

连续施用氮、磷化肥对黑土胶体性质及酶活性影响的研究

赵国栋

王兆荣

(吉林省农业科学院土肥所)

(东北农学院土壤教研室)

摘 要

本试验是在东北农学院院内黑土上,于1982年开始的化肥长期定位试验的基础上,初步研究了连续施用氮、磷化肥对黑土胶体性质及酶活性的影响。结果表明,连续施用化肥(N、P)使胶体比表面积增加,有利于胶体对磷的吸附和固定,使土壤胶体保水性减弱。氮、磷化肥对土壤脲酶活性没有影响,对过氧化物酶活性有抑制作用,而对中性磷酸酯酶活性的影响较复杂,尚待更长期的定位试验加以研究。

在土壤学的微观领域研究中,土壤肥力的基础物质——有机无机复合体(亦土壤胶体)的研究以及参与一切生物化学过程的酶的研究具十分重要的意义。纵观国内外,关于土壤胶体和土壤酶的研究,虽作了大量工作,但有关农业技术措施,特别是连续施用化肥对土壤胶体性质及酶活性影响的研究,资料甚少,因此,本文拟就长期定位试验的基础上初步研究,连续施用化肥对黑土胶体性质及酶活性的影响,为此方面的研究提供参考。

一、材料和方法

(一) 供试土壤:

系东北农学院院内黑土,采集土(0—20cm)混合样,秋收后采样。其基本理化性质有机质2.9%,全N0.109%,全P0.051%,C/N为15.5。

(二) 试验设计:

系化肥田间定位试验,处理如下:

N ₀ P ₀	N ₀ P ₁	N ₀ F ₂	N ₀ F ₃	N ₀ P ₄
N ₁ P ₀	N ₁ P ₁	N ₁ F ₂	N ₁ F ₃	N ₁ P ₄
N ₂ P ₀	N ₂ P ₁	N ₂ F ₂	N ₂ F ₃	N ₂ P ₄
N ₃ P ₀	N ₃ P ₁	N ₃ P ₂	N ₃ F ₃	N ₃ P ₄
N ₄ P ₀	N ₄ F ₁	N ₄ P ₂	N ₄ P ₃	N ₄ P ₄
N ₅ P ₀	N ₅ P ₁	N ₅ P ₂	N ₅ P ₃	N ₅ P ₄

施肥间隔为氮2.0kg/亩,磷为1.31kg/亩。本试验是在以上30个处理中,氮选4个水平N₀(空白),N₁,N₃,N₅;磷选4个水平P₀(空白)P₁,P₃,P₄,组合共16个处理为分析研究项目,选择1983、1985两年土样,进行有关项目的测定,此定位试验从1982年开始。田间排列

为区组内随机排列,裂区试验,主区为N,年间重复。

(三) 分析项目及测定方法:

1. 小于2μm的土壤复合体的分离。称取一定量的0.25mm的风干土样,加水制成5:1的悬液,经超声波分散20分钟(2.15千赫兹,300mA),将分散的土样洗入高型

烧杯中，加水制成4%悬液，按机械分析法，规定时间，从10cm深处用虹吸管吸出小于 $2\mu\text{m}$ 的复合胶体，反复操作，直至悬液接近澄清为止，将所得悬液用巴氏滤管浓缩（不加化学凝聚剂），在 $40-50^{\circ}\text{C}$ 红外灯干燥备用⁽¹⁾。

2. 胶体比面积的测定。用乙二醇乙醚法⁽⁴⁾。

3. 胶体吸磷量的测定。取1克样品，加入 P_2O_5 浓度为50ppm的磷酸二氢钾溶液25mL，震荡1小时，吸取滤液用钼锑抗法定量，加入量减去剩余量即为吸磷量⁽³⁾。

4. 胶体吸水量的测定。取一定量的样品，装入一端包有滤纸的细玻璃管内，把玻璃管提高1cm，让其自由落下，反复进行100次，再把玻璃管置于吸水滤纸上，吸足水分后称重⁽¹⁾。

