

# 增施有机肥料对促进黄土高原农业可持续发展的作用

张治国, 张根锁

(山西省水土保持科学研究所, 山西 离石 033001)

**摘 要:** 农耕地增施有机肥料能够改良土壤, 培肥地力, 促进植株生长, 增加作物产量, 显著改善农产品品质, 提高农业生产的经济效益。同时, 可增加土壤团粒结构, 改善长期使用化学肥料所形成的土壤板结, 增加土壤降雨入渗强度, 减少地面径流量, 减轻农耕地水土流失量。土壤中氮和农药等有害物质的流失是以水土流失为载体, 进入江河、湖泊、水库等水源地, 加大了这些水源地的污染, 所以减轻了土壤水土流失量, 就能够很好控制农耕地有害物质的流失, 减轻江河、湖泊、水库等水源地的泥沙淤积和水质污染。因此科学使用有机肥料, 可减少水土流失, 减轻环境污染, 改善农产品品质, 又可减少化学肥料农药的投入, 对促进山区农业持续发展和河流生态修复将起到积极的作用。

**关键词:** 有机肥料; 农药; 环境污染; 农业持续发展; 河流生态修复

**中图分类号:** S141; F301.24      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1005-3409(2007)03-0013-03

## The Role of Applying Manure on Cropland in Accelerating Agricultural Development on Loess Plateau

ZHANG Zhiguo, ZHANG Gen-suo

(Institute of Soil and Water Conservation in Shanxi Province, Lishi, Shanxi 033001, China)

**Abstract:** After more manure applied in the cropland, the soil on the tilth layer and the crop products quality can be improved, land productivity and crop yield can be increased, crop growth on the land can be developed fast and well, and the benefit will be got more as well. At the same time because the soil granular structure increased, hardened and impervious soil can be improved on the land, therefore the capacity of rain infiltration into soil will be added, the runoff and soil erosion must be reduced. The nitrogen and pesticide in the topsoil with soil erosion go into river, lake and reservoirs and so on. So that the soil erosion reduced, the nocuous matter loss can be controlled as well, the sediment silt and water pollution in rivers, lakes and reservoirs can be decreased. So applying manure reasonably the soil erosion and environment pollution can be decreased, the products quality can be improved, the input for chemical fertilizer and pesticide can be reduced, it is better to accelerate agricultural development in mountainous area and river ecologic environment rehabilitation.

**Key words:** manure; pesticide; environment pollution; agricultural sustainable development; river ecologic environment rehabilitation

黄土高原地区约 70% 的耕地为坡耕地, 大面积的坡耕地是该区水土流失的主要策源地。特别是黄土丘陵沟壑区, 冲沟发育, 千沟万壑, 地势陡峭, 支离破碎, 地面植被覆盖率低, 水土流失十分严重, 是黄河中上游地区多沙粗沙源区之一。据有关资料, 5~30° 坡耕地年平均径流量为 19 500 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>, 表土流失量为 6 750 t/km<sup>2</sup>, 黄河年输沙量 16 亿 t 中约一半来自坡耕地, 说明坡耕地的综合治理是有效减少黄河泥沙的重要途径。新中国成立以来, 党和国家对黄土高原水土流失综合治理十分重视, 投入了大量的物力和财力, 地方政府和人民群众也积极响应党的有关政策, 因地制宜地进行综合治理, 使水土流失得以有效控制。但黄土高原地区水土流失面积之广, 治理难度之大, 举世瞩目, 所以治理任务仍很艰巨。建国几十年来, 黄土高原地区干旱缺水、土地贫瘠, “靠天吃饭” 的被动局面始终未能彻底改变。而广种薄收的观念在广大山区

农民心中根深蒂固。由于黄土高原严重的水土流失, 不仅淤积水库、河道、渠道, 抬高河床, 制约水利设施效益的充分发挥, 同时伴随着与土壤侵蚀物理现象同步存在的土壤中肥力和农药的流失现象, 不仅降低了土地生产力, 也污染了地下水 and 地表水, 直接影响了山区农业的可持续发展。

