

# 不同类型地表沙尘量的比较研究\*

周建忠 路明

**摘 要** 为了探测沙尘暴的沙尘源,采用沙尘采样仪在大风条件下野外采集沙尘样品,同时结合土壤颗粒粒径分析,在土壤风蚀比较严重的蒙古高原东南部正蓝旗浑善达克沙地南缘,对传统翻耕农田、保护性耕作农田、草地和沙地4种不同类型地表的土壤进行了研究。主要结果如下(1)沙地在0~150cm高度范围内,风蚀物含量随高度变化而遵循幂函数规律;农田和草地在0~150cm高度范围内,风蚀物含量随高度的变化均遵循指数函数规律。(2)沙尘暴的沙尘源主要是裸露的农田。(3)保护性耕作是防止沙尘暴的重要措施。

**关键词** 沙尘暴 沙尘源 探测

沙尘暴是特定的气象条件和下垫面条件下结合的产物。气象因素以强风、干旱和上升气流为主要条件。在下垫面条件中,必要条件是有沙尘源的存在;充足条件是地表覆盖状况<sup>[1]</sup>。即沙尘暴天气现象出现,除了需要有产生大风的天气条件外,还要有产生沙尘暴的地面条件,土壤必须具备可蚀沙尘颗粒、地表破碎程度高、植被覆盖率低、土壤干燥疏松等。目前,我国关于沙尘暴的研究存在以下问题:(1)有关研究大多侧重于沙尘暴的气候特征、沙尘暴的个例天气学分析、沙尘暴天气发生的数值模拟和沙尘气溶胶分析上。一些与沙尘暴发生密切相关的起沙机制、草地退化、沙化机制等的研究,多分散在风沙地貌学、生态学等学科之中。而对于沙尘暴发生密切相关的下垫面因子,如地形地貌、地表植被(包括农田的作物秸秆残茬)覆盖、地表土壤颗粒组成大小、地表土壤含水量等因素,以及这些因素如何影响沙尘暴发生发展的问题缺乏系统性的研究。(2)以往的关于土壤风蚀和沙尘暴的沙尘源研究,

只是停留在对沙漠和沙地的观测研究上,对草地,尤其对农田的观测研究不多。因此,导致一种错误的认识,认为沙尘暴的沙尘源就是沙漠和沙地。近年来,也有一些学者提出退化草地和农田是沙尘暴的主要沙尘源,但大多是理论推断,缺乏可靠的试验数据加以证实。

鉴于以上问题,我们以土壤风蚀比较严重的沙尘暴多发的内蒙古高原东南部、浑善达克沙地南缘的正蓝旗为研究区域,直接进行野外观测试验。目的是在沙尘暴的气候条件下研究气象条件与下垫面因子(植被覆盖、土壤颗粒组成等)的关系,探讨不同下垫面(不同地表)特性对土壤风蚀和沙尘暴的影响,进一步探明沙尘暴的沙尘来源,为制定有效的防治沙尘暴措施提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 地表类型

试验区设在内蒙古高原的东部正蓝旗境内。由于20世纪60年代,该区大量地开垦草地用于耕作,加之过度放牧,对草原和农田缺乏合理的保护,使原本脆弱的草原生态系统失去平衡,土地沙化面积逐年增加,土壤风蚀问题日益严重,已成为影响农业生产及生态环境的主要限制问题之一。该地区位于北京北部,当地的土壤风蚀和沙尘暴直接影响京津地区的空气质量和水源质量<sup>[2]</sup>。国内的一些研究表明,内蒙古中东部的退化草地、翻耕农田及沙地是形成京津地区沙尘暴的主要沙尘源区之一<sup>[3]</sup>。因此,对该地区土壤风蚀过程及沙尘灾害的防治措施加以研究,是提高农业产量、改善生态环境的首要问题。以往对该地区的土壤风蚀及土地退化等问题已经进行了一些研究<sup>[4]</sup>,并取得了一些成果。但对大面积的农田土壤风蚀、沙尘暴问题及其影响因素和防治措施等,尚未进行过系统的研究工作。

