

文章编号 :1003-8701(2004)05-0029-05

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

彭 畅,朱 平,高洪军,刘淑环

(吉林省农业科学院农业环境与资源研究中心,吉林 公主岭 136100)

摘 要:以国家黑土肥力与肥料效益监测基地为平台,针对不同施肥措施,研究了土壤有机质及氮素含量的年际动态变化与平衡。试验结果表明,土壤有机质及氮素含量变化与施肥与否密切相关,且配合有机肥的施肥措施,有效增加了土壤碳、氮库容,丰富养分库的循环内容。

关键词:黑土;土壤肥力;有机质;氮素

中图分类号:S158

文献标识码:A

黑土是我国东北地区重要的战略资源,所辖区域是国家重要商品粮基地及饲料原料供应地。黑土资源的合理开发和利用直接影响国家农业的发展规划。因此,科学保护黑土资源及近来出现的黑土退化等一系列问题急需研究解决。国家黑土监测基地始建于1980年,在1990年增加了试验小区,目前已有田间试验小区44个,均按国家指示统一部署,试验数据具有科学性、规范性、可比性和权威性。本研究以国家黑土监测定位站为平台,监测黑土资源的土壤肥力演变规律及物质、能量循环机理,为振兴东北老工业基地做好农业基础工作,为我省农业可持续发展及绿色食品产业化提供科学依据和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地自然条件

国家黑土肥力与肥料效益监测基地坐落于吉林省公主岭市,为中层黑土,成土母质为第4纪黄土状沉积物,地势平坦,地形呈漫冈波状起伏。年平均气温4~5℃,年最高气温34℃,最低-35℃,无霜期110~140 d,有效积温1 600~3 000℃·d,年降水量450~650 mm,年蒸发量1 200~1 600 mm,年日照时数2 500~2 700 h^[1]。

1.2 试验设计

试验田土壤基础化学性状见表1^[2]。

试验共设12个处理,田间及土壤取样均按国家野外台站的统一操作规程。于4月末播种,9月末收获,在10月份对耕层土壤进行取样分析测定。

试验处理:①休闲(免耕,不施肥、不种作物)、②ck(不施肥,种作物)、③N(纯N 165

收稿日期:2004-06-07

作者简介:彭 畅(1977-),女,吉林省公主岭人,吉林省农科院环境与资源中心研实,在读硕士,主要从事植物营养及黑土监测研究。

kg/hm²)、④NP(纯 N 165 kg/hm²、纯 P₂O₅ 82.5 kg/hm²)、⑤NK(纯 N 165 kg/hm²、纯 K₂O 82.5 kg/hm²)、⑥PK(纯 P₂O₅ 82.5 kg/hm²、纯 K₂O 82.5 kg/hm²)、⑦NPK(纯 N 165kg/hm²、纯 P₂O₅ 82.5 kg/hm²、纯 K₂O 82.5 kg/hm²)、⑧M1+NPK(化肥纯 N 50 kg/hm²、有机肥纯 N 115 kg/hm²、纯 P₂O₅ 82.5 kg/hm²、纯 K₂O 82.5 kg/hm²)、⑨1.5 倍量(M1+NPK 施肥量是处理⑧的 1.5 倍量)、⑩秸秆+NPK(化肥纯 N 112 kg/hm² ,施粉碎秸秆折纯 N 53 kg/hm²、PK 量与处理⑥相同)、⑪M1+NPK(玉米大豆 2:1 轮作 ,施肥量同处理⑧)、⑫M2+NPK(化肥纯 N 165 kg/hm²、有机肥纯 N 150 kg/hm²、PK 量与处理⑥相同)。

表 1 土壤剖面基础化学性质^②

深度 (cm)	全效养分(g/kg)			速效养分(mg/kg)			pH	
	有机质	全 N	全 P	全 K	有效 N	速 P		速 K
0~20	23.3	1.40	1.39	22.1	114	27.0	190	7.6
21~40	15.2	1.30	1.35	22.3	98	15.5	181	7.5
41~64	7.1	0.57	1.00	22.0	41	7.2	185	7.5
65~89	6.8	0.50	0.98	22.1	39	4.2	189	7.6
90~150	6.3	0.38	0.91	22.2	37	4.1	187	7.6

小区面积 400 m² ,供试作物为玉米和大豆。

1.3 土壤理化分析测定方法^[3]

