

# 大豆肥田机制的研究<sup>\*</sup>

## V. 大豆对耕层土壤结构性的影响

马和平 龚振平 王国义 焦景宇 岳才军 沈昌蒲

(东北农业大学 哈尔滨 150030)

**摘要** 在大豆盛花期和结荚期,土壤水稳性团聚体数量达到最大值,比苗期增加30%。玉米区土壤在同一时期水稳性团聚体也达到最大值,比苗期增加23%。但在收获期,大豆区水稳性团聚体比苗期增长16%,而玉米区却减少33%。大豆区团聚体(0.5—1mm和1—2mm粒径)对水的稳定性指数比玉米高17.5%。从水分能量观点出发,易于被作物从中吸收有效水分的0.05—0.01mm和0.01—0.05mm的孔径孔隙,大豆区始终高于玉米区。作物吸收水分较困难的 $>0.05\text{mm}$ 和 $<0.005\text{mm}$ 孔径孔隙,在大豆生育期中迅速减少,至收获期仍低于玉米区。

**关键词** 大豆;土壤结构;水稳性指数;当量孔径孔隙

**中图分类号** S 565.1S 158.3 **文献标识码** A **文章编号** 1000—9841(2001)04—0257—05

## 0 前言

大豆肥田机制的研究在前面四篇报道的主要内容是,由于大豆根系有旺盛的新老更替,在苗期土壤全氮下降后,至分枝期迅速回升,更替了土壤全氮,最终超过了原土壤全氮。同时,根系新老更替不断丰富土壤有机物,从苗期开始改善土壤结构,直至结荚期以后逐渐形成多级复合团聚体。

在农业生产和农业研究中都指明改善土壤结构有利于土壤水、肥、气、热状况同时改善,有利于作物生育和增加产量。如黑龙江省的深松耕法(1977)利用间隔深松创造了两种土壤环境,从而解决了雨季贮水和旱季供水的矛盾,获得了高产。张福修等人<sup>[1]</sup>(1982)人为配成淋溶黑土30cm深土层不同的土壤结构,在正常气候条件下,土壤容重重量 $1.2—1.3\text{g}/\text{cm}^3$ ,甚至 $1.4\text{g}/\text{cm}^3$ 的玉米产量比 $1.0—1.1\text{g}/\text{cm}^3$ 增产17%左右;谷子产量也有同样的趋势但文中未阐明不同容重重量的相应孔隙状况。姚贤良<sup>[2,3]</sup>在1965及1979年研究论文中精辟地指出,土壤结构与土壤肥力是一个统一体。土壤

孔隙是土壤肥力的调节器。

大豆的土壤结构从土壤固相看来,多级复合团聚体及其上附有的各种腐解、半腐解物可做为团聚体水稳性胶结物和土壤养分潜在来源。而多级复合团聚体和多级孔隙的关系,则是团聚体的级别越多,孔隙的级别也越多,孔隙数量也越多;团聚体的水稳性越强,多级孔隙良好效应保持也越久。

本项研究的目的是继第四篇大豆对耕层土壤微形态的动态影响深入研究大豆土壤水稳性团聚体数量变化和水稳性指数以及有利于作物吸收水溶液的孔径孔隙情况。

## 1 方法及材料

### 1.1 试验设计及研究内容

1988年在玉米—大豆—春小麦三区轮作的部分麦茬上划出三小区,分别设置大豆、玉米和休闲区,并按大豆生育期在各小区取土样,5次重复。探讨和比较各小区土壤水稳性团聚体的动态变化。

1989年在原玉米—大豆—小麦轮作第三周期试验地上,每区取 $2300\text{m}^2$ 面积,不设重复,多点取

\* 收稿日期:2000—07—21

资金项目:国家自然科学基金资助。

作者简介:马和平(1949—),男,农学硕士,从事耕作制度方面土壤水分动态研究。

样分析。研究大豆 0.5—1mm 和 1—2mm 粒级团聚体对水的稳定性指数和> 0.05mm、0.05—0.01mm 和 0.01—0.005mm 当量孔径孔隙的动态变化,并以玉米同样指标动态为对照。

