

文章编号: 1003-8701(2015)02-0038-04

# 吉林省新老大豆品种不同节位 叶片光合特性的研究

朱 末<sup>1</sup>, 刘晓龙<sup>2</sup>, 徐 晨<sup>3</sup>, 季 平<sup>2</sup>,  
陈思宇<sup>4</sup>, 刘 鹏<sup>4</sup>, 李 昶<sup>5</sup>, 祁 新<sup>4\*</sup>

(1. 吉林农业大学园艺学院, 长春 130118; 2. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130102;  
3. 吉林省农业科学院, 长春 130033; 4. 吉林农业大学农学院, 长春 130118; 5. 吉林省农业机械研究院, 长春 130022)

**摘 要:**以吉林省 1929、1941 年选育的 2 个老大豆品种元宝和金元 1 号及 1999、2000 年选育的两个新大豆品种吉农 7 号和吉林 45 为试材, 在相同栽培管理模式下, 研究了不同时期育成品种不同节位叶片的光合特性和叶面积的变化。结果表明: 不同时期育成品种在不同节位、不同时期叶片生理特性均存在差异, 生殖生长阶段新选育品种的净光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)、叶面积、水分利用效率(WUE)更具有优势, 不同生育阶段各节位 Pn 也均高于老品种; 新品种叶面积表现为苗期增长较慢, 在生殖生长初期阶段增长加快, 中后期又趋于平稳, 叶面积呈“慢-快-慢”的发育特征, 保障了群体结构更趋合理, 继而延长了叶片功能持续期。说明叶片光合性能和叶面积发育动态协调, 是新品种高产的主要原因。

**关键词:**大豆; 节位; 叶面积; 光合特性; 产量

中图分类号: S565.101

文献标识码: A

DOI: 10.16423/j.cnki.1003-8701.2015.02.011

## Studies on Photosynthetic Characteristics of Leaves at Different Node of Old and New Soybean Cultivars in Jilin Province

ZHU Mo<sup>1</sup>, LIU Xiao-long<sup>2</sup>, XU Chen<sup>3</sup>, JI Ping<sup>2</sup>, CHEN Si-yu<sup>4</sup>, LIU Peng<sup>4</sup>, LI Yi<sup>5</sup>, QI Xin<sup>4\*</sup>

(1. College of Horticulture, Jilin Agricultural University, Changchun 130118;

2. Northeast Institute of Geography and Agro-ecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130102;

3. Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033;

4. College of Agronomy, Jilin Agricultural University, Changchun 130118;

5. Jilin Provincial Academy of Agricultural Machinery, Changchun 130022, China)

**Abstract:** Four representative soybean varieties were used as materials, i.e., Yuanjinbao bred in Jilin Province in 1929, Jinyuan 1 bred in 1941, Jinong 7 bred in 1999, and Jinong 45 bred in 2000. Changes of the net photosynthetic traits and the area of leaves at different nodes were studied. Results showed that physiological characteristics of leaves of different varieties at different nodes and different stages were different. At reproductive stage, net photosynthetic rate (Pn), stomatal conductance (Gs), leaf area and water use efficiency (WUE) of contemporary soybean varieties were higher than that of early soybean varieties. The Pn of contemporary soybean varieties were higher than that of early soybean varieties in each node at different stages. The leaf areas of new varieties increased slowly in seedling stage. It increased rapidly in early of reproductive stage and then increased steady. The ‘slow-rapid-slow’ pattern of leaf area growth ensured a proper canopy structure. The length of leaf function prolonged. The main reason to high yield of new soybean varieties was that dynamic of photosynthesis and leaf development were harmoniously.

