

# 播期与密度组合对夏玉米群体源库关系 及冠层透光率的影响\*

李 宁 翟志席\*\* 李建民 段留生 李召虎

(中国农业大学农学与生物技术学院 北京 100193)

**摘 要** 通过播种期和密度两因素耦合试验(3个播期,各播期下设3个密度)研究不同播期、密度组合对夏播玉米群体源库关系及冠层透光率的影响。结果表明:适宜播期(6月22日之前)与适当密度(半紧凑型品种“金海5号”为 $6.00\sim 7.50$ 万株 $\cdot$ hm $^{-2}$ ,紧凑型品种“郑单958”为 $6.75\sim 8.25$ 万株 $\cdot$ hm $^{-2}$ )组合的各源库指标表现较优。叶面积指数(LAI)在吐丝期达到4.88~5.97,成熟期仍保持在2.73~4.48;群体透光率在吐丝期和成熟期分别达21.09%~34.82%和27.97%~35.29%;吐丝期穗位叶片 $P_n$ 较高,达 $34.4\sim 41.7$   $\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ;“金海5号”6月15~17日播种、播种密度为 $7.50$ 万株 $\cdot$ hm $^{-2}$ ,“郑单958”6月15~17日播种、播种密度为 $8.25$ 万株 $\cdot$ hm $^{-2}$ 时,均产量达到最大,分别为 $14\ 863.50$  kg $\cdot$ hm $^{-2}$ 和 $15\ 123.30$  kg $\cdot$ hm $^{-2}$ 。

**关键词** 播期 密度 夏玉米 源库关系 冠层透光率 产量

中图分类号: S181 文献标识码: A 文章编号: 1671-3990(2010)05-0959-06

## Effect of sowing date and density on sink/source relationship and canopy light transmission of summer maize (*Zea mays* L.)

LI Ning, ZHAI Zhi-Xi, LI Jian-Min, DUAN Liu-Sheng, LI Zhao-Hu

(College of Agriculture and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

**Abstract** An experiment involving 2 cultivars, and 3 sowing dates and densities was conducted in Laizhou Experimental Station of China Agricultural University in 2008~2009 with the objective of selecting the optimum cultivation pattern. The effects of sowing date and density on sink/source relationship and canopy light transmission of summer maize population were also analyzed in the experiment. The results indicate higher sink/source indices under sowing date before June 22 at a density of  $6.00 \times 10^4 \sim 7.50 \times 10^4 \cdot \text{hm}^{-2}$  (semi-compact variety “Jinhai No. 5”) or  $6.75 \times 10^4 \sim 8.25 \times 10^4 \cdot \text{hm}^{-2}$  (compact variety “Zhengdan 958”). At this rate, LAI is 4.88~5.97 at silking and 2.73~4.48 at maturity stage, light transmission is 21.09%~34.82% at silking and 27.97%~35.29% at maturity stage, ear-leaf  $P_n$  is  $34.4\sim 41.7 \mu\text{mol}(\text{CO}_2) \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ . The optimum yield is  $14\ 863.50$  kg $\cdot$ hm $^{-2}$  for “Jinhai No. 5” sowed at June 15~17 with  $7.50 \times 10^4 \cdot \text{hm}^{-2}$  density, and  $15\ 123.30$  kg $\cdot$ hm $^{-2}$  for “Zhengdan 958” sowed at June 15~17 with  $8.25 \times 10^4 \cdot \text{hm}^{-2}$  density.

**Key words** Sowing date, Density, Summer maize, Sink/source relationship, Canopy light transmission, Yield

(Received Dec. 21, 2009; accepted April 13, 2010)

在一定的生态环境中,密度和播期是影响作物生产最主要的2个栽培因素,合理的密度与适宜的播期是实现作物高产的必要条件<sup>[1]</sup>。但多数学者仅限于对密度或播期1个因子的研究<sup>[2-4]</sup>,对玉米播期与密度耦合研究,尤其是玉米播期与密度耦合对群

体源库关系的影响研究较少。

库源关系是作物生理的理论基础之一,库源与玉米产量形成有着密切联系<sup>[5]</sup>,玉米源库性状在生长过程中不断进化适应,具有较强的源库自我调节能力(尽管品种间的表现不同)。当源限制时,通过部

