

燕沟流域农田基础肥力分析与培肥途径

张成娥¹, 王栓全², 邓西平¹

(1. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100;

2. 陕西省农业科学院特种经济作物研究所, 陕西 杨陵 712100)

摘要: 黄土丘陵区燕沟流域农田基础肥力水平低下, 特别是近几年新修的梯田, 土壤有机质、全 N, 水解 N, 速效 P 和阳离子代换量都处于很低和低等水平, 速效 K 为中低程度, 土壤酶活性也很低。坝地土壤养分和酶活性相对梯田较高, 但大多也只处于中低水平, 是影响农作物产量和限制农业发展的主要因素。土壤肥力水平提高的根本途径在于通过大量有机肥的投入、农作物秸秆还田和增加养地作物种植面积来增加土壤有机质的含量。

关键词: 农田 基础肥力 培肥途径

文献标识码: A 文章编号: 1000-288X(1999)05-0023-05 中图分类号: S158

Primary Fertility and Approaches of Improving Fertility in Yaner Gully Watershed of North Yan'an Area

ZHANG Cheng-e¹, WANG Shuan-quan², DENG Xi-ping¹

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling 712100 Shaanxi Province, PRC;

2. Shaanxi Academy of Agricultural Sciences, Yangling 712100, Shaanxi Province, PRC)

Abstract: The soil basic fertility is low in the farming land at Yaner Gully watershed, especially in the recently built terrace lands. The soil organic matter, total N, available N and P, and CEC are all relatively low, and also the soil enzymatic activity. The available K is mediate. The soil nutrient and enzymatic activity in the dam land is relatively higher, but still in the low level which limited the crop productivity and agriculture development. The efficient way to improve soil fertility is to input large amount of organic matter, return crop straw into farmland, and plant fertility-improving crops.

Keywords: farmland; Basic fertility; approaches to improve soil fertility

燕沟流域位于延安以南, 属黄土丘陵区中部, 农田以坝地、梯田和沟台地为主。近几年, 结合生态农业建设, 建造了大面积的梯田, 面积达到了农地面积的 50% 以上。但是, 新修梯田土壤贫瘠, 肥力低下, 产量不能迅速提高。因此, 研究该区土壤肥力, 特别是了解基础肥力状况, 对于土壤培肥, 提高土地生产力和农业持续发展具有重要的意义。

1 研究区的自然和农业概况

燕沟流域面积为 47 km², 为暖温带半干旱气候, 具大陆性季风气候特点, 年均气温 8 ~ 10 °C, 降雨量 400 ~ 600 mm, 且年际变化大, 年内分配不均。土壤为黄绵土, 肥力低下。

收稿日期: 1999-03-08

资助项目: 国家“九五”科技攻关项目 13 专题: (96-004-05-13)。

作者简介: 张成娥, 女, 1959 年生, 毕业于西北农业大学农学系, 副研究员。主要从事土壤养分及微生物方面的研究。

农业生产以种植秋粮作物为主,其面积占粮食总面积的80%以上,作物常年产量为秋薯 $1\ 800\sim 3\ 600\text{ kg/hm}^2$,谷子 $1\ 500\sim 1\ 950\text{ kg/hm}^2$,豆类 $1\ 200\sim 2\ 100\text{ kg/hm}^2$,玉米 $6\ 000\sim 6\ 750\text{ kg/hm}^2$,产量水平不高。土壤投肥量很低,一般坝地平均施尿素 225 kg/hm^2 ,磷肥 225 kg/hm^2 ,有机肥 $12\ 000\text{ kg/hm}^2$ 。梯田施尿素和磷肥各不到 150 kg/hm^2 ,有机肥则只有 $7\ 500\text{ kg/hm}^2$ 左右,投肥不足是造成土壤肥力低下的最主要原因。

2 材料与方 法

(1) 土壤样品采集。选择梯田面积最大的吴枣园梯田,自峁顶以下共10台,每台采取 $0\sim 20\text{ cm}$ 的混合样。坝地和台地选自赵庄,在大面积的坝地上均匀布设7块样地,每块按多点取样混合的方法,台地在2个台地上分别取混合样,土样按试验要求风干、过筛。