**Key words:** Soybean; Node; Leaf area; Photosynthetic rate; Yield

收稿日期: 2014-11-16

基金项目: 国家自然科学基金(31171478); 吉林省自然科学基金(201215178)

作者简介: 朱 末(1989-), 男, 在读硕士, 主要从事植物生理生化研究。

通讯作者: 祁 新, 男, 教授, 博士生导师, E-mail: qixin305@163.com

大豆是全冠层具有光合生产能力的作物<sup>[1]</sup>,光合作用是决定作物产量的重要指标。关于叶片光合作用与产量的研究,Ashley等<sup>[3]</sup>和Morrison<sup>[5]</sup>研究表明,大豆产量与植株冠层光合速率呈显著正相关;Zhu等<sup>[2]</sup>对跨越30年、不同时期选育的3个大豆品种也进行了光合速率和产量之间相关关系的研究,结果亦表现为显著的正相关;庄波<sup>[4]</sup>等对新老品种的研究也获得了相同结果。叶面积也是决定光合产量的重要指标之一<sup>[6]</sup>,大豆叶面积指数与产量密切相关<sup>[7-9]</sup>。近年来学者们越来越重视对不同年代选育出的大豆品种叶片生理特性及与产量之间关系的比较,并进行了大量研究工作,明确了现代品种产量的提高主要是得益于大豆植株中上部节位叶片的叶面积、光合能力的提高<sup>[5,10-11]</sup>。但目前对于大豆全冠层叶片特征的研究较少。因此本文利用具有代表性的、跨越71年的4个大豆品种作为材料,研究大豆植株不同节位叶片在遗传改良过程中叶面积和叶片光合特性的演化规律,为大豆的新品种选育和高产栽培提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

供试大豆品种为吉林省不同年代选育,且种植面积较大的4个主栽品种,基本特性见表1。种子由吉林省农业科学院大豆所大豆种质资源室提供。

表1 供试大豆品种的基本特性

品种	育成年份	生育期(d)	结荚习性
元宝金	1929	131	无限
金元1号	1941	133	无限
吉农7号	1999	129	亚有限
吉林45	2000	128	亚有限

### 1.2 试验设计

田间试验于2012年、2013年在吉林省长春市(43.53°N,125.10°E)吉林农业大学试验田进行。试验地地势平坦,土壤为草甸黑土,基础理化性质:速效氮含量为133.0 mg/kg,速效磷为17.5 mg/kg,速效钾为97.0 mg/kg,有机质含量为2.69%,pH 6.8。试验地区 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的有效积温为2860 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ ,年平均降雨量567 mm,无霜期140 d左右。每个大豆品种种植5行,行距0.65 m,行长5 m,定苗密度为20万株/hm<sup>2</sup>,3次重复,随机区组排列,试验指标测定时选取小区中间3行,去掉两端两行,2

年试验均于5月上旬播种,于9月中旬收获,正常田间管理。

### 1.3 指标测定

分别在苗期(V4)、盛花期(R2)、盛荚期(R4)和鼓粒期(R6)测定每个节位三出复叶小叶各项指标,根据植株节位数将植株分成上、中、下3层,每层各节位叶片指标进行平均,获得各层指标值。

#### 1.3.1 净光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)、蒸腾速率(Tr)的测定

采用LI-6400型便携式光合作用测定系统,于晴天上午9:00~11:00进行测定,采用固定红蓝光源,光照强度设为1200  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。自真叶开始,按复叶长出的先后顺序,测定每一时期每一节位的三出复叶叶片的净光合速率,计算水分利用效率及蒸腾速率。每个品种测定3株,取平均值。

#### 1.3.2 叶面积的测定

采用CI-203便携式激光叶面积仪(CID,USA)测定每一节位全展叶的叶面积。

### 1.4 数据分析

用Excel软件进行数据的初步处理,用SPSS ver.20.0(SPSS Inc.USA,IL:Chicago)进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 新老品种净光合速率的差异

新老大豆品种光合特性的测定结果见表2。在V4时期,老品种上、中、下节位的净光合速率均低于新品种,但差异不显著。R2时期新老大豆品种的上、中、下节位净光合速率均较V4时期增加,至R4时期达到峰值,在R4时期新老大豆品种之间净光合速率的差异也达到最大。新老品种共同特点是中上层叶片净光合速率均表现为较高。至R6期,新老品种净光合速率均表现快速下降,但新品种的净光合速率下降速度要明显低于老品种,说明新品种的光合作用持续时间更长。

