

DOI:10.3724/SP.J.1238.2011.00361

## 种植密度对春玉米超试 1 号产量及源库特性的影响

李小勇, 李迪秦, 唐启源\*

(湖南农业大学 农学院, 湖南 长沙 410128)

**摘 要:** 以紧凑型玉米品种超试 1 号为试验材料, 研究不同种植密度对其源库特性及产量性状的影响。结果表明: 群体叶面积指数和干物质积累量随种植密度的增加而增加, 叶片的叶绿素 SPAD 值和比叶重随种植密度的增加而下降; 随种植密度的增加, 单株每穗粒数和百粒重降低, 其库容量下降, 但高密度处理(9.67 万株/hm<sup>2</sup>)的产量显著提高, 比 6.75、8.25 万株/hm<sup>2</sup> 处理分别高 7.3%、7.1%; 粒叶比随种植密度的增加而降低, 茎鞘和叶的物质输出率均为负值; 在吐丝期和乳熟期, 叶面积指数与产量分别呈极显著、显著正相关, 与单株粒重呈极显著、显著负相关, SPAD 值与单株粒重均呈极显著正相关; 在吐丝期比叶重与单株粒重呈显著正相关; 粒叶比与单株粒重、单株干物重呈显著正相关, 茎鞘物质输出率与百粒重和单株干物重均呈显著负相关, 叶片物质输出率与收获指数、单株粒重、单株干物重均呈显著负相关, 叶片物质输出率与收获指数、单株籽粒重、单株干物重均呈显著负相关。

**关 键 词:** 春玉米; 超试 1 号; 种植密度; 产量; 源库特性

中图分类号: S513.044 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2011)04-0361-06

## Effects of plant density on source -sink characteristics and grain yield of Spring maize variety Chaoshi No.1

LI Xiao-yong, LI Di-qing, TANG Qi-yuan \*

(College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

**Abstract:** This study was conducted to determine the effects of different plant densities on source -sink characteristics and grain yield of the compact-type maize variety Chaoshi No.1 grown in Spring season in a super-high yielding paddy field. The results showed that, with the increase of plant density, the population leaves area index (LAI) and the dry matter accumulation (DMA) increased, while the chlorophyll content (SPAD value) and specific leaf weight (SLW) of leaf decreased. On the other hand, the grain number per ear and 100-grains weight decreased with the increase of plant density. Therefore, the sink volume per plant would be dropped with the increase of plant density. The highest grain yield was obtained under the plant density of  $9.67 \times 10^4$  plant/hm<sup>2</sup>, which was significantly higher than that of the other two treatments by 7.3% and 7.1%, respectively. Ratio of grain number to leaf area was decreased gradually with the increase of plant density. Output percentage of stem-sheath and leaf store matter were negative, however, the differences in the output percentages of stem-sheath and leaf store matter were not significant among different planting densities. In silking and milking stages, population LAI was positively related with grains yield but negatively with grain weight per plant and dry weight per plant. Both specific leaf weight and SPAD value were positively related with grain weight per plant and dry weight per plant. Ratio of grain number to leaf area was positively related with grains per ear, grain weight per plant and dry weight per plant. Output percentage of stem-sheath store matter was negatively related with 100-grain weight and dry weight per plant.

**Key words:** Spring maize; Chaoshi No.1; planting density; yield; source-sink characteristics

自 1928 年 Mason 和 Maskell 提出“源库”概念以来, “源库理论”(source-sink theory)在作物生

产实践和研究中不断得到丰富和发展,源(source)和库(sink)两类器官的数量及其关系的协调程度对作

收稿日期: 2011-03-14

基金项目: 国家“十一·五”科技支撑计划项目(2006BAD02A13-4)

作者简介: 李小勇(1975—), 男, 湖南永州人, 博士研究生, 主要从事作物高产与资源高效利用研究, Lixiaoyong7777 @163.com; \*通信作者, cntqy@yahoo.com.cn

