

# 大豆肥田机制的研究<sup>\*</sup>

## IV. 大豆对耕层土壤微形态的动态影响

王国义 张培英 孙聪殊 沈昌蒲

(东北农业大学, 哈尔滨 150030)

**摘要** 本研究采取培养液法和偏光显微镜法研究了大豆对耕层土壤形态的动态影响。结果表明, 1、以大豆根系代谢培养液处理干筛1—2mm团聚体, 可使其14%成为水稳性团聚体, 达到1%的显著水平。2、耕层土壤的团聚体品质及其垒结状况的改善是随着大豆生育进程逐渐形成的; 尤以大豆苗期和开花期的两个代谢高峰为耕层土壤团聚体品质的改善提供的胶结物质最多; 随着大豆的生长发育, 其根系的穿插、挤压作用为耕层土壤复合性团聚体的形成提供了动力。

**关键词** 大豆; 代谢培养液; 土壤微形态; 团聚体

**中图分类号** S **文献标识码** A **文章编号** 1000—9841(2001)03—204—05

## 0 前言

在本研究前三个部分已探明了大豆根系在生长过程中有较频繁的新老更替的特性; 明确了在常规技术条件下大豆根系在分枝期至开花期生长迅速, 结荚期达到高峰; 明确了在常规技术和正常降雨条件下种植大豆增加了土壤有机质和全氮含量。

生产者对大豆茬土的评价认为后茬播种前不需要进行耕作, 说明大豆茬土的耕层构造及土壤微形态已适合后茬作物的要求。

前人在大豆根系对土壤结构方面有一些报道。刘美金<sup>[1]</sup>(1988)报道丰产大豆地因腐殖质胶结物质多, 并形成较多的有机、无机复合体, 土壤结构和土壤孔隙得到改善。Rovira A. D.<sup>[2]</sup>(1956)和Aamcure V. (1965)都报道过大豆根系在生长期向土壤分泌各种有机物, 如糖类、氨基酸等。Harris R. F (1966)报道土壤团聚体的形成与旺盛活动的大豆根系有关。Skidmore W. A 等(1975)报道, 大豆根系改变土壤孔隙分布, 进而影响土壤水分含量和水分传导。然而这些研究只阐明了大豆对耕层物理影响的某个侧面。为了探讨大豆对土壤结构的影响是否为肥田机制之一, 本文着重系统研究大豆根系在土壤中遗留物和对土壤微形态的影响。

## 1 材料和方法

本试验采用室内营养液培养试验和田间取样分析相结合的方法。

1.1 采用通用培养液栽培法研究大豆根群的代谢和用代谢培养液处理土壤团聚体。具体做法: 种子发芽后移入盛有5000ml的培养液的大烧杯中培养观察。种子用0.1%AgCl溶液表面消毒。烧杯也事先在烘箱中160℃灭菌处理6小时。每烧杯1株, 6次重复, 烧杯外壁用内黑外白布罩套住, 对照区为玉米(每烧杯1株, 3次重复)和谷子(每烧杯3株, 3次重复)。

1—2mm直径团聚体缺点备方法: 春季播种前从田间取0—3cm耕层土壤, 混合、风干, 过1—2mm网眼筛, 称取50g干筛团聚体放于培养皿中。半数培养皿是经过160℃6小时灭菌的, 另一半培养皿不灭菌, 作为对照。用三种作物代谢培养液和空白培养液各25g处理培养皿中的团聚体(表1)。每处理3次重复。然后放入恒温箱中28—30℃培养30天。每两天各补加一次代谢培养液或空白增培养液, 以保持团聚体湿度。培养结束后, 用机械水算是筛测定各处理水稳性团聚体含量。

