

# 不同施肥方式对抗旱转基因大豆田杂草群落的影响

刘厚雪<sup>1</sup>, 丁伟<sup>1\*</sup>, 戴航宇<sup>2</sup>, 吴佳丽<sup>1</sup>, 闫春秀<sup>1</sup>, 程茁<sup>2</sup>

(1. 东北农业大学农学院, 哈尔滨 150030; 2. 东北农业大学资源与环境学院, 哈尔滨 150030)

**摘要:**采用田间小区试验方法, N、P、K肥分别做种肥, 研究了不同施肥方式对抗旱转基因大豆田间杂草群落的影响。结果表明: N、P、K配施有效地减小了田间杂草的密度、数量以及杂草种类, 增加了土壤养分以及水分, 其影响程度为N-P-K>N-P; 在N、P、K单施中, N肥的施用对杂草发生种类及数量的影响最大, K肥的影响最小, 从而造成N肥施用后杂草密度、种类、数量显著高于不施肥和施用P肥、K肥处理, 其影响程度为N>P>K。因此仅从减少田间杂草群落角度, 各种施肥处理的影响程度为N-P-K>N-P>CK>K>P>N。

**关键词:**施肥; 抗旱转基因大豆; 杂草群落; 土壤养分

中图分类号: S482.4

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2016)01-0086-05

## Effect of Different Fertilization Pattern on Weed Community Diversity in Drought-Resistant Transgenic Soybean Field

LIU Houxue<sup>1</sup>, DING Wei<sup>1\*</sup>, DAI Hangyu<sup>2</sup>, WU Jiali<sup>1</sup>, YAN Chunxiu<sup>1</sup>, CHENG Zhuo<sup>2</sup>

(1. College of Agronomy, Northeast Agricultural University, Harbin 150030; 2. College of Resource and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

**Abstract:** Field experiments were conducted and N, P, K fertilizers applied at sowing. Effects of fertilization patterns on weed community diversity in drought-resistant transgenic soybean field were studied. The results showed that N, P, K fertilizer effectively reduced the weed density, weed species and quantity, increased soil nutrients and moisture. The sequence of this effect was N-P-K > N-P. In N, P, K single fertilization test, N fertilizer application influenced weed species and quantity the most, K fertilizer the least. Weed density, species, quantity and soil nutrient content in N fertilizer treatment was significantly higher than that of no fertilization and P fertilizer, K fertilizer. Soil moisture content in N fertilizer treatment was significantly lower than that of no fertilization and P fertilizer, K fertilizer treatment, and the sequence of this effect was N > P > K. So only from the perspective of reducing the field weed community, the influence degree of various fertilizer treatments was N - P - K > N - P > CK > K > P > N.

**Key words:** Fertilization; Drought-resistant transgenic soybean; Weed community; Soil nutrients

目前抗旱转基因大豆已成为世界大豆生产的主要种植品种<sup>[1]</sup>。为解决干旱造成的大豆产量和品质降低这一生产难题具有重要的实践意义<sup>[2]</sup>。而杂草是与大豆生存竞争的重要因素之一<sup>[3]</sup>, 是影响大豆生长以及减产的重要因素之一。因而, 为保证大豆生长良好, 就必须对杂草进行合理控

制。农田杂草群落组成直接受到农业栽培措施的影响, 其中施肥是一项很重要的农业管理措施。通过平衡施肥, 虽然对大豆的生长发育起到了明显的促进作用<sup>[4]</sup>, 同时也对田间各种杂草的生长产生了影响, 从而对农田杂草群落产生影响<sup>[5]</sup>。目前大部分研究主要结合轮作、耕作、除草剂的使用等来研究施肥对农田杂草的影响<sup>[6]</sup>, 而施肥对农田杂草群落的作用却鲜见相关报道。施肥能显著加快农田土壤肥力演变的进程<sup>[7-8]</sup>, 直接影响农田杂草的生长群落演替及遗传进化<sup>[9]</sup>, 合理施肥能改善作物与杂草之间的竞争关系, 减少杂草的密度<sup>[10]</sup>, 在降低农田杂草对作物干扰的同时, 保持一定可控制杂草的生物多样性<sup>[11]</sup>。因此本文探

收稿日期: 2015-06-27

基金项目: 国家转基因生物新品种培育重大专项(2014ZX08011-003); 黑龙江省留学归国基金课题(LC2011C01); 黑龙江省青年基金课题(QC07C45)

