

# 大豆重迎茬减产的原因及农艺对策研究<sup>\*</sup>

## III 重迎茬大豆的土壤养分与养分吸收

何志鸿<sup>1</sup> 刘忠堂<sup>2</sup> 许艳丽<sup>3</sup> 韩晓增<sup>3</sup>

(1. 黑龙江省科技厅 2. 国家大豆工程技术中心 3. 中国科学院黑龙江农业现代化研究所)

**摘要** 通过连续8年在黑龙江省6个性态区9个9区固定轮作场圃综合试验, 试验区专项研究, 框区、盆栽试验, 实验室分析, 以及大量的大面积生产调查, 发现大豆重迎茬种植, 根部病虫害危害加剧, 在影响重迎茬大豆生长发育、产量品质的诸多因素中, 所起的作用最大。杀灭土壤中的病菌和害虫, 重迎茬大豆的产量不比正茬低。在减缓重迎茬损失的各种调控措施中, 以杀灭土壤中病、虫为主要目标的土壤处理剂和种衣剂效果最好。这一切都说明根际土壤病虫害加剧是大豆重迎茬减产的主要原因。

**关键词** 大豆; 重迎茬; 土壤病虫害

中图分类号 S 435.651 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2003)01-0040-05

重迎茬是我国大豆主产区、特别是黑龙江省生产中一个严重的问题。重迎茬大豆产量降低、品质变差。为揭示大豆重迎茬减产的原因与机理, 在黑龙江省政府和国家科技部支持下, 从1993年开始, 先后确立为省和国家重点课题、重大课题、重中之重科技攻关项目, 分三个阶段、组织省属和中直科研单位, 进行多学科、多部门的联合攻关。经过8年的共同努力, 已经基本探明大豆重迎茬减产的原因、提出了减缓产量损失的7条农艺对策, 在生产上大面积推广应用这些研究成果, 取得了显著的经济效益和社会效益。本文为其中关于大豆重迎茬与病虫害危害部分, 旨在探讨病虫害对重迎茬大豆的影响, 及其在造成重迎茬大豆减产的诸多原因中的地位与作用。

## 1 研究方法

1993年列黑龙江省科技攻关计划重点课题, 主要在中国科学院黑龙江农业现代化研究所及其海伦试验站和部分合作单位以及该所的农村基点进行;

1994—1996年列黑龙江省科技攻关重大课题, 由全省十多个科研、教学、推广单位的一百多名科技人员分工合作、联合攻关。研究课题设立重迎茬对大豆产量和品质的影响、原因与机理、农艺对策、轮作体系和技术示范5个专题13个子专题, 在全省5个生态区设立9区固定轮作场圃9个和田间试验区多处, 并辅以必要的框区和盆栽试验, 进行必要的实验室试验分析研究, 同时在二十四个省(市、农场)进行大面积的生产调查; 1996—2000年列入国家“九五”重中之重科技攻关项目“大豆大面积高产综合配套技术研究开发与示范”课题, 在前期的5个生态区9个固定轮作试验场圃, 由中国科学院黑龙江农业现代化研究所、黑龙江省农业科学院、东北农业大学、黑龙江八一农垦大学等单位进一步进行研究的基础上, 又增加了6个县(市、农场)作为核心试验基点、17个县(市、农场)作为重点示范区, 通过招标, 由中国农业大学、中国科学院沈阳应用生态研究所、中国农业科学院生防所、解放军军需大学和沈阳农业大学参加根分泌物和根际微生物以及生物防治方面的部分内容的研究工作。采取试验场圃定点观

\* 收稿日期: 2002-07-24

项目来源: 本研究为黑龙江省科技攻关招标课题, 主持人江修业; 黑龙江省科技攻关重大项目, 合同编号G94B05-04-01, 主持人刘忠堂、何志鸿、江修业; 国家“九五”重中之重科技攻关课题“大豆面积高产综合配套技术研究开发与示范”03专题(主持人韩晓增、许艳丽; 合同编号95-001-05-03)之01子专题, 主持人刘忠堂、何志鸿、许艳丽。