物产量形成具有十分重要的意义,已成为阐述作物产量形成生理基础的一个重要理论工具<sup>[1]</sup>。玉米群体的源库特性在不同基因型间存在差异,而不同基因型的源库性状表达又受到生态条件的限制和栽培措施的调控;所以,同一玉米品种在不同栽培调控措施下能形成不同的群体结构,表现出不同的源库性状<sup>[2]</sup>。高产或超高产玉米产量形成是其源库协调发展的动态结果。众多研究者<sup>[1,3-5]</sup>从品种、密度、施肥等角度对源库特性进行研究后得出的产量限制因子不一致,有的认为源是产量的主要限制因子;有的认为库是产量的主要限制因子;还有的认为源和库对产量影响的大小因品种和环境而异。由于玉米是单穗作物,在生产实践中,种植密度已成为调控玉米群体结构和影响玉米产量形成的关键因素,但关于高种植密度如何影响春玉米源库关系和产量结构的研究鲜有报道。笔者以紧凑型玉米品种超试1号为研究对象,在超高产栽培条件下,研究不同种植密度对稻田春玉米源库特性及产量性状的影响,旨在充分挖掘高产玉米品种的生产潜力,为南方稻田的超高产春玉米栽培提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

供试玉米品种为紧凑型超高产超试1号,由山东省登海种业集团选育。

供试土壤为由肥力较高的河床冲沙泥形成的沙壤土,pH值为6.0,有机质含量为32.9 g/kg,全氮含量为1.5 g/kg,速效磷含量为6.6 g/kg,速效钾含量为120.1 mg/kg。

### 1.2 试验设计

试验于2010年3—8月在湖南株洲醴陵市白兔潭长余村十组进行。

试验采用单因素随机区组设计,设6.75、8.25、9.75万株/hm<sup>2</sup> 3个种植密度处理(分别以D1、D2、D3表示),3次重复,小区面积为52.1 m<sup>2</sup>。3月19日开沟播种(直播),以宽行80 cm、窄行40 cm分厢栽培,每穴播种2~3粒,采用地膜覆盖。4月8日出苗,4月24日间苗,8月4日收获。N肥施用量为270 kg/hm<sup>2</sup>;纯N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O质量比为1 0.3 1.1;

总N中基肥、拔节肥、穗肥的质量比为3 1 6;钾肥中基肥、穗肥的质量比为6 4;磷肥和锌肥均按5 kg/hm<sup>2</sup>作基肥一次性施入。大田管理按照稻田春玉米超高产双增双控技术规范进行。

### 1.3 测定项目与方法

#### 1.3.1 产量及产量构成因子的测定

在成熟期于每个小区选取20 m<sup>2</sup>进行测产,设3次重复,称所有果穗总鲜重。按平均鲜穗重随机选取6穗,测定出籽率。每处理称量300 g鲜籽粒,3次重复,装袋烘干,称量干重,并计算水分含量。产量按14%含水率折算。每个测产小区按间隔法取6株进行考种,测定有效穗数、每穗粒数、百粒重、单株干物重等农艺和经济性状指标。

#### 1.3.2 干物质积累量、叶面积指数及比叶重的测定

分别在春玉米苗期、拔节期、小喇叭口期、吐丝期、乳熟期、成熟期6个生育时期取样,每个处理取6株。采用烘干法分别测定地上部各器官的干物质积累量,分别将叶、茎、穗(苞叶+籽粒+穗轴)、雄穗分样装袋,于105℃杀青30 min,80℃烘72 h至恒重,用电子天平(感量0.01 g)称量各器官干物质积累量。

采用长宽系数法测定叶面积。选择有代表性的2株测定叶片的长和宽。单叶叶面积=叶长×叶宽×系数,系数为0.5~0.75。比叶重=叶干重/叶面积。结合比叶重计算总叶面积。叶面积指数=单株叶面积×单位土地面积内株数/单位土地面积。

