

黑土肥力和肥料效益定位监测研究

第三报 施肥及种植方式对土壤物理性状的影响*

孙宏德 李 军 安卫红 尚惠贤 朱 平 刘淑环 宋雅茹

(吉林省农科院土肥所)

摘 要

黑土开垦种植后,土壤肥力呈下降趋势。单施化肥能提高作物产量,但土壤孔隙性、结构性较差。有机肥与化肥配合施用,土壤有机质呈增加趋势,有利于土壤物理环境的改善。玉米与大豆、牧草、绿肥等轮作、间作也有利于物理性状的改善。

关键词 施肥 种植方式 土壤物理性状

黑土是我国耕地土壤之一,主要分布在松嫩平原的滨北及滨平铁路线两侧,呈漫岗波状起伏。年降雨量450~600mm,有效积温1600~3000℃,雨热同季。耕地面积700多万公顷,是我国重要的商品粮基地。

黑土自然肥力较高,但开垦后由于风蚀、水蚀较重,加之重用轻养,轻视有机物料的投入,种植方式也较单一,土壤肥力水平下降,土体变紧实,土壤物理性状趋向恶化,可耕性差,影响作物的生长发育。从1980年起,我们进行了不同施肥措施及种植方式的定位试验。现将土壤物理性状的变化及改善土壤物理环境的有效途径报告如下。

材 料 和 方 法

长期定位试验分别设在院试验地和德惠杏山基点。

院试验地供试土壤为中层黑土,理化性状见表1。小区面积100m²,从1980年开始试验,按常规进行田间管理。

表1 院试验地土壤理化性质 (1980)

采土深度 (cm)	有机质 (%)	全 N (%)	全 P ₂ O ₅ (%)	全 K ₂ O (%)
0~20	2.77	0.19	0.14	1.97
20~40	1.74	0.15	0.13	—
40~50	0.51	0.09	0.10	—
50~90	0.39	0.05	0.11	—

肥料设计:1. CK。2. NP。3. 30吨/公顷农肥(M₃₀)+NP。4. 60吨/公顷农肥(M₆₀)+NP。施肥量N为150公斤/公顷,P₂O₅75公斤/公顷,作物为玉米连作。

种植方式试验设计:1. 玉米连作。2. 二年玉米——一年大豆轮作。3. 玉米——苜蓿轮作。4. 玉米——草木犀间作(2:1)。

施肥量为每公顷N150公斤,P₂O₅75公斤,隔年施农肥60吨。

德惠杏山基点供试土壤为厚层黑土,理化性状见表2。小区面积50m²,种植玉米,从1982年开始试验。

表2 德惠杏山点土壤理化性质 (1982)

深度(cm)	有机质(%)	全 N(%)	全 P ₂ O ₅ (%)
0~20	2.996	0.160	0.086
20~50	2.897	0.136	0.081
50~119	2.823	0.138	0.088

* 参加工作的还有吴广礼、吴国俊、魏景霞、王柏涛和宋刚等同志。

试验设计:1. 马粪 7500 公斤/公顷 + NP. 2. 玉米秸秆 7500 公斤/公顷 + NP. 3. 玉米秸秆肥 7500 公斤/公顷 + NP. 4. 农肥 30 吨/公顷 + NP. 5. NP. 6. CK. NP 施量同上, 农肥及秸秆养分含量见表 3。

处 理	有机质(%)	全 N(%)	全 P ₂ O ₅ (%)	全 K ₂ O(%)
马 粪	33.69	0.90	0.60	—
玉米秸秆	57.60	0.89	0.30	—
玉米秸秆肥	36.17	1.51	0.33	—
农 肥	8.09	0.47	0.43	2.15

施肥方法:农肥作底肥,P 和三分之一 N 做口肥,三分之二 N 用于拔节前追施于表土下 10cm 处。大豆、苜蓿、草木犀不追 N 肥。

采取耕层土样进行物理分析(环刀连续测定法),并对部分样本进行电镜扫描。作物生长期间同时进行地温测定。

结果与分析

(一)不同施肥及种植方式土壤孔隙性、结构性的变化

容重是土壤孔隙性与结构性的评价标志,孔隙状况直接影响作物根系的生长与养分吸收。无机肥、有机肥及种植方式对土壤容重、孔隙状况、水分含量的影响见表 4,5,6。

表 4 无机肥、有机肥对土壤容重、孔隙状况的影响 (1980~1991)