1.2 土壤薄片制做方法及土壤微形态观察。连续两年在东北大学香坊农学试验站三区轮作中的大豆地取土样(前茬均为玉米)。此外1990年于校内

\* 收稿日期: 2001—02—23

项目来源: 国家自然科学基金资助。

作者简介: 王国义(1961—1993), 男, 农学硕士, 从事耕作制度方面的土壤微形态研究。

试验地(前茬也为玉米)分别在播前、收后及大豆5个生育期取土样。取样深度为0—10cm、10—20cm和20—30cm。样本取出后保持土壤不受任何扰动风干。自然风干后用不饱和聚脂树脂固结。固结后经切、磨制成厚0.02—0.03mm的土壤薄片,在偏光显微镜下镜检并显微拍照。

表1 培养液法的1—2mm团聚处理  
Table 1 Soil treatment with various culture solution

灭菌团聚体 Autoclaved aggregates		未灭菌团聚体 Non autoclaved aggregates	
A	空白培养液	a	空白培养液
B	大豆代谢培养液	b	大豆代谢培养液
C	玉米代谢培养液	c	玉米代谢培养液
D	谷子代谢培养液	d	谷子代谢培养液

## 2 结果与分析

### 2.1 大豆根群的代谢特点

大豆培养液中生长,生育环境改变,含水量高,根系缺氧,不着生根毛,根瘤(人工接种)的着生以主根上最多,较粗侧根上着生较少。侧根向水平方向伸展至杯壁后,急转直下。根系在培养液中密布成网状。从V<sub>1</sub>开始,杯底有许多絮状物。从V<sub>2</sub>开始,侧根每天都有根系物质脱落,只剩下呈透明丝条状的表皮,这一进程是从侧根的根尖部位开始,逐渐向根基推移,并很快脱落,然后在靠近基部位又长出新根,这与本研究第一篇报道的田间观察是一致的。从V<sub>2</sub>开始到开花前,杯底的絮状物质增加不明显,从开花期开始,杯底出现了大量絮状物质,而培养液的色泽逐渐从无色加深至淡黄色。这说明大豆根系在生育期间的代谢极为旺盛。从杯底的絮状物增厚和培养色泽变化,可以推断大豆根系的新老更替和分泌物有两个高峰,一是在苗期,一是在开花期。这一结论与前人研究结果较一致<sup>[6]</sup>。在大豆接近成熟期,叶片脱落,根系很快变为褐色将近死亡,为不使死亡根系参与团聚体培养,移出植株,收集代谢培养液。

玉米在培养液中生长不如大豆。玉米的主根粗壮,但侧根不多,二、三级侧根极细,整个根系分布不均,横向分布不如大豆,但着生少量根毛。从烧环底的脱落物厚度和溶液色泽变化情况,可以肯定其脱落物和分泌物不如大豆根系,且主要集中在苗期,也未观察到有新老根系的更替现象。谷子在培养液中生长极差,地上部几乎不长,只是新老叶片

在更替,主根发育差,次生根只有4条、两轮根系,近似水平分布。杯底只有薄薄一层絮状物。生长期未见到新老根系的更替现象。

### 2.2 代谢培养液对土壤团聚体质量的影响

用大豆、玉米和谷子培养液处理灭菌和未灭菌的1—2mm直径的团聚体,试验结果经方差分析,区组间和土壤团聚体灭菌和不灭菌处理之间差异不显著,培养液与灭菌处理相互作用间差异也不明显。说明土壤团聚体的水稳性提高是由培养液本身,即培养液中的根系分泌物,脱落物及老根系分解物引起的。

为了比较各代谢培养液之间的差异显著性,用新复级差法对各种培养液之间差异做多重比较。从表2中可以看出,大豆和玉米的代谢培养液和空白培养液的团聚体水稻性比较差异显著,谷子代谢培养液和空白培养液差异不显著,而大豆代谢培养液的团聚体水稳性与其它培养液处理的团聚体的差异达到1%的显著水平。

表2 四种培养液处理土壤团聚体水稳性含量的多重检验  
Table 2 Multiple-inxpection of aggregate stability treated with for culture solutions

