

# 大豆连作土壤障碍因素研究\*

## I、连作对土壤腐殖质组分性质的影响

邹永久 韩丽梅 付慧兰 杨振明 陈宗泽 刘金萍

(中国人民解放军农牧大学 长春 130062)

### 提 要

由于大豆连作造成根系分泌有机酸类物质的残留和积累,使土壤根际 pH 值下降,引起根系范围土壤中生化它感现象产生,导致反映土壤有机肥力核心指标的土壤腐殖质总量、胡敏酸(HA)、HA/FA(富里酸)比值随连作延长而呈现下降趋势。其中活性胡敏酸含量、胡敏酸在波长为 465nm 和 665nm 的消光度比值( $E_4/E_6$ )在连作第二年变化明显,此时是大豆连作实施有机培肥的最佳时期。

**关键词** 大豆连作;土壤腐殖质;活性胡敏酸; $E_4/E_6$

近年来,由于大豆的经济价值和国内外对大豆需求量的与日俱增,在市场经济的推动下,大豆种植面积不断扩大,致使传统麦—麦—豆轮作制逐渐被豆—麦—豆、豆—豆—麦或豆—豆—豆轮作制所取代。以解放军总后嫩江基地为例,在近 50 万亩耕地中,小麦和大豆的种植比逐年改变,由 1991 年的麦:豆=2:1,变至 1992 年 1:1、1993 年 1:5、1994 年 1:10。

许多学者曾对大豆连作减产的障碍机制进行了探讨<sup>(2,3,4)</sup>,但迄今为止,除连作加重病虫害,并在孢囊线虫病危害获得一定共识外,其它方面尚无统一认识。就是孢囊线虫病在某些地区(如嫩江地区)连作表现也并不严重。为了进一步探讨土壤在大豆连作中的障碍因素,我们从 1991 年开始,着重对连作条件下的土壤障碍变化进行了研究,力图把大豆连作与土壤作为一个有机整体,对土壤生物活性,有害微生物种群及分泌毒素、土壤理化性质及养分调控等几个方面开展研究,探讨土壤障碍因素及改善措施。本文报导了大豆连作对土壤腐殖质组成、性质产生的变化及对土壤肥力的影响。

\* 本文系总后勤部军需部科研项目部分工作总结。

本文于 1995 年 6 月 6 日收到。

This paper was received on June 6, 1995.

材料与方法

一、试验材料

表 1 试验茬口调整设计

Table 1 The design of stubble of the experiment plot

年 Year	试验区号 The number of the experiment plot								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1989	菜地 VS	菜地 VS	菜地 VS	菜地 VS	大豆 SS	大豆 SS	玉米 MS	大豆 SS	菜地 VS
1990	小麦 WS	小麦 WS	大豆 SS	大豆 SS	小麦 WS	大豆 SS	大豆 SS	小麦 WS	小麦 WS
1991	小麦 WS	小麦 WS	小麦 WS	大豆 SS	大豆 SS	大豆 SS	小麦 VS	大豆 SS	大豆 SS
1992	大豆 SS	大豆 SS	大豆 SS	大豆 SS	小麦 WS	大豆 SS	小麦 WS	小麦 WS	大豆 SS
1993	大豆 SS	小麦 WS	小麦 WS	大豆 SS	大豆 SS	大豆 SS	大豆 SS	小麦 WS	大豆 SS
1994	大豆 SS	小麦 WS	大豆 SS	大豆 SS	小麦 WS	大豆 SS	大豆 SS	大豆 SS	大豆 SS

Note: “VS”represents vegetable soil, “SS”represents soybean soil, “WS”represents wheat soil, “MS”represents maize soil

表 2 大豆连作土壤的基本肥力状况

Table 2 The basic fertility condition of soil of successive soybean planting field

