

# 大豆连、轮作土壤微生物生态分布与大豆 孢囊线虫群体动态的研究\*

刘增柱 周玉芝 韩静淑

(中国科学院沈阳应用生态研究所)

## 摘 要

连作与轮作大豆各生育期土壤微生物生态分布和大豆孢囊线虫群体动态的研究结果表明,无论土壤微生物总数或大豆根表微生物总数的动态变化,均以细菌数量占绝对优势,其次是放线菌。真菌最少。根表微生物总数大于土壤微生物总数的几十倍到100多倍。大豆各生育期微生物总数以开花期为最多,其次是成熟期,再次是分枝期。根瘤密度和大豆孢囊密度以成熟期为最大,其次是开花期,分枝期最小。微生物总数和根瘤密度,轮作区高于连作区。孢囊密度则相反,连作区高于轮作区。值得注意的是,真菌数量动态变化与孢囊密度动态变化是一致的,其次序是分枝期<开花期<成熟期。这种吻合可能有着内在的联系,有待进一步研究。

**关键词** 连作与轮作体系;孢囊线虫;分枝期;开花期;成熟期

土壤是微生物、植物、土壤动物等构成的一个特殊生态环境,它们与作物生长、发育、致病性等的关系极为密切,一直受到国内外学者的关注和重视<sup>[1,2,3,4]</sup>。Nishio等开始研究连、轮作土壤微生物数量和作物根面真菌组成的差异<sup>[5]</sup>。迄今对大豆连、轮作体系土壤微生物特性、大豆孢囊线虫群体动态变化与大豆根瘤变化的三者关系的报导尚属不多。本工作在进行连、轮作大豆不同生育期土壤微生物生态分布和大豆根表微生物数量动态变化的比较基础上,着重探讨大豆孢囊线虫的动态变化,试图为深入研究连、轮作大豆不同生

\* 国家自然科学基金资助项目内容。

本文于1989年10月20收到。

This paper was received on Oct. 20, 1989.

育期土壤微生物、大豆孢囊线虫和根瘤三者之间关系,有效地发挥有益微生物作用和防治大豆孢囊线虫危害提供依据。本文是 1987 和 1988 年,两年研究结果的总结。

## 一、材 料 和 方 法

(一)试验区的选择:大豆孢囊线虫(*Heterodera glycines*)主要在砂碱干旱地区发生。因此,我们以辽宁省黑山县大虎山镇,镇西大队和康平县农业推广试验中心为实验地,两个试验区连、轮作面积各为  $10 \times 60 \text{ m}^2$ 。连、轮作形式和年限如表 1 所示。耕作措施、田间管理同一般生产田。

表 1 连、轮作形式和年份  
Tab. 1 Patterns continuous and rotational cropping and year

试 验 区  Plot	年 份  口	1986	1987	1988
黑 山	1	大豆 →	大豆 →	大豆
	2	玉米	→ 高粱	→ 大豆
	3	高粱	→ 大豆	→ 高粱
康 平	1	大豆 →	大豆 →	大豆
	2	高粱	→ 玉米	→ 大豆
	3	玉米	→ 大豆	→ 玉米

(二)分析方法:1987、1988 两年分别于大豆播种前(4 月末),分枝期(7 月中旬),开花期(8 月中旬)和成熟期(9 月末)进行采样。

1. 大豆孢囊线虫的测定:用 Fenwick 罐浮选法测定土壤中大豆孢囊数量;用组织(大豆根)染色分离法<sup>[3]</sup>在低倍光学显微镜可观察侵染根部的线虫和土壤中大豆孢囊。

2. 大豆根瘤密度的测定:在大豆各生育期选择代表性植株,每个试验区连根带土挖出 20 株,用水浸泡冲洗后,记录每株根瘤数。

3. 土壤样品菌悬液的制备:按常规法。

根表样品菌悬液的制备:将采集的大豆根系用自来水泡 10 分钟左右,然后冲洗至根上基本无土,再用无菌水冲洗数次,直到肉眼见不到土粒为止。将根系上水滴用无菌滤纸吸干,用无菌剪刀将根系剪成 1~2cm 长的小段,称取 5g 于盛有 50ml 水和 5g 石英砂的已灭菌的三角瓶中,振荡制成菌悬液,即为分析根表微生物的样品。

