

大豆连作减产主要障碍因素的研究^{*}

II. 连作大豆土壤有害生物的障碍效应

韩晓增 许艳丽

(中国科学院黑龙江农业现代化研究所 哈尔滨 150040)

摘 要

在田间条件下对土壤进行灭菌、施肥和灌水试验,其结果表明:土壤中所存在的以大豆生长为最佳生存条件的有害生物,对大豆生长发育有重大不良影响,连作较非连作土壤生长的大豆生物量减少了 7.26% - 14.52%,株高降低了 11.6% - 17.26%,茎粗减少了 14.63% - 21.93%,叶面积减少了 10.42% - 18.70%,最终导致收获期减产 12.19% - 14.59%,用一个大气压湿热灭菌法对大豆连作土壤进行灭菌后,生育期的各项指标和收获期产量都和非连作土壤相一致,差异不显著。大豆病虫害是土壤有害生物主要表现形式。肥水不能直接消除有害生物的障碍效应,但可使连作大豆相对生长健壮,能抵御有害生物的危害,降低了减产幅度。

关键词 大豆连作;土壤;有害生物;障碍

大豆连作减产原因是多因素的,按生态学原理可划分为两大类,即生物类因素和非生物类(环境)因素

关于大豆连作生物障碍方面的研究已有报导^[1],但这些研究是在盆栽条件下进行的。众所周知,盆栽试验有两特点,一是盆中装的全是耕层土壤,即大豆根系全部生长在耕层土壤中,二是人工浇水,大豆整个生育期始终保持最佳水分状态,这样就改变了土壤中有有害生物的生态条件,使它们的危害作用有可能发生重大改变。同时,良好的水分条件也能使大豆本身生长发育相对健壮,减轻了有害生物的危害程度。本项研究就是在盆栽的基础上,试图再用田间试验,进一步证实有害生物的障碍效应。

材料与方法

试验田位于黑土腹地,中国科学院海伦农业生态试验站内。试验设微区,微区宽 0.7m,长 1m,每区面积 0.7m²,微区四周用油毡纸围成框区,油毡纸埋深 30cm,大豆品种

^{*} 本项研究为国家“九五”重中之重课题 95-01-05-03 的一部分,是黑龙江省农业科技攻关重大课题

收稿日期 1998-03-02

Received on March 2, 1998

为黑农 35,保苗密度为 28株 m^{-2} 。大豆连作三年、连作一年和麦米豆轮作体系中的玉米茬土壤均取自长期定位试验区^[2]。

1 土壤灭菌试验

试验设 6 个处理:大豆连作三年的土壤:① 未灭菌,② 灭菌。大豆连作一年的土壤:③ 未灭菌,④ 灭菌。麦米豆轮作体系中玉米茬的土壤:⑤ 未灭菌,⑥ 灭菌。土壤灭菌方法为:用能装 1000g 土的棉布袋实装土 500g,扁平装入灭菌锅内,1 个大气压湿热灭菌 2 小时。土壤灭菌后,抽查灭菌效果,用平板稀释法检查细菌、放线菌和真菌,灭菌土壤与未灭菌土壤之比,灭菌效果为 99.85% - 100% 之间。土壤灭菌深度为 20cm,分上下两层(每层 10cm)分别灭菌,土壤灭菌后按原层位回填,未灭菌土壤处理也按灭菌处理中的动土方法动一下土后回填。土壤含水量恢复到与大田土壤含水量相同水平,施肥量为磷酸二铵 $20 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$,施肥深度 20cm,所有处理均检出前茬大豆肉眼可见的根系,8 次重复。

2 肥水试验

试验设 12 个处理:

