

# 连作大豆根冠比增大原因的研究<sup>\*</sup>

王晶英 郑桂萍 张红燕<sup>1</sup> 李国兰

(黑龙江八一农垦大学农学系, 密山 158308,

1 黑龙江省农业机械化学学校, 哈尔滨王岗 150088)

## 提 要

通过对轮、连作大豆干物质积累量的定期测定,发现连作大豆根、冠干物质积累量均低于轮作,根冠比( $R/S$ ,干重比)增大。这主要是由于连作大豆根系病虫害加重,磷、钾等元素亏缺,水分胁迫较重,内源生长素( $IAA$ )、赤霉素( $GA_3$ )、玉米素核苷( $ZR$ )、脱落酸( $ABA$ )的含量及比例变化导致冠部降低幅度大于根系,最终使根冠比增大。

关键词 大豆;连作;根冠比

连作大豆减产的机理和对策一直是令人瞩目的课题,国内外关于这方面的研究报道很多。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<sup>[1-5]</sup>。有资料报导“植株是否能良好地生长取决于根、冠功能平衡; $R/S$ 的变化可反映出环境因素对干物质积累及在根、冠间分配的影响”<sup>[6]</sup>。关于连作对大豆根冠关系的影响国内尚未见报道,本文拟对轮、连作大豆不同生育时期根冠比进行比较,并分析其差异原因,为制定合理的肥水管理措施提供理论参考。

## 材料与方法

本试验于1992—1994年在黑龙江八一农垦大学试验区进行。土壤类型为草甸白浆土,每公顷施底肥225kg,种肥75kg,磷酸二铵与尿素的比为2:1,供试品种为合丰25,轮作前茬小麦,连作年限分别选择了3年、4年、6年,以检验不同连作年限其 $R/S$ 是否有相同规律。采用垄上双条播,垄底深松分层施肥的方式栽培,田间管理同常规生产。

试样制备:分别于分枝期、盛花期、鼓粒期多点采样,以豆株为中心垂直向下切取 $25 \times 65 \times 25\text{cm}^3$ 土方,取下附于根表的根际土,自然风干,过1.5mm筛后备用;再将根系洗净,分开根和冠于 $105^\circ\text{C}$ 杀青, $80^\circ\text{C}$ 烘至恒重粉碎备用。用于内源激素测定的根系、叶片洗净后迅速放入 $-60^\circ\text{C}$ 低温冰箱中冷冻备用。

<sup>\*</sup> 本文于1995年9月13日收到。

This paper was received on Sep. 13, 1995.

测定方法: 根际土中速效氮、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。根系及冠部的全氮、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。内源激素用冰甲醇提取,液相色谱法检测<sup>\*</sup>。脯氨酸含量用 3% 磺基水杨酸提取,茚三酮显色法测定。烘干法测定含水量,按常规方法调查病情指数和孢囊着生量。

结果与分析

一、连作大豆的根冠比特点

通过连年测定轮、连作大豆不同生育时期根系、冠部的干物质积累量,发现大豆连作后根系、冠部的干物质积累量均减少,但根、冠的降低幅度不同,连作三年根系干物质积累量平均减少 10. 30%,而冠部减少 22. 57%,连作四年根系干物质积累量平均减少 23. 87%,而冠部减少 28. 13% (表 1),即大豆连作后冠部干物质质量降低幅度更大,从而导致 R/S增大,这在不同连作年限的大豆上表现出相同的规律 (表 2)。

表 1 轮、连作大豆根、冠干物质积累量 (kg /ha)

Tab. 1 Dry matter accumulation of soybean on rotation and continuous cropping ( kg /ha)

年 Years	生育时期 Growing stages		分枝期 Branching	盛花期 Blooming	鼓粒期 Pod filling
1993	轮作 Rotation	根系 Root	198. 2	512. 4	852. 0
		冠部 Shoot	849. 9	3281. 6	6493. 0
	连作 3年 Continuous cropping for 3 years	根系 Root	154. 7	479. 4	829. 9
		冠部 Shoot	502. 7	2876. 0	5558. 1
	相对值 (%) Relative value	根系 Root	78. 1	93. 6	97. 4
		冠部 Shoot	59. 1	87. 6	85. 6
1994	轮作 Rotation	根系 Root	85. 0	878. 9	1057. 2
		冠部 Shoot	416. 9	3913. 0	11648. 7
	连作 4年 Continuous cropping for 4 years	根系 Root	78. 2	629. 9	683. 9
		冠部 Shoot	363. 8	2839. 0	6483. 4
	相对值 (%) Relative value	根系 Root	92. 0	71. 7	64. 7
		冠部 Shoot	87. 3	72. 6	55. 7

