

玉米棒 3 叶光合性状的相关性研究

崔俊明¹ 张进忠² 卢道文¹ 王海龙³ 张富全³

(1 河南省安阳市农业科学研究所, 安阳 455000; 2 安阳农业学校; 3 河南省林州市农业局)

摘 要 1993~1994 年研究了田间生长条件下 5 个玉米杂交种棒 3 叶的光合强度(Pa)、比叶重(SLW)、叶氮量(NLA)、叶肉厚度(LT)、气孔密度(SF)、维管束密度(VBF)等光合性状。结果表明:(1)各杂交种棒 3 叶的 Pa 高峰均出现在吐丝期,不同杂交种从吐丝期到成熟期的 Pa 动态变化不同,SLW、NLA 的动态变化趋势相似。(2)不同玉米杂交种的 Pa、SLW、NLA、LT、SF、VBF 表现差异显著。(3)玉米吐丝期棒 3 叶的 SLW、NLA、LT、SF、VBF 与 Pa 均呈显著正相关,对棒 3 叶 Pa 的贡献是:NLA>SLW>LT>SF>VBF。(4)Pa、SLW、NLA、MF 属于数量性状遗传, SF、VBF 属于质量性状遗传。

关键词 玉米 棒 3 叶 光合性状 相关性

不同玉米杂交种间光合效应差异显著,这对选育高光效玉米杂交种具有重大意义。而不同叶位的叶片光合效应也不同,一般中位叶(着生在果穗附近的叶片)的 Pa 最高,对 CO₂ 的利用可达 60mg/(dm²·h)。苏祯禄,任和平^[1]研究指出,玉米叶片的有效光合层是穗位叶和结实雌穗上下节的叶片,这 3 片叶对玉米干物质的积累非常重要。Khan 和 Tsunoda^[6,6]研究指出作物品种光效差异与 SLW、NLA、SF、叶绿体大小,对 CO₂ 扩散阻力,二磷酸核酮糖(RUDP)羧化酶等有关。但是对玉米棒 3 叶的光合性状和它们之间的相互关系的研究国内还未见有报道。1993~1994 年笔者对 5 个玉米杂交种棒 3 叶的光合性状、光合机理及其相关性进行了研究,旨在为今后的玉米育种和栽培生理研究提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验设计

试验在安阳农业学校试验地进行,供试玉米杂交种为豫玉 5 号、掖单 4 号、林赵 1 号、豫玉 14 号、掖单 12 号。采用顺序排列,2 次重复,小区面积 66.7m²,宽窄行种植,宽行 0.83m,窄行 0.50m,株距 0.27m,重复间留走道宽 1m。从出苗到抽雄用红漆标记展开叶片数,每个杂交种每个重复标记 120 株,抽雄期挂牌标记其中的 100 株作为测定对象。吐丝期测定每个杂交种棒

3 叶的 P_a 、SLW、NLA、LT、SF、VBF(每个重复测定 5 株),以后每隔 5~7d 测定 1 次棒 3 叶的 P_a 、SLW、NLA,最后一次测定为吐丝后 40d。测定时间均为上午 9:00~11:00。

1.2 测定项目与方法

采用改良半叶法测定 P_a ^[2],按下式计算:

$$P_a = \frac{W_1 - W_2}{\frac{m}{100} \times N} \times 1.5 \quad [\text{mg}/(\text{dm}^2 \cdot \text{h})]$$