### 1 有机肥料的使用现状

#### 1.1 有机肥料

有机肥料是农村中就地取材、就地积制的自然有机肥料的总称。通常是指来源于有机物副产品的营养成分, 如厩肥、秸秆肥、绿肥、棉籽粉、饼肥、海肥、腐植酸、沼气的沼渣和沼液、血粉、鱼渣、污水淤泥等都属于有机肥料。

#### 1.2 有机肥料使用现状

我国使用有机肥料已有几千年的历史, 积累了丰富的经

\* 收稿日期: 2006-05-25  
作者简介: 张治国(1960-), 男, 高级工程师, 主要从事水土保持综合治理研究工作。

验。但是近年来随着城乡人民生活水平的不断提高, 农业产业结构的进一步调整, 农业经营方式发生了很大的变化, 化学肥料用量增加和作物品质的改变。近年来, 各地的经验证明, 增施有机肥料是保证作物高产和降低成本的重要措施。随着农林牧业生产的健康发展, 提供农业循环利用的废弃物和有机肥源也随之增加, 资料表明, 1949 年我国使用有机肥所含氮磷钾总量为 427.9 万 t, 到 1990 年已达到 1 559.6 万 t, 增加了 2.6 倍, 科研上也取得了一大批成果。但在有机肥料使用上还存在着一定的问题。由于现时的有机肥料体积大、肥效慢、劳动强度大、费工, 且又脏、又臭, 不如化学肥料省事省工, 影响农民的使用积极性, 特别是黄土丘陵沟壑区, 沟壑纵横, 道路崎岖蜿蜒, 耕地距村庄较远, 一般运输是靠人力担送的, 机械运输难以实现, 当地农民为了省事省工, 而大量施用化学肥料, 对有机肥料弃而不用或用之甚少, 造成的后果是浪费和污染。比如, 目前焚烧秸秆现象仍然比较严重, 每当夏收和秋播期间, 就地焚烧小麦、玉米等秸秆现象时有发生, 所以有待今后加快对有机肥料商品化研究和生产。

## 2 有机肥料在农业生产中的作用

### 2.1 供给作物养分和活性物质, 提高光合作用强度

有机肥料在土壤中不断矿化的过程中, 能持续较长时间供给作物必需的多种营养元素, 同时还可供给多种活性物质, 如氨基酸、核糖核酸、胡敏酸和各种酶等。尤其在家畜、家禽粪便中酶活性特别高, 是土壤酶活性的几十倍到几百倍, 既能营养植物, 又能刺激作物生长, 还能增强土壤微生物活动, 提高土壤养分的有效性。在有机肥料分解过程中, 产生大量 CO<sub>2</sub> 供作物进行碳的同化, 植物的光合作用强度在一定的 CO<sub>2</sub> 浓度范围内, 随 CO<sub>2</sub> 增加量直线上升。据北京、福建等地的试验证明, 增加 CO<sub>2</sub> 的浓度能使作物增产 10% 以上。有机肥料中含有丰富的碳源, 对促进作物生长、提高产量有重要意义。

### 2.2 增施有机肥料, 提高土壤有机质

土壤有机质是随着有机肥料不断施入而逐年积累起来的。农学专家认为, 土壤有机质既是植物矿质营养和有机营养的源泉, 又是土壤中异养型微生物的能量物质, 同时也是形成土壤结构的重要因素。因此土壤有机质就是直接影响着土壤耐肥性、缓冲性、耕性、通气状况和土壤温度等, 所以有机质含量是土壤肥力高低的重要指标之一。我所试验研究表明, 在 10° 左右的坡耕地中每公顷分别施入有机肥料( 马厩肥) 30 000 kg、45 000 kg、75 000 kg, 连续施肥四年后与对照区( 不施有机肥料) 相比, 土壤有机质依次增加 69.7%、65.0% 和 140.1%。使土壤有机质由试验初期的 0.728% 恢复到四年后的 1.4%~2.0%, 在有轻微水土流失的情况下, 土壤肥力不仅没有退化, 反而得到了较好的改善, 为提高农作物产量打下了良好的基础。

