

旱地长期施肥对土壤水分的影响

魏孝荣¹, 郝明德², 张春霞²

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 中国科学院 水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100) 水利部

摘 要: 针对黄土高原旱地长期施肥对土壤水分状况的影响进行研究。结果表明: 旱地长期施肥对土壤水分状况有显著影响, N、P、M 单施或配施, 土壤剖面含水量比对照均有所下降, 以 NP、NM、PM、M、NPM 处理下降最多。不同氮磷肥配施对土壤水分含量也有较大影响, 在一定氮、磷水平下, 土壤剖面储水量随磷或氮肥用量的增加而减少。
关键词: 定位施肥; 土壤水分; 旱地

中图分类号: S 152. 7 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2003) 01-0095-03

Effects of Long-term Fixed Fertilization on Soil Water

WEI Xiao-rong¹, HAO Ming-de², ZHANG Chun-xia²

(1. College of Natural Resource and Environment, Northwestern Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, 712100, Shaanxi, China)

Abstract: A research about effects of long-term fixed fertilization on dry land soil water in Loess Plateau showed that long-term fertilization has significant influence on soil water. No matter which fertilization forms, N, P, M applied as a simple fertilizer or as a mixed fertilizer, are used, all the treatments' soil water content in profile (0 ~ 200 cm) are lower than controlled treatment, esp. in NP, NM, PM, M and NPM. Different ratios of N and P also affect soil water. At certain N or P levels, soil profile water content decreased with the increase of amount of P or N. Although crop yield was increased, the soil water pool was destroyed with the application of fertilizer, producing negative effect on the sustainable development of dry land agriculture.

Key words: fixed fertilization; soil water; dry land

我国北方旱农耕地占全国耕地面积的 51.7%, 其中可灌溉面积为 1 781. 69 hm², 仅占北方旱区耕地面积的 2. 3%。北方旱农区具有优越的光热资源, 作物生产潜力巨大。日照时数多在 2 800 ~ 3 000 h 之间, 日照百分率多在 60% ~ 70%, 年总辐射约在 586 × 10³ ~ 628 × 10³ J/cm² 之间, 全年光合有效辐射约在 230 × 10³ ~ 293 × 10³ J/cm² [1]。水资源随年季变化较大, 降水主要集中在 7、8、9 三月, 水资源不足是该区生产力水平提高的限制因子。因此该区农作物产量的 高低在很大程度上取决于农田的供水状况。生产实践证明, 旱农在限制作物产量的主要因素是肥 [2~5] 施肥是提高旱区作物水分利用率, 实现增产的主要措施 [6, 7]。但由于肥料的长期施用, 加大了作物对土壤水库的耗竭, 土壤水库的库容不能在作物收获后得到很好的恢复。长此以往, 必将影响到作

物的生长。因此, 长期施肥对土壤水分状况的影响应得到充分的重视。本文通过分析定位施肥 18 年后的土壤水分状况, 探索施肥对土壤水分的影响。

1 试验处理设计

1. 1 试验区概况及试验设计
(见本期樊军“旱地长期轮作施肥对肥力影响的定位研究”)
1. 2 试验作物与管理措施
试验有机肥用牛粪, 氮素化肥为尿素, 磷肥为三料磷肥或过磷酸钙, 于作物播种前撒施地表, 翻入土中。试验作物为冬小麦, 小麦品种 1984 年、1985 年用秦麦 4 号, 1986 ~ 1995 年用长武 131, 1996 年以后用长武 134, 试验期内播种期 9 月

* 收稿日期: 2002-11-25
基金项目: 国家自然科学基金重大项目 (49890330); 中国科学院知识创新工程方向性项目 (KZCX2- 413); 国家科技攻关项目 (2001BA 508B18)。
作者简介: 魏孝荣 (1978-), 男, 陕西武功人, 硕士研究生, 主要从事土壤环境研究。

