

# 大豆连作对植株营养水平、叶绿素含量、光合速率及其产物影响的研究\*

杜长玉<sup>1</sup> 李东明<sup>2</sup> 庞全国<sup>2</sup>

(1、内蒙古扎兰屯农牧学校, 内蒙古扎兰屯 162650; 2. 内蒙古呼伦贝尔盟农科所 扎兰屯 162650)

**摘要** 研究了大豆连作条件下植株体内营养水平和叶绿素含量、光合速率及其产物的差异。结果表明, 由于连作造成根际土壤障碍和植株生长发育障碍, 导致体内硝态 N、速效 P、速效 K 含量显著降低, 使叶片叶绿素含量、光合速率、体内可溶性糖、氨基酸总量极显著下降, 影响大豆叶片的光合性能和有机物的积累, 从而导致减产。随着连作年代的延长呈现渐低趋势, 表现为正茬> 迎茬> 重茬。

**关键词** 大豆连作; 植株营养水平; 叶绿素含量; 光合速率; 可溶性糖; 氨基酸总量

**中图分类号** S 565. 101 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2003)02-0146-05

诸多学者曾对大豆连作减产的障碍机制进行了研究<sup>[1-11]</sup>。但迄今为止, 除连作加重病虫害、根系分泌物、根际微生物、土壤条件及养分偏耗等方面获得一定共识外, 其它方面尚无统一认识, 尤其是对植株体的营养水平和叶片叶绿素含量、光合速率、体内可溶性糖含量、氨基酸总量的影响, 国内外尚无系统的报道。为了进一步探讨大豆连作条件下植株障碍因素, 作者从 1995 年开始, 着重对大豆连作条件下植株营养水平和叶绿素含量、光合速率、体内可溶性糖含量、氨基酸总量进行测定和研究。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

试验区设在内蒙古扎兰屯农牧学校试验基地, 试验区茬口设计见表 1。试验采用田间大区对比法, 供试土壤为粘壤黑土。大豆品种为北丰 14, 由呼伦贝尔市农科所提供, 试验区农技措施同大田: 机械精量点播, 播量 5.5kg/666.7m<sup>2</sup>, 施磷酸二铵 10kg/666.7m<sup>2</sup>。

表 1 试验茬口调整设计

Table 1 Planting pattern of the experiment plot

年 Year	试验区号 The number of the experiment plot							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1995	玉米 MS	玉米 MS	玉米 MS	玉米 MS	玉米 MS	玉米 MS	玉米 MS	大豆 SS
1996	马铃薯 PS	马铃薯 PS	大豆 SS	马铃薯 PS	大豆 SS	马铃薯 PS	大豆 SS	大豆 SS
1997	玉米 MS	玉米 MS	马铃薯 PS	大豆 SS	马铃薯 PS	大豆 SS	大豆 SS	大豆 SS
1998	大豆 SS	马铃薯 PS	玉米 MS	玉米 MS	大豆 SS	大豆 SS	大豆 SS	大豆 SS
1999	马铃薯 PS	大豆 SS	马铃薯 PS	大豆 SS	大豆 SS	大豆 SS	大豆 SS	大豆 SS
2000	大豆 SS	玉米 MS	大豆 SS	大豆 SS	大豆 SS	大豆 SS	大豆 SS	大豆 SS

Note: "MS" maize soil, "PS" potato soil, "SS" soybean soil.

### 1.2 采样和分析

1.2.1 采样 每年与大豆花芽分化期、开花期、结

荚期取植株进行各项营养水平和叶绿素、光合速率及其产物测定, 每处理区取 3 点, 每点取 5 株装塑料

\* 收稿日期: 2002-11-25

作者简介: 杜长玉(1952-), 男, 高级讲师, 从事植物生理, 作物栽培的教学和科研工作。

袋带回室内测定。营养水平取叶柄,叶绿素、可溶性糖和氨基酸取叶片。

1.2.2 分析方法 体内硝态 N 采用硝酸还原法,速效 P 用磷酸钼蓝法,速效 K 用四苯硼钠法,叶绿素用丙酮提取比色法,可溶性糖用蒽酮比色法,氨基酸总量用茚三酮比色法<sup>[1]</sup>。上述 6 项均使用紫外电子分光光度计测定,光合强度用改良半叶法<sup>[12]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 大豆连作对植株体营养水平的影响