1.2 研究方法

水稳性团聚体数量采取湿筛法,分别在大豆 6 个生育期,分 5 个粒级进行测定。  
团聚体对水的稳定性指数是采取砂芯漏斗及 G<sub>4</sub> 号砂芯漏斗法<sup>[4]</sup>,分别在 0、5、10、15、20 和 25cm 水柱吸力下,测试快、慢湿润下的土样释水量,用求积仪求出大豆和玉米的释水面积,得出它们团聚体对水的稳定性指数。

大豆生育期中各级当量孔隙是采取吸力平板法<sup>[5]</sup>。0—0.06b 采用石英砂吸力平板法,并以水柱平衡。0.06—1b 采用高岑土吸力平板法,并用真空泵抽气减压平衡。

2 结果与讨论

2.1 大豆耕层土壤水稳性团聚体动态

大豆、玉米、休闲三个处理五个生育期的测定结果(表 1)表明,大豆自分枝期水稳性团聚体开始增加,盛花期达最大值(27.4%)。大豆盛花期是根重和根生长量最大时期,是新老根系更替旺盛时期,也是土壤全氮含量最高时期。玉米在此时期水稳性团聚体也达到最大值,但比大豆低 14%,而且玉米区在相当大豆盛花期以后,其降低速度比大豆快,至大豆收获期仅为大豆区的 56%。80 年代,国营农场红兴隆农科所汪炎炳<sup>[6]</sup>在土壤有机质含量 4—6%肥沃土壤上进行的测定,也表明与本研究在有机质含量 3%土壤上也有同样的变化趋势。即玉米区和小麦区的水稳性团聚体分别为大豆区的 81.5%和 68.3%。在水稳性团聚体各个粒级当中,0.25—0.5mm 粒级占比重最大,其它二区也有同样趋势,但没有大豆区含量稳定。本项目中各粒级增加最明显的是 0.5—2mm 粒级,即使在收获时大豆区仍达 15.3%,而玉米和休闲区此时期只有 6%—8%。

表 1 大豆生育期土壤水稳性团聚体的变化  
Table 1 The effect of soybean on the waterstable aggregates

作物 Crops	相当大豆生育期	各级土壤水稳性团聚体含量(%)					
	Equivalent of soybean	The contents of soil water stable aggregates(%)					总量 T otal%
	growing stages	0. 25—0. 5mm	0. 5— 1mm	1— 2mm	2— 3mm	> 3m m	
大豆 Soybean	苗期 Seedling	10. 5	6. 9	3. 0	0. 2	0. 2	20. 8
	分枝 Branching	11. 4	6. 6	2. 0	1. 0	0. 9	21. 9
	盛花 Blooming	11. 9	9. 7	3. 9	1. 7	0. 2	27. 4
	荚期 Podding	10. 6	11. 5	2. 8	0. 9	0. 2	26. 0
	鼓粒 Pod filling	10. 3	12. 1	1. 3	0. 5	0. 3	24. 5
	收获 Harvesting	7. 9	10. 8	4. 7	0. 6	0. 1	24. 1
玉米 Com	苗期 Seedling	8. 5	6. 9	2. 9	0. 3	0. 1	18. 7
	分枝 Branching	12. 3	5. 5	1. 3	0. 7	0. 2	20. 2
	盛花 Blooming	11. 5	7. 0	4. 9	1. 2	0. 1	24. 7
	荚期 Podding	9. 5	5. 8	1. 2	0. 7	0. 2	17. 4
	鼓粒 Pod filling	8. 4	6. 6	0. 7	0. 2	0. 2	16. 1
	收获 Harvesting	6. 7	5. 0	1. 0	0. 6	0. 2	13. 5
休闲 Fallow	苗期 Seedling	11. 0	5. 3	2. 3	0. 4	0. 5	19. 5
	分枝 Branching	9. 7	6. 9	2. 3	0. 7	0. 6	20. 2
	盛花 Blooming	7. 6	6. 1	3. 1	2. 7	0. 0	19. 5
	荚期 Podding	6. 8	7. 2	1. 4	0. 9	0. 2	16. 5
	鼓粒 Pod filling	6. 2	7. 4	1. 2	0. 6	0. 6	16. 0
	收获 Harvesting	6. 7	7. 1	0. 9	0. 5	0. 1	15. 3