野外观测主要考虑试验区4种不同类型地表,即沙地、草地、传统翻耕农田和保护性耕作农田等不

周建忠,博士,吉林农业大学,130118,长春  
路明(通讯作者),研究员,全国人大农业和农村委员会副主任、中国作物学会理事长

\* 基金项目:农业部“发展生态治理沙漠化土地技术与示范”。

收稿日期 2006-08-01

同地表覆盖、地表土壤颗粒组成等因素。

1.2 野外沙尘采集仪及布置

本研究采用仪器实地观测,试验使用仪器由中国农业大学提供(“中农”沙尘采集仪)。每一种地表确定面积为200m×200m,占地约4hm<sup>2</sup>。根据有关资料<sup>[5,6]</sup>,临界地长应达到风力最大搬运能力地长的63.2%,由于风速和地表状况不同,其值变化范围在31~129m之间。因此,设备设置和安装于试验地块的位置至少需要满足沿主风向的地长达到临界长度,本试验选择150m。根据当地气象局提供的气象资料,试验区春季的主风向以西北方向为主,

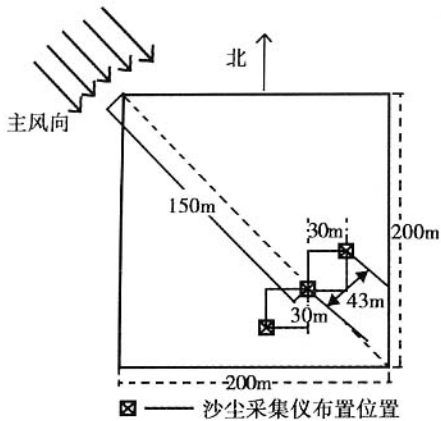


图1 沙尘采集仪野外布置示意图

1.3 地表状况观测方法

试验开始前,用取土环刀在不同地表的土壤表层(0~20cm)取土样,用烘干法测定土壤含水量;在不同地表的土壤表层取0~3cm土样,采用筛分法,在风蚀前和风蚀后取不同试验地表层0~3cm深的土样,分别测定中粗沙(粒径0.5~0.25mm)、细沙(粒径0.25~0.1mm)、极细沙(粒径0.1~0.05mm)、粉粒(粒径0.05~0.02mm)和粘粒(粒径<0.02mm)含量;采用计算机图象判别法测定不同类型地表覆盖率。每种地表按S型取5点。

2 结果与分析

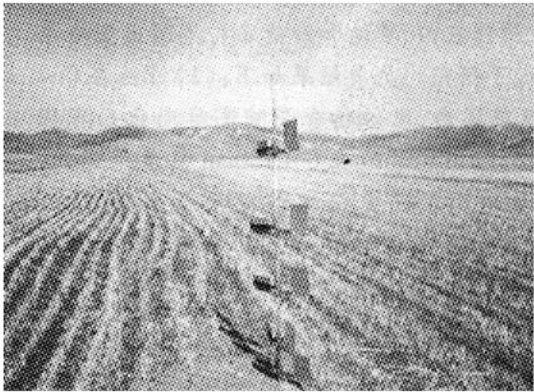
2.1 不同类型地表沙尘采集量

野外观测试验从2003年3月23日开始,至5月31日结束。整个野外观测试验期间,采集有效土壤风蚀物仅4次,不同类型地表土壤风蚀观测试验数据统计结果见表1。

2.2 风蚀物随高度的分布规律

本研究采用SPSS1.0软件对表1中的观测数据进行处理,确定土壤风蚀物含量与高度变化的相

所以在每一类型试验地块选定垂直主风向距上风口150m处,平行设置3个测试点。测试点之间的距离为43m,以免在采集沙尘过程中互相干扰。野外测试布置如图1。在每一个观测点上,按集沙盒入风口距地表10cm、25cm、60cm、100cm和150cm高度分别安装5个集沙盒,通过尾翼的作用,可使集沙盒入风口时时对着风向,对同一场风蚀事件进行同时观测。3个观测点采集到的土壤风蚀物,可以看作是3次重复。每次沙尘暴天气过后将集沙盒中的沙样(土壤风蚀物)倒入塑料自封袋内,带回实验室,在55℃下烘干后称重、分析。



关关系。对不同地表和风速条件下所收集的土壤风蚀物与高度之间进行的相关分析结果表明:传统耕作、保护性耕作和草地3种类型地表在不同高度样品采集量0~150cm范围内土壤风蚀物含量随高度的变化均遵循指数函数规律;沙地在0~150cm高度范围内土壤风蚀物含量随高度变化而遵循幂函数规律。

表1 不同地表不同高度的沙尘采集量 (g/cm<sup>2</sup>)

