

土壤风蚀及其防止

雅庫波夫著



財政經濟出版社

Т. Ф. Якубов
ВЕТРОВАЯ ЭРОЗИЯ ПОЧВЫ
И БОРЬБА С НЕЙ
Второе издание, исправленное
Государственное издательство
сельскохозяйственной литературы
Москва 1955

根据苏联国立农业书籍出版社
1955年莫斯科俄文第二版修订本译出

土壤風蝕及其防止

〔苏〕雅庫波夫著

梁式弘譯

*

財政經濟出版社出版

(北京西總布胡同7号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第60号

上海大新印刷厂印刷 新華書店总經售

*

787×1092 1/32 • 2印張 • 43,000字

1956年12月第1版

1956年12月上海第1次印刷

印数: 1—5,500 定价: (9) 0.24元

統一書号: 16005.144 56.11, 京型

目 录

序言	2
土壤侵蝕	3
土壤風蝕發展的特点	4
土壤風蝕在苏联和在国外的分布	6
土壤風蝕在国民經济上的損害	12
風的搬运活动和風积物的形成	17
風蝕的深度、形狀和受風蝕土壤的数量	34
土壤風蝕發展的时期	38
地形、土壤、植被与風蝕	41
土壤風蝕的防止	48
参考文献	59

序 言

風蝕在強烈發展的情況下會給國民經濟帶來巨大的損失。尤其是由於某處土壤受到風蝕和他處的植物被埋沒，因而使大片播種面積的各種農作物遭受損傷或甚至毀壞。

土壤上部的腐殖質層常常被風吹走，這使土壤肥力減低。因此在提高農作物單位面積產量的措施制度之中必須重視防止土壤風蝕及其發展。

通常一談到土壤侵蝕，只注意水蝕（片蝕和溝蝕），而所謂風蝕主要是砂土和砂被吹去。同時，在可耕的農業用地上如果不實行預防和防止侵蝕的措施，這種農地也會遭受風蝕的。

到目前為止，對於研究由不合理經營活動而引起的土壤風蝕尚未予以足夠的重視。

這種情況以及對這一問題的兴趣鼓舞作者把有關風蝕的材料整理出來。

本書探討了發生於可耕地、牧場和放牧地上的土壤風蝕，而且本書也指出風蝕的主要防止方法。

土 壤 侵 蝕

土壤侵蝕是土壤和它下面的母質被破坏，是它們主要受水和風破坏后的产物的搬运和沉积，这里的水和風能引起两种主要侵蝕——水蝕和風蝕——的發展。

因此，既然沉积阶段和整个过程的前兩阶段密切相連，并且和它們結合成一个統一而不可分割的整体，“土壤侵蝕”的概念就不仅包含土壤的破坏和这种破坏产物的搬运，而且也包含这种破坏产物的沉积。苏联土壤学奠基人之一，西比尔澤夫(Н. М. Сибирцев)曾經指出，風对土壤的机械作用表现在土壤細粒的搬运之中，表现在輕吹蝕、重吹蝕和風积作用之中。土壤的輕吹蝕能使土壤中細土粒变少，重吹蝕能使土壤变薄和底土裸露，風积能使土壤受疏松的風成土壤运积物所盖沒，形成堆、土崗、砂丘等等。

从田地、建筑物和道路被盖沒，水庫被淤塞等等方面来研究風蝕产物的沉积具有重大的意义。

侵蝕又可分为正常土壤侵蝕，即自然土壤侵蝕和迅速(破坏性的)土壤侵蝕。

水和風經常不断地移动土壤細粒。土壤細粒的这种移动进行得比較慢，然而在自然界中几乎無論何处都存在着不同程度的侵蝕。

水在土壤細粒移动过程中的作用是大家都知道的，而風的作用主要在半干旱和干旱地区表現很明显。但是就是在湿润地

帶風在土壤的吹揚中也有明顯的作用，在這些地帶風移動土壤細粒的作用一般發現的只是間接的（無人居住的房舍中揚起灰塵，融化的雪被塵土染髒，等等）。甚而在好像無風的天氣中，土壤細粒的搬運也容易斷定出來。不管在田間什麼地方只要放置一個貯有清水的器皿，經數日後器皿內的清水就會被溶下的塵土，即土壤細粒，弄髒，這就可以使人相信風的搬運作用。