\* 国家科技支撑计划项目(2006BAD02A15)资助

\*\* 通讯作者: 翟志席(1953~),男,教授,博士生导师,主要研究方向为作物高产栽培。E-mail: xzbzhai@cau.edu.cn

李宁(1981~),男,博士研究生,研究方向为作物栽培生理。E-mail: ningli21981@163.com

收稿日期: 2009-12-21 接受日期: 2010-04-13

分籽粒败育保证剩余部分籽粒充实(尽管粒重略有减少);当库限制时,发育的籽粒尽可能增加粒重,剩余的光合产物储藏在临时库中。这种调节在源库关系上就是源和库之间的相互适应,使库源比接近适宜范围<sup>[6]</sup>。关于玉米产量与库源关系国内外作了大量研究,库源及其相互关系对产量的作用及相对重要性看法存在分歧:一种观点主张增源是提高产量的主要途径<sup>[7-8]</sup>;另一种观点主张扩大库容提高单产<sup>[9-10]</sup>;也有学者认为单方面强调产量的限制因素是源或是库都是不全面的,同时要考虑到运转的协调<sup>[11-12]</sup>。源库在产量形成中的作用认识不尽相同<sup>[13-14]</sup>,说明不同研究者因试验作物种类、生态条件、研究方法的差异,对源、库在产量形成中作用大小的认识不同。但学者们公认源库平衡是玉米高产群体的重要特征,群体处于源库平衡状态时,群体源生产效率最高,产量最高。

随着全球气候变暖,地球生态大环境发生改变,传统的播种期不但对生产产生不利影响,同时造成光热资源的极大浪费。通过调整周年两熟制作物的播期、播量(密度),适当推迟冬小麦的播种时间(晚种早收),延长夏玉米的生育期(早种晚收),可提高一年两作区作物田间光热利用率,实现周年产量整体增加。本文着重介绍了周年试验中夏玉米适宜播期及密度组合的选择,通过夏玉米高产评价体系的建立,为该地区夏玉米产量的提高及两熟制农田全年作物高产提供理论和技术依据。

## 1 材料与试验方法

### 1.1 试验材料及试验设计

试验于 2008 年、2009 年在中国农业大学山东莱州金海种业实验场进行。供试土壤为壤土,肥力中等,2008 年 0~20 cm 土层土壤有机质含量 27.7 g·kg<sup>-1</sup>,全氮 1.6 g·kg<sup>-1</sup>,速效磷 19.67 mg·kg<sup>-1</sup>,速

效钾 172.07 mg·kg<sup>-1</sup>,2009 年 0~20 cm 土层土壤有机质含量 20.3 g·kg<sup>-1</sup>,全氮 1.5 g·kg<sup>-1</sup>,速效磷 8.62 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾 161.49 mg·kg<sup>-1</sup>。供试夏玉米品种为半紧凑型品种“金海 5 号”(A<sub>1</sub>)、紧凑型品种“郑单 958”(A<sub>2</sub>),每个品种均设 3 个播期(2008 年为 6 月 17 日、22 日、27 日,2009 年为 6 月 15 日、20 日、25 日),每个播期设 3 个密度(表 1),随机区组设计,3 次重复,共计 54 个小区,小区面积为 54 m<sup>2</sup>(6 m×9 m),采用等行距(60.0 cm)方式播种。种肥施三元复合肥 375 kg·hm<sup>-2</sup>,6 叶期追施三元复合肥 525 kg·hm<sup>-2</sup>,拔节期喷施玉黄金 300 mL·hm<sup>-2</sup>,生育期灌水 2 次,其他田间管理按高产田要求进行。玉米收获期 2008 年为 10 月 7 日、10 日、13 日,2009 年为 10 月 10 日、12 日、15 日。

### 1.2 测定项目与方法

叶面积指数(LAI)分别在 9 叶展、12 叶展、吐丝期、灌浆中期(吐丝后 25 d)和成熟期测定。单叶叶面积=长×宽×系数(系数为 0.75~0.50),LAI=单株叶面积×单位土地面积内株数/单位土地面积。

在吐丝期、灌浆中期(吐丝后 25 d)、成熟期采用 LAI-2000 测定透光率,测定部位为顶层、穗位层和底层。透光率=测定层光强/冠层顶层光强×100%。在上述 3 个时期用美国产 LI-6400 便携式光合作用测定仪测定穗位叶 Pn,每次测定 3 片叶。同时期采用日本美能达公司产手持式 SPAD-502 型叶绿素计测定叶绿素相对含量(SPAD 值),每次测定 30 片叶。