作者简介: 何志鸿(1942—), 男, 研究员, 主要从事大豆育种、栽培研究和科技管理。

测调查、实验室分析测试、中试车间开发生产、试验区试验示范、生产田推广应用相结合的方法进行研究与开发。

## 2 结果与分析

### 2.1 重迎茬与大豆的病虫害危害

无论是试验区定点观测、研究,还是生产上的大量调查,都表明重迎茬种植的大豆田间病虫害危害、特

别是根部病虫害危害加剧。从表 1 的结果可以看出,大豆重迎茬种植以后,根际土壤中的主要病虫害对大豆的危害加剧:大豆根潜蝇、根腐病、孢囊线虫等根部病虫害的危害程度至少增加一倍,多的增加十几倍。大豆食心虫虽然在地上危害,但由于其老熟幼虫脱荚入土到次年羽化出土,在土壤里面长达 10 个月之久,上年种植大豆,或轻或重总有食心虫发生,秋季必有幼虫入土,次年成为危害重茬大豆的虫源。这也是大豆食心虫危害重茬比正茬增加十余倍,而迎

表 1 大豆重迎茬与主要病虫害的发生危害

Table 1 Occurrence and harmfulness of major diseases and insect pests of soybeans planted continuously

茬口 Cropping Subble	正茬 NR	迎茬 AT	重一 CP1	重二 CP2	重三 CP3	重茬 CP
定点试验(Experimental plots)						
根潜蝇 Root miner(有虫株率)	12.4	28.0	29.0	36.4	28.9	
根腐病 Root rot	12.0	44.0	66.0	89.0	—	
孢囊线虫 Cyst nematode(孢囊/株)	14.7	42.4	63.4	69.3	52.8	
生产调查(Field survey)						
根潜蝇 Root miner	7.3	12.3				25.6
根腐病 Root rot	8.6	19.9				31.3
孢囊线虫 Cyst nematode	1.3	15.0				20.0
食心虫 Worm bom	2.5	4.3				28.5

注:根据 G94B-05-04-01 课题 02 专题的试验、G94B-05-04-01 课题 02 专题和 95-001-05 课题 03 专题的生产调查整理。

NR= normal rotation AT= alternation of soybean and others (two years rotation), CP= continuous planting CP1= continuous planting for 2 years CP2= continuous planting for 3 years CP3= continuous planting for 4 years.

茬增加不多的原因所在。

为了探明重迎茬大豆减产是否确实是由于根部病虫害危害加剧所引起,我们设计了土壤灭菌试验。经过灭菌处理,杀死了土壤中有毒的病原菌和虫卵,结果重茬二年的大豆生长发育和产量都和正茬灭菌土壤上种植的大豆相同,而且,在许多方面超过了种

在正茬未灭菌土壤上的大豆。重茬二年未灭菌的处理,各项指标不仅低于正茬灭菌、正茬未灭菌的两个处理,而且也明显低于重茬二年灭菌的处理。除去病虫害危害之后,大豆生长发育良好、产量不降低;有病原菌存在,病情指数高、生长发育不良、产量降低。这表明根部病虫害危害是重迎茬减产的原因(表 2)。

表 2 土壤灭菌对重茬大豆的影响

Table 2 The effect of soil sterilizing on soybeans planted continuously

处理 Treatment	株高 Plant height (cm)	茎粗 Stem thick (cm)	根长 Root length (cm)	根腐病病情指数 (%) Rate of root rot	鲜重 Weight of fresh plant (g)	单株叶面积 Leaf area of plant (cm <sup>2</sup> )	单株粒重 Seed weight of plant (g)
重茬二年灭菌 Continuous soybeans on sterilizing soil	12.4	0.194	16.8	10	1.66	43.0	1.6
重茬二年未灭菌 Continuous soybeans on unsterilizing soil	8.2	0.168	13.9	24	1.50	33.3	1.2
正茬灭菌 Normal rotation soybean on sterilizing soil	12.4	0.198	15.4	16	2.06	42.3	1.5
正茬未灭菌 Normal rotation soybean on unsterilizing soil	10.5	0.185	14.9	18	1.97	42.1	1.2

