

有机肥的保水培肥效果及对冬小麦产量的影响

唐 小 明

(甘肃省农业科学院旱地农业研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 黄土高原连续 3 年的定位试验结果表明: 旱地施用有机肥具有明显的培肥作用和蓄水保墒效果; 平均每 1 hm^2 施有机肥 $112\ 500 \text{ kg}$, 土壤有机质、全氮、速效氮、磷、钾含量试验后比试验前分别提高了 36.4%、21.7%、49.7%、16.2% 和 44.2%, $0\sim 60 \text{ cm}$ 土壤含水量比对照增加 5.5 mm; 每 1 mm 降水多生产小麦 1.83 kg, 水分利用效率提高 22%; 小麦增产 15.8%。施肥量与产量之间呈显著正相关。

关键词: 黄土高原; 有机肥; 保水培肥; 小麦产量

中图分类号: S274.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2003)01-0130-03

Effects of Manure on Soil Water-Conservation and Fertilizer Betterment Winter Wheat Yield in Loess Plateau Dryland

TANG Xiaoming

(Dryland Farming Institute of Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070 Gansu, China)

Abstract Through a three-year fixed field experiment, the results showed that applying manure had a significant fertilizing soil and water conversation effect; giving $112\ 500 \text{ kg}/\text{hm}^2$ amount of manure, the contents of soil organic matter; total N, available N, available P and available K increased individually 36.4%, 21.7%, 49.7%, 16.2%, 44.2%, the water content of $0\sim 60 \text{ cm}$ soil layer increased 5.5 mm; 1 mm rainfall could produce more 1.83 kg wheat and water use efficiency increased 22%; wheat yield increased by 15.8%. There is a prominent correlation between the applying amount and yield.

Key words: Loess Plateau; organic substance; fertilizing soil effect; wheat yield

培肥旱地土壤, 改善土壤结构, 增加土壤蓄水保墒能力, 对于实现旱地农业的持续增长具有重要意义。本项试验研究了有机肥对培肥旱地地力、涵养水分及提高产量的效果, 旨在为提高旱地减灾能力提供依据。

1 材料与方法

试验于 1993~1995 年在位于黄土高原的陇东旱塬进行。试验地为覆盖黑垆土, $0\sim 20 \text{ cm}$ 土壤耕层平均有机质含量 10.4 g/kg , 全氮 0.8 g/kg , 速效氮 56.3 mg/kg , 速效磷 10.8 mg/kg , 速效钾 158 mg/kg 。

在每 1 hm^2 施 N 138 kg 和 P_2O_5 75 kg 的基础上, 设施有有机肥(牛圈粪) $0, 45\ 000, 90\ 000, 135\ 000, 180\ 000 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 5 个处理。有机肥平均含氮量 1.5 g/kg , 有机质 40 g/kg , 速效氮、磷、钾含量分别为 $155.4, 39.4$ 和 $1\ 180 \text{ mg/kg}$ 。氮肥总量的 70% 作基肥(随有机肥和磷肥施入), 30% 作追肥。供试冬小麦品种为陇鉴 46。小区面积 20 m^2 , 随机区组排列, 3 次重复。

2 结果与分析

2.1 旱塬地施用有机肥对土壤有机质及养分含量的影响

有机质含量是衡量土壤肥力高低的重要指标。从表 1 的测定结果看出, 在本试验土壤条件下, 所有处理(包括对照)的土壤有机质均有增加。不施有机肥区有机质试验后比试验前增加了 1.5 g/kg ; 施有机肥区土壤有机质含量随施肥量的增加而明显增加, 如扣除对照耕层有机质含量增加值, 各施用有机肥处理的耕层有机质含量分别增加了 $0.6, 1.8, 2.3$ 和 3.9 g/kg , 平均 2.15 g/kg , 说明黄土高原地区土粪虽然质量较差, 但连续施用, 对保持和提高土壤有机质含量还是有积极作用的。

