

# 追肥方式对连作大豆生长发育和产量的影响

李春杰<sup>1</sup>, 许艳丽<sup>1</sup>, 王喜斌<sup>2</sup>, 魏巍<sup>1</sup>, 裴希超<sup>1</sup>, 张雷<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>中国科学院东北地理与农业生态研究所, 黑龙江 哈尔滨 150081; <sup>2</sup>黑龙江省巴彦县农业技术推广中心, 黑龙江 巴彦 151800)

**摘要:**采取适当农艺措施可降低连作大豆产量损失, 为明确黑土平原区不同追肥方式对连作大豆的效果, 在生育后期喷施叶面肥或沟施氮肥, 调查大豆根瘤鲜重、植株地上地下干重、叶面积指数和产量。结果显示: 后期增施肥能增加根瘤鲜重, 是对照的 1.3 ~ 1.6 倍, 大豆地上地下干重都明显高于对照, 叶面积指数增大。在黑土平原区后期追肥较对照大豆增产 11% 以上, 病虫害率降低, 提高商品品质。喷施叶面肥和土壤追肥的大豆生长发育指标和产量差异不显著 ( $P < 0.05$ )。

**关键词:**大豆; 连作; 追肥; 生长发育; 产量

**中图分类号:** S565.1      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-9841 (2008) 06-1003-04

## Effect of Top Dressing Fertilizer Patterns on Growth and Yield of Continuous Cropping Soybean

LI Chun-jie<sup>1</sup>, XU Yan-li<sup>1</sup>, WANG Xi-bin<sup>2</sup>, WEI Wei<sup>1</sup>, PEI Xi-chao<sup>1</sup>, ZHANG Lei<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Harbin 150081, Heilongjiang; <sup>2</sup> Agro-Technical Extension Center of Bayan County Heilongjiang Province, Bayan 151800, Heilongjiang, China)

**Abstract:** Proper agronomical management practices could reduce yield loss of continuous cropping soybean. In order to make clear out the effect of appending fertilizer on soybean at the black soil plain area, foliar fertilizer sprayed and nitrogen fertilizer applied at later growth stage, fresh weight of soybean root nodules, dry weight above and under ground, leaf area index and yield of soybean were investigated. The result showed that fresh weight of soybean root nodules by appending fertilizer later were increased which was as 1.3-1.6 times of control, dry weight above and under ground were significantly higher than control, and leaf area index was increased. Soybean yield of appending fertilizer later was increased at above 11% of control at the black soil plain area, and the soybean disease and pest seeds rate of that were reduced. Therefore, soybean commercial quality was increased. Soybean growth and development indexes and yield wasn't significantly affected by foliar fertilizer sprayed and nitrogen fertilizer applied in soil at later growth stage.

**Key words:** Soybean; Continuous cropping; Top dressing fertilizer; Growth and development; Yield

氮是植物进行生命活动必需的元素, 也是叶绿素的必要成分, 缺氮植株便缺乏叶绿素, 影响光合作用的正常进行。氮素不仅能促进叶绿素、蛋白质及酶等的合成, 还使光合产物及时被利用, 以免积累过多而抑制光合作用。生殖生长缺氮不仅会影响光合速率还会加速衰老, 由此降低同化物的储存量。所以, 氮素充足供应时, 光合增强, 对作物的增产作用十分显著。但同时还应强调指出, 氮素过多, 作物徒长, 叶面积过大, 恶化田间通风透光条件, 光合能力下降; 影响根系生长发育; 呼吸增强, 增加光合产物

的消耗; 储藏器官不发达, 甚至引起花荚脱落<sup>[1]</sup>。大豆虽然能靠根瘤固定大气中游离的氮, 但这只占其需要量的 30% ~ 50%, 其余的还需要土壤供应。给大豆追施氮肥能够壮秆增枝、扩大叶面积、增强光合作用、提高抗逆能力。开花期是大豆整个生长发育过程中需肥最多时期。为提高产量, 此时应增施氮肥。

钾对碳水化合物的合成和转化过程起重要作用, 一价阳离子  $K^+$  能加速  $CO_2$  的同化及增加光合产物的外运量。钾能够促进生长, 提高叶面积指数。

收稿日期: 2008-07-13  
基金项目: 哈尔滨市重大科技攻关资助项目 (2006AA6AN031); 中国科学院知识创新工程重要方向资助项目 (KSCX-YW-09-09); 国家“十五”科技支撑计划资助项目 (2006BAD21B01-15)。  
作者简介: 李春杰 (1976-), 女, 助理研究员, 在读博士, 主要从事大豆病虫害生物防治。E-mail: lichunjie@neigaehrb.ac.cn。  
通讯作者: 许艳丽, 研究员, 博士生导师。E-mail: xyll@neigaehrb.ac.cn。