通过 L、S、D 检验,本试验结果(表 2)表明,种植大豆使土壤水稳性团聚体总量增多,与玉米区、休闲

区差异极显著。

表 2 土壤水稳性团聚体含量的 L、S、D 检验

Table 2 The L、S、D test of the content of soil

处理 Treatment	waterstable aggregates		
	水稳性团聚体平均含量(%)		
	The mean content of soil waterstable aggregates(%)	$\bar{X}$ —17.9	$\bar{X}$ —18.7
大豆 Soybean	24.0	6.1**	5.3**
玉米 Com	18.7	0.8	
休闲 Fallow	17.9		

注: L、S、D(0.05)为3.16 L、S、D(0.01)为4.5

## 2.2 大豆区土壤团聚体水的稳定性指数动态

评价土壤水稳性团聚体除其数量外,尚需评价其质量,即在土壤水分移动时它耐水冲击的程度。一般用对水的稳定性指数表示,即对每个团聚体样

表 3 土壤团聚体对水稳定性指数(A/B)

Table 3 Aggergates stability index on water(A/B)

作物 Crops	粒级(mm) Size(mm)	7月27日 July 27	8月27日 Aug. 27	9月27日 Sep. 27	平均 Mean	差值 Difference of value
大豆 Soybean	0.5—1.0	0.807	0.899	0.744	0.816	100
	1.0—2.0	0.665	0.786	0.537	0.662	100
	0.5—1.0	0.700	0.777	0.714	0.713	87.3
玉米 Com	1.0—2.0	0.561	0.570	0.501	0.545	82.3

## 2.3 大豆茬土壤当量孔隙量的动态

土壤当量孔隙是指各级土壤吸力段相当的土壤孔隙。其数量在同一土壤与作物根系活动密切相关。

从土壤水分能量观点出发,根据杨金楼等<sup>[7]</sup>的研究(1982)报道,0.05—0.01mm和0.01—0.005mm孔径孔隙的土壤毛管作用较强,其中的水分运动较缓慢,易被作物根系吸取,是较好的孔径孔隙。根系只需0.06—0.6b能量就可从中吸取水分。>0.05mm孔径孔隙通气良好,但其中水分自由移动快,作物难以利用;而从<0.05mm孔径孔隙吸取水分,作物根系要消耗>0.6b,甚至3—8b能量。马和平(1984)在黑土培肥研究中<sup>[8]</sup>也取得了类似的结果。

本研究采用了石英砂吸力平板法分别测定了大豆区和对照玉米区土壤>1.2mm—<0.005mm七个等级孔径孔隙含量的百分数。为便于比较,图中用四个等级表示: A、B为最便于根系吸取水分的0.05—0.01和0.01—0.005mm孔径孔隙。C、D为

本进行快湿润(A)和慢湿润(B)。经用吸力平板法在0.5、10、15、20、25cm六个水柱吸力下,取其释水量值绘于图纸上,再以求积仪求出每个样本快慢湿润的释水面积。A/B释水面积比值越接近1,该样本对水的稳定性越强。

从表1看出,大豆团聚体占变动比例较大的是0.5—1mm和1—2mm粒级,它们对水的稳定性指数(表3)0.5—1mm比1—2mm指数高,玉米区也有同样的趋势。从7月至9月期间,以8月27日测定的指数达到最大。大豆0.5—1mm粒级团聚体达到0.899最高值。大豆区与玉米区比较,8月下旬、玉米区土壤团聚体比大豆低14.6%,平均值比大豆低12.7%。结果表明,大豆土壤的团聚体的水稳性比玉米的土壤团聚体强,无论是在土壤毛管水运动时或大水浇灌时都较稳定。

作物根系难以吸取水分的>0.05mm和<0.005mm孔径孔隙。

大豆播种后,A和B两级孔径孔隙逐渐增多,盛花期最高,它们分别是10.3%和6.4%。玉米区动态趋势与大豆相似,但数值始终不及大豆区。至大豆成熟期(9月末)这两级孔径孔隙分别比玉米区高25%和两倍。收获后,大豆区仍分别比玉米区高5%和两倍。大豆区土壤最佳孔径孔隙增多,相应地>0.05mm和<0.005mm孔径孔隙减少。这种减少的趋势从幼苗期开始下降,尤其是<0.005mm孔径孔隙迅速下降了10%,秋收后由于少雨,土壤粒子凝聚,相应<0.005mm孔径孔隙增多。