菌的分离:用稀释平板法,细菌用肉汁蛋白胨培养基,真菌用马丁培养基,放线菌用甘油入门冬酰胺培养基。计数、换算成每克干土(或干根)的菌数。

## 二、结 果 与 讨 论

### (一)连、轮作体系大豆各生育期的大豆孢囊线虫的孢囊和根瘤密度的动态变化

大豆孢囊线虫寄生在大豆基部和根上,危害大豆根部,被害株叶子变黄,植株矮小,甚至枯死。根据大豆孢囊线虫发生的条件,发展规律和寄生生活史,我们在 1987 和 1988 年对连、轮作大豆各生育期测定了大豆孢囊线虫的孢囊数量变化与根瘤密度的变化。结果如表 2。

表 2 大豆连、轮作体系各生育期土壤大豆孢囊数及根瘤数量动态

Tab. 2 Quantitative dynamics of soil cyst-forming and root nodules in continuous and rotation cropping systems of soybean on each growing period

试 验 区 Plot	项 目 Item	孢囊数(个/100 克干土) No. of cyst-forming (No. /100 g. dry soil)			根瘤数(个/株) No. of root nodules (No. /pear)		
		1987	1988	1987 比 1988 增加(减少)%	1987	1988	1987 比 1988 增加(减少)%
黑 山 县	连 作	分枝期	40.0	167.0	76	—	—
		开花期	105.0	210.5	50.1	3.45	2.9
		成熟期	215.3	314.0	31.4	14.23	10.1
	轮 作	分枝期	37.0	52.0	28.8	—	—
		开花期	53.0	74.8	29.1	29.52	32.7
		成熟期	83.0	95.6	13.1	36.75	38.4
康 平 县	连 作	分枝期	49.0	133.0	63.1	—	—
		开花期	98.0	184.3	46.8	4.14	3.5
		成熟期	138.4	278.0	50.2	17.32	15.4
	轮 作	分枝期	23.0	20.4	13.2	—	—
		开花期	64.0	69.3	7.6	24.87	26.3
		成熟期	74.1	74.0	0.1	29.46	30.5

大豆连、轮作与土壤中大豆孢囊线虫的孢囊数量变化的关系是:1987 年和 1988 年比较,连作使土壤大豆孢囊线虫的孢囊数量增加;黑山试验区平均增加 52.5%,康平试验区平均增加 53.4%。根瘤数量减少;黑山试验区平均减少 29.8%,康平试验区平均减少 15.3%。轮作使土壤中大豆孢囊线虫的孢囊数量减少;黑山试验区 1988 年比 1987 年平均减少 14.2%,康平试验区平均减少 5.2%。轮作使大豆根瘤增加;黑山试验区平均增加 6.9%,康平试验区平均增加 4.3%。这是因为大豆孢囊线虫寄主专化性较强,只寄生豆科植物。大豆重茬、迎茬发病重,与非豆科作物轮作发病轻,轮作年限越长,发病越轻,土壤残留孢囊量也降低越多。

大豆各生育期,连、轮作土壤中大豆孢囊数量的动态变化,从表 2 可以看出,总趋势是

无论连作或轮作,土壤中大豆孢囊数量随生育期后延均增加,根瘤数量也以成熟期最多。这与大豆孢囊线虫的生活史有着密切的相关性。东北地区以辽宁的气温高些,大豆孢囊线虫一年发生3~4代(早熟品种3代,晚熟品种4代),以每年的5月中到9月中,几乎每20~30天为一代。而世代与世代之间有重叠现象,所以土壤中大豆孢囊数量越来越增多,连作更符合这一规律。

### (二)连、轮作大豆各生育期土壤微生物的动态变化

连作与轮作大豆各生育期土壤微生物每克干土中所含的微生物的动态变化分析结果见表3。从微生物总数的消长看,无论是连作或轮作,大豆分枝期以后,菌数逐渐上升,到开花期达到高峰,成熟期显著下降。在微生物三大类群中,细菌总数在整个大豆生育期占绝对优势。连作区明显低于轮作区。

表3 大豆连、轮作体系各生育期土壤微生物数量动态( $\times 10^3$ 个/克干土)

Tab. 3 Quantitative dynamics of soil microorganisms in continuous and rotation cropping systems of soybean ( $10^3$ /g. dry soil)

