

# 高产玉米杂交种冠层结构与光能利用特征

王秀萍, 刘天学, 董鹏飞, 李潮海\*, 代小康  
(河南农业大学 农学院, 农业部夏玉米区域技术创新中心, 河南 郑州 450002)

**摘要:** 以高产玉米杂交种郑单 958、浚单 20、浚单 22 和登海 3719 为材料, 在大田高产栽培条件下, 探讨了高产玉米杂交种的群体冠层结构和光能利用特征。结果表明, 高产玉米杂交种的群体冠层具有叶面积指数大、上部茎叶夹角小、穗位叶受光好、光能截获率高、光合效率高等特点。

**关键词:** 高产; 玉米; 冠层结构; 光合速率

**中图分类号:** S513 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2010)04-0013-03

## Canopy Structure and Light Energy Utilization of High-yield Maize Hybrids

WANG Xiu-ping, LIU Tian-xue, DONG Peng-fei, LI Chao-hai\*, DAI Xiao-kang  
(Agronomy College, Henan Agricultural University/Innovation Centre for Summer Maize  
Regional Technology, Ministry of Agriculture, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** ZD958, XD20, XD22 and DH3719 were taken as materials to study the population canopy structure and light energy utilization of high yield maize hybrids under the high-yield planting condition in a field experiment. The results indicated that the four high yield maize hybrids had high LAI, small leaf angle of upper leaves, better light conditions for the ear-leaf, high light interception rate and high net photosynthesis rate.

**Key words:** High yield; Maize; Canopy structure; Photosynthesis rate

国家粮食安全中长期规划纲要提出, 到 2020 年全国要新增粮食 500 亿 kg, 其中玉米新增 265 亿 kg, 因此, 提高玉米产量水平对保证国家粮食安全意义重大。在我国有限的耕地上实现粮食产量的持续增加, 提高单产是核心, 而选育利用高产玉米品种是提高玉米单产的有效途径。有关玉米高产品种的特性, 前人从源-库关系、光合特性和产量构成上开展了大量研究, 结果发现, 高产玉米品种具有相对较高的叶面积指数, 且叶片有效期长、上部茎叶夹角小、冠层结构合理, 光合能力强、源足库强<sup>[1-3]</sup>。合理的冠层结构可以保证穗位叶片良好受光, 并保持较高的光能利用效率, 为玉米丰产奠定了基础。据此, Donald 于 1968 年提出了理想株型育种理论<sup>[4]</sup>。我

国学者赵久然等将理想的玉米株型定义为“紧凑型+小雄穗+坚茎秆+开叶距+大根系”<sup>[5]</sup>。本试验研究了 4 个紧凑型高产玉米杂交种的冠层结构和光能利用特征, 以期对高产玉米育种和丰产栽培技术提供理论依据。

### 1 材料和方法

#### 1.1 试验品种

高产玉米杂交种郑单 958 (ZD958), 浚单 20 (XD20), 浚单 22 (XD22), 登海 3719 (DH 3719)。

#### 1.2 试验设计

试验于 2006 年在浚县农科所试验田进行, 供试土壤为壤土, 基础肥力: 有机质含量 17.8g/kg, 水解氮

收稿日期: 2009-12-15

基金项目: 河南省重大科技专项 (081100110400)

作者简介: 王秀萍 (1985-), 女, 河南长垣人, 在读博士研究生, 研究方向: 作物生理生态。

\* 通讯作者: 李潮海 (1956-), 男, 河南巩义人, 教授, 博士, 主要从事作物生理生态研究。

89 7mg/kg, 速效磷 29 6mg/kg, 速效钾 92 1mg/kg。采用随机区组设计, 6行区, 小区长 10m, 行距 0 60m, 株距 0. 22m (密度 75 000 株/hm<sup>2</sup>), 4次重复。播种后及时浇水, 定苗后施纯 N 180kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 225kg/hm<sup>2</sup>, K<sub>2</sub>O 25kg/hm<sup>2</sup>, 大喇叭口期追施纯 N 270kg/hm<sup>2</sup>, 其余田间管理按照高产田标准进行。

### 1.3 测定项目及方法

1.3.1 叶面积指数和叶夹角 每小区选取生长发育一致的植株 5 株挂牌标记, 于拔节期、大喇叭口期和吐丝期分别测量第 1—6、7—12 和 13—20 片叶的叶长和叶宽, 计算单株叶面积和叶面积指数。抽雄吐丝期用量角器测量穗位以上的茎叶夹角。