高度 (cm)	地表类型			
	传统翻耕农田	保护性耕作农田	草地	沙地
10	5.868	2.328	3.353	14.388
25	4.485	1.977	2.581	6.667
60	2.621	1.412	1.739	2.902
100	2.05	1.031	1.246	1.643
150	1.36	0.898	1.033	0.861

在0~150cm高度范围内,土壤风蚀物含量随高度的变化(见表1)为:风蚀物含量随高度的增加而减少程度比较明显,尤其是传统翻耕农田和沙地。其中0~10cm内土壤风蚀物含量达到整个土壤风蚀物的50%以上,90%的土壤风蚀物集中在0~60cm以内,这证实了试验区的土壤风蚀更多的是近

地表的风沙活动。随着风速与输沙量的增加,大约以 25cm 为界,下层风蚀物重量与百分含量均有增加;上层土壤风蚀物的重量虽有所增加,但占整个风蚀物的百分含量却在减小。传统翻耕、保护性耕作、草地和沙地 4 种类型地表土壤风蚀物含量在低于 60cm 范围内,按土壤风蚀物含量由大到小的顺序为:沙地>传统翻耕>草地>保护性耕作;在 100cm 高度层 4 种类型地表的土壤风蚀物含量由大到小的顺序为:传统翻耕>沙地>草地>保护性耕作;在 150cm 高度层 4 种类型地表土壤风蚀物含量由大到小的顺序为:传统翻耕>草地>保护性耕作>沙地,而且保护性耕作与沙地的差异不明显。上述结果表明 ①良好的植被覆盖地面可防止风蚀。保护性耕作农田和草地两种类型地表近地表土壤风蚀物含量小于传统耕作农田和沙地,其原因是草地和保护性耕作农田地表有植被覆盖,有效地减少近地表的土壤风蚀量;②沙地可悬浮颗粒数量很少。在 60cm 以下采集量沙地的风蚀物显著高于农田和草地,60cm 以上采集量与传统耕作农田相近,在 150cm 高度处,沙地风蚀物采集量明显低于传统耕作农田,甚至低于保护性耕作农田。图 2 表明:沙地缺少可悬移物质,沙地不是产生沙尘暴的沙尘源。

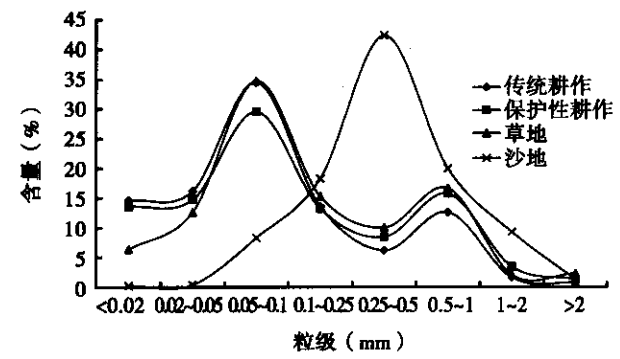


图 2 不同类型地表 0~3m 表层土壤颗粒变化

2.3 土壤物理机械组成

土壤遭受风蚀主要是表层土壤,因此,不同地表的颗粒组成是影响土壤风蚀的关键因素之一。表 2 是本试验分别于 4 月 12 日、14 日、29 日和 5 月 28 日试验区沙尘天气到来之前,采集的不同地表 0~3cm 深的土壤,经充分混合后进行分析得出的数据。结果显示,沙地土壤颗粒组成与农田、草地不同。沙地颗粒主要分布在 0.05~2.00mm 之间,并呈正态曲线分布,众数值在 0.1~1.0mm 之间。<0.05mm 的颗粒占 0.62%,<0.02mm 的颗粒占 0.24%。表明沙地可悬浮颗粒含量很少。传统翻耕农田、保护性耕作农田和草地 3 种类型地表的颗粒组成有 3 个特点:①颗粒组成分布范围较广,从<0.002~>2mm 的颗粒都有分布;②颗粒组成出现两个峰值,一个在 0.1~0.05mm 之间,另一个在 1~0.5mm 之间;③可悬移颗粒数量大,粒径 0.05~0.02mm 的颗粒在传统耕作农田占 16.22%、保护性耕作农田占 14.77%,草地占 12.62%。粒径<0.02mm 的粘粒含量在传统农田占 14.65%、保护性耕作农田占 13.59%,草地粘粒含量为 6.37%。农田、草地与沙地的最大区别是含有丰富的可悬浮细小颗粒。这些颗粒是沙尘暴的主要沙尘源。草地的地表土壤颗粒构成与传统耕作农田和保护性耕作农田基本一致,但在草地的地表土壤颗粒构成中,<0.05mm 的粉粒和<0.02mm 的粘粒占的比例也明显低于传统翻耕农田和保护性耕作农田。