项 目 Item		黑 山 县		康 平 县	
		连 作 (大豆→大豆)	轮 作 (高粱→大豆)	连 作 (大豆→大豆)	轮 作 (玉米→大豆)
播 种 前 期	微生物总数	122.2	253.2	155.1	203.3
	细 菌	110	230	144.2	190.0
	放 线 菌	12.0	23.0	10.6	13.0
	真 菌	0.24	0.24	0.29	0.31
分 枝 期	微生物总数	216.3	286.8	212.1	245.9
	细 菌	210.0	280.0	206.4	240.0
	放 线 菌	6.2	6.5	5.5	5.8
	真 菌	0.45	0.34	0.10	0.17
花 期	微生物总数	4036.5	9854.5	8565.1	12003.2
	细 菌	4020.0	9840.0	8562.7	12000
	放 线 菌	16.0	14.0	1.8	2.7
	真 菌	0.59	0.53	0.54	0.53
成 熟 期	微生物总数	649.1	976.4	199.8	322.5
	细 菌	630	940	179.2	290
	放 线 菌	18.0	36.0	19.8	32.0
	真 菌	1.10	0.41	0.87	0.57

放线菌数量动态变化与细菌不同,变化幅度不大。分枝期的菌数低于播种前期,而成熟期又高于播种前期。连作区明显低于轮作区。这是由于放线菌是典型的好气性有机体,土温适宜,又比较缺水的条件下,是其繁殖的有利条件。辽宁省春、秋季雨量少,较干燥,适宜放线菌的生长繁殖。而7、8月份,是多雨时期,土壤水分大,不利放线菌的生长繁殖。

土壤真菌区系的动态变化,是随作物的生长其数量不断增加,以成熟期最高,其次序为开花期>分枝期>播种前期。其明显特点是连作区高于轮作区,这一数量动态变化与细菌、放线菌区系变化不同(这问题与根表真菌的结果一起讨论)。

### (三)连、轮作体系大豆各生育期根表微生物生态分布的动态变化

表4 大豆连、轮作体系各生育期大豆根面微生物数量动态( $\times 10^5$ 个/克·干根)

Tab. 4 Quantitative dynamics of root surface microorganisms in continuous and rotation cropping systems of soybean on each growing stage ( $10^5$ /g. dry root)

项 目 Item		黑 山 县		康 平 县	
		连 作 (大豆→大豆)	轮 作 (高粱→大豆)	连 作 (大豆→大豆)	轮 作 (玉米→大豆)
分 枝 期	微生物总数	257.0	219.4	248.5	215.2
	细 菌	256.9	219.2	248.4	215.1
	放 线 菌	0.12	0.17	0.11	0.14
	真 菌	0.022	0.042	0.051	0.014
花 期	微生物总数	7285.7	7885.0	6579.7	7752.4
	细 菌	7285.4	7884.2	6579.2	7751.4
	放 线 菌	0.31	0.72	0.29	0.85
	真 菌	0.075	0.12	0.11	0.20
成 熟 期	微生物总数	6878.8	3902.3	5877.1	4906.7
	细 菌	6872.6	3897.3	5870.6	4904.8
	放 线 菌	0.55	0.45	0.59	0.54
	真 菌	0.72	0.23	0.60	0.45

结果见表4。其趋势是分枝期低,开花期高,成熟期略低于开花期。在微生物总数中,细菌占绝对优势。轮作区明显高于连作区。根表微生物受基质供给的影响,随根分泌物的质和量的不同而异,来自作物的影响大于环境因素。大豆根分泌物有糖类,氨基酸类,维生素,有机酸等,都是微生物生长繁殖所必需的碳、氮源及生长素。这些物质的分泌量随着大豆生长而增加,以开花期达到高峰,成熟期根分泌物减少。所以根表微生物数量动态变化亦随着根分泌物的质和量多寡而增减。轮作区土壤微生物和根表微生物数量动态变化明显高于连作区,这与轮作效应和连作障碍机理相关<sup>[6]</sup>。

放线菌数量动态变化随着大豆的生长而逐渐增加,成熟期>花期>分枝期。因为放线菌不借植物根分泌物为营养进行生活,而积极参与根残体的分解过程<sup>[7]</sup>。分枝期和花期的放线菌数量动态,轮作区比连作区略高,而到成熟期则相反,因为连作区大豆根系比轮作区脱落早些,所以放线菌数量增加,说明放线菌参与分解根系的残体。

真菌数量动态变化是随着大豆生长而不断增加,成熟期最大,花期次之,分枝期最低。与细菌、放线菌不同,它们数量最大在花期。另外,真菌数量到大豆成熟期,连作区高于轮作区。而大豆孢囊线虫的孢囊密度亦随着大豆生长而密度越大,一直到成熟期为高峰。大豆孢囊数量增多,相应的真菌数量也增加,说明两者相互之间有着密切的关系。这种关系,