土壤含氮量的变化趋势与有机质相同, 但速效氮增加的幅度较全氮的增加更为明显(表 1)。在本试验设计氮磷肥基础上, 不施有机肥时, 耕层土壤速效氮含量与试验前相比增加了 11.1 mg/kg , 每 1 hm^2 公顷施 $45\ 000, 90\ 000, 135\ 000$ 和 $180\ 000 \text{ kg}$ 有机肥时, 速效氮含量分别增加了 $19.8, 29.8, 36.0$ 和 25.9 mg/kg , 平均为 27.9 mg/kg , 速效磷、速效钾含量除对照略有降低外, 其余各处理均有增加, 前者增加的幅度较小($0.2\sim 4.3 \text{ mg/kg}$, 平均 1.65 mg/kg), 后者增

* 收稿日期: 2002-11-25

基金项目: 国家科技攻关项目(2001BA508B18)。

作者简介: 唐小明(1962-), 男, 湖南郴州人, 主要从事旱地作物栽培与耕作研究工作。

加的幅度较大(15 5~ 148 0 mg/kg, 平均 83 4 mg/kg)。有机肥在土壤钾平衡中的这种作用, 与当地土壤中掺合着大量草木灰而含钾量较高(1 180 mg/kg)有关。上述分析结果表明, 培肥土壤的主要措施应是有机肥料与无机氮磷肥配合施

用。单施无机化肥土壤有机质及养分含量增加甚少, 只有在氮磷肥用量合理的基础上, 增施一定数量的有机肥, 才有利于旱塬土壤肥力的稳定与提高。

表 1 施用有机肥对耕层土壤(0~ 20 cm)有机质含量

施肥量/ (kg·hm ⁻²)	有机质/(g·kg ⁻¹)		全氮/(g·kg ⁻¹)		速效氮/(mg·kg ⁻¹)		速效磷(mg·kg ⁻¹)		速效钾(mg·kg ⁻¹)	
	试验前	试验后	试验前	试验后	试验前	试验后	试验前	试验后	试验前	试验后
0	10 6	12 1	0 79	0 88	56 9	68 0	10 3	10 0	175 0	154 0
45000	10 5	12 7	0 84	0 94	60 2	80 0	10 3	10 5	187 0	202 5
90000	10 0	13 9	0 79	1 00	56 2	86 0	10 2	11 0	180 5	247 0
135000	10 7	14 4	0 86	1 00	52 5	88 5	10 2	11 5	184 5	288 0
180000	10 6	16 0	0 83	1 10	55 6	81 5	10 2	14 5	203 5	351 5

2 2 施用有机肥对土壤储水量的影响

试验结果表明, 在瘠薄的黄土旱塬, 增施有机肥料不仅能培肥地力, 而且对涵养土壤水分有良好的作用。从表 2 结果看出, 小麦收后 0~ 60 cm 土壤储水量随有机肥用量的增加而明显增加。3 a 平均, 施有机肥的处理 0~ 60 cm 土层含水量比不施有机肥的处理依次增加 2 2, 4 7, 5 7 和 8 3 mm, 分别提高 4 4%、6 5%、8 0% 和 11 5%, 平均为 7 6%。以表 2 中数据建立的施肥量与土壤含水量之间的回归方程为 $y = 72.76 + 0.42x$, 相关系数为 0.983^{**}。上述回归方程表明, 每 1 hm² 施有机肥 0~ 180 000 kg 时, 每增施有机肥

10 000 kg, 0~ 60 cm 土层含水量增加 0.42 mm, 施肥量与 0~ 60 cm 土层含水量之间存在着极显著的正相关。

表 2 小麦收后各处理 0~ 60 cm 土壤含水量

施肥量	mm			
	1993 年	1994 年	1995 年	平均值
0	74.3	100.9	41.5	72.2
45000	76.8	102.6	46.8	75.4
90000	78.1	107.8	44.9	76.9
135000	80.2	109.4	44.2	77.9
180000	82.6	110.9	48.0	80.5

表 3 冬小麦吸氮量及对有机肥中氮素的利用率

施肥量/ (kg·hm ⁻²)	有机肥含氮量/kg		小麦吸氮量/(kg·m ⁻²)		利用率/%		合计吸氮量/ 合计利率/ (kg·hm ⁻²) %	
	1994 年	1995 年	1994 年	1995 年	1994 年	1995 年	(kg·hm ⁻²)	%
0	—	—	69.5	42.3	—	—	111.8	—
45000	75.2	67.5	84.2	59.4	19.6	25.3	143.6	22.3
90000	153.0	135.0	84.9	72.5	13.0	22.4	161.9	17.2
135000	225.5	202.5	105.5	73.8	16.0	15.6	179.3	15.8
180000	300.6	270.0	115.8	77.0	15.4	12.8	192.8	14.2