二、影响连作大豆根冠比的因素

连作大豆根系及冠部的生长发育受多种因素的共同影响,但病虫害、水分、养分状况及内源激素是主要因素。

1. 连作大豆根部病虫害加重

本试验结果如表 3,大豆连作后根部病虫害加重,根系活力明显降低。从而使连作大

<sup>\*</sup> 由中国林科院测试中心检测。  
©1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w

豆根系的吸收、合成能力降低,影响了植株的生长发育,使连作大豆根系、冠部的干物质积累量均低于轮作。有研究表明,肥水供应不足时对作物冠部的影响大于根系<sup>[6]</sup>,这与本试验连作大豆根冠比增大的结果是相吻合的。

表 2 轮、连作大豆根冠比

Tab. 2 Root-shoot ratio of soybean on rotation and continuous cropping				
年 Years	生育时期 Growing stages	分枝期 Branching	盛花期 Blooming	鼓粒期 Pod filling
1992	轮作 Rotation	0.266	0.203	0.135
	连作 6年 Continuous cropping for 6 years	0.420	0.268	0.152
	相对值(%) Relative value(%)	157.89	132.02	112.59
1993	轮作 Rotation	0.233	0.156	0.131
	连作 3年 Continuous cropping for 3 years	0.308	0.167	0.149
	相对值(%) Relative value(%)	132.19	107.05	113.74
1994	轮作 Rotation	0.204	0.225	0.091
	连作 4年 Continuous cropping for 4 years	0.215	0.222	0.105
	相对值(%) Relative value(%)	105.39	98.67	115.38

2 连作大豆水分胁迫较重

通过不同生育期测定根际土壤含水量,发现连作大豆根际土壤含水量均低于轮作(表 4),分枝期、盛花期、鼓粒期分别降低 5.07%、8.00%、36.76%,这与有关连作大豆土壤含水量降低的报道一致<sup>[5 7 8]</sup>。进一步通过测定叶片的水分胁迫指标,发现连作大豆叶片的水分自然饱和亏及脯氨酸含量均高于轮作(表 4),说明连作大豆植株体内水分胁迫程度较重。水分胁迫时,影响营养物质的吸收、运输及其体内的代谢反应,使连作大豆根系、冠部干物质生产量降低;计钟程等<sup>[7]</sup>认为水分不足是导致连作大豆减产的主要原因。有报道“植物冠部对水分胁迫比根系敏感,水分胁迫使冠部比根系生长量降低严重,R/S通常增大”<sup>[6]</sup>。这种观点也可以用来解释连作大豆 R/S增大的现象。

表 3 轮、连作大豆根系病虫害及根系活力

Tab. 3 Disease and insect damage of root and root vitality of soybean on rotation and continuous cropping

项目 Items	生育时期 Growing stages	分枝期 Branching	盛花期 Blooming	鼓粒期 Pod filling
病情指数 (%) Index of disease state	轮作 Rotation	57.0	81.3	64.6
	连作 4年 Continuous cropping for 4 years	80.3	96.7	78.1
	相对值 (%) Relative value(%)	140.9	118.9	120.9
孢囊着生量 (个/株) Number of cyst growing (number/plant)	轮作 Rotation	10.0	2.0	46.0
	连作 3年 Continuous cropping for 3 years	29.0	28.0	217.0
	相对值 (%) Relative value(%)	290.0	1400.0	471.7
总吸收面积 (m <sup>2</sup> /3株) Total area of absorbing (m <sup>2</sup> /3 plants)	轮作 Rotation	6.8	20.8	—
	连作 3年 Continuous cropping for 3 years	6.2	18.7	—
	相对值 (%) Relative value(%)	91.2	89.9	—
活跃吸收面积 (m <sup>2</sup> /3株) Active area of absorbing (m <sup>2</sup> /3 plants)	轮作 Rotation	3.1	8.6	—
	连作 3年 Continuous cropping for 3 years	2.6	7.7	—
	相对值 (%) Relative value(%)	83.9	89.5	—