3 讨论

3.1 大风条件下土壤颗粒运动特征

在风力作用下,土壤颗粒的运动有 3 种类型:即跃移、悬浮和滚动。干旱疏松裸露的地表一般在风

表 2 不同类型地表 0~3cm 土壤表层颗粒的含量

(%)

粒径 (mm)	>2	2~1	1~0.5	0.5~0.25	0.25~0.1	0.1~0.05	0.05~0.02	<0.02
传统翻耕	0.64	1.59	12.64	6.19	13.6	34.47	16.22	14.65
保护性耕作	1.25	3.43	15.76	8.42	13.26	29.52	14.77	13.59
草地	2.26	2.02	16.66	10.04	15.62	34.71	12.62	6.37
沙地	1.24	9.26	19.97	42.28	18.31	8.32	0.38	0.24

速 5m/s 左右便能吹起沙尘<sup>[9]</sup>。土壤里粒径 0.1~0.5mm 的中等粒子被驱动时,在短时间内便进入风中,在离地表 30cm 以内高度运动,随后由于重力的作用又落下来,撞击地面,使新颗粒加入土壤颗粒运动,这种运动方式叫跃移;由于跃移颗粒的撞击和直接风力的作用,直径小于 0.1mm 的土壤颗粒将被大

风刮起悬浮到空中,<0.05mm 的颗粒可随风输送。其中,粒径<0.02mm 颗粒会被输送到很远的地方。悬浮颗粒是影响空气质量的最主要的成分,悬浮在大气中的微粒数量,一般由地表土壤中所含微粒多少而决定,并不单受风力的大小制约;直径在 0.5~1mm 的大颗粒(多为沙粒),由于自身重量的原因,

无法离开地面进入风中,只能在地表滚动(图3)。

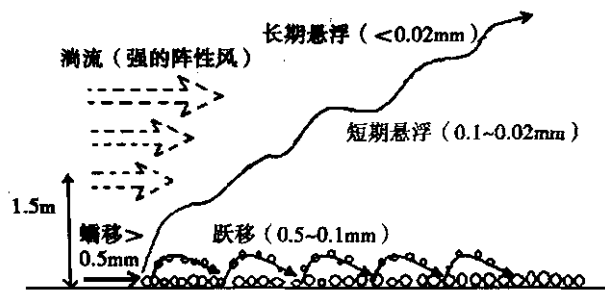


图3 沙尘源地地表起沙示意图

上述土壤颗粒运动特征,体现在沙尘采集试验中。土壤沙尘颗粒在大风中进行风选,60cm以下收集的沙尘为粒径在0.1~0.5mm之间,是跃移运动的颗粒,60cm高度采集的是可悬浮的大颗粒,粒径在0.05~0.1mm之间,150cm高度采集的是可悬浮细微细颗粒,粒径<0.05mm。因此,在表1和图3中看到60cm以下的为跃移的中等颗粒,而且收集数量大于农田和草原的3~5倍。上部150cm处收集的可悬浮颗粒很少,低于传统耕作,与保护性耕作相近。本试验沙尘采样分析和土壤颗粒粒径分析相互验证,符合风沙运动规律。土壤颗粒的粒度特征决定其力学性质与强度,最终影响土壤风蚀强度。鉴于此,风蚀强度与地表颗粒的粒度特征的关系一直受到风沙学界的广泛关注。拜格诺<sup>[7]</sup>最早提出起动风速与沙粒粒径的平方根成正比;不过,起动风速与沙粒粒径之间的关系是有一个粒径范围的。根据拜格诺的试验研究,起动风速最小的石英沙粒临界粒径为0.08mm左右,对于再小的石英沙粒来说,起动风速反而要增大。Chepil的<sup>[8]</sup>研究表明,土壤中的粉粒(0.05~0.02mm)和粘粒(<0.02mm)的含量越高,越容易形成不可蚀的土壤团聚体;相反,沙粒(>0.05mm)的比例越高就越难形成土壤团聚体,抗风蚀性就越差。但单一的土壤颗粒并无法形成高稳定性的土壤结构,土壤结构的稳定性还取决于各粒级的土壤颗粒的适当组合。Chepil在研究中还发现,由20%~30%的粘粒、40%~50%的粉粒和20%~40%的沙粒组成的混合结构(即土壤和粘土壤)具有较强的抗风蚀性。从这个结论来看,本试验区的4种地表沙粒成分占的比例较高,而粉粒和粘粒成分比例小,加之春季地表土壤含水量小,土壤粘滞性差,难以形成团聚体,因此,抗风蚀能力是很低的。