### 2.2 新老品种气孔导度

新老大豆品种的气孔导度的测定结果表明(见表2),从V4时期开始不同时期选育的大豆品种的气孔导度都表现为逐步增大,直到R4期时达到最大,随后逐渐下降。在V4、R2和R6时期,新品种表现为Gs高于老品种,只是在R4时期,早期大豆品种的Gs高于当代大豆品种。

### 2.3 新老品种水分利用效率(WUE)的差异

新老大豆品种的水分利用效率的测定结果表

明(表2),从V4期开始,新老品种皆表现为随着生育进程WUE逐渐升高,在R4期达到最大,随后开始下降。在V4时期,新品种的WUE低于老品

种,R2、R4、R6期新品种水分利用效率要明显高于老品种。

表2 新老品种不同时期不同节位叶片光合特性的比较

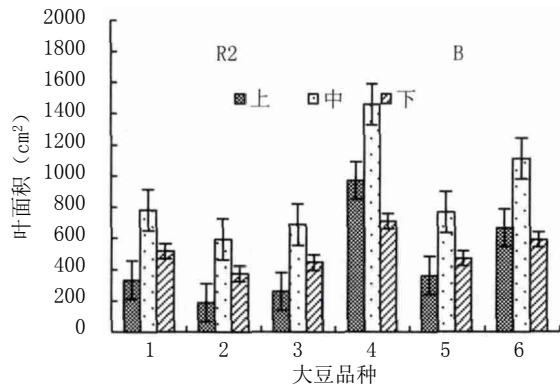
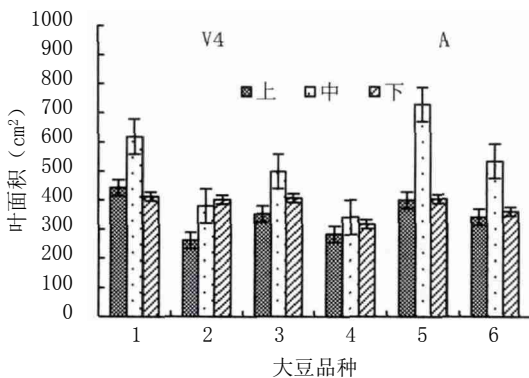
		元宝金			金元1号			吉农7号			吉林45		
		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
V4	Pn	16.39 ± 0.65Bb	15.92 ± 0.15Aa	11.7 ± 0.09Cc	17.19 ± 0.21Bb	15.89 ± 1.37Aa	15.5 ± 0.77Aa	18.70 ± 0.05Cc	17.61 ± 0.31Aa	16.08 ± 0.25Bb	19.47 ± 0.17Cc	16.98 ± 0.04Bb	16.99 ± 0.12Aa
	Gs	0.40 ± 0.03Bb	0.79 ± 0.06Aa	0.31 ± 0.03Bc	0.36 ± 0.00Bb	0.60 ± 0.06Aa	0.52 ± 0.06Aa	0.72 ± 0.05Bb	1.51 ± 0.03Aa	0.35 ± 0.03Cc	1.02 ± 0.00Aa	0.97 ± 0.01Bb	0.47 ± 0.01Cc
	WUE	7.26 ± 0.23Aa	4.26 ± 0.02Cc	4.92 ± 0.02Bb	4.57 ± 0.28Bc	3.88 ± 0.27Ab	4.97 ± 0.04Aa	5.21 ± 0.28Bb	3.23 ± 0.24Bb	3.32 ± 0.21Aa	5.29 ± 0.01Cc	3.54 ± 0.01Bb	3.44 ± 0.06Aa
R2	Pn	19.53 ± 0.13Bb	18.11 ± 0.26Aa	15.28 ± 0.19Cc	19.32 ± 0.51Bb	18.52 ± 0.93Aa	15.11 ± 0.56Bb	20.32 ± 0.82Bb	19.92 ± 1.42Aa	17.78 ± 0.79ABb	20.62 ± 0.24Aab	19.61 ± 0.23Aa	18.12 ± 0.80Ab
	Gs	0.73 ± 0.01Bb	1.21 ± 0.01Aa	0.45 ± 0.01Cc	0.64 ± 0.06Bb	1.25 ± 0.02Aa	0.70 ± 0.00Bb	1.42 ± 0.07Aa	1.13 ± 0.03Bb	1.13 ± 0.04Bb	1.52 ± 0.08Aa	1.39 ± 0.09Aa	0.96 ± 0.14Bb