#### 1.3.3 SPAD值、粒叶比、茎鞘和叶的物质输出率的测定

采用日本产SPAD-502型叶绿素仪测SPAD值,每小区连续测6株,测定与取样同时进行。在抽雄前对各植株最新的完展叶进行测定,抽雄后对叶穗位叶进行测定,在每叶中部测5点(避开叶脉),取平均值。粒叶比=单株穗粒数/单株绿叶面积。茎鞘物质输出率=(吐丝期茎鞘干重-成熟期茎鞘干重)/吐丝期茎鞘干重。

叶物质输出率=(吐丝期叶干重-成熟期叶干重)/吐丝期叶干重。

### 1.4 数据统计与分析

采用Excel 2003进行数据分析,采用SAS9.0进行方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同种植密度对超试 1 号玉米产量的影响

从表 1 可知,产量随种植密度的增加而增加,

D3 处理的产量显著高于 D1、D2 处理,分别比 D1、D2 高 7.3%、7.1%,但 D1、D2 处理间差异不显著。

表 1 不同种植密度处理超试 1 号玉米的产量及产量构成因子

Table 1 Effect of different density on grain yield and its component of spring maize

处理	产量/(t·hm <sup>-2</sup> )	有效穗数/(万株·hm <sup>-2</sup> )	每穗粒数/粒	百粒重/g	收获指数
D1	10.64b	6.67c	517.9a	30.2a	0.504
D2	10.72b	7.97b	440.6b	28.8b	0.498
D3	11.47a	9.50a	424.8b	28.4b	0.478

### 2.2 不同种植密度对超试 1 号玉米库特性的影响

从表 1 可知,每穗粒数和百粒重均随种植密度的增加而降低,D1 处理显著高于 D2、D3 处理,但 D2、D3 处理间差异不显著,D3 处理的百粒重分别比 D1、D2 低 6.00%和 1.56%,每穗粒数分别比 D1、D2 低 18.0%、3.6%;不同种植密度处理间有效穗数的差异显著,表现为随种植密度的增加而增加;收获指数随种植密度的增加而减小,但不同种植密度处理间差异不显著。综合分析表明,种植密度大及单位面积有效穗数多是超试 1 号玉米增产效应显著的主要原因。

### 2.3 不同种植密度对超试 1 号玉米源特性的影响

#### 2.3.1 对群体叶面积指数的影响

在整个生育期,不同种植密度的叶面积指数都表现出先升后降的趋势,在吐丝期达到最大(图 1),在吐丝期 D3 处理分别比 D1、D2 高 31.2%、17.3%;在各生育时期,D3 处理的群体叶面积指数均显著高于 D1、D2 处理,但 D1 和 D2 处理间差异不显著。

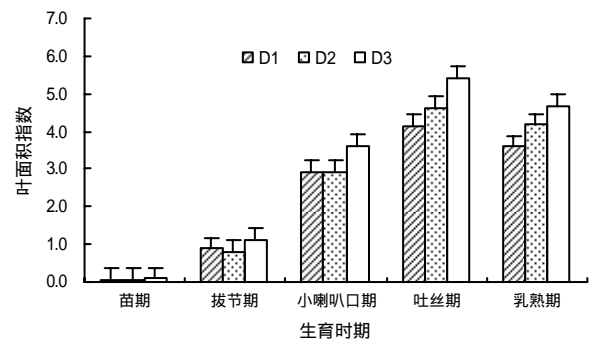


图 1 不同种植密度处理各生育时期超试 1 号玉米的叶面积指数

Fig.1 LAI of different growth stage under different planting density

#### 2.3.2 对群体干物质积累量的影响

从表 2 可以看出,除苗期和小喇叭口期外,其余各生育期 D3 处理的干物质积累量均显著高于 D1 和 D2 处理,但 D1、D2 处理间差异不显著。在吐丝期,D3 处理的干物质积累量分别比 D1、D2 高 16.8%、14.6%;在成熟期 D3 处理的干物质积累量分别比 D1、D2 高 5.92%、9.37%。

表 2 不同种植密度处理各生育时期超试 1 号玉米的干物质积累量

Table 2 Dry matter accumulation of different growth stage under different planting density