由此看来,大豆生育过程形成了多级复合团聚体的同时,改善了土壤孔隙状况,使最佳的中级孔径孔隙增多,根系在吸取同样数量水分时,消耗的能量少。如果大豆茬上能保持较多的最佳孔径孔隙,使后作物吸取水溶液时节省的能量用于生育,可以说这一点也是大豆肥田机制之一。

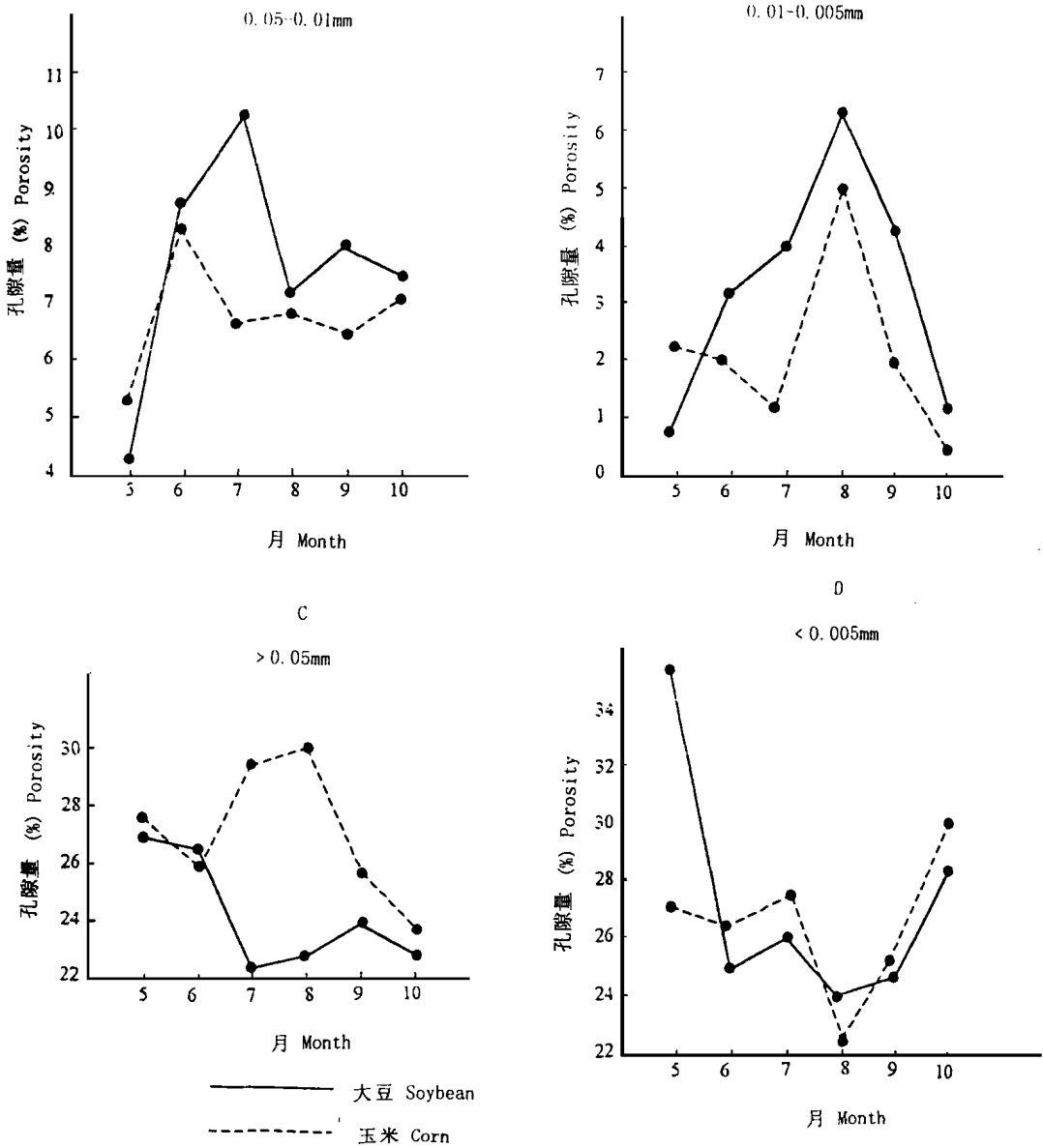


图1 大豆对当量孔径孔隙动态影响

Fig.1 The effect of soybean on the dynamic of apertural pores

## 4 结论

大豆生育期间根群代谢旺盛,对土壤的穿插、挤压以及其腐解物就地吸附在多级复合团聚体上(该孔隙壁上),从而改善了团聚体垒结状况和团聚体的品质。

4.1 提高了水稳性团聚体的数量及适宜大小团聚体的比例。

4.2 提高了团聚体对水的稳定性指数,即使是快湿润也较好的保持了团聚体不分散。

4.3 增加了适宜大小的孔径孔隙,改善了土壤导水、蓄水状况,有利于作物根系利用。

4.4 大豆生育改善了土壤物理状况,它在肥田机制中的作用与其增加土壤有机质和含氮物质同样重要。

## 参考文献

- 1 张福修,刘传富,赵作民.黑土耕层不同松紧度对作物生育的影响[J].耕作学会论文集,1982
- 2 姚贤良.土壤结构的肥力意义[J].土壤学报,1965,Vol.13,111

3 姚贤良. 土壤物理条件对植物生长的影响和调节作用[ J]. 土壤学进展, 1979, 11— 15.

4 柯福源. 水对土壤结构稳定性试验方法的探讨[ J]. 土壤通报, 1982, (4): 219— 225.

5 徐福安. 介绍一种测定土壤孔隙的新装置[ J]. 土壤, 1983, (1): 17— 20.

6 汪炎炳, 刘安奎. 关于有机物改土和不同耕法对土壤肥力影响的初步探讨[ C]. 黑龙江省国营农场耕作制度农艺流程调整与改革学术讨论会论文选编, 1982, 86— 92.

7 杨金楼, 朱连龙, 朱济成. 上海地区土壤持水特性研究[ J]. 土壤学报, 1982, (4): 331— 342.

8 马和平. 黑土培肥与土壤物理性质关系的研究[ D]. 东北农学院研究生毕业论文集, 1986, 43— 45.

STUDY ON THE MECHANISM OF SOYBEAN S FERTILIZING SOIL

5. The effect of soybean on the structure of the tilith soil

Ma Heping Gong Zhenping Wang Guoyi Jiao Jingyu Yue Caijun Shen Changpu

(Northeast Agricultural University , Harbin 150030)