1.3.2 透光率和光合速率 于吐丝期用 LAI—2000 型冠层分析仪测定穗位和冠层底部的透光率。选取受光条件一致的穗位叶, 采用 CIRAS—I 型便携式光合测定系统测定净光合速率。

1.3.3 收获计产 玉米成熟后, 每小区自中间 2 行第 5 株起连续各收获 10 穗, 风干至恒定质量后脱粒

称籽粒质量。

### 1.4 数据统计分析

采用 Excel 软件中的描述统计和单因素方差分析对试验数据进行统计分析和差异显著性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同玉米杂交种叶面积指数变化

不同玉米杂交种的叶面积指数随着生育时间的增加而增加, 吐丝期达到最高, 此后又逐渐下降(表 1)。拔节期 XD20 的叶面积指数显著高于 ZD958 ( $P < 0.05$ ), 而随着生育进程的推进, ZD958 和 DH3719 的叶面积指数增长速率增大, 到大喇叭口期 DH3719 的叶面积指数显著高于 XD20 和 XD22 ( $P < 0.05$ )。至吐丝期, 各参试品种的叶面积指数均达到最高, 其变化在 5.52 ~ 6.30。其中, DH3719 和 ZD958 的叶面积指数显著高于 XD20 和 XD22 ( $P < 0.05$ ), 而且这 2 个品种的叶片衰老也较慢, 在生育后期仍保持较高的叶面积指数。

表 1 不同玉米杂交种叶面积指数(平均值±标准误)

生育期	ZD958	XD20	XD22	DH3719
拔节期	0.35±0.01b	0.39±0.02a	0.37±0.03ab	0.37±0.03ab
大喇叭口期	2.90±0.15ab	2.73±0.16b	2.68±0.17b	3.02±0.17a
吐丝期	6.30±0.51a	5.61±0.46b	5.52±0.40b	6.18±0.51a
吐丝后 20d	5.93±0.50a	5.47±0.45b	5.20±0.39c	5.78±0.50ab
吐丝后 40d	4.71±0.42a	4.30±0.37b	4.05±0.32b	4.68±0.35a

注: 同行不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )

### 2.2 不同玉米杂交种茎叶夹角变化

茎叶夹角越小、株形越紧凑。适宜的茎叶夹角有利于光合有效辐射在群体内的合理分布, 构建高效的群体。图 1 显示, 各参试品种的茎叶夹角存在差异, 大小依次为 ZD958 > DH3719 > XD20 > XD22, 但各品种间差异不显著。

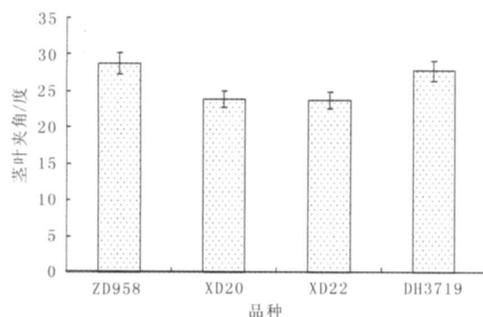


图 1 不同玉米杂交种茎叶夹角

### 2.3 不同玉米杂交种光能截获和利用效率变化

受体叶面积指数和茎叶夹角的影响, 不同玉米杂交种不同冠层的透光率也不同。图 2 显示, 穗位的透光率依次为 DH3719 > XD22 > XD20 > ZD958, 其中, DH3719 的透光率显著高于 ZD958 和 XD20 ( $P < 0.05$ )。而冠层底部的透光率依次为 XD22 > XD20 > DH3719 > ZD958, 其中 XD22 的透

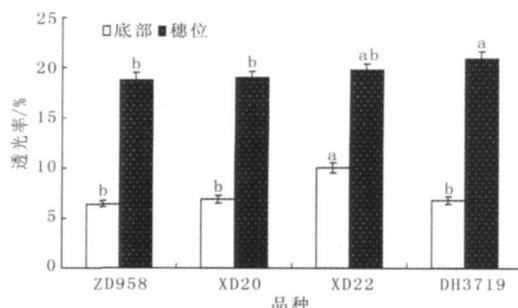


图 2 不同玉米杂交种吐丝期冠层透光率

光率显著高于其他 3 个品种 ( $P < 0.05$ )。不同杂交种在吐丝期单叶瞬时净光合速率表现出显著差异。图 3 显示, XD20 的净光合速率显著高于 ZD958 和 DH3719 ( $P < 0.05$ )。