处理	干物质积累量					
	苗期	拔节期	小喇叭口期	吐丝期	乳熟期	成熟期
D1	1.99	51.9b	242.0ab	540.1b	1 351.5b	1 808.8b
D2	2.15	43.0b	213.2b	550.4b	1 372.8b	1 751.8b
D3	2.98	63.9a	267.8a	630.8a	1 553.9a	1 915.9a

#### 2.3.3 对叶绿素含量的影响

在整个生育期,不同种植密度处理叶片的 SPAD 值呈先升高后略下降,再升高的趋势,乳熟期达最大(图 2)。除苗期外,其余生育时期各处理的 SPAD 值

大小依次为 D1、D2、D3;在吐丝期,D1 处理的 SPAD 值显著高于 D2 和 D3,分别比 D2、D3 高 4.90%、5.09%,D2 和 D3 间差异不显著;在乳熟期,D1、D2 间 SPAD 值差异不显著,但均显著高于 D3 处理。

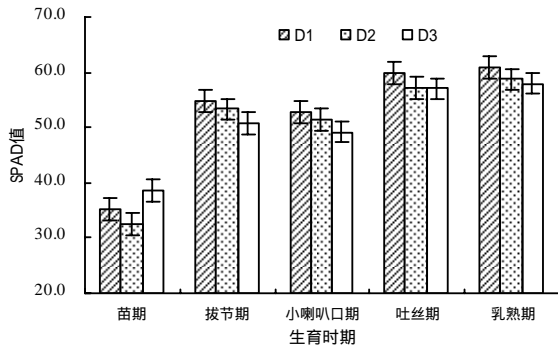


图2 不同种植密度处理各生育时期超试1号玉米叶片的SPAD值

Fig.2 SPAD value of leaf of spring maize under different planting density

2.3.4 对叶片比叶重的影响

从图3可以看出,在整个生育期,不同种植密度的叶片比叶重均表现出先降低后升高,再略下降后升高的趋势,在乳熟期达到最大;在吐丝期,D1

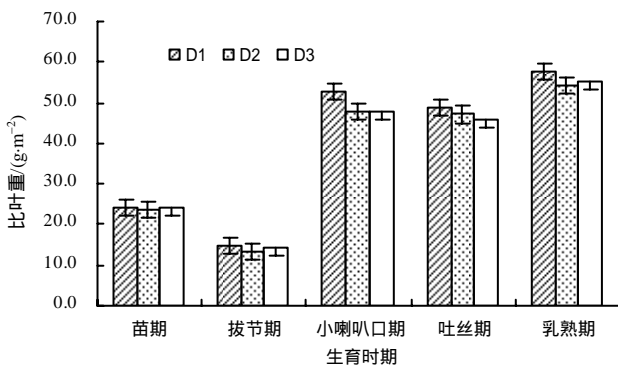


图3 不同种植密度处理各生育时期超试1号玉米的比叶重

Fig.3 Specific leaf weight of leaf of spring maize under different density

表3 不同密度处理超试1号玉米的茎鞘、叶干重及物质输出率

Table 3 Output percentages of stem-sheath and leaf store matter and dry matter of stem-sheath and leaf under different density

处理	茎鞘干重/g		叶片干重/g		茎鞘物质输出率/%	叶物质输出率/%
	吐丝期	成熟期	吐丝期	成熟期		
D1	39.0a	65.8a	29.8a	33.4a	-68.8	-12.12
D2	33.2b	51.7b	26.4b	27.7b	-56.1	-5.43
D3	32.5b	51.2b	25.4b	26.3b	-58.6	-3.82

2.5 产量性状与源库特性的关系

2.5.1 叶面积指数、叶绿素 SPAD 值及比叶重与产量性状的关系

从表4可以看出,在吐丝期,叶面积指数与实际产量、单株干物重呈极显著正相关,与收获指数、单株粒重呈极显著负相关;叶绿素 SPAD 值与实际产量、单株干物重呈显著负相关,与收获指数、单株粒重呈极显著正相关,与有效穗数呈显著正相