W_1 : 后半叶 20 个切片总干重(mg); W_2 : 前半叶 20 个切片总干重(mg); m : 模片面积(cm^2); N : 测定时间(h)。

SLW 的测定: 按 $\text{SLW} = \text{棒 3 叶干重} / \text{棒 3 叶面积}$ 计算。

NLA 的测定: 按 $\text{NLA} = \text{总氮}\% \times \text{SLW}$ 计算。

LT、SF、VBF 测定: 从田间取样叶,带回室内作横切片,用 FAA 液固定在载玻片上,于 50 倍显微镜下绘测。

2 结果与分析

2.1 灌浆期棒 3 叶光合性状的动态变化

研究表明,5 个玉米杂交种从吐丝到成熟,棒 3 叶的 P_a 、SLW、NLA 动态变化不同(见图 1、图 2、图 3)。各杂交种棒 3 叶的 P_a 高峰均出现在吐丝期,以后逐渐下降,不同杂交种 P_a 的下降速度也不同,其大小顺序为豫玉 5 号 > 掖单 4 号 > 豫玉 14 号 > 林赵 1 号 > 掖单 12 号。SLW、NLA 的高峰出现在吐丝后第 7~13d。但它随叶片发育的变化不如 P_a 剧烈,下降速度相对较慢,尤其是 SLW 到叶片衰老时才显著下降,这可能与这时期叶片功能虽已削弱,但功能细胞的结构尚未破坏有关。不同杂交种从吐丝到成熟棒 3 叶的 SLW、NLA 动态变化虽有区别,但总趋势基本相似。

2.2 不同生育时期棒 3 叶各光合性状间的相关性

由表 1 可知,SLW、NLA、LT、SF、VBF 均与 P_a 呈极显著正相关。SLW、NLA、LT 彼此之间也呈显著或极显著正相关,但其分别与 SF、VBF 相关性不显著。从本研究的 5 个杂交种来看,NLA 和 P_a 高的杂交种,SLW 和 LT 也高。这可能与叶肉内可溶性蛋白中光合固碳的羧化酶(RU DP)等有关。表 2 进一步说明玉米杂交种灌浆期棒 3 叶的 P_a 、SLW、NLA 间的高度正相关性,因此,可以认为 P_a 、SLW、NLA 均是构成玉米光合作用最重要的因素。

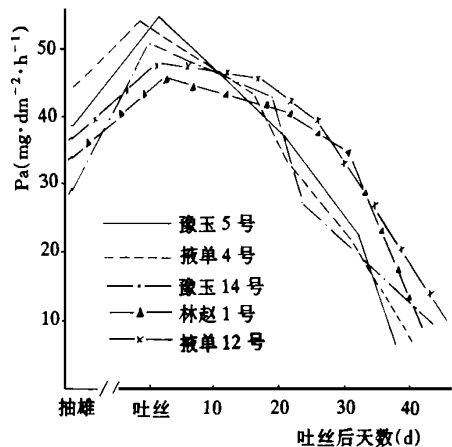


图 1 不同玉米杂交种灌浆期棒 3 叶 P_a 动态变化

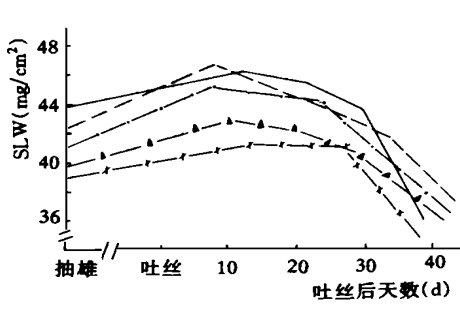
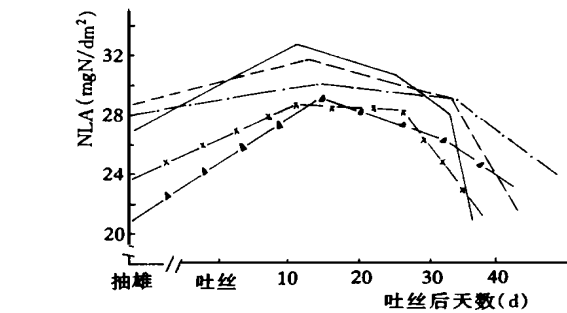


图 2 不同玉米杂交种灌浆期棒 3 叶 NLA 动态变化

图 3 不同玉米杂交种灌浆期棒 3 叶 SLW 动态变化

表 1 吐丝期玉米棒 3 叶光合性状的相关性

光合性状	SLW	NLA	LT	SF	VBF
Pa	0.9467* *	0.9946* *	0.9503* *	0.9085* *	0.9333* *
SLW		0.9623* *	0.6956*	0.3102	0.4513
NLA			0.9871* *	0.2917	0.3025
MT				0.4123	0.1754
SF					0.3100