12 日至 9 月 29 日,小麦收获期为 6 月下旬,试验管理同大田管理。于 2001 年小麦播种前测定土壤含水量,土壤含水量用烘干法测定,观测深度 200 cm,储水量按公式 $W = h \times a \times \theta \times 10 / 100$ 计算,式中: w —— 土壤储水量(mm); h —— 土层深度(cm); a —— 土壤容重(g/cm^3); θ —— 土壤含水量(重量%)。

2 试验结果分析

2.1 不同施肥种类对土壤水分的影响

作物播前土壤剩余含水量对作物的生长发育有重要作用。通过对 0~200 cm 土壤水分测定,种植作物的处理含水量远小于裸地含水量(图 1),贮水量

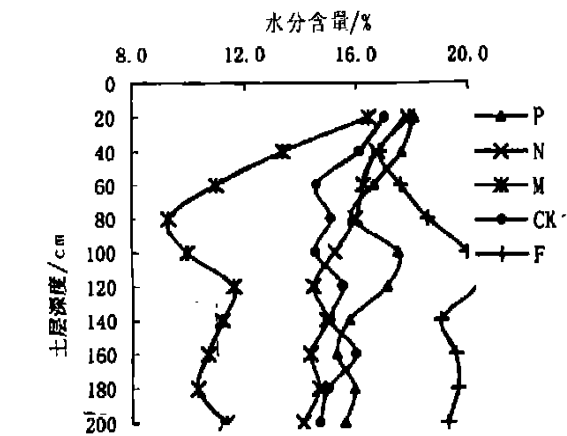


图 1 不同施肥处理土壤含水量分布

比裸地少 91.52 mm。这主要是长期种植作物对土壤水分的消耗。比较 0~200 cm 土层贮水量变化,发现其 0~60 cm 土层由于受降雨以及大气因素影响较大,处理间差异不明显。而在 60~200 cm 差异显著,表现出了种植作物对土壤水分利用差异。由不同肥料处理剖面土壤水分分布可看出,单施氮肥或者单施磷肥,其剖面含水量分布和对照处理差异不明显,并且其剖面贮水量都比对照有所增加,单施磷增加最多

为 30.94 mm。剖面贮水量以单施有机肥处理最低,低于对照处理 99.66 mm,0~60 cm 土层降低也较为明显,为 17.94 mm,占整个剖面的 18.0%。施用有机肥不但向作物提供了氮、磷营养和微量元素,而且向土壤增加了大量的生物活性物质,为作物提供了一个丰富的、长效的营养环境,使作物地上、地下部分协调生长,提高了作物的蒸腾量,因此对土壤水分的利用也较多。同时由于有机肥很好的改善了耕层养分,作物对此层水分利用也较多,从而使得该处理剖面含水量远低于对照,对下季作物生长发育造成影响。

2.2 不同肥料配施对土壤水分的影响

不同肥料配施能向作物提供更多的营养物质,但对土壤水分的影响也很显著。由表 1 可以看出,N、P 肥配施处理土壤贮水量低于 N、P 肥单施,比对照降低 33.7 mm,0~60 cm 降低不明显,仅占整个剖面的 1.0%。在整个剖面上,N、P 肥配施处理土壤播前剩余贮水量为 365.0 mm,N、P 肥单施及对照处理分别为 401.2,429.7,398.7 mm。单施氮肥或单施磷肥,使作物对土壤水分的利用有所降低。氮磷肥配施使作物生长状况得到改善,促进作物根系生长发育,扩大了作物的吸水空间,加强了对土壤深层水的利用。比较氮肥与有机肥配施处理的剖面水分状况可发现剖面储水量变化为 $N > CK > M > NM$,施氮和对照处理几乎没有差异,M 和 NM 远小于对照,分别比对照降低 99.6 mm 和 117.1 mm。在 0~60 cm 土层,M 和 NM 差异不明显,在 60~200 cm 土层则 NM 比 M 有较大程度降低。在磷肥和有机肥配施处理的剖面水分分布中,剖面储水量为 $P > CK > M > PM$,P 比 CK 有较大的增加,M 和 PM 有较大幅度的降低。M 和 PM 在 0~80 cm 差异不明显,在 80~200 cm 土层中,PM 比 M 也有较大幅度的降低,这与氮肥和有机肥配施的分布情况相似。在氮、磷、有机肥三者配施中,各处理水分状况为 $CK > NP > M > NPM$,其趋势也与前面一致,这是因为有机肥与氮、磷肥配施能显著增加土壤生物量碳、氮、磷和速效氮、磷等养分含量和有效性,有利于作物的生长^[10~13],从而加速了作物对土壤水分的消耗,对土壤水库造成较大的影响