5. 过氧化物酶活性的测定。按K.A.KoSlov法(1964)⁽³⁾。

6. 中性磷酸酶活性测定。按M.A.Tabataba法与J.M.Bremer(1969)法⁽⁸⁾。

7. 脲酶活性测定。用蒸馏滴定法⁽⁹⁾。

二、结果与讨论

(一) N、P化肥对土壤胶体性质的影响。

1. 氮、磷化肥对土壤胶体($2\mu\text{m}$)比面积的影响。N、P化肥对土壤胶体比面积的影响见表1。

表1 土壤胶体($<2\mu\text{m}$)比面积(m^2/g)

磷处理	氮处理	N ₀			N ₁			N ₃			N ₅			平均
		1983年	1985年	差值	1983年	1985年	差值	1983年	1985年	差值	1983年	1985年	差值	
P ₀	1983年	394.8			411.1			408.9			400.9			403.7
	1985年		391.1			411.4			414.5			411.8		407.2
	差值			-3.7			0.3							10.9
P ₁	1983年	381.3			409.4			400.9			406.0			399.4
	1985年		393.9			413.0			419.6			405.4		408.0
	差值			12.6			3.6							-0.6
P ₃	1983年	411.8			413.2			418.4			408.8			413.0
	1985年		406.4			416.1			414.6			411.8		414.8
	差值			-5.4			2.9							3.0
P ₄	1983年	406.6			404.6			411.0			408.6			407.7
	1985年		411.8			419.6			425.3			419.1		418.9
	差值			5.2			15.0							10.5
平均		398.6	400.8		409.3	415.1		409.8	421.0		406.1	412.0		

(1) N肥对比表面积的影响。从表1可见，随着施N量的增加，无论1983年，还是1985年，比表面积都相应地增加，只是到了N₅水平又有下降，但仍比N₀区高，见图1。产生这种现象的原因可以从化肥对腐殖质的影响来说明。据研究，土壤施用有机物料后，

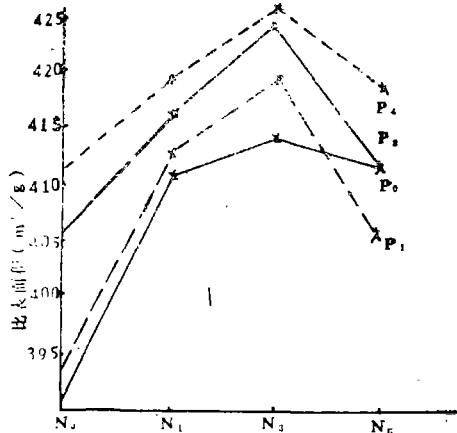


图1 比表面积与N肥的关系

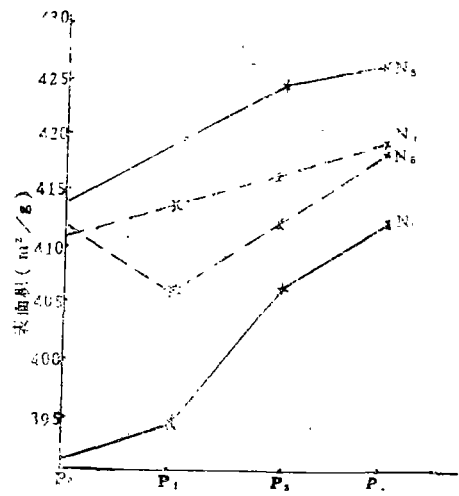


图2 比表面积与P肥的关系(1985年)

比表面积有降低的趋势⁽²⁾。土壤复合胶体去除有机质后,无机胶体上被有机胶体占据的面积被释放出来,因而使表面积增加。

从本试验来看,随着化肥用量的增加,土壤有机碳和B有下降的趋势,(B为稳结合态腐殖质,详情另文发表)因此被它结合的无机胶体部分的表面,因有机胶体的降低而被释放出来,从而使比表面积增加。(2)磷肥对比表面积的影响。随着施P量的增加,比表面积则有相应增加的趋势,见表1,1985年较1983年更明显见图2。产生这种现象的原因,亦可以从P肥对土壤有机质的影响加以说明(同氮,略)。