注: $r_{0.05}=0.5243$ $r_{0.01}=0.7084$

表 2 灌浆期玉米棒 3 叶光合性状的相关性												
光合性状	吐丝后 10d			吐丝后 20d			吐丝后 30d			吐丝后 40d		
	Pa	SLW	NLA	Pa	SLW	NLA	Pa	SLW	NLA	Pa	SLW	NLA
Pa												
SLW	0.9941* *			0.9713* *			0.7745* *			0.9841* *		
NLA	0.9042* *	0.9711* *		0.9874* *	0.8813* *		0.8679* *	0.6833*		0.9455* *	0.9601* *	

注: $r_{0.05}=0.5243$ $r_{0.05}=0.7084$

2.3 灌浆期棒 3 叶光合性状衰减动态分析

玉米进入吐丝期以后,棒 3 叶日趋衰老。Pa、SLW、NLA 均逐渐下降,其中 Pa 下降最为剧烈,其次是 NLA,SLW 下降相对缓慢。其平均衰减率依次为 38.45%, 21.67%, 5.35% (表 3)。

表 3 玉米杂交种棒 3 叶光合性状衰减动态

生育时期	Pa	SLW	NLA
	(mg/dm ² ·h)	(mg/cm ²)	(mg/dm ²)
吐丝后 10d	20.46	4.03	21.72
吐丝后 20d	18.87	5.18	23.43
吐丝后 30d	10.16	7.28	9.84
吐丝后 40d	6.94	16.45	13.17
平均衰减率(%)	38.45	5.35	21.67

表 4 说明了不同玉米杂交种灌浆期棒 3 叶光合性状的衰减程度。灌浆期 Pa、SLW、NLA 都高的杂交种,光合衰减率较低,基本不早衰,如豫玉 5 号、掖单 4 号、豫玉 14 号。灌浆期 SLW、NLA 都低的杂交种,其光合衰减率高,早衰严重,如掖单 12 号。因此,玉米棒 3 叶的 SLW、NLA 可以作为衡量玉米杂交种早衰与否的生理指标。

表 4 5 个玉米杂交种棒 3 叶 Pa、SLW、NLA 及光合衰减率

杂交种	Pa (mg/dm ² ·h)	SLW (mg/cm ²)	NLA (mg/dm ²)	光合衰 减 率 (%)	早衰 程度
豫玉 5 号	16.75	26.43	37.03	20.15	轻
掖单 4 号	18.53	27.16	41.75	21.47	轻
豫玉 14 号	15.97	32.58	43.16	23.55	轻
林赵 1 号	10.74	18.79	19.45	47.96	较严重
掖单 12 号	7.08	14.14	12.83	67.63	严重

2.4 玉米棒 3 叶光合性状的通径分析

对玉米棒 3 叶光合性状的通径分析(图 4),从遗传方面阐明了玉米棒 3 叶光合作用的成因。SLW、NLA、LT、SF、VBF 和 Pa 的直接通径系数均达到极显著水平,其作用大小依次为 NLA>SLW>LT>SF>VBF。而 SLW 与 NLA、SLW 与 LT 的间接通径系数也分别达到极显著水平,表明 SLW、NLA、LT 彼此之间存在着互作效应。它们以合力方式共同作用于 Pa;而 MT、SF、VBF 彼此之间相互独立,各自单独作用于 Pa。从遗传育种的角度来看,SLW、NLA、LT 交互作用显著,对环境反应敏感,遗传上应属微效多基因控制的性状。因此,在实际育种工作中可按照作物数量性状遗传理论进行筛选。SF、VBF 性状间相互独立,对环境反应迟钝,遗传上应属单基因控制的质量性状,能相对稳定地遗传给后代,作为高光效育种目标性状可直接选择。

