

大豆连作减产主要障碍因素的研究^{*}

I. 连作大豆根系腐解物的障碍效应

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

通过恒温腐解大豆根系所得到的腐解液处理大豆种子表明,腐解 1 个月的大豆根系腐解液可抑制大豆种子萌发生长,抑制率为 18% - 22%,经 4 个或 6 个月腐解的大豆根系腐解液对大豆种子萌发的影响差异不显著,大豆根系表面水浸液对大豆种子萌发不产生显著影响。通过大豆根拌土盆栽试验表明:大豆根系对下茬大豆生长有显著影响,正茬土拌大豆根系较不拌大豆根系的处理减产 6% - 24%,并且随着加入根系量的增多,减产幅度增加,大豆根系拌土腐解一年后再种植大豆,对产量和生育期各阶段生物量不产生影响。根系腐解液和大豆根系拌土盆栽试验证明了生产上大豆根对下茬大豆从种子萌发开始,就发生抑制,随着时间的延长,抑制作用减弱,生产上约经两年左右,抑制作用彻底消失,由此表明了大豆根系腐解中间产物是大豆连作主要障碍之一。

关键词 大豆连作;根系;腐解物;障碍效应

大豆是不耐连作的油料作物,在春大豆产区连作二年平均减产 10% - 33%^[1]。大豆连作减产主要障碍因素国外研究较少,通过国际联机检索美国 DI- ALOG 系统数据库,未见报导。国内研究报导较多^[2 3 4],但大豆根系腐解物对正茬大豆生长发育的影响尚未见报导。本文是“重迎茬影响大豆生产的机理及技术对策研究”课题的一部分内容,着重研究大豆根系腐解物对下茬大豆生长发育的影响,以期揭示大豆连作主要障碍机制。

材料与方法

试验所用的大豆根系取自中国科学院海伦农业生态试验站大豆不同轮作连作长期定位试验区的正茬大豆地,于 9 月 20 日初霜期采集,除处理 3 和 4 外,其它均用自来水冲

^{*} 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 This paper was received on March 2, 1998.

洗干净,自然风干备用。

1 大豆根系水浸液、腐解液的制取

模拟田间条件下大豆根系腐解过程,设 10 个处理:① 饮用自来水 50ml,恒温 30℃ 培养 1 个月,0.45 μm 微孔膜过滤,得无菌水;② 除不过滤外,其它同处理 1,得有菌水。③ 大豆根系 20g,装入 250ml 三角瓶,加蒸馏水 100ml 振荡 10min,将根捞出,转入离心管离心 (4000rpm, 15min), 0.45 μm 微孔膜过滤,得根表水浸液;④ 除不过滤外其它同处理 3,得有菌水浸液。⑤ 50g 大豆根系粉碎拌大豆茬苗眼风干土 50g,加蒸馏水 50ml,保持含水量 50%,恒温培养 1 个月,再加蒸馏水 50ml 搅拌后离心 (4000rpm, 15min), 0.45 μm 微孔膜过滤,得无菌液。⑥ 除不过滤外其它同处理 5,得有菌液。⑦ 大豆根拌玉米茬耕层风干土,其它同处理 5,得无菌液。⑧ 除不过滤外其它同处理 7,得有菌液。⑨ 培养时间为 4 个月,其它同处理 5,得无菌液。(10)培养时间为 6 个月其它同处理 9,得无菌液^[5]。

2 水浸液、腐解液对大豆种子萌发的影响

将上述所得水浸、腐解液分别注入相对应的 10 排衬有灭菌滤纸的培养皿中,每排 8 个皿作为重复,每皿放 10 粒经过发芽试验的优良黑农 35 大豆种,置于 25℃ 恒温箱中培养 72 小时,测大豆胚根长度。

3 大豆根系腐解物对大豆生长的影响

盆栽采用米氏盆 (25×26cm),每盆装土 9kg,施氮 0.12g·kg⁻¹ 土,施 P₂O₅: 0.24g·kg⁻¹ 土,8 次重复,品种为黑农 35,每盆播 10 粒,出苗后留 5 株。大豆根粉碎后干热灭菌 (80℃ 2 小时)。试验处理为:取麦豆正茬轮作体系中的玉米茬土:① 不拌豆根;② 拌豆根 25g·kg⁻¹ 土;③ 拌豆根 50g·kg⁻¹ 土;④ 前一年拌豆根 50g·kg⁻¹ 土,盆栽小麦,当年施 N、P 量与其它相同,播大豆。取麦麦豆轮作体系中第二年连作小麦土:⑤ 不拌豆根;⑥ 拌豆根 25g·kg⁻¹ 土;⑦ 拌豆根 50g·kg⁻¹ 土。取麦豆轮作体系中重茬大豆土:⑧ 不拌豆根;⑨ 拌豆根 25g·kg⁻¹ 土; (10)拌豆根 50g·kg⁻¹ 土。