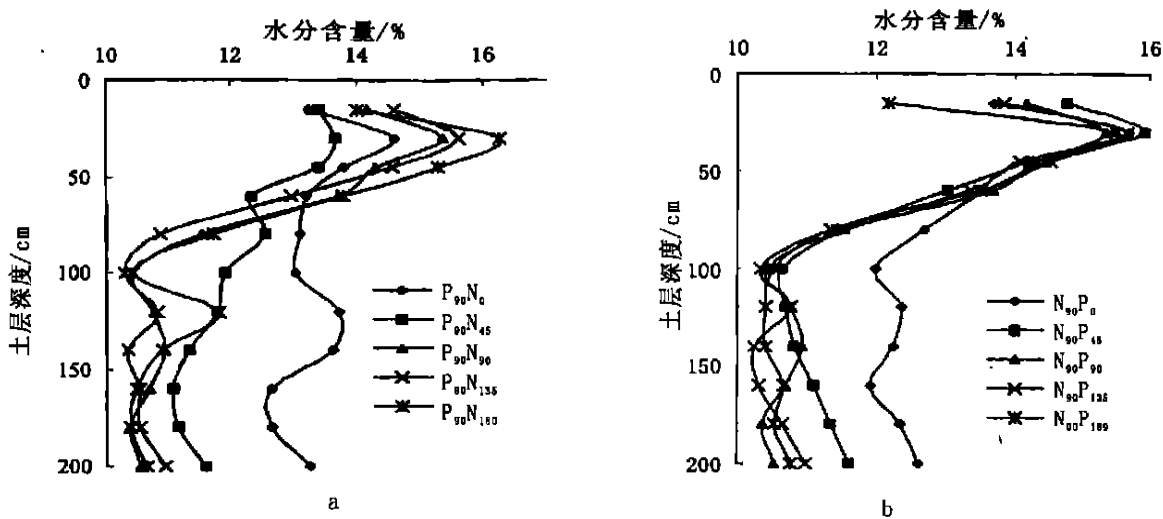
表 1 不同肥料处理土壤剩余储水量的变化

土层/cm	CK	N	P	NP	M	PM	NM	NPM
0~60	123.8	132.1	135.9	123.5	105.9	105.0	107.6	102.3
60~200	274.9	269.1	293.8	241.5	193.2	168.7	174.0	173.9
0~200	398.7	401.2	429.7	365.0	299.1	273.7	281.6	276.2
0~60/0~200	31.1%	32.9%	31.6%	33.8%	35.4%	38.4%	38.2%	37.0%

2.3 不同氮、磷水平对土壤水分状况的影响

从上面分析可以看出,氮、磷肥单施都不能提高土壤水分的利用,而氮磷肥配施能较大幅度地提高作物对土壤水分的利用,使土壤剖面水分含量有所下降,因此,有必要分析不同氮、磷肥配比的处理对土壤水分含量的影响。由图 2 可看出,在施磷量为 90 kg/hm² 时,随着 N/P 比值的增加,土壤含水量呈逐渐降低的趋势,在施氮量为 90 kg/hm² 时,随着 P/N 比值的增加,土壤含水量也呈逐渐降低的趋势,也就是

