

分根法研究连作条件下大豆根系的生长^{*}

阮维斌^{1 * *} 李晓鸣² 王玉峰² 王敬国¹ 张福锁¹

(1. 中国农业大学植物营养系, 100094; 2. 黑龙江省农业科学院土壤肥料研究所, 哈尔滨 150086)

摘要 盆栽条件下利用分室法研究大豆根系等分后处于不同介质条件下根系的生长发育情况。结果表明,在重茬灭菌土中根系发育良好,重茬土中根系的发育因另一室中的介质不同而表现不同。

关键词 分根; 大豆; 连作障碍; 溴甲烷

中图分类号 S344.4 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2001)03-0183-04

大豆连续种植后(重茬),出现植株生长不良、病虫害增加和产量降低等症状,这种现象称作连作障碍^[1]。土壤生物因素是连作大豆减产的主要原因之一。李孱研究表明连作大豆孢囊线虫增加,单株固氮能力下降^[2]。胡江春研究表明连作大豆根际中存在紫青霉菌(*Penicillium purpurogenum*),当其毒素粗结晶水培液中浓度为 $5\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ 即可观察到大豆根系受害,根毛很少生长,土壤中该菌的大量存在及其产生的毒素是大豆连作障碍产生的重要因素^[3]。季尚宁用5%磷化铝灭菌土壤,发现灭菌基本可消除大豆连作土壤的不良影响^[4]。韩晓增采用湿热灭菌处理土壤,结果表明大豆植株生育期各项指标和收获期产量和非连作土壤中生长的一致^[5]。由此可见,大豆根际生物环境的改变严重影响了大豆的生长。连作条件下,大豆根系处于一种逆境环境,生长不良,必然影响植物地上部的生长,也将影响整个植物的生长。本文通过大田灭菌利用分根法初步研究土壤生物环境因素对大豆根系生长发育的影响。

1 材料和方法

1.1 供试品种

合丰 25

1.2 供试土壤

黑龙江省农科院土壤肥料研究所轮作区,连作

区作物种植情况:豆(1995)一豆(1996)一豆(1997)一豆(1998),正茬(正常轮作区):豆(1995)一豆(1996)一麦(1997)一麦(1998)。

土壤属典型黑土,有机质 2.83%,全N 0.159%,速效 N 16.0mg/kg,速效 P 33.0mg/kg,速效 K 157.0mg/kg。

1.3 试验装置

将5升塑料桶纵切等分为两室,然后将四层塑料纸放在两室之间以完全隔开两室,再将塑料桶用透明胶带将两室粘紧密封。每室加土2kg。施肥:纯 N 50mg/kg, P₂O₅ 150mg/kg, K₂O 100mg/kg。

1.4 土壤灭菌

将0-30cm耕层土松翻,搭上塑料拱棚用土密封,棚顶距地面70cm左右,将一专用锥形开起器放在一块20×20cm²塑料纸上,塑料纸放在较平整的地方,保证液体溴甲烷能缓慢的释放在空气中,然后沉入土体中,灭菌72小时后,打开塑料拱棚,7天后播种。

1.5 分根

1999年5月9日从轮作区取正茬土,将大豆浸种2小时后,播种在正茬土中,室温培养至5月28日,冲洗大豆根系,将侧根长度不足1cm主根部分截去,并将大豆所有侧根在水中等分后移入同一盆装有不同土壤的两个室中,在上面覆盖相应的土,再在其上覆盖一层塑料纸,防止水分蒸发过快,使尚在表层的植物根系死亡。

* 收稿日期:2000-12-26

* * 通讯联系人,天津南开大学生命科学学院,300071,天津。E-Mail: caurwb@eyou.com.

