

大豆连作障碍机制研究初报*

于广武 许艳丽 刘晓冰 王光华

(中国科学院黑龙江农业现代化研究所)

鲁振明

(黑龙江省大豆开发研究中心)

提 要

大豆连作减产早已为生产实践所证实。本文在对连作大豆减产规律调查研究的基础上,从大豆—土壤两个生态系统出发,对减产原因进行了分析,提出导致大豆连作障碍产生的原因是由土壤营养元素亏缺,物理、化学及生物活性改变,病虫害加剧等原因综合作用于大豆,使大豆生育受阻,产量下降。

关键词 大豆;连作;连作障碍

前 言

近几年来,由于商品经济的迅猛发展,大豆价格的上涨,农民种植大豆的积极性很高,黑龙江省大豆面积每年都以16.8万亩的速度递增,重迎茬比例也逐年扩大。连作大豆减产已成为制约黑龙江省大豆单产提高的重要因素。为此,黑龙江农业现代化所及合作单位经过近10年不懈努力,对连作大豆减产原因和减产规律进行了调查和研究,现报导如下。

材料及方法

本实验采取田间调查和室内分析测试相结合的方法进行。

* 本文于1992年10月28日收到。This paper was received on Oct. 28, 1992.

田间试验采用对比法进行,处理为不同连作年限的大豆茬。处理均在亩施二铵 7.5 公斤基础上进行统一田间管理,大豆品种为合丰 25,人工精量点播。

土壤酶测定法:过氧化氢酶采用容量法;脲酶采用比色法;转化酶采用滴定法;;磷酸酶采用磷酸苯二钠比色法。

土壤微生物测定采用稀释平板法。所用培养基细菌为牛肉膏琼脂培养基;放线菌为甘油天门冬酰胺培养基;真菌为马丁氏培养基。

微量元素分析采用常规法进行。

结果分析

一、连作大豆减产的一般规律现象

对不同连作年限、不同地势、不同土壤类型和有机质含量的连作大豆调查结果表明:重迎茬大豆减产幅度与连作年限成正相关,迎茬减产幅度低于重茬 5—10%;地势对连作大豆减产的影响,一般来说干旱年份岗地减产幅度大于洼地和平地,多雨年份则相反;土壤类型对连作大豆减产幅度影响较大,总体趋势为:碳酸盐草甸土>草甸白浆土>草甸黑土>黑土;同一重茬年限,有机质含量高,减产幅度小,含量低,减产幅度大。

二、连作大豆减产原因

1、土壤营养元素的变化

土壤基础肥力的高低是决定作物高产的前题。对作物连作障碍发生的原因,有的学者认为是由于土壤营养元素单一过度消耗所致。为此我们于 1988、1989 两年在富锦市兴隆

表 1 不同连作年限土壤养分含量变化(1988~1989,富锦)

Table 1 The changes of soil nutrition content in various continuous soybean cropping years

年份 Year	连作年限 Continuous cropping years	有机质 Organic matter (%)	全 N Total N (%)	全 P Total P (%)	全 K Total K (%)	速 N Available N (ppm)	速 P Available P (ppm)	速 K Available K (ppm)	有效 Zn Available Zn (ppm)	有效 B Available B (ppm)
1988	一年	7.32	0.450	0.212	—	182	33.9	326	2.54	
	二年	7.67	0.430	0.229	—	187	60.7	321	1.85	
	四年	8.87	0.430	0.211	—	173	50.5	350	2.90	
	对照	7.91	0.390	0.211	—	249	47.4	363	3.15	1.615
1989	三年	11.6	0.610	0.112	1.99	329	9.29	200	1.60	0.396
	四年	12.5	0.580	0.091	1.88	316	11.76	160	—	0.546
	五年	11.2	0.524	0.086	1.85	288	12.73	149	1.78	0.701
	六年	9.96	0.461	0.087	1.86	270	8.58	130	1.46	0.729

岗镇于播前取土进行测试分析的结果表明:随着连作年限的增加,土壤中全 N、全 P 和全 K 的含量变动不大,但速 N 和速 K,微量元素 Zn、B 的含量降低,而速 P 的变幅较大,但无