年代 Year	处 理 Treatments	有机碳	全氮	全磷	水解氮	速效磷	速效钾	阳离子
		Organic	Total	Total	Hydrolyzable	Available	Available	交换量
		C	N	P	N	P	K	CEC
		(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(cmd/kg)
1993	正茬(CK) Normal rotation	15.37	1.32	0.41	133.81	31.2	172	29.99
	重一年 Soybean following soybean	15.26	1.25	0.34	124.34	23.5	162	29.54
	重二年 Successively growing for 2 years	14.91	1.24	0.35	114.16	17.4	170	28.22
	重三年 Successively growing for 3 years	14.56	1.22	0.35	108.87	17.6	168	29.36
	重四年 Successively growing for 4 years	14.75	1.23	0.34	108.06	14.96	170	29.04
	迎茬 Soybean following next crop	15.31	1.30	0.34	129.62	27.1	168	29.73
1994	正茬(ck)	15.31	1.31	0.49	104.36	29.8	182	29.99
	重一年	15.14	1.28	0.45	95.90	23.5	170	29.92
	重二年	14.73	1.26	0.42	91.90	20.1	160	29.58
	重三年	14.68	1.23	0.43	93.45	17.6	158	29.42
	重四年	14.68	1.24	0.43	94.01	17.4	162	29.33
	重五年	13.58	1.23	0.41	93.45	14.96	168	29.36
	迎茬	15.26	1.27	0.46	96.94	24.4	170	29.88

试验区设在长春农牧大学农科站,试验区茬口调整见表 1。试验采用盆栽和田间小区对比同步进行。供试土壤为中层黑土,土壤基本农化特性见表 2。大豆品种为长农 5 号,由长春农科院提供。盆栽装土 12.5kg/盆,定苗三株。试验区农技措施同大田:秋翻春种,精量点播。播量 5.5kg/亩,施磷铵 11.5kg/亩,尿素 1.5kg/亩,肥料的  $P_2O_5:N=2:1$ 。

## 二、采样和分析

(一)采样 分苗期(分枝)、盛花(结荚)、鼓粒、成熟期取根区土壤。试验区每处理 3 点,每点 6 株根土混合;盆栽每处理 3 盆,9 株根土混合。

(二)分析方法 有机碳丘林法、腐殖质组成科诺诺娃法、 $E_4/E_6$  用 7230 分光光度计 465nm 和 665nm 消光度值。其它分析为常规法。

# 结果与讨论

## 一、大豆连作对土壤腐殖质组分含量的影响

在一定水热条件下的同一类土壤中,大豆连作造成土壤腐殖质组分含量变化,其总量、HA、HA/FA 比值和活性胡敏酸含量随连作年代延长呈现渐低趋势,表现为正茬>迎茬>连作(表 3)。分析其原因,一是由于正茬轮作中有 2 年其它作物残茬留在土壤中,经分解转化可补充和更新部分老化的腐殖质,而重迎茬残留在土壤中的均是大豆茬;大豆茬在更新和活化腐殖质组分及培肥土壤有机肥力方面是最低的<sup>(5)</sup>;另一是由于大豆连作中根系分泌物(有机酸)的残留和积累,致使根区 pH 值下降(表 4),从而引起根系土壤中生化它感现象产生,造成腐殖质组分中 HA 含量减少,HA/FA 比值下降。这种变化在大豆生长发育的不同阶段也同样出现,我们分析发现,在大豆生长发育不同阶段的土壤 HA 含量和 HA/FA 比值与大豆根系分泌物造成根区土壤 pH 值变化相一致,表现为苗期—盛花期—成熟期 HA、HF/FA 呈“V”型变化,而 FA 相反(图 1、表 4)。这说明根细胞分泌有机酸的增加所引起的 pH 下降是造成 HA 含量、HA/FA 比值从苗期至盛花期递减的原因。盛花期后,由于气温增高雨水增多,一方面根区有机酸被稀释或淋洗,使 pH 值回升,另一方面根瘤供养分能力增强,根系对养分吸力相对减弱,加之土壤微生物的分解转化加速,部分补充和更新土壤中的 HA 含量,致使 HA 和 HA/FA 回升。测定结果表明,回升并非回复,其终结点仍低于苗期,表明大豆的整个生长发育过程也是一个地力消耗过程,与传统“肥茬”认识相左。

