

# 长期施用有机肥对黑土肥力及作物产量的影响

韩晓增<sup>1</sup>, 王凤仙<sup>1,2</sup>, 王凤菊<sup>1,2</sup>, 邹文秀<sup>1</sup>

(1. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 黑龙江 哈尔滨 150081; 2. 东北农业大学资源与环境学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘 要:** 在东北黑土区中部进行长期定位试验, 研究了长期施用有机肥对黑土肥力以及作物产量的影响。结果表明: 施用有机肥能够提高土壤肥力, 与供试前土壤相比, 施用有机肥处理的土壤有机质、全氮、全磷、碱解氮、速效磷和速效钾含量都表现为增加, 长期施用氮磷钾化肥处理的有机质、全氮、碱解氮、全磷和速效磷表现为增加, 而全钾、速效钾则减少, 长期无肥处理的土壤除全氮和全磷表现为增加以外, 均呈减小的趋势; 各处理土壤 C/N 均表现为减小, 在 11.32~12.01 之间波动; 长期施用有机肥能使土壤的 pH 稳定在一个适合作物生长的范围内; 施用有机肥可以增加土壤 >0.25 mm 水稳性团聚体的数量, 不同处理 >0.25 mm 水稳性团聚体的含量表现为: 化肥 + 高量有机肥(NPKM2) > 化肥 + 低量有机肥(NPKM1) > 化肥(NPK) > 无肥(CK); 不同处理玉米和大豆产量由高到低的顺序均为: NPKM2 > NPKM1 > NPK > CK, 各处理的玉米产量年际间均表现出增加的趋势, 而大豆产量年际间变化不显著。生物耗竭试验表明, 长期施用有机肥可提高黑土的生产能力。

**关键词:** 黑土; 有机肥; 土壤肥力; 作物产量

**中图分类号:** S158.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)01-0066-06

发生分类学所指的黑土, 主要分布在我国东北平原中北部(俗称黑土带), 面积 7 万多平方公里, 是我国主要的商品粮基地。黑土有一个较厚的黑土层, 厚度一般为 20~100 cm, 其有机质含量一般为 2%~8%。但是随着黑土开垦年限的增加, 土壤有机质含量迅速降低, 黑土层厚度变薄, 甚至在少数地区出现了黄土母质裸露的现象, 黑土呈现退化趋势, 严重影响了黑土的生产能力<sup>[1-5]</sup>。为了缓解黑土退化趋势, 对已退化的黑土进行恢复研究成为目前一个重要研究课题。一直以来人们都采用有机肥和秸秆等有机物料还田的方式来增加土壤有机质含量<sup>[6-9]</sup>。我国大部分土壤的有机质含量随着有机物料的施入而显著增加<sup>[10-12]</sup>。本文旨在研究东北黑土区有机肥施用量对土壤肥力和作物产量的影响, 通过 6 年的不同有机肥用量试验探寻黑土肥力快速提升的途径。

## 1 试验地概况与试验方法

### 1.1 试验地概况

试验设在东北黑土带中部, 黑龙江省海伦市国家野外科学观测研究站试验区内。试验区为中厚层黑土, 供试前土壤匀地 15 a。该地区为一年一熟制, 主产大豆和玉米。供试前农田土壤的基本理化性状如下: 有机质 46.4 g/kg, 全氮 2.24 g/kg, 全磷 0.727

g/kg, 全钾 22.5 g/kg, 速效氮 229.7 mg/kg, 速效磷 22.4 mg/kg, 速效钾 204.5 mg/kg, pH 6.3。

### 1.2 试验设计

试验于 2003~2008 年进行, 设无肥(CK)、化肥(NPK)、化肥 + 低量有机肥(NPKM1)、化肥 + 高量有机肥(NPKM2)共 4 个处理, 4 次重复, 16 个小区, 随机区组排列, 采用玉米 - 大豆轮作的种植体系。玉米施肥量为: N 60 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 24 kg/hm<sup>2</sup>, K<sub>2</sub>O 60 kg/hm<sup>2</sup>, 低量有机肥 10 000 kg/hm<sup>2</sup> 和高量有机肥 20 000 kg/hm<sup>2</sup>; 大豆施肥量为: N 15 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 和有机肥施用量同玉米。玉米施肥方式为: 磷钾肥作为基肥一次性施入, 尿素 1/3 作基肥, 2/3 作追肥; 大豆施肥方式为: 氮磷钾肥均作为基肥施入。有机肥为腐熟的猪粪在秋季整地施入。有机肥的基本理化性状为: 有机碳 252.6 g/kg, 全氮 37.3 g/kg, 全磷 14.7 g/kg, 全钾 8.30 g/kg, 速效氮 1 211.7 mg/kg, 速效磷 847.6 mg/kg, pH 6.3。玉米品种为海玉 6, 大豆品种为黑农 35, 大豆和玉米每年 5 月 3~5 日种植, 10 月 4~9 日收获。