测定结果表明,在一定水热条件下的同一类土壤中,大豆连作造成植株体内硝态 N、速效 P、速效 K

含量极显著下降,随着连作年代的延长而呈现渐低趋势,表现为正茬>迎茬>重茬(表 2)。

#### 2.1.1 硝态 N 含量

测定分析结果表明,体内硝态 N 迎茬极显著或显著低于正茬;重茬 1 年和迎茬之间除 99 年差异显著外,其余两年均不显著;重茬 2 年极显著或显著低于重茬 1 年;重茬 3 年与重茬 2 年除 98 年不显著外,其它两年均显著;重茬 4 年与重茬 3 年差异不显著;重茬 5 年与重茬 4 年差异不显著。与正茬比,分别比正茬降低体内硝态 N 2.1%—6.2%、2.6%—9.5%、6.7%—15.3%、11.7%—20.4%、12.4%—23.7%、25.3%。

表 2 大豆连作植株营养差异

Table 2 The difference of plant in nutrient successive planting soybean

年 Year	处理 Treatments	硝态 N NO <sub>3</sub> -N				速效 P Available P				速效 K Available K			
		含量 Content (mg/kg)	下降 Decrement (%)	差异 Difference 0.05 0. °C		含量 Content (mg/kg)	下降 Decrement (%)	差异 Difference 0.05 0. °C		含量 Content (mg/kg)	下降 Decrement (%)	差异 Difference 0.05 0. °C	
1998	正茬(CK)	589	0	a	A	211	0	a	A	1587	0	a	A
	Every other 2 years												
	迎茬	556	-5.9	b	AB	190	-11.1	b	B	1520	-4.4	bc	BC
	Every other 1 year												
	重一年	538	-9.5	b	BC	178	-18.5	c	B	1480	-7.2	c	C
1999	2 years continuous												
	重二年	512	-15	c	CD	161	-31.1	d	C	1400	-13.4	d	D
	3 years continuous												
	重三年	497	-18.5	c	D	155	-36.1	d	C	1220	-30.1	e	E
	4 years continuous												
2000	正茬(CK)	544	0	a	A	198	0	a	A	1683	0	a	A
	Every other 2 years												
	迎茬	533	-2.1	b	BC	180	-10	b	AB	1620	-3.9	bc	AB
	Every other 1 year												
	重一年	530	-2.6	c	BC	176	-12.5	b	AB	1580	-6.5	c	BC
2000	2 years continuous												
	重二年	510	-6.7	d	CD	160	-23.8	c	BC	1500	-12.2	d	C
	3 years continuous												
	重三年	487	-11.7	e	D	156	-26.9	c	BC	1450	-16.1	d	CD
	4 years continuous												
2000	重四年	484	-12.4	e	D	144	-37.5	c	C	1393	-20.8	e	D
	5 years continuous												
	正茬(CK)	496	0	a	A	186	0	a	A	1437	0	a	A
	Every other 2 years												
	迎茬	467	-6.2	b	BC	172	-8.1	b	B	1377	-4.4	bc	BC
	Every other 1 year												
2000	重一年	466	-6.4	b	BC	170	-9.4	b	B	1380	-4.1	bc	BC
	2 years continuous												
	重二年	430	-15.3	c	CD	165	-12.7	bc	BC	1360	-5.7	c	BC
	3 years continuous												
	重三年	412	-20.4	de	D	160	-16.3	c	BC	1337	-7.5	c	C
	4 years continuous												
2000	重四年	401	-23.7	e	D	155	-20	cd	C	1277	-12.5	d	D
	5 years continuous												
2000	重五年	396	-25.3	e	D	152	-22.4	d	C	1266	-13.5	d	D
	6 years continuous												

#### 2.1.2 速效 P 含量

测定分析结果,体内速效 P 正茬与迎茬差异极

显著和显著;迎茬与重茬 1 年除 1998 年表现显著外,其余两年都不显著;重茬 1 年与重茬 2 年均表现

显著或极显著;重茬2年与重茬3年差异不显著;重茬3年与重茬4年差异不显著;重茬4年与重茬5年差异不显著。与正茬比,分别降低体内速效P 8.1%—11.1%、9.4%—18.5%、12.7%—31.1%、16.3%—36.1%、20%—37.5%、22.4%。