供钾充足时,对叶片气孔开闭的调节能力较强,控制蒸腾作用,从而提高叶片水分利用效率。同时,钾能提高作物的抗逆性,减轻病害的发生程度,提高茎秆强度,减轻倒伏<sup>[2]</sup>。大豆花荚期易发生叶部病虫害,严重影响大豆的商品品质,为此应追施钾肥。

关于作物追肥的研究已有很多,李宝华研究表明叶面肥在作物上使用,能迅速被植物体吸收,增加作物叶绿素含量、促进光合作用和提高多种酶的活性,明显促进作物营养生长和生殖生长,提高作物抗病及抗逆性,有效防治作物因缺乏各种元素而导致的营养型生理病害。促进作物提早成熟,增加作物产量。同时,可改善农产品品质<sup>[3]</sup>。

重迎茬是黑龙江省大豆生产中一个严重的问题,重迎茬大豆种植引起产量和品质下降,一般可使大豆减产幅度在 5%~35% 之间<sup>[4]</sup>。根际土壤养分减少,根对养分吸收能力减弱<sup>[5]</sup>。土传病虫害更严重<sup>[6]</sup>,对重迎茬大豆的生长发育和产量有一定影响<sup>[7]</sup>。宋春雨等研究表明不同施肥措施对黑土土壤水分及保水性有一定的影响<sup>[8]</sup>,王晓梅等研究结果显示在大豆初花期喷施叶面肥效果最佳<sup>[9]</sup>,张文杰等研究表明叶面肥不仅可提高产量还能改善大豆的化学品质<sup>[10]</sup>。叶面追肥作为土壤施肥的辅助手段,具有成本低、见效快、方法简便易行、利用率高和增产效果明显等特点。

大豆花荚期是大豆营养生长和生殖生长并重期,水分和养分需求的高峰期。此期田间管理应以补充营养,防早衰、防病害,力争提高产量为主。营养充足可促进多开花,多结荚,保花保荚,减少脱落,从而提高产量。所以,在 7 月下旬大豆初花期 2 次叶面喷施尿素和磷酸二氢钾、沟施尿素以补充大豆所需养分,探讨后期增施肥对连作大豆生长发育和产量的影响,为实际生产应用提供理论依据和实践指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

试验于 2007 年在巴彦县松花江乡永常村生产田进行,供试大豆品种为当地主栽品种黑农 48,大豆连作 2 年。5 月 4 日人工播种,30.8 万株·hm<sup>-2</sup>,垄长 5 m,垄宽 0.65 m,每区 5 条垄,小区面积 16.25 m<sup>2</sup>,随机区组排列,3 次重复,其它田间管理措施同当地生产大田。试验共设 4 个处理:T1. N<sub>3</sub>P<sub>4.5</sub>K<sub>4.5</sub> (为对照 CK,种肥:尿素 40.5 kg·hm<sup>-2</sup>、磷酸氢二铵

147.0 kg·hm<sup>-2</sup>、50% 硫酸钾 135.0 kg·hm<sup>-2</sup>);T2. N<sub>3</sub>P<sub>4.5</sub>K<sub>4.5</sub> + 叶面肥(尿素 3.0 kg·hm<sup>-2</sup> + 磷酸二氢钾 1.5 kg·hm<sup>-2</sup>,始花期和盛花期喷施);T3. N<sub>3</sub>P<sub>4.5</sub>K<sub>4.5</sub> + 叶面肥 + 农药(40% 氧化乐果 1 000 倍液喷施);T4. N<sub>3</sub>P<sub>4.5</sub>K<sub>4.5</sub> + 追 N<sub>3</sub>(花期追施尿素 6.5 kg·hm<sup>-2</sup>,根部附近培土盖肥)。

### 1.2 调查内容及方法

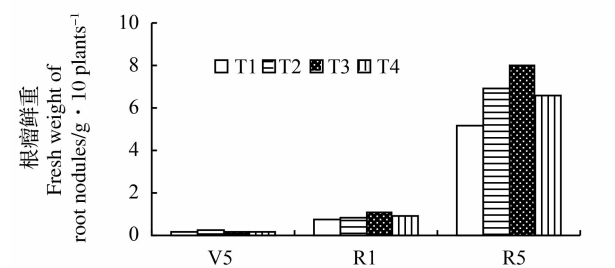
出苗期(VE)调查出苗率,分枝期(V5)、始花期(R1)和鼓粒期(R5)调查根瘤鲜重、植株地上、地下干重(烘干法)、叶面积指数(称重法)。

