

心土培肥改良白浆土后效调查

匡恩俊^{1,2}, 刘 峰³, 郭文义⁴

(1 黑龙江八一农垦大学植物科技学院, 大庆 163319; 2. 黑龙江省农业科学院土壤肥料研究所, 黑龙江省土壤环境与植物营养重点实验室, 哈尔滨 150086; 3 黑龙江省农业科学院, 哈尔滨 150086; 4. 黑龙江省克山县向华乡 39012 部队, 齐齐哈尔 161000)

摘要: 试验于 2002 年采用心土培肥犁进行大田作业处理, 将白浆土的白浆层和淀积层混拌, 并向混拌层施入改土物料钙肥和磷肥。4 年后调查土壤理化性质, 结果表明: 心土混层改土区与对照区相比 20~35 cm 土层土壤固相比比例降低, 液气比例有所上升; 孔隙度 20~50 cm 机械处理区平均比对照高 5.00%~6.68%, 说明机械处理 4 年后改土效果仍然十分明显。白浆土心土有效磷含量随施磷量的增加而增加, 心土施钙提高土壤 pH。连续 3 年产量调查结果, 磷和钙配施增产效果最好, 比对照平均增产 20.27%。
关键词: 白浆土; 磷; 钙; 心土培肥; 理化性质
中图分类号: S155.2⁺6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2767(2008)03-0056-04

Effect on Physical-chemical Properties of Planosol with Subsoil Fertilizing

KUANG En-jun^{1,2}, LIU Feng³, GUO Wen-yi⁴

(1. Plant Science and Technology College of Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing 163319; 2 Soil and Fertilizer and Environment Resource Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, The Key Laboratory of Soil Environment and Plant Nutrition of Heilongjiang Province, Harbin 150086; 3. Science Research Department of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086; 4. A rmy of 39012 of Xianghua Village in Keshan County, Qiqihaer 161000)

Abstract: The experiment used the subsoil fertilizing plough mixed Aw layer with horizon B and put some fertilizers such as phosphate and calcium into the mixed layers in 2002. The results which investigated the physical-chemical properties after 4 years showed that the solid phase of treatment was lower than uncontrolled in 20~35cm layers, liquid and air phases of treatment were higher than uncontrolled, and the average porosity of treatment was larger than that of uncontrolled by 5.00%~6.68%. So after 4 years, the effect was still obviously. The available P content of planosol subsoil increased along with the quantity of phosphate we put in. The subsoil was executed Ca to enhance the soil pH. The yield showed that Subsoil-fertilizer with Ca and P made the effect of production increasing to be best, higher than uncontrolled by 20.27% on average in 3 years.
Key words: Planosol; phosphorus; calcium; subsoil fertilizing; physical-chemical properties

白浆土是我国北方地区重要的土壤耕地资源,也是广泛分布的低产土壤,集中分布在黑龙江、吉林以及内蒙等地的粮食主产区。在黑龙江省,白浆土总面积 331.37 万 hm²,耕地面积 116.36 万 hm²,分

别占全省总面积和总耕地面积的 7.47% 和 10.07%^[1]。因此改良白浆土,提高白浆土地区的粮食增产潜力,对于保障我国粮食安全具有重要意义。大量研究资料证明:白浆土的低产原因一是亚表层的白浆层土壤硬度超过 25 kg·cm⁻² (圆锥角度 30°,底面积 2 cm²),限制作物根系下扎,影响水分上下沟通,导致土壤旱涝发生频繁,作物产量不稳;二是白浆土黑土层厚度仅 20 cm 左右,养分总储量低,特别是白浆层土壤养分十分贫瘠,土壤生产力低。据

收稿日期: 2007-11-27
基金项目: 黑龙江省政府博士后基金资助项目
第一作者简介: 匡恩俊(1982-),女,黑龙江省海林市人,硕士,从事土壤肥力研究。Tel: E-mail: kuangenjun2002@163.com.
通讯作者: 刘峰。

何万云对 96 个白浆土分析数据的统计结果显示, 白浆层有机质含量比耕层少 61.5%~73.5%, 全氮少 59.2%~81.7%, 全磷少 34.4%~42.5%。