(2) 土壤养分分析。有机质用重铬酸钾容量法,全氮用开氏蒸馏法,水解氮用碱解蒸馏法,速效磷用钼锑抗比色法,速效钾用火焰光度法,阳离子代换量用醋酸钠交换法,pH(H_2O)用电极法。

(3) 土壤酶活性分析。过氧化氢酶按滴定法(Johnson and Temple, 1946),蔗糖酶按滴定法(Hofmann and Seegerer 1951),脲酶按靛酚比色法,中性磷酸酶按苯磷酸二钠法测定^[3]。

3 结果与分析

3.1 梯田土壤养分与酶活性

梯田建造是黄土丘陵区改造坡耕地,防止土壤侵蚀和减少水土流失的有效措施,但是由于土壤遭受大机械的强烈扰动,使土壤层次扰乱,结构破坏,成了限制农作物产量的主要因素之一。从表1可以看出,土壤有机质含量 $3.35\sim 4.38\text{ g/kg}$,全N $0.322\sim 0.476\text{ g/kg}$,水解N $35.28\sim 49.24\text{ mg/kg}$,速效P $2.64\sim 10.04\text{ mg/kg}$,速效K $87.32\sim 105.9\text{ mg/kg}$,阳离子代换量 $6.03\sim 7.43\text{ cmol/kg}$ 。按黄土高原地区耕作土壤养分含量分级标准^[2](表2),几种土壤肥力因子均处于很低和低水平,只有速效钾达到中低程度,并且水解N和速效P的变异系数分别为20.33%和48.27%,说明土壤养分在各地块上很不均匀。

表1 梯田土壤养分状况

样号	有机质/ ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	全 N/ ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	水解 N/ ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	速效 P/ ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	速效 K/ ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	CEC/ ($\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$)	pH (H_2O)
1	3.82	0.361	47.78	6.82	105.9	7.04	8.72
2	3.83	0.372	39.69	3.78	103.2	6.03	8.80
3	4.32	0.406	44.10	8.14	103.2	6.30	8.70
4	3.94	0.386	39.69	3.14	95.27	6.96	8.81
5	3.38	0.341	35.28	10.04	97.93	6.45	8.79
6	3.35	0.354	36.02	3.82	105.9	6.72	8.80
7	4.38	0.344	66.15	3.64	91.29	7.43	8.82
8	3.84	0.346	40.42	3.36	92.62	6.69	8.86
9	3.54	0.322	49.24	3.68	87.32	6.25	8.90
10	4.01	0.376	47.78	2.64	89.97	6.92	8.89
11	4.95	0.427	56.60	6.91	111.2	8.65	8.72
平均值	3.94	0.37	45.70	5.08	98.53	6.86	8.80
标准差	0.471	0.031	9.290	2.460	7.810	0.718	0.067

土壤酶与土壤肥力有着极为密切的关系,它反映土壤的生物学状态,是评价土壤质量的生

物学指标^[6]。梯田土壤的酶活性见表 3。其结果表明:除了过氧化氢酶以外,蔗糖酶、脲酶活性都很低。中性磷酸酶活性甚至全部测不出。

表 2 黄土高原地区耕作土壤养分含量分级

养分种类	很低	低	中 低	中	较 高	高
有机质/(g·kg ⁻¹)	< 6.0	6.0~10.0	10.0~12.0	12.0~15.0	15.0~20.0	> 20.0
全 N/(g·kg ⁻¹)	< 0.35	0.35~0.50	0.50~0.75	0.75~1.00	1.00~1.25	> 1.25
碱解 N/(mg·kg ⁻¹)	< 30.0	30~40	40~50	50~70	70~100	> 100
有效 P/(mg·kg ⁻¹)	< 3	3~7	7~10	10~15	15~20	> 20
速效 K/(mg·kg ⁻¹)	< 50	50~70	70~100	100~150	150~200	> 200
代换量/(cmol·kg ⁻¹)	< 5.0	5.0~8.0	8.0~10.0	10.0~15.0	15.0~20.0	> 20.0