培养液 Culture solution	平均水稳性团聚体% Mena waterstable aggregates	差异显著性 Significance of difference	
大豆代谢培养液 Metabolic c. s. of soybean	28.7	5%	1%
玉米代谢培养液 Metabolic c. s. of com	21.0	b	B
谷子代谢培养液 Mecabolic c. s. of millet	16.5	bc	B
空白培养液 Blank c. s.	14.7	c	B

### 2.3 大豆对耕层土壤微结构的影响

1988年至1990年连续并重复采取大豆各生育时期的耕层原状土样,制成薄片后进行微形态动态观察。

春播前原玉米茬土壤的微形态,从薄片上(图1)看出,其土壤颗粒排列紧密,呈累迭状,透明度较差,团聚体内孔隙少,团聚体间孔隙多为裂隙状,且有少量植物残体和碳化植物残体。

玉米茬种植大豆以后,大豆苗期的土壤颗粒垒结紧密,透光性稍有改善,团聚体以简单团聚体居多。孔隙仍为裂隙状。但从薄片中可以看到靠近根系的部位有较多的棕红色物质,呈絮凝状,表现出较强的胶结作用(图2)。这是大豆根冠和根冠上的粘胶层(图3)的腐解物,也有较厚的,由薄壁

细胞构成的皮层根系在更替时遗留的腐解物(图4)。在孔隙周围的团聚体颗粒明显增大。这一观

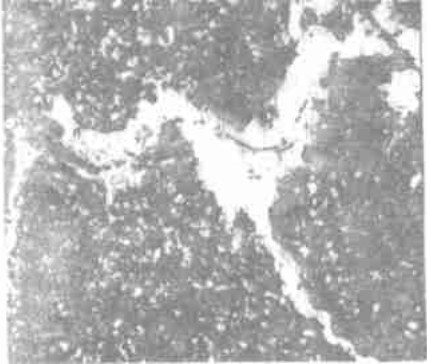


图1 大豆播前的玉米茬土的简单团聚体的撕裂状孔隙 60X

Fig. 1 Simple aggregates and tear up type pores of corn stubble field before soybean sowing 60X



图3 大豆根尖纵剖面, 示其根冠及粘胶 (桂明珠供稿)

Fig. 3 The longitudinal section of soybean root apex. Show the rootcap and mucilage (Supplied by Gui Mingzhu)

大豆分枝期土壤颗粒垒结逐渐疏松(图5), 而且近根处更为明显。透光性逐渐加强, 观察到较大的团聚体内有大小不一的小团聚体, 成为多级化、多形态、多孔隙和其较明显的连通性, 而且红棕色有机物包被在大小团聚体之间。随着大豆生长发育, 其根量逐渐增大, 其穿插、挤压作用增大, 这为土壤水稳性团聚体的形成提供了动力。

大豆开花期是新根系迅速生长, 新老代谢旺盛和土壤含氮物质超过原土壤含量的时期, 土壤颗粒垒结疏松(图6), 土体透光性好, 团聚体多为多级复合团聚体, 并且团聚体的形态由不规则形变成规则的圆形或椭圆形, 团聚体间孔隙增多, 增大, 连通性好。从内部孔隙周围透过的大量棕红的物质可以看出这些有机物已和土壤基质高度融合交织在一起。

察结果与大豆代谢培养液处理获得较多的水稻性团聚体结果以及根系新老更替表现出高度一致。

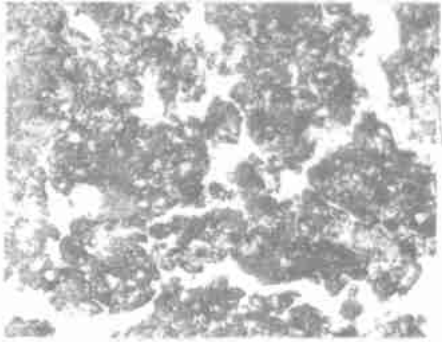


图2 大豆苗期根系穿插孔隙使之呈网状, 团聚体呈块状

Fig. 2 Soybean roots penetrating and squeezing the soil at seedling. The pore become netshape and aggregates become blocklike