	WUE	2.80 ± 0.13Ab	1.81 ± 0.02Aa	1.74 ± 0.07Aab	2.22 ± 0.08Aa	1.83 ± 0.06Aa	1.85 ± 0.02Aa	1.75 ± 0.07Bc	1.78 ± 0.05Aa	1.51 ± 0.01Bb	2.09 ± 0.14Ab	1.76 ± 0.04Aab	1.59 ± 0.03Aa
R4	Pn	23.15 ± 1.43ABab	20.04 ± 1.66Aa	14.65 ± 1.32Bb	21.71 ± 0.29Bb	20.02 ± 0.79Aa	15.48 ± 0.51Cc	24.30 ± 0.11Aa	22.38 ± 2.44Aa	17.24 ± 0.16Bb	25.39 ± 1.67Aa	23.12 ± 0.27Aa	16.60 ± 0.06Bb
	Gs	1.31 ± 0.10Bb	2.07 ± 0.30Aa	1.46 ± 0.16ABb	1.62 ± 0.05Bb	1.80 ± 0.05Aa	1.37 ± 0.07Cc	0.93 ± 0.08Aa	1.04 ± 0.09Aa	0.95 ± 0.02Aa	1.11 ± 0.09Aa	1.10 ± 0.09Aa	0.97 ± 0.08Aa
	WUE	5.06 ± 0.22Cc	5.29 ± 0.32Bb	6.36 ± 0.34Aa	4.90 ± 0.45Aa	4.14 ± 0.38Aa	2.81 ± 0.04Bb	9.25 ± 0.55Bb	5.69 ± 0.69Aa	4.10 ± 0.71Cc	6.59 ± 0.35Cc	8.80 ± 0.34Aa	4.93 ± 0.48Bb
R6	Pn	17.89 ± 0.08Bb	12.70 ± 0.08Aa	11.46 ± 0.05Cc	18.86 ± 0.14Cc	15.11 ± 0.30Bb	7.37 ± 0.28Aa	19.43 ± 0.07Bb	14.81 ± 0.39Aa	9.56 ± 0.01Cc	19.44 ± 0.02Bb	13.12 ± 0.27Aa	8.82 ± 2.58ABa
	Gs	0.35 ± 0.05Aa	0.29 ± 0.03ABa	0.20 ± 0.01Bb	0.28 ± 0.02Aa	0.31 ± 0.04Aa	0.32 ± 0.04Aa	0.23 ± 0.02Bb	0.33 ± 0.00Aa	0.30 ± 0.03Aa	0.31 ± 0.01Cc	0.43 ± 0.03Bb	0.50 ± 0.01Aa
	WUE	4.90 ± 0.01Bb	3.45 ± 0.04Aa	3.01 ± 0.01Bb	4.35 ± 0.01Cc	4.17 ± 0.17Bb	2.23 ± 0.08Aa	4.36 ± 0.05Bb	3.36 ± 0.09Aa	2.15 ± 0.01Bc	3.32 ± 0.05Bc	2.47 ± 0.16Aa	2.01 ± 0.14Ab