提示我们,大豆孢囊线虫病害可以用生物防治的方法加以研究。

表 3 和表 4 比较,根表微生物总数比土壤微生物总数多 10~100 倍。是因为根系产生的分泌物刺激一定距离内的微生物向根面移动,当微生物与根系接触后,相应的种群开始大量繁殖<sup>[1]</sup>。根表、根际营养丰富,生境良好,具有适应微生物生存的条件。如何利用这种可以改变的土壤和根际生态条件,从而调控土壤和根际中捕食性微生物—特别是真菌—捕食大豆孢囊线虫,达到防治大豆孢囊线虫病害的目的,是一个有待研究的问题。

## 参 考 文 献

- [1] 陈华癸等:1979,土壤微生物学,上海科学技术出版社
- [2] Woldendorp, J. W. , 1963, The influence of living plants on denitrification. Meded landbhogesch, Wageningen, 63, 1—100.
- [3] 成田保三郎:1983,连、轮作烟土壤的微生物作用。日本土壤肥料科学杂志,(53), 6—12
- [4] Nishio, M. and Kusano, S. , 1976, Afungal of selective action on plant growth produced by pyrenochaete sp. , Soil Sci. plant Nutr. (22), 467—472
- [5] E. W. 腊塞尔著[英], 1979, 土壤条件与植物生长, 科学出版社
- [6] 于贵瑞、韩静淑等:1988, 生态学杂志, 7(2), 1~8
- [7] 娄隆后等编:1962, 微生物在土壤养分转化中的作用, 科学出版社
- [8] 土壤微生物研究会编[日]:1983, 土壤微生物实验法, 科学出版社, 224

## STUDY ON ECOLOGICAL DISTRIBUTION OF SOIL MICROORGANISMS AND COLONY DYNAMICS OF CYST—FORMING NEMATODES IN CONTINUOUS AND ROTATION CROPPING SYSTEMS OF SOYBEAN

Liu Zengzhu      Zhou Yuzhi      Han Jingshu

(*Institute of Applied Ecological, Academia Sinica, Shenyang*)

### Abstract

The artical reported ecological distribution of soil microorganisms on different growing period of soybean in continuous and rotation cropping systems. Population dynamis of *Heterodera glycines* were also studied. The result showe that in the continuous and rotation cropping system bacteria daminate over other kinds of microorganisms whether for the total amount of soil microorganisms or for root surface microorganisms. The second dominant race was actinomycete. The amount of fungi was ths least. The total amount of root surface microorganisms was about 100 times over that of the soil microorganisms. The largest total amount of soil microorganism and root sursace microorganism was on the flowering stage. The highest density of root nodules and

*Heteroera glycines* cyst was in the pod—setting stage, flowering stage the next, the least densities of root nodules and nematode cyst was on the branching stage. The total amount of microorganisms and the densities of the root nodules in the continuous cropping system was higher than those in the rotation cropping system. And the densities of cyst—forming nematodes in the continuous cropping field was higher than those in the rotation cropping system. The extra attention was deserved that the dynamic change of the amount of fungi and the change of cyst density was the same. The trend of the change was branching stage < flowering stage < pod—setting stage. The sameness may have some internal connection. The problem will be studied further.

**Key words** Continuous and rotation cropping system; Cyst—forming nematodes; Branching stage; Flowering stage; Pod—setting stage

## 国际大豆加工利用会议简讯

国际大豆加工利用会议于1990年6月25—29日在吉林省农业科学院召开。参加会议的有来自28个国家和地区及国际组织的代表共269人,其中国外代表123人,国内代表146人。会议由吉林省农业科学院(JAAS),中国农业科学院(CAAS)、美国国际大豆组织(INTSOY)、日本农林渔业研究委员会秘书处(JAFFECS)、国际热带农业研究所(IITA)和中国轻工业部食品发酵工业研究所(SRIFFI)联合发起和主持。

会议分学术交流(大会学术交流报告、墙报)和参观两部份,共交流学术论文82篇,墙报展出论文32篇。代表们共同研讨了当前发展中国家和部份发达国家的大豆加工利用技术,及加强传统豆制品的机械设备现代化,也注意到在今后发展大豆食品时应尊重各国、地区的饮食习惯,保存传统豆制品的风味特点等问题。会议期间,代表们参观了中国大豆加工设备、豆制品加工厂和各种大豆制品展览。我国丰富的大豆制品引起了代表们的极大兴趣。

这次会议,与会各国对大豆加工综合利用技术、产品的研究现状和发展动向及大豆生产进行了交流,进一步促进了各国科学家之间的友谊与合作。

李淑贞

(黑龙江省农业科学院)