注:G94B-05-04-01 课题 04 专题

## 2.2 病虫危害对重迎茬大豆产量的影响

为了弄清根际土壤中的病虫对大豆产量的影响,我们用抗大豆孢囊线虫和感大豆孢囊线虫的品种在正茬、迎茬以及不同年限的重茬的田间进行产量比较试验,结果如表3和表4。

结果表明,感病品种重迎茬种植,植株根部感染的孢囊数量增加,重茬重于迎茬,且随着重茬的年限

而增加;产量降低,也是重茬重于迎茬,而且随着重茬年限而加剧。抗病品种则不然,无论大豆孢囊线虫轻发生地区还是重发生地区,重迎茬与正茬相比,感染的孢囊数量都不多,且基本无差异,各处理间产量也没有明显的差异。根腐病、潜叶蝇等根部病害也是如此。

表3 对大豆孢囊线虫不同抗性的品种重迎茬种植的产量

Table 3 The yield of soybean varieties with difference of resistant to cyst nematode planted continuously

地区类型 Region	品种类型 Variety type	正茬 NR		迎茬 AT		重一 CP1		重二 CP2		重三 CP3	
		相对产量 Relative yield (%)	孢囊数 Number of cyst (个/株)	相对产量 Relative yield (%)	孢囊数 Number of cyst (个/株)	相对产量 Relative yield (%)	孢囊数 Number of cyst (个/株)	相对产量 Relative yield (%)	孢囊数 Number of cyst (个/株)	相对产量 Relative yield (%)	孢囊数 Number of cyst (个/株)
轻发区 Lighter region	抗 Resistant	100.00	0.10	117.56	0.13	103.81	0.45	116.96	0.00	111.75	0.35
	感 Susceptible	100.00	8.20	111.41	21.40	92.30	66.30	73.68	169.30	74.65	8.55
重病区 Serious region	抗 Resistant	100.00	0.00	104.95	0.13	98.09	2.07	95.91	—	99.90	0.60
	感 Susceptible	100.00	21.27	56.41	63.43	64.21	60.53	78.94	—	—	97.00
平均 Average	抗 Resistant	100.00	0.05	111.26	0.13	100.95	1.26	106.44	0.00	105.83	0.48
	感 Susceptible	100.00	14.74	93.08	42.42	78.26	63.42	76.31	69.30	74.68	52.78

注:根据 G94B-05-04-01 课题 02-5 子专题整理

表4 不同重迎茬年限抗感大豆孢囊线虫品种的产量差异\*

Table 4 The yield of varieties resistant to cyst nematode planted continuously for different years

对比方法 Compare method	品种类型 Variety type	正茬 NR	迎茬 AT	重一 CP1	重二 CP2	重三 CP3
以各茬口的抗病品种为对照 Compare with resistant variety in itself cropping stubble	抗病品种 Resistant	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	感病品种 Susceptible	86.27	54.80	74.31	57.89	57.93
以正茬抗病品种为对照 Compare with resistant variety in normal rotation	抗病品种 Resistant	100.00	111.26	100.95	106.44	105.83
	感病品种 Susceptible	86.27	60.97	75.02	61.61	61.31

注: \* 据 02-5 子专题整理。

NR= normal rotation, AT= alternation of soybean and others (two years rotation), CP1= continuous plant for 2 years, CP2= continuous plant for 3 years, CP3= continuous plant for 4 years

## 2.3 各种障碍因子对重迎茬大豆的影响

在盆栽条件下,利用累加法研究各障碍因子对大豆生长的抑制作用。结果是根际土壤病虫害(孢囊线虫)对大豆根茎的生长以及根瘤的形成及其活性影响最大,土壤病原菌和根际微生物(土壤微生物)对大豆根、茎的生长有较为重大的影响,根系分泌物和根茬腐解物(化感物质)有一定的影响,但较小(表5)。障碍因子对大豆生长、根瘤形成及其活性的影响为:化感物质+土壤微生物+大量线虫>化

感物质+土壤微生物+少量线虫>化感物质+土壤微生物。看来,大豆重迎茬减产是多因子综合作用的结果,但各因子所起的作用大小不同。

在生产实践中,采取化控措施和农艺措施,可以减缓重迎茬大豆的产量损失。这些化学制剂分为土壤处理剂、药肥复合制剂(拌种)、种衣剂、生长调节剂(拌种)、叶喷剂5种类型,都有一定的施用效果。其中以杀灭土壤病虫害为主要功能的土壤处理剂效果最好。药肥复合制剂拌种剂和种衣剂效果也很