潜在库容量(g·m<sup>-2</sup>)=雌穗花数×收获穗数(plant·m<sup>-2</sup>)×品种潜在粒重(g·grain<sup>-1</sup>);库充实度(%)=籽粒产量(g·m<sup>-2</sup>)/潜在库容量×100%<sup>[15]</sup>;粒叶比(粒·cm<sup>-2</sup>)=单株穗粒数/单株绿叶面积<sup>[16]</sup>。

每小区收获玉米 4 行(每行 4 m),称所有果穗总鲜重,按平均鲜穗重从所收果穗中随机选取 10 穗,

表 1 试验设计  
Tab. 1 Experiment design

品种 A Cultivar	播期(月-日) B Sowing date (month-day)	密度 C Density (×10 <sup>4</sup> ·hm <sup>-2</sup> )	品种 A Cultivar	播期(月-日) B Sowing date (month-day)	密度 C Density (×10 <sup>4</sup> ·hm <sup>-2</sup> )
金海 5 号 Jinhai No. 5 (A <sub>1</sub> )	06-17/06-15 <sup>1)</sup> (B <sub>1</sub> )	6.00(C <sub>1</sub> )	郑单 958 Zhengdan 958 (A <sub>2</sub> )	06-17/06-15 (B <sub>1</sub> )	6.75(C <sub>1</sub> )
		7.50(C <sub>2</sub> )			8.25(C <sub>2</sub> )
		9.00(C <sub>3</sub> )			9.75(C <sub>3</sub> )
	06-22/06-20 (B <sub>2</sub> )	6.00(C <sub>1</sub> )		6.75(C <sub>1</sub> )	
		7.50(C <sub>2</sub> )		8.25(C <sub>2</sub> )	
		9.00(C <sub>3</sub> )		9.75(C <sub>3</sub> )	
	06-27/06-25 (B <sub>3</sub> )	6.00(C <sub>1</sub> )		6.75(C <sub>1</sub> )	
		7.50(C <sub>2</sub> )		8.25(C <sub>2</sub> )	
		9.00(C <sub>3</sub> )		9.75(C <sub>3</sub> )	

1) / 前为 2008 年播期, / 后为 2009 年播期。Before / is sowing date of 2008 and after / is of 2009.

测定出籽率和含水率, 计算实际产量(按 14%折算含水率)。

### 1.3 数据分析

采用 SAS 8.0 软件 GLM (General linear model) 程序和 Microsoft Excel 2003 进行数据统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 播期和密度组合对不同株型夏玉米品种叶面积指数(LAI)的影响

玉米群体叶源量是产量形成的基础。叶源量既决定着库的建成, 又参与库的充实<sup>[17]</sup>。生长中前期若没有足够的叶源量, 就不能形成高效的光合系统和较大的潜在籽粒库。由表 2 可知: 2 个夏玉米品种在灌浆中期以前, 同一播期内 LAI 表现为随密度的增加而增大; 成熟期 LAI 为中低密度较高, 高密度下有所降低。表明高密度下前期群体冠层结构不合理, 通风透光差, 造成生育后期 LAI 下降迅速。同一密度条件下各处理随播期的推迟 LAI 呈降低趋势。这是由于播种越晚, 玉米的生育进程越快, 植株变小, 叶面积系数变小所致。品种间比较, 因“金海 5 号”为保绿性较好的品种, 故其整个生育期均保持较高的 LAI。

### 2.2 播期和密度组合对不同株型夏玉米品种冠层透光率的影响

玉米冠层透光率同一播期内随着密度的增加而降低(表 3), 尽管随密度增加群体能够自动调节改善

透光率, 但其调节程度远不及密度增加对透光率的影响。低中密度处理群体截光率低于高密度处理, 但群体截光率在吐丝期仍在 93%以上, 成熟期仍能保持在 86%以上(“金海 5 号”91%以上), 总体表现较好。同一密度的不同播期间则表现为随着播期的推迟, 透光率呈降低趋势, 这是由于夏玉米播种期的推迟, 玉米成熟时间逐渐缩短, 单株死亡叶片数逐渐减少, 单株叶面积逐渐变大所致。在灌浆期 2 个夏玉米品种的冠层透光率均随生育进程的推进而上升, 为叶片的  $P_n$  提供了充足的光照条件, 利于籽粒灌浆。