赵德林等^[2]通过系列研究明确了心土混层改良白浆土的机理, 提出上翻 20 cm, 下混 30~40 cm 的农艺指标; 刘峰等^[3]采用三段式心土混层犁进行了心土混层耕改良白浆土研究, 结果证明, 三段式心土混层犁彻底消除了白浆层的不良影响, 增产率在 10.0%~27.9%, 一次改土后效可持续 7 a 以上。按照陈恩凤先生提出的土壤肥力的本质概念, 土壤肥力组成包含两个方面, 一是土壤的“体型”, 一是土壤的“体质”^[4]。鉴于上述的心土混层耕改土技术并未给土壤带来新的化学物质, 只是改变了土壤的“体型”。因此, 要进一步提高心土混层耕白浆土改良的效果, 就必须在改良土壤“体型”的同时, 改良土壤的“体质”, 即将白浆土的物理性质改良与土壤化学性质培肥有机地结合为一体。为此开展了白浆土心土培肥研究。本文是心土培肥研究的部分内容, 试图阐明心土培肥 4a 后对白浆土理化性质的影响。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

试验地点在黑龙江省宝清县 853 农场 1 分场 2 队 6 号地(东经 132°55′左右, 北纬 46°5′左右), 供试土壤为岗地白浆土, 黑土层厚 20~25 cm, 白浆层厚 18~20 cm, 白浆层下为发育良好的淀积层, 耕层土壤基本性质为: 有机质 24.4 g·kg⁻¹, 碱解氮 118.25 mg·kg⁻¹, 速效磷 36.28 mg·kg⁻¹, 速效钾 110.12 mg·kg⁻¹, pH(水土比 2.5:1 水浸)5.98。

1.2 试验设计

试验于 2002 年 8 月处理, 前茬小麦, 使用机械为自主研发的心土培肥犁。2006 年 9 月调查土壤理化性质。

试验设 6 个处理区, ①心土混层耕区, 采用心土混层犁作业, 耕深 45~50 cm, 保持耕层位置不变, 白浆层和淀积层 1:1 比例混拌; ②钙培肥区, 在①的处理基础上, 向混拌层施入石灰 801 kg·hm⁻²; ③低磷培肥区, 在①的处理基础上, 向混拌层施入磷酸二铵 150 kg·hm⁻²; ④高磷培肥区, 在①的处理基础上, 向混拌层施入磷酸二铵 750 kg·hm⁻²; ⑤磷钙综

合培肥区, 在①的处理基础上, 向混拌层施入石灰 640.5 kg·hm⁻²+磷酸二铵 321 kg·hm⁻²; ⑥深松区(CK), 深松深度为 30~35 cm。

1.3 采样方法

各处理区挖土壤剖面, 土壤样品分 0~20 cm, 20~30 cm, 30~50 cm, 50~60 cm 四层采样, 风干后磨碎, 分别过筛 60 目和 100 目保存, 供养分分析测定。土壤物理性质的测定则分为 5~10、20~25、30~35 和 45~50 cm 四层环刀取样, 采得的原状土用胶带封好后带回室内测定。

1.4 分析方法

土壤化学性质测定均用常规方法^[5], 有机质用重铬酸钾法; pH(水浸一水土比 2.5:1); 土壤全氮用凯氏定氮法; 全磷用 HClO₄-H₂SO₄-钼锑抗比色法; 全钾用 HF-HClO₄ 消煮法; 碱解氮用扩散皿法; 有效磷用 NaHCO₃-钼锑抗比色法; 速效钾用 NH₄OAC 浸提-火焰光度计法; CEC 用 NH₄OAC 淋洗法。土壤三相分布用三相测定仪(DIK-1130)测定, 容重采用浸水容重法。