土壤和母質被水和風破壞、破壞產物被水和風搬運與沉積在自然條件下不受人的干擾叫做正常或自然的土壤侵蝕。

但是在天然草本植被覆蓋下小量土壤細粒正常的、自然的移動的過程，由於對自然條件的特點估計不足和不合理的利用土地（不合理的耕翻和破壞土壤結構，過度砍伐森林而不更新，放牧時牲畜過度踐踏土壤，挖掘土地，不正確的設置道路等）而大為加速。因此，在很短的時間內土壤受到破壞，失去本身的肥力而瘦瘠起來。在這種情形下，無論風或水的作用都表現得很明顯，水的活動引起土壤片蝕、沖刷，並形成沖溝、溝谷等等，而風的活動則在某些地方引起土壤的輕吹蝕，在他處則形成運積物。

由於不合理地利用土地而使土壤細粒遭受水和風的破壞、搬運和沉積的，叫做迅速的土壤侵蝕。

本書就是要研究迅速的土壤風蝕，此種風蝕有不同的名稱，如：塵暴、土暴、黑風暴、砂暴、輕吹蝕、吹揚、吹蝕、波馬哈（Помаха）、姆日奇卡（Мжичка）、雪暴，有時叫做：塵雪暴、黑土雪暴和土雪暴等。

土壤風蝕發展的特點

無論風蝕或水蝕發展的原因都是不合理地利用土地。但是

土壤風蝕有許多不同于水蝕的特点，在这些特点中我們只指出几个主要的。

風，和水不同，是比較經常起作用的因素。因而特別是在干旱地帶，風的作用沒有水那样特有的严格的周期性。風速，与水流(除暴雨时外)的速度相較，甚至在很短的时间之內变化也非常大，而且具有陣發性質。風速的这种强烈的变动性引起被吹蝕的土壤細粒的分級和运积物机械組成的紛杂。

風蝕过程，和主要在有限制的河床內并朝着一个方向扩展的水蝕相反，通常發生在相当大的面积上，而且不仅在不同季节，即使在同一季节中風蝕过程的方向也是不相同的。土壤風蝕产物的沉积沒有土壤水蝕时所有的地区局限性正是这种情况的結果。水总是將片蝕破坏的产物向下游搬运。气流無論向地形的上部或向地形下部都能移动。因此，風不仅朝一个方向(从上往下)搬运土壤破坏的产物，而且常常把这些产物搬越山脊，沉积在高地之上和揚起到大气高空之中(“空中悬浮体”，“空中悬浮物”)。

土壤風蝕發展过程和地形条件的关系比水蝕过程小。水蝕主要是在地形有一定的坡度(大于 $1-2^{\circ}$)时發生，而土壤風蝕差不多在任何地形条件下都能發生，甚至在水蝕几乎不可能出現的平原上也能發生。正如穆施开托夫(И. В. Мушкетов)所指出的，風在狹窄的峽谷、寬闊的河谷、广闊的平原和高的山峯都一样进行吹蝕。西比尔澤夫也曾描写过風在平坦地区吹起和沉积土壤細粒的情况。

風不像流水一样能搬运巨大的物質，可是風在一定条件下却能比水搬运更多的土壤破坏产物，因为大气具有巨大的体积，而且气流的速度也常常比水流大很多。穆施开托夫根据这个理由曾經指出，虽然气流的机械力由于空气的重量只有水的 $1/800$

(准确地說 1/770) 而比水流的力弱；但是这种机械力所能达到的面积却要大得多，因为气流不像水那样只限于某些一定的河床而能对寬闊面积的土地表面發生作用，由此得出这样的結果，風的机械活动能够达到很大的范围，甚至在很多地区还超过水的作用。

必須指出，在風蝕的場合土壤肥力的損失只是由于土壤較肥沃的細粒部分被机械地排除而造成的。

当水破坏土壤时，不仅土壤机械成分被携走，而且养料物質也溶于水中流失掉。

最后，正如考列索夫 (А. Колесов) 早已指出的，土壤受風蝕破坏的产物可能部分由風力再搬运回原地，而土壤水蝕时这些产物是不能再返回的。这种情况有一些实践的意义，因为它能促使已丧失的土壤肥力恢复。

土壤風蝕在苏联和在国外的分布

在苏联土壤風蝕發生于草原地带(黑土上)、干旱草原(栗鈣土上)、半荒漠和荒漠(淡栗鈣土、棕鈣土及灰鈣土上)。在干旱年代在森林草原上也能發現土壤的風蝕。輕砂土及砂壤土由于不合理的利用达到最严重的破坏阶段而造成大面积移动性的砂丘就是風蝕出現的最明显例証(圖 1)。