2 3 冬小麦对有机肥中氮素的利用率

有机肥中氮素的利用率受作物种类、土壤肥力、降雨量和施肥数量及施肥的方式方法等因素的制约。从本试验结果看, 小麦从土壤中带走有机肥中的氮素是随用量的增加而增加的, 这种趋势无论是欠雨年(1994 年)还是干旱年(1995 年)都是一致的(见表 3)。但对有机肥中氮素的利用率则相反, 施肥量越高, 利用率越低。如 1 hm² 有机肥的用量为 45 000, 90 000, 135 000, 180 000 kg 时, 利用差减法计算的氮素利用率 1994 年依次为 19.6%、13.0%、16.0% 和 15.4%, 1995 年依次为 25.3%、22.4%、15.6% 和 12.8%, 两年总利用率为 14.2%~ 22.3%, 平均 14.7%。由此表明, 有机肥中的氮素当年利用还不到 30%, 绝大部分仍保留在土壤里。同时, 根据植株养分分析结果还可看出, 施有机肥的各处理随着用量的增加均能有效的提高籽粒及茎叶的氮、磷、

钾含量, 其中籽粒氮含量比不施有机肥的处理提高 47.7%~ 82.9%, 磷含量提高 21.2%~ 40.4%, 钾含量提高 6.7%~ 24.0% (见表 4)。

2 4 施有机肥对小麦水分利用效率的影响

3 a 试验结果(表 5)表明, 增加有机肥用量, 显著提高旱地冬小麦对土壤水分的利用效率。虽然各年度降水量不同, 每 1 mm 降水所生产小麦的数量亦不同, 但在本试验设计范围内, 每一年度冬小麦对水分的利用效率是随施肥量的变化而变化的, 即肥料用量越高, 水分利用效率也越高。不施有机肥平均每公顷 1 mm 降水生产小麦 8.4 kg, 施不同数量的有机肥时, 其耗水系数依次降低 5.5%、9.0%、17.2%、18.0%, 水分利用效率依次提高 13.1%、17.9%、26.2% 和 29.8%, 施有机肥比不施有机肥平均每公顷 1 mm 降水多生产小麦 1.83 kg, 水分效率提高 21.8%。

表 4 施有机肥对植株氮、磷、钾养分含量的影响

kg/hm²

施肥量	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	茎叶	籽粒	合计	茎叶	籽粒	合计	茎叶	籽粒	合计
0	10.2	32.1	42.3	1.02	7.8	8.82	21.0	11.3	32.3
45000	12.0	47.4	59.4	1.14	9.5	10.64	26.7	12.0	38.7
90000	20.7	51.8	72.5	2.40	9.9	12.30	36.8	12.9	49.7
135000	19.1	54.8	73.9	1.95	10.7	12.65	41.4	13.5	54.9
180000	18.3	58.7	77.0	1.95	11.0	12.95	36.6	14.0	50.6

* 表内结果为 3a 平均值。

表 5 有机肥对小麦水分利用率的影响

施肥量/ (kg·hm ⁻²)	产量/ (kg·hm ⁻²)	耗水量/ mm	耗水系数		3 年水分生产效率/(kg·mm ⁻¹ ·hm ⁻²)				
			(kg/kg)	(%)	1993	1994	1995	平均	%
0	3408.5	389.1	1141.6	—	10.3	7.8	7.1	8.4	—
45000	3657.0	394.4	1078.5	-5.5	10.7	9.0	8.7	9.5	13.1
90000	3840.5	399.0	1038.9	-9.0	10.8	9.5	9.3	9.9	17.9
135000	4077.0	397.2	974.3	-17.2	11.0	11.1	9.6	10.6	26.2
180000	4211.5	394.4	936.5	-18.0	11.3	11.3	10.1	10.9	29.8