### 2.3 增施有机肥料, 改善土壤结构

有机肥料中的主要物质是有机质, 施用有机肥料增加了土壤中有有机质的含量。有机肥料进入土壤后, 经微生物分解, 缩合成新的腐殖质, 它能与土壤中的黏土及钙离子结合, 形成有机无机复合体, 促进土壤中水稳性团粒结构的形成。从而可以协调土壤中水、肥、气、热的矛盾, 降低土壤容重, 改善土壤的黏结性和黏着性, 提高土壤耕性。从我所试验资料( 表 1) 可初步反映出: 随着有机质含量的提高, 水稳性团聚体增加 82.6%~131.6%, 孔隙率增加 3.4%~8.0%, 容重降低 3.7%~9.1%, 表土抗剪力降低 9.3%~20.0%。这些性质的改善都是有利于增加降雨入渗、减少水土流失、促进

植物健康生长的重要机制。

表 1 10° 坡耕地连施有机肥料第四年土壤特征( 耕层)					
施肥量/( kg · hm <sup>-2</sup> )		0	30000	45000	75000
土 壤					
水稳性 团聚体	2. 0~ 5. 0 mm	0	0. 160	0. 198	0. 440
	1. 0~ 2. 0 mm	0. 304	0. 548	0. 476	0. 841
	0. 5~ 1. 0 mm	0. 638	1. 222	1. 020	1. 519
	0. 25~ 0. 5 mm	1. 083	1. 773	1. 538	1. 898
总 数		2. 028	3. 703	3. 232	4. 698
有机质/ %		0. 881	1. 496	1. 454	2. 116
耕层容重/( g · cm <sup>-3</sup> )		1. 278	1. 230	1. 171	1. 616
孔隙率/ %		52. 7	54. 5	56. 6	56. 9
表土抗剪力/ kPa		20. 35	18. 45	17. 10	16. 10

### 2.4 增施有机肥料, 提高作物产量

影响作物产量的因素较多, 而且也十分复杂, 如地形土质、施肥质量和数量、作物品种、降雨时空分布、管理技术水平、气候优劣等, 都可影响作物产量。而增施有机肥料, 可活化土壤中的潜在养分, 还能够减少水分无效蒸发, 提高保温效果, 从而提高作物的抗旱、抗寒能力, 使其在恶劣的气候条件下, 能够较好的保持旺盛的生长能力, 保证作物的高产、稳产。我所在黄土丘陵沟壑区的王家沟流域试验研究表明, 一种作物同等施肥量的产量历年有较大的差异, 这是受当年降雨和气候的影响所致。而一种作物在一年中的产量随施肥量增加而增加, 公顷施肥量 30 000 kg 和 45 000 kg, 分别增产 26.7% 和 25.5%, 公顷施肥量 75 000 kg 增产 43.3%。增产幅度与施肥量差异有密切关系, 但施用有机肥料后增产效益都相当显著。

### 2.5 增施有机肥料, 降低有害物质积累, 提高农产品品质

由于有机肥料不仅含有氮磷钾, 而且还含有多种糖类及氨基酸等物质, 在给作物提供营养的同时, 还可促进微生物的活动, 有机肥料还含有多种微量元素, 如畜禽粪便每 100 kg 中含硼 2.2~2.4 g, 锌 2.9~29.0 g, 锰 14.3~26.1 g, 钼 0.3~0.4 g, 有效铁 2.9~29.0 g。单一施用化肥或养分配比不当, 均会降低产品质量。实践证明有机肥料与化学肥料配合施用增产效果显著, 而且能改善农产品品质, 如提高小麦和玉米籽粒中蛋白质含量。其中小麦蛋白质含量提高 1.0%, 面筋提高 2.3%, 籽粒全氮提高 0.19%。中国农业科学院土壤肥料研究所的研究表明, 不合理、过多地追施氮肥, 蔬菜体内的硝酸盐含量明显增加, 特别是白菜、菠菜和生菜可食部分, 硝酸盐高达 1 000 μg/g, 最高者可达 1 700 μg/g, 而施厩肥仅为 200~500 μg/g, 最低仅几十个 μg/g。对于西红柿和菜花类, 采用有机无机肥配合, 可使维生素 C 的含量提高 16.6~20.0 μg/g。