2 结果与分析

2.1 心土混层耕对土壤三相及容重的后效

土壤的三相率是指土壤固相、液相、气相分别占土壤容积的比例。其中, 构成土壤固相部分的主要组成物质比较复杂, 包括土壤微生物、动植物的残体、砂石、一次矿物、二次矿物、有机质等。对于某一种土壤, 土壤固相率是相对稳定的数值, 同一种类土壤, 影响固相率大小的主要因素是外力的作用, 如耕作、压实等。土壤固相率的大小反映了土壤的紧实程度, 影响土壤的透水性能。对于多数旱作土壤来说, 适宜的三相比为: 固相率 40%~50%, 液相率 25%~30%, 气相率 15%~25%。如果气相率低于 8%, 会妨碍土壤通气而抑制植物根系生长和好气微生物的活动^[6]。由于培肥处理均采用同一机械, 故只选择了心土混层耕区和对照作比较(见图 1(a)、(b))。从图 1 看出, 心土混层耕改土区和对照区表层土壤三相比差异不大, 二者的差异主要受当年中耕影响所致; 20~25 cm 土层, 对照区的主要矛盾在于固相率高达 60%, 气相率不足 5%。心土混层耕改土后, 土壤固相率比对照降低 6.31%,

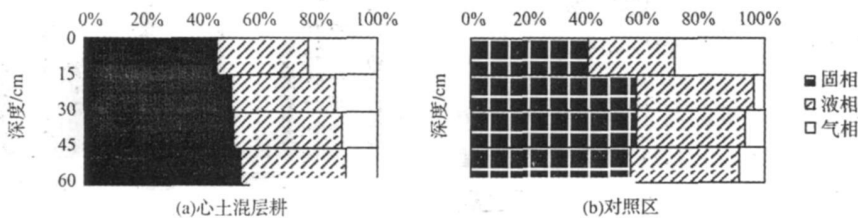


图 1 两个处理的土壤三相比

液相率降低 4.19%，气相率提高 10.49%；30~35 cm 土层，心土混层耕改土区固相率比对照降低 5.47%，气相率提高 5.46%；45~50 cm 土层两处理区差异不大。此外，心土混层耕改土后，降低 20 cm 以下的心土层的土壤容重明显(见图 2)，20~50 cm 土层的土壤孔隙度平均比对照提高 5%~6.68%(见图 3)，表

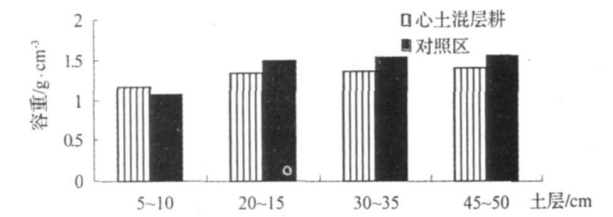


图 2 不同处理的容重

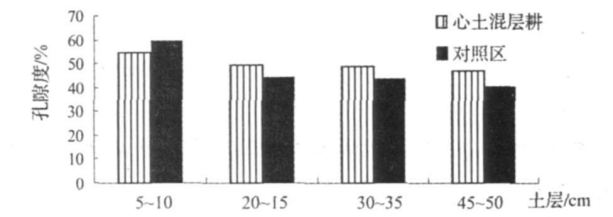


图 3 不同处理的孔隙度

明改土作业 4a 以后，仍可见其效果。

2.2 心土培肥对土壤全量养分的后效影响

调查土壤全量养分结果如表 1 所示。由表 1 看出，全氮、全磷含量均呈现由表层向下递减。20~30 cm 各心土培肥处理全氮含量均高于对照，30~50 cm 仅以两个施钙区明显高于对照；20~30 cm 土层磷钙综合培肥区全磷含量最高，以下两层各处理间均无太大变化，这可能同施入的改土物料中含有氮素有关。心土混层耕和磷钙综合培肥区的 0~20 cm 和 20~30 cm 的全钾含量较高，其它各处理和各层之间无明显差异，均由表层向下逐渐增加。土壤有机质含量 0~20 cm 各处理差异不明显，20~30 cm 层次高磷培肥区和磷钙综合培肥区较高，分别为 34.2 g·kg⁻¹和 35.7 g·kg⁻¹，30~50 cm 则以钙培肥区和磷钙综合培肥区最高，超过了 20 g·kg⁻¹。从中可看出心土培肥对土壤全量养分仍有一定的影响。

