

玉米自交系株型及其光合特性的研究^①

李少昆^② 赵明 郭小强 尚有军 王树安 王美云

(中国农业大学作物学院)

摘要 对50个玉米自交系叶向值与单叶光合速率(P_{max})及单株叶面积(S)关系的研究表明:①玉米株型与单叶光合速率之间没有显著的相关关系。50个自交系按 $BLOV$ (穗上叶叶向值)和 P_{max} 两性状可明显地分为12类。我国现常用玉米自交系以株型较松散而光合速率较高的类型为主(占32.0%),缺乏株型紧凑、光合速率低和株型松散、光合速率高或低的类型;②玉米株型与单株叶面积呈显著的负相关关系,即我国目前常用紧凑型玉米自交系单株叶面积往往偏小。以上结果表明为了取得玉米株型与光合生态、生理育种进展,需要进行遗传重组。

关键词 玉米;株型;光合速率;叶面积;相关关系

分类号 S513

Relationships of Plant-type and Photosynthetic Characteristics in Different Inbred Lines of Maize

Li Shaokun Zhao Ming Guo Xiaoqiang Shang Youjun Wang Shu'an Wang Meiyun
(College of Crop Sciences)

Abstract Fifty inbred lines of maize were tested to study relationships between leaf orientative value (LOV) and plant leaves area and leaf photosynthetic rate (P_{max}). The results showed that. ①There was no significant correlation between $BLOV$ (LOV of above ear leaf) and P_{max} . Fifty inbred lines could be classified into 12 groups according to P_{max} and $BLOV$. The inbred lines with horizontally spreading type and high P_{max} were used frequently in corn breeding, but those inbred lines which are characteristic of both compact type and low P_{max} , or though horizontally leaf-spreading type but with high P_{max} are in badly shortage. ②There was a significant negative correlation between LOV (or $BLOV$) and leaf area. The inbred lines of compact type at present usually have smaller leaf area. It was thus suggested that genetic recombination will be required in order to bring progress in maize breeding for ideal photosynthesis and ideotype.

Key words *Zea mays* L.; plant-type; photosynthetic rate; leaf area; correlation

玉米株型与光合速率之间的关系多年来一直是学术界争议的热点问题。不少研究者采用人工改变株型的方法^[1,2]、不同株型玉米产量在不同太阳辐射量年份^[3]和不同密度条件^[4,5]下的反应等方法研究表明,紧凑型玉米由于可有效地增加单位土地面积上的群体叶面积指数而

收稿日期:1998-01-12

①本课题获国家“八五”攀登计划 9219 项目支持

②李少昆,中国农业科学院作物所 北京,100081

增产。用紧凑和平展 2 种类型玉米和徐庆章等(1995)用人工改型的方法在不同密度条件下测定群体光合速率的结果也支持这一观点^[4,5]。苏书文等(1990)曾用叶片直立程度不同的等基因系研究了株型和产量的关系^[6,7],但以上研究因测定样品为少量的杂交种,很难排除基因背景不同造成的差异。本试验则采用大样本量统计的方法研究玉米自交系株型与单株叶面积及单叶光合速率等与产量直接相关光合生理特性之间的关系,以有助于了解我国目前常用玉米自交系在株型、光合特性及相互关系等方面的特点,为玉米光合生态、生理育种和紧凑型玉米的栽培提供理论依据。

1 材料和方法

试验于 1994~1995 年在北京农业大学科学园进行。试验材料随机排列,2 行区,行长 6 m,行距 0.67 m,株距 30 cm,种植密度 50 000 株·hm⁻²,春播。抽取我国目前常用玉米自交系 50 个(表 1)为研究总体样本。于玉米生育期间单叶与群体光合速率最高的抽雄吐丝期测定穗上第一叶光合速率(P_{\max})值;于单株叶面积最大且株型稳定的吐丝—灌浆期测定各叶位叶面积与叶向值,并计算单株总叶面积(S)和穗上叶片平均叶向值($BLOV$)及全株平均叶向值(LOV)。其中光合速率是按各自交系的生育进程分批用 BAU 光合测定系统进行测定,每次测定时间为晴天 10:30~14:00,测定时选 5 株具有代表性的植株。叶向值是用 Pepper 提出的方法^[12]计算。

$$LOV = \sum_{i=1}^n (90 - \theta_i) (L_i / L)_i / n$$

式中 θ_i 为第 i 叶片与茎秆垂直方向的夹角(度), L_i 为叶片伸展最高点叶环的长度(cm), L 为叶片的总长(cm), n 为所测叶片的数目。其中 LOV 中有关参数是通过作物株型信息多媒体图像处理技术获取^[7]。聚类分析采用对原始数据进行标准化后,经欧化距离法计算样本间距离,用类平均法聚类^[8]。