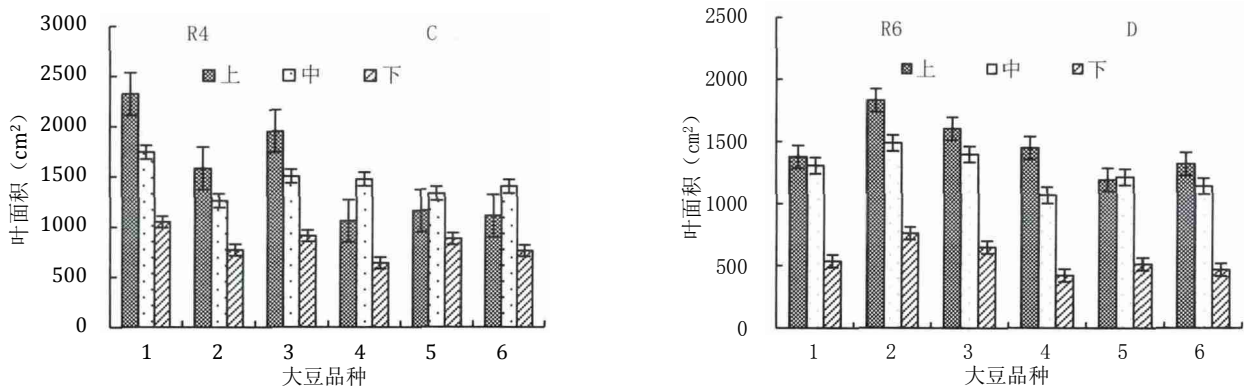
注:表中数据为3次数值的平均值及其标准差;同一对照组中注明不同大写字母的值差异达0.01显著水平,小写字母的值差异达0.05显著水平

2.4 新老品种叶面积的比较

从图1可见,在V4时期(图1-A),新品种冠层和下层的叶面积小于老品种,但中部节位的叶面

积要明显大于早期的大豆品种;在R2时期(图1-B),新老品种叶面积都进入快速增长期,此时新品种在上、中、下节位的平均叶面积表现为超过老





1. 元宝金 2. 金元1号 3. 老品种平均 4. 吉农7号 5. 吉林45 6. 新品种平均

图1 不同年代大豆品种不同时期不同节位叶面积

品种,但随着叶片继续增长,新品种叶面积的增加速度趋于减缓,到R4期(图1-C),老品种的上、中、下三个节位的叶面积又超过新品种,主要是上部节位的叶面积明显大于新品种,在这个时期老品种的叶面积达到最大,随后便进入快速下降阶段。在R6期(图1-D),新老大豆品种不同节位叶片面积的变化出现显著差异,新近选育的大豆品种叶面积基本保持不变,而老品种的叶片已开始呈现衰老并掉落,下部节位叶片凋落现象更为明显,叶面积骤减。新品种大豆能在R6期仍保持有较大的叶面积和较高的叶面积系数(LAI)。

### 3 讨论

大豆的产量形成与形成光合产物的同源器官光合面积有关<sup>[13]</sup>,叶片是大豆进行光合作用的主要器官。不同节位叶片光合速率、气孔导度、叶绿素含量、叶面积是大豆遗传改良过程中重要的选择指标。大豆品种随育成年代的推进叶片光合速率、气孔导度、叶绿素含量、比叶重等均显著增加<sup>[5,15]</sup>,并证明了生殖生长中后期光合速率、水分利用效率对产量形成更重要<sup>[16-18]</sup>。本文研究表明新选育的大豆品种不同节位叶片的净光合速率、水分利用效率在各个生长时期都有显著优势,在R4~R6期更明显。

叶面积与产量呈极显著正相关<sup>[8]</sup>。大豆品种遗传改良过程中,提高叶面积系数可明显增加产量;在R4期,新品种上、中层叶片数量和叶面积都显著高于老品种<sup>[9,19]</sup>。本研究结果表明,新品种叶面积并不是在整个生育期都高于老品种,而是在苗期叶面积增长较慢,进入生殖生长阶段初期后增长显著加快,到中后期又趋于平稳。该发育特征使新品种后期中、下部叶片衰老较慢,显著延长了叶片的光合持续期。

综上所述,新近选育出的大豆品种叶片具有较高的光合特性,明显提高了大豆生理机能;而叶面积“慢-快-慢”的发育特征,保障了群体结构更趋合理,继而延长了叶片功能持续期。叶片光合性能和叶面积发育动态协调,是新品种产量提升的主要原因,应作为今后的大豆高产育种的重要生理参数。