作者简介: 刘厚雪(1990-), 女, 在读硕士, 从事杂草生物学与转基因作物安全评价研究。

通讯作者: 丁伟, 男, 博士, 教授, E-mail: 690491811@qq.com

讨论了N、P、K不同养分单施以及配施对土壤水分、养分以及大豆田杂草种类和发生数量变化、杂草密度的影响。目的在于利用科学施肥改善大豆田间杂草群落,实现抗旱转基因大豆田间杂草的有效控制,同时对农田杂草资源的合理利用及杂草防治的开展具有重要的现实意义。

### 1.1 试验材料与设计

试验于2013年和2014年在东北农业大学转基因试验基地进行,供试大豆品种为抗旱转基因DREB3基因大豆T-DREB3-1,品种由东北农业大学大豆生物学教育部重点实验室提供,DREB3基因由中国农业科学院作物科学研究所赠予。

试验于每年5月开始播种时,同时进行施肥处理,采用随机区组试验设计,一共6个处理,3次重复,共18个小区。N、P、K分别做种肥,N肥为硫酸铵,P肥为过磷酸钙,K肥为硫酸钾。N处理施氮肥34.7 kg/hm<sup>2</sup>,P处理施磷肥51.8 kg/hm<sup>2</sup>,K处理施钾肥37.5 kg/hm<sup>2</sup>,各处理见表1。分别在大豆VE、R1、R4期取样调查杂草种类和数量,测定土壤水分,在大豆收获期取样测定土壤养分。

表1 试验处理方法

处理	处理内容
1	单施N
2	单施P
3	单施K
4	配施N-P-K
5	配施N-P
6	不施肥

### 1.2 杂草种类、数量调查

杂草调查分别在大豆VE期(2013年6月22日和2014年6月16日)、R1期(2013年7月7日和2014年6月29日)、R4期(2013年8月7日和2014年7月25日),每处理随机设置3个调查点,每个调查点0.5 m<sup>2</sup>,分别记载杂草种类和数量,杂草数

量以每平方米内杂草株数表示。

### 1.3 土壤水分的测定

采用Stevens POGO II土壤水分测定仪对土壤水分含量进行测定。在大豆VE、R1、R4期,每小区随机取3点,在大豆根系附近测定水分含量。

### 1.4 土壤肥力的测定

在大豆收获后,每个小区随机取3份土壤样品,混匀装入取样袋按处理名称编号,带回实验室测定。

(1)土壤有机质的测定——重铬酸钾容量法。

(2)土壤碱解氮的测定——碱解扩散法。

(3)土壤速效磷的测定——钼锑抗比色法。

(4)土壤速效钾的测定——火焰光度计法。

### 1.5 数据分析

为量化杂草调查结果,在对样方取样数据进行处理时,需计算田间杂草密度(MD):

$$MD = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \times 100$$

式中,n为调查田块数;D<sub>i</sub>为某种杂草在调查田块i中的平均密度(株/m<sup>2</sup>)。

采用Excel进行数据整理,DPS v10.15软件对数据平均值进行5%水平差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同施肥方式对土壤水分和养分含量的影响

从2013和2014两年土壤水分含量中可以看出,大豆施用N、P、K肥后,在VE、R1和R4期,土壤含水量与不施肥相比均显著降低,且N、P、K肥不同处理间土壤水分含量存在显著差异,其中以单施N、P、K肥土壤水分含量较低,单施P、K肥间土壤水分没有差异,N-P-K配施和N-P配施土壤水分含量显著高于N、P、K单施,N-P-K配施与N-P配施间土壤水分含量无显著差异(见图1)。

