

大豆连作障碍调控剂的筛选*

王树起 韩丽梅 杨振明

(解放军军需大学农副业生产系, 长春 130062)

摘要 对促根剂和硝酸钙的施用效果做了初步研究, 结果表明: 促根剂和硝酸钙对大豆生长发育、干物质积累、抗逆性及产量的影响有所不同, 表现在: 促根剂显著增加了大豆植株的干物质积累, 增强了根系活力, 而硝酸钙的影响则不规律; 促根剂增强了大豆植株的抗逆性, 而硝酸钙的影响则有增有减; 促根剂和硝酸钙均使大豆产量增加, 但促根剂的效果更为显著。从综合效应分析来看, 促根剂对大豆生长发育、干物质积累都有较好地促进作用, 能够增强大豆植株的抗逆性, 对抑制连作大豆减产有较好的效果。

关键词 大豆; 连作障碍; 促根剂; 硝酸钙

中图分类号 S565.1 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2001)04-0249-05

大豆连作与轮作相比, 减产幅度达 21.2% ~ 67.6%^[1]。大豆连作导致减产的原因很多, 已有的研究表明, 大豆连作障碍造成土壤理化性状恶化, 营养元素亏缺^[2] 以及根部虫害(大豆孢囊线虫^[3])和根部病害(镰刀菌^[4], 紫青霉菌^[5])。研究者针对不同的原因采取相应的措施进行调控, 取得了一定的效果^[6]。本文根据大豆的生理学特性采用不同的调控剂进行试验, 筛选能减轻大豆重茬障碍症状的调控剂, 为解决大豆连作障碍问题提供一定的科学依据。

1.1 供试材料

试验设在长春解放军军需大学农业试验站, 分盆栽试验和田间小区试验。供试土壤为草甸黑土, 耕层土壤基本养分状况见表 1。促根剂(The Root Growth Promoting Agent, RGPA)由解放军军需大学和南京农业大学合作生产, 主要成分为活性腐植酸, 并辅之高能磷化合物、维生素、中量元素、微量元素、抗腐材料, 以及改善加工性状的辅料通过复合搅拌精制而成。硝酸钙(Calcium nitrate, Ca(NO₃)₂)为分析纯试剂, 大豆品种为长农 5 号。

1 材料与方方法

表 1 供试土壤基本农化性状

Table 1 The basic agronomic-chemical properties of the tested soil

茬口 Rotation	有机质 Organic C (g/kg)	全 N Total N (g/kg)	全 P Total P (g/kg)	全 K Total K (g/kg)	水解性 N Hydrolyz. N (mg/kg)	速效 P Avail. P (mg/kg)	速效 K Avail. K (mg/kg)	pH (H ₂ O)
正茬 Normal cropping	15.25	1.34	0.41	1.72	141.21	35.81	162.61	6.40
重 3 Four years continuous	14.54	1.26	0.35	1.56	124.34	34.23	130.42	6.21
迎茬 Alternate cropping	14.76	1.31	0.38	1.64	131.26	36.18	134.60	6.18

1.2 试验处理

1.2.1 盆栽试验

在重 3(即重茬三年)、迎茬两种土壤上分别设置对照、促根剂和硝酸钙三个处理, 每个处理重复 12

次; 并在正茬土壤上只设对照 3 盆留做考种, 共 3×2×12+3=75 盆, 分别在各生育期采样进行相应的生理生化指标的测定。

盆栽试验采用 25×25cm 聚乙烯塑料盆, 每盆装

* 收稿日期: 2000-07-24

作者简介: 王树起(1968-), 男, 硕士, 主要从事植物营养与逆境调控机理研究。

土 12.5kg, 施磷酸二铵 3.12g/盆, 尿素 0.38g/盆 ($N:P_2O_5 \approx 1:2$); 促根剂 0.02g/盆, 硝酸钙 0.52g/盆。肥料及各处理物与整盆土混匀后播种大豆, 出苗后每盆定苗 3 株。分别于苗期 (播后 55 天)、花荚期 (播后 90 天)、鼓粒期 (播后 125 天) 采集植株样品和土壤样品, 测定相应的生理生化指标。