基金项目:国家“九五”攻关重中之重课题 No. 95-001-05-3-2-1-7 和国家自然科学基金 No. 39790100 的部分内容。

作者简介:阮维斌(1971-),男,讲师,主要从事化学生态方面的研究。

1.6 试验设计

4个处理(表1),4次重复。

表1 试验设计

Table 1 The design of the experiment

处理 Treatments	室I Compartment I	室II Compartment II
MS-M	重茬灭菌土	重茬土
NRS-NR	正茬灭菌土	正茬土
NR-M	正茬土	重茬土
NRS-MS	正茬灭菌土	重茬灭菌土

1.7 收获

1999年7月14日调查,并对根干、鲜重,根瘤干重、根瘤数、总根长、茎干重等指标进行测定。总根长的测定:采用十字交叉法, $L = \frac{\text{根鲜重} \times (a+b)}{11/14/\text{取样量}(\text{cm})}$; 总根长(cm), a、b分别为根系与纵向、横向的交叉点数^q。

1.8 所有数据均采用SAS进行分析,平均值采用LSD(P<0.05)进行显著检验。

2 结果与分析

2.1 不同处理之间植株的生长

由表2可知, NR-M处理的根鲜重与其它处理差异显著, MS-M、NRS-NR、NRS-MS处理植株根鲜重分别为其的166%、187%、211%。NR-M处理根干重最小,与处理NRS-MS和NRS-NR根干重的差异均达到显著水平。NR-M处理根瘤数较少,根瘤干重小。MS-M、NRS-NR、NRS-MS处理根瘤干重分别是NR-M处理的178%、180%、198%,其中NRS-MS处理与NR-M处理之间根瘤干重的差异达到显著水平。由此可见, NR-M处理虽然根瘤数和其它处理差异不大,但根瘤干重差异明显,单个根瘤干重较小,说明了根瘤的发育受阻。NRS-MS、NRS、NR处理每室内的总根长分别为12125cm、11835cm,显著大于MS-M处理7917cm、NR-M处理6526cm,由此说明,植株生长在重茬土介质中的那部分根系生长不良,导致整个植物的总根长显著下降。各处理地上部干重大小依次为: NR-M<NRS-NR<MS-M<NRS-MS,其中NR-M处理地上部干重为NRS-NR、NRS-MS处理的51.2%、50.1%,且与二者差异达到显著水平。NRS-MS处理根冠比(R/S)值最小与MS-M、NRS-NR处理差异显著。

表2 分根对大豆生长的影响

Table 2 The effect of root partition on the soybean seedling growth

处理 Treatments	根鲜重 Fresh root weight(g)	根瘤干重 Dry nodule weight(g)	根瘤数(n) Nodule number	根干重 Dry root weight(g)	总根长 Total root length(cm)	地上部干重 Shoot dry weight(g)	根冠比 (R/S)
MS-M	9.112a ¹⁾	0.223ab	150.5a	0.86ab	7917b	4.85ab	0.178a
NRS-NR	10.28a	0.225ab	141.25a	1.075a	1835a	7.31a	0.152a
NR-M	5.495b	0.125b	126.0a	0.53b	6526b	3.74b	0.149ab
NRS-MS	11.62a	0.248a	152.3a	1.01a	12125a	7.46a	0.138b

注: 1)字母相同者表示差异不显著,字母不同表示差异显著。(下同)

Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by LSD test.

2.2 各个处理两室之间根系的生长

2.2.1 重茬灭菌土与重茬土(MS-M)

在表3中列出了各处理的两个室中的根系生长发育情况。重茬灭菌土室根鲜重、根瘤干重、根瘤数、根干重、总根长等明显高于重茬土室根系的各项指标,分别为其的140.2%、154.9%、137.3%、141.3%和144.0%。

2.2.2 正茬土与正茬灭菌土(NRS-NR)

正茬灭菌土室根系的根瘤干重、根干重、总根长等大于正茬土室中根系的相应指标。

2.2.3 正茬土与重茬土(NR-M)