处理分别比 D2、D3 高 3.4%、6.56%, D1 处理与 D2、D3 处理间差异显著;在乳熟期, D1 处理分别比 D2、D3 处理高 6.09%、4.55%, D1 处理显著高于 D2、D3 处理,但 D2 和 D3 处理间差异不显著。可见,种植密度的增加不利于叶片比叶重的提高。

2.4 不同种植密度对源库关系的影响

2.4.1 对粒叶比的影响

在吐丝期,粒叶比随种植密度的增加而减少, D1 处理分别比 D2、D3 处理高 7.4%、10.3%,显著高于 D2、D3 处理,而 D2、D3 处理间差异不显著;在乳熟期, D1 处理的粒叶比分别比 D3、D2 处理高 10.3%、11.1%,显著高于 D3、D2 处理,但 D3、D2 处理间的差异不显著。综合分析表明,种植密度的增加对源性状(叶面积)提高的影响大于对库性状(籽粒数)提高的影响。

2.4.2 对茎鞘物质输出率和叶物质输出率的影响

在某种程度上,作物的茎鞘物质输出率高说明作物的库容强大而源生产能力相对不足;茎鞘物质输出率低甚至为负值,说明库容相对不足,源生产的物质除满足库容需要外还有剩余。从表3可以看出,茎鞘和叶的物质输出率都为负值,且各种种植密度间差异不显著。可见,茎鞘和叶片贮藏物质对籽粒的增重无作用,源器官的光合同化产物相对过剩。

关;比叶重与有效穗数、收获指数、单株粒重均呈极显著正相关,与实际产量、单株干物重呈显著负相关。在乳熟期,叶面积指数与单株粒重及干物重均呈显著负相关,与有效穗数呈极显著正相关,与实际产量呈显著正相关;SPAD 值与有效穗数、每穗粒数呈显著负相关,与单株粒重及干物重呈极显著正相关;比叶重与单株干物重呈显著正相关,与其他产量性状相关性不显著。

表 4 不同种植密度处理超试 1 号玉米的叶面积指数、SPAD 值和比叶重与产量性状的相关系数

Table 4 Correlation coefficient among LAI, SPAD value, SLW and Yield characters in silking stage and milking stage

产量性状	相关系数					
	吐丝期			乳熟期		
	叶面积指数	SPAD 值	比叶重	叶面积指数	SPAD 值	比叶重
实际产量	0.903 4**	-0.757 6*	-0.758 1*	0.737 2*	-0.574 7	-0.397 7
有效穗数	-0.709 8*	0.706 1*	0.886 4**	0.890 3**	-0.787 5*	-0.636 8
每穗粒数	-0.588 4	0.459 7	0.487 2	-0.434 8	-0.715 5*	0.581 0
百粒重	-0.783 2*	0.476 0	0.789 5*	-0.392 0	0.451 3	0.186 0
收获指数	-0.923 3**	0.826 6**	0.873 2**	-0.282 4	0.577 3	0.227 6
单株粒重	-0.905 6**	0.842 9**	0.838 0**	-0.659 6*	0.820 3**	0.643 0
单株干物重	0.903 4**	-0.757 6*	-0.758 1*	-0.707 2*	0.816 6**	0.673 6*

### 2.5.2 茎鞘和叶的物质输出率及粒叶比与产量性状的关系

从表 5 可知,在吐丝期,粒叶比与每穗粒数、收获指数、单株粒重、单株干物重呈显著正相关,与有效穗数呈显著负相关,与实际产量呈极显著负相关。在乳熟期,粒叶比与每穗粒数呈极显著正相

关,与单株粒重、单株干物重呈显著正相关;茎鞘物质输出率与百粒重、单株干物重呈显著负相关,与实际产量、有效穗数呈正相关,与每穗粒数、收获指数、单株粒重呈负相关;叶物质输出率与收获指数、单株粒重及干物重呈显著负相关。