2.1.3 速效K含量

测定分析结果,体内速效K正茬与迎茬差异显著或极显著;迎茬与重茬1年差异不显著;重茬1年与重茬2年差异显著和极显著;重茬2年与重茬3年除1998年差异极显著外,其余两年都不显著;重茬3年与重茬4年差异显著和极显著;重茬4年与

重茬5年差异不显著。与正茬比,分别比正茬降低体内速效K 3.9%—4.4%、4.1%—7.2%、5.7%—13.4%、7.5%—30.1%、12.5%—20.8%、13.5%。

2.2 大豆连作对叶片叶绿素、光合速率及其产物的影响

测定结果表明,在一定的水热光条件下的同一类土壤中,大豆连作造成叶片叶绿素含量、光合速率、体内可溶性糖、氨基酸总量显著下降,随着连作年限的延长而呈现渐低趋势,表现为正茬>迎茬>重茬(表3)。

表3 大豆连作叶片叶绿素、光合速率及产物差异

Table 3 The difference of chlorophyll, photosynthetic intensity and photosynthates in leaves under successive soybean planting

年 Year	处理 Treatments	叶绿素 Chlorophyll content				光合强度 Photosynthetic intensity				可溶性糖 Soluble sugar content				氨基酸 Amino acid content					
		含量 Content		降低 Decrement		差异 Difference		含量 Content		降低 Decrement		差异 Difference		含量 Content		降低 Decrement		差异 Difference	
		(mg/g)	ent(%)	0.05	0.01	(mg/dm <sup>2</sup> /h)	ent(%)	0.05	0.01	(%)	ent(%)	0.05	0.01	(g/g)	ent(%)	0.05	0.01		
1998	正茬(ck)	5.23	0	a	A	16.52	0	a	A	0.658	0	a	A	627	0	a	A		
	Every other 2 years	4.87	-7.4	b	B	16.02	-3.1	b	B	0.614	-7.2	b	B	589	-6.5	b	B		
	迎茬	4.76	-9.9	b	BC	15.6	-5.9	c	B	0.584	-12.7	c	B	569	-10.2	c	C		
	Every other 1 year	4.55	-14.9	c	CD	14.92	-10.7	d	C	0.517	-27.3	d	C	516	-21.5	d	D		
	重一年	4.49	-16.5	c	D	14.45	-14.3	e	D	0.435	-51.3	e	D	455	-37.8	e	E		
1999	重二年	5.49	0	a	A	16.21	0	a	A	0.544	0	a	A	677	0	a	A		
	Every other 2 years	5.22	-5.2	b	B	15.86	-2.2	b	B	0.506	-7.5	b	B	632	-7.1	b	AB		
	迎茬	5.1	-7.6	b	B	15.58	-4	c	B	0.487	-11.5	b	B	616	-9.9	bc	AB		
	Every other 1 year	4.78	-14.9	c	CD	15.02	-7.9	d	C	0.447	-21.7	c	C	569	-18.9	c	B		
	重一年	4.56	-20.4	d	CD	14.87	-9	d	CD	0.431	-26.2	cd	C	492	-37.6	d	C		
2000	重二年	4.46	-23.1	d	D	14.56	-11.3	e	D	0.422	-28.9	d	C	461	-46.9	e	C		
	Every other 2 years	4.65	0	a	A	15.56	0	a	A	0.633	0	a	A	617	0	a	A		
	迎茬	4.45	-4.5	b	B	15.31	-1.6	b	B	0.612	-3.4	b	B	588	-4.9	b	B		
	Every other 1 year	4.38	-6.2	b	B	15.27	-1.9	b	B	0.604	-4.8	b	B	576	-7.1	b	B		
	重一年	4.12	-12.9	c	CD	14.83	-4.9	c	C	0.562	-12.6	c	C	542	-13.8	c	C		
2000	重二年	3.99	-16.5	d	CD	14.77	-5.3	cd	C	0.545	-16.1	d	CD	57	-17.1	c	CD		
	重三年	3.91	-18.9	de	DE	14.66	-6.1	cd	C	0.527	-20.1	e	DE	506	-21.9	d	DE		
	重四年	3.83	-21.4	e	E	14.57	-6.8	d	C	0.514	-23.2	e	E	483	-27.7	e	E		
	重五年	3.83	-21.4	e	E	14.57	-6.8	d	C	0.514	-23.2	e	E	483	-27.7	e	E		

