

连续施用有机肥与化肥对 黄绵土的培肥效应

郑剑英 赵更生 吴瑞俊

(中国科学院水土保持研究所·陕西杨陵·712100)
水利部

摘要 连续8年的田间试验及室内分析结果表明:有机无机肥配施增产效应大于两者分别单施效应,有机肥与氮肥配施效果较好,联应值为正值,与磷肥配施效果较差,多数是负联应,与氮磷肥配施显示一定的增产优势。有机无机配施有明显的增肥效应,其中有机肥与氮磷配施效果最佳,施磷土壤有效磷增加,不施肥及单施氮肥土壤养分变化甚微或呈下降趋势。

关键词 培肥效应 黄绵土 轮作周期

Effect of Sustained Applying Organic Matter and Chemical Fertilizer on Improving Fertility of Loessal Soil

Zheng Jianying Zhao Gengsheng Wu Ruijun

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract The sustained 8 years field experiments and laboratory analysis shows the increasing-yield effect of organic matter mixed with chemical fertilizer is higher than that of organic matter or chemical fertilizer, and organic matter effect mixed with N is high, its mixed with P is low, its mixed with N and P is very high. Organic matter mixed with chemical fertilizer may improve soil fertility with best effect as it mixed with N and P. Soil available P is increased as applying P and soil nutrient change is not obvious or its content is decreased gradually as only applying nitrogen.

Key words effect of improving soil fertility loessal soil rotation period of crops

黄绵土是陕北黄土丘陵沟壑区的主要耕种土壤。其特征为土层深厚,土质轻松,且层次发育不明显。土壤养分贫乏,有机质含量在0.3%~0.7%之间,全氮0.05%~0.10%;有效态氮、磷及微量养分含量不足,生产力低下。因此,改土培肥就成为提高黄绵土生产力的重要措施。1983~1990年我们在安塞县茶坊试区,布设了不同肥料的长期定位试验,研究了有机肥与化肥对黄绵土的培肥效应,其目的寻求适合该区特点的合理培肥途径,现对8年的试验结果进行分析。

1 材料与方方法

试验布设在安塞县沿河湾镇茶坊村拉平川连续8年施用不同肥料的黄绵土上。耕层土壤的农化性状:有机质含量0.76%,全氮0.052%,碱解氮38.5mg/kg,速效磷2.5mg/kg。

试验设8个处理:对照、氮肥、磷肥、氮肥+磷肥、机肥、有机肥+氮肥、有机肥+磷肥、有机肥+氮+磷肥。三次重复。施有机肥15 000kg/hm²,尿素195kg/hm²,三料磷肥(P₂O₅含量46%)97.5kg/hm²。种植作物为谷子—玉米轮作。

试验前采表土(0~20cm)进行土壤全氮(半微量凯氏法),速效磷(Olsen法)、有机质(丘林法)的常规分析。以后每年作物收获后采表土进行同样项目的测定。

2 结果与讨论

2.1 有机肥与氮素化肥配施效应

陕北地区施用有机肥有着悠久的历史。有机肥在土壤培肥和农业增产中起着重要的作用。据分析测定,有机肥供应养分完全,但不协调,磷多氮少,比例不适。在有机肥养分不协调的情况下,如果与氮素化肥配合施用,效果如何?我们进行了8年的试验,其结果如下:

表1表明,有机肥与氮肥配合施用对作物的增产较二者分别施用增产之和还高。8年的连续施肥中,谷子单施氮肥比对照仅增产14.1%,单施有机肥较对照增产24.6%,而有机肥与氮肥配施比对照增产53.8%,是二者单施的1.39倍。四料谷子的联应值为1.13~1.99,均为正联应。