### 2.3 播期和密度组合对不同株型夏玉米品种穗位叶片光合特性的影响

#### 2.3.1 对穗位叶片 SPAD 值的影响

叶片叶绿素含量是反映叶片生理活性变化的重要指标之一, 与叶片光合机能的大小密切相关。总体而言, 2 个夏玉米品种的穗位叶片 SPAD 值在同一播期内为高密度处理低, 播期间比较则为第 3 播期的各处理低(图 1)。

#### 2.3.2 对穗位叶片净光合速率( $P_n$ )的影响

由图 2 可知, 同一播期内穗位叶片的  $P_n$  值表现为中低密度高于高密度; 随播期的推迟, 穗位叶片的  $P_n$  值呈降低趋势, 2 个夏玉米品种不同时期均表现出此趋势。说明播期推迟, 群体叶源量降低, 导致穗位叶片  $P_n$  值下降; 而密度较高则造成群体内部光

表 2 不同播期、密度组合下 2 个夏玉米品种的叶面积指数

Tab. 2 Leaf area index (LAI) of two summer maize cultivars sowed in different dates with different planting densities

品种 Cultivar	处理 Treatment	9 叶展 9-leaf	12 叶展 12-leaf	吐丝期 Silking	灌浆中期 Mid-filling	成熟期 Maturity
金海 5 号 Jinhai No. 5 (A <sub>1</sub> )	B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	2.33cC	3.80dD	5.05eE	4.58eE	3.94bBC
	B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	2.79bB	4.57bB	5.87cC	5.03bBC	4.48aA
	B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3.07aA	5.17aA	6.86aA	5.25aA	4.62aA
	B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	1.87fEF	3.82dD	4.88fF	4.17gG	3.57eE
	B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	2.00eDE	4.52bB	5.94cC	4.77dD	4.00bB
	B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	2.05deD	5.15aA	6.15bB	5.12bAB	3.75cdCDE
	B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	1.76fF	3.17eE	4.67gG	4.00hH	3.69cdeCDE
	B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	2.05deD	3.70dD	5.29dD	4.40fF	3.83bcBCD
	B <sub>3</sub> C <sub>3</sub>	2.16dD	4.18cC	5.83cC	4.89cCD	3.59deDE
郑单 958 Zhengdan 958 (A <sub>2</sub> )	B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	2.84dC	5.16dC	5.66cBC	5.05dD	2.94bBC
	B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3.36bA	5.97bB	6.26bcABC	5.90bB	2.86bcBC
	B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3.53aA	6.51aA	6.98aA	6.13aA	2.84bcBC
	B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	2.64eD	4.74eD	4.88dDE	4.54fF	2.86bcBC
	B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3.09cB	5.17dC	5.97bcBC	5.29cC	2.73cC
	B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3.12cB	5.80cB	6.55abAB	5.84bB	2.75cBC
	B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	1.88hG	3.89gF	4.70dE	4.20gG	3.18aA
	B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	2.10gF	4.40fE	5.79cBC	4.78eE	2.82bcBC
	B <sub>3</sub> C <sub>3</sub>	2.34fE	4.70eD	6.17bcABC	5.23cC	2.98bAB

同列不同小写字母表示在 5%水平上差异显著, 不同大写字母表示在 1%水平上差异显著, 下同。Values within columns followed by different small and capital letters indicate significant difference at  $P=0.05$  and  $P=0.01$  level, respectively. The same below.  $n=9$ .

表 3 不同播期和密度组合下 2 个夏玉米品种的冠层透光率

Tab. 3 Light transmission of two summer maize cultivars sowed in different dates with different planting densities %