土壤有机质重铬酸钾氧化用外加热法 ;土壤全氮半微量开氏法(Se-CuSO₄-H₂SO₄ 消煮法) ;土壤有效氮碱解扩散法。

2 结果与讨论

2.1 土壤有机质含量的变化

土壤和植物系统中有机碳的转化,是整个地球环境碳素循环过程中非常重要的一部分。土壤有机质是养分的贮藏库,它含有大量植物所需的营养元素,土壤有机质含量的多少是土壤肥力的重要指标之一。从图 1 中可以看出,土壤有机质含量的变化幅度不大,整体趋势较平稳。连续 13 年的不同施肥措施,对土壤有机质含量影响是不同的。其中以单施 N 肥区土壤有机质含量最低,比无肥区(ck)降低 0.97%,且有逐年下降的趋势;PK 化肥偏施,虽土壤微生物活动减慢,阻碍了原有土壤有机质的矿化,但有机质含量并没有显著降低趋势;NPK 配合施用,土壤有机质含量较无肥区增加 5.87%,有逐渐上升的趋势;除秸秆+NPK 处理外,其它有机肥配合 NPK 化肥的有机质含量均较高,比无肥区增加 20.12%~36.7%(表 2)。一般认为:土壤微生物平均的 C/N=25:1,而秸秆的 C/N 为 80:1^[4],远远高于土壤微生物的 C/N,因此土壤有机质累积呈缓慢上升趋势,同时该处理的稳产高产也为土壤归还了大量的根茬等有机物质,维持了土壤有机质的动态平衡。休闲处理区有机质含量逐年上升,其连年腐解的植物落叶和根系残体归还土壤,使土壤有机质的累积速度大于矿化速度。

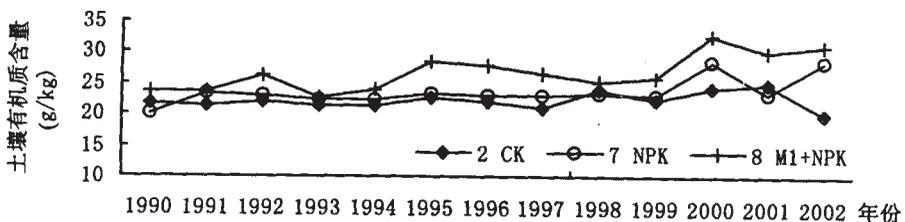


图 1 土壤有机质含量的年际动态变化

表 2 土壤有机质含量变化

处 理	有机质含量(g/kg)				较 ck 增减 (%)
	1990~1994	1995~1998	1999~2002	1990~2002	
1 休闲	22.32	24.88	26.77	24.48	9.82
2 ck	21.58	22.53	22.94	22.29	0.00
3 N	21.52	22.65	22.19	22.07	-0.97
4 NP	22.30	22.85	23.35	22.79	2.26
5 NK	23.33	23.88	24.66	23.91	7.27
6 PK	23.21	24.90	24.41	24.10	8.13
7 NPK	22.23	23.18	25.72	23.60	5.87
8 M1+NPK	23.95	27.00	30.07	26.77	20.12
9 1.5(M1+NPK)	26.62	31.00	34.74	30.47	36.70
10 秸秆+NPK	22.80	23.30	23.68	23.22	4.19
11 M1+NPK	24.69		29.77	26.86	20.53
12 M2+NPK	25.47	27.50	31.07	27.82	24.81

2.2 土壤全氮含量变化

土壤全氮含量与有机质含量有平行相关性。因此,它也是土壤供肥能力的重要指标之一。全氮包括可供作物直接利用的矿质氮、易矿化有机氮和不易矿化的有机氮及晶格中固定的铵^[5],是作物氮库的主要组成部分,其循环与转化是环境物质与能量交换的重要组成环节。

表 3 土壤全氮含量变化

处 理	全 N 含量(g/kg)				较 ck 增加 (%)	CV (%)
	1990~1994	1995~1998	1999~2002	1990~2002		
1 休闲	1.358	1.490	1.468	1.432	15.35	10.435 0
2 ck	1.250	1.200	1.272	1.242	0.00	6.979 1
3 N	1.341	1.173	1.236	1.257	1.23	13.571 0
4 NP	1.355	1.265	1.317	1.316	5.98	9.727 3
5 NK	1.384	1.100	1.276	1.263	1.73	12.894 0
6 PK	1.382	1.203	1.272	1.293	4.14	8.796 8
7 NPK	1.392	1.183	1.324	1.307	5.24	10.275 0
8 M1+NPK	1.396	1.375	1.621	1.459	17.51	11.539 0
9 1.5(M1+NPK)	1.583	1.440	1.930	1.646	32.57	15.483 0
10 秸秆+NPK	1.388	1.358	1.240	1.333	7.35	9.908 9
11 M1+NPK	1.572		1.653	1.607	29.42	10.366 0
12 M2+NPK	1.595	1.680	1.867	1.705	37.31	14.949 0