土壤的这 4 种酶表征土壤的呼吸强度、腐殖质和水溶性有机质水平、氮素状况和含磷有机质的矿化过程,与土壤肥力呈正相关关系。因此,从酶活性的强度也可以看出,梯田土壤的肥力状况很差。

3.2 坝地和台地土壤养分和酶活性状况

坝地是该流域土壤肥力较好的农田,但面积小,只占农地面积 21% 左右,水分状况良好,农作物产量较高。台地则因地势差异,土壤肥力变幅较大。坝地和台地土壤有机质含量范围为 8.26~10.6 g/kg,全 N 0.501~0.802 g/kg,水解 N 47.78~94.82 mg/kg,速效 P 3.00~13.90 mg/kg,速效 K 97.92~206.7 mg/kg,阳离子代换量 6.91~9.95 cmol/kg(表 4),多处于中低水平,但与梯田土壤相比明显较高。

表 3 梯田土壤酶活性

样 号	过氧化氢酶 ^①	蔗糖酶 ^②	脲酶 ^③
1	9.04	0.35	0.2716
2	6.91	0.80	0.1936
3	8.07	1.07	0.2994
4	8.88	0.85	0.2994
5	7.79	0.45	0.1712
6	7.87	0.37	0.1392
7	8.76	0.61	0.2552
8	9.19	0.16	0.1327
9	8.50	0.39	0.2552
10	7.62	0.57	0.1736
11	8.99	0.44	0.2219
平均值	8.33	0.55	0.2194
标准差	0.727	0.264	0.0609

注:表中 3 种酶活性单位分别为:① 0.1NK₂MnO₄ ml/(g·24h);② 0.1Na₂S₂O₃ ml/(g·24h);③ mg N/(g·24h)。皆以 1 g 干土表示。

表 4 坝、台地土壤养分分析结果

土地类型	样号	有机质/(g·kg ⁻¹)	全 N/(g·kg ⁻¹)	水解 N/(mg·kg ⁻¹)	速效 P/(mg·kg ⁻¹)	速效 K/(mg·kg ⁻¹)	CEC/(cmol·kg ⁻¹)	pH (H ₂ O)
坝地	1	11.1	0.709	94.82	3.59	129.8	9.95	8.60
	2	10.0	0.649	79.38	3.27	141.1	9.14	8.60
	3	11.6	0.802	81.58	3.00	151.0	9.88	8.61
	4	10.6	0.712	78.64	3.14	132.4	9.00	8.61
	5	8.26	0.583	47.78	5.09	132.4	7.28	8.72
	6	8.38	0.561	72.76	13.9	206.7	6.91	9.61
	7	10.2	0.736	82.32	10.32	139.7	9.61	8.55
	平均值	10.0	0.679	76.75	6.04	147.6	8.82	8.61
标准差	1.27	0.086	14.41	4.32	27.04	1.24	0.051	
台地	上层	4.58	0.372	37.48	2.82	101.9	7.21	8.89
	下层	9.11	0.610	58.80	3.91	97.92	12.4	8.71

再从土壤酶活性(表5)看,除过氧化氢酶活性与梯田土壤差异不明显外,蔗糖酶和脲酶活性都明显高于梯田,但中性磷酸酶仍然测不出来,表明土壤磷素供应状况很差。台地的土壤养分和酶活性差异较大,表现为上台低于下台,上台接近梯田而下台与坝地相似。

3.3 土壤培肥途径

3.3.1 增加化肥和有机肥投入,保证作物养分供给和提高土壤肥力

增施化肥是提高作物产量的基本措施,而有机肥在培肥地力,供给作物营养方面有十分重要的作用,特别是在改善土壤理化性状的功能上是化肥不可替代的。燕沟流域土壤肥力很低,施用化肥和有机肥对作物增产潜力巨大。根据在该流域新修梯田上进行的玉米肥料和覆膜试验结果,每1 hm²施尿素225 kg,磷肥750 kg和有机肥15000 kg,玉米产量达到8250 kg/hm²,比农民地增产3000 kg/hm²,