表 5 不同障碍因子对大豆生长的影响<sup>1)</sup>。

Table 5 The effect of different barrier factors on soybeans

处理 Treatment	障碍因子 <sup>2)</sup> Barrier Factor	总根长 Root Length (cm)	根干重 Root weight (g)	茎干重 Stem Weight (g)	根瘤数 Number of Nodule (个)	根瘤干重 weight of Nodule (g)	根瘤活性 Activity of Nodule C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /h	孢囊数 Number of Cyst (个/管)
接种 Inoculation	化感物质 Allelopathy matter	2653b <sup>3)</sup>	1.04c	2.15d	161.3c	0.14c	667.2b	1586.0a
	土壤微生物 Soil microorganism							
	大量线虫 Great deal cyst							
尼龙网 Nylon net	化感物质 Allelopathy matter	2657b	1.18c	2.89c	301.7b	0.34b	2980a	300.1b
	土壤微生物 Soil microorganism							
	少量线虫 A little cyst							
滤膜 Filter membrane	化感物质 Allelopathy matter	4704a	1.36b	3.47b	300.9b	0.40ab	3373a	0.0b
	土壤微生物 Soil microorganism							
CK	无 No	4664a	1.62a	4.12a	446.3a	0.47a	2655a	0.0b

注: 1) 据 95-001-05 课题 03-2-1-7 招标题目中国科学院沈阳应用生态研究所技术报告整理。

2) 化感物质代表根系分泌物、根茬腐解物, 土壤微生物代表根际微生物和土壤病原菌。

3) 符号相同差异不显著, 符号不同表示差异显著。

好, 但逊于土壤处理剂。这可能是由于拌种剂和种衣剂仅能触杀种子周围的病原菌和害虫, 而土壤处理剂的在土壤里的分布范围要广, 触杀的范围自然就广一些, 因此效果就好一些。尽管这 3 类具有杀灭土壤病虫害制剂的应用效果有所不同, 但是, 都明

显地高于以健身或防治地上部植株病虫害为主要功能的生长调节剂和叶喷剂(表 6)。由此可以推论得知, 根际土壤中的病虫害危害是重迎茬大豆减产的主要原因。

表 6 不同制剂在重迎茬大豆中的应用效果

Table 6 The effect of different preparation in continuous soybeans

制剂种类 Type	土壤处理剂 Soil treatment	药肥复合制剂拌种 Compound fertilizer and bacteri-pesticide	种衣剂 Seed coat	生长调节剂拌种 Growing regulator	叶喷剂 Sprinkling	平均 Average
主要作用 Main affect	杀灭地下病虫害壮根 To kill diseases and pests of soil To strengthen roots	杀灭地下病虫害补充营养 To kill diseases and pests of soil To replenish nutrient	杀灭地下病虫害 To kill diseases and pests of soil	调节生长发育健身 To regulate growth and development To strengthen plant	杀灭植株病虫害健身 To kill diseases and pests on plants To strengthen plant	
效果 Effect (%)	21.45	15.75	15.50	9.80	8.47	14.19
相对效果 Relative effect (%)	100.00	73.43	72.26	45.69	39.49	—

注: 根据 G94B-05-04-01 课题 02-05 子专题整理。

### 3 讨论

以往对大豆重迎茬减产的原因, 有养分偏耗说、毒素说、水分亏缺说和病虫害危害说等数种说法。

本研究结果表明大豆重迎茬种植, 根部土壤病虫害危害加剧, 产量降低; 利用抗病品种或者杀灭土壤中有毒的病菌和虫卵, 重迎茬大豆生长发育不比正

茬差, 产量也不比正茬低; 在诸多影响重迎茬大豆生长发育、产量品质的因素中, 以根际土壤病虫害危害严重; 在各种减缓重迎茬大豆产量损失的措施中, 以杀灭土壤中病菌和害虫为主要目标的土壤处理剂效果最好, 以杀灭种子周围土壤中病、虫为主要目标的种衣剂效果也很好; 根系分泌物、根际微生物、根茬腐解物、根的吸收能力等因素虽然也都一定程度上影响重迎茬大豆的生长发育和产量品质, 但程