在受長期不合理地利用土地所分散的重壤土和粘土上，風蝕最強，出現塵暴或黑風暴(圖 2)。

在文献中有很多証明过去在俄国曾有土壤風蝕發展的材料。

例如，普蘭諾·卡尔比諾 [(Плано Карпино) 1559 年] 在里海沿海的草原上觀察到塵暴。他曾指出，当他遊覽古吉尔吉茲

汗国(Киргизская Орда)时,他曾停留在土壤遭强风吹蚀的地方,因为空气中带有大量的尘土,能见度很低。一些著名旅行家-自然科学家曾经指出土壤风蚀分布在俄罗斯南部,他们所作的研究工作都在十八世纪的后半世纪 [巴拉斯 (Паллас), 貝尔 (Бэр), 杰尔麦尔新 (Гельмерсен), 等等]。

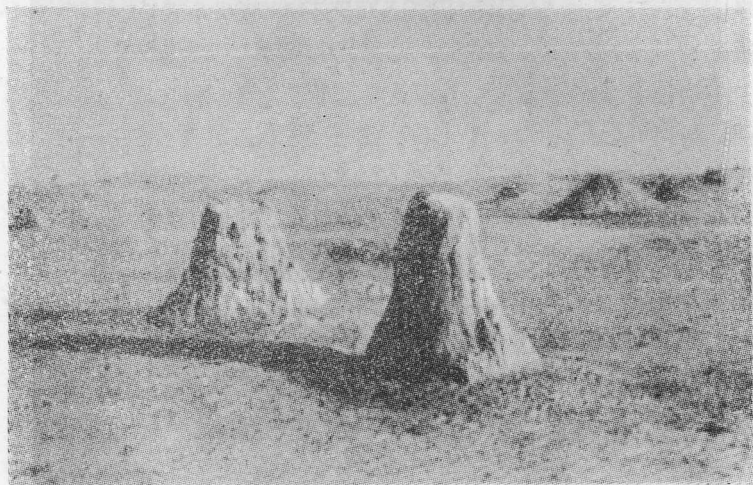


圖1. 受强烈吹扬的砂土上的吹蚀残留体
[雅庫波夫(Т. Ф. Якубов)攝影]。

十九世紀在普利阿左維 (Приазовье) 風蝕不止一次地成为人民貧困生活的来源。在某些年中在風力特別強大的場合和長期干旱之后,風蝕給俄罗斯整个南部和东南部带来了巨大的灾难。在烏克蘭的草原部分,在頓河和庫班河流域,1824、1837、1848、1877、1885—1887、1890—1893、1898 和 1899 各年都曾經發生过具有最大破坏性的土壤風蝕。

在俄罗斯,貝齐新 (А. А. Бычихин) 最先詳細研究过風对



(1)



(2)

圖2. 粘壤質碳酸鹽黑土上的塵暴：(1)——开始階段；
(2)——較晚階段（雅庫波夫攝影）。

土壤的影响問題，他記載1886年从前的塔夫里省(Таврическая губерния) 別尔甸县(Бердянський уезд)^[注]的塵暴時曾經指出，許多田地上的土壤因吹蝕而被帶走的有25厘米。風把長在土中之植物隨土壤一起搬走，運積物埋沒了幼苗、掩埋了峽谷、溝谷、河床以及住宅。宅旁園地附近和園圃中運積物的厚度達1.5—2米。有個別的宅旁園地、小樹林被運積物所蓋沒，而果樹樹干和葡萄叢埋入粉砂沉積物中，深達0.5米以上。有些地方粉砂沉積物呈砂丘狀，高度1米以上，長度8—10米。

正如貝齊新和巴拉柯夫(П. Ф. Бараков)所指出的那樣，這次風蝕之後在某些村莊中農民被迫遷移到新的地方去。這種塵暴次一年(1887年)在該地又發生過。

穆施開托夫指出，1892年在過去的梁贊省(Рязанская губерния)、土爾省(Тульская губерния)及其他省份曾經發生過有粉砂沉積物的風蝕，粉砂在田界上和畦垣前沉積成土崗和形成細小的新月形砂丘。