规律性(见表 1)。

对连作大豆障碍机制的研究,王震宇(1990)^[1]报导连作可导致土壤速效 P 下降 18.3—61.6ppm。本试验结果尚难支持此结论,但关于速效 K 含量减少的结果是一致的,即速效 K 减少,大豆产量降低。相关分析表明,土壤中速效 K 的含量与大豆产量呈显著正相关,回归方程为 $Y=21.67+0.40\times(n=9,r=0.873^{**})$ 。

2、土壤物理化学性状的变化

连作大豆使耕层土壤物理性状改变,容重增大,非毛管孔隙表层增大,大孔隙多,三相比不协调(见表 2)。说明土壤紧实板结且缺少团粒结构。这个结论在对不同层次重茬土壤切片的微形态观察中亦得到证实。重茬地块 10—20cm 耕层土壤土体垒结较紧密,透光性较差,简单团聚体居多,孔隙均为裂隙状和囊状孔隙,彼此连通性差。而正茬土壤垒体结构疏松、土体透光好,团聚体多为多级复合团聚体,彼此连通性好,团聚体内部孔隙较多,有利于根系的穿插。

表 2 连作对土壤物理性状影响(1989~1990,富锦)

Table 2 The effect of continuous soybean cropping on soil physical characteres

年份 Year	处理 Treatments	深度 Depth (cm)	容重 Volume weight (g/cm ³)	比重 Specific wt. (g/cm ³)	田间持 水 量 Field moisture capacity (%)	饱和持 水 量 Saturated moisture capacity (%)	总孔隙 度 Total porosity (%)	毛管孔隙 度 Capillary porosity (%)	非毛管孔隙 度 Nocapillary porosity (%)	有效含 水 量 Available moisture capacity (%)
1989	重茬三年	0—10	1.05	2.22	40.67	44.00	52.70	42.29	10.41	19.14
		10—20	1.15	2.12	42.17	44.00	45.75	41.30	4.45	20.49
		20—30	1.44	2.36	30.97	32.08	38.98	29.65	9.33	13.33
	正茬	0—10	0.93	2.41	60.97	64.49	61.41	58.50	2.91	36.23
		10—20	1.21	2.60	41.33	43.32	51.60	40.68	10.92	18.23
		20—30	1.30	2.65	30.02	33.39	50.94	31.12	31.82	10.10
1990	重茬三年	0—20	1.10		36.87	51.21	58.49			
		20—40	1.30		28.07	38.51	50.90			
	正茬	0—20	1.06		38.07	51.57	60.00			
		20—40	1.25		31.14	41.20	52.80			

另外在对同一土壤不同连作年限的土壤 pH 值测定结果表明,连作可导致耕层土壤 pH 值下降。重茬四年的 pH 值为 6.54,而正茬为 6.88。土壤 pH 值下降说明大豆根系或微生物每年向耕层土壤中分泌酸性物质,并形成一些有毒物质,影响大豆正常的营养代谢,导致减产。

3、土壤生物活性变化

对不同连作年限耕层土壤酶活性分析结果表明,连作可使磷酸酶、脲酶活性降低,蔗糖酶活性有所增强,转化酶活性只有在连作年限超过 5 年后才表现出明显减少趋势,而过氧化氢酶则表现出年际间的差异(见表 3)。脲酶和磷酸酶活性降低,则尿素水解反应及有

机磷化合物分解反应弱,为作物提供氮、磷营养元素就少。土壤酶活性的变化反应了土壤的供肥能力,方向和强度亦发生变化,从而影响大豆产量。

对不同连作年限根际土壤微生物区系测定结果表明,连作使根际土壤微生物区系由高肥的“细菌型”土壤向低肥的“真菌型”土壤转化(见表4)。这一点与于贵瑞^[2]、王震宇^[1]等的研究结果相一致。

表3 连作对耕层土壤酶活性的影响
Table 3 The effect of continuous cropping soybean on the top soil enzyme activities

连作年限 Continuous cropping years	磷酸酶 Phosphatase (酚 Phenol mg/g 土)	脲 酶 Urease (NH ₄ -N mg/100g 土)	转化酶 Transase (0.1N Na ₂ S ₂ O ₃ ml/g)	过氧化氢酶 Hydrogen peroxidase (0.1N KMnO ₄ ml/g)
正 茬	1.029	41.3	11.10	2.959
三 年	0.618	18.1	14.63	2.920
四 年	1.010	25.0	10.18	2.957
五 年	0.426	17.1	8.10	2.835
六 年	0.416	13.7	7.26	2.580