由表 3 可见,在大豆连作栽培中,土壤活性胡敏酸的含量在重一年和重二年中降幅最大,每年递减约 10%,重三年以后相对含量基本在 1—2% 水平上波动。这说明在正常轮作过程中遗留下来的其它作物残体(根茬),经分解转化形成更新和补充的活性胡敏酸,通过连种三年大豆的吸收和转化,已经耗尽。这为大豆连作实施土壤有机培肥提供了一个最佳时期。

表 3 连作大豆土壤腐殖质组成变化  
Table 3 The Change of soil humus composition in successive soybean planting

年代 Year	处理 Treatments	有机碳 Organic C (g/kg)	腐殖酸 Humic acid		胡敏酸 HA		富里酸 FA		HA/FA	活性胡敏酸 Active HA	
			C (g/kg)	占总 C Percent of total (%)	C (g/kg)	占腐殖酸 Percent of humic acid(%)	C (g/kg)	占腐殖酸 Percent of humic acid(%)	C (g/kg)	占胡敏酸 Percent of HA(%)	
1993	正茬(CK) Normal rotation	15.37	10.21	66.43	5.66	55.44	4.55	44.56	1.24	1.851	32.70
	重一年 Soybean follow- ing soybean	15.26	9.45	61.93	4.90	51.85	4.55	48.15	1.08	0.980	20.00
	重二年 Soybean growing successively for 2 years	14.91	9.09	60.97	4.63	50.94	4.46	49.06	1.04	0.501	10.82
	重三年 Soybean growing successively for 3 years	14.56	8.99	61.74	4.46	49.61	4.53	50.38	0.98	0.498	11.17
	重四年 Soybean growing successively for 4 years	14.75	8.73	61.69	4.35	49.83	4.38	50.17	0.99	0.453	10.41
	迎茬 Soybean follow- ing next crop	15.31	9.82	64.14	5.34	54.38	4.48	45.62	1.19	1.362	25.51
	1994	正茬(CK) Normal rotation	15.31	10.29	64.76	5.59	54.32	4.70	45.68	1.19	1.761
重一年 Soybean follow- ing soybean		15.14	9.59	63.34	5.18	54.01	4.41	45.99	1.17	1.170	22.59
重二年 Soybean growing successively for 2 years		14.73	9.04	61.37	4.82	53.32	4.22	46.68	1.14	0.598	12.41
重三年 Soybean growing successively for 3 years		14.68	9.01	61.38	4.43	49.17	4.58	50.83	0.97	0.501	11.31
重四年 Soybean growing successively for 4 years		14.68	8.79	61.20	4.58	52.10	4.21	47.90	1.09	0.554	12.10
重五年 Soybean growing successively for 5 years		13.58	8.13	60.76	4.36	53.63	3.77	46.37	1.16	0.449	10.30
迎茬 Soybean follow- ing next crop		15.26	9.64	63.17	5.23	54.25	4.41	45.75	1.21	1.287	24.61

表 4 大豆连作不同生育期根区土壤 pH 变化  
Table 4 The change of soil pH value around rhizosphere during  
different growing seasons in successive soybean planting

处 理 Treatments	苗 期 Seeding stage	盛花期 Blooming stage	成熟期 Maturity stage	苗期与盛花期相差 Seeding and blooming stage difference
正茬(CK) Normal rotation	6.68	6.45	6.56	0.23
重一年 Soybean following soybean	6.62	6.32	6.49	0.30
重二年 Soybean growing successively for 2 years	6.60	6.15	6.43	0.45
重三年 Soybean growing successively for 3 years	6.55	6.25	6.45	0.30
重四年 Soybean growing successively for 4 years	6.50	6.18	6.38	0.32
重五年 Soybean growing successively for 5 years	6.55	6.15	6.44	0.40
迎茬 Soybean following next crop	6.65	6.40	6.54	0.25