2.3 心土培肥对土壤其他养分的影响

各处理土壤碱解氮调查结果如图 4 所示。

表 1 心土培肥对土壤全量养分的影响

养分	深度/cm	心土混层耕	钙培肥区	低磷培肥区	高磷培肥区	磷钙综合培肥	对照
全氮/g·kg ⁻¹	0~20	2.15	2.50	2.27	1.82	2.03	1.96
	20~30	2.15	2.50	1.75	1.51	1.73	1.06
	30~50	0.74	1.07	0.86	0.93	1.08	0.82
	50~60	0.63	0.66	0.52	0.75	0.46	0.75
	60~80	1.48	1.60	1.56	1.59	1.33	1.42
全磷/g·kg ⁻¹	0~20	1.48	1.60	1.12	1.20	1.44	0.78
	20~30	0.80	0.98	0.72	0.65	0.57	0.73
	30~50	0.70	0.75	0.73	0.76	0.58	0.77
	50~60	39.59	28.43	29.88	30.14	41.96	32.28
	60~80	39.78	29.56	30.93	34.30	41.82	35.63
全钾/g·kg ⁻¹	0~20	40.20	28.79	30.32	33.30	30.27	31.26
	20~30	27.53	27.90	27.24	33.74	29.30	35.04
	30~50	43.40	45.00	48.40	46.70	48.10	50.30
	50~60	26.60	29.30	24.50	34.20	35.70	24.40
	60~80	16.80	22.20	19.50	18.30	22.60	15.60
有机质/g·kg ⁻¹	0~20	13.70	15.70	15.10	15.20	16.10	15.30
	20~30						
	30~50						
	50~60						
	60~80						

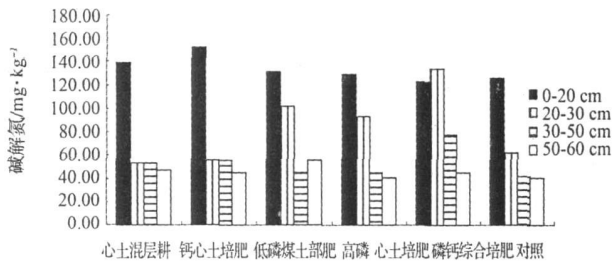


图 4 不同处理对碱解氮的影响

各处理 0~20 cm 土层碱解氮含量相似，20~30 cm 层次以三个磷培肥最高，其中以磷钙综合培肥碱解氮含量最高，磷培肥处理次之，30~50 cm 层次磷钙综合培肥最高，此层次可能是由于采样误差造成

了数值上的差异；从有效磷分析结果看出(见图 5)，各处理之间差异大，无规律性；心土层土壤有效磷含量，各改土处理区均明显高于对照，但由于大田作业精度比较低，导致施入的改土物料不均匀，磷培肥和

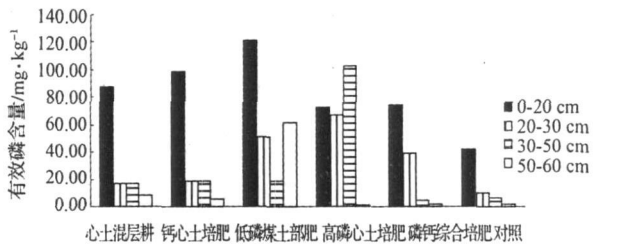


图 5 不同处理对有效磷的影响

高磷培肥处理相比较, 分别在不同层次上出现较高的数值。磷钙综合培肥处理心土层有效磷含量增加不明显, 可能是由于钙和磷混合后导致有效磷下降, 有待于进一步深入研究。施钙区土壤 pH 明显高于其他处理 (见图 6), 但钙、磷综合改土区改善土壤 pH 效果不明显, 其原因有待于进一步研究。钙培肥处理增加了交换性钙、镁的含量 (见图 7, 图 8)。

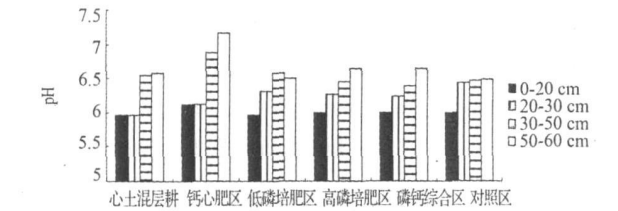


图 6 心土培肥对土壤 pH 的影响(水浸)