2 结果与分析

2.1 不同基因型玉米株型与单株叶面积和单叶光合速率的关系

对 50 个玉米自交系叶向值、单株叶面积(S)和单叶光合速率(P_{\max})的测定结果(表 1)表明,所用样本间 $BLOV$, LOV , P_{\max} 和 S 均存在较大差异,其中 $BLOV$ 变幅为 75.1 (11~43)~5.6(中系 096); LOV 变幅为 71.9(11~43)~17.2(辽峰 C₁); P_{\max} 变幅为 58.26 mg·dm⁻²·h⁻¹ (11~43)~21.90 mg·dm⁻²·h⁻¹ (北 711); S 变幅为 7 926.0 cm²(陕综 6 号)~1 076.8 cm² (北 711)。方差分析的结果表明各基因型间在上述 4 个性状方面均存在极显著差异,说明供试材料具有广泛的代表性。

对单株叶面积(S)与叶向值相关分析的结果表明, $BLOV$ 与 S 相关系数为 $r = -0.249$ ($n = 50, P < 0.1$); LOV 与 S 相关关系为 $r = -0.406$ ($n = 48, P < 0.01$),其回归关系为 $S = 6 557.910 - 42.287 LOV$ 。由此可见,我国目前常用玉米自交系株型平展的材料往往单株叶面积较大,而紧凑株型的叶面积一般较小。

表 1 不同基因型玉米的叶向值(穗上 $BLOV$, 全株 LOV)、
单株叶面积(S/cm^2)和光合速率($P_{max}, mg \cdot dm^{-2} \cdot h^{-1}$)

序号	自交系	$BLOV$	LOV	P_{max}	S	序号	自交系	$BLOV$	LOV	P_{max}	S
1	11-43	75.1	71.9	58.26	4 520.8	27	吉 8503	32.0	28.7	50.70	5 921.9
2	3189	61.4	49.2	53.28	2 812.2	28	CA207	15.5	18.6	46.70	7 050.9
3	502	62.2	54.4	53.25	5 456.9	29	CA181	16.6	19.0	46.53	7 179.3
4	吉群 2 号	64.9	51.4	51.04	6 830.7	30	CA186	17.7	17.9	48.97	6 322.3
5	7922	67.6	58.6	31.93	2 971.9	31	辽峰 C ₁	22.0	17.2	47.62	7 750.4
6	832	60.7	49.6	34.50	3 581.9	32	多 26	36.3	35.8	53.10	5 626.6
7	8001	64.9	56.0	43.90	4 905.6	33	京 C175	42.7	35.8	51.55	5 284.7
8	218	64.7	52.3	40.83	3 681.9	34	鲁原 92	45.1	32.2	44.42	5 744.4
9	32	60.2	46.0	42.02	3 225.2	35	CN962	41.1	30.4	47.88	3 910.2
10	综 3	58.4	41.2	43.97	4 344.8	36	434	40.8	33.4	47.36	4 054.2
11	黄 C	56.6	43.0	50.08	4 504.1	37	陕综 6 号	35.7	30.6	46.08	7 926.0
12	多 18-15	51.2	33.9	57.93	6 131.2	38	中黄 64	21.1	18.6	42.50	4 369.2
13	金黄 98	48.2	44.7	55.60	4 436.3	39	豫综 5 号 SC ₁	21.5	26.4	43.10	4 923.2
14	武 312	40.0	34.2	54.08	4 001.7	40	CA192	23.9	23.4	42.93	6 851.9
15	478	57.4	51.0	53.34	4 607.2	41	CA150	26.7	27.3	43.77	6 564.2
16	多 25	56.9	51.1	51.58	4 073.4	42	多 15-7	25.7	18.8	45.12	4 543.9
17	冀 35	55.2	42.1	51.98	5 518.8	43	WLS 群体	31.3	20.5	43.77	5 264.4
18	53 系	49.9	38.5	39.52	5 755.3	44	CA170	27.5	25.5	39.13	6 718.1
19	5213	41.6	37.9	30.15	3 336.4	45	Mo17	27.5	25.9	26.80	2 649.5
20	PoolTR ⁺ -1	44.3	47.0	22.37	5 612.0	46	承 18	28.6	31.3	24.75	2 163.6
21	中系 042	23.8	23.1	55.60	5 057.2	47	北 711	21.7	—	21.90	1 076.8
22	5005	37.5	27.7	56.90	4 536.7	48	中系 096	5.6	—	31.17	4 015.2
23	自 330	26.3	21.1	50.35	6 204.1	49	178	55.9	42.1	44.19	5 195.0
24	Q3012	27.2	21.1	49.26	4 783.4	50	黄早四	54.1	45.2	54.50	4 120.4
25	165	28.2	24.1	52.27	4 813.9		平均	39.9	35.4	45.20	4 959.1
26	WBM 群体	30.5	25.0	53.62	7 023.5						