表2 土壤胶体($< 2 \mu\text{m}$)吸磷量($\text{mg}/100\text{g}$)

磷处理	氮处理	N ₀			N ₁			N ₃			N ₆			平均
		1983年	1985年	差值	1983年	1985年	差值	1983年	1985年	差值	1983年	1985年	差值	
P ₀	1983年	25.6			28.1			34.2			35.7			30.9
	1985年		31.1			33.2			37.8					33.0
	差值			5.6			2.1			3.6				3.8
P ₁	1983年	25.1			27.6			32.2			34.2			29.8
	1985年		30.7			31.2			39.2					32.7
	差值			5.6			3.6			7.1				5.4
P ₃	1983年	27.1			28.1			33.2			34.7			20.8
	1985年		29.7			30.7			37.3					32.5
	差值			2.6			0.6			4.1				3.1
P ₄	1983年	26.5			27.6			31.2			37.3			30.6
	1985年		26.6			28.7			35.2					30.2
	差值			0.1			1.1			4.1				1.7
平均		26.1	29.5	3.5	27.9	30.2	2.4	32.7	37.4	4.7	35.5			

另从1983、1985两年的结果比较可见，随着施肥年限的增加，胶体比表面积，随之增加见表1中的差(值)，表现在差值皆为正。

总之，随着N、P化肥和施用年限的增加，土壤胶体比表面积有相应增加的趋势。

(二) 氮、磷化肥对土壤胶体吸磷量和吸水量的影响

土壤胶体的吸磷量和吸水量可以反映出土壤的保肥性和保水性。1983、1985两年土壤胶体的吸磷量和吸水量见表2、表3。

从表2可见，随着施N量的增加，土壤胶体吸磷量则有相应增加的趋势。1983、1985两年都显示同样的规律性(见图3)。

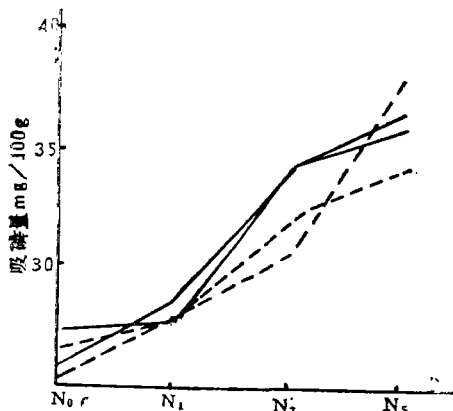


图3 吸磷量与N肥的关系(1983年)

从1983、1985两年结果比较可见，随着施肥年限的增加，吸磷量则相应增加。(见表2中的差值)，这说明，土壤胶体对P的吸附和固定作用加强了。

总之，随着施N量和施肥年限的增加，胶体吸P量有增加的趋势。说明土壤胶体对P的吸附和固定作用加强，相应地供P能力就降低了。

随着施肥量的增加，除对照区外，胶体吸水量有相应降低的趋势，如N₁区从65.6%降到61.2%，其它N区亦然。

因此，施用化肥，特别是大量施用化肥对胶体保水性能有不良的影响。

(三) 氮、磷化肥对土壤酶活性的影响。

1. N、P化肥对土壤脲酶活性的影响。施肥对土壤脲酶活性的影响见表4。

从表4可见，随施N量或施P量的增加，土壤脲酶活性，无论是1983，还是1985年，变化都不大，说明，施肥(N、P)对土壤脲酶活性影响较小。脲酶活性可以反映一定的

表3 土壤胶体($< 2 \mu\text{m}$)吸水量
〔1985年〕(%)

氮、磷处理	N ₀	N ₁	N ₃	平均
P ₀	44.0	65.6	51.8	53.8
P ₁	57.9	59.8	50.5	56.1
P ₃	57.0	59.0	47.6	54.3
P ₄	51.7	60.2	46.6	52.6
平均	52.7	61.2	49.1	