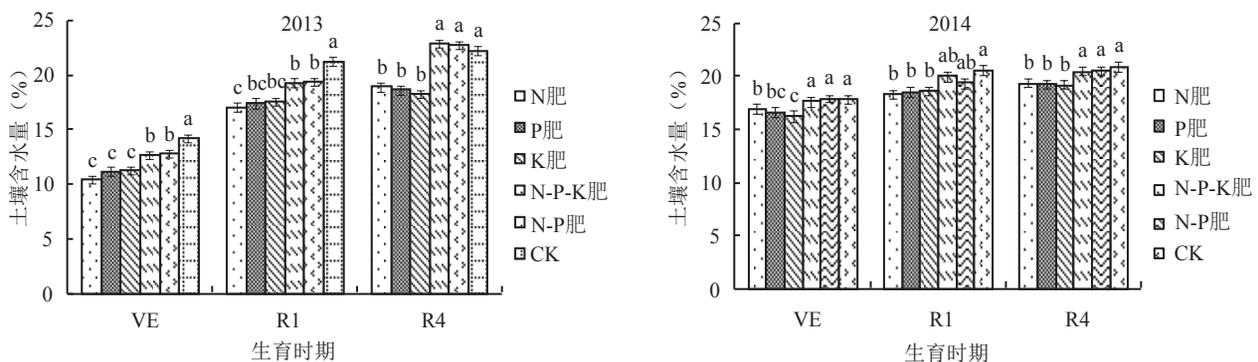


图1 不同施肥方式对土壤水分含量的影响

从2013和2014两年土壤养分含量中可以看出,在大豆收获期,除2013年土壤速效磷含量和2014年土壤速效钾含量外,其余施肥处理的土壤养分含量显著高于不施肥。N、P、K配施后土壤养分含量显著高于单施N、P、K肥,施用N-P-K肥

和N-P肥土壤养分含量没有明显差异。单施N肥的土壤有机质以及碱解氮含量显著高于单施P、K肥;单施P肥的土壤速效磷含量显著高于单施N、K肥;单施K肥的土壤速效钾含量显著高于单施N、P肥(见表2)。

表2 不同施肥方式对土壤养分含量的影响

年份	处理	有机质(%)	碱解氮(%)	速效磷(%)	速效钾(%)
2013	1	7.51ab	159.15a	20.55c	161.0bc
	2	7.23ab	139.33b	30.69b	163.83b
	3	7.08ab	137.21b	17.22d	174.78a
	4	8.51a	167.33a	30.77b	178.45a
	5	8.44a	167.29a	32.28a	164.56b
	6	6.46b	127.01c	19.46c	158.58c
2014	1	7.87a	159.93b	21.19b	159.43b
	2	7.74ab	141.60c	30.89a	159.13b
	3	7.57ab	138.96c	17.90c	171.36a
	4	8.17a	168.81a	31.07a	176.67a
	5	8.19a	168.35a	32.33a	160.61b
	6	7.07b	131.79d	19.91b	162.25b

## 2.2 不同施肥方式对大豆田杂草密度的影响

试验结果表明,各时期处理间的杂草密度差异显著且在年际间变异趋势一致,以2014年为例。在抗旱转基因大豆R4期共调查了10种杂草,主要有苣荬菜(*Sonchus brachyotus*)、野大豆(*Glycine soja*)、稗草(*Echinochloa crusgalli*)、狗尾草(*Setaria viridis*)、小藜(*Chenopodium serotinum*)、马唐(*Digitaria sanguinalis*)、苋菜(*Amaranthus tricolor*)、龙葵(*Solanum nigrum*),这8种杂草发生较多,占田间杂草的95%以上,其中N-P-K和N-P配施杂草密度最低,不同的施肥处理,杂草种类密度变化也不同,形成了各自不同的杂草群落。在大豆R4期单施N肥的优势杂草群落为苣荬菜、

苋菜,其杂草密度分别占单施N肥处理密度的22.03%、20.79%;单施P肥的优势杂草群落为苣荬菜和野大豆,其杂草密度分别占单施P肥处理密度的28.44%、19.69%;单施K肥的优势杂草群落为野大豆和龙葵,其杂草密度分别占单施K肥处理密度的18.34%、18.34%;N-P-K配施的优势杂草群落为苣荬菜和苋菜,其杂草密度占N-P-K配施处理密度的21.21%、22.03%;N-P配施的优势杂草群落为苋菜,其杂草密度占N-P配施处理密度的20.21%;不施肥的处理优势杂草群落为马唐,其杂草密度占不施肥处理密度的24.19%(见表3)。