品种 Cultivar	处理 Treatment	底层透光率 Light transmission of bottom			穗位层透光率 Light transmission of ear layer		
		吐丝期 Silking	灌浆中期 Mid-filling	成熟期 Maturity	吐丝期 Silking	灌浆中期 Mid-filling	成熟期 Maturity
金海 5 号 Jinhai No. 5 (A <sub>1</sub> )	B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	6.12aA	7.66aA	8.91aA	28.09aA	30.92aA	31.02aA
	B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3.14cB	3.58dDE	4.28dCD	23.55bcBC	26.67bB	30.35aA
	B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	2.15dC	3.03eEF	3.62eDE	20.28dD	22.16deCD	24.72dCD
	B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	6.21aA	7.14aA	8.09bAB	25.10bB	26.89bB	29.99aA
	B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3.94bB	5.02bB	7.54bB	22.60cCD	24.34cBC	27.97bB
	B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	1.03eD	2.00fG	3.18eE	10.98fF	16.93fE	22.55eE
	B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	6.09aA	4.54bcBC	5.09cC	23.01cBC	23.94cdC	26.52cBC
	B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	3.99bB	4.26cCD	4.71cdC	16.71eE	20.75eD	23.91dDE
	B <sub>3</sub> C <sub>3</sub>	1.52deCD	2.68eFG	3.03eE	9.68fF	12.80gF	14.11fF
郑单 958 Zhengdan 958 (A <sub>2</sub> )	B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	4.13aA	7.21aA	13.94aA	34.82aA	35.17aA	35.29aA
	B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3.83aAB	5.19bcB	8.06cC	32.54bB	30.33bB	30.13bB
	B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	2.33cdDE	3.89dC	7.53cdCD	24.23cC	25.58cC	27.36cCD
	B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	2.16deDE	5.31bB	10.19bB	22.18dCD	29.19bB	34.04aA
	B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	2.28cdDE	4.87bcB	7.06deCDE	21.09dD	24.46cC	29.38bBC
	B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	1.62efEF	2.14fE	6.19fE	15.25eE	19.66eE	24.70dE
	B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	3.18bBC	4.74cB	6.58efDE	15.95eE	22.17dD	26.76cDE
	B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	2.84bcCD	3.05eD	4.15gF	11.56fF	15.83fF	17.08eF
	B <sub>3</sub> C <sub>3</sub>	1.17fF	1.98fE	2.51hG	9.96fF	12.29gG	15.87eF

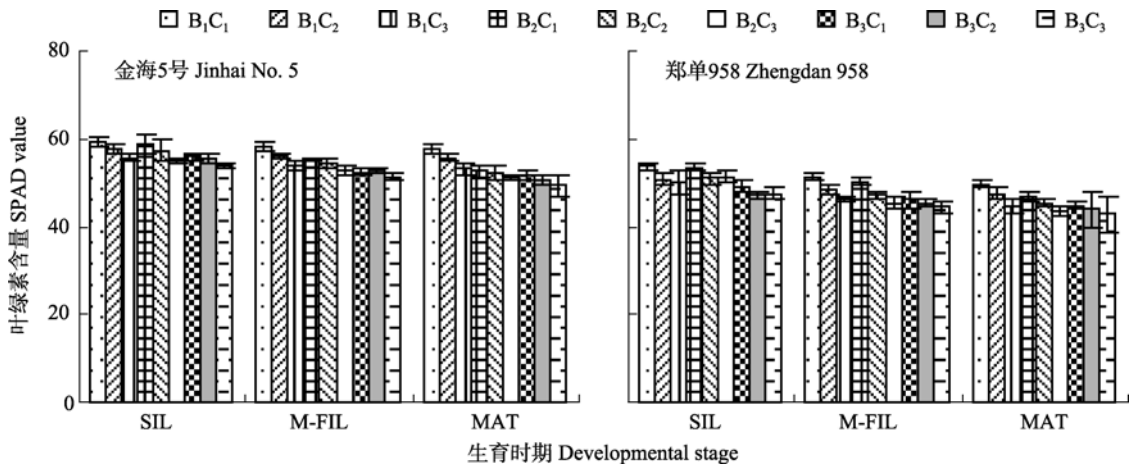


图 1 不同播期、密度组合下 2 个夏玉米品种的穗位叶片 SPAD 值

Fig. 1 SPAD value of ear layers of two summer maize cultivars sowed in different dates with different planting densities  
SIL: 吐丝期 Silking; M-FIL: 灌浆中期 Mid-filling; MAT: 成熟期 Maturity. 下同 The same below.