表 5 不同种植密度处理超试 1 号玉米茎鞘和叶的物质输出率及粒叶比与产量性状的相关系数

Table 5 Correlation coefficient among output percentages of stem-sheath and leaf, ratio of grain number to leaf area and yield characteristics in silking stage and Milking stage

产量性状	相关系数			
	吐丝期粒叶比	乳熟期粒叶比	茎鞘物质输出率	叶物质输出率
实际产量	-0.825 3**	-0.366 3	0.421 9	0.446 4
有效穗数	-0.737 8*	-0.531 3	0.366 1	0.415 6
每穗粒数	0.774 3*	0.881 1**	-0.456 2	-0.615 3
百粒重	0.221 9	0.046 2	-0.718 0*	-0.609 3
收获指数	0.774 2*	0.553 7	-0.406 1	-0.697 8*
单株粒重	0.784 0*	0.683 1*	-0.617 7	-0.708 8*
单株干物重	0.776 3*	0.662 3*	-0.641 5*	-0.684 7*

## 3 结论与讨论

a. 种植密度与春玉米群体的源库关系。在玉米高产栽培中,增加种植密度、建立合理的群体结构、构建高光效的生产体系是获得高产的关键措施<sup>[6]</sup>。叶源量和源生产能力是评价高产群体质量的重要指标。有关研究<sup>[7-8]</sup>表明,群体叶源量和库容量随种植密度的增加而增加,但群体库的增加幅度超过群体源的增加幅度<sup>[9]</sup>。另有研究<sup>[10]</sup>表明,群体叶源量和源生产能力都随种植密度的增加而增加,但在生育后期高密度(9.0 万株/hm<sup>2</sup>)处理群体的叶源量下降较快,单株结实粒数和粒重降低,但单位面积穗数、粒数及最大潜在库容量显著增加。本研究结果表明,在 6.75~9.75 万株/hm<sup>2</sup>的种植密度时,群

体叶源量(叶面积指数)和源生产能力(干物质积累量)随种植密度的增加而增加,但叶绿素相对含量和比叶重随种植密度的增加而下降,群体叶源量与单位面积有效穗数、实际产量呈极显著正相关,表明增加种植密度能有效增加叶源量及群体干物质生产力;群体叶源量与单株粒重和单株干物重表现为显著负相关,进一步表明增加种植密度是获得高“源”的关键措施,但不利于个体源生产能力的提高。在高密度条件下,群体源的物质生产能力提高能弥补个体物质生产能力差的不利影响,为高产奠定充足的物质基础。

b. 增加种植密度是获得最大潜在库容量的有效措施。本研究结果表明,单株每穗粒数和百粒重随种植密度的增加而降低,单株库容量下降,但高

密度 (9.67 万株/hm<sup>2</sup>)处理的产量显著提高,表明在生育后期种植密度的增加使单株穗粒重(库容量)下降,但增加种植密度能有效弥补因穗粒重降低带来的损失,是获得较大“库容”的关键措施。有关研究<sup>[10-11]</sup>认为,库源比随密度的增加逐渐降低;产量在极低到高产水平之间变化时,库源比与产量间呈正相关,但在高产阶段,产量与库源比间相关不显著甚至呈负相关。本研究结果表明,在高产水平上,库源比(粒叶比)随密度的增加逐渐降低,粒叶比与每穗粒数呈显著正相关,与产量呈极显著负相关,茎鞘、叶片物质输出率均为负值。表明在高种植密度条件下,源和库均影响产量的形成,但库是主要的限制因子。这与江东岭等<sup>[10]</sup>的研究结果一致。