根據巴拉柯夫的材料，1892年4月在過去的葉卡特林諾斯拉夫省(Екатеринославская губерния)馬利烏波爾縣(Мариупольский уезд)全部冬性作物有一半以上和春性作物有1/3以上，總計165,000公頃，被吹毀。以前茂密而綠色的田野在風後有些田地蓋上了1/3米厚的黑土粉粒，在粉粒中勉強強強可以看見死亡而斷折的莖杆的尖端；另一些田地則被風刮平，像打谷場一樣，而且露出了底土，不少草原上的鍋地和不少的陡坡被風鏟得同草原一樣平。

扎梅特斯基(П. А. Замятчинский)在他的著作中曾提到馬利烏波爾縣的黑土的吹蝕。他說1891年，秋季干旱，冬季少

[注] 現今的查波洛什省(Запорожская область)奧西品科夫區(Оси́пенковский район)。

雪，最后翌春亦干旱，使黑土的耕作層变成干燥粉狀，部分变成細粒質的鬆散粉末，这些粉末在4月間被强烈的暴風吹起形成整片的云，遮沒了陽光并使白晝变成黑夜，这种暴風毁灭了很大面积的各种农作物，主要是春性谷类作物（大麦和小麦）。在很多地方，溝道中填上1.5米厚的黑土粉粒，铁路防护林帶也有黑土粉粒填塞其中，風吹来的黑土堆使卡施拉葛奇（Кашлагач）河河谷变窄等等。

在俄罗斯欧洲部分的西南部几乎1892年全年（4月、5月、6月、8月、9月）和1893年1月初都有風蝕出現。过去的頓河軍区（Область Войска Донского）、过去的叶卡特林斯拉夫省、塔夫里省、赫尔松省（Херсонская губерния）、敖德薩省（Одесская губерния）、別薩拉布省（Бессарабская губерния）的大部分及基輔省（Киевская губерния）、波多尔省（Подольская губерния）和威林省（Виленская губерния）的一部都會遭受風蝕。

1896年6月13日發生的塵暴的面积很大——从阿克摩林斯克（Акмолинск）和过去的叶尼塞省（Енисейская губерния）直到俄罗斯西部的边界。在伏尔加河沿岸、过去的頓河軍区；以及唐波夫省（Тамбовская губерния）和薩拉托夫省（Саратовская губерния）風蝕的为害特別大。

巴拉柯夫認為，在苏联欧洲部分土壤風蝕分布的北界穿过庫爾斯克省、沃龙涅什省和唐波夫省。在个别情况下風蝕可能延伸到北緯 57° 。在东烏拉尔大約北緯 57° 以南就可以發現風蝕了。

首先應該研究由于过去不合理地利用土地而目前在某地發生的土壤風蝕。由于連作（主要是谷类作物）長期而几乎不間断地利用同一塊田地和农業技术低劣是土壤变坏的主要原因。正

因为土壤变得無結構而且松散，就創造了有利于土壤風蝕發展的条件。在平坦開闊地和有强風的情况下翻耕大面积的砂土和砂壤土也能促进土壤風蝕發展。

在美国、加拿大及其他国家土壤風蝕分布極广，并具有全国灾害的性質。

根据美国农业部的材料在美国許多地区中由于土壤風蝕而已经有 2,000 万公頃左右的土地不适于耕种，5,000 万公頃土地土壤的上層全部或部分被搬走。根据美国农业部的材料風蝕給农业、灌溉渠道、道路等带来的損失每年在 4 亿美元以上。

美国大平原上各州——蒙大拿、怀俄明、北达科他、南达科他、內布拉斯加、堪薩斯、科罗拉多、俄克拉何馬、新墨西哥、得克薩斯和衣阿华——受風蝕为害甚剧。

这些地区及其他經常發生塵暴的地区已被确定为塵暴地帶。

在加利福尼亞和亞利桑那州也常發生局部的塵暴。根据美国著名侵蝕学家本涅特(Беннет)的材料，1934 年在大平原發生的塵暴就其强度和大小來說，都是空前的，这类塵暴使大平原失去 2—3 亿吨的土壤，而且使耕作面积上 1/3 的作物受到損害。1950 年在大平原上又發生了 1934 年后最大的一次塵暴，受害面积为 250 万英亩[注]。

在加拿大也發生同样的情况。在加拿大某些州(亞尔伯达、馬尼多巴、薩斯喀特微溫)中土壤風蝕帶有灾害的性質。

中亞細亞和中央亞細亞都屬於土壤風蝕强烈發展的地区。在著名旅行家普尔宅發勒斯基(Н. М. Пржевальский)和波塔宁(Г. Н. Потанин)的遊記中对这些地方發生的局部和强烈塵