表1 有机肥与氮肥配施的联应

年份	作物	联应值	较 对 照 增 产 (%)			较 对 照 增 产 量 (kg/hm ²)		
			N	M	MN	N—CK	M—CK	MN—CK
1983年	谷子	1.13	23.7	9.2	37.3	742.5	288	1170
1984年	玉米	1.31	45.2	45.2	118.2	1218	1219.5	3189
1985年	谷子	1.99	14.2	14.3	56.9	277.5	279	1095
1986年	玉米	2.26	15.3	63.8	179.3	273	1137	3192
1987年	谷子	1.38	4.8	30.5	48.9	61.5	391.5	627
1988年	玉米	0.93	11.8	124.3	126.1	291	3057	3103.5
1989年	谷子	1.23	13.9	44.6	72.0	286.5	916.5	1479
1990年	玉米	1.28	20.9	254.1	353.1	354	4306.5	5985

单施氮肥比有机肥与氮肥配施减产25.03%,单施有机肥减产13.89%。玉米单施氮较对照增产23.3%,单施有机肥较对照增产121.85%,配合施用较对照增产194.20%,比二者单施之和高达33.8%,四料玉米的联应值为0.93~2.26。单施氮肥与配施相比则减产54%,单施有机肥减产24.3%。由此可见,有机肥与氮素化肥配合施用可以有效的培肥土壤,平衡氮磷养分,充分发挥两种肥料的作用,既提高了氮肥肥效,也提高了有机肥的效果,同时从不同作物谷子和玉米对肥料的反映看出,相同的肥料投入,所得产量报酬不同,即玉米产量高于谷子。

2.2 有机肥与磷素化肥配施效应

有机肥含有较高的有效磷,如能大量的施用,一般土壤中不应感到磷素的缺乏。但在陕北黄土丘陵区,由于耕地面积大,有机肥源甚感不足,加之黄绵土本身速效P含量仅在2.5~4.0mg/kg之间。处于此种情况下,有机肥与磷肥配合施用后,会不会降低磷肥效果,我们也进行了8年的试验,其结果如下。

表2表明,有机肥与磷肥配合施用较二者单施效果明显,表现在磷肥单施谷子较对照增产20.55%,玉米增产80.02%;有机肥单施谷子比对照增产24.6%,玉米增产121.8%;有机肥与磷肥配施、谷子比对照增产40.8%,玉米增产138.7%。配施的增产率大于单施,但低于二者增产之和,谷子低10.7%,玉米低45.6%。谷子的联应值为1.40~0.75,玉米的联应值为0.43~0.92,多数表现为负联应。表明,有机肥与磷肥配施效果不如有机肥与氮肥配施效果。同时更进一步证明,有机肥供给作物主要是磷素,磷肥与有机肥长期配合施用,使土壤中的氮、磷比例失调,N素的供应不足,限制了作物对磷素的吸收,进而限制了作物的生长发育,致使随着轮作周期的延长,产量呈下降趋势。

表2 有机肥与磷肥配施的联应

年份	作物	联应值	较对照增产(%)			较对照增产量(kg/hm ²)		
			P	M	MP	P-CK	M-CK	MP-CK
1983年	谷子	1.09	17.6	9.2	29.1	552	288	913.5
1984年	玉米	0.92	29.0	45.2	68.6	783	1219.5	1852.5
1985年	谷子	1.40	3.0	14.3	24.3	58.5	279	472.5
1986年	玉米	0.77	49.9	63.8	87.3	888	1137	1554
1987年	谷子	0.89	19.6	30.5	44.6	252	391.5	571.5
1988年	玉米	0.43	85.4	124.3	90.7	2100	3057	2232
1989年	谷子	0.75	42.0	44.6	65.2	862.5	916.5	1336.5
1990年	玉米	0.77	187.8	254.1	308.1	3183	4306.5	5223