1.2.2 田间试验

在正茬、重 3 和迎茬不同茬口土壤上设置对照、促根剂和硝酸钙三个处理, 小区长为 5.0m, 垄距为 0.6m, 每垄面积 3m², 每小区面积为 30m², 三次重复, 随机区组排列, 每小区施肥量按磷酸二铵 171.25 kg/hm², 尿素 19.00kg/hm² ($N:P_2O_5 \approx 1:2$) 计算; 促根剂按 3.0kg/hm², 硝酸钙 26.0kg/hm² 计算。田间大豆采用垄作栽培, 每小区播种量按 90.05kg/hm² 计算。

1.3 测定方法

1.3.1 测定株高、株鲜重及根鲜重, 再将地上部和根系烘干后分别测其干重

1.3.2 相对电导率: 参照赵可夫等人的电导率测定方法^[12]

1.3.3 根系活力: 以 α -萘胺氧化酶活性表示, α -

萘胺氧化酶活性采用无水对氨基苯磺酸-亚硝酸钠比色法测定^[13]。

2 结果与分析

2.1 不同处理对大豆植株生物量的影响

由表 2 可见, 促根剂和硝酸钙两种处理, 对大豆植株干物重的影响不同。对重 3 土壤, 在大豆生长的不同时期, 促根剂使根干重和地上部干重均较对照增加, 其中根干重增加的幅度为 9.28%—19.80%, 地上部干重增加 11.68%—29.20%; 硝酸钙对干物重的影响有增有减, 但总体上呈下降趋势, 其中根干重降低-2.39%—7.53%, 地上部干重降低 9.43%—27.43%。对迎茬土壤, 促根剂和硝酸钙对大豆植株干物重的影响与重 3 土壤基本相似, 促根剂使大豆植株干物重增加, 其中根干重增加 4.86%—41.47%, 地上部干重增加 7.29%—11.01%; 而硝酸钙对干物重的影响有增有减, 其中根干重与对照间差异为-7.90%—11.72%, 地上部干重与对照差异为-10.90%—0.92%。

表 2 不同调控剂对盆栽大豆干物重的影响

Table 2 Effect of different regulating agents on dry matters of pot-culture soybean

茬口 Rotation	时期 Stages	处理 Treatment	根干重		地上部干重		根干重日增重 Incrementation of root dry weight per day (mg/day)
			Root dry weight (g/plant)	±CK (%)	Shoot dry weight (g/plant)	±CK (%)	
重 3 Four years continuous	苗期 Seedling	对照 CK	0.53		1.13		
		促根剂 RGPA	0.60	13.21	1.46	29.20	
		硝酸钙 Ca(NO ₃) ₂	0.49	-7.55	0.82	-27.43	
	花荚期 Flowering— podding	对照 CK	2.93		12.41		66.7
		促根剂 RGPA	3.51	19.80	13.86	11.68	80.8
		硝酸钙 Ca(NO ₃) ₂	3.00	2.39	11.24	-9.43	69.7
迎茬 Alternate cropping	鼓粒期 Filling	对照 CK	3.34		21.58		
		促根剂 RGPA	3.65	9.28	25.08	16.22	
		硝酸钙 Ca(NO ₃) ₂	3.19	-4.49	19.09	-11.54	
	苗期 Seedling	对照 CK	0.40		1.09		
		促根剂 RGPA	0.47	17.50	1.21	11.01	
		硝酸钙 Ca(NO ₃) ₂	0.39	-2.50	1.10	0.92	
花荚期 Flowering— podding	对照 CK	3.29		13.76		80.3	
	促根剂 RGPA	3.45	4.86	14.79	7.49	82.8	
	硝酸钙 Ca(NO ₃) ₂	3.03	-7.90	12.26	-10.90	73.3	
鼓粒期 Filling	对照 CK	2.99		24.68			
	促根剂 RGPA	4.23	41.47	26.48	7.29		
		硝酸钙 Ca(NO ₃) ₂	3.49	16.72	22.78	-7.70	