(1)大豆连作三年未灭菌土壤:① 对照,② 加肥,③ 灌水,④ 加肥灌水。

(2)大豆连作三年灭菌土壤:① 对照,② 加肥,③ 灌水,④ 加肥灌水。

(3)麦米豆轮作体系中玉米茬未灭菌土壤:① 对照,② 加肥,③ 灌水,④ 加肥灌水。

对照仅施磷酸二铵 $20 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$,加肥处理是在对照的基础上施尿素 $6 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$,施硫酸钾 $10 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$,叶面喷施微肥两次;灌水处理为:在对照的基础上,于分枝期、始花期各灌水一次,每次灌水 45mm。加肥灌水处理为:在对照的基础上,再加上加肥和灌水处理。微区的面积 0.7m^2 ,土壤灭菌处理方法与 1 土壤灭菌试验相同。除处理所加措施外,整个生育期间不施用任何农药,其它均与当地生产管理相同。

结果与分析

1 有害生物对大豆生长发育的影响

大豆连作土壤中有害生物对大豆生长发育的影响,在分枝期就已明显的表现出来,将出苗五周后的调查结果列表 1。从表 1 可以看出,麦米豆轮作体系中的玉米茬土壤,未灭菌与灭菌比(处理 5 与处理 6 比较),对大豆生长发育略有影响,但经新复极差测验差异不显著。大豆连作一年的土壤,未灭菌与灭菌比(处理 3 与处理 4),对大豆生长发育各项指标的影响差异达极显著水平。大豆连作三年土壤中有害生物对大豆生长发育的影响大于大豆连作一年土壤。大豆连作土壤中有有害生物影响大豆干物质积累,较正茬土壤生长的大豆(处理 5)减少 7.26% - 14.52%,株高降低了 11.16% - 17.26%,茎粗减少了 14.63% - 21.93%,叶面积减少了 10.42% - 18.67%,根长短了 6.29% - 16.98%。

土壤经灭菌消除了有害生物后,其大豆生长发育的各种性状与玉米茬土壤上生长的大豆各种性状相近(处理 2 和处理 4 与处理 5 和处理 6 相近),用新复极差法测定差异不显著,充分说明了在排除大豆根系腐解的影响后,有害生物是大豆短期连作的主要障碍,消除此项障碍其生长发育与非连作大豆相同。

表 1 有害生物对连作大豆生长发育的影响

Table 1 The influence of harmful organisms on the growth and development of continuous cropping soybean

处理	1	2	3	4	5	6
Treatment No.						
单株干重 (g)	1. 06	1. 25	1. 15	1. 27	1. 24	1. 28
Dry weight per plant(g)						
株高 (cm)	21. 1	25. 4	22. 7	25. 1	25. 5	26. 0
Plant height (cm)						
茎粗 (cm)	0. 32	0. 39	0. 35	0. 40	0. 41	0. 41
Stem thickness(cm)						
单株叶面积 (cm ²)	116. 3	142. 9	128. 1	142. 5	143. 0	143. 5
LA per plant(cm ²)						
根长 (cm)	13. 2	16. 3	14. 9	16. 6	15. 9	16. 8
Root length (cm)						

2 土壤有害生物对连作大豆产量性状的影响

有害生物对连作大豆产量及产量构成因子的影响与生长发育趋势相一致,即通过灭菌消灭有害生物可以基本上消除大豆因连作而减产的障碍作用。将试验的产量结果列表 2,从表 2 可以看出,麦米豆轮作体系中的玉米茬土壤,无论灭菌与否,对大豆产量影响不大(处理 5 处理 6),经测验,差异不显著,这充分说明了麦米豆轮作体系中的玉米茬土壤中的有害生物危害大豆还不能达到使大豆足以显著减产的程度,经过一年大豆种植后,以大豆生长而生存的有害生物量增大,大量的有害生物对第二年连作大豆生长发育及产量产生了重大影响,使产量降低,品质变劣。从表 2 还可以看出,灭菌处理杀死有害生物后,其大豆产量及产量构成因子与玉米茬土壤上生长的大豆相近(处理 2 和处理 4 与处理 5 和处理 6 比),经测验,差异不显著,说明了连作大豆,除了根系腐解抑制下茬大豆外^[3],有害生物是连作大豆减产的主要障碍因素。灭菌在杀死有害生物同时也杀死有益生物,但有益生物对大豆产量影响远远小于有害生物,即有益生物对大豆产量影响不显著^[1]。土壤中有有害生物可使连作大豆籽粒减产 12. 19% - 14. 59%,每株粒数减少 10. 08% - 12. 42%,百粒重减轻了 2. 36% - 2. 48%,单株生物量降低了 10. 02% - 18. 78%。