### 1.3 测定项目与方法

土样于玉米和大豆收获时采集放于室内, 阴干, 过 2 mm 筛备用。

土壤有机碳与全氮含量采用 VarioEL III 型元素分析仪测定; 土壤全磷采用 HClO<sub>4</sub> - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 消煮 - 钼

收稿日期: 2009-03-26

基金项目: 中国科学院知识创新工程(KSCX1-YW-09-09, KZCX3-SW-NA3-27); 国家科技支撑计划项目(2006BAD05B05)

作者简介: 韩晓增(1957-), 男, 辽宁瓦房店人, 研究员, 主要从事土壤生态方面的研究。E-mail: hanxz@cem.ac.cn。

锑抗比色法测定;土壤全钾采用氢氧化钠熔融法-火焰光度计测定;土壤有效氮采用碱解扩散法测定;土壤速效磷采用 Olsen 法测定;土壤速效钾采用乙酸铵提取法-火焰光度计测定;土壤 pH 采用 DELTA320pH 计测定<sup>[13]</sup>。取表层 0~20 cm 的土壤样品测定水稳性团聚体,水稳性团聚体的筛分采用 Six 等<sup>[14]</sup>和 Puget 等<sup>[15]</sup>的方法。2003~2008 年每年秋季收获后,测定玉米和大豆籽粒的烘干重。

利用 2008 年大豆收获后采集的土壤样品进行生物耗竭试验,取回的土壤灌入高 20 cm、直径 17 cm 的 PVC 板制成的小桶里,小桶底部封死。每桶装土 3.0 kg,种植作物为玉米,在其出苗后 78 d 收获,将整棵植株在 105℃ 杀青 30 min 后 80℃ 烘干,称重,用以研究不同处理黑土的生产能力。

#### 1.4 统计分析方法

数据用 SAS 9.0 软件(SAS Institute 2005)进行方差分析,采用 Excel 2003 进行作图。试验所得数据均为 4 次重复的平均值,误差用标准差表示。所有的差异显著性分析均采用新复极差法(SSR)在  $P < 0.05$  水平上进行检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 长期施用有机肥对黑土肥力的影响

2.1.1 长期施用有机肥对土壤碳、氮的影响 由表 1 可以看出,与供试前相比,经过 6 年无肥和化肥处理土壤有机质消长变化不明显,王光华等<sup>[16]</sup>采用  $\delta^{13}C$  研究表明,黑土经 13 年的合理施肥管理后,其土壤有机质基本没有变化,仅是土壤有机质更新了 13% 左右。韩晓增等<sup>[6]</sup>研究表明,当黑土有机碳在 33.25 g/kg 时,无肥种植作物条件下土壤有机碳含量 20 年下降了 6.5%。本试验仅进行了 6 年,CK 土壤有机质降低程度甚小,目前的研究方法还不能确定这样小的变化值。在连续 6 年每年每公顷以有机肥形式投入 2 526 kg 有机碳的条件下,土壤有机质增加了约 1.6 g/kg,将有机碳投入量增加 1 倍

(5 052 kg/hm<sup>2</sup>),土壤有机质增加约 3.9 g/kg。由此看来,在一定的水热条件下,黑土有机质含量消长决定于有机物料的投入量。

经过 6 年试验处理,CK 和 NPK 处理的土壤全氮含量与供试前相比差异不显著(表 1)。CK 区粮食产量与 NPK 区相比较低,从土壤中吸收带走的氮也相对较少,加上在轮作体系中有大豆的参与,因大豆能共生固氮,所以对土壤中氮消耗较少,导致 CK 区土壤氮与 NPK 区土壤氮差异不显著。施入大量有机肥以后,土壤全氮含量显著增加,与供试前相比,NPKM1 和 NPKM2 分别增加了 9.8% 和 18.8%,表明随着有机肥投入量的增加,土壤全氮含量也呈增加的趋势。因此,持续高量施用有机肥对提高土壤的氮贮量、改善土壤的供氮能力有十分重要的意义<sup>[17]</sup>。