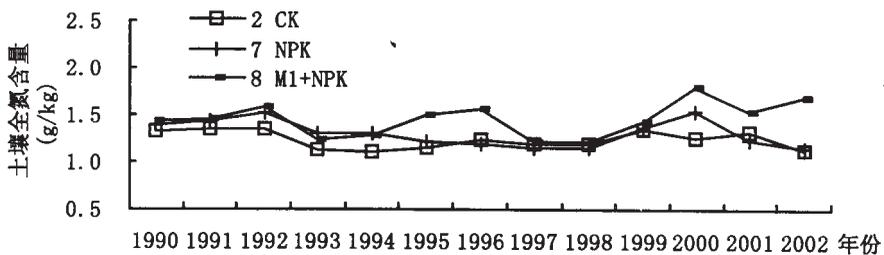


图 2 土壤全氮含量的年际变化情况

从表 3 可知,长期定位不同施肥措施对土壤全氮含量影响不同,年际间变异系数为 6.98%~15.48%。各处理区均较无肥区(ck)有不同程度的增加,幅度在 1.23%~37.31%,其中施用化肥区土壤全氮含量年际间有所降低,而有机肥配合 NPK 化肥区有所升高,增幅为 17%。各化肥处理土壤全氮刚开始有降低趋势,但随处理年限的延长,这种趋势有加

大的趋向(表 3、图 2)。现象表明:①土壤在熟化过程中,养分在不断耗损,但随着时间的延长,土壤微生物种群组成稳定后,养分供给与来源也趋于稳定。因此,全氮含量先下降后上升,最后围绕在某一数值上下波动;②土壤矿质态氮素流失(作物携走与降水淋洗)较为严重,促使有机态氮不断矿化,致使全氮含量有所降低;③土壤中的反硝化作用,致使氮素气态挥发损失^[6]。相比之下,有机肥配合无机肥施用,土壤全氮含量有增高的迹象,说明有机肥可以丰富土壤氮库的循环内容与质量。秸秆+NPK 处理,由于秸秆的 C/N>25,该区土壤微生物与作物争夺土壤中的氮素以合成自身所需营养物质,因此表现为土壤中全氮含量降低。

2.3 土壤有效氮含量变化

土壤有效氮含量是与土壤中氮素转化密切相关,其有机态氮与矿质态氮的微生物活动进程及平衡结果,决定了土壤有效氮的供应量。不平衡施肥会使氮肥利用率降低,导致土壤氮素的淋失。土壤中有有效氮主要来源于有机质的不断矿化及外来投入的肥料。各施肥处理及休闲处理土壤有效氮的含量均比对照有不同程度的升高,且施氮肥处理土壤中有有效氮也较无氮肥处理高,尤其是有机肥配施 NPK 化肥,其土壤有效氮的含量较对照提高 30.71%(表 4),且没有随作物高产而明显降低,而是维持了年际的动态平衡。

表 4 土壤有效氮变化

处 理	有效氮含量(mg/kg)				较 ck 增加 (%)	CV (%)
	1990~1994	1995~1998	1999~2002	1990~2002		
1 休闲	117.58	111.40	122.00	116.99	3.00	11.196
2 ck	118.55	109.85	112.36	113.59	0.00	14.300
3 N	121.13	109.88	120.24	117.08	3.07	10.400
4 NP	136.20	114.00	120.25	123.48	8.71	14.050
5 NK	139.83	120.85	129.36	130.01	14.46	13.637
6 PK	132.08	117.35	121.22	123.55	8.77	10.456
7 NPK	129.80	121.78	125.61	125.73	10.69	12.805
8 M1+NPK	134.45	123.45	146.95	134.95	18.81	11.342
9 1.5(M1+NPK)	146.65	141.55	157.20	148.47	30.71	18.303
10 秸秆+NPK	120.48	112.60	118.85	117.31	3.28	13.962
11 M1+NPK	138.20		142.66	140.43	23.63	6.729
12 M2+NPK	129.48	121.00	146.82	132.43	16.59	13.966