正茬土室中根系的根瘤干重、根瘤数均显著大于重茬土室中根系的根瘤干重、根瘤数,其中重茬土室根系根瘤干重几乎是0,根瘤数也仅为正茬的11.6%。对于根鲜重、根干重、总根长等指标,正茬土室根系明显大于重茬土,分别为173.4%、171.0%、179.2%,这基本与田间观察到的现象一致,即正茬大豆根系生长比重茬大豆产根系生长好。与MS-M处理相比,重茬土室根系生长没有得到根本的改善,尤其是根瘤的生长,表现在根瘤干重、根瘤数等指标低于MS-M处理中重茬土室的根系的相应指标。NR-M处理中重茬土室根瘤干重、

根瘤数分别为 0.01g、25.3 个, 单个根瘤的干重较小, 而 MS-M 处理中重茬土则分别为 0.173g、

表 3 分根对大豆生长的影响(per plant)

Table 3 The effect of root partition on the soybean seedling growth

处理 Treatment	土壤基质 Soil medium	根鲜重 Fresh root weight (g)	根瘤干重 Dry nodule weight (g)	根瘤数 Nodule number	根干重 Dry root weight (g)	总根长 Total root length (cm)
MS-N	重茬灭菌土	10.45a ¹⁾	0.268a	174.0a	1.00a	9343a
	重茬土	7.77a	0.173a	176.8a	0.71a	6490a
NRS-NR	正茬灭菌土	11.65a	0.253a	138.8a	1.26a	12268a
	正茬土	8.91a	0.190a	142.8a	0.88	11403a
NR-M	正茬土	6.97a	0.235a	226.3a	0.67a	8377a
	重茬土	4.02a	0.01b	25.3b	0.39a	4674a
NRS-MS	正茬灭菌土	10.35a	0.322a	198.3a	1.02a	11899a
	重茬灭菌土	12.88a	0.168a	105.5a	1.00a	12350a

2.2.4 重茬灭菌土与正茬灭菌土(NRS-MS)

重茬灭菌土室根系的根鲜重、总根长略高于正茬灭菌室根系, 但没有明显差异。但根瘤的指标, 如根瘤干重、根瘤数, 正茬灭菌土室根系的根瘤干重、根瘤数分别为重茬灭菌的 191.7%、188.0%, 相关几乎达到两倍。

3 讨论

重茬条件下, 大豆植株生长受到抑制, 产量降低, 表现出连作障碍^[1]。在正常施肥的前提下, 溴甲烷处理土壤后, 土壤线虫等有害生物被杀死, 土壤的生物环境发生改变^[7]。从 NRS-M 处理可知, 正茬土壤灭菌处理后有利于根瘤生长, 根瘤干重明显增加, 说明溴甲烷处理后对土壤中大豆根瘤菌没有负面影响。研究表明, 当大豆植株根系生长的两室中有一个室的介质为灭菌的土壤时, 明显缓解了大豆重茬造成减产的幅度(表 2)。两室的土同时为灭菌土时, 重茬灭菌土室根瘤生长(根瘤数、根瘤干重)没有正茬灭菌土室的好(表 3), 说明重茬条件下, 灭菌引起的土壤生物环境的改变, 并不能完全消除重茬条件对大豆生长的抑制, 还可能存在着其它一些因素, 如对生长有抑制作用的化感物质的存在等, 仍对大豆生长有一定的抑制作用^[8]。化感作用的存在已经在果树连作障碍中得到验证^[9]。由此可见, 大豆连作障碍不是由于一种因素所致, 是由于包括生物环境改变在内的许多因素所致, 但生物环境的改变是一个主要原因。