土壤有机碳和土壤全氮含量之间有良好的相关性,有机碳含量高时,土壤全氮含量也相应较高,从而使 C/N 保持相对稳定,而 C/N 的稳定程度对土壤性状及作物生长有重要意义<sup>[18]</sup>。经过 6 年的试验处理(表 1),CK 和 NPK 的土壤 C/N 与供试前相比差异不显著;土壤施用有机肥后 C/N 显著降低,与供试前相比,NPKM1 和 NPKM2 分别降低了 5.8% 和 5.7%,但两处理间差异不显著,表明黑土以碳储氮能力较强。

土壤碱解氮的含量与土壤氮素转化密切相关,它反映土壤当季供给作物氮素的能力<sup>[19]</sup>。由表 1 可以看出,与供试前土壤相比,化肥+低量有机肥和化肥+高量有机肥土壤碱解氮分别增加了 17.0% 和 30.0%,化肥则略有增加,而无肥减少了 15.0%。表明施用有机肥增加了土壤中有有机氮的来源,同时也促进微生物在土壤中的繁殖,加速了土壤中氮的分解<sup>[20]</sup>。NPKM2 碱解氮的增加量是 NPKM1 的 1.75 倍,说明随着有机肥投入量的增加,土壤碱解氮含量也增加。

表 1 连续 6 年施用有机肥对黑土碳、氮的影响

Table 1 Effects of continuous application of organic manure for 6 years on C and N of black soil

处理 Treatments	有机质(g/kg) Organic material	全氮(g/kg) Total N	C/N	碱解氮(mg/kg) Available N
供试前土壤 Pre-test	46.4 ± 0.44c	2.24 ± 0.44c	12.02 ± 0.34a	229.7 ± 3.50c
CK	46.5 ± 0.35c	2.25 ± 0.10c	12.01 ± 0.61a	200.5 ± 14.62d
NPK	46.6 ± 0.83c	2.32 ± 0.07c	11.66 ± 0.40ab	230.8 ± 16.46c
NPKM1	48.0 ± 0.78b	2.46 ± 0.05b	11.32 ± 0.35b	269.5 ± 12.48b
NPKM2	51.9 ± 1.36a	2.66 ± 0.07a	11.34 ± 0.26b	299.0 ± 7.62a

2.1.2 长期施用有机肥对土壤磷的影响 由表 2 可知,与供试前土壤相比,无肥土壤全磷含量降低了 6.8%,说明黑土中难溶性磷在不施肥的条件下,对作物生长也有贡献,作物吸收了极少量的难溶性磷。化肥、化肥 + 低量有机肥和化肥 + 高量有机肥土壤全磷含量分别增加了 4.1%、42.5% 和 83.6%,表明有机磷施入土壤后,除被作物吸收利用外,残留部分在土壤中成为速效磷的主要来源。

与供试前土壤相比,无肥处理土壤速效磷含量减少了 16.3%,表明无磷肥施入的情况下,土壤速效磷含量减少的速度较快,其原因主要在于作物吸收带走了部分磷<sup>[21]</sup>;化肥、化肥 + 低量有机肥和化肥 + 高量有机肥土壤速效磷含量分别增加了 2.9%、95.2% 和 215.9%,施用化肥略有增加,是因为磷肥的残效期较长,长期施用磷肥可以在土壤中建立起有效的磷库<sup>[22]</sup>。施用有机肥土壤中速效磷含量增加较多,高量有机肥处理土壤速效磷增加量是低量有机肥处理的 2.3 倍,有机肥中含有部分有机磷,这部分磷易于分解释放,此外,有机肥施入土壤后可增加土壤的有机质含量,进而减少无机磷的固定,同时

促进无机磷的溶解<sup>[23]</sup>。

2.1.3 长期施用有机肥对土壤速效钾的影响 与供试前土壤相比,不同施肥处理土壤速效钾含量变化不明显(表 2)。黑土速效钾与有机质之间具有较好的相关性,与供试前相比,每公顷投入 4 355 kg 有机质,土壤速效钾含量增加 0.37%,当有机质施入量增加 1 倍时,土壤速效钾含量增加 3.7%,其原因在于有机肥中含有部分的钾,并且有机肥中的有机胶体具有保持养分的能力<sup>[23,24]</sup>。