[注] 1 英亩为 0.4 公頃。

暴有很清楚的描述。在伊朗、阿富汗、印度及其他許多国家都有土壤風蝕。

在欧洲土壤風蝕也常常發生。例如，曾有下列的报导，由于1876年2月26日和27日在匈牙利南部、塞爾維亞（Сербия）和巴納特（Банат）發生的土壤風蝕，塵粉曾被搬运到匈牙利全国各地。德国也常發生土壤的風蝕。

土壤風蝕在国民經济上的損害

土壤風蝕对国民經济为害不小，而在風蝕强烈發展的年代中風蝕帶來的損失达到很大的規模。由于土壤風蝕在很多情況下不仅毀灭农作物的植株，而且土壤的营养物質也会大受損失并使肥力失去。

观察証明，土壤風蝕有时也發生在大面积播种的田地上。此时風能吹散并帶走种子，使植物根裸露出来或者把幼小植物和吹蝕的土壤一同拔起。保护土壤不受破坏的深根作物受到由風蝕地段搬运来的土壤細粒的强烈机械为害，或被运积物埋沒，以致这些地段的产量低而不穩定。

住房和宅旁园地、小溪、池塘、道路、渠道常被吹蝕的土壤运积物所埋沒，果园、菜园等常被填沒和受害（圖3及4）。

在土壤强烈風蝕的期間有时田間工作要長时期停止；农業机器的工作受到阻碍。極細的塵粒穿过几乎看不出来的縫隙落在傢具、衣物、食品上，并把它們弄髒。由于这些塵粒落在眼、耳、喉、鼻的粘膜上，尤其是对兒童能引起各种發炎过程，甚至引起灰塵性肺炎流行，例如，1935年美国很多地区在發生强烈塵暴时曾有此病流行。

土壤風蝕对城市的为害也不小；細的塵粒以濃云狀悬于城

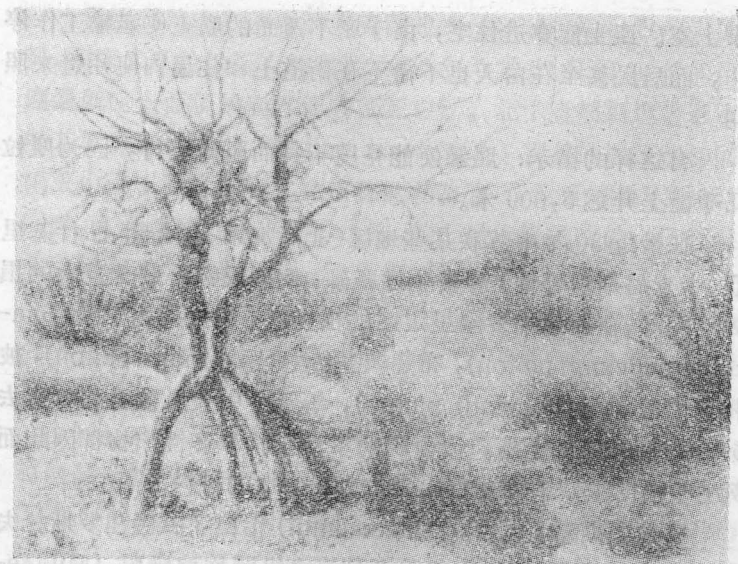


圖 3. 受風蝕而裸露的灌木根。(雅庫波夫攝影)

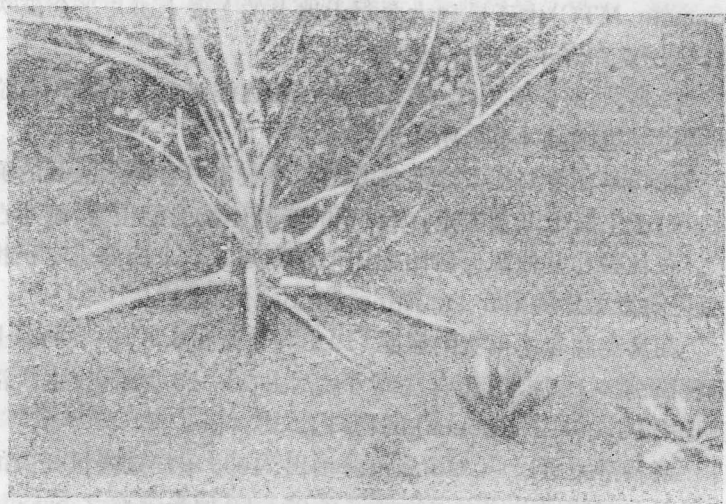


圖 4. 受塵暴吹蝕而裸露的樹根。(雅庫波夫攝影)