表3 不同施肥方式对大豆R4期杂草密度的影响

杂草名称	N	P	K	N-P-K	N-P	CK
苣荬菜	53.33a	43.33a	12.67d	25.67a	20.67d	30.33b
野大豆	50.0b	30.0b	41.33a	0 c	0 e	0 e
稗草	48.33c	16.33c	40.0ab	23.33b	19.33d	28.0c
狗尾草	14.67d	15.67c	37.33c	22.67b	22.67c	30.67b
小藜	14.33d	12.67d	13.33d	22.67b	27.79b	10.67d
马唐	5.67e	0 e	0 e	0 c	26.67b	50.0a
苋菜	50.33b	17.33c	39.33b	26.67a	29.67a	30.33b
龙葵	5.33e	17.00c	41.33a	0 c	0 e	26.67c

苣荬菜和苋菜是所有施肥处理中出现最多的杂草,且在单施N、P、K肥处理中杂草密度要高于N-P-K配施和N-P配施处理,其中在单施肥处理中单施N肥的杂草密度要高于单施P、K肥。说明氮肥是决定杂草出现频率的关键因子,平衡施入N-P-K肥能显著降低田间杂草密度。马唐则在不施肥处理中的杂草密度显著高于其他施肥处理,说明马唐在不施肥条件下最适宜生长。

### 2.3 不同施肥方式对大豆田杂草种类和数量的影响

从图2可以看出,抗旱转基因大豆在VE期N、P、K施用后田间杂草数量均显著增多,单施的杂草数量显著高于配施和不施肥处理,N-P-K配

施和N-P配施间无显著差异。大豆R1期,N、P、K单施和不施肥的杂草数量显著高于N-P-K和N-P配施,2013年数据中显示N-P配施与N-P-K配施的杂草数量没有显著差异,2014年数据中显示N-P配施的杂草数量显著高于N-P-K配施,单施氮肥的杂草数量显著高于单施P、K肥,单施P、K肥间差异不显著。大豆R4期,两年数据都显示,N-P-K配施的杂草数量显著低于不施肥以及单施肥处理,说明随着大豆的生长,N-P-K配施改变了大豆与杂草之间的竞争以及杂草与杂草之间的竞争关系,达到既有利于大豆的生长发育,同时也影响了杂草的生长。

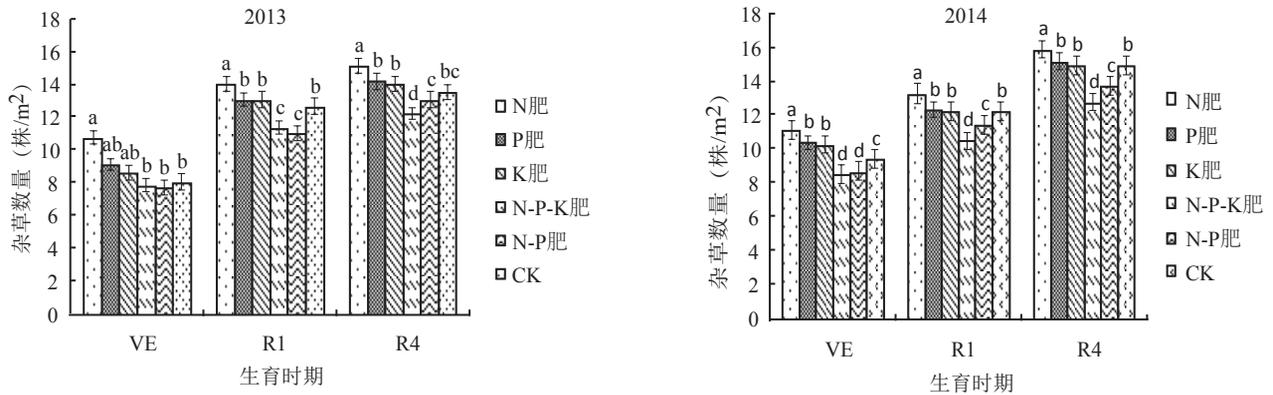


图2 不同施肥方式对大豆田杂草数量的影响

在大豆VE期,2013年数据显示单施与配施间无显著差异,2014年数据显示N、P、K单施的杂草种类显著高于配施及不施肥;R1期两年数据显示N-P-K配施的杂草种类显著低于N、P、K单施及不施肥,单施肥中单施N肥的杂草种类显著高

于单施K肥,N-P-K配施和N-P配施间杂草种类无显著差异,R4期两年数据都显示N-P-K配施的杂草种类显著低于其他施肥处理,说明从R1期开始,N-P-K配施减少了大豆田间的杂草种类(见图3)。