2.1.4 长期施用有机肥对土壤酸化的影响 与供试前土壤相比,CK 土壤 pH 变化不明显;施用化肥土壤 pH 降低了 7.9%,表明施用化肥可使土壤酸化;NPKM1 和 NPKM2 的土壤 pH 变化不明显(表 2),长期施用有机肥能使土壤的 pH 稳定在一个适合作物生长的范围内,有机肥料中的腐殖酸是一种有机酸,它在土壤中容易与各种阳离子结合生成腐殖酸盐,土壤中腐殖酸-腐殖酸盐的形成,提高了土壤对 pH 变化的缓冲能力,以保证作物有一个正常生长的环境条件<sup>[20]</sup>。

表 2 连续 6 年施用有机肥对土壤磷、钾及 pH 的影响

Table 2 Effects of continuous application of organic manure for 6 years on P, K and pH of black soil

处理 Treatments	全磷 (g/kg) Total P	速效磷 (mg/kg) Available P	全钾 (g/kg) Total K	速效钾 (mg/kg) Available K	pH
供试前土壤 Pre-test	0.73 ± 0.05c	22.35 ± 0.64c	22.53 ± 0.95a	204.5 ± 1041ab	6.3 ± 0.17ab
CK	0.68 ± 0.08c	18.70 ± 0.76d	23.20 ± 1.85a	187.3 ± 9.03b	6.2 ± 0.10ab
NPK	0.76 ± 0.08c	23.00 ± 1.13c	22.38 ± 0.70a	202.50 ± 11.03ab	5.8 ± 0.22b
NPKM1	1.04 ± 0.10b	43.63 ± 1.30b	22.68 ± 0.51a	205.25 ± 15.56a	6.2 ± 0.10a
NPKM2	1.34 ± 0.12a	70.60 ± 2.77a	22.25 ± 1.43a	212.75 ± 18.52a	6.2 ± 0.17a

## 2.2 长期施用有机肥对黑土水稳性团聚体含量的影响

土壤中 > 0.25 mm 水稳性团聚体能合理地调节土壤通气与持水、养分释放与保持之间的矛盾,是反映土壤结构性和土壤肥力的重要指标。与供试前土

壤相比,CK 和 NPK > 0.25 mm 水稳性团聚体含量分别减少了 15.1% 和 0.5%,NPKM1 和 NPKM2 则分别增加了 7.8% 和 25.4% (表 3)。施用有机肥处理的土壤 > 0.25 mm 水稳性团聚体含量增加,说明有机肥的施用促进了土壤中大团聚体的形成。

表 3 连续 6 年施用有机肥对黑土水稳性团聚体含量的影响 (%)

Table 3 Effects of continuous application of organic manure for 6 years on water-stable aggregate of black soil

处理 Treatments	团聚体粒级 Aggregate size(mm)				WSA <sub>&gt;0.25 mm</sub>
	≥ 2	0.25 ~ 2	0.053 ~ 0.25	< 0.053	
供试前土壤 Pre-test	17.8 ± 1.18c	46.4 ± 0.68c	21.1 ± 1.27b	10.5 ± 1.14b	64.2 ± 1.59d
CK	14.0 ± 1.26d	40.5 ± 0.98d	27.6 ± 0.93a	11.8 ± 0.50a	54.5 ± 1.88c
NPK	17.8 ± 1.22c	46.1 ± 0.75c	21.3 ± 0.46b	10.2 ± 0.38bc	63.9 ± 0.85c
NPKM1	20.2 ± 1.04b	49.0 ± 0.72b	16.5 ± 1.11c	9.5 ± 0.28c	69.2 ± 0.52b
NPKM2	25.4 ± 0.91a	55.1 ± 2.33a	9.1 ± 1.10d	4.7 ± 0.45d	80.5 ± 3.14a

注:数据为平均数 ± 标准误 (n = 4)。Note: Data are means ± standard error (n = 4).