从这两种调控剂对大豆植株干物重的影响来看, 促根剂促进了根系和地上部植株的生长, 使大豆植株干物重增加, 效果比较明显, 而硝酸钙对大豆植

株干物重的影响不规律, 效果不明显。所以单从对大豆植株干物重的影响角度来看, 应用促根剂对减轻大豆连作障碍是一种比较好的调控手段, 而硝酸

钙则不适合。

2.2 不同处理对大豆根系活力的影响

植物对水分和养分的吸收主要是通过根系进行的, 根系量的多少和根系活力的强弱直接影响植物对养分和水分的吸收利用。

由表 2 看出, 不同调控剂影响大豆根系生长。从苗期到花荚期, 在重 3 土壤上, $V_{CK} = 66.7 \text{ mg/day}$, $V_{促} = 80.8 \text{ mg/day}$, $V_{硝} = 69.7 \text{ mg/day}$; 在迎茬土壤上, $V_{CK} = 80.3 \text{ mg/day}$, $V_{促} = 82.8 \text{ mg/day}$, $V_{硝} = 73.3 \text{ mg/day}$ 。其中促根剂促进根系生长的效果比较

明显, 而硝酸钙则不规律。由表 3 可见, 不同调控剂对根系活力的影响也比较明显, 在重 3 土壤不同生育期, 促根剂均使根系活力增加, 其中苗期增加 18.60%, 花荚期增加 50.00%; 而硝酸钙则使根系活力有所降低, 苗期降低 17.07%, 花荚期降低 25.81%。在迎茬土壤不同生育期, 促根剂也使根系活力增加, 其中苗期增加 24.70%, 花荚期增加 19.67%; 硝酸钙则使根系活力下降, 其中苗期下降 4.49%, 花荚期下降 31.15%。所以从对大豆根系生长和根系活力的影响角度来看, 促根剂的调控效果远好于硝酸钙。

表 3 不同调控剂对盆栽大豆根系活力的影响

Table 3 Effect of different regulating agents on the soybean root activities under pot⁻ culture

茬口 Rotation	时期 Stages	处理 Treatment	根系活力 Root activities	
			($\mu\text{g/g} \cdot \text{h}$)	$\pm\text{CK}(\%)$
重 3 Four years continuous	苗期 Seedling	对照 CK	3.28	
		促根剂 RGPA	3.89	18.60
		硝酸钙 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	2.72	-17.07
	花荚期 Flowering-podding	对照 CK	1.24	
		促根剂 RGPA	1.86	50.00
		硝酸钙 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	0.92	-25.81
迎茬 Alternate cropping	苗期 Seedling	对照 CK	4.45	
		促根剂 RGPA	4.56	2.43
		硝酸钙 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	4.25	-4.49
	花荚期 Flowering-podding	对照 CK	1.22	
		促根剂 RGPA	1.46	19.67
		硝酸钙 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	0.84	-31.15

表 4 不同调控剂对盆栽大豆叶片相对电导率的影响

Table 4 Effect of different regulating agents on the leaf relative conductivity of pot⁻ culture soybean

茬口 Rotation	时期 Stages	处理 Treatment	叶片相对电导率 Leaf relative conductivity (%)			
			常温 Normal temperature	$\pm\text{CK}(\%)$	冷冻 Frozen (-20°C)	$\pm\text{CK}(\%)$
重 3 Four years continuous	苗期 Seedling	对照 CK	1.19		10.25	
		促根剂 RGPA	0.23	-80.69	4.11	-59.90
		硝酸钙 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	0.89	-25.21	2.05	-80.00
	花荚期 Flowering-podding	对照 CK	16.16		41.07	
		促根剂 RGPA	10.73	-33.60	22.44	-45.36
		硝酸钙 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	11.95	-26.05	24.61	-40.08
鼓粒期 Filling	鼓粒期 Filling	对照 CK	19.02		7.24	
		促根剂 RGPA	12.05	-36.90	7.00	-3.31
		硝酸钙 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	14.55	-23.50	7.85	8.45
	苗期 Seedling	对照 CK	4.52		13.73	
		促根剂 RGPA	1.38	-75.22	8.24	-39.99
		硝酸钙 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	2.82	-37.61	11.35	-17.34
迎茬 Alternate cropping	花荚期 Flowering-podding	对照 CK	10.29		33.96	
		促根剂 RGPA	5.96	-42.68	24.48	-27.92
		硝酸钙 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	8.56	-16.81	26.90	-20.67
	鼓粒期 Filling	对照 CK	11.18		10.44	
		促根剂 RGPA	10.82	-3.22	9.80	-6.13
		硝酸钙 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	10.97	-1.88	9.87	-5.46

