

连作大豆减产的生理生化机制

郑桂萍 侯雪琪* 孙长艳

(黑龙江八一农垦大学农学系)

摘要 本文探讨了连作大豆减产的生理生化机制。试验表明,连作大豆水分胁迫严重;内源激素 GA_3 (赤霉素)、IAA(吲哚乙酸)、ABA(脯氨酸)、ZR₁(玉米素)含量变化,它们共同作用的结果抑制了植株的生长发育,尤其对冠部生长不利;连作大豆营养偏耗,根际土及植株中某些元素亏缺,尤以钾亏缺严重;根系活力下降,叶质重降低。以上各种因素共同作用的结果致使连作大豆干物质生产减少,产量降低达显著和极显著水平。

关键词 大豆 连作 生理生化 产量

中图分类号 S561.101

黑龙江省是大豆的主要生产基地,以其优良的品质和较高的产量而驰名中外。近年来,由于市场经济的诱导,大豆种植面积迅速扩大,造成重迎茬严重,随之大豆发病率增高,生长势弱,产量降低。据初步统计,我省大豆连作两年的面积占大豆播种面积的 25~30%,局部地区达 50%,连作三年的面积占 8%左右,据调查迎茬大豆减产幅度为 9.3~70%。关于连作减产的机理十分复杂,国内外有许多报道,他们从土壤养分的偏耗,土壤物理、化学性质改变,生物反应的恶化,毒素的积累及病虫害的加剧等方面进行了研究^[1~5],但结论不尽相同。本文从某些生理生化指标入手,探讨了连作大豆的生理生化变化及与产量的关系,为制定水分、营养、作物管理系统提供理论参考。

1 材料与方法

试验设于农大试验区,草甸白浆土,亩施底肥 15 公斤,种肥 5 公斤,磷酸二铵与尿素比为 2:1。供试品种为合丰 25 号,轮作前茬为小麦,采用三垄栽培法。

试样制备:分别于分枝期、盛花期、鼓粒期多点采样,以豆株为中心切取 25×65×25 立方厘米土方,去掉根系外围的土体,小心取下附于根表的根际土,一部分测定水分含量(烘至恒重),一部分自然风干,过 1.5 毫米筛备用;将取完根际土的根系洗净,分开根和冠于 105℃ 杀青,80℃ 烘至恒重,粉碎过 1.4 毫米筛备用。用于激素测定的根系、叶片洗净后迅速放入 -60℃ 低温冰箱中冷冻备用。

测定方法:根际土中的速效氮、磷、钾分别采用硫酸浸提蒸馏法,盐酸浸提吉氏法,醋酸铵浸提法测定。根冠中全氮、全磷、全钾分别采用硫酸消化蒸馏法,钒钼黄比色法,硝酸高氯酸消煮原子吸收光谱测定。植物激素用冰甲醇提取,液相色谱法检测(中国林科院测试中心代测)。根系活力用亚甲烯蓝法,脯氨酸含量采用 3% 磺基水杨酸提取,茚三酮显色法测定。

* 侯雪琪现在黑龙江省佳木斯市农业科学院情报所工作。

收稿日期 1995-04-22

2 结果与分析

2.1 连作大豆的干物质生产及产量

经过不同生育期轮、连作大豆根、冠干物质生产量的测定,结果(表 1)是连作大豆的根、冠干物质生产量均低于轮作,且各生育期轮、连作大豆干物质生产量的比值根系较冠部更接近于 1,可见轮、连作大豆干物质生产量根系间差异小于冠部。连作大豆的产量性状如有效荚、单株粒数和百粒重均有所降低,降低顺序是三年连作大于两年连作,测产结果也与此顺序相同。与对照相比,连作两年减产 14.5%,方差分析: $F=5.42>F_{0.05}=4.30$,产量差异达显著水平;连作三年减产 26.8%,方差分析: $F=23.24>F_{0.01}=9.93$,产量差异达极显著水平。