成熟期(R8)测产,为防止边际效应的影响,在各小区内(除去边缘 0.5 m)取 2 m<sup>2</sup>用于测产。选有代表性的地块连续取 10 株用于测定虫食率和病粒率等。

## 2 结果与分析

### 2.1 追肥方式对大豆生长发育的影响

2.1.1 追肥方式对大豆结瘤的影响 V5 期调查(图 1),不同追肥方式对根瘤鲜重无明显影响,而 R1 期和 R5 期 T3 的根瘤鲜重最高,其次是 T2 和 T4,T1 最低。R5 期 T3、T2 和 T4 的根瘤鲜重分别是 T1 的 1.6 倍、1.3 倍和 1.3 倍。可以看出 T1 处理生育后期叶面喷施尿素和磷酸二氢钾或沟施氮肥使其根瘤鲜重明显增加。需要指出的是,分枝期(V5)大豆根瘤刚刚形成,豆血红蛋白少,固氮作用也不强;而始花期(R1)之后根瘤重所起的作用则是很大的<sup>[5]</sup>,R5 期之前喷施叶面肥或土壤施肥可使大豆根部固氮作用增强。



T1. N<sub>3</sub>P<sub>4.5</sub>K<sub>4.5</sub> (CK, Urea 40.5 kg·hm<sup>-2</sup>、KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 147.0 kg·hm<sup>-2</sup>、50% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 135.0 kg·hm<sup>-2</sup>);T2. N<sub>3</sub>P<sub>4.5</sub>K<sub>4.5</sub> + foliar fertilizer (Urea 3.0 kg·hm<sup>-2</sup> + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 1.5 kg·hm<sup>-2</sup>, two times at florescence); T3. N<sub>3</sub>P<sub>4.5</sub>K<sub>4.5</sub> + foliar fertilizer + pesticide (40% omethoate 1000X); T4. N<sub>3</sub>P<sub>4.5</sub>K<sub>4.5</sub> + topdressing N<sub>3</sub> (Urea 6.5 kg·hm<sup>-2</sup> at florescence)

图 1 追肥方式对大豆根瘤鲜重的影响  
Fig. 1 Effect of top dressing fertilizer at later growth stage on fresh weight of soybean root nodules

2.1.2 追肥方式对大豆干物质积累的影响 V5 期 4 个处理的地上和地下干重均差异不大(图 2、图 3); R1 期 T2 的地上和地下干重均最高,其次是 T4; R5 期 T2 和 T3 的地上干重较高,几乎相当, R5 期 T3 的地下干重最高,其次是 T2 和 T4。可以看出叶面喷肥和土壤追施氮肥处理到 R5 期地上和地下干重明显增加,即随着生育推进,后期施肥的大豆地上地下干重差异逐渐增大,可能是由于随着生育期进程土壤中可提供植株的养分差异越来越少,养分亏缺较大,使得植株干重积累较慢,适宜追施肥使土壤中根系发达,地上生长旺盛,最终影响籽粒产量。

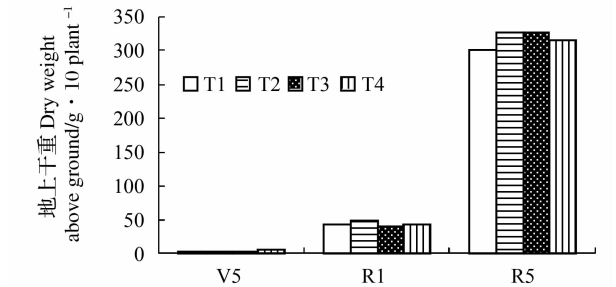


图 2 后期施肥对大豆地上干重的影响  
Fig. 2 Effect of appending fertilizer at late growth stage on dry weight above ground of soybean

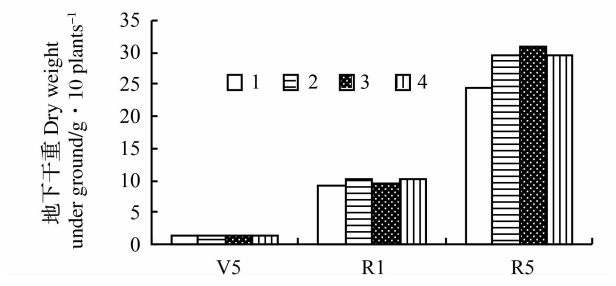


图 3 后期施肥对大豆地下干重的影响  
Fig. 3 Effect of appending fertilizer at late growth stage on dry weight under ground of soybean