度上不如病虫危害影响那么大(另文报道)。这一切都说明根际土壤病虫危害加剧,不仅是重茬大豆减产的一个原因,而且是主要原因。

## 参考文献

- 1 许艳丽,韩晓增主编.大豆重茬研究[M].哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,1995.
- 2 韩晓增,许艳丽主编.大豆重茬减产控制与主要病虫害防治技术[M]北京:科学技术出版社,1999
- 3 文景芝,张明厚,刘刚.虫茬大豆根腐病的发生与防治[J].大豆通报,1996,3:5-6.
- 4 王玉生,姜乃文,李国忠.大豆种衣剂的应用效果及发展前景[J].大豆通报,1998,2:8-9.
- 5 刘丽君,高明杰,李云辉,等.连作对抗、耐、感大豆孢囊线虫品种根系发育的影响[J].大豆通报,1996,1:9.
- 6 许艳丽.连、轮作大豆土壤微生物生态分布特征与大豆根部病虫害关系的研究[J].农业系统科学与综合研究,1995,11(4).
- 7 许艳丽.连作大豆生物障碍研究[J].中国油料,1997,19(3):46-49.
- 8 闫洪睿,刘英华,刘发,等.黑龙江省北部高寒地区大豆重茬缓解剂筛选研究[J].大豆科学,1997,16(4):355-359.
- 9 何志鸿,刘忠堂,胡立成,等.大豆重茬减产的主要原因及农艺

- 对策[J].大豆通报,1998,3:4-5.
- 10 杨香久,耐重茬大豆品种(系)筛选试验研究[J].黑龙江农业科学,1997,6:1-8.
- 11 陈宗泽,殷勤燕.土壤病原菌对连作大豆的致病性初探[J].吉林农业大学学报,1999,21(1):29-32.
- 12 季尚宁.土壤灭菌对连作大豆生长发育的影响[J].东北农业大学学报,1996,27(4):326-329.
- 13 徐凤花,汤树德,孙冬梅,等.重茬对大豆根际微生物的影响[J].黑龙江八一农垦大学学报,1998,10(1):5-8.
- 14 贾新民,姜述君,殷奎德,等.重茬条件下大豆根系分泌物对根腐病原菌的影响[J].黑龙江八一农垦大学学报,1997,9(3):12-15.
- 15 高子勤.连作障碍与根际微生态研究 I.根系分泌物及其生态效应[J].应用生态学报,1998,9(5):549-554.
- 16 阎飞,杨振明.大豆连作障碍中的生化互感效应[J].大豆科学,1998,17(2):147-151.
- 17 Xu Yanli, Li Zhaolin. The relation between soil-borne root diseases and continuous cropping barrier [C]. The 1st Asian Conference on Plant Pathology, 346.
- 18 Zu Wei, Liu Zhongtang, He Zhihong et al. Study on the yield reduction mechanism of soybean planted under continuous and every second year cropping conditions [J]. Journal of Northeast Agricultural University, 1998 Vol. 5(2): 81-95.

## STUDY ON THE REASON REDUCING PRODUCTION OF SOYBEAN PLANTED CONTINUOUSLY AND THE WAY TO GET MORE OUTPUT

### III Harmfulness of Diseases and Pests

He Zhihong<sup>1</sup> Liu Zhongtang<sup>2</sup> Xu Yanli<sup>3</sup> Han Xiaozeng<sup>3</sup>

- (1. Science and Technology Department of Heijongjiang Province, Harbin, 150001;
2. National Research Center of Soybean Engineering and Techniques of China, Harbin, 150086;
3. Heilongjiang Institute of Agricultural Modernization, CAS, Harbin, 150040)

**Abstract** The experiments had been carried out by 8 years in 9 rotation nurses with 9 plots and series of field experiments in 5 ecological regions of Heilongjiang Province since 1993. In the same time, the investigation was made in soybean fields. The result showed that: Harmfulness of diseases and pests in the soil around roots of soybeans planted continuously became more serious, and it was the most important in the facts to effect growth and development of soybeans planted continuously. When the funguses and pests of soil were killed, the output of continuous soybeans was not as low as that of rotation soybeans. Among the methods to control the production reduce of continuous soybeans, the best one was soil treatment and seed coat that could kill diseases and pests in soil. It is the main reason to reduce output of soybeans planted continuously, that diseases and pests in soil around roots become more serious.

**Key words** Soybean; Planted continuously; Diseases and pests in soil