表4 连作对根际土壤微生物的影响(1989,鼓粒期)
Table 4 The effect of continuous soybean cropping on the rhizospheric microorganisms

重茬年限 Continuous cropping years	真 菌 Fungi	细 菌 Bacteria	放线菌 Actinomyces
一 年	8.7×10 ⁴	1.21×10 ⁸	9.34×10 ⁶
三 年	2.67×10 ⁴	3.08×10 ⁸	8.17×10 ⁶
六 年	—	2.22×10 ⁸	8.02×10 ⁶
正 茬	3.8×10 ⁴	3.24×10 ⁸	25.9×10 ⁷

4、植株生育变化

连作大豆导致土壤营养元素单一消耗,物理、化学性状及生物活性改变,这些变化反馈于大豆植株上表现出根系生长受抑制,影响养分和水分的吸收,根干重减少,有效根瘤数剧减(见表5)。初花期对单株根瘤重和体积的测定表明,连作三年的只有0.7克和1.0立方厘米,而轮作大豆高达1.5克和1.5立方厘米;结荚期对0~10厘米,10—20厘米耕层根重测定,轮作的分别为1.79和0.134克,而连作六年的仅为0.733和0.04克,为轮作根重的40.9%和29.8%。连作导致根系生长不良,植株表现矮小瘦弱,冠层分布不合理,中层叶片面积较小,叶面积指数小,叶色黄,功能期持续时间短,同化产物积累少,因而产量低。

表 5 连作对大豆根系生长发育的影响

Table 5 The effect of continuous cropping soybean on eht growth and development of root system

处 理 Treatmenmts	项 目 Items	苗 期 Seeding	花 期 Bsooming	结荚期 Pod setting	鼓粒期 Pod filling
轮 作 Rotation	总根瘤数(个) Total nodule number	7.2	26.6	32.2	37.3
	有效根瘤数(个) Available nodule number	0	15.4	22.4	20.8
	单株根干重(克) Root dry weight per plant	0.41	0.78	1.48	1.44
连作三年 Three years cropping	总根瘤数(个) Total nodule number	6.8	26.6	36.4	21.4
	有效根瘤数(个) Available nodule number	0	7.2	9.1	5.3
	单株根干重(克) Root dry weitht per plant	0.32	0.53	1.20	0.88

连作大豆还为多种病原菌、害虫提供了理想的繁殖场所和条件、使大豆灰斑病、根腐病、孢囊线虫病等病害及根潜蝇、食心虫等虫害的危害情况逐年增加。据了解调查根腐病情指数连作1—4年的分别比轮作对照增加12.5%、38.0%、91.0%和116.5%，灰斑病情指数成倍增加，同时孢囊线虫危害也随着连作年限增加而愈严重。病虫害的加重，进一步促使了大豆产量降低。

讨 论

关于作物的连作障碍问题,Plenk(1795)、De candole(1832)、Dambeny(1845)、Uslar(1852)等最先提出过毒素学说,后经 Schrelnner(1908)、Pioccker(1917)等研究,于1937年 Molisch 提出了作物间的“相克”现象,1939年 Klvus 总结归纳了作物连作障碍的五大因子学说^[5,6,8]。1983年日本学者泷岛对旱田作物及蔬菜作物连作障碍的研究认为,土壤微生物是连作障碍的主因^[7]。我国学者黄如先对水旱复种轮作的土壤物理化学性质等进行了分析^[4]。对大豆连作障碍机制,虽也有报导,但各家的结论不尽一致。如计钟程(1990)认为大豆孢囊线虫危害是连作障碍的主因^[3];王震宇(1991)认为镰刀菌(*Fusarium sp*)对大豆根系生长发育有害,是重茬大豆生长发育障碍的主要原因之一^[1]。