2.1.3 追肥方式对大豆叶面积的影响 叶是光合作用的主要器官,叶面积指数大,作物截获的光合有效辐射多,一般干物质积累也多。据 R1 和 R5 期调查(图 4),大豆叶面积指数,以 T2 最高,其次是 T3, T1 和 T4 两个处理较低,几乎相同, T1 较低的叶面积指数致使其地上地下干重降低,但 3 种追肥方式之间差异也未达到显著水平( $P < 0.05$ ),大豆生育后期叶面追施尿素和磷酸二氢钾或土壤追施氮肥有增加叶面积趋势,促进光合作用,利于同化物积累。

2.2 追肥方式对连作大豆产量的影响

测产结果显示(图 5), T4 的产量最高,达 2 637

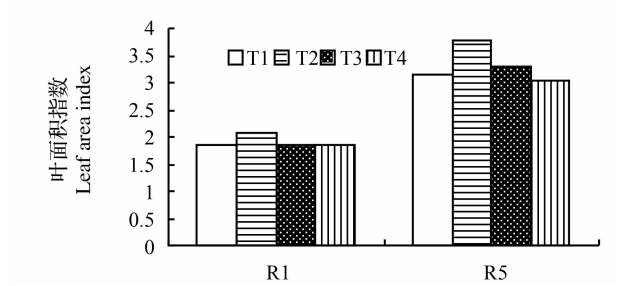


图 4 后期施肥对大豆叶面积指数的影响  
Fig. 4 Effect of appending fertilizer at late growth stage on soybean leaf area index

$\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 其次是 T3 和 T2, 3 个处理差异不显著( $P < 0.05$ ), 较 T1 处理分别增产 16.0%、14.7% 和 11.0%, 可以看出后期追肥对连作大豆增产效果明显。

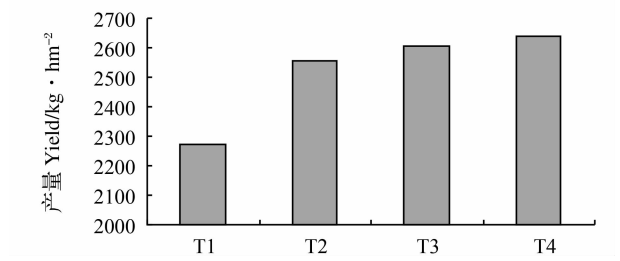


图 5 后期施肥对连作大豆产量的影响  
Fig. 5 Effect of appending fertilizer at late growth stage on yield of soybean

2.3 追肥方式对连作大豆病虫粒率的影响

病虫粒调查结果显示(表 1), T3 的虫食粒率最低,为 1.76%, 其次是 T2, 为 2.21%。4 个处理的紫斑粒率差别不大, T3 和 T2 的霜霉粒率和总病虫粒率均较低, 而 T1 较高。所以, 后期增施肥可减轻连作大豆病虫粒率, 提高大豆商品品质。

表 1 后期施肥对连作大豆病虫粒率的影响  
Table 1 Effect of appending fertilizer at late growth stage on seeds rate of disease and pest

	虫食粒率 Seeds rate damaged by insect pests/%	紫斑粒率 Purple spot seeds rate/%	霜霉粒率 Downy mildew seeds rate/%	总病虫粒率 Total disease and pest seeds rate/%
T1	2.32	0.20	0.55	3.22
T2	2.21	0.21	0.18	2.81
T3	1.76	0.22	0.22	2.29
T4	2.89	0.20	0.36	3.45

3 结论和讨论

后期喷施叶面肥或土壤追肥能促进根瘤生长,使大豆根部固氮作用增强,大豆地上和地下干物质积累增加,叶面积增大,光合作用增强。在黑土平原区后期追肥使连作大豆增产效果明显,病虫粒率降低,提高商品品质。

虽然根部追施氮肥可以中耕培土,防倒伏促根生长,但是操作较麻烦,提高作业成本。考虑到实际生产中操作方便性,省时省力,建议大豆花荚期2次喷施叶面肥较土壤追肥更可行。当大豆植株有蚜虫和红蜘蛛发生时喷施药剂氧化乐果可与叶面肥同时喷施,一次作业,可挽回产量损失,还能保证大豆的商品品质,病虫粒减少,效果良好。采用自行配用化学肥料和适当施用量,降低了成本,保证了效果,但该配方叶面肥对大豆的化学品质影响还有待于进一步研究。