**Abstract** The content of soil water stable aggregates reaches the maximum value during soybean blooming and podding stage, which is 31.7% higher than it's seedling stage. The corn plot also reaches the maximum value at the same stage, which is 22.9% higher than it's seedling stage. During the soybean harvesting stage, the stable aggregates are 15.9% higher than it's seedling stage and the corn plot decreases by 32.8%. The water stable index (0.5—1mm and 1mm—2mm aggregates) is 17.5% higher than corn plot. From the point of water energy, the water in which maybe easy to be absorbed by root, soybean, plot is higher than corn plot all along.

**Key words** Soybean; Soil structure; Water stable aggragate; Water stable index; Equivalent pore

欢迎订阅 2002 年《北方园艺》

《北方园艺》是由黑龙江省农科院主管, 黑龙江省园艺学会、黑龙江省农科院园艺分院共同主办的以科学研究与技术普及相结合的大型综合性科技期刊。主要报道蔬菜、果树、瓜类、花卉、植保等研究内容。设有: 试验研究、保护地栽培、品种介绍、技术推广、经验交流、植物保护、生物技术、储藏加工、科技窗口、广告信息、农事历、普法园地等栏目。读者对象为科研院所研究人员、大专院校师生、各市、县、乡、镇农技推广人员, 农民科技户、专业户及各大农场农户等。

《北方园艺》为双月刊, 16 开本 80 页, 平订, 彩四封及内插彩页印刷, 国内外公开发行, 全年定价 36 元。邮局订阅的邮发代号: 14—150, 也可随时汇款到编辑部订阅, 地址: 哈尔滨市哈平路义发源《北方园艺》编辑部贾丹萍收, 落款单请写清您的姓名、详细地址及邮编, 留言注明“订××年全年期刊字样”。如需挂号请另加邮资(全年)12 元。

本刊常年承揽四封、内插彩页、黑白内页广告业务, 价格合理, 反馈信息好, 欢迎广为利用。

邮政编码: 150069 电子信箱: bfybjb@mail.hl.cn

电话(传真): 0451—6674276 或 13603609906