## 3 增施有机肥料对环境的保护作用

### 3.1 减少水土流失

坡耕地随着有机肥料的不断施入, 改善了土壤的理化性质, 促进土壤中水稳性团粒结构的形成, 降低土壤容重, 使土壤降雨入渗率增大。由于黄土丘陵沟壑区地面径流的形成是由降雨强度大于土壤入渗强度而产生的, 即超渗产流。提高了土壤的入渗强度, 相应地就减少了地面径流, 而土壤中的腐殖质疏松多孔, 吸水蓄水能力强, 可提高土壤的保水能力。从而减轻了地面水土流失的发生, 即减少了土壤有机质流失, 提高土壤有机质的有效积累。依我所在王家沟流域的试验研究资料( 表 2), 每年向坡耕地施入一定数量的有机肥

料,可以减少耕地水土流失,其减少率随施肥量增加而提高。

表 2 不同施肥区年水土流失量

年分	产 流 降雨量  / mm	对照区		公顷施 30 000 kg		公顷施 45 000 kg		公顷施肥 75 000 kg	
		流失	流失	流失	流失	流失	流失	流失	流失
		径流量	泥沙量	径流量	泥 沙 量	径流量	泥 沙 量	径流量	泥 沙 量
		/ mm / ( t · km <sup>-2</sup> )	/ mm / ( t · km <sup>-2</sup> )	/ mm / ( t · km <sup>-2</sup> )	/ mm / ( t · km <sup>-2</sup> )	/ mm / ( t · km <sup>-2</sup> )	/ mm / ( t · km <sup>-2</sup> )		
1987	99.9	23.3	154.3	18.4	293.8	17.5	266.0	16.5	248.7
1988	177.6	62.3	592.7	52.0	329.0	26.6	276.7	12.7	188.7
1989	142.8	53.4	1527.0	45.8	1428.5	54.7	1316.0	45.5	1368.1
1990	309.9	128.7	6982.6	115.6	4221.2	113.8	4276.3	101.7	4171.9
平均	182.6	66.9	2314.2	58.0	1568.1	53.2	1533.8	44.1	1494.4

3.2 减轻环境污染,修复河流生态

“庄稼一枝花,全靠肥当家”说明肥料对农业的重要性。一个世纪以来,随着化肥工业的兴起和迅速发展,农业的化肥施用量大大增加,随着化学肥料的大量投入,农作物的产量也随之有了很大的增长。但是,常规农业集约化生产,用地养地失调,对资源和环境造成了严重的压力,影响了农林生产力的持续提高,耕地中无机化肥、农药的大量使用,造成了环境的严重污染和河流水质的不断恶化。

我国农业中使用化肥的强度独一无二,特别是氮肥,中国有着不到世界 1/ 10 的耕地,但是近年来氮肥的使用量占世界的 1/ 3。每年化肥施用总量约为 1. 2 亿 t,但在目前的施肥技术和水平条件下,施入农田的化学肥料的作物利用率通常仅为 30% ~ 50%。据全国试验数据表明,化肥通常挥发损失约 20%,淋溶损失约 10%,反硝化脱氮损失约 15%,地表径流、冲刷损失约 15%,总计损失约为 60%。

中国还是最大的农药使用国,近十多年来,农药使用量每年基本稳定在 23 万 t 左右。过量施用化学肥料和农药,降低了我国农产品在国际市场上的竞争力。化学肥料和农药的投入及伴随的劳力成本是我国粮食生产成本的主要组成部分,化学肥料和农药的过量使用导致成本不必要的增加,而农药残留使农产品质量下降,同时农民收入减少,农田净收益减少 10% ~ 30%,而且污染对人体健康和农产品质量造成的经济损失是无法估量的。

农耕地减少化学肥料的使用,增加有机肥料的施入量,可有效提高土壤微生物的活性,增加抗生物质,促进农作物健康生长,增强抵御病虫害的能力,同时也抑制了病虫害的繁衍。从而减少了农药的使用量,使农产品中残留农药大大减少,提高了农产品的品质。土壤中残留农药也相应减少,对地下水、地表水的污染也随之减轻,有利于河流生态的修复。

如前所述,农耕地不断施入有机肥料后,可增加土壤团粒结构,改善了长期使用化学肥料所形成的土壤板结,增加土壤降雨入渗强度,减少地面径流量,减轻农耕地水土流失量。由于水土流失是土壤中氮和农药等有害物质流失的载体,所以减轻了土壤水土流失量,就能够很好控制农耕地有害物质的流失,减轻江河、湖泊、水库等水源地的水质污染。

参考文献:

[ 1 ] 李有华. 建设经济生物埂坡式梯田加快坡耕地治理速度[ A ]. 晋西黄土丘陵沟壑区水土流失综合治理开发研究[ M ]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 25- 27.