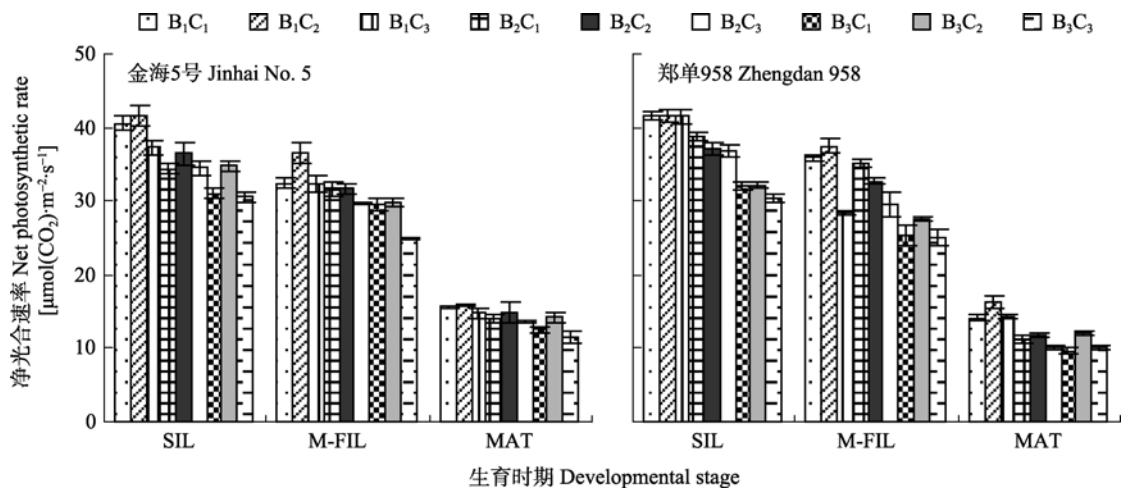


图 2 不同播期、密度组合下 2 个夏玉米品种的穗位叶片净光合速率

Fig. 2 Net photosynthetic rate of ear leaves of two summer maize cultivars sowed in different dates with different planting densities

分布不合理、冠层透光差, 灌浆中期以后穗位叶片  $P_n$  值下降较快, 不利于生育后期光合产物的积累。在灌浆中期以前“郑单 958”的穗位叶片  $P_n$  值高于“金海 5 号”, 说明其高产潜力较大; 成熟期“金海 5 号”的穗位叶片  $P_n$  值高是因为该品种本身保绿性较好所致。

#### 2.4 播期和密度组合对不同株型夏玉米品种库特性的影响

同一播期内穗粒数随密度的增加而减少, 同一密度处理下播期间表现为第 1 播期 > 第 2 播期 > 第 3 播期, 处理间差异达显著水平(表 4)。“郑单 958”的群体粒数 3 个播期内均为高密度处理的高; 随播种时间的推迟, 群体粒数降低。“金海 5 号”的群体粒数各处理间规律不明显。粒重虽然随着播期的推迟和密度的增加均出现降低的趋势, 但播种时期对粒重的影响更明显。粒重随密度增加而降低, 各处理之间存在显著差异, 但由于提高种植密度所导致的玉米单位面积穗数增加幅度远大于粒重下降幅度, 所以潜在库容量仍表现出高密度处理大于低中密度处理, 可见在当前生产、管理条件下, 合理增加玉米种植密度是提高潜在库容量的重要措施。随播种期的推迟, 2 个夏玉米品种的潜在库容呈现下降趋势。库充实度表现为中低密度处理大于高密度处理, 说明在密植条件下, 进一步提高库充实度是获得高

产的有效措施。同一密度下, 2 个夏玉米品种的产量均以第 1 播期的 3 个处理为高; 同一播期内则为中密度处理的产量最高, 各处理之间差异达显著水平, “金海 5 号”表现为中密度处理 > 低密度处理 > 高密度处理, 而“郑单 958”则表现为中密度处理 > 高密度处理 > 低密度处理(第 3 播期除外), 说明品种“郑单 958”比“金海 5 号”更耐密植。

### 3 讨论与结论

在全球气候大环境改变的前提下如何充分利用具体生态条件, 趋利避害, 将作物的生育期置于有利的气候条件中, 播期的选择是关键因素。适宜的播期是玉米充分利用具体生态环境中有利的光热资源的条件保障<sup>[18]</sup>, 合理的种植密度则是玉米利用具体生态环境中的光热资源、构建良好群体结构、优化群体生理指标的基础, 二者的优化组合, 可使玉米群体内生理机制得以综合调优, 充分发挥品种的增产潜力<sup>[1]</sup>。本试验条件下 2 个夏玉米品种均以第 1 播期的产量性状为优, 而同一播期间则为低中密度处理的各源库指标较好。不同夏玉米品种均有其适宜的种植密度, “郑单 958”比“金海 5 号”更耐密植。自 1928 年 Mason 提出“源库学说”后, 在作物栽培研究中, 特别是在超高产栽培理论研究中, 常以源库协调性的好坏来评价产量的高低。在玉米高