表 1 轮、连作大豆的干物质生产量

	处 理	干 物 质 生 产 量 (kg/亩)		
		分枝期	盛花期	鼓粒期
根 系	轮作(kg/亩)	9.439	46.376	63.640
	连作(kg/亩)	7.762	36.980	50.460
	轮作/连作	1.216	1.254	1.261
冠 部	轮作(kg/亩)	42.226	239.818	604.723
	连作(kg/亩)	28.883	190.499	401.420
	轮作/连作	1.462	1.259	1.506

注:表中数据轮作为两年平均值,连作是连作三年和连作四年的平均值。

研究脯氨酸胁迫指数与日生长量胁迫指数呈极显著的正相关^[7],本试验结果全生育期脯氨酸的平均含量为对照的 157.94%,说明在本试验条件下,连作导致了对大豆生长的胁迫,使其干物质生产减少,产量降低。然而冠部对水分胁迫比根系敏感,水分胁迫使冠生长比根系生长降低很多,从而使连作大豆冠部干物质生产受到的影响更大。

表 2 轮、连作大豆根际土的含水量 (%)

处 理	分枝期	盛花期	初荚期	鼓粒期	平均值	±△%
轮 作	21.09	25.38	20.97	33.41	25.21	100
连作六年	20.02	23.35	16.97	22.13	20.62	81.79

2.2.2 大豆连作导致根系、叶片中激素含量变化 激素可促进或抑制植物生长,控制根、冠间干物质合成总量及运输速率(Nelsoll,1967;Russell,1977)。本试验由轮、连作大豆苗期和鼓粒期根系、叶片中激素含量的测定结果(表 4)发现,GA₃ 与 ABA、IAA 与 ABA 的比值,苗期根系中轮

表 3 轮、连作大豆叶片的水分自然饱和亏和脯氨酸含量

处	理	水分自然饱和亏(%)	±△%	脯氨酸含量(μg/g)	±△%
苗期	轮作	21.087	100	39.596	100
	205.84	连作四年	29.770	148.18	81.503
盛花期	轮作	—	—	110.917	100
	连作四年	—	—	122.325	110.29
鼓粒期	轮作	33.035	100	124.017	100
	连作四年	38.392	116.22	195.567	157.69

作略低于连作,而叶片中轮作远大于连作;鼓粒期根系中轮作低于连作;由于 GA₃ 和 IAA 均为

促进生长型激素,ABA 为抑制生长型激素,上述激素间的比例关系与轮作大豆生长速度快、干物质积累多及轮、连作大豆根系间干物质差异小于冠部的结果一致,表明连作引起了大豆体内 GA₃、IAA、ABA 含量变化,它们共同作用的结果使连作大豆植株的生长发育受抑制,干物质生产减少,且使轮、连作大豆根系间干物质差异小于冠部。由根尖合成的玉米素(ZR₁)具有促进细胞分裂、促进生长防止衰老的生理效应。本试验结果显示不同生育期根系、叶片中均表现轮作高于连作,说明大豆连作后根系合成 ZR₁ 能力降低,影响了植株的生长发育和产量,鼓粒期 ZR₁ 与 ABA 的比值轮作大豆为叶片高于根系,而连作则是根系略高于叶片,这是轮、连作大豆根系间干物质差异小于冠部的又一原因。

表 4 轮、连作大豆根系、叶片中激素的变化

处 理	GA ₃ /ABA	IAA/ABA	ZR ₁ /ABA	ZR ₁ *
苗 期	根系	1.698	1.196	—
	叶片	6.228	1.248	1.554
	连作 根系	2.630	1.208	—
	四年 叶片	1.891	0.454	0.461
鼓 粒 期	根系	1.704	2.392	0.651
	叶片	0.622	0.476	0.805
	连作 根系	3.402	4.995	0.603
	四年 叶片	—	0.720	0.599

* ZR₁ 的单位是 μg/100g

差异显著,根冠中差异极显著,这与有关连作大豆土壤中缺钾的报道^[1]是一致的。据报道大量元素氮、磷、钾亏缺时,冠部受到的影响大于根系;硼、铜、铁、钙、镁、锰、钼、硫、锌等元素亏缺对根、冠生长的影响基本无差异;钾有效供应增多促进冠/根增大比其它元素共同影响都大(Bastow, J., 1988),钾素亏缺抑制光合较氮素亏缺严重(Gregory 等,1929)。由我们的试验结果连作大豆磷、钾亏缺,尤其钾缺乏严重是导致连作大豆干物质生产减少,产量降低,也是使连作大豆的冠部生产降低值更大的原因之一。