产生这种现象的原因之一是由于随N肥用量的增加，比表面积相应增加，使胶体吸附P的面积就相对增大，因此，吸P量增加。其次，由于与无机胶体结合的有机胶体的变化，主要是降低，粘土矿物表面的正电荷(原被有机质覆盖)就被释放出来，因此，就加强了对H₂PO₄⁻和HPO₄⁻离子的吸附。再次，由于带正电荷的无机胶体，三、氧化物的释放也增加了对H₂PO₄⁻和HPO₄⁻离子的吸附和固定，从而使吸磷量增加。

随着施P量的增加，胶体吸P量增减幅度很小，说明P肥本身对胶体吸磷量的影响不大，而影响较强的是N肥。

成土条件，但在一定的成土条件下，它对化肥还是比较稳定的。有人研究了施用量相当于50ppm的14种肥料，对土壤脲酶活性的影响，结果表明，它们对脲酶活性没有影响⁽⁵⁾。А.И.Чулєрова(1974)认为单施无机肥，对脲酶活性，蛋白酶活性几乎没有影响⁽⁵⁾。本试验结果与上述结论是一致的。

表4 土壤脲酶活性(NH₃-N mg/g)

酶活性 磷处理	氮处理	N ₀		N ₁		N ₃		N ₅		平均
		1983年	1985年	1983年	1985年	1983年	1985年	1983年	1985年	
		P ₀	1983年	3.90		3.34		3.79		
	1985年		4.35		5.40		—		5.51	5.09
F ₁	1983年	4.25		4.59		4.36		3.90		4.28
	1985年		4.86		5.28		4.13		3.90	4.77
F ₃	1983年	4.13		—		3.67		2.79		3.85
	1985年		4.59		5.97		4.36		—	4.97
F ₄	1983年	—		4.13		4.13		3.90		4.05
	1985年		3.67		5.74		4.59		4.59	4.65
平均		4.09	4.37	4.02	5.60	4.00	4.36	3.96	4.97	

2.N.P化肥对土壤中中性磷酸酶活性的影响。施肥对磷酸酶活性影响见表5，5从表5可见，随着施N量或施P量的增加土壤磷酸酶活性，无论1983年，还是1985年都是变化不大。

表5 土壤中中性磷酸酶活性〔P—硝基酚mg/g·h〕

酶活性 磷处理	氮处理	N ₀		N ₁		N ₃		N ₅		平均
		1983年	1985年	1983年	1985年	1983年	1985年	1983年	1985年	
		P ₀	1983年	13.4		14.0		11.0		
	1985年		13.1		12.3		9.8		12.7	12.0
P ₁	1983年	12.2		14.0		10.8		12.5		12.4
	1985年		12.9		13.1		10.0		11.6	11.9
F ₃	1983年	13.7		15.1		12.5		11.9		13.3
	1985年		12.8		13.1		10.4		10.4	11.7
P ₄	1983年	15.1		14.0		11.6		12.5		13.3
	1985年		11.0		12.3		11.0		12.2	11.4
平均		13.6	12.5	14.3	12.7	11.5	10.3	12.7	11.5	

磷酸酶在土壤中的情况是比较复杂的，所以造成了许多研究者的矛盾报道和解释。А.И.Чулєрова指出，一次施用单一化肥不能经常引起土壤酶活性的相应提高⁽⁵⁾。张志明(1984)指出，磷酸酶活性和速效P有明显的负相关⁽¹⁰⁾，而同年，周礼恺等(1984)

指出,不曾发现磷酸酯酶活性与有效P呈负相关⁽¹⁰⁾。看来,认为施用矿质肥料会减弱磷酸酯酶活性的说法,至少对黑土说来是不一定正确的⁽¹⁰⁾。有人研究指出,N肥能促进栗钙土和碱土的磷酸酶活性,但在N肥的基础上施用P肥则会降低它的活性⁽⁵⁾,而在N、P化肥不同组合的情况下,中性磷酸酶活性有增、有减,亦有其道理。看来矛盾很多,尚待研究。