表 2 有害生物对连作大豆产量的影响

Table 2 The influence of harmful organisms on the yield of continuous cropping soybean

处理	1	2	3	4	5	6
Treatment No.						
产量 (g · m ⁻²)	245. 2	287. 1	260. 7	296. 9	289. 8	296. 8
Yield						
单株粒数 (个)	48. 38	55. 24	51. 12	56. 85	55. 62	56. 71
Seeds per plant						
单株生物量 (g)	33. 3	41. 0	36. 8	40. 9	40. 6	41. 5
Biomass per plant						

3 有害生物在大豆生育期的表现反映

将土壤灭菌试验的病虫害调查列表 3,从表 3 可以看出,即使玉米茬土壤,仍然存活着对大豆生长有危害的生物,只不过这些生物受二年不种大豆的影响,其数量少到不足以

使正茬大豆发生严重病虫害而致使大豆显著减产而已 第一年种植大豆后,这些有害生物迅速繁殖,待到第二年连作大豆(处理 3),就表现了病虫害严重减产的现象,随着连作大豆年限延长,有害生物为害有加重趋势(处理 1),但连作年限达到 3- 4年后,生物危害与年限没有线性关系,即连作大豆受有害生物危害并非越来越重,而是随着有害生物的生存条件变化而变得时轻时重 对土壤进行灭菌后,有害生物被消除,病虫害也随之消失(处理 2 处理 4),充分说明了连作大豆病虫害是有害生物危害大豆的表现反映

表 3 有害生物危害大豆的表现反映

处理	1	2	3	4	5	6
Treatment No.						
根腐病病情指数(%)	71	20	67	16	23	9
Root rot index						
孢囊寄生(个/株)	31.1	2.3	28.7	1.8	2.1	0.8
Nematode cysts per plant						
根潜蝇危害株率(%)	55.3	4.5	49.3	3.8	4.1	3.2
Damage rate of root miner						

综上所述可知,在消除大豆根系腐解后,大豆减产的主要障碍因素是有害生物,用灭菌的方法消除土壤中有有害生物,连作大豆产量与正茬大豆产量相接近,在生长发育阶段也有相同趋势,用新复极差法测验,差异不显著.

4 肥水对有害生物危害的影响

受到有害生物危害的连作大豆,增加肥水措施后,连作大豆减产幅度减少,那么究竟是肥水抑制了有害生物还是肥水使大豆本身生长发育健壮、抵御了有害生物的危害,表 4 的试验结果可以回答这个问题 从大豆籽实产量和生物量都可以看出,未灭菌的大豆茬

表 4 肥水对有害生物危害大豆的影响

处理	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Treatment												
产量(g·m ⁻²)	245.2	269.5	267.9	272.6	287.1	315.8	314.0	327.9	289.8	311.5	309.3	325.1
Yield												
单株生物量(g)	33.3	36.7	35.9	38.0	41.0	45.3	44.7	46.8	40.6	42.9	43.2	44.6
Biomass per plant												
根腐病病情指数(%)	71	72	74	71	20	21	23	24	24	22	26	24
Root rot index												
孢囊寄生(个/株)	31.1	31.5	28.5	32.4	2.3	2.5	2.3	2.4	2.1	2.5	1.9	2.1
Nematode cysts per plant												
根潜蝇危害株率(%)	55.3	56.8	54.6	55.6	4.5	4.6	4.4	4.3	4.1	4.2	3.8	4.3
Damage rate of root miner												