处 理	容 重 (g/cm ³)	总孔隙占 容积(%)	通气孔隙占 容积(%)	田间持水量 (%)	有机质 (%)	产 量 (kg/ha)
CK	1.27	51.1	14.9	28.5	2.56	4350
NP	1.23	50.8	15.2	28.9	2.67	7823
M ₃₀ +NP	1.08	54.3	18.1	33.6	3.03	8550
M ₆₀ +NP	1.05	57.9	19.1	36.5	3.08	8655
试前(1980年)	1.18	53.0	15.4	31.8	2.80	5250

由表 4 可见,由于土壤培肥措施不同,土壤有机质的增减,物理性状也呈现着差异。1991 年与 1980 年相比,对照区及化肥区土壤容重依次增加 7.6%,4.2%,总孔隙依次降低 3.5%,4.2%,通气孔隙化肥区变化不大,对照区下降 3.2%,田间持水量呈下降趋势。化肥区容重,孔隙状况略好于对照区。表明连施化肥其产量比试验前及对照区提高 49%~80%,但土壤有机质比试前下降 4.6%,土体变紧实,孔隙状况较差,产量波动较大,不利于农业生产持续稳定发展。

公顷施农肥 30 吨、60 吨配施 NP 化肥区土壤有机质含量 1991 年比 1980 年增加 8.2%~10%,物理性状也因之趋向好转,土壤容重下降 8.4%~11%,总孔隙增加 2.4%~9.2%,通气孔隙增加 17.5%~24%,田间持水量增加 5.6%~14.8%。表明有机无机配合施用有利于土壤物理性状的改善,土体构造趋于好转,在单位体积内具有较多种类的孔隙与较大空间,透水通气,有利于土壤水、肥、气、热的协调和作物高产稳产。施农肥区 1991 年公顷产玉米 8550 公斤~8655 公斤,比 1980 年增加 62.8%~64.8%,比化肥区增加 9.3%~10.6%。每公顷施 30 吨与 60 吨农肥,物理性状和产量差异不明显,在目前生产状况下,公顷施 30 吨农肥比较适宜。

表5

有机肥种类对土壤容重、孔隙状况的影响

(1991)

处 理	容 重 (g/cm ³)	总孔隙占 容积(%)	通气孔隙 占容积(%)	田间持水量 (%)	有机质 (%)	产 量 (kg/ha)
马 粪	1.06	56.5	19.8	34.6	3.36	8965
秸 秆	1.05	58.0	23.3	33.0	3.35	9405
秸 秆 肥	1.06	57.7	22.0	33.7	3.24	9240
农 肥	1.07	55.2	19.2	33.6	3.32	9360
化 肥	1.13	52.4	16.6	31.7	3.04	8573
CK	1.17	50.5	15.8	29.6	2.76	5220

由表5可见,经过10年定位试验后,马粪、秸秆、秸秆肥、农肥配施化肥区比化肥区土壤有机质增加6.6%~10.5%,土壤容重降低4.4%~7.1%,总孔隙增加5.3%~10.7%,通气孔隙增加15.7%~40.4%,田间持水量呈增加趋势。玉米公顷产量由1982年5840公斤提高到1991年的8965公斤~9405公斤,增产53.5%~61.0%,比化肥区增产4.6%~9.7%,比对照区增产71.7%~80.2%。

表6

种植方式对土壤容重、孔隙状况的影响

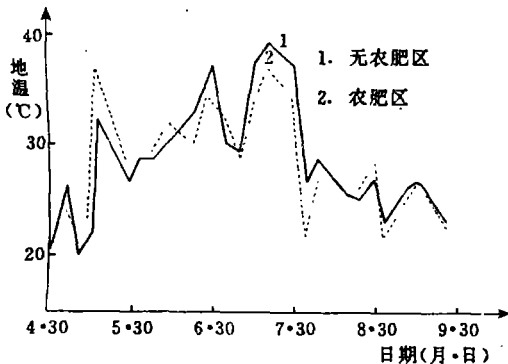
(1991)

种 植 方 式	容 重 (g/cm ³)	总孔隙占 容积(%)	通气孔隙占 容积(%)	毛管持水孔隙 占容积(%)	田间持水量 (%)
玉米连作	1.19	51.2	16.2	42.7	39.0
玉米—大豆轮作	1.09	56.1	19.3	43.7	33.7
玉米—苜蓿轮作	1.10	54.1	19.0	43.3	31.9
玉米—草木犀间作	1.09	56.6	20.1	43.2	33.4