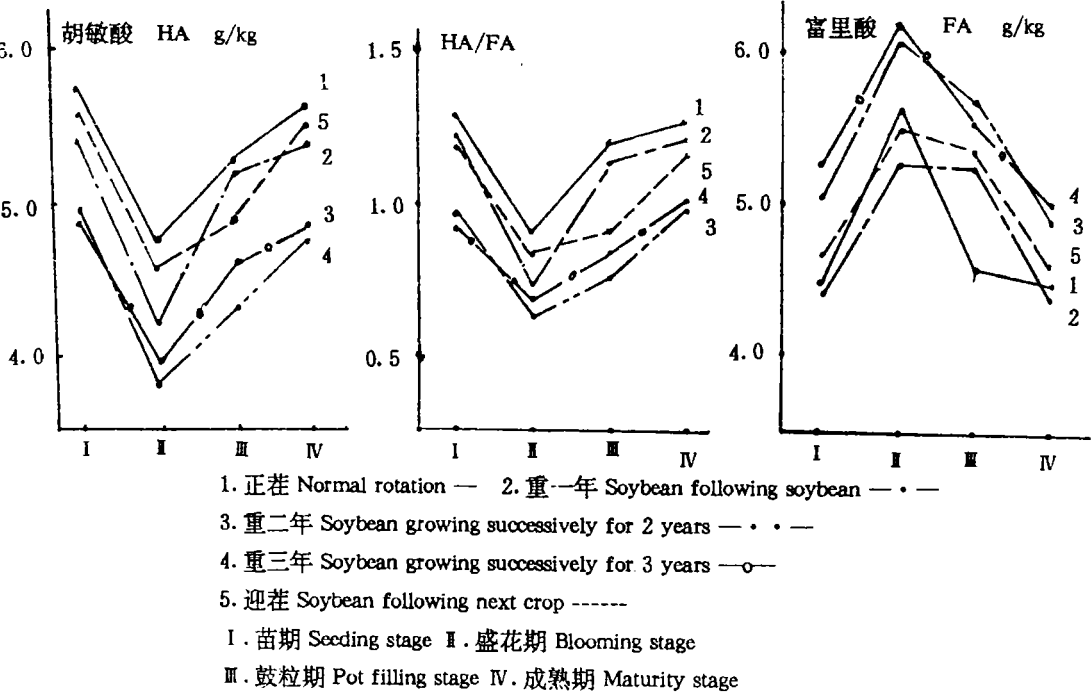


图 1 大豆连作不同生育期腐殖质组分变化  
Fig. 1 The change of humus composition in successive planting soybean  
during different growing seasons

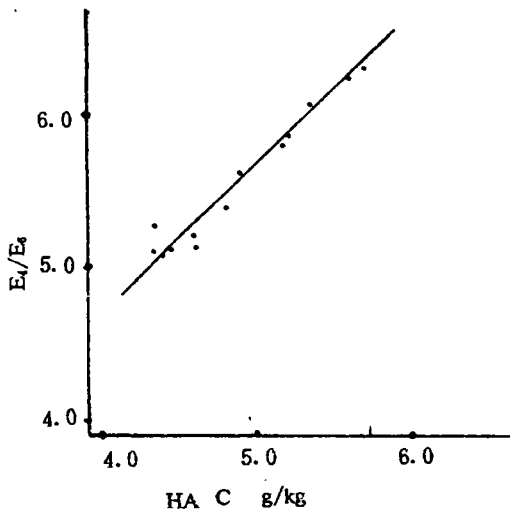
二、大豆连作对土壤胡敏酸性质的影响

胡敏酸的光密度一般用来表征胡敏酸的芳构化度,我们对连作大豆条件下的土壤胡敏酸光学性质测定结果发现(表 5),胡敏酸的光密度  $E_4/E_6$  比值,以正茬最高,迎茬次之,并随连作年代延长而减少,其中以重茬二年减幅最大,与活性胡敏酸含量变化一致。一些研究结果表明, $E_4/E_6$  比值可作为判断土壤腐殖质复杂程度的指标<sup>(8)</sup>。在同一类土壤中  $E_4/E_6$  比值大,说明土壤肥力高,反之肥力低<sup>(7)</sup>,因  $E_4/E_6$  比值与土壤中的胡敏酸含量呈现明显的正相关( $r=0.9771, n=13-2=11, r_{0.01}=0.684$ )图 2。