多年试验结果表明,单施化肥处理土壤有效氮的含量年际间有不同程度的降低趋势(图 3)。分析原因:没有外来有机质的加入,土壤有效氮库容量没有得到补给,使库容降低,处于亏缺状态。而有机肥配合无机肥施入,土壤有效氮含量明显提高(图 4)。秸秆+NPK 区,其土壤中有有效氮有降低趋势(图 4),因其 C/N 比大于 25:1,氮素略显不足,但随处理时间的延长,且伴随秸秆的不断腐解,土壤微生物会不断利用有机碳源,逐渐缩小有机物质的 C/N 比值,使土壤不断恢复持续的供氮能力。

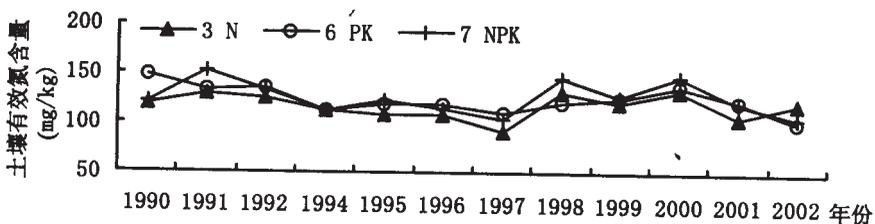


图 3 单施化肥土壤有效氮含量的变化

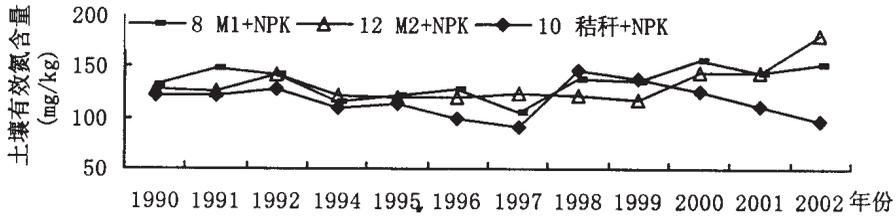


图 4 有机肥配合无机肥处理土壤有效氮的年际变化

3 结 论

总体看来,有机肥配合无机肥施用能有效增加土壤碳、氮库容,丰富养分库的循环内容。我们还会对土壤 PK 及其它营养元素的循环与转化情况进行后续报道。本文是黑土土壤养分的阶段性报道,所得结论是阶段性的,试验还有待于进一步监测研究。

参考文献:

- [1] 孙宏德,等. 有机无机肥料对黑土肥力和作物产量影响的监测研究[J]. 植物营养与肥料学报,2002,(8):110-116.
- [2] 朱平,等. 长期定位施肥条件下黑土剖面氮素分布与动态[J]. 植物营养与肥料学报,2002,(8):106-109.
- [3] 李茜开. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京:中国科学出版社,1984.
- [4] 李阜棣. 土壤微生物学[M]. 北京:中国农业出版社,1996,162-164.
- [5] 黄绍敏,等. 长期施肥对潮土耕层土壤养分的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2002,(8):135-140.
- [6] 林葆. 化肥与无公害农业[M]. 北京:中国农业出版社,101-140.

The Report on Long Term Monitoring Fertility of Black Earth in Controlled sites

I. The Transform of OM and N Nutrition in Black Earth

PENG Chang, ZHU Ping, GAO Hong-jun, et al.

(Agricultural Environment and Resources Research Center, Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: Based on the black earth, the change and balance of soil OM and Nitrogen in different treatments was presented in the paper. The results showed that the soil OM and Nitrogen content were extremely related with balanced fertilization. Furthermore, the OM+NPK treatment is effective in increasing the soil sink potential of C and N along with enriching cycle of nutrition sink.

Key words: Black earth; Soil fertility; Organic matter; Nitrogen

欢迎订阅《湖北植保》

《湖北植保》杂志创刊于1989年1月,由湖北省植保总站和湖北省植保学会联合主办,属省级优秀期刊。本刊主要刊登大田作物、经济作物、果树、蔬菜、种子、药材、林木、花卉等与农相关的绿色植保产品,无公害化标准生产及由此延伸的病、虫、草、鼠、害防治技术。其主要栏目:“病虫预报”、“试验示范”、“技术推广”、“果蔬病虫”、“植物检疫”、“杂草防除”、“绿色话题”、“植物医院”、“致富之路”、“健康茶座”、“综述”等。其规格为大16开,40页,逢双月15日出版,每期订价3元,全年18元。邮发代号:38-404,各地邮局均可办理订阅,也可随时汇款订阅,汇款地址:湖北省武汉市珞狮南路509号《湖北植保》编辑部。邮编:430070,联系电话:027-87396104 62696980 传真:027-87395337 E-mail:cjh-1972@sohu.com