* 1993~1995 年小麦生育期降雨量分别为 350 mm、280 mm、150 mm。

2.5 施有机肥对冬小麦产量的影响

试验结果表明,旱塬冬小麦施用有机肥对小麦的出苗、分蘖、单位面积穗数、穗粒数、千粒重和产量均有明显的作用,而且随用量的增加而增加。从表 6 产量结果看出,有机肥的增产效果既因降雨年份不同而异,又与连续施用有机肥后增加了土壤养分积累,提高了土壤供肥能力密切相关。试验第 1 年为丰雨年,小麦生育期(1992 年 9 月~1993 年 6 月)降雨量较多(达 350 mm),试验总体产量较高,但增产幅度较小(2.6%~9.7%),各处理之间的差异也不显著,第 2、3 年为欠雨年和干旱年,小麦生育期降雨量分别为 280 mm 和 150 mm,试验总体产量较低,但增产幅度较大,每 1 hm² 施有机肥 45 000~180 000 kg 时,增产小麦 175.0~1 138.5 kg 和

430.5~754.5 kg,增产率分别为 5.3%~34.0% 和 27.4%~48.0%;3 a 累计每 1 hm² 增产小麦 745.5~2 409 kg,平均为 1 614 kg,增产率为 15.8%。经方差分析, $F=18.7>4.46$ (0.01),除施 45 000 kg 有机肥的处理与不施有机肥之间无显著差异外,其余各处理都达到了极显著水平,且施肥量之间的差异也极显著。由施肥量与产量之间建立的回归方程 $y=3 433.7+45.0x$ 的相关系数 $R=0.996^{**}$,亦达到极显著水平。由此可见,在陇东旱塬地区的覆盖黑垆土上,有机肥用量与冬小麦产量呈极显著的正相关,即施肥量每 1 hm² 在 0~180 000 kg 时,施肥量每增加 10 000 kg,则冬小麦产量增加 45 kg。

表 6 有机肥对冬小麦产量的影响

施肥/ (kg·hm ⁻²)	丰水年产量/ (kg·hm ⁻²) %		欠水年产量/ (kg·hm ⁻²) %		干旱年产量/ (kg·hm ⁻²) %		总产/ (kg·hm ⁻²)	增产/ (kg·hm ⁻²) %	
0	5310	—	3345.0	—	1570.5	—	10225.5	—	—
45000	5449	2.6	3520.5	5.3	20010	27.4	10971.0	745.5	7.3
90000	5715	7.6	3651.0	9.2	2155.5	37.3	11521.5	1296.0	12.7
135000	5749	8.3	4236.0	26.6	2245.5	43.0	12231.0	2005.5	19.6
180000	5826	9.7	4483.5	34.0	2325.0	48.0	12634.5	2409.0	23.6

3 小 结

(1)在一定氮磷肥基础上,增施有机肥具有明显的培肥土壤的作用,用量越高,效果越好,特别对提高土壤有机质及氮含量方面有显著作用,平均施肥量为 112500 kg/hm² 时,可使土壤有机质含量提高 36.4%,全氮含量提高 21.7%,速效氮含量提高 49.7%。因此,若长期合理施用有机肥,对于旱地土壤肥力的稳定与提高定会有利。

(2)旱地施用有机肥可提高土壤储水量,施肥量与土壤

储水量之间的回归方程为 $y=72.76+0.42x$,相关系数 $R=0.98^{**}$,即每 1 hm² 增施 10 000 kg 有机肥,0~60 cm 土层储水量增加 0.42 mm。

(3)不施有机肥,平均每公顷 1 mm 降水生产小麦 8.4 kg,施有机肥时 1 mm 降水生产小麦 10.2 kg,耗水系数降低 12.4%,水分效率提高 22.0%。

(4)有机肥对旱地小麦的增产作用是显著的,无论是丰雨年、欠雨年还是干旱年其增产趋势一致,施肥量与产量之间有明显的正相关。

参考文献:
[1] 张保烈,汪仁,张士义,等. 辽西北干旱地区有机肥对玉米增产效果的研究[J]. 土壤肥料, 1992, (4): 19- 21.
[2] 李雪屏,陈垣,晋小军,等. 有机肥对提高旱作土壤水分利用率的效应[J]. 干旱地区农业研究, 1994, 12(2): 12- 15.