2.2.1 叶片叶绿素含量

测定分析结果表明,正茬极显著高于迎茬;迎茬与重茬1年之间差异不显著;重茬1年与重茬2年

之间差异显著和极显著;重迎茬2年与3年之间除98年差异不显著外,其余两年都显著;重茬3年与重茬4年、重茬4年与重茬5年,虽差异不显著但都逐

渐降低。正茬比分别降低叶片叶素含量 4.5%—7.4%、6.2%—9.9%、12.9%—14.9%、16.5%—20.4%、18.9%—23.1%、21.4%。

### 2.2.2 叶片光合强度

测定分析表明,正茬极显著高于迎茬;迎茬与重茬 1 年除 2000 年差异不显著外,其余两年都表现为显著;重茬 1 年与重茬 2 年差异极显著;重茬 2 年与重茬 3 年除 1998 年差异极显著外,其余两年都不显著;重茬 3 年与重茬 4 年 1999 年差异显著、2000 年差异不显著,但都表现降低;重茬 4 年与重茬 5 年差异不显著。与正茬比,分别降低光合强度 1.6—3.1%、1.9—5.9%、4.9—10.7%、5.3—14.3%、6.1—11.3%、6.8%。

### 2.2.3 可溶性糖含量

测定分析结果表明,迎茬极显著低于正茬;重茬 1 年与迎茬除 1998 年差异显著外,其余两年差异都不显著;重茬 2 年与重茬 1 年差异极显著;重茬 3 年与重茬 2 年除 1999 年不显著外,其余两年均显著或极显著;重茬 3 年与重茬 4 年、重茬 4 年与重茬 5 年之间,差异显著虽不同,但均表现降低。与正茬比,分别降低体内可溶性糖含量 3.4%—7.5%、4.8%—12.7%、12.6%—27.3%、16.1%—51.3%、20.1%—28.9%、23.2%。

### 2.2.4 体内氨基酸总量

测定分析结果表明,迎茬显著和极显著极低于正茬;重茬 1 年与迎茬 1998 年表现差异极显著,其余两年均无显著差异;重茬 2 年与重茬 1 年除 1999 年差异不显著外,其余两年都极显著;重茬 3 年与重茬 2 年除 2000 年差异不显著外,其余两年均表现极显著;重茬 3 年、4 年、5 年之间差异显著。与正茬比,分别降低体内氨基酸总量 4.9%—7.1%、7.1%—10.2%、13.8%—21.5%、17.1%—37.8%、21.9%—46.9%、27%—7%。

从表中可以看出,在四项生理指标中,降低幅度较大的有体内积累的糖和氨基酸,这主要是由于体内叶绿素含量降低,使其影响光合效率,从而使体内光合产物和转化物降低。

## 3 结论与讨论

3.1 大豆连作降低植株体内营养水平,在一定的水热条件下的同一类土壤中,大豆连作致使植株体内硝态 N、速效 P、速效 K 含量极显著下降,随着连作年代的延长而呈渐低趋势,表现为正茬 > 迎茬 > 重

茬。分析其原因,主要是在重迎茬条件下,首先是土壤条件发生改变,造成营养供应障碍<sup>[2,3,13]</sup>;其次是改变了根际微生物和根系分泌物的组分,造成根系和根瘤生长发育障碍<sup>[5,6,7,13]</sup>;再次是降低了根系和根瘤的活力、吸收力以及固 N 力<sup>[1,4,9,13]</sup>。由此造成根吸收的养分数量减少,从而导致植株体内各种营养含量明显减少。

3.2 大豆连作降低叶片叶绿素含量、光合速率及产物,在一定的水、热、光条件下的同一地块上,大豆连作严重降低叶片的叶绿素含量、叶片光合速率、体内可溶性糖含量以及体内氨基酸总量。随着连作年限的延长而呈现渐低趋势。表现为正茬 > 迎茬 > 重茬。分析其原因,主要是因为重迎茬造成土壤因素障碍和植株根系和根瘤的吸收、固 N 障碍<sup>[1-10]</sup>使其体内营养水平降低,导致叶片叶绿素含量降低而影响光合有效积累,从而使体内光合积累的初产物可溶性糖含量减少,影响由糖转化为氨基酸的碳源和能量供应,这是重迎茬蛋白质含量降低的主要因素。