3. N、P化肥对土壤过氧化物酶活性的影响。过氧化物酶在腐殖质形成中具有重要作用,施肥对过氧化物酶活性的影响见表6。

表6 土壤过氧化物酶活性〔0.01N碘毫升数/g土〕

磷处理	氮处理 酶活性	N ₀		N ₁		N ₃		N ₅		平均
		1983年	1985年	1983年	1985年	1983年	1985年	1983年	1985年	
P ₀	1983年	8.8		6.3		3.8		2.3		5.3
	1985年		7.3		7.5		6.5		6.5	6.9
P ₁	1983年	8.9		6.1		3.3		1.3		4.9
	1985年		7.3		7.0		6.7		6.0	6.7
P ₃	1983年	8.5		4.8		2.6		1.2		4.3
	1985年		7.5		6.5		6.3		5.5	6.4
P ₄	1983年	7.4		3.8		1.8		1.3		3.5
	1985年		7.5		6.5		6.3		6.0	6.6
平均		8.4	7.4	5.2	6.9	2.8	6.4	1.5	5.8	

从表6可见,随着施N量的增加,过氧化物酶活性,有随之降低的趋势(见图4)。1985年虽也有降低趋势,但幅度没有1983年大,说明长期施N肥,此酶活性有一个稳定下降的过程。

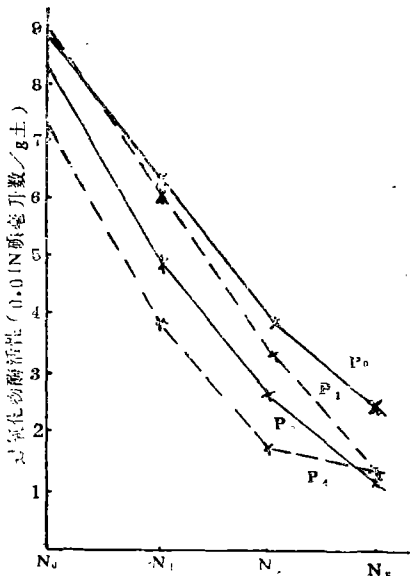


图4 过氧化物酶活性与N肥关系(1983)

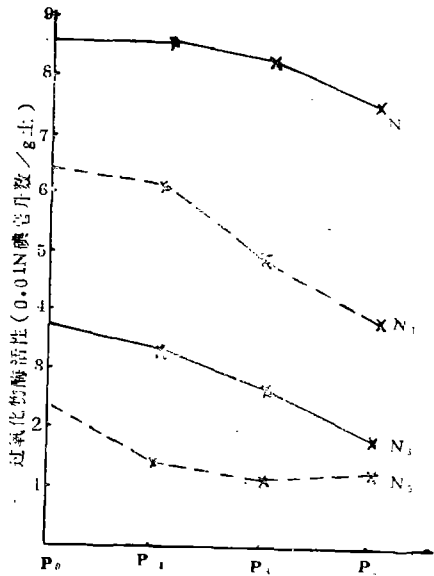


图5 过氧化物酶活性与P肥关系(1983)

随着施P量的增加, 无论1983年, 还是1985年, 过氧化物酶活性都有明显降低的趋势见(图5)。

总之, 随着化肥(N、P)用量的增加, 土壤过氧化物酶活性有降低的趋势, 说明N、P化肥对过氧化物酶有抑制作用, 这与其它学者对酶的研究结果很相近^(3, 5, 6)。