表 5 轮、连作大豆根际土及根冠中氮、磷、钾含量

处 理	氮	磷	钾
根际土 (速效) (mg/kg)	42.55	—	75.23
连作三年	50.48	—	65.44
根 系 (全量) (%)	0.871	0.163	0.710
连作三年	0.977	0.144	0.480
冠 部 (全量) (%)	1.807	0.268	1.24
连作三年	2.019	0.255	1.00

2.2.4 连作大豆根系活力降低、叶质重减小 众所周知大豆连作后病虫害加重,我们的试验也得到相同的结果,这是导致根系活力降低的主要原因之一。根系活力降低(见表 6)则使其吸收、合成能力下降,从而影响植株的生长发育,叶质重降低(见表 7),光合能力减弱,干物质生产减少,产量降低。

2.2.3 连作大豆养分偏耗 通过不同生育期对根际土及根系、冠部这一系统氮、磷、钾含量的测定,结果(表 5)发现连作大豆根际土及根冠中氮素含量均高于轮作,这与已有报道土壤中氮素积累的结果相同,说明氮素不是限制连作大豆产量的主要因素;根冠中磷素含量连作大豆均低于轮作,盛花期差异显著,磷素是大豆最主要的营养元素之一,此阶段缺磷必然影响生长发育,导致干物质生产减少,落花落荚而减产;钾素含量根际土及根冠中均表现连作大豆低于轮作,根际土中

表 6 轮 连作大豆的根系活力

处	理	总吸收面积	活跃吸收面积	活吸占%
		(m ² /3 株)	(m ² /3 株)	
分枝期	轮作	6.76	3.07	45.11
	连作三年	6.22	2.58	41.50
盛花期	轮作	20.99	8.36	40.21
	连作三年	18.37	7.70	41.90

表 7 轮、连作大豆的叶质重

(g/cm ²)			
处 理	分枝期	盛花期	鼓粒期
轮 作	0.0451	0.0654	0.0977
连作四年	0.0407	0.0551	0.0874

3 小 结

3.1 大豆连作后生长发育受阻,干物质生产

减少,产量降低达显著水平。

3.2 大豆连作后内源激素 GA₃、IAA、ABA、ZR₁ 含量变化,它们共同作用的结果使干物质生产减少,产量降低。

3.3 连作大豆水分胁迫严重,营养元素偏耗,尤以钾亏缺严重,根系活力降低,叶质重减小从而使光合能力降低,植株的有效荚及粒数、百粒重下降,产量降低。

参 考 文 献

1 沈岛. 防治连作障碍的措施. 日本土壤肥科学杂志,1983(2):170~178
2 于贵瑞等. 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,1988,7(2):1~8
3 计钟程等. 重茬大豆栽培法. 研究与开发,1993(1):16~20
4 王震宇等. 重茬大豆生长发育障碍机制初探. 大豆科学,1991,10(1):31~36
5 于广武等. 大豆连作障碍机制研究初探. 大豆科学,1993,12(3):237~243
6 汪锡德. 大豆重迎茬与效益农业. 大豆通报,1994(5):19
7 刘丽君等. 渗透胁迫对大豆幼苗过氧化物酶活性及脯氨酸含量的影响. 大豆科学,1987,6(3):221~224

The Physiological and Biochemical Mechanism of the Yield Reduction of Continuous Soybean Cropping

Zheng Guiping Hou Xueqi Sun Changyan

(Heilongjiang. 1st land Reclamation University, Mishan)

Abstract This paper studied on physiological and biochemical Mechanism of the yield reduction in continuous soybean cropping. The results showed there was serous water stress in continuous soybean cropping and the change of endogenous hormone content (GA₃, IAA, ABA, ZR₁) inhibited growth of soybean, especially shoot and certain elements, especially k, showed lack in soybean and rhizosphere soil and root activity descend and specific leaf weight was reduced. Such comprehensive factors hindered soybean growth and resulted yield reduction.

Key words Soybean, Continuous cropping, Physiology and biochemistry, Yield