#### 参考文献:

- [1] 孙卓韬,董 钻.大豆株型、群体结构与产量关系的研究:第2报:大豆群体冠层的荚粒分布[J].大豆科学,1986,5(2):91-102.
- [2] Zhu G J, Jiang G M, Hao N B, et al. Relationship between Eco-physiological features and grain yield in different soybean varieties[J]. Acta Botanica Sinica, 2002, 44(6): 725-730.
- [3] Ashley D A, Boerma H R. Canopy photosynthesis and its association with seed yield in advanced generations of a soybean cross [J]. Crop Sci, 1989(29): 1042-1045.
- [4] 庄 波,徐克章,杜双洋,等.新、老大豆品种冠层产量和光合作用的比较[J].华南农业大学学报,2010,31(1):6-9.
- [5] Morrison M J, Voldeng H D, Cober E R. Physiological changes from 58 years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada[J]. Agronomy Journal, 1999(91): 685-689.
- [6] 胡明祥,李开明,田佩占,等.大豆高产株型育种研究[J].大豆科学,1980(3):1-13.
- [7] 常耀中.大豆的合理摆布与产量关系的研究[J].大豆科学,1981(2):22-26.
- [8] 张荣贵,宋 宁.大豆叶面积净光合生产率与产量的相关性[J].中国农业科学,1977(1):40-46.
- [9] 郑洪兵,王喜华,邓 川,等.吉林省大豆品种遗传改良过程中叶片性状的演变[J].中国油料作物学报,2008,30(2):179-184.
- [10] 王晓慧,徐克章,张治安,等.不同年代大豆品种苗期叶片保护酶活性及膜脂过氧化作用[J].中国油料作物学报,2006,28(4):417-420.
- [11] 冯引弟,徐克章,季 平,等.新老大豆品种不同节位叶片性状及其与籽粒产量的相关性研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2014,42(4):61-68.(下转第67页)

玉米乳熟末期至蜡熟期;玉米抗病性与玉米品种的熟期有密切关系,一般来说,中迟熟品种较为抗病,这可能是由于生育期越长,积累的营养物质越多,其抵抗能力增强有关;该病害的发生与雨水的关系最大,特别是玉米生长中后期久旱遇大雨后,突然转晴太阳暴晒的情况下,发病迅速且严重;连作地玉米发病重于轮作地玉米;覆盖地膜玉米发病重于不盖地膜玉米。这些现象补充丰富了广西玉米青枯病研究报道。

本研究结果表明,广西玉米青枯病在各玉米主产区均有不同程度的发生为害,秋玉米病重于春玉米;品种间病情存在差异性,同一品种在不同地方发病情况也有差别;发病时期对玉米产量构成因子有重要影响,呈正相关关系。说明广西各地普遍存在玉米青枯病发生流行的条件,这就为防控该病害发生流行提供了理论依据。根据本研究结果,在广西玉米生产上应该做到因地制宜,不同地区选择播种适宜当地的抗病品种,尽量播种中迟熟的南方玉米品种,尽量不要播种抗性不明的外来玉米品种;注重秋玉米的病害防治工作,做到早防早治,避免由于遭受病害带来玉米产量的损失,保证粮食安全。

本研究的结果,只是宏观的调查研究结果,至于微观乃至分子水平等更深入的研究,比如玉米种质资源抗病基因的定位、抗病功能基因的挖掘利用等方面,都有待于今后的进一步研究。