我们的研究结果认为,连作大豆障碍的原因主要在于连作加剧了大豆—土壤这两个系统之间的矛盾,是由这两个系统内部诸多因素共同作用的结果(见图1)。

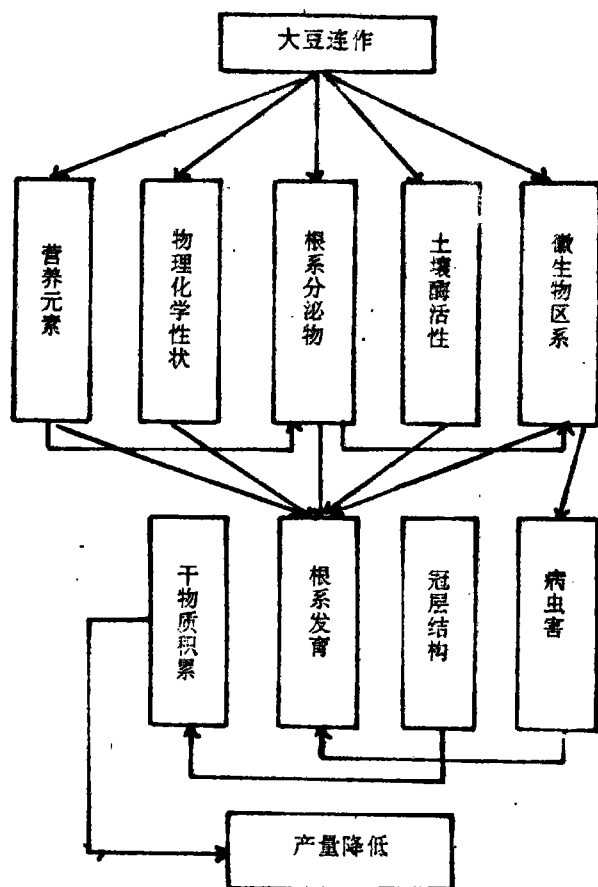


图1 大豆连作障碍机制图

Fig 1 The barrier of continuous cropping soybean

其主要线路可归纳为连作大豆导致土壤营养元素单一消耗,进一步刺激根系分泌物的产生,从而引起土壤物理、化学性状和生物活性改变,病原菌、线虫数量上升,病虫害发生严重,植株生长发育不良,最终导致大豆产量和品质下降。

参考文献

- [1] 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
- [2] 于贵瑞等,1988,大豆、向日葵等作物连作障碍与轮作效应机理的研究初报,《生态学杂志》,7(2),1-8
- [3] 计钟程,1990,大豆重迎茬减产的主要原因及对策,《土壤通报》,21(2):76-86
- [4] 黄如先等,1986,湘、鄂、赣三省稻田三熟制轮作与连作试验研究报告,《作物学报》,12(4),225-231
- [5] 西尾道德,1976,陆稻的连作障碍的原因をめぐって,《化学と生物》,14,718-721
- [6] 平野晓,1977,作物的连作障害,农山渔村文化协会,49-78
- [7] 泥岛,1983,防治连作障碍的措施,《日本土壤肥料科学杂志》,2,170-178

- [8] Guenzi, W. D. and Mocaiia, T. M. .1966. Phytotoxic substances extracted from soil, Soil Sci. Soc. Am. Proc. (30); 214-216

PRIMARY STUDY ON BERRIER CAUSED BY CONTINUOUS SOYBEAN CROPPING

Yu Guangwu Xu Yanli Liu Xiaobing Wang Guanghua

*(Heilongjiang Institute of Agricultural Modernization
Chinese Academy of Science)*

Lu Zhenming

(Heilongjiang Province Research Center for Soybean Department)

Abstract

The yield reduction of continuous soybean cropping was been proved by the farmers, activity. In this study we analyzed the yield reduced reson from soybean and soil two ecological systems. We concluded that the barrier caused by continuous soybean cropping was the comprehensive result of soil element deficiency, poor soil physical conditions and changed chemical and biological activities and occurred diseases. Such comprehensive factors hinder soybean growth, and results in yield reduction.

Key words Soybean; Continuous cropping; Barrier of continuous cropping

欢迎订阅 1994《中国农业文摘—粮食与经济作物》

该刊是中国农业科学院科技文献信息中心主办的全国农业科技文献检索刊物之一。它从我国 200 余种农业科技刊物上遴选出稻、麦类、玉米、杂粮(高粱、粟、黍、荞麦、籽粒苋、赤豆、绿豆、豌豆、蚕豆)、薯类、棉花、麻类、油类、烟草、茶叶、糖料、药用植物等的育种栽培生物学原理、品种、品种资源、遗传育种、良种繁育、栽培技术以及与作物有关的土壤肥料、植物保护、农产品加工、贮藏、综合利用等方面的新技术、新经验、新成果。该刊为双月刊,16 开本,72 页,公开发行人。每期报道信息 350 余条,定价 3.50 元,全年定价 21.00 元。全国各地邮局均可订阅。邮发代号:18-140。