说,在此磷或氮水平下,水分利用程度随氮肥或磷肥用量的增加而增加,其剖面储水量及 60~200 cm 储水量也均随氮肥或磷肥用量的增加而减少。可见氮磷比例对土壤水分状况的影响为:在同一氮、磷水平下,肥料用量越大,土壤水分利用率越高,土壤含水量越低,储水量越少,对于恢复到正常水平就越难。



a. 不同 N 水平下土壤水分分布; b. 不同 P 水平下土壤水分分布
图 2 不同氮、磷水平下土壤水分分布

3 讨 论

(1) 渭北旱塬地区主要为雨养农业, 作物产量因年降水量不同而有很大的波动。由于该区土壤主要是在黄土上发育的干旱和半干旱土壤, 可接纳、存储大量降雨, 形成大的土壤水库, 对作物生长有一定的调节作用。若以土层实际储水量与田间持水量之差评价土壤水分的亏缺和盈余, 则该地区大多数年份雨季后土壤水分仍不能恢复到田间持水量水平而处于亏缺状态^[14]。因此, 在该区发展农业, 提高水分利用率, 应保持相对稳定的土壤水库容量, 提高降雨的利用率, 以实现该区农业的持续发展。

(2) 由长期定位试验结果发现, 旱地长期施肥对土壤水库有较大的影响, 即使在播种下季作物时, 经过一个相当长的雨季对土壤水分的补充, 施肥处理的土壤水分仍处于一个较低的水平, 而不能恢复到对照或裸地的土壤水分水平。可见, 长期施肥对土壤水库容量有较大的影响。

(3) 长期单施氮肥或磷肥, 土壤水分变化不大, 氮磷肥配施或与有机肥配施, 提高了对深层土壤水分的吸收, 土壤剖面水分含量大幅度下降。在同一氮肥或磷肥水平下, 磷肥或氮肥用量越大, 作物对土壤水分的吸收利用就越多, 剖面土壤含水量就越低, 越难以恢复到原来水平。

参考文献:

[1] 杨改河, 等. 旱地农业理论与实践[M]. 西安: 世界图书出版公司, 1993. 3.
[2] 陕西省土壤学会. 渭北旱塬土壤培肥的途径和措施[J]. 陕西农业科学, 1983, (3): 1- 4.
[3] 孙志强. 陇东旱地水肥产量效应研究[J]. 干旱地区农业研究, 1992, 10(4): 57- 61.
[4] 陈万金, 信乃途. 中国北方旱地农业综合发展与对策[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 1994. 161- 168.
[5] 李玉山, 张孝中, 郭民航. 黄土高原南部作物水肥产量效应的田间研究[J]. 土壤学报, 1990, 27(1): 1- 7.
[6] 党廷辉. 施肥对旱地冬小麦水分利用效率的影响[J]. 生态农业研究, 1999, 7(2): 28- 31.
[7] 张仁陟, 李小刚, 胡恒觉. 施肥对提高旱地农田水分利用效率的机理[J]. 植物营养与肥料学报, 1999, 5(3): 221- 226.
[8] 党廷辉. 不同降水年型旱塬冬小麦优化施肥模式研究[A]. 见: 郝明德, 梁银丽. 长武农业生态系统结构、功能及调控原理与技术[M]. 北京: 气象出版社, 1998: 76- 81.
[9] 张立新, 吕殿青, 王九军, 等. 渭北旱塬不同水肥配比冬小麦根系效应的研究[J]. 干旱地区农业研究, 1996, 14(4): 23- 30.
[10] 党廷辉. 黄土旱塬区轮作培肥试验研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4(3): 44- 48.
[11] 杨平, 彭琳, 戴鸣钧. 渭北旱塬轮作施肥与土壤培肥试验[J]. 干旱地区农业研究, 1998, 16(1): 72- 77.
[12] 傅积平, 王遵亲. 土壤培肥与农业环境生态研究[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
[13] Shen Qirong, Xu Shouming, Shi Rihe. Effect of incorporation of wheat straw and urea into soil on biomass nitrogen and nitrogen-supplying characteristics of paddy soil[J]. Pedosphere, 1993, 3(3): 201- 205.
[14] 卢宗凡. 中国黄土高原生态农业[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1997.