表 5 大豆连作土壤胡敏酸光学性质

Table 5 The optical characters of soil humic acid in successive soybean planting

年代 Year	处理 Treatments	$E_4$	$E_6$	$E_4/E_6$
1993	正茬(CK) Normal rotation	1.585	0.250	6.34
	重一年 Soybean following soybean	1.382	0.245	5.64
	重二年 Soybean growing successively for 2 years	1.252	0.243	5.15
	重三年 Soybean growing successively for 3 years	1.259	0.245	5.14
	重四年 Soybean growing successively for 4 years	1.228	0.233	5.27
	迎 茬 Soybean following next crop	1.495	0.246	6.08
1994	正茬(CK) Normal rotation	1.561	0.249	6.27
	重一年 Soybean following soybean	1.437	0.247	5.83
	重二年 Soybean growing successively for 2 years	1.346	0.250	5.38
	重三年 Soybean growing successively for 3 years	1.237	0.244	5.08
	重四年 Soybean growing successively for 4 years	1.289	0.250	5.16
	重五年 Soybean growing successively for 5 years	1.230	0.241	5.10
	迎茬 Soybean following next crop	1.462	0.248	5.89

图 2 HA 与  $E_4/E_6$  相关性Fig. 2 The relationship between HA and  $E_4/E_6$ 

## 结 语

在一定水热条件下的同一类土壤中,大豆连作由于根系分泌有机酸类物质的残留和积累,使根际 pH 值下降,导致植株根系土壤中生化它感现象产生,造成土壤腐殖质总量、HA、HA/FA 比值、活性胡敏酸随连作栽培年代延长而呈现下降趋势。其中活性胡敏酸、胡敏酸光密度  $E_4/E_6$  比值的下降说明其结构复杂化,腐殖质的活性降低,肥力下降,并表现在连作二年下降显著。此时期为大豆连作土壤实施有机培肥及培肥最佳时期提供了参考依据。有关大豆连作有机培肥的具体措施和方法,以及对土壤腐殖质和土壤有机肥力的影响,有待进一步研究和总结。

## 参 考 文 献

- [1] 张秋英,1992,植物根系分泌物的作用和意义,《作物杂志》,3,37—39
- [2] 杨庆凯等,1994,黑龙江省大豆重茬问题及对策,《大豆科学》13(2):157—163
- [3] 王震宇等,1991,重茬大豆生长发育障碍机制初探,《大豆科学》10(1):31—36
- [4] 刘晓冰,1990,大豆连作效应分析,《农业系统科学与综合研究》,3,40—43
- [5] 姜岩,1991,论土壤有机培肥,《吉林省第二次土壤普查专题研究文选》,中国农业科技出版社
- [6] 彭福泉,1985,我国几种土壤腐殖质性质研究,《土壤学报》22(1):64—73
- [7] 田淑珍等,1987,吉林省几种主要耕地土壤腐殖质组成变异规律研究,《土壤通报》,18(1):32—35

# STUDIES ON SOIL OBSTRUCTIVE FACTORS SOYBEAN

(*Glycine max*) CONTINUOUS CROPPING

## I Effects of Successive Soybean Planting on Characters of Soil Humus Composition

Zou Yongjiu Han Limei Fu Huilan Yang Zhenming  
Chen Zongze Liu Jinping

(Changchun, University of Agricultural and Animal Sci. of PLA)

### Abstract

This paper reports that the remains and accumulation of organic acids secreted from the network of roots in successive soybean planting cause pH value around soil rhizosphere to decrease and other biochemistry phenomenon occur around the network of roots, so that total content of soil humus, HA, ratio of HA to FA which are the index of soil organic fertility shows decreasing trend with successive soybean planting. The content of the active humic acid and the ratio of  $E_4$  to  $E_6$  changed significantly in successive soybean planting in the second year, which offers the valuable reference to fertilize organic fertilizer for soybean following soybean at the best period.

**Key words** Successive planting soybean; Soil humus; Active humic acid;  $E_4/E_6$