### 2.3 长期施用有机肥对作物产量的影响

由图 1 可知,第 1 年、第 3 年和第 5 年玉米产量均表现为 NPKM2 > NPKM1 > NPK > CK。施用有机肥玉米产量较高,其原因在于有机肥肥效长,能够持续为玉米提供养分。不同年际间相比,CK, NPK, NPKM1 和 NPKM2 处理第三年玉米产量比第一年分别增加了 41.3%、8.0%、9.9%和 7.3%;第 5 年分别增加了 74.1%、27.2%、28.4%、25.5%。各个处理玉米产量年际间的增加主要是由于轮作中大豆的加入,大豆茬是轮作中的肥茬,大豆根瘤菌能够固定空气中的游离氮素,大豆的残根落叶留在地里,能增加土壤中的养分和有机质,有培肥地力的作用<sup>[25]</sup>。施化肥和施有机肥处理玉米产量差异不显著,主要是由于有机肥肥效缓慢,肥料中氮素的当季利用率低。

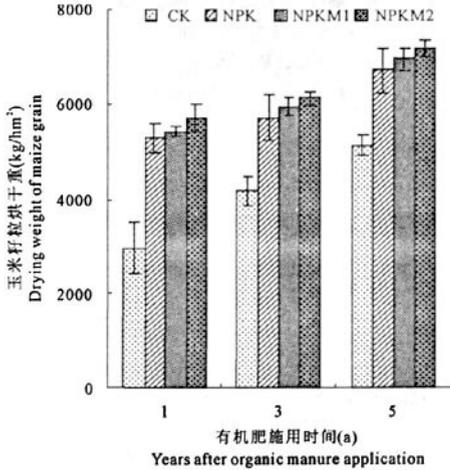


图 1 连续 6 年施用有机肥对玉米籽粒产量的影响  
Fig.1 Effects of continuous application of organic manure for 6 years on grain yield of maize

由图 2 可知,在施用有机肥 2 年、4 年和 6 年以后大豆产量均为 NPKM2 > NPKM1 > NPK > CK。施用有机肥大豆产量较高,说明施用有机肥可增加大豆的产量,并且随着有机肥施用量的增加呈增加的趋势,说明在黑土区施用有机肥对大豆有增产效果。每年无肥与施肥处理(NPK、NPKM1 和 NPKM2)相比大豆产量差异显著,但是 NPK、NPKM1 和 NPKM2 处理间的产量差异并不显著。

### 2.4 施用有机肥对黑土生产力的影响

土壤肥力是指土壤的水、肥、气、热、微生物的综合指标,长期施肥对土壤的影响不能完全表述肥力状况。将长期施肥所获得的不同处理的土壤进行生物耗竭试验,得到的生物产量可以用来描述土壤的

综合肥力。与无肥相比,施化肥、化肥 + 低量有机肥和化肥 + 高量有机肥的土壤玉米生物量分别增加了 80.4%、101.6%和 124.1%,表明施用有机肥能够显著提高黑土的生产能力,施用有机肥的土壤中含有丰富的有机质和各种养分,它不仅是作物养分的直接给源,又可活化土壤中潜在养分和增强生物学活性,增加作物的生物量。

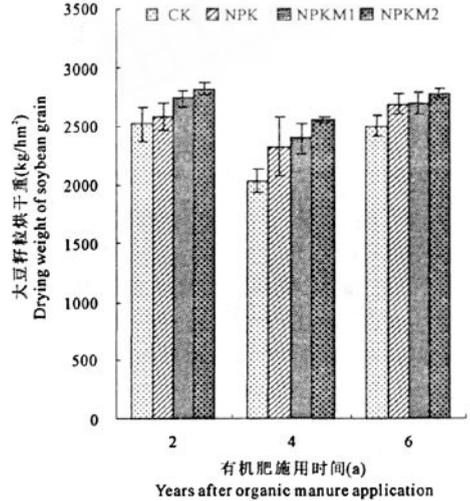


图 2 连续 6 年施用有机肥对大豆籽粒产量的影响  
Fig.2 Effects of continuous application of organic manure for 6 years on grain yield of soybean