表3 有机肥与氮磷化肥配施的联应

年份	作物	联应值	较对照增产(%)				较对照增产量(kg/hm ²)			
			N	P	M	MNP	N-CK	P-CK	M-CK	MNP-CK
1983年	谷子	0.92	23.7	17.6	9.2	46.4	49.5	552	288	745.5
1984年	玉米	1.55	45.2	29.0	45.2	184.6	81.2	783	1219.5	4981.5
1985年	谷子	2.22	14.2	3.0	14.3	70.2	18.5	58.5	279	1366.5
1986年	玉米	2.00	15.3	49.9	63.8	258.5	18.2	888	1137	441
1987年	谷子	0.98	4.8	19.6	30.5	53.8	4.1	252	391.5	690
1988年	玉米	0.97	11.8	85.4	124.3	213.7	19.4	2100	3057	5257.5
1989年	谷子	1.03	13.9	42.0	44.6	104.0	19.1	862.1	916.5	2137
1990年	玉米	0.88	20.9	187.8	254.1	405.0	23.6	3183	4306.5	6865.5

3 有机肥与氮、磷化肥配施的联应

结果表明,有机肥与氮磷化肥配合施用较三者单施均增产,玉米配施较单施氮增产181.7%,比单施磷增产94.6%,比单施有机肥增产65.3%。从不同作物反映的联应值来看,玉米前两年联应值1.55~2.00,为正联应,即配施较三者分别施用增产之和54.7%~100.3%,后两年为负联应,配施产量比三者分施产量之和低12.7~65.2kg,联应值为0.97~0.88。谷子施配较单施增产,与玉米相似,而谷子的联应值年季间变化无规律。有机肥与氮肥配施较对照增产124%(谷子与玉米平均值),与磷肥配施增产89.7%,与氮磷肥配施增产163.3%。由此可见,有机肥与氮肥配合施用效果较好,与磷肥配施效果较差,在有机肥与氮肥配施基础上再加适当磷肥,可进一步提高肥效。

4 培肥效应

土壤有机质是评价土壤肥力的重要指标。有机质不但可以改良土壤的物理状性、改善土壤的

保水保肥能力,而且含有多种营养元素,可以不断的矿化,提供作物所需要的养分。因此,研究有机质在土壤中的动态变化,对于培肥土壤是十分重要的。试验初及8年中作物四个轮作周期我们

表4 土壤养分在四个轮作周期中的动态变化

农化性状	处理	CK	N	P	NP	M	MN	MP	MNP
有机质 g/kg	播种前	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
	第1轮作周期	8.5	8.4	8.5	8.3	9.5	10.0	10.0	10.2
	第2轮作周期	7.7	8.2	8.3	7.9	8.9	9.7	9.4	10.1
	第3轮作周期	7.9	8.2	8.0	8.0	9.9	10.3	9.4	9.8
	第4轮作周期	7.3	6.9	7.7	7.4	9.5	10.0	9.4	10.4
全氮 g/kg	播种前	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
	第1轮作周期	0.64	0.59	0.63	0.65	0.65	0.67	0.69	0.67
	第2轮作周期	0.64	0.66	0.63	0.63	0.65	0.69	0.72	0.73
	第3轮作周期	0.64	0.65	0.66	0.63	0.77	0.70	0.74	0.75
	第4轮作周期	0.64	0.64	0.67	0.67	0.72	0.72	0.75	0.77
速效磷 mg/kg	播种前	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	第1轮作周期	4.3	2.3	5.3	6.2	3.5	17.7	3.9	9.3
	第2轮作周期	1.9	1.9	5.1	4.3	3.2	23.0	3.3	13.5
	第3轮作周期	2.0	1.9	9.2	4.8	4.3	18.5	3.9	10.9
	第4轮作周期	2.4	2.5	9.9	7.4	3.0	2.9	17.7	12.1

每年分别采土测定了土壤的主要农化性状(表4),从测定结果看出,经8年连续施用不同肥料处理后,表土农化性状已发生了变化。其中有机质的变化,不施肥及施化肥处理均较播前土降低。同一处理中,土壤经过四个轮作周期作物的吸收利用,有机质含量逐年有所下降,对照、氮、磷、氮磷处理第四轮作周期较第一轮作周期依次下降了16.4%,21.9%,10.4%,12.2%。施加有机肥后,土壤中有机质含量均高于不施肥及施化肥处理。而在同一处理间,也较播前土壤有所提高;单施有机肥增加了5.5%,有机肥与磷肥配施增加了4.4%,有机肥与氮肥配施增加了11.1%,有机肥与氮磷肥配合增加了15.5%,其增长率顺序为MP<M<MN<MNP。可以看到,对于增加土壤有机质的效应,施有机肥明显优于不施肥及施化肥处理。同时表明土壤有机质的增加一方面来自施入的有机肥,另一方面来自作物根茬残留物。