#### 参考文献:

- [ 1 ] De L C. Maize Diseases, a Guide for Identification[M]. Mexico: CIMMYT Press, 1984 : 88-89 .
- [ 2 ] 郝彦俊,杨 岫,郭文超,等.新疆玉米青枯病的发生及其对产量的影响[J].新疆农业科学,1997(4):174-176 .
- [ 3 ] 李莫然,韩庆新,梅丽艳.黑龙江省玉米青枯病原菌种类的初步研究[J].黑龙江农业科学,1990(4):24-26 .
- [ 4 ] 孙秀华,张春山,孙亚杰.吉林省玉米茎腐病危害损失及优势病原菌种类研究[J].吉林农业科学,1992(2):43-46 .
- [ 5 ] 吴全安,朱小阳,李怡琳.北京地区玉米青枯病原与发生条件调查[J].植物保护,1990,16(4):5-6 .
- [ 6 ] 张培坤,李石初.玉米青枯病病原分离及防治试验[J].植物保护,1998,24(3):21-23 .
- [ 7 ] 梅丽艳,郭 梅,李志勇.钾肥防治玉米青枯病应用技术初步研究[J].植保技术与推广,2003,23(6):3-5 .
- [ 8 ] 梅丽艳,郭 梅,李志勇.玉米青枯病人工免疫诱导技术研究[J].黑龙江农业科学,2002(3):3-4 .
- [ 9 ] 李红磊,刘二平,李 萍.玉米青枯病生防细菌的筛选[J].河南农业科学,2010(7):66-69 .
- [ 10 ] 秦培文,宋文东,李晓菲,等.海盐苦卤对玉米青枯病菌生长的影响[J].安徽农业科学,2011,39(11):6419-6420,6425 .
- [ 11 ] 吴海燕,孙淑荣,范作伟,等.玉米茎腐病生物防治技术研究[J].吉林农业科学,2006,31(4):45-47 .
- [ 12 ] 李春霞,苏 俊,龚士琛,等.玉米茎腐病接种方法的研究[J].玉米科学,2001,9(2):72-74 .
- [ 13 ] 吴海燕,孙淑荣,范作伟,等.玉米茎腐病研究现状与防治对策[J].玉米科学,2007,15(4):129-132 .
- [ 14 ] 闵营辉.玉米茎基腐病菌侵染时期研究及品种抗病性鉴定[D].郑州:河南农业大学,2011 .
- [ 15 ] 高增贵,陈 捷,邹庆道,等.玉米穗、茎腐病病原学相互关系及发病条件的研究[J].沈阳农业大学学报,1999,30(3):215-218 .
- [ 16 ] 王晓鸣.玉米茎腐病病原菌致病竞争及病害综合防治技术研究[D].北京:中国农业大学,2001 .
- [ 12 ] Kumudini S, Hume D J, Chu G. Genetic improvement in short season soybeans: I. dry matter accumulation, partitioning and leaf area duration[J]. Crop Science, 2001(41): 391-398 .
- [ 13 ] Boerma H R. Comparison of past and recently developed soybean cultivars in maturity groups VI, VII and VIII[J]. Crop Science, 1979(19): 611-613 .
- [ 14 ] 高 巍,郑红兵,李大勇,等.吉林省大豆品种遗传改良过程中叶片和叶柄特征变化的研究[J].安徽农业科学,2010,38(24):12954-12957 .
- [ 15 ] BATTERY B R, BUZZELL R I, FINDLAY W I. Relationship among photosynthetic rate, bean yield and other characters in field-grown cultivars of soybean[J]. Can J Plant Sci, 1981(61): 191-198 .
- [ 16 ] Babu R C, Srinivasan P S, Natarajaratnam N, et al. Relationship between leaf photosynthetic rate and yield in black gram [Vignamungo(L.)Hepper]genotypes[J]. Photosynthetica, 1985, 19(2): 159-163 .
- [ 17 ] 高振福,庞振义,武长利.不同水分条件下大豆干物重增长的数学模型与应用[J].大豆科学,1986,5(4):299-304 .
- [ 18 ] 阎秀峰,许守民,苗以农.大豆光合生理生态的研究第13报:大豆叶片的光合速率和水分利用效率[J].大豆科学,1990,9(3):221-227 .
- [ 19 ] 郑洪兵,徐克章,赵洪祥,等.吉林省不同年代大豆品种某些株型性状的演变[J].中国油料作物学报,2006,28(3):276-281 .
- [ 20 ] 李大勇,徐克章,张治安,等.新老大豆品种叶片光合特性的比较[J].中国油料作物学报,2007,29(3):281-285 .

(上接第41页)