2.3 不同处理对大豆叶片相对电导率的影响

植物组织电阻的变化是当前生物膜研究的一项重要指标。细胞膜透性的大小,可用相对电解质渗出率来表示,当质膜的选择透性因逆境伤害而明显改变或丧失时,胞内的物质(尤其是电解质)大量外渗,从而引起组织浸泡液的电导率发生变化。因此,测定外渗电导率的变化,就可以反映出质膜的受伤程度和所测材料的抗逆性大小。

从表4和表5可以看出,无论在常温条件下还是经冷冻(-20℃)伤害处理后,促根剂和硝酸钙均明显降低了盆栽和田间小区大豆不同生育期叶片的相对电导率,从而提高了细胞膜的稳定性。常温处理和冷冻处理的叶片相对电导率大小顺序,重3土壤上为:促根剂<硝酸钙<对照;迎茬土壤上为:促根剂<硝酸钙<对照。正茬土壤上其表现规律与重3和迎茬基本一致。

表5 不同调控剂对田间小区大豆叶片相对电导率的影响

Table 5 Effect of different regulating agents on the leaf relative conductivity of field soybean

茬口 Rotation	时期 Stages	处理 Treatment	叶片相对电导率 Leaf relative conductivity (%)			
			常温 Normal temperature	±CK (%)	冷冻 Frozen (-20℃)	±CK (%)
正茬 Normal cropping	苗期 Seedling	对照 CK	17.25			
		促根剂 RGPA	15.21	-11.83		
	花荚期 Flowering- podding	硝酸钙 Ca(NO ₃) ₂	16.04		-7.01	
		对照 CK	14.62		12.34	
		促根剂 RGPA	12.92	-11.63	11.43	-7.37
		硝酸钙 Ca(NO ₃) ₂	15.55	-6.36	11.72	-5.02
重3 Four years continuous	苗期 Seedling	对照 CK	14.64			
		促根剂 RGPA	13.99		-4.44	
	花荚期 Flowering- podding	硝酸钙 Ca(NO ₃) ₂	14.62	-0.14		
		对照 CK	19.62		12.15	
		促根剂 RGPA	12.46	-36.49	10.62	-12.59
		硝酸钙 Ca(NO ₃) ₂	10.14	-48.32	11.67	-3.95
迎茬 Alternate cropping	苗期 Seedling	对照 CK	11.81			
		促根剂 RGPA	10.46		-11.43	
	花荚期 Flowering- podding	硝酸钙 Ca(NO ₃) ₂	9.20	-22.10		
		对照 CK	15.05		12.41	
		促根剂 RGPA	13.38	-11.10	11.14	-10.50
		硝酸钙 Ca(NO ₃) ₂	14.08	-6.45	12.82	3.30

2.4 不同处理对大豆产量的影响

施用促根剂和硝酸钙,对大豆产量有显著的影响,结果见表6。可以看出,无论在重3土壤还是迎茬土壤上,促根剂和硝酸钙均增加了盆栽大豆的产

量,其中促根剂使重3大豆增产19.24%,迎茬大豆增产16.90%;硝酸钙使重3大豆增产6.19%,迎茬大豆增产2.33%。同时,促根剂和硝酸钙使百粒重有所增加。从这两种调控剂的效果比较来看,促根

表6 不同调控剂对盆栽大豆产量的影响

Table 6 Effect of different regulating agents on the soybean yield under pot-culture

茬口 Rotation	处理 Treatment	平均产量 Average yield			百粒重 100-seed weight(g)
		(g/pot)	±CK (%)	±正茬 ±Normal cropping (%)	
正茬 Normal cropping		29.75			17.25
重3 Four years continuous	对照 CK	23.70		-20.34	16.30
	硝酸钙 Ca(NO ₃) ₂	25.64	6.19	-13.82	16.53
迎茬 Alternate cropping	促根剂 RGPA	28.26	19.24	-5.00	16.67
	对照 CK	25.32	-14.89	16.43	
正茬 Normal cropping	硝酸钙 Ca(NO ₃) ₂	25.91	2.33	-12.91	16.35
	促根剂 RGPA	29.60	16.90	-0.51	17.17

剂要好于硝酸钙。另外, 两处理与正茬产量相比, 在重 3 土壤上, 施用促根剂后, 产量只比正茬大豆产量降低 5.00%, 而硝酸钙处理则比正茬大豆产量降低 13.82%; 在迎茬土壤上, 施用促根剂后, 产量基本上与正茬大豆产量相当, 而硝酸钙处理则比正茬大豆产量降低了 12.91%。所以用促根剂作为连作大豆减产的调控剂, 效果较好。