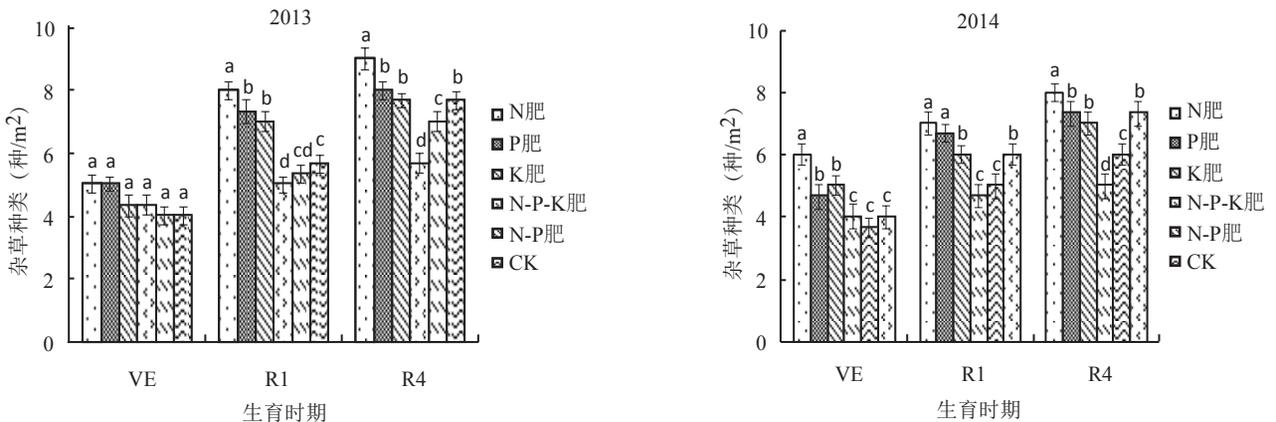


图3 不同施肥方式对大豆田杂草种类的影响

### 3 讨论与结论

杂草作为农田生态系统最重要的组成部分,

不但影响作物的产量,同时对保持农田生态系统生物多样性具有重要作用<sup>[12-14]</sup>。施肥作为农田养分管理的重要措施之一,可以显著影响土壤养分

状况,并在一定程度上改变作物与农田杂草之间的相互关系,形成具有不同水平特点和杂草生物多样性的杂草群落,尤其是大量营养元素N、P、K的施用是大豆生产中重要的栽培措施之一,在促进大豆生长发育的同时也为杂草的生长提供了养分需求,进而对农田杂草群落的多样性和杂草群落的演替产生影响<sup>[15-16]</sup>。同时在农田生态系统中,作物与杂草不断竞争养分、光照、水分等环境资源并形成最终产量。长期施肥条件下,土壤种子库的大小、田间杂草的发生频率、群落组成、群落多样性等均受到显著影响<sup>[17-19]</sup>。然而,长期施肥对农田杂草发生及多样性的影响是不同养分长期综合作用的结果。本文就N、P、K不同营养元素单施以及不同配施对抗旱转基因大豆田土壤养分、水分以及杂草种类、数量、密度的影响进行了研究,研究结果证实了配施在促进大豆生长的同时,不但提高了土壤养分也降低田间杂草种类以及数量,在抑制田间杂草群落的同时,也保证了一定的田间杂草生物多样性。其中N-P-K配施影响效果要好于N-P配施,说明钾肥在配施中,不但提高了钾肥利用率,还能促进对氮磷的吸收<sup>[20]</sup>。在N、P、K单施中,N肥的施用对杂草发生种类及数量的影响最大,K肥的影响最小,从而造成N肥施用后杂草密度、种类以及数量显著高于不施肥和施用P肥、K肥处理。大豆不同于其他非豆科作物的显著特点是具有根瘤固氮作用。正常田间条件下,大豆根瘤固氮量平均可达100 kg N/hm<sup>2</sup>,最高可达到160 kg N/hm<sup>2</sup>,根瘤固氮可提供大豆一生需氮总量的25%~60%<sup>[21]</sup>。因此,考虑大豆自身根瘤固氮作用及其对大豆N素营养的贡献程度,必须适量增施氮肥才有利于大豆增产,如果氮素过量则会引起严重减产<sup>[22]</sup>,同时适当降低N肥的施用量对减少杂草发生及其对养分和水分的竞争也具有重要的现实意义。