c. 稻田春玉米高产或超高产的栽培技术途径。种植密度直接影响作物群体结构和质量指标及作物生产力<sup>[12]</sup>,是影响玉米产量形成的主要因素和协调群体矛盾并获得高产的关键<sup>[7,11]</sup>。在玉米高产或超高产栽培生产实践中,增加种植密度是一项重要的增产措施和途径。凌碧莹等<sup>[13]</sup>的研究结果表明,扩库、限源、增效是春玉米高产和超高产的有效途径。薛吉全等<sup>[3,9]</sup>认为,高密度下群体源不足是产量提高的主要限制因素,保证一定的总粒数、增加吐丝后干物质积累量、提高成粒率和“强源促库”是玉米高产的关键。江东岭等<sup>[10]</sup>的研究结果表明,在高密度条件下,源和库均影响产量的形成,但库是限制产量的主要因子,增加种植密度、“扩库强源”是玉米获得高产的重要措施。本研究结果表明,超试1号玉米在高种植密度条件下表现为较典型的库限制型,由于生育后期植株间的遮阴严重,光照不足,导致个体间争夺光和养分等自然资源加剧,下部叶片早衰,叶源迅速下降,每穗粒数和百粒重下降,因此,在高种植密度条件下“扩库强源”,增加单株每穗粒数和粒重,注重源库的协调是提高稻田春玉米产量的重要途径。由于玉米是C<sub>4</sub>作物,在南方稻田春玉米超高产栽培实践中存在一些限制产量提高的“瓶颈”,因而应选用耐密性强、保绿性好、株型紧凑的超高产品种,采用适宜的种植密度和高效栽培技术模式是重点,如适时早播和地膜覆盖、采用高效施肥<sup>[14]</sup>及宽窄行栽培<sup>[15]</sup>等调控技术

措施。在保证适宜种植密度的前提下,努力提高每穗数和粒重是实现南方稻田春玉米高产或超高产的重要技术途径。

#### 参考文献:

- [1] 李明,李文雄. 玉米产量形成与源库关系[J]. 玉米科学, 2006, 14(2): 67-70.
- [2] 黄智鸿,申林,曹洋,等. 超高产玉米与普通玉米源库关系的比较研究[J]. 吉林农业大学学报, 2007, 29(6): 607-611, 615.
- [3] 薛吉全,马国胜,路海东. 紧凑大穗型玉米品种陕单902群体源库性状与产量形成的研究[J]. 西北植物学报, 2002, 22(6): 1336-1342.
- [4] 易镇邪,王璞,张红芳,等. 氮肥类型与施用量对华北平原夏玉米源库关系的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(3): 294-300.
- [5] 李明,杨克军,刘钢,等. 寒地高产玉米源库性状及与产量的关系[J]. 玉米科学, 2006, 14(1): 99-103, 106.
- [6] 王志刚,高聚林,任有志,等. 春玉米超高产群体冠层结构的研究[J]. 玉米科学, 2007, 15(6): 51-56.
- [7] 白志英,李存东,郑金凤,等. 种植密度对玉米先玉335和郑单958生理特性、产量的影响[J]. 华北农学报, 2010, 25(增刊): 166-169.
- [8] 孙锐,朱平,王志敏,等. 春玉米叶面积系数动态特征的密度效应[J]. 作物学报, 2009, 35(6): 1097-1105.
- [9] 薛吉全,马国胜,路海东,等. 密度对不同类型玉米源库关系及产量的调控[J]. 西北植物学报, 2001, 21(6): 1162-1168.
- [10] 江东岭,杜雄,张宁,等. 种植密度对夏玉米群体源库关系的影响[J]. 华北农学报, 2009, 24(3): 201-207.
- [11] 李明,李文雄. 肥料和密度对寒地高产玉米源库性状及产量的调节作用[J]. 中国农业科学, 2004, 37(8): 1130-1137.
- [12] 章家恩. 作物群体结构的生态环境效应及其优化探讨[J]. 生态科学, 2000, 19(1): 30-35.
- [13] 凌碧莹. 春玉米超高产群体源库关系研究[J]. 华北农学报, 2000, 15(1): 71-77.
- [14] 贺喜全,王成根,盛良学,等. 稻田春玉米高产高效氮肥施用技术[J]. 农业现代化研究, 2000, 21(3): 151-154.
- [15] 孟祥盟,赵洪祥,方向前,等. 春玉米超高产栽培技术与高产因素分析[J]. 玉米科学, 2008, 16(5): 112-114.

责任编辑: 杨盛强