结合覆膜和每1 hm²追施尿素112.5 kg,150 kg,787.5 kg,产量可达9750 kg/hm²以上。比较试验前后土壤养分含量,也有很明显的变化(见表6)。

表6 肥料试验后土壤养分的增加

%

处 理	有机质	全 N	水解 N	速效 P	速效 K
覆膜追肥比播前	30.95	23.50	61.62	95.17	45.52
覆膜追肥比不追肥	14.05	19.26	109.18	162.56	17.76
试验地比群众地	- 5.25	11.56	227.80	- 3.70	65.47

因此,要提高土壤肥力,实现作物稳产高产,特别是对于梯田土壤,首先必须大量投入有机肥^[1]和增施化肥。

3.3.2 提倡秸秆还田,增加土壤有机质 目前该区由于大多数农户的燃料和饲料问题还未解决,农作物秸秆很少还田,大量的研究证明,农作物秸秆直接还田,不但有增产效果,而且增加土壤有机质含量,促进土壤微生物活动,改良土壤结构的效果十分明显。因此认为解决饲料问题的根本途径是提高粮食产量,而粮食产量的提高在于土壤的培肥,另外山地梯田,一般远离村庄,运输不便,秸秆直接还田,还可节省劳动力。由于梯田土壤水分条件相对较差,作物秸秆腐烂速度慢,因此宜提倡粉碎翻压或地头堆腐后还田的办法,可加快秸秆的腐熟。坝地水分状况良好,可采取直接还田的方式,从而达到培肥土壤的效果。

3.3.3 建立合理的轮作制度,增加养地作物种植面积 农作物种植制度中的轮作,是保持土壤养分平衡,用地养地相结合和减少作物病虫害的有效措施。如目前该区的谷子—马铃薯—大豆轮作方式,它是广大农民在长期的生产中总结出的一种有效方式,但其中绿草种植很少。有试验表明,在有机质含量小于0.5%的土壤上,绿肥翻压后,土壤有机质的增长幅度在26.1%~50.1%,平均为33.6%^[4]。所以,在该流域,特别是新修梯田上,应该增加一些如苜蓿,箭舌

表5 坝、台地土壤酶活性

地类	样号	过氧化氢酶	蔗糖酶	脲酶
坝	1	9.51	1.91	0.7180
	2	9.49	2.12	0.6780
	3	9.54	2.16	0.6780
	4	9.39	1.95	0.5977
	5	8.42	1.73	0.2704
	6	8.38	1.53	0.4544
	7	7.99	1.41	0.4560
地	平均值	8.96	1.83	0.5503
	标准差	0.667	0.286	0.1630
台	上层	9.08	0.35	0.1013
	下层	10.00	0.44	0.2176

注:表中各酶活性单位同表3。

豌豆等养地作物,采取轮作或间作套种的方式,进行翻压,以快速增加土壤有机质的含量,提高土地生产力。

参 考 文 献

- [1] 洪世奇,等. 山旱区新修梯田土壤培肥途径及其效益研究[J],干旱地区农业研究,1998,16(1),80—83.
- [2] 余存祖. 黄土高原地区土壤资源及其合理利用[M]. 北京:中国科学技术出版社,1991.
- [3] 周礼恺. 土壤酶学[M]. 北京:科学出版社,1987.167—260.
- [4] 黄德明. 作物营养和科学施肥[M]. 北京:农业出版社,1993.69—103.
- [5] 贾新民,于泉林,等. 大豆连作土壤酶与土壤微生物和基础肥力关系的研究[J]. 现代化农业,1995(10),31—32.
- [6] 李松. 土壤酶和养分流失的关系研究[J]. 水土保持学报,1990,4(2),70—74.