表 4 不同播期、密度组合下 2 个夏玉米品种的库容能力及产量

Tab. 4 Storage capacity and yield of two summer maize cultivars sowed in different dates with different planting densities

品种 Cultivar	处理 Treatment	穗粒数 Grain number per ear	群体粒数 Total grain number (grain · m <sup>-2</sup> )	百粒重 100-grain weight (g)	潜在库容 Potential sink capacity (g · m <sup>-2</sup> )	库充实度 Full degree of sink (%)	产量 Yield (kg · hm <sup>-2</sup> )
金海 5 号 Jinhai No. 5 (A <sub>1</sub> )	B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	636.74aA	4 011.46	35.97A	1 604.58	90.20	14 473.35AB
	B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	614.64aA	4 781.90	35.21AB	1 831.37	81.16	14 863.50A
	B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	526.68bB	4 682.18	34.24ABC	1 793.18	79.10	14 183.85BC
	B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	627.12aA	4 182.89	34.79ABC	1 608.80	85.73	13 792.95CD
	B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	531.00bB	4 131.18	33.05BCD	1 588.91	88.15	14 006.55BC
	B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	504.68bB	5 046.80	32.48CD	1 996.15	66.85	13 345.20D
	B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	611.04aA	4 301.72	33.79ABC	1 662.03	75.87	12 610.05E
	B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	500.78bB	4 081.36	32.64CD	1 576.89	86.06	13 570.50CD
	B <sub>3</sub> C <sub>3</sub>	478.08bB	4 336.18	30.78D	1 675.34	73.66	12 341.25E
郑单 958 Zhengdan 958 (A <sub>2</sub> )	B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	616.00aA	4 447.52	34.13A	1 634.65	84.30	13 856.10CD
	B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	571.34bcAB	4 970.66	33.08AB	1 836.98	82.33	15 123.30A
	B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	531.00cdBC	5 310.00	32.33ABC	1 962.39	72.86	14 297.70BC
	B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	601.98abA	4 346.30	33.95A	1 641.93	78.74	12 928.50F
	B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	475.50efCDE	4 312.78	32.32ABC	1 629.27	89.92	14 650.95AB
	B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	462.00fgDE	4 449.06	31.01BC	1 680.76	77.34	12 999.30EF
	B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	508.50deCD	3 671.37	32.67AB	1 560.33	80.16	12 507.15F
	B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	428.84ghEF	3 495.04	30.86BC	1 485.39	91.53	13 595.85DE
	B <sub>3</sub> C <sub>3</sub>	400.20hF	4 226.11	29.67C	1 670.79	70.32	11 748.90G

产栽培中,增加种植密度,建立合理的群体结构是获得高产的关键措施,而叶源量和源生产能力是获得高产的重要指标<sup>[19]</sup>。有研究表明,低密度下扩库是获得高产的关键;高密度下增源则为获得高产的有效途径<sup>[8]</sup>。还有研究认为,源和库谁为限制因素根据品种不同而存在差异,不同品种有各自的库源关系特点<sup>[15-16]</sup>。合理的冠层结构通过对光合有效辐射的截获和吸收而影响作物光合特性<sup>[16]</sup>。高产群体穗位层透光率可达 25%左右,截光率在 95%以上<sup>[20]</sup>。本试验结果表明,在适宜的播种时期内(6月22日以前)、适当高的密度下(半紧凑型品种“金海5号”为 6.00~7.50 万株·hm<sup>-2</sup>,紧凑型品种“郑单958”为 6.75~8.25 万株·hm<sup>-2</sup>),LAI 发展动态合理,冠层透光率高,穗位层叶片 Pn 较高,表现出高效冠层的特征;穗粒数、百粒重、库充实度等产量指标表现优,群体产量高,2 品种均在第 1 播期中密度处理产量达到最大,“金海5号”为 14 863.50 kg·hm<sup>-2</sup>,“郑单958”为 15 123.30 kg·hm<sup>-2</sup>;同时,由于 10 月中旬温度下降,影响玉米籽粒灌浆,故应在 10 月中上旬(10月12日之前)完成夏玉米收获工作,并进行下茬冬小麦的播种。因此,在胶东半岛周年高产体系中,夏玉米在上述播期、密度组合下群体表现较好,可在此基础上调整、设计下茬冬小麦的播期和播量方案,进而实现周年持续高效生产的目标。