土,即使是加肥(处理 2)、灌水(处理 3)或者是在加肥的同时又灌水,其产量都不能达到单纯灭菌土壤(处理 5)上的大豆产量水平,说明了肥水不能起到杀死有害生物,即没有“治疗”作用,而仅能提供大豆生长的良好肥水环境,促进大豆相对生长健壮,即“营养疗法”^[2]. 这是因为影响连作大豆减产的根本原因是有害生物,而肥水又不能抑制有害生物,所以在存在大量有害生物的连作大豆中,肥水只能起缓解作用. 否则如果肥水有抑制有害

生物的功能,则肥水处理应与灭菌处理效果相同或者是更好(同时还能给大豆提供营养和水分)。从表4还可以进一步看到,灭菌后的大豆茬土壤加肥、灌水或加肥同时也灌水,大豆产量随着肥水条件改善而增加。大豆连作土壤在加肥、灌水和加肥同时灌水的条件下,灭菌比未灭菌土壤增产大豆17.2%、22.4%、6.3%,连作大豆灭菌土壤增加肥水处理与玉米茬土壤增加肥水处理的结果相一致,经测验差异不显著,再次证明了肥水条件与连作大豆关系是作物栽培学中的肥水条件与大豆生长的关系,并非与大豆连作减产有直接因果关系。适宜的肥水条件,可以促进大豆生长发育,使侧根早生快发,弥补了已被有害生物危害根的吸收运输营养功能,控制了连作大豆减产。

结 语

连作大豆土壤中有有害生物,除了目前已发现的病虫害外,还有部分尚未发现,通过土壤整体灭菌消除有害生物的试验结果如下:

1 有害生物在分枝前就影响大豆生长,生物量减少了7.26%—14.52%,株高降低了11.6%—17.26%,茎粗减少了14.63%—21.95%,叶面积减少了10.42%—18.67%,根长短了6.29%—16.98%。大豆连作土壤灭菌后对大豆各项指标与正茬土壤相一致,经测验,差异不显著,证明了在没有以病虫害为主的有害生物存在条件下,连作大豆土壤对大豆生长发育的影响与正茬土壤相同。

2 有害生物可使大豆减产12.19%—14.59%,每株粒数减少10.08%—12.42%,百粒重减轻了2.36%—2.48%,单株生物量降低了10.02%—18.78%。大豆连作土壤灭菌后对大豆产量及各产量构成因子的影响与正茬土壤相同,经测验差异不显著。

3 肥水能改善受土壤有害生物危害的大豆生长状态,使其相对生长健壮,降低减产幅度,但不能起到消除有害生物危害的作用。

参 考 文 献

- [1] 许艳丽等,1997,连作大豆生物障碍研究,中国油料,19(3): 46—48
- [2] 韩晓增等,1996,重迎茬大豆营养失调原因及其调控技术的研究,农业现代化研究,17(5): 302—307
- [3] 韩晓增等,1998,连作大豆根系腐解物的障碍效应,大豆科学,17(3): 207—212

A STUDY OF MAIN FACTORS CAUSING YIELD DECREASE OF CONTINUOUS CROPPING SOYBEAN

II . Effects of Harmful Organisms in Soil on Continuous Cropping Soybean

Han Xiaozeng Xu Yanli

(*Heilongjiang Institute of Agricultural Modernization Chinese
Academy of Sciences, Harbin 150040*)

Abstract

The soil for field trial was disinfected, fertilized and irrigated in this study. The result shows that, the harmful organisms related to soybean optimum growth soil affect the development of continuous cropping soybean greatly; Compared with control, the soybean biomass reduces 7.2% - 14.52% , plant height goes down 11.6% - 17.26% , stem thickness decreases 14.63% - 21.93% , LA declines 10.42% - 18.67% , and final yield falls 12.19% - 14.59% . By using steaming disinfection to the soil of continuous cropping soybean, there are no significant differences on development and final yield between treatments and control. Soybean pests and diseases are reflected by harmful organisms in soil. Fertilizer and water can not kill harmful organisms in soil, but can make soybean plant stronger and stabilize final yield.

Key word Continuous cropping soybean; Soil; Harmful organisms; Effects