3.连作大豆养分偏耗

本试验通过对不同生育期根际土及根系、冠部氮、磷、钾含量的测定,发现连作大豆根际土及根、冠中氮素含量均高于轮作;根、冠中的磷素含量连作区均低于轮作;以盛花期差异显著;根际土及根、冠中的钾素含量均表现连作区低于轮作(表 5),这种差异在根际土中达显著水平( $t=4.478$ ,  $t_{0.05}=4.303$ ),在根系和冠部达极显著水平( $t=8.009$ ,  $t_{0.01}=3.169$ ),这与有关连作大豆土壤中缺钾的报道<sup>[19-10-11]</sup>是一致的。说明大豆连作后土壤养分偏耗,这必将影响其生长发育,导致干物质积累减少、产量降低。据前人研究: N、P、K 亏缺时,作物冠部受到的影响大于根系, R/S 增大; B、Cu、Fe、Ca、Mg、Mn、Mo、S、Zn 等元素亏缺时对 R/S 影响小或无影响 (Bastow, J., 1988); K 素亏缺较 N 素亏缺更严重抑制光

合作用 (Gregor 等, 1929),增多有效 K 素对促进 S/R 增大较其它元素的共同影响都大 (Bastow, J., 1988),这表明 K 素对 R/S 影响甚大。从上述磷 钾元素与 R/S 的关系看,本试验连作大豆植株中磷 钾元素缺乏,尤其钾素严重亏缺是导致 R/S 增大的主要原因之一。

表 4 轮、连作大豆水分状况

Tab 4 Water state of soybean in rotation and continuous cropping

项目 Items	生育时期 Growing stages	分枝期 Branching	盛花期 Blooming	鼓粒期 Pod filling
根际土含水量 (%) Content of water of rhizosphere soil(%)	轮作 Rotation	21. 09	25. 38	33. 41
	连作 6 年 Continuous cropping for 6 years	20. 02	23. 35	21. 13
水分自然饱和亏 (%) Water saturation deficient(%)	轮作 Rotation	21. 09	—	33. 04
	连作 4 年 Continuous cropping for 4 years	29. 77	—	38. 39
脯氨酸含量 (μg/g) Content of proline (μg/g)	轮作 Rotation	39. 60	110. 92	124. 02
	连作 4 年 Continuous cropping for 4 years	81. 50	122. 33	195. 57

表 5 轮、连作大豆根际土及根冠 N P K 含量

Tab. 5 Content of N, P and K in soybean (root and shoot) and  
rhizosphere soil on rotation and continuous cropping

项目 Items	N		P		K	
	轮作 Rotation	连作 3 年 Continuous cropping for 3 years	轮作 Rotation	连作 3 年 Continuous cropping for 3 years	轮作 Rotation	连作 3 年 Continuous cropping for 3 years
根际土 (mg/g) Rhizosphere soil	42. 55	50. 48	—	—	75. 23	65. 44
根系 (%) Root(%)	0. 87	0. 98	0. 16	0. 14	0. 71	0. 48
冠部 (%) Shoot(%)	1. 81	2. 02	0. 27	0. 26	1. 24	1. 00

4. 连作大豆内源激素的变化

作物的生长发育是在各种激素综合作用下进行的,促生型激素 (包括 IAA GA<sub>3</sub> ZR<sub>s</sub>) 与抑制激素 (包括 ABA) 的相对含量控制着植物的生长发育。通过测定苗期大豆根系、叶片中内源生长素 (IAA) 赤霉素 (GA<sub>3</sub>) 脱落酸 (ABA) 玉米素核苷 (ZR<sub>s</sub>) 的含量,结果 IAA GA<sub>3</sub> ABA 的含量均为连作区高于轮作,而 ZR<sub>s</sub> 含量叶片中含量轮作区是连作的