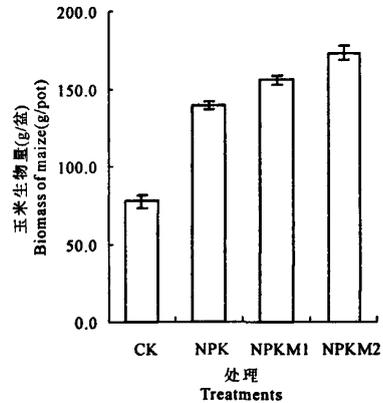


图 3 施用有机肥对黑土生产力的影响

Fig.3 Effect of application of organic manure on black soil productivity

## 3 结论

1) 长期施用有机肥可以增加黑土中有机质、全氮、全磷、碱解氮、速效磷和速效钾的含量,并使土壤的 C/N、pH 保持相对稳定;施用有机肥可改善土壤的理化性状,增加土壤中 > 0.25 mm 的水稳性团聚

体的数量。

2) 6 年试验结果表明,各处理间玉米和大豆产量均表现为 NPKM2 > NPKM1 > NPK > CK,施用有机肥可显著增加玉米和大豆的产量;由于轮作中大豆的加入,使玉米产量年际间呈增加的趋势,大豆产量年际间变化不明显;施肥虽然能够提高玉米和大豆的产量,但是各处理间差异不显著。

3) 生物耗竭试验表明,施用有机肥的土壤含有丰富的有机质和各种养分,能够显著增加黑土的生产能力。

#### 参考文献:

- [1] 陈恩凤,周礼恺,武风云.土壤肥力实质的研究Ⅱ.黑土[J].土壤学报,1984,21(3):229—237.
- [2] 丁瑞兴,刘树桐.黑土开垦后肥力演变的研究[J].土壤学报,1980,17(1):20—30.
- [3] 魏丹,杨谦,迟凤琴.东北黑土区土壤资源现状与存在问题[J].黑龙江农业科学,2006,(6):69—72.
- [4] 汪景宽,王铁宇,张旭东,等.黑土土壤质量演变初探Ⅰ—不同开垦年限黑土主要质量指标演变规律[J].沈阳农业大学学报,2002,33(1):43—47.
- [5] 陆继龙.我国黑土的退化问题及可持续农业[J].水土保持学报,2001,15(2):53—67.
- [6] Han X Z, Wang S Y, Veneman P L M, et al. Change of organic carbon content and its fractions in black soil under long-term application of chemical fertilizers and recycled organic manure[J]. Communications in Soil Science and Plant Analysis,2006,37:1127—1137.
- [7] 李海波,韩晓增,王风.长期施肥条件下土壤碳氮循环过程研究进展[J].土壤通报,2007,38(2):384—388.
- [8] 彭畅,朱平,高洪军,等.长期定位监测黑土土壤肥力的研究Ⅰ.黑土耕层有机质与氮素转化[J].吉林农业科学,2004,29(5):29—33.
- [9] 隋跃宇,张兴义,焦晓光,等.长期不同施肥制度对农田黑土有机质和氮素的影响[J].水土保持学报,2005,19(5):190—192.
- [10] 张少民,郝明德,陈磊.黄土高原长期施肥对小麦产量及土壤肥力的影响[J].干旱地区农业研究,2006,24(6):85—89.
- [11] 孔宏敏,何圆球,吴大付,等.长期施肥对红壤旱地作物产量和土壤肥力的影响[J].应用生态学报,2004,15(5):783—786.
- [12] 杨合法,范聚芳,解永丽,等.不同生产模式施肥对保护地土壤肥力及作物产量的影响[J].河南农业科学,2006,(12):61—65.
- [13] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,1998.
- [14] Six J, Elliott E T, Paustian K, et al. Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils[J]. Soil Science Society of America Journal,1998,62:1367—1377.
- [15] Puget P, Chenu C, Balesdent J. Dynamics of soil organic matter associated with particle-size fractions of water-stable aggregates[J]. European Journal of Soil Science, 2000,51:595—605.
- [16] Wang G H, Han X Z, Nakayama N, et al. Soil organic matter dynamics in continuously maize and soybean cultivated lands in Heilongjiang Province, Northeast China: Estimation by natural <sup>13</sup>C abundance[J]. Soil Science and Plant Nutrition, 2006,52:139—144.
- [17] 杨合法,解永丽,范聚芳,等.不同施肥对保护地土壤肥力及作物产量的影响[J].土壤肥科学,2006,22(9):250—254.
- [18] 乔云发,苗淑杰,韩晓增.长期施肥条件下黑土有机碳和氮的动态变化[J].土壤通报,2008,39(3):545—548.
- [19] 王建国.松嫩平原农业生态系统研究[M].哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,1996:157—171.
- [20] 北京农业大学.农业化学(总论)[M].北京:中国农业出版社,1987.
- [21] Haas H J, Grunes D L, Reichman G A. Phosphorus changes in Great Plains soils as influenced by cropping and manure applications[J]. Soil Sci Soc Am Proc, 1961,25:214—218.
- [22] 赵少华,宇万太,张璐,等.东北黑土有机磷矿化过程的研究[J].应用生态学报,2005,16(10):1858—1861.
- [23] 史吉平,张夫道,林葆.长期施用氮磷钾化肥和有机肥对土壤氮磷钾养分的影响[J].土壤肥料,1998,(1):7—10.
- [24] 刘杏兰,高宗,刘存寿,等.有机—无机肥配施的增产效应及对土壤肥力影响的定位研究[J].土壤学报,1996,(2):138—147.
- [25] 山东农学院.作物栽培学(北方本 下册)[M].北京:农业出版社,1983.