3.3 大豆迎茬比重茬 1 年植株体内营养水平和叶片叶绿素、光合速率及产物高 分析结果表明,在 3 年 7 项共 21 项次方差分析中,其中有 7 项次占 33% 表现差异显著,有 14 项次占 67% 表现差异不明显,说明迎茬和重茬 1 年之间的营养水平和生理指标的差异不明显;但迎茬要比重茬好。

3.4 在大豆重茬的年限中,重茬第二年显著降低体内营养水平和叶片叶绿素、光合速率及产物。分析结果表明,在 21 项次方差分析中,差异极显著的有 14 项次,占 67%,显著的有 19 项次,占 90%,说明重茬第二年可严重降低植株体内营养水平和叶片叶绿素、光合速率及产物,此结论与重茬两年严重降低产量的结论一致。

## 参 考 文 献

- 1 张德俭,赵九洲,孙长艳,等.连作对大豆发育动态影响[J].大豆科学,1996,15(4):326—330.
- 2 邹永久,韩丽梅,付慧兰,等.大豆连作土壤障碍因素研究,Ⅰ.连作对土壤腐殖质组分性质的影响[J].大豆科学,1996,15(3):235—241.
- 3 付慧兰,邹永久,韩丽梅,等.大豆连作土壤障碍因素研究,Ⅱ.连作土壤活性与肥力因素间的相关性分析[J].大豆科学,1996,15(4):332—338.
- 4 王晶英,桂桂萍,张红燕,等.连作大豆根冠比增大研究[J].大豆科学,1997,16(2):136—142.
- 5 付慧兰,邹永久,杨振明,等.大豆连作土壤 PH 与土壤酶活性[J].大豆科学,1997,16(2):156—161.

- 6 韩晓增, 许艳丽. 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[J]. 大豆科学, 1998, 17(3): 207-212.
- 7 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.
- 8 王兆荣, 刘世英, 谷思玉, 等. 重迎茬大豆对土壤有机-无机复合胶体及土壤结构的影响[J]. 大豆科学, 1999, 18(1): 10-16.
- 9 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.
- 10 计钟程, 许文芝. 重茬大豆减产与土壤环境变化[J]. 大豆科学, 1995, 14(4): 321-328.
- 11 杨庆凯, 宁海龙, 周育中, 等. 不同生态条件重迎茬对大豆化学品质的影响[J]. 大豆科学, 2001, 20(3): 187-190.
- 12 华东师范大学. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 人民教育出版社, 1980.
- 13 刘忠堂, 何志鸿, 祖伟, 等. 重迎茬对大豆产量影响及机理的研究[J]. 大豆科学, 2001, 20(2): 153.

## STUDY ON THE EFFECT OF SUCCESSIVE PLANTWG SOYBEAN TO NUTRIENT, CHLOROPHYLL PHOTOSYNTHETIC EFFICIENCY AND PHOTOSYNTETES OF SOYBEAN PLANTS

Du Changyu<sup>1</sup> Li Dongming<sup>2</sup> Pang Quanguo<sup>2</sup>

- (1. Inner Mongolia School of Agriculture and Animal Husbandry, Zhalantun;  
2. Inner Mongolia Hulunbeier Institute of Agricultural Science, 162650 )

**Abstract** Study on the effect of successive planting soybean to nutrient, Chlorophyll, Photosynthetic efficiency and photosynthetes was conducted. The result showed that continuous cropping soybean affected soil condition and soybean plant developing which resulted to the  $\text{NO}_3\text{-N}$ , available P, available K chlorophyll. Photosynthetic efficiency, soluble sugar and amino acids decreasing. So that the photosynthetic efficiency and organic matter accumultaion were affected, which resulted to soybean grain yield decreasing, with the years of successive planting soybean in creasing, the tread of grain yield decreasing was more obvious. The result also showed that planting soybean every oter two years was better than that every other one year, however which was better than that successive planting soybean.

**Key words** Successive planting soybean; Plant nutrient; Chlorophyll/Photosynthetic efficiency; Soluble sugar; Amino acid