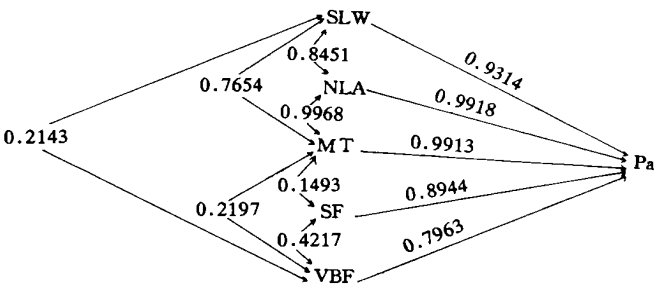


图 4 玉米棒 3 叶光合性状相互关系的通径图

3 讨论

3.1 棒 3 叶光合性状的动态变化

本研究结果表明,玉米棒 3 叶的 Pa 高峰都出现在吐丝期,SLW、NLA 高峰出现在吐丝后 7~13d。据此推论,在玉米棒 3 叶出现前 7~10d 增施氮肥,是确保玉米吐丝期高光合效率的重要措施。

3.2 棒 3 叶光合性状的相关性

棒 3 叶是玉米光合作用最重要的功能叶片。本试验对棒 3 叶光合性状的光合生理特性及相互关系的研究表明,SLW、NLA、LT、SF、VBF 都是直接影响棒 3 叶光合作用的重要因素。SLW、NLA、LT 交互作用显著,SF、VBF 是单独效应,对棒 3 叶光合作用的贡献为 NLA>SLW>MT>SF>VBF。

3.3 棒 3 叶光合性状的遗传方式

本研究表明,玉米棒 3 叶的 SLW、NLA、LT 属于数量性状遗传方式,极易受环境条件的影响,因此,在选择时应从配合力和遗传力方面进行统计分析,然后决定取舍。SF、VBF 是质量

性状的遗传方式。在育种工作中可直接筛选。

参 考 文 献

- 1 苏祯禄,任和平,李潮海等. 河南玉米. 北京: 中国农业科技出版社, 1994: 152 ~ 194
- 2 吴绍,石敬之,任和平. 玉米栽培生理. 上海: 上海科技出版社, 1980: 313 ~ 352
- 3 马育华. 试验统计. 北京: 农业出版社, 1982: 466 ~ 562
- 4 王来翁,李竞雄,吴绍,等. 玉米遗传育种学. 北京: 科学出版社, 1979: 322 ~ 328
- 5 Khan MA, Tsunoda S. Comparative leaf anatomy of cultivated maize and wild relatives with reference to their leaf photosynthetic rate. Japan J Breed, 1986, 21(3): 143 ~ 149
- 6 Khan MA, Tsunoda S. Leaf photosynthesis and transpiration under different leaves of air flow rate and light intensity in cultivated corn species and its wild relatives. Japan J Breed, 1988, 33(5): 305 ~ 314

Studies on the Correlation of Photosynthetic Characters of Three Ear-Leaves in Corn

Cui Junming¹ Zhang Jinzhong² Lu Daowen¹ Wang Hailong³ Zhang Fuquan³

(1 Anyang Institute of Agricultural Sciences, Anyang 455000;

2 Anyang Agricultural School, Anyang; 3 Agricultural Bureau of Linzhou City)

Abstract Apparent photosynthetic rate(PR), specific leaf weight (SLW), nitrogen contents of leaf(NCL), leaf thickness(LT), stomatal density (SD) and vascular bundle density(VBD) were determined for three ear-leaves of corns that grew in a field in 1993– 1994. The results showed: (1) dynamic change of different hybrids varied from silking stage to maturity, the tendency of SLW and NCL was similar; (2) the difference of PR, SLW, NCL, LT, SD and VBD was significant for different hybrids; (3) SLW, NCL, LT, SD and VBD of three ear-leaves were positively correlated with PR at silking stage, the contribution of which to three ear-leaves was NCL> SLW> LT> SD> VBD; (4) PR, SLW, NCL and LT belonged to quantitative heredity, SD and VBD belonged to qualitative genetics.

Key words: Corn; Three ear-leaves; Photosynthetic character; Correlation