由表6可见,经过几年定位试验后,玉米—大豆轮作;玉米—苜蓿轮作;玉米—草木犀(2:1)间作区比玉米连作区土壤容重降低7.6%~8.4%,总孔隙增加5.7%~10.5%,通气孔隙增加17.3%~24.1%,田间持水量有所增加。除玉米连作外,其余三种种植方式之间的差异不显著。表明玉米轮作、间作能使土壤保持较好的孔隙性与结构性,具有较为适宜作物生长的物理环境,并有利于农牧业的发展,提高经济效益。

(二)有机肥对土壤温度状况的影响

施入优质农肥对土壤地温的影响见下图。5月初~6月20日5cm处地温无农肥区低于农肥区3~3.8℃。表明农肥区土壤地温春季回升较快,有利于作物苗期根系和幼苗的生长发育。6月20日~7月10日,无农肥区与农肥区地温接近。7月10日~8月20日,5cm处地温无农肥区比农肥区高1.4~3℃,这可能与农肥区作物长势好,遮荫强,土壤含水量多有关。农肥区在作物生长旺季地温变化范围较小,适宜根系的生长。8月20日以后,两区地温相近,可见施农肥可改善土壤的热量状况,有利于作物生长发育和产量的提高。



温无农肥区比农肥区高1.4~3℃,这可能与农肥区作物长势好,遮荫强,土壤含水量多有关。农肥区在作物生长旺季地温变化范围较小,适宜根系的生长。8月20日以后,两区地温相近,可见施农肥可改善土壤的热量状况,有利于作物生长发育和产量的提高。

(三)有机肥对土壤微形态的影响

土壤微形态特征能直观地反映土壤垒结,即矿物颗粒、腐殖质颗粒和有机、无机团聚体间的空间形貌及孔隙状况,由扫描电镜照片可见,农肥无机肥区的土体构造明显好于化肥区与对照区。农肥区,土壤颗粒立体感较清晰,有机无机团聚体发育良好,颗粒边缘光滑,疏松多孔呈松散柔和的絮状分布,有利于养

图 不同施肥处理5cm处土壤地温变化

分、水分保蓄和作物根系生长。而化肥区与对照区,土壤矿物颗粒裸露,土壤全结较紧密,有机无机团聚体发育一般,孔隙少,保水、保肥性能差。

结 论

(一)黑土开垦利用后,土壤肥力呈下降趋势。单施化肥能提高作物产量,但土体变紧实,土壤孔隙性、结构性较差。作物生长的物理环境有恶化的趋势。

(二)有机肥无机肥配合施用,土壤有机质呈增加趋势,有利于土壤物理环境的改善,使土体疏松,孔隙分布合理,通透性好,地表地温、微形态均有改善。故此,在经济施用化肥的同时应提倡施用有机肥。尤其是秸秆还田,以保持地力和提高经济效益。

(三)玉米与大豆、牧草、绿肥等轮作、间作有利于土壤容重、孔隙状况等物理性状的改善,同时对发展畜牧业,增加经济效益也有一定的促进作用。

参 考 文 献

- [1]陈恩凤:《土壤肥力物质基础及其调控》,科学出版社,1990,第164~168页。
- [2]严昶升:《土壤空隙组成在土体构造中的地位及其调节》,中国科学院林土所集刊,科学出版社,第六集,1983,第121~130页。
- [3]孙宏德等:黑土肥力指标和有机无机肥培肥效果的研究,《农业与技术》,1992,5期,第1~8页。
- [4]孙宏德等:玉米连作黑土培肥效果的长期定位试验研究,《玉米科学》,1993,1期,第53~56页。

STUDIES ON FERTILITY OF BLACK SOIL AND APPLICATION OF FERTILIZER II. EFFECT OF APPLICATION OF FERTILIZER AND CROPPING SYSTEM ON SOIL PHYSICAL PROPERTIES

Sun Hongde et al.

(Soil and Fertilizer Institute, Jilin Academy of Agricultural Science)

Since fresh black soil was cultivated, soil fertility has showed a decreasing trend.

Application of inorganic fertilizer can increase crop yield, but cause some damage to soil porosity and soil structure. Mixing application of organic and inorganic fertilizer is favorable to increase amount of soil organic matter and to improve soil physical environment. The rotation of corn-soybean, corn-lucerne and intercrop of corn-sweet clover are also helpful to the physical environmental improvement of soil.

Key words: Application of fertilizer; Way of plant; Soil physical properties.