市上空。塵土能穿進住宅，由於密不透光的塵土使運輸工作停止，而居民甚至在白天也不得不在街道上和住屋內使用燈來照明。

有这样的指示：塵暴使能見度不良而阻碍飞行，因为塵粒几乎能上升达 5,000 米。

在最近 30 年中苏联某些地区（北高加索、烏克蘭、巴什基里亞、卡查赫斯坦等地）曾發生过塵暴，使國民經濟蒙受巨大的損失。例如，在斯達維羅寶里邊區的很多區〔布拉果達寧區（Благодарненский район），布蘭茨基區（Бурлацкий район），彼得洛夫區（Петровский район），等等〕中大風數日間曾吹去 5—10 厘米厚的土層，大面積的冬性作物和春性作物都因此而死亡〔根據維斯塔夫金（П. Выставкин）的材料〕。

齊熱夫斯基（М. Г. Чижевский）指出了風蝕在羅斯托夫省農業上的損害。1937 年在米列洛夫機器拖拉機站（Миллеровская МТС）由於風蝕大面積土地上的上層土壤幾乎全被吹走，冬小麥和春小麥的苗全被毀滅。

1939、1942 和 1945 這几年中在斯達維羅寶里邊區和克拉斯諾達爾邊區風蝕也有所發展。

1948 年在羅斯托夫省南部各區 4 月上半月曾發生強烈的風蝕。由於上層土壤被吹走，大面積的春性作物受到損害，都死亡了。在林帶和其他障礙物附近則形成高達 1.5 米的塵土運積物〔根據赫羅希洛夫（И. И. Хорошилов）的材料〕。

在烏克蘭春季兩次的塵暴（1928 年 4 月和 5 月）在個別區土壤曾被刮去 12 厘米，而有些地方被刮去 20—25 厘米〔根據沃洛別也夫（С. О. Воробьев）的材料〕。

索科洛夫（Н. С. Соколов）指出：1933 年經過薩拉托夫的塵暴曾在某些地點把農作物埋沒在 25—30 厘米深度之下。

根据齊熱夫斯基和阿列克謝也夫 (А. А. Алексеев) 的材料,在塞米巴拉敦斯克省僅僅 1932 年 5 月 29 日和 30 日的兩次塵暴就使大面积的春性作物都死亡了。北卡查赫斯坦省泰依秦斯基机器拖拉机站 (Тайчинская МТС) 服务的地区在相同的兩天中由于風暴所有谷类作物的幼苗有 31% 受到重大的損害,同时,久經耕种的粉碎了的土壤,整个耕作層被吹蝕。已开垦的生荒地和多年的熟荒地未受風害。

我們还要指出:在 1935 年和 1940 年巴什基里亞苏維埃社会主义自治共和国西南草原部分粘壤質碳酸鹽黑土上曾發生大塵暴。

1940 年在巴什基里亞曾發生特別强的塵暴,根据不完全的資料該地曾發生 30 次風暴。在有些地方 [达夫列卡諾夫区 (Давлекановский район)、布茲賈克斯基区 (Буздякский район)、坎德林区 (Кандринский район) 和其他各区] 土壤整个耕作層被風吹蝕的事实就說明了这些塵暴的風力。峽谷和幼年的护田林帶盖上 2 米高的运积物,而細的塵粒被風吹起,吹离其原在地 100—150 公里或更远,有时呈泥雨降落下来。播种好几次的作物又被風全部或部分吹去。但是,土壤風蝕給巴什基里亞国民經济所帶來的損失还不仅限于此。降落下来的塵粒曾填沒池塘,盖沒建筑物,使拖拉机和运输工作完全停頓,毀坏农業机器,等等。

1952 年在巴什基里亞碳酸鹽黑土、普通黑土及其他土壤上土壤風蝕曾有巨大的發展。

土壤風蝕給土壤本身也帶來巨大的損失,風蝕強烈地破坏和逐漸地消損土壤的肥力。

在風蝕过程中首要是最細小的顆粒从土壤中吹失,这些細的顆粒中含有大量植物生長与發育所必需的营养物質,因此,在