#### 参考文献:

- [ 1 ] 叶汉英,杨伟华.转基因大豆的发展及其安全性评价[J].粮油加工,2007,38(4):45-48.
- [ 2 ] 曹阳,丁伟,李新海,等.转DREB3基因抗旱大豆对土壤微生物群落及有益微生物的影响[J].东北农业大学学报,2011,42(1):17-20.
- [ 3 ] 胡冀宁,孙备,李建东,等.植物竞争及在杂草科学中的应用[J].作物杂志,2007,23(2):12-15.
- [ 4 ] 谢佳贵,王立春,尹彩侠,等.平衡施肥对优质大豆产量和品质的影响[J].吉林农业科学,2007,32(2):31-32.
- [ 5 ] 李儒海,强胜,邱多生,等.长期不同施肥方式对稻油轮作制水稻田杂草群落的影响[J].生态学报,2008,28(7):3236-3243.
- [ 6 ] 尹力初,蔡祖聪.长期不同施肥对玉米田间杂草种群组成的影响[J].土壤,2005,37(1):56-60.
- [ 7 ] 李儒海,强胜,邱多生,等.长期不同施肥方式对稻油两熟制油菜田杂草群落多样性的影响[J].生物多样性,2008,16(2):118-125.
- [ 8 ] 万开元,潘俊峰,陶勇,等.长期施肥对农田杂草的影响及其适应性进化研究进展[J].生态学杂志,2012,31(11):2943-2949.
- [ 9 ] Boguzas V, Marcinkeviciene A, Kairyte A. Quantitative and qualitative evaluation of weed seed bank in organic farming[J]. Agronomy Research, 2004, 2(1): 13-22.
- [ 10 ] Shen M X, Yang L Z, Yao Y M, et al. Long-term effects of fertilizer managements on crop yields and organic carbon storage of a typical rice - wheat agroecosystem of China[J]. Biology and Fertility of Soils, 2007, 44(1): 187-200.
- [ 11 ] Blackshaw R E, Molnar L J, Janzen H H. Nitrogen fertilizer timing and application method affect weed growth and competition with spring wheat[J]. Weed Science, 2004, 52(4): 614-622.
- [ 12 ] Ryan M R, Mortensen D A, Bastiaans L, et al. Elucidating the apparent maize tolerance to weed competition in long-term organically managed systems[J]. Weed research, 2010, 50(1): 25-36.
- [ 13 ] Buhler D D, Liebman M, Obrycki J J. Theoretical and practical challenges to an IPM approach to weed management[J]. Weed Science, 2000, 48(3): 274-280.
- [ 14 ] Fried G, Petit S, Dessaint F, et al. Arable weed decline in Northern France: crop edges as refugia for weed conservation? [J]. Biological Conservation, 2009, 142(1): 238-243.
- [ 15 ] Yin L, Cai Z, Zhong W. Changes in weed community diversity of maize crops due to long-term fertilization[J]. Crop Protection, 2006, 25(9): 910-914.
- [ 16 ] Storkey J, Moss S R, Cussans J W. Using assembly theory to explain changes in a weed flora in response to agricultural intensification[J]. Weed Science, 2010, 58(1): 39-46.
- [ 17 ] Barberi P, Cozzani A, Macchia M, et al. Size and composition of the weed seed bank under different management systems for continuous maize cropping[J]. Weed Research, 1998, 38(5): 319-334.
- [ 18 ] Davis A S, Renner K A, Gross K L. Weed seedbank and community shifts in a long-term cropping systems experiment[J]. Weed Science, 2005, 53(3): 296-306.
- [ 19 ] O' Donovan J T, Blackshaw R E, Harker K N, et al. Integrated approaches to managing weeds in spring-sown crops in western Canada[J]. Crop Protection, 2007, 26(3): 390-398.
- [ 20 ] 牟忠生,吴春胜,李楠.钾肥对大豆生理特性及其产量和品质的影响[J].吉林农业科学,2011,36(3):30-33.
- [ 21 ] Harper J E. Soil and symbiotic nitrogen requirements for optimum soybean production[J]. Crop Science, 1974, 14(2): 255-260.
- [ 22 ] 王竹,杨文钰.不同施氮量对套作大豆碳氮代谢及产量的影响[J].吉林农业科学,2014,39(3):22-26.

(责任编辑:王昱)