3 结语

本文对促根剂和硝酸钙的施用效果做了初步研究, 结果表明: 促根剂和硝酸钙对大豆生长发育、干物质积累、抗逆性及产量的影响有所不同, 表现在:

(1) 促根剂显著增加了大豆植株的干物质积累, 增强了根系活力, 而硝酸钙的影响则不规律; (2) 促根剂增强了大豆植株的抗逆性, 而硝酸钙的表现则有增有减; (3) 促根剂和硝酸钙均使大豆产量增加, 但促根剂的效果更为显著。从综合效应分析来看, 促根剂对大豆生长发育、干物质积累都有较好地促进作用, 对抑制连作大豆减产有较好的效果, 所以在生产中施用促根剂, 对减轻连作大豆减产问题有一定效果。

参 考 文 献

- 1 杨庆凯, 马占峰, 李季文, 等. 黑龙江省大豆重迎茬问题及对策 [J]. 大豆科学, 1994, 13(2): 157-163.
- 2 于广武, 许艳丽, 刘晓冰. 大豆连作障碍机理研究初报 [J]. 大豆科学, 1993, 12(3): 237-242.
- 3 王震宇, 王英祥, 陈祖仁. 重茬大豆生长发育障碍机制初探 [J]. 大豆科学, 1991, 10(1): 31-36.
- 4 计钟程. 大豆重迎茬减产的主要原因及对策 [J]. 土壤通报, 1990, 21(2): 76-86.
- 5 胡江春, 王书锦. 大豆连作障碍研究 I. 大豆连作土壤青霉素毒素作用的研究 [J]. 应用生态学报, 1996, 7(4): 422-427.
- 6 胡江春, 王书锦. 大豆连作障碍研究 II. 大豆连作减产机理及土壤青霉素毒素的调控对策 [J]. 应用生态学报, 1998, 9(4): 429-434.
- 7 韩晓增, 许艳丽. 重迎茬大豆营养失调原因及其调控技术的研究 [J]. 农业现代化研究, 1996, 17(2): 302-307.
- 8 何志鸿, 刘忠堂, 胡立成, 等. 大豆重迎茬减产的主要原因及农艺对策 [J]. 大豆通报, 1998, (3): 4.
- 9 马淑梅, 李宝英. 大豆灰斑病发生规律及防治技术研究 [J]. 植物保护学报, 1997, 24(3): 244-248.
- 10 辛惠普, 马江泉, 刘静茹, 等. 大豆根病发生与防治的初步研究 [J]. 大豆科学, 1987, 6(3): 189-196.
- 11 王守义. 大豆孢囊线虫病的研究 [J]. 大豆通报, 1996, (1): 8.
- 12 张志良. 植物生理学实验指导 [M]. 高等教育出版社, 1990.
- 13 邹琪. 植物生理生化实验指导 [M]. 中国农业出版社, 1995.

SELECTION OF REGULATING AND CONTROL AGENTS ON THE BARRIER OF SOYBEAN UNDER CONTINUOUS CROPPING

Wang Shuqi Han Limei Yang Zhengming

(Agronomy Department of the Quartermaster University of PLA, Changchun 130062)

Abstract Preliminary research on the effect of the Roots Growth Promoting Agent(RGPA) and Calcium nitrate was conducted. The results showed that the effects of the RGPA and Calcium nitrate on soybean growth, accumulation of dry matters, resistance to adversity and soybean yield were different. The RGPA increased the accumulation of dry matters of soybean plants significantly and enhanced the root activities, but the effects of Calcium nitrate was irregularity; the RGPA enhanced the resistance to adversity of soybean plants, but the effects of Calcium nitrate was neither increasing nor decreasing. The RGPA and Calcium nitrate all increased the yield of soybean, but the result of the RGPA was larger than that of Calcium nitrate. Depending on the results of comprehensive effect analysis, the RGPA increased the soybean growth and accumulation of dry matters significantly, and enhanced the resistance to adversity of soybean plants. The results on inhibition of the soybean yield decreasing under continuous cropping were quite good.

Key words Soybean; Barriers of continuous cropping; Root growth promoting agent; Calcium nitrate