## 参考文献

- [1] 马国胜,薛吉全,路海东,等.播种时期与密度对关中灌区夏玉米群体生理指标的影响[J].应用生态学报,2007,18(6): 1247-1253
- [2] 吕新,白萍,张伟,等.不同播期对玉米干物质积累的影响及分析[J].石河子大学学报:自然科学版,2008,22(4): 285-288
- [3] 乌瑞翔,刘荣权,卢翠玲,等.地膜玉米的最佳播期及两个学说的应用[J].中国农业科学,2001,34(4): 433-438
- [4] 赵秀兰.春小麦灌浆期籽粒沉淀值动态变化及氮磷肥与播期的影响[J].应用生态学报,2006,17(4): 640-646
- [5] 刘晓冰,张秋英.试论作物的源库系统[J].农业系统科学与综合研究,1992,8(2): 131-134
- [6] 孙庆泉,胡昌浩,董树亭,等.我国玉米品种叶源和籽粒库等生理特性研究进展[J].山东农业大学学报,1999,12: 484-488
- [7] 胡昌洪.夏玉米群体光合速率与产量关系研究[J].作物学报,1992,18(3): 33-36
- [8] Andrade F H, Uhart S A. Intercepted radiation at flowing and kernel number in maize: Shade versus plant density effects[J]. Crop Sci, 1993, 33(3): 482-485
- [9] 陆卫平.不同生态条件下玉米产量源库关系的研究[J].作物学报,1997,23(6): 725-733
- [10] Uhart S A, Andrade F H. Nitrogen and carbon accumulation and remobilization during grain filling in maize under different source-sink ratios[J]. Crop Sci, 1995, 35(1): 183-190
- [11] 陈国平,郭景伦,王忠孝,等.玉米库源关系的研究[J].玉米科学,1998,6(4): 36-38
- [12] 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
- [13] 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
- [14] 李凤海,周芳,王志斌.不同玉米品种最佳密度研究[J].种子,2007,26(2): 77-80
- [15] 杨利华,张丽华,杨世丽,等.不同株高玉米品种部分群体质量指标对种植密度的反应[J].华北农学报,2007,22(6): 139-146
- [16] 吕丽华,王璞,鲁来清.不同冠层结构下夏玉米产量形成的源库关系[J].玉米科学,2008,16(4): 66-71
- [17] Mackown E T, van Sanford D A, Zhang N. Wheat vegetative nitrogen compositional changes in response to redialed reproductive sink strength[J]. Plant Physiol, 1992, 99: 14-21
- [18] 李潮海,苏新宏,谢瑞芝,等.超高产栽培条件下夏玉米产量与气候生态条件关系研究[J].中国农业科学,2001,34(3): 311-316
- [19] 江东岭,杜雄,张宁,等.种植密度对夏玉米群体库源关系的影响[J].华北农学报,2009,24(3): 201-207
- [20] 徐克章,王志海,王珍.玉米群体冠层内光和 CO<sub>2</sub> 分布特性的初步研究[J].吉林农业大学学报,2001,23(3): 9-12

## 欢迎订阅 2011 年《大豆科学》

《大豆科学》是由黑龙江省农业科学院主管主办的大豆专业领域学术性期刊,也是被国内外多家重要数据库和文摘收录源收录的重点核心期刊。主要刊登有关大豆遗传育种、品种资源、生理生态、耕作栽培、植物保护、营养肥料、生物技术、食品加工、药用功能及工业用途等方面的学术论文、科研报告、研究简报、国内外研究述评、学术活动简讯和新品种介绍等。主要面向从事大豆科学研究的科技工作者、大专院校师生、各级农业技术推广部门的技术人员及科技种田的农民。

国内外公开发行,双月刊,16开本,每期180页。国内每期订价:10.00元,全年60.00元,邮发代号:14-95。国外每期订价:10.00美元(包括邮资),全年60美元。国外由中国国际图书贸易总公司发行,北京399信箱。国外代号:Q5587。本刊热忱欢迎广大科研及有关企事业单位刊登广告,广告经营许可证号:2301030000004。

地址:哈尔滨市南岗区学府路368号《大豆科学》编辑部 邮编:150086

电话:0451-86668735 网址:www.haasep.cn E-mail: dadoukx@sina.com ddkexue@126.com