图4 大豆新根系的横剖面, 示其薄壁细胞构成的皮层较厚, 易于分解 (桂明珠供稿)

Fig. 4 The cross section of soybean new root. Show the thicker and easy decomposable cortex (Supplied by Gui Mingzhu)

这些说明大豆开花期的根群和根瘤群代谢极为旺盛, 改善团聚体的品质和垒结状况作用也最大。

大豆结荚期和鼓粒期团聚体形状更为规则, 垒结疏松。薄片可观察到大量的半分解根系残体(图7)。孔隙连通性好, 呈现树枝和网状的多形态、多级孔隙。

大豆收获后, 其茬土的土壤颗粒垒结极疏松(图8), 团聚体圆形和椭圆形, 具有多级复合团聚体, 垒结成彼此连通的树枝状和网状的多形态, 多级孔隙。根系被腐解后遗留的孔隙周围有一层棕褐色的物质贴附层, 保持了所形成的孔隙稳定性。薄片可见到大量半分解根系残体, 并有多形态腐殖质与土壤基质融合。这也说明在大豆后茬中还有大量的半分解残体可转化为土壤有机质和含氮物质。



图 5 大豆分枝期的土壤微形态。根孔呈网状，透明度渐强 60X

Fig. 5 The micromorphology of soil at soybean branching. The pore space like reticular and transparency increases gradually 60X

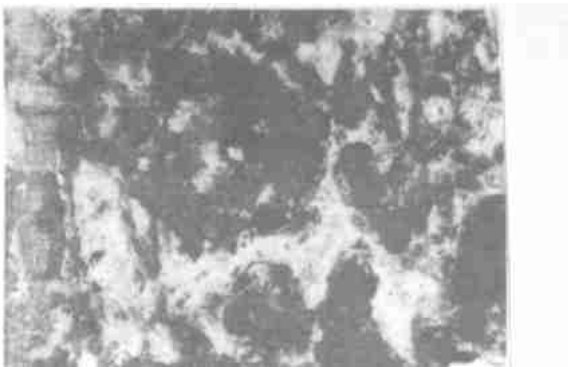


图 6 大豆开花期的土壤微形态，团聚体渐呈圆形，并有多级复合体 60X

Fig. 6 The micromorphology of soil at soybean flowering. The aggregates become round and oval shape gradually, and has multidegree pore in it



图 7 大豆根系腐解和半分解物包被于团聚体上和贴附于孔隙壁上 60X

Fig. 7 The decay and semidecay pieces wrapt the aggregate and stuck on the wall of pore space 60X

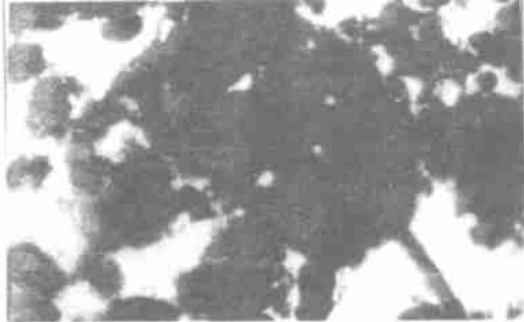


图 8 大豆收获后的土壤微形态。土壤颗粒垒结极疏松。团聚体及孔隙皆呈多级状 60X

Fig. 8 The micromorphology of soil after soybean harvest. The soil particles built very loose. The aggrtgates and pore space all appear multidegree

3 结语

3.1 大豆代谢培养法直接观察到了大豆不同生育期根系代谢特点和进程。大豆茬土薄片镜检法，也直接观察到了大豆根系在土壤穿插和挤压形成多级复合团聚体和多级孔隙，和将其腐解物就地成为团聚体稳定的胶结剂过程。两个试验都说明了大豆对耕层土壤微结构的改善作用是随着大豆生长发育的进程而逐步完成的。