全氮是土壤的氮库,是植物需要氮素的直接来源,土壤中全氮含量的多少,标志着土壤供氮潜力的大小,作物吸收的氮素也主要来自土壤氮库。因此,研究土壤中全氮含量的动态变化,对于评价土壤肥力是十分重要的。四个轮作周期土壤全氮变化,不施肥、施化肥或施加有机肥土壤全氮均较播前有所提高。各处理间相比,施加有机肥全氮增加的程度高于不施有机肥,其中MNP处理较播前增加30.5%,也比NP处理增加14.9%,NP处理较播前增加13.5%,前者为后者的2.3倍。同一处理不同轮作周期土壤全氮变化:不施肥对照四个轮作周期全氮无明显变化,含量均处于同一水平;氮处理第二、三轮作周期比第一轮作周期增加,后略有下降,总趋势是增加。氮磷、磷、有机肥,有机肥+氮;有机肥+磷,有机肥+氮磷肥处理,均为逐年增加,依次为6.34%;3.08%,10.77%,7.46%,8.69%,14.92%。表明只有大量施入有机肥并配以氮、磷肥才能持续或提高土壤全氮水平。

土壤速效磷的含量与磷肥的施用密切相关。凡施磷肥的土壤速效磷明显增加,施加有机肥速效磷亦有增加,但不如施磷土壤明显。四个轮作周期表明,对照和施氮处理,速效磷含量呈下降趋势。单施磷比播前土增加296.0%,氮磷处理增加196%,前者是后的1.5倍,说明连续施用磷肥,土壤中残留的磷素较高,其磷肥的后效也较明显。单施有机肥较播前土增加20%,有机肥与磷处理

增加608%，有机肥与氮磷处理增加384%。由此可见，施磷或与有机肥配施土壤中速效磷明显提高，其中有机肥与磷或氮磷配施最为明显，只有不施肥和单施氮肥才造成磷的少量亏缺。单施有机肥速效磷的增加量有限。

5 结 语

1. 从有机肥与不同化肥配施的联应得出，连续施肥都有明显的增产效应，有机肥与无机肥配施的增产效应大于两者分别单施的效应，有机肥与氮肥配施其联应值均为正值，与磷肥配施多为负联应，有机肥与氮、磷配施，玉米前两年显示一定的增加优势，后随施肥时间的延长，而呈负联应。

2. 有机肥与无机肥连续配施有明显的培肥效应，尤其是有机肥与氮、磷肥配施效果更佳，表现在土壤有机质、全氮、速效磷含量明显增加，不施肥和单施氮肥，土壤养分变化甚微或有所下降。施磷土壤磷素增加，有机肥与磷或氮配施土壤速效磷大幅度增加。

3. 综合连续施用不同肥料的增产和培肥效应，在陕北黄绵土上，为达到培肥和增产同步之目的，应采取有机无机相结合的施肥方案。在有机肥源不足的情况下，注意磷肥的投入，有机肥与氮肥或氮磷化肥配合施用，切记单施氮肥。

参考文献

- 1 郑剑英等. 黄绵土在连续施肥下的肥料效应. 水土保持通报, 1990, (4)
- 2 李生秀等. 有机肥料与化肥的合理配施. 干旱地区农业研究, 1993, (11)增刊
- 3 彭琳等. 黄土区有机肥与化肥配施效果. 土壤肥料, 1983, (5)
- 4 张洪源. 有机肥与氮肥配合施用对土壤培肥增产的效果. 江苏农业科学, 1982, (1)
- 5 陈礼智等. 中国有机无机肥料配合施用. 国际平衡施肥学术讨论会论文集, 1989, 380~386