结果与分析

1 大豆根水浸液、腐解液对大豆种子萌发的影响

大豆根水浸液、腐解液的不同处理对大豆种子萌发影响是不同的。表 1 表明大豆根水浸液、腐解液各处理所对应的有菌液与无菌液相比对大豆种子萌发的影响差异不显著。大豆种子在适宜的温度、水分和通气条件下,有害生物对它的作用没有直观表现。可能存在两种原因,一是有作用,但在此期还未表现出来;二是在适宜的条件下,有害生物在种子萌发期对大豆种子萌发没有影响。将处理 1、2 平均后,作为其它处理的对照。

大豆活根风干后,其水浸液对大豆种子萌发的影响较小,经新复极差测验,差异不显著 (处理 3、4 与对照比较),即活根表面水浸的溶解物和微溶物对种子萌发没有关系。该处理采自初霜期,根系活力尚未丧失,这时期及以前的根系分泌物能被水溶解或微溶的物质对大豆种子萌发没有作用。有两种原因可能导致此结果:一是根系分泌物数量少,不足以引起对种子萌发起显著作用,二是水溶物、微溶物质根本不存在对种子萌发的影响。

大豆根系经 1 个月腐解后的溶液对大豆种子萌发产生较大的影响。用处理种子胚根

表 1 大豆根水浸液、腐解液对大豆种子萌发影响

Table 1 The influence of soaked and decomposed liquid from soybean roots on the germination of soybean seed

处理号 Treatment No.	1	2	※	3	4	5	6	7	8	9	10
大豆胚根长 (mm) Length of soybean radicle	32.9	31.6	32.3	33.7	32.5	25.2	26.3	26.4	25.7	30.4	33.4
增或减 (±%) Increase or decrease				+ 4.3	+ 0.6	- 22.0	- 18.6	- 18.3	- 20.4	- 5.9	+ 3.4

※处理 1 和处理 2 的平均数 ※ Means of Treatment 1 and Treatment 2

长减去对照,其差与对照比的百分数为抑制率计算,大豆根系腐解 1 个月的溶液对大豆种子萌发的抑制率为 18.3% - 22.0%,与对照比经测验达到了差异极显著水平。拌玉米茬土与拌大豆茬苗眼土的根系腐解液对大豆种子萌发的影响差异不显著,说明了影响种子萌发主要是根系腐解物中间产物,而与茬口土壤无关。影响大豆种子萌发的主要因素是:即在适宜的水分、温度和通气条件下,根系腐解物是影响大豆种子萌发的主要因素,而土壤中的土传病虫害在种子萌发期所产生的影响较小或者是根本没有影响。

大豆根系经 4 个月和 6 个月的腐解溶液,其对大豆种子萌发影响较小,与对照比差异不显著。大豆根系在恒温 30℃ 经 4- 6 个月腐解,彻底的腐解物是无机营养盐类、CO₂ 和水以及小部分新合成的土壤腐殖质^[6],对大豆种子萌发抑制作用消失。

由此看来,大豆根水浸液和大豆根系彻底腐解液以及有菌液,在大豆种子适宜萌发的条件下均不对萌发产生影响,而 1 个月腐解液对大豆种子萌发产生显著影响,这说明对大豆种子萌发影响是根系在腐解过程中的中间产物,这种物质对大豆种子的抑制随着彻底腐解而消失。

2 大豆根系腐解物对大豆生长的影响

大豆根系盆栽试验不同处理,对大豆产量影响是不同的。在未加根系的土壤中,玉米茬土和小麦茬土的大豆产量接近,它们之间差异不显著,将它们 (11.5g+ 10.3g) 平均后作为对照 (10.9g),大豆重茬种植与对照比减产 7.3%,经测验达到了差异极显著水平。在没有根系腐解存在的条件下,有害生物因素仍可使连作大豆减产 (试验结果另文发表)。

无论玉米茬土还是小麦茬土,所有正茬土加入大豆根系均对大豆产量产生显著影响,减产幅度为 5.5% - 23.85%,由此证实了大豆残茬是大豆连作减产的主要障碍因素之一。