3.2 两试验都指出大豆苗期和开花期是两个代谢高峰。

3.3 大豆全生育期的根群和根瘤群大量分泌物、脱落物及腐解物是提高团聚体品质的基本物质，而大豆根系新老交替和穿插、挤压是形成多级复合团聚体的动力。它们是大豆肥田机制中两个相辅相成的行为。

3.4 大豆根茬及根瘤的 C/N 比率低，易于腐解，但在收获后的土壤薄片上观察到在多级复合团聚体间有大量半分解物。

参 考 文 献

1 刘美金, 据忠和, 吴跃忠. 丰产大豆的施肥、管理及其效果[ J ]. 土壤肥料, 1988, 2.

2 Rovira A. D. Diffesion of carbon compound away from wheat roots [ J ]. Aust. J. Biol Sci. 1969, 22: 1287—1290.

3 Jamcuna V, Hovadlk A. Root exudates of plants 2 composition of root exudates of some vegetables[ J ]. Plant soil 1965, 22: 21—32.

4 Harris R. F, Chesters G Anon D. N. Dynamics of soil aggregation [ J ]. Adv. Agron. 1966, 18: 107—169.

5 Skidmore W. A., Carstenson W. A, Banbury E. F. Soil changes resulting from cropping[ J ]. Soil Sci. Soc. Am. J 1975, 39: 964—967.

6 Brown D. A. Anwar U. H. A porous membrane root culture technique for growing plants under controlled soil conditions[ J ]. Soil Sci. Soc. Am. J. 1984, 48: 692—695.

## STUDY ON THE MECHANISM OF SOYBEANS FERTILIZING SOIL

### IV The dynamic effect of soybean on micromorphology of The tilth soil

Wang Guoyi Zhang Peiying Sun Congshu Shen Changpu

(Northeast Agricultural University 150030)

**Abstract** Metabolic cultural solution method and polarizing microscopic techniques selected for this experiment. The results are as follows: ①Exudates and matters in the metabolic cultural solution of soybean root are cementing agent to improve the quality of soil aggregates, which reaches the level of 1% significance. ②The dynamic effect of soybean on micromorphology of tilth soil shows it changes the simple aggregates of corn stubble field to round or ellipse shape and multidegree compound aggregates and multidegree pore space with soybean various growing stages. ③The colloid cementing compound aggregates is the abscission substance, secretion and the decayed old roots. The motive force to multistage aggregates is the action of penetration, keeping apart and squeezing by soybean new roots.

**Key words** Soybean; Cultural solution; Micromorphology of tilth soil; Aggregate

## 《黑龙江农业科学》2002 年征订启事

《黑龙江农业科学》是黑龙江省农业科学院主办的综合性农业学术期刊。是全国优秀期刊、黑龙江省优秀期刊, 入选《中国学术期刊(光盘版)》。主要报道作物育种、耕作栽培、植物保护、土壤肥料、果树蔬菜、植物生理、农业气象等方面的最新科研成果、研究进展、实用新技术及丰产经验等。设有科研报告、生产技术、专题综述、国内外科技动态及科技简讯等栏目。本刊发行面广, 读者群大: 农业科研工作者、农业院校师生、国营农场及各级农业技术推广部门的科技人员、管理干部和广大农民群众等。

《黑龙江农业科学》编辑部为适应市场经济需要, 开展了广告业务, 并将以优惠价格刊载各类广告。

《黑龙江农业科学》为双月刊, A4 开本, 52 页, 每逢单月 10 日出版。每期定价 5.00 元, 全年为 30.00 元。邮发代号 14—61, 全国各地邮局(所)均可订阅。漏订者可汇款至本编辑部补订(不另收邮费)。

地 址 哈尔滨市南岗区学府路 368 号

《黑龙江农业科学》编辑部

联系电话 (0451)6668373

邮政编码 150086