

长期施用化肥与有机肥对潮土土壤物理性质的影响*

王慎强 李欣 徐富安 钦绳武

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘要 通过长期定位试验研究了不同施肥处理对土壤物理性质的影响。结果表明,与单施化肥相比,施有机肥的土壤总孔隙度、土壤有效水含量、透水性、饱和导水率均较高,土壤持水性较好,表土硬度较低,改善了土壤物理性状,为提高作物水分利用效率和实施节水农业奠定较好的土壤条件。

关键词 潮土 肥料 长期定位试验 土壤物理性质

Effect of long-term use of organic manure and chemical fertilizers on fluvo-aquic soils physical quality. WANG Shen-Qiang, LI Xin, XU Fu-An, QIN Sheng-Wu(Institute of Soil Sciences, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008), *CJEA*, 2001, 9(2): 77~78

Abstract The influence of organic manure and chemical fertilizers on soil physical properties was studied. Results showed that organic manure not only increased the total soil porosity, soil water retention porosity, moisture retention capacity, effective water capacity, water permeability and saturated transmitting rate, but also decreased the hardness of surface soil. Organic manure can improve soil physical characters and bring about good soil condition for the practice of water-saving agriculture.

Key words Fluvo-aquic soil, Fertilizer, Long-term field experiment, Soil physical quality

土壤质量是土壤物理、化学和生物学特征的综合表现。为此,进行了不同施肥条件下肥料效益及其对土壤养分供应能力影响的长期定位试验,研究了黄潮土的养分供应能力及在不同施肥条件下的发展趋势;肥料效益和主要养分元素的形态、含量及消长规律;长期施用有机肥和化肥对土壤质量的影响,为农业可持续发展提供科学依据。

1 试验设计与方法

试验于1989年秋在中国科学院封丘农业生态实验站进行,供试土壤为轻壤质黄潮土,试验前连续匀地3年不施肥料,土壤有机质为5.83g/kg,全N 0.445g/kg,全P 0.50g/kg,全K 18.6g/kg,速效氮 9.51mg/kg,速效磷 1.93mg/kg,速效钾 78.8mg/kg, pH 8.65,阳离子交换量为8.27cmol/kg,土壤容重 1.62mg/m³。试验设施N、P、K肥(I)、施有机肥(II)和不施肥(对照,CK)3个处理。N肥为尿素,P肥为过磷酸钙,K肥为硫酸钾。处理I小麦基施N肥90kg/hm²、P肥75kg/hm²和K肥150kg/hm²,追肥施N肥60kg/hm²;玉米基施N肥60kg/hm²、P肥60kg/hm²和K肥150kg/hm²,追肥施N肥90kg/hm²。处理II全季肥料均作基肥1次施入,不施追肥,有机肥以粉碎麦秆为主,每季约施4500kg/hm²,加上适量粉碎的大豆饼和棉籽饼,以提高有机肥含N量;有机肥经堆制发酵后施用,施前分析其N、P、K养分含量,以等N量为标准,P、K不足部分以P、K化肥补足至等量。试验采用小麦-玉米1年两熟轮作,品种系当地大面积推广品种。试验设4个重复,小区面积为47.5m²。小区四周埋设水泥预制板隔层,并留有1.5m以上的保护行。1998年秋玉米收获后进行分析测试,试验直接测定田间耕层土壤坚实度、透水性、田间团块分布和土表硬度,其他项目在室内进行。除透水性测定采用管子法^[2]外,其他项目按土壤物理性质测定法^[3]测定。

2 结果与讨论

土壤容重与孔隙度。土壤孔隙特征是土壤结构的重要指标,其大小、数量、连续性及其不同分配显著影响土壤中水、热、气运动和植物根系的生长,土壤容重大小则影响种子出苗、耕作耗能和水气的通透。原始土壤、处理I、II和III土壤容重分别为1.62g/cm³、1.36g/cm³、1.39g/cm³和1.28g/cm³,其孔隙度分别为39%、

* 国家自然科学基金项目、农业部黄淮海农业科技攻关项目、“九五”中国科学院重大项目和中国科学院封丘开放试验站基金项目资助
收稿日期:1999-12-31 改回日期:2000-03-06

48.7%、47.5%和 51.7%。试验前田块已抛荒 3 年,耕层土壤紧实,土壤容重较高,总孔隙度较低。随着连年耕作种植,各处理土壤均变松,孔隙度增加,土壤容重降低。施有机肥处理的土壤总孔隙度超过化肥区 4.2%,而土壤容重则低于化肥区 6.25%;化肥处理与对照的孔隙度和土壤容重相当,由此可知,在其他农艺措施相同情况下潮土质地较轻的土壤施有机肥有利于提高土壤孔隙度,降低土壤容重;旱地 1 年两熟精耕细作条件下土壤由紧变松,长期单施化肥使土体变紧实,物理性质趋劣。

田间团块分布与机械强度。田间团块大小及分布是衡量土壤结构好坏的重要指标,它影响耕作、出苗和土壤蒸发损失速率。各处理耕翻后在田间直接筛分的各级团块分布曲线见图 1,结果表明,田间 <1mm 团块直径的细粒以对照为最多(29.9%),以处理 I 为最少(16.5%);而 1~20mm 团块直径的细粒以有机肥处理为最高,其他处理较低。研究表明^[1],1~20mm 的田间团块对抑制地表