2.73倍(表6)。连作大豆根系中 $(IAA+GA_3)/ABA$ 是轮作的1.326倍;叶片中 $(IAA+GA_3)/ABA$ 二者无差异,但 $ZR_5/ABA$ 轮作区为1.554,连作区为0.461,轮作区远远大于连作区。这种比例关系与轮、连作大豆间根系干物质差异小于冠部的结果相吻合,也与激素控制根、冠间干物质合成总量及运输速率(Nelson, 1967; Russell, 1977),控制着 $R/S^{[6]}$ 的说法一致。说明连作引起了大豆体内内源激素含量及比例的变化,它们共同作用的结果,使轮、连作大豆间冠部干物质生产量差异大于根系,从而使连作大豆的 $R/S$ 增大。

表6 轮、连作大豆根系、叶片中激素的变化

Tab. 6 Change of hormone of soybean on rotation and continuous cropping								
项目 Items	IAA		GA <sub>3</sub>		ZR <sub>5</sub>		ABA	
	根系	叶片	根系	叶片	根系	叶片	根系	叶片
	Root	Leaf	Root	Leaf	Root	Leaf	Root	Leaf
轮作 Rotation	16.80	18.10	23.85	90.30	—	72.25	14.05	46.50
连作4年 Continuous cropping for 4 years	22.35	26.05	48.65	108.45	—	26.45	18.50	57.35
相对值(%) Relative value(%)	133.04	143.92	203.98	120.10	—	36.61	131.67	123.33

小 结

1. 连作大豆根、冠干物质积累量均低于轮作,且冠部的降低幅度更大。这主要是由于连作大豆病虫害加重、水分胁迫严重、营养元素磷、钾等元素亏缺,尤其是钾素亏缺严重所导致的,从而使连作大豆的 $R/S$ 增大。
2. 大豆连作导致其内源 $IAA$ 、 $GA_3$ 、 $ZR_5$ 、 $ABA$ 含量及比例变化,它们共同作用的结果使轮、连作大豆间冠部干物质生产量的差异大于根系,这是连作大豆 $R/S$ 增大的又一原因。
3. 连作对大豆内源激素的影响机制有待进一步研究。

参 考 文 献

[1] 于广武等, 1993,大豆科学, 12(3): 237~ 243  
[2] 于贵瑞等, 1988,生态学杂志, 7(2): 1~ 8  
[3] 龙岛, 1983,日本土壤肥料科学杂志, (2): 170~ 178  
[4] 平野光, 1977,农业渔村文化协会, 49~ 78  
[5] 计钟程等, 1993,研究与开发, (1): 16~ 20  
[6] 冯光龙等, 1993,中国农业文摘——土壤肥料, (4): 1~ 6  
[7] 汪锡德, 1994,大豆通报, (5): 19  
[8] 计钟程等, 1995,大豆科学, 14(4): 321~ 329

- [9] 王震宇等, 1991, 大豆科学, 10(1): 31~ 36
- [10] 王金陵主编, 1982, 大豆, 黑龙江科学技术出版社, 86
- [11] 王凤书编, 1994, 黑龙江垦区大豆栽培技术调查资料(专辑), 黑龙江省国营农场总局农业处, 124

## STUDY ON THE REASON OF ROOT-SHOOT RATIO INCREASING OF SOYBEAN ON CONTINUOUS CROPPING

Wang Jingying Zheng Guiping Zhang Hongyan<sup>1</sup> Li Guolan

(Department of Agronomy, Heilongjiang August first land Reclamation University, Mishan 158308,  
1 Heilongjiang Province Agriculture Mechanization School, Harbin 150088)

### Abstract

By regular observation we found that amount of dry matter accumulation of soybean (root and shoot), especially shoot, under continuous cropping was lower than that under rotation.

In addition, disease and insect damage of root became more serious and certain element(P, K) showed lacking, and water stress became serious and content and proportion of endogenous hormone( IAA, GA<sub>3</sub>, ZRs, ABA) changed under continuous cropping. Such comprehensive factors caused the decrease of dry matter accumulation of shoot more than that of root and finally caused root-shoot ratio increased.

**Key words** Soybean; Continuous cropping; Root-shoot ratio