### 3.2 沙尘暴的沙尘源主要是裸露的农田

中国科学院沙漠研究所朱震达研究员认为<sup>[9]</sup>:  
万方数据

对某一个具体地点来说,土壤受风蚀时,损失的是可蚀因子部分,但对于一个大的区域来说,损失的主要还是悬移质粉尘,粒径<0.05mm,只有这一部分颗粒才能随气流飘扬出去。本试验对土壤颗粒粒径分析的结果表明:<0.05mm悬移质颗粒,传统翻耕农田占30.87%,保护性耕作占28.76%,草地占18.99%,沙地占0.62%。因此,我们认为:沙地(包括沙漠)不是沙尘暴的沙尘源。沙尘暴的主要沙尘源是来自于裸露农田和严重退化的草地。

### 3.3 保护性耕作是防止沙尘暴的重要措施

农田和草地的土壤物理机械组成具备了产生沙尘暴沙尘源的必要条件。本研究证明:良好的地面覆盖是减少土壤风蚀的充足条件。对表1进一步分析,保护性耕作和牧草植被减少风蚀的效果列入表3。根据采集的沙尘量计算,以传统耕作为100,与保护性耕作农田和草地比较,保护性耕作减少风蚀量54.45%、草地减少风蚀量39.26%。

通过对传统翻耕农田、保护性耕作农田、草地和沙地等4种不同类型地表的观测,测得平均覆盖率分别为12.6%、58.5%、45.4%和12.4%;测得传统翻耕农田、保护性耕作农田、草地和沙地等4种不同类型地表平均覆盖量分别为2.054g/m<sup>2</sup>、142.06g/m<sup>2</sup>、140.74g/m<sup>2</sup>和5.022g/m<sup>2</sup>;测得的不同类型地表的反照率分别为12.0、20.4、15.1和15.27。保护性耕作农田地面有作物残茬覆盖,草地有牧草覆盖,覆盖物可以减低风速,分散地面一定高度的风动量,从而减弱达到地表的风动量,保护土壤颗粒不被大风卷起。地面覆盖还可以减少蒸发保持水分,土壤含水量增高也有利于减少土壤颗粒的风蚀。比较不同类型地表含水量的差异,保护性耕作和草地表层土壤含水量较高。保护性耕作比传统耕作和沙地分别提高土壤含水量41.2%和145.19%,与草地相比差距不大,只提高2.95%。这说明实施保护性耕作的农田地表含水量较高,有利于增加土壤的粘滞性和土壤形成团粒结构,因而有较强的抗蚀性。保护性耕作农田有大量的直立秸秆残茬,这样可以截留大量的冬春降雪,使降雪大量地覆盖地表,在相同的气温条件下,保护性耕作农田的积雪比传统翻耕农田、草地、沙地上的积雪保留的时间更长,这也增加了保护性耕作农田的土壤含水量。所以,在同等的大风条件下,保护性耕作农田可以大大减少土壤风蚀和扬沙。保护性耕作农田的作物秸秆残茬具有有效的截留降雪的功能,可使冬春季节的降雪有效地

# 氮与磷、钾配施对糯玉米主要品质成分的影响<sup>\*</sup>

陈惠阳 赵琛 兰霞 冯颖竹

**摘 要** 试验设 NPK、NP、NK 3 个施肥处理, 研究氮与磷、钾配施对鲜食糯玉米子粒灌浆期间主要品质成分含量及其变化规律的影响。结果表明: 施肥没有明显改变糯玉米灌浆期间子粒中主要品质成分的变化趋势, 但对主要品质成分的含量影响很大。授粉后 30d, 子粒的可溶性蛋白、粗蛋白、赖氨酸、脂肪和淀粉的含量及积累量以 NPK 处理最高, 子粒的含水量及游离氨基酸含量以 NK 处理最高, 其中 NPK 处理子粒的含水量、赖氨酸和淀粉的含量以及子粒主要品质成分的积累量与 NP、NK 处理的差异显著或极显著, 而 NK 处理子粒的游离氨基酸含量与 NP、NPK 处理的差异极显著。