2.4 心土培肥对作物产量的影响

本试验对大豆进行了 3a 的产量调查, 调查结

果如表 2 所示。

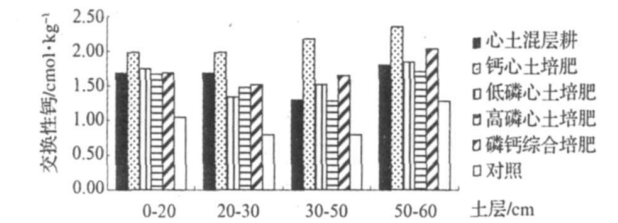


图 7 不同施肥处理对交换性钙的影响

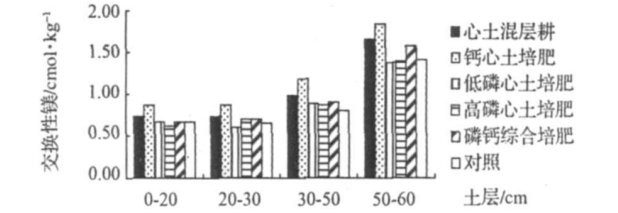


图 8 不同施肥处理对交换性镁的影响

从表 2 看出, 各改土处理区均比对照增产显著,

表 2 心土培肥大豆增产效果						
处 理	2003 年	2004 年	2005 年	均值	5%显著水平	1%显著水平
磷钙综合培肥区	2501.8 (127.27%)	3076.0 (113.72%)	3331.6 (121.73%)	2969.8 (120.27%)	a	A
低磷培肥区	2450.7 (124.67%)	3075.95 (113.71%)	3116.5 (113.87%)	2881.1 (116.68%)	a	A
钙培肥区	2205.7 (112.21%)	3176.7 (117.44%)	3149.3 (115.07%)	2843.9 (115.18%)	a	A
高磷培肥区	2454.7 (124.88%)	3059.76 (113.11%)	2914.4 (106.49%)	2809.6 (113.79%)	a	A
心土混层耕区	2120.2 (102.78%)	3066.6 (113.37%)	3105.6 (113.47%)	2764.1 (111.94%)	a	A B
对照	1965.7 (100%)	2705.0 (100%)	2736.9 (100%)	2469.2 (100%)	b	B

注: 括号内数据为相对产量/%, 其余数据为实际籽实产量/ $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

除心土混层耕外, 各心土培肥区均达到差异极显著水平, 而不同培肥物料的培肥效果不同, 增产效果依次为: 磷+钙>低磷>钙>高磷>心土混层耕, 但培肥物料之间差异不显著。表明改土 3 a 后磷钙综合培肥处理增产效果最好, 可能是由于磷和钙之间的互作效应发挥了肥料的最佳利用率。

3 结论

- 3.1 机械处理 4a 后改良白浆土物理性质效果仍然十分明显。心土混层耕和对照区表层土壤三相比差异不大, 20~35 cm 土层土壤固相比例降低, 液气比例有所上升; 孔隙度 20~50 cm 机械处理区平均比对照高 5.00%~6.68%。
- 3.2 心土培肥对提高土壤全量养分有一定效果。各处理区土壤全氮、全磷、有机质含量高于对照。
- 3.3 白浆土心土有效磷含量随施磷量的增加而增加, 心土施钙提高土壤 pH, 增加了交换性钙、镁的含量, 提高土壤的保肥能力。但钙、磷综合改土区调

节土壤 pH 效果及改善土壤磷素状况效果不明显, 其原因有待于进一步研究。

3.4 连续 3a 产量调查结果, 磷和钙配施增产效果最显著, 比对照平均增产 20.27%, 但不同培肥物料之间产量差异不显著, 二者的互作效应还需进一步探讨。

参考文献:

[1] 黑龙江省土地管理局. 黑龙江土壤[M]. 北京: 农业出版社, 1992.

[2] 赵德林, 刘峰, 贾会彬, 等. 心土混层耕改造白浆土效果研究[J]. 中国农业科学, 1994, 27(4): 37-44.

[3] 刘峰, 张玉龙, 贾会彬, 等. 三段式心土混层犁及其改良白浆土效果的研究[J]. 农业工程学报, 2001, 17(3): 57-61.

[4] 陈恩凤. 土壤肥力物质基础及其调控[M]. 北京: 科学出版社, 1990: 11-19.

[5] 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, 2000.

[6] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.