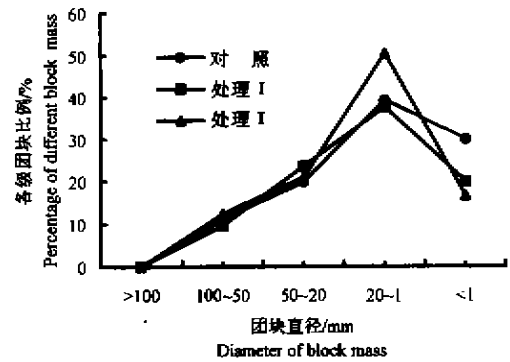


图 1 田间各级团块分布状况

Fig. 1 Distribution of different block mass in field

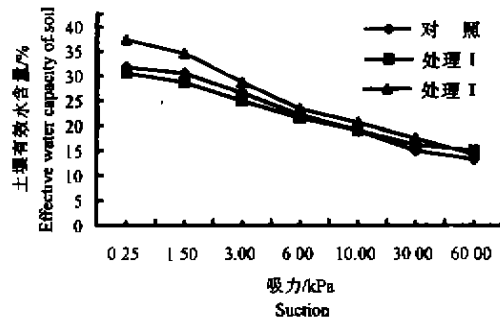


图 2 土壤水分特征曲线

Fig. 2 Characteristic curve of soil water

蒸发失水,增加土壤通透性具有显著作用,地表细粒过多,土壤松散则不利于水分保持。机械强度,黄淮海地区的潮土富含碳酸盐,若缺乏有机质,灌溉后地表易结壳,影响种子出苗,妨碍土壤气体交换。试验结果表明,处理 II 比处理 I 和对照地表硬度低,耕层紧实度呈降低趋势(见表 1)。

土壤持水能力与土壤透水性。由土壤水分特征曲线(见图 2)可知,一般丰产栽培条件下吸力 3~30kPa 施有机肥处理土壤持水能力高于对照和单施化肥处理,这表明有机物的良好亲水特性使土壤保水能力增强。有机肥处理的田间持水量比单施化肥高 1.9%,亦提高了土壤有效水含量(见表 1)。根据田间测定,玉米收获后对照与处理 I、II 耕层土壤含水量分

别为 13.0%、14.5%和 14.1%,地表裸露 20d 后各处理耕层含水量分别降至 7.7%、7.8%和 9.3%。处理 II 比处理 I 少蒸散水分 1.9%,比对照处理少蒸发损失 2%,表明施用有机肥使耕层团聚化程度提高,减少了土壤水分经毛细管散失的水量。土壤透水性,耕层透水性好的土壤吸纳雨水较多,可使雨水或灌溉水较多地渗

表 1 各处理土壤物理性状比较

Tab. 1 Physical properties of soil under different treatments

处 理 Treatments	地表硬度*/ $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ Solidity of soil surface	耕层紧实度**/ $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ Compaction of plowed layer	饱和含水量/% Saturated water content	田间持水量/% Field moisture capacity	有效水含量/% Effective water capacity	初始入渗速率/ $\text{cm}\cdot\text{min}^{-1}$ Initial infil- tration velocity	饱和入渗速率/ $\text{cm}\cdot\text{min}^{-1}$ Saturated infil- tration velocity	饱和导水速率/ $\text{cm}\cdot\text{min}^{-1}$ Saturated trans- mitting rate	>50 μm 传导孔隙度/% >50 μm transmi- ting porosity
对照 CK	10.3 $\pm$ 5.4	1.07 $\pm$ 0.13	35.9	22.1	17.1	2.23	1.37	1.46	18.7
处理 I	9.4 $\pm$ 7.7	1.01 $\pm$ 0.14	34.2	21.4	16.4	3.95	1.86	1.80	17.8
处理 II	9.4 $\pm$ 4.6	0.85 $\pm$ 0.20	40.5	23.3	18.3	6.35	2.80	4.20	22.0

* 地表硬度($N=80$); ** 为 0~20cm 耕层紧实度($N=11$)。

入底土,以减少地面蒸发耗水。该地区夏季降雨集中,时有暴雨,多数夏季农田水分尚有多余,能补充底土储水量。因此,增加地表入渗能力有利于提高降水利用率。由表 1 可知,初始入渗速度与饱和入渗速度均以处理 II 最高,对照最低,而处理 II 土壤饱和和导水率比单施化肥处理高 1.33 倍。

3 小 结

与单施化肥或不施肥相比,施用有机肥可提高土壤总孔隙度和持水孔隙度,使耕层土壤变松,表土硬度降低,土壤持水性较好,有效水利用率提高 1.99%,饱和和导水率为单施化肥的 1.33 倍,有利于吸纳雨水和提高水分利用效率;与施有机肥相比,长期单施化肥导致土壤变紧实,土壤物理性质趋劣。在轻壤质潮土上推广秸秆还田有利于改善土壤物理条件,促进作物生长,改良土壤物理性状是实施节水农业的有效途径之一。

参 考 文 献

- 姚贤良,于德芬. 额中丘陵区红壤的不同结构对某些水分物理性质的影响. 土壤学报, 1966, 14(1): 65~72
- 徐富安. 介绍一种测定土壤孔隙的新装置. 土壤通报, 1980 (5): 17~20
- 中国科学院南京土壤研究所土壤物理室编. 土壤物理性质测定法. 北京: 科学出版社, 1978