[ 2 ] 张治国, 马福武. 土壤有机质对坡耕地土壤侵蚀及作物产量的影响[ J ]. 中国水土保持, 1997, ( 8 ) : 11- 13.

[ 3 ] 全国农业技术推广服务中心. 中国有机肥料资源[ M ]. 北京: 中国农业出版社, 1999. 55- 64, 191- 207.

[ 4 ] 张世贤. 我国有机肥料的资源、利用、问题 and 对策[ J ]. 磷肥与复肥, 2001, 16( 1 ) : 8- 10.

[ 5 ] 刘更另, 等. 中国有机肥料[ M ]. 北京: 农业出版社, 1999. 78- 89.

因此科学使用有机肥料,既可减轻环境污染,又可减少化学肥料农药的投入,一举两得。有机肥料还能吸附有害的金属阳离子如铜、铅,增加土壤中砷的固定。所以只有科学实施有机肥料战略,才能确保农业可持续发展,才能使江河、湖泊的生态环境得以恢复。

4 加强有机肥料开发应用,充分发挥其在现代农业中的作用

增施有机肥料能够改良土壤,培肥地力,促进植株生长,增加作物产量,显著改善农产品品质,提高农业生产的经济效益。同时,又是发展现代生态农业和可持续农业的重要措施和途径。随着市场经济发展和加入 WTO 的新形势,广大农民群众对有机肥料有了更加深刻的认识,因势利导,加强有机肥料的开发应用,对推动黄土高原农业的发展具有十分重要的现实意义和深远的战略意义。为此,建议加强以下几方面工作。

4.1 进一步加大对有机肥料建设的重视和宣传力度  
增加有机肥料投入,搞好耕地地力建设,是“沃土工程”的重要内容之一,也是河流生态修复的重要措施。各级政府、农业技术部门都应切实重视加强有机肥料建设工作,把有机肥源建设与保护、开发利用、有机肥应用技术的完善与提高作为发展农业生产的一项重大战略措施,扩大宣传,认真落实,使广大农民群众正确认识有机肥料在农业生产中的重要作用和地位,从而自觉自愿地积、搜、堆、沤,并合理施用有机肥料,使施用面积和数量都有一个较大提高。

4.2 加强普及推广配套的农机化技术  
目前,由于农业机械普及程度不高,限制了秸秆利用速度,不论是玉米秸秆的直接还田,还是小麦高留茬的还田,都离不开秸秆粉碎还田机、旋耕机、硬茬播种机等机械的配套。而目前这些农用机械在许多地方都未得到应有的推广普及,直接限制着作物秸秆还田利用。所以建议有关涉农机械管理和推广销售部门应围绕夏、秋两季的秸秆还田问题大力推广一些简便实用,能为广大农民群众所接受的农业机械,从根本上解决秸秆还田的限制因素。

4.3 加大有机肥料商品化生产开发力度  
针对目前商品有机肥开发刚刚起步,层次低,规模小,建议各级政府和有关部门加大对该类企业的支持、扶持力度、招商引资,对风化煤、城市垃圾、果汁渣、畜禽粪便、秸秆等有机肥资源进行开发利用,研究制订有关开发生产技术标准和管理办法,加快商品有机肥的开发和应用。

4.4 加强对有机肥料建设的监督与管理  
目前,焚烧秸秆现象仍然比较严重,每当夏收和秋播期间,就地焚烧小麦、玉米等秸秆现象时有发生,这既污染了环境,破坏生态,又是对资源的极大浪费。建议政府制定相关的管理措施,加大媒体的舆论监督,对一些违纪者要进行处理。另外,对市场流通的商品有机肥料要按照相关法规严格管理,确保有机肥料行业的健康发展。