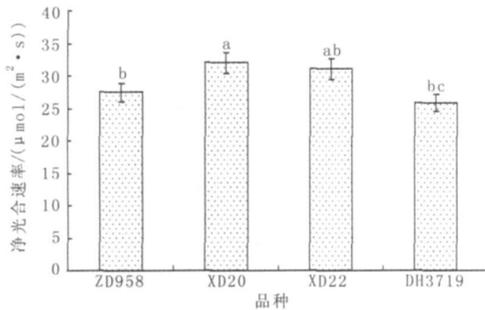


图 3 不同玉米杂交种吐丝期净光合速率

#### 2.4 不同玉米杂交种产量表现

所选用的玉米杂交种在高产田栽培中产量均高于 12000 kg/hm<sup>2</sup>, 不同杂交种间产量表现存在差异。其中 DH3719 和 XD20 的产量显著高于 ZD958 ( $P < 0.05$ )。

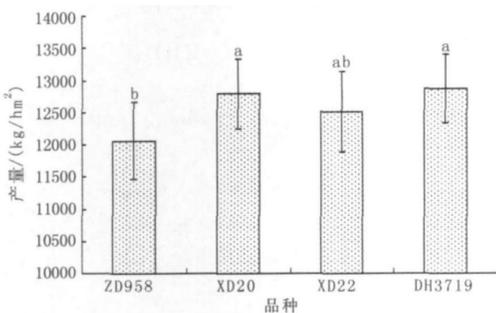


图 4 不同玉米杂交种产量表现

### 3 讨论

玉米单产的提高很大程度上依赖于种植密度的提高, 伴随着密度的提高, 冠层中下部叶片受光状况劣化而导致叶片早衰, 不利于产量的形成。徐庆章等<sup>[6]</sup>通过人工改型研究发现, 改为紧凑型后的玉米最高群体光合速率和最适宜密度高于平展型。随着种植密度的增加, 紧凑型品种植株下位叶片的衰老

速率相对减慢, 下部叶片光合产物的就近分配增加了根系活力, 并同步改善植株地上、地下部器官的功能和延长光合作用持续时间, 为玉米丰产奠定了物质基础<sup>[7-9]</sup>。

本试验结果表明, 各参试品种的茎叶夹角大小依次为 ZD958 > DH3719 > XD20 > XD22, 穗位处的光截获率依次为 ZD958 > XD20 > XD22 > DH3719, 茎叶夹角大小差异与光截获率差异不一致提示冠层内部光照的分布不仅仅依赖于茎叶夹角的大小, 还可能与叶片叶间距大小、叶片的长宽比例有关。具有最高透光率的 DH3719 的叶间距较其他 3 个杂交种的大。透光率相对较高、整个冠层光能截获率高、生育后期叶面积指数仍保持较高水平的 DH3719 产量最高, 其次为净光合速率高、冠层整体光能截获率高的 XD20, 提示这些特性可能与高产的形成相关。综合 4 个高产杂交种的共同特点, 高产玉米杂交种具有较高的叶面积指数、较小的茎叶夹角、较高的净光合效率和透光良好及整个冠层的光截获率高的特点。

#### 参考文献:

- [1] 李明, 刘钢, 王刚, 等. 玉米品种源库特性及与产量的关系[J]. 东北农业大学学报, 2007, 38(3): 313-319.
- [2] 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.
- [3] 李刚. 不同产量水平玉米源库关系的研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2007.
- [4] Donald C M. The breeding of crop ideotypes[J]. Euphytica, 1968, 17(3): 385-403.
- [5] 赵久然, 孙世贤. 对超级玉米育种目标及技术路线的再思考[J]. 玉米科学, 2007, 15(01): 21-23, 28.
- [6] 徐庆章, 王庆成, 牛玉贞, 等. 玉米株型与群体光合作用的关系研究[J]. 作物学报, 1995, 21(4): 492-496.
- [7] 曹娜, 于海秋, 王绍斌, 等. 高产玉米群体的冠层结构及光合特性分析[J]. 玉米科学, 2006, 14(5): 94-97.
- [8] 刘元芝, 薛桂新. 玉米不同群体对产量及其构成因素的影响[J]. 延边大学农学学报, 1994, 16(4): 211-217.
- [9] 郭江, 郭新宇, 郭程瑾, 等. 密度对不同株型玉米群体结构的调控效应[J]. 华北农学报, 2008, 23(1): 149-153.