. [杜鹏飞](#), [刘孝盈](#) [中国土壤风蚀速率实测研究述评](#)[期刊论文]-[水土保持研究](#) 2012(6)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_nyjxxb200705013.aspx