大豆减产幅度与加入大豆根系的量有正比例关系,即增加大豆根系施入量,减产幅度进一步增大,玉米茬土和小麦茬土都符合上述关系,将加入同样量根系的两种正茬土大豆产量平均与对照相比,加入大豆根系 25g·kg⁻¹ 土,减产 7.8%;加入大豆根系 50g·kg⁻¹ 土,减产 20.18%,增了 12.38 个百分点。

大豆土再加入大豆根系后,减产进一步加重,加入根系 25g·kg⁻¹ 土,减产 20%,比加入根系同量的正茬土增加了 12.2 个百分点,加入根系 50g·kg⁻¹ 土,减产 42%,比加入同量的正茬土增加了 22 个百分点。由此看来,大豆连作减产除根残茬这个主要障碍因素外,还存在有害生物障碍因素。

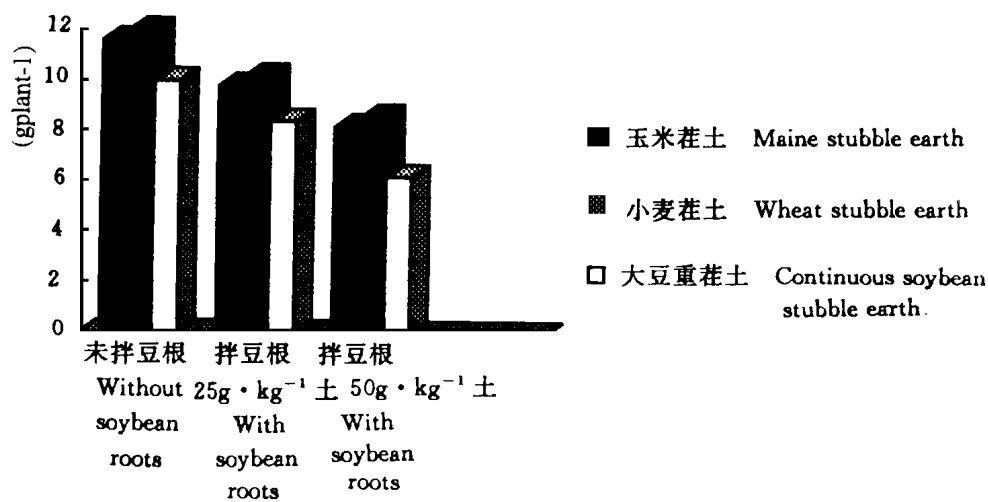


图 1 大豆根系对下茬大豆产量影响盆栽试验

Fig. 1 Pot culture trial of the influence of soybean roots on the yield of following soybean

处理 4 的产量结果与对照比,差异不显著,说明在盆栽条件下,大豆根系对下茬大豆的影响仅为约一年的时间,延长年限,其对大豆减产作用消失。这个结果与大豆根系腐解 4—6 个月的结果有相同的趋势,进一步证明大豆根系在腐解过程中对大豆产量影响最大,而腐解前或彻底腐解后对大豆产量影响不显著。

大豆根系对下茬大豆各生育期生长的影响列表 2,表 2 表明大豆根系在腐解过程,对大豆各个生育期均产生显著影响。在前期首先是对大豆种子萌发产生了抑制,子叶出土后,根系腐解物继续对大豆根系生长发育产生抑制作用,后期虽然抑制作用不大,但由于营养生长期受到影响,即使后期其它条件好,这种影响也不会彻底消失,仅仅能起到减轻危害的作用而已。

表 2 盆栽试验不同处理生物量

(干物重 g/株)

Table 2 Biomass of different treatments under pot trial

(dry matter weight g/plant)

处理号 Treatment No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
分枝期 Branching stage	1.47	1.29	1.05	1.49	1.53	1.45	1.18	1.31	1.22	0.93
始花期 Flowering stage	11.2	8.9	7.3	11.5	12.4	10.6	8.1	9.8	8.5	6.7
成熟期 Rippening stage	33.8	28.7	25.3	35.8	34.9	31.1	26.4	30.2	26.2	20.4

经测验,处理 1 与处理 5 之间没有显著差异,基于他们都是正茬土未加大豆根系,我们把处理 1 和处理 5 的生物量作为对照,与正茬土加大豆根系处理作比较可以看出单纯根系作用可使分枝期生物量减产 3.33%—38.00%,始花期减产 10.17%—31.36%,成熟期减产 9.59%—26.45%;增加大豆根系加入量的 1 倍,减产幅度增加,分枝期为 16—18 个百分点,始花期 11—14 个百分点,成熟期为 10—14 个百分点。