三、结 语

连续施用N、P化肥对土壤胶体性质及酶活性有很大影响。

(一) 连续施用化肥(N、P)使胶体比表面积增加, 有利于胶体对P的吸附和固定, 使土壤胶体保水性减弱。

(二) N、P化肥, 对土壤脲酶活性没有影响, 对过氧化物酶活性有抑制作用, 而N、P化肥配施对中性磷酸活性的影响较复杂, 尚待更长的定位试验加以研究。

参 考 文 献

- (1) 王兆荣、崔正中: 三江平原白浆土有机无机复合体的研究, 《东北农学院学报》1985年, 第4期。
- (2) 傅积平等: 太湖地区水稻土复合胶体的特性, 《土壤学报》, 1983, 20卷, 第2期。
- (3) 李庆民、尹达龙: 黑土肥力变化特点及其与土壤复合胶体性质的关系, 《土壤学报》, 1982, 19卷4期。
- (4) 马赞杰: 测定土壤比表面积的乙二醇乙醚吸附法, 《土壤》, 1981, 13卷, 3期。
- (5) 关松荫: 土壤酶与土壤肥力, 《土壤通报》, 1980, 6期。
- (6) 周礼恺等: 黑土的酶活性, 《土壤学报》, 1981, 18卷, 2期。
- (7) 弘法健三、藤沢徹: 腐植粘土复合体に関する研究《日土肥志》, 1961—1966, 32—35卷。
- (8) 郑洪元、张德生编著: 《土壤动态生物化学研究法》, 科学出版社, 1982。
- (9) 哈兹耶夫著, 郑洪元等译: 《土壤酶活性》, 科学出版社, 1980。
- (10) 中国科学院林业土壤研究所编: 《土壤肥力研究论文集》, 辽宁科学技术出版社, 1984。

THE EFFECTS OF APPLYING N P FERTILIZERS CONSTANTLY ON THE PROPERTIES OF COLLOID AND MAIN ENZYME ACTIVITIES IN BLACK SOIL

zhao Guodong

(Jilin Academy of Agricultural Sciences)

Wang zhaoRong

(Northeast Agricultural College)

ABSTRACT

The results of the experiment showed: The specific surface area of Colloid and the amount of absorbed P were increased; the water

(下转第59页)

3. 国家拨给一定的资金

许多国家都非常重视涝洼地的治理,如制定政策或法律,投放资金和人力等。我省涝洼地的治理,要视工程的规模、质量,有的项目国家应给予投资或贷款,有的项目可动员群众自己出资。资金要专款专用,防止挪用。投资治理后很快可收回成本。据我国南方一些省市实践,投资较少的排水工程当年增收部分即可收回成本;投资较多的塑料暗管排水工程一般3~5年也可收回成本,经济效益高。经济发达国家所以竞相发展暗管排水,主要是从经济效益考虑,认为有利可图。

4. 充分发挥科技人员的作用

发挥科技人员在总体规划、技术攻关方面的作用,委托各有关科研单位搞好试点,为涝洼旱地大幅度增产提供有效的技术措施。在涝洼地和涝洼盐碱地种稻治涝方面,重点研究涝洼盐碱地种稻的限制因素及其对策。包括对不良气候因素的抗、耐、避措施及不良生态条件下的改造和相应的增产技术,这对进一步扩大我省水稻生产面积有着重要作用。

参 考 文 献

- 〔1〕李景淳等:关于吉林省水利建设的展望,《吉林水利》,1983年,第3期,57—59页。
- 〔2〕严思诚编著:《农田地下排水》,水利电力出版社,1986年。
- 〔3〕水利部科学技术情报研究所:国外地下排灌技术简介,《农田地下排灌科研报告论文集》,1980年,252—261页。
- 〔4〕钟光天等:如何种好涝洼地调查报告,《黑龙江农业科学》,1982年,第1期。
- 〔5〕吉林省农业技术推广站:地膜覆盖旱种水稻改造涝洼地的有效途径,《梗稻科技》,1985年,第1期,55—58页。
- 〔6〕陈学武:万发涝区工程效果与经济分析,《吉林水利》,1981年,第1期,31—32页。
- 〔7〕C. W. Doty et al., Controlled and reversible drainage Post, Present and future; (ASAE 1979 Winter meeting, 1979/12/11—14, New Orleans), 1979, 20.

(上接第55页)

retaining Capacity was decreased with the increasing of N and P applied and experiment time. The activity of urease in soil was not effected and catalases was restricted by N and P applied. The effect of N, P applied on neutral phosphatase was showed complicatedly and should study further in the future.