## Effects of long-term organic manure application on crop yield and fertility of black soil

HAN Xiao-zeng<sup>1</sup>, WANG Feng-xian<sup>1,2</sup>, WANG Feng-ju<sup>1,2</sup>, ZOU Wen-xiu<sup>1</sup>

(1. *Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, Chinese Academy of Science, Harbin, Heilongjiang 150040, China;*

2. *College of Resources and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China*)

**Abstract:** Based on long-term experiment located in central section of the northeast black soil, the effect of organic manure application on black soil fertility and crop yield was studied. The results show that long-term organic manure application could enhance black soil fertility, compared to pre-test, organic matter content, total nitrogen, total phosphorus, available nitrogen, available phosphorus and available potassium under organic manure application treatment demonstrated increase trend, organic matter content, total nitrogen, available nitrogen, total phosphorus, available phosphorus of fertilizer treatment showed increase trend, however, total potassium and available potassium showed opposite trend; under no fertilizer treatment, all indicators except total phosphorus and total potassium showed increase trend; C/N under different treatments demonstrated decrease, the range of values from 11.32 to 12.01; pH was suitable range for crop grow attributed to organic manure application. > 0.25 mm water stability aggregate under different treatments was in the order of fertilizer plus high organic manure(NPKM2) > fertilizer plus low organic manure(NPKM1) > fertilizer(NPK) > no fertilizer(CK); the yield of maize and soybean indicated increase with fertilizer and organic manure application, and, annual yield of maize under different treatments showed increase trend, but, the same trend was not found in yield of soybean. The bio-exhausting experiment proved that organic manure application could increased black soil productivity.

**Keywords:** black soil; organic manure; soil fertility; crop yield

(上接第 65 页)

## Effect of winter wheat yield and WUE with different soil water before sowing in semi-arid areas

LUO Jun-jie<sup>1</sup>, WANG Yong<sup>2</sup>, FAN Ting-lu<sup>3</sup>

(1. *Institute of Bio-technology, GAAS, Lanzhou, Gansu 730070, China;*

2. *Institute of Dryland Agriculture, GAAS, Lanzhou, Gansu 730070, China;*

3. *Department Science and Technology, GAAS, Lanzhou, Gansu 730070, China*)

**Abstract:** According to the wheat yield and water use efficiency low and instability in arid of eastern Gansu. The summer fallow coincides with the rainy season and evaporation fastigium, which brings the insufficiency of soil water storage in East Gansu rain-fed areas. Covering field with plastic film in this season to collect water and restrain it from evaporation could increase the water storage in soil. An experiment was made in summer fallow time in which bare land was covered with plastic film for restoring the rainfall in the soil. The results show that: 1) Wheat yield and soil water content before sowing significant correlation based on certain conditions. The yield has a higher fitting degree with the soil water content before sowing. 2) The soil water content before sowing in different ecological types of winter wheat yield and WUE has significant influence. The yield and WUE in higher soil water content was respectively increasing than middle lever and low lever in 28.40, 70.43 and 22.94, 75.06 percentage points. 3) During the summer fallow period, applying this technology which collecting rainfall and control the evaporation, make by conventional tillage soil water efficiency of 33% ~ 38% increasing to 60% ~ 70%. Rain water collection and plastic film cover in summer fallow period could significant improving the soil water condition and stable for ecological winter wheat yield increasing.

**Keywords:** dry land; winter wheat; ecotype; WUE; soil water before sowing