大豆茬土再加大豆根系,加重了连作危害程度,减产幅度加大,分枝期生物量减少了

12.67% - 38.00%,始花期减少了 16.95% - 43.22%,成熟期减少了 12.2% - 40.69%。
大豆根系加入土壤一年后再盆栽大豆(处理 4),对大豆各生育期生物量影响效果与
对照比差异不显著(见表 3)

表 3 不同处理对大豆各生育期生物量增减影响(±%)

Table 3 Increase and decrease of biomass of different treatments at different development stages								
处理号 Treatment No.	2	3	4	6	7	8	9	10
分枝期 Branching stage	- 14.00	- 30.00	- 0.67	- 3.33	- 21.33	- 12.67	- 18.67	- 38.00
始花期 Flowering stage	- 24.58	- 38.14	- 2.54	- 10.17	- 31.36	- 16.95	- 27.97	- 43.22
成熟期 Rippening stage	- 16.58	- 26.45	+ 4.07	- 9.59	- 23.26	- 12.21	- 22.67	- 40.69

大豆根系加入土壤后对大豆各生育期生物量均产生负效应,最终导致大豆籽粒产量
下降。大豆根系对下茬大豆影响有时间限制,盆栽超过一年后,对大豆各生育期的生物量
和籽实产量影响不显著。田间调查后认为,在田间大豆根系腐解二年后(在中等土壤理化
条件下)其抑制作用消失。

结 语

- 1 在适宜大豆种子萌发的水分,温度和通气条件下,大豆根系水浸液、腐解液的有菌
和无菌液对种种子萌发的影响差异不显著。大豆根系表面水浸液对大豆种子萌发不产生
显著影响。
- 2 大豆根系 1个月腐解液对大豆种子萌发产生强烈的抑制作用,抑制率为 18.3%
- 22.0%;大豆根系 4个月或 6个腐解液对大豆种子萌发没有影响。
- 3 大豆根系对下茬大豆生长发育有显著影响,在正茬土壤中较对照可减产 6% -
24%;在大豆连作土中减产加重,较对照可减产 20% - 42%,随着根系加入量的增加,减
产幅度增大。大豆根系盆栽腐解一年后,再种植大豆,对大豆产量不产生显著影响。
- 4 生产上应大力推广连作大豆秋翻地,使大豆残茬均匀分布于土壤之中,免除残茬
集中于“苗眼”对大豆种子萌发和根系生长发育产生抑制作用。

参 考 文 献

[1] 刘忠堂, 1993,对发展我省大豆生产的看法与建议,黑龙江农业科学,增刊: 1- 4
[2] 于广武等, 1993,大豆连作障碍机制研究初报,大豆科学, 12(3): 237- 242
[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] 许艳丽等, 1995,大豆重迎茬研究,哈尔滨工程大学出版社
[5] 王光华等, 1995,大豆根浸提液生化它感现象的研究,《大豆重迎茬研究》,哈尔滨工程大学出版社
[6] 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》,中国农业出版社

STUDY OF MAIN FACTORS CAUSING YIELD DECREASE OF CONTINUOUS CROPPING SOYBEAN

I . Effects of Decomposing Matters of Roots Continuous Cropping Soybean

Han Xiaozeng Xu Yanli

(*Heilongjiang Institute of Agricultural Modernization,
Academia of Sinica, Harbin 150040*)

Abstract

In this study, soybean seeds were treated by decomposed liquids from soybean roots under fixed temperature. The result shows that, one- month decomposed liquid inhibits the germination and growth of soybean, rating between 18% and 22% ; four or six month decomposed liquid has on significant influence on the germination of soybean. In pot culture experiment, mixing earth with soybean roots, showed that, soybean root affected the following soybean significantly. Compared with control rotation field earth mixed with soybean roots reduced 6% - 24% yield, and the decrease became larger with the increase of mixed soybean roots. Through one year's decomposition, soybean roots mixed with earth had on in further influence on soybean's growth and yield. The above experiment demonstrates that in soybean production, soybean roots begin to inhibit following soybean growth at germination, and inhibition effect can last for two years.

Key words Continuous cropping soybean; Roots; Decomposing matters; Effects

This study is one part of national key project coded 95- 01- 05 and Heilongjiang provincial agricultural key project as well.