本试验也说明重茬土中根系的发育因另一室的介质不同而表现不同。处理 MS-M、NR-M 均有一个室含有重茬土, 而另一室 MS-M 处理为灭菌的重茬土, NR-M 处理为正茬土, MS-M 整个植株生长包括根瘤干重, 根干重、茎干重等均大于 NR-M 处理的相关指标(表 2)。而 MS-M 处理中重茬土室根系明显好于 NR-M 处理中的根系, 如前者的根瘤干重、根瘤数、根干重分别为 0.173g、176.8 个、0.71g, 后者则为 0.01g、25.3 个、0.39g, 说明了处理中另一室的处理不同对重茬土室中根系生长影响不同。正茬大豆生长处于一种自然条件下, 各种生物因素处于动态平衡, 其调控作用相对较小。有研究表明溴甲烷灭菌后, 杀死大量的土壤微生物, 其中以真菌类受影响最大, 其次是放线菌, 细菌类的抗药性较强, 对大豆根瘤菌无不良影响(个人通讯)。因此, 重茬土经过溴甲烷灭菌后, 其对根系的调控效果明显。分根试验证明, 当一侧有线虫侵染时, 结瘤被抑制, 去掉被线虫侵染的一侧根时, 则对结瘤的抑制程度被减轻, 大豆孢囊线虫(SCN)对大豆结瘤的影响具有系统性^[10]。本试验表明灭菌处理后大豆根系发育良好, 根系生存环境得到改善^[11], 这从另一方面说明在土壤生物因素直接或间接影响下, 大豆根系发育不良, 根系的吸收功能下降, 是大豆表现出连作障碍的重要原因。因此, 生产实践中可以采取改善局部根系生长的措施而调节整个植物的生长, 降低大豆重茬大豆的减产幅度。

参 考 文 献

1. 杨庆凯, 马占峰, 李济文. 黑龙江省大豆重茬问题及对策[J].

- 大豆科学, 1994, 13(2): 157—163.
- 2 李孛, 白景华, 迟玉杰, 等. 不同轮作方式对大豆孢囊线虫及大豆固氮能力的影响[J]. 东北农业大学学报, 1996, 27(2): 109—115.
 - 3 胡江春, 王书锦. 大豆连作障碍研究I 大豆连作紫青霉菌的毒素作用研究[J]. 应用生态学报, 1996, 7(4): 396—400.
 - 4 季尚宁, 肖玉珍, 田慧梅, 等. 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.
 - 5 韩晓增, 许艳丽. 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[J]. 大豆科学, 1999, 18(1): 47—51.
 - 6 Tennant, D. A test of A modified line interest method of estimating root length[J]. J. J. Ecol. 1975, 63, 995—1001.
 - 7 阮维斌, 王敬国, 张福锁等. 溴甲烷灭菌对大豆苗期根系生长的影响[J]. 生态学报, 2001, 21(5): 759—764.
 - 8 韩丽梅, 王树起, 鞠会艳. 大豆根分泌物的鉴定及化感作用的初步影响[J]. 大豆科学, 2000, 19(2): 119—125.
 - 9 Zhang Q H. Potential role of allelopathy in the soil and decomposing root of Chinese—fir replant woodland[J]. Plant and Soil, 1993 151: 205—210.
 - 10 Ko, M. P., Barker K. R., Huang, J. S. Nodulation of soybean as affected by half—root infection with *Heterodera glycines* [J]. Journal of Nematology, 1984, 16: 97—105.
 - 11 韩晓增, 许艳丽. 大豆连作减产主要障碍因素的研究[J]. I 连作大豆根系腐解物的障碍效应, 大豆科学, 1998, 17(3): 207—221.

STUDY OF SOYBEAN (*Glycine max.* L) ROOT GROWTH IN MONOCULTURAL CONDITIONS WITH ROOT—SPLITTING EQUIPMENT

Ruan Weibin¹ Li Xiaoming² Wang Yufeng² Wang Jingguo¹ Zhang Fusuo¹

(1. Department of Plant Nutrition, China Agricultural University, Beijing 100094; 2. Institute of Soil and Fertilizer Sciences, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

Abstract Root growth in monocultural conditions was studied with root—splitting equipment in a pot experiment. The equipment included two equal compartments. The results showed that one part of roots growing in compartment filled with the monocultural soil fumigated with methyl bromide was improved. The growth of roots in the compartment filled with monocultural soil was dependent on the status of the soil in the other compartment. Plant growth seemed to be systematically regulated.

Key words Root—splitting; Soybean (*Glycine max* L.); Monocultural problem; Methyl bromide