**关键词** 配合施肥 鲜食糯玉米 主要品质成分

氮是玉米生长发育和产量形成中需求量最大的

陈惠阳, 实验师, 仲恺农业技术学院, 510225 广东广州

赵琛 兰霞 冯颖竹 通讯地址同第 1 作者

<sup>\*</sup> 基金项目: 广东省良种培育和引进专项“优质糯玉米(香白糯)标准化生产技术研究及示范推广”(200029)

收稿日期 2005-02-13, 修回日期 2006-06-19

营养元素对玉米生长十分重要。有关氮肥对玉米产量和品质的研究已有不少报道<sup>[1,2]</sup>, 而有关氮肥对玉米子粒灌浆的研究亦做了不少工作<sup>[3,4]</sup>, 但有关氮与磷、钾配施对鲜食糯玉米子粒形成过程中主要品质成分含量及其变化规律影响的研究很少。为此, 本研究以广东目前推广的鲜食型早熟糯玉米品种香白糯为试材, 研究探讨了施肥对鲜食糯玉米子粒形成过程中主要品质成分的影响, 旨在为糯玉米优质高产栽培提供科学的施肥依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料、条件和方法

试验于 2004 年在仲恺农业技术学院钟村农场进行。供试品种为: 仲恺农业技术学院选育的鲜食型糯玉米品种香白糯。供试土壤为砂壤土、pH 值 4.90、有机质含量 12.82g/kg、全氮 3.39g/kg、速效氮 60.48mg/kg、速效磷( $P_2O_5$ ) 52.36mg/kg、速效钾( $K_2O$ ) 93.31mg/kg。试验设 3 个处理: NP 处理, 施

沙尘采样仪和具体技术指导, 特此致谢。

### 参考文献

- 1 顾卫等. 植被覆盖与沙尘暴日数分布关系的探讨. 地球科学进展 2002, 17(2): 273~278
- 2 马文红. 浑善达克沙地植被现状与沙漠化研究. 内蒙古大学硕士学位研究生学位论文. 2002
- 3 王艳华. 威胁京津的风沙源—浑善达克沙地. 内蒙古林业 2000, 6: 8~10
- 4 李青丰, 胡春元, 王明玖. 浑善达克沙地区生态环境恶化原因分析及整治. 干旱区资源与环境 1998, 15(2): 9~16
- 5 John E. Stout and Ted M. Zobeck. The wolforth field experiment a wind erosion study. Soil Science 1996, 16(9): 616~632
- 6 D. W. Fryear and A. Saleh. Wind erosion: field length. Soil Science, 1996, 161(6): 398~404
- 7 R. A. Bagnorld. 泥沙与荒漠沙丘物理学(钱宁等译). 北京: 科学出版社, 1959
- 8 Chepil W. S. Wind credibility of fields. Soil and Water Conservation, 1959, 14(5): 214~219
- 9 朱震达. 沙漠化的成因和类型. 中国沙漠化防治. 北京: 中国林业出版社, 1999: 3
- 10 路明. 我国沙尘暴发生成因及其防御策略. 中国农业科学, 2002, 35(4): 440~446

覆盖在农田之中。当传统的秋季翻耕农田的残雪基本融化, 裸露出了疏松的地表时, 保护性耕作农田还有近 30cm 厚的积雪。这些积雪融化后, 沿秸秆残茬渗入到土壤中, 从而大大的增加了土壤的含水量。加之保护性耕作农田有作物的残茬秸秆覆盖于地表, 可有效地减少土壤水分的蒸发量。

综上所述, 要防治沙尘暴, 必须寻根溯源, 对症下药。本研究证明: 裸露农田是沙尘暴的主要沙尘源, 防治沙尘暴的重点是治理裸露的农田。治理的主要方法是推行保护性耕作辅助于农田林网的建设, 形成沙尘暴防治体系。至今, 我国治理沙漠化土地的重点许多地方放在沙地或沙漠上, 治理措施主要采用植树造林, 没有认识到裸露农田是沙尘暴的主要沙尘源, 忽视了对农田的保护, 缺乏对农田土壤风蚀防治的投入。尽管投入很大, 也不能从根本上防治沙尘暴。

致谢: 中国农业大学高焕文教授为本试验提供  
万方数据