参考文献

[1] 郑丕尧. 作物生理学导论[M]. 北京:北京农业大学出版社, 1992:170-175. ( Zhen P R. Crop physiology generality[M]. Beijing:Beijing Agricultural University Press,1992:170-175. )

[2] 加德纳,皮尔斯,于振文,等. 作物生理学[M]. 北京:农业出版社,1993:156-158. ( Gardner F P,Pears R B,Yu Z W,et al. Crop physiology[M]. Beijing: Agricultural Press,1993:156-158. )

[3] 李宝华. 高效活性叶面肥对大豆生育及增产效果的研究[J]. 黑龙江农业科学,2003(4):14-19. ( Li B H. Studies on the effect of high active top dressing fertilizer on growth and yield of soybean [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences,2003(4):14-19. )

[4] 许艳丽,李兆林,韩晓增,等. 大豆重迎茬障碍研究进展 I 重迎茬对大豆的危害[J]. 大豆通报,2000,4;11-12. ( Xu Y L,Li Z L,Han X Z,et al. Development of continuous soybean cropping barrier I Harm of soybean for continuous cropping [J]. Soybean Bulletin,2000,4;11-12. )

[5] 刘晓冰,于广武. 大豆连作效应分析[J]. 农业系统科学与综合研究,1990,3;40-44. ( Liu X B,Yu G W. Analysis of the result of continuous cropping soybean [J]. System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture,1990,3;40-44. )

[6] 许艳丽,王光华,韩晓增. 连、轮作大豆土壤微生物生态分布特征与大豆根部病虫害关系的研究[J]. 农业系统科学与综合研究,1995,11(4):311-314. ( Xu Y L,Wang G H,Han X Z. Relation between distribution character of soil microorganism of continuous and rotatory cropping soybean and disease and pest of root[J]. System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture, 1995,11(4):311-314. )

[7] 何志鸿,刘忠堂,韩晓增,等. 大豆重迎茬减产的原因及农艺对策研究. IV 重迎茬大豆的土壤养分与养分吸收[J]. 大豆科学, 2003,22(2):120-126. ( He Z H,Liu Z T,Han X Z,et al. Study on the reasons of reducing grain yield in soybean planted continuously and the ways to get more output. IV. Soil natrition and absorability in continuous and every other one year copping soybean [J]. Soybean Science,2003,22(2):120-126. )

[8] 宋春雨,张兴义. 不同施肥措施对黑土土壤水分及保水性的影响[J]. 农业系统科学与综合研究,2007,23(2):161-165. ( Song C Y,Zhang X Y. Impact of fertilization methods on soil water and soil water retention[J]. System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture,2007,23(2):161-165. )

[9] 王晓梅,崔坤,陈凯锋,等. 大豆不同追肥时期对生理指标及产量影响的研究[J]. 吉林农业科学,1998(4):65-67. ( Wang X M,Cui K,Chen K F,et al. Effect of different topdressing period on physiological index and yield of soybean[J]. Jilin Agricultural Science,1998(4):65-67. )

[10] 张文杰,单大鹏,胡国华,等. 叶面施肥对大豆合丰42 品质和产量的影响[J]. 东北农业大学学报,2007,38(4):433-435. ( Zang W J,Shan D P,Hu G H,et al. Efect of leaf fertilizer on the quality and yield of Hefeng 42 [J]. Journal of Northeast Agricultural University,2007,38(4):433-435. )

[11] 董钻. 大豆栽培生理[M]. 北京:中国农业出版社,1997:20-35. ( Dong Z. Soybean cultivation physiology [M]. Beijing: China Agricultural Press,1997:20-35. )

参考文献著录格式

2. 普通图书(包括教材)、会议论文集、资料汇编、学位论文、报告(包括科研报告、技术报告、调查报告、考察报告等)、参考工具书(含手册、百科全书、字典、图集等)

著录格式:  
[序号] 主要责任者. 文献题名:其他题名信息(任选)[文献类型标志](电子文献必备,其他文献任选). 其他责任者(任选). 版本项(任选). 出版地:出版者(有编号的知名系列报告可不注出版地和出版者),出版年:起止页码(当整体引用时不注).

例:

[1] 刘国钧,陈绍业,王凤翥. 图书馆目录[M]. 北京:高等教育出版社,1957:15-18.

[2] 昂温 G,昂温 P S. 外国出版史[M]. 陈生铮,译. 北京:中国书籍出版社,1988.

[3] 辛希孟. 信息技术与信息服务国际研讨会论文集: A 集[C]. 北京:中国社会科学出版社,1994.

[4] 张筑生. 微分半动力系统的不变集[D]. 北京:北京大学数学系数学研究所,1983.