对 P_{max} 与叶向值相关分析的结果表明,不同基因型间 P_{max} 与 $BLOV$, LOV 的相关程度均较低,相关系数依次为 0.209($n=50$)和 0.019($n=48$),均达不到显著程度。说明玉米株型与单叶光合速率之间没有明显的关系,在紧凑与松散株型的基因型中均可能存在高光合速率的类型材料。

2.2 不同基因型玉米株型和单叶光合速率 2 性状的聚类分析

聚类分析的结果(表 2)表明,50 个自交系按 $BLOV$ 和 P_{max} 2 个性状可明显地分成 12 组。其中组 1~3 分别为紧凑光合速率高、较高和中等类型;组 4~7 分别为较紧凑光合速率高、较高、中等和低 4 种类型;组 8~11 分别为较松散光合速率高、中等和低 3 种类型;组 12 为松散中等光合速率类型;在抽取的 50 个自交系中以较松散株型光合速率较高类型的自交系为主,占 32.0%;其次为株型较松散、光合速率中等的类型(占 14.0%)和株型紧凑、光合速率中等的自交系(占 12.0%);没有形成株型紧凑与光合速率低和松散高与低光合速率的类型,另外松散株型的样品也较少。说明从光合生态、生理育种角度来看对我国目前常用玉米自交系进行基

因重组是必要的。以最优 LOV 为 64.63 的标准^[5]来看,在本研究中 11~43(LOV 为 71.9)、7922(LOV 为 58.6)和 8001(LOV 为 56.0)较为接近。此外,自交系 11~43 光合速率(P_{max})在供试材料中为最高,因此该自交系可做为特殊种质材料加以利用。

表 2 50 个玉米自交系光合速率(P_{max})和叶向值($BLOV$)2 性状的聚类

组别	类型	自交系序号	样本数	P_{max}		$BLOV$	
				\bar{X}	变幅	\bar{X}	变幅
1	紧凑高光合速率型	1	1	58.26		75.1	
2	紧凑较高光合速率型	2,3,4,11	4	51.94	50.08~53.28	61.3	56.6~64.9
3	紧凑中等光合速率型	5,6,7,8,9,10	6	39.52	31.93~43.97	62.8	58.4~67.6
4	较紧凑高光合速率型	12,13,14,50	4	55.53	54.08~57.93	48.4	40.0~54.1
5	较紧凑较高光合速率型	15,16,17	3	52.37	51.98~53.54	56.5	55.2~57.4
6	较紧凑中等光合速率型	18,49	2	41.86	39.52~44.19	52.9	49.9~55.9
7	较紧凑低光合速率型	19,20	2	26.26	22.37~30.15	43.0	41.6~44.3
8	较松散较高光合速率型	21	1	35.60		23.8	
9	较松散较高光合速率型	22,23,24,25,26,27, 28,29,30,31,32, 33,34,35,36,37	16	49.09	44.42~53.62	30.5	15.5~45.1
10	较松散中等光合速率型	38,39,40,41 42,43,44	7	42.90	39.13~45.12	25.4	21.1~31.3
11	较松散低光合速率型	45,46,47	3	24.48	21.90~26.80	25.9	21.7~28.6
12	松散中等光合速率型	48	1	31.17		5.6	

将表 2 分类的结果按紧凑(组 1~3)、较紧凑(组 4~7)和平展(组 8~12)重新归组统计的结果(表 3)表明,3 类株型间 $BLOV$ 相差 1 倍以上,但单叶光合速率(P_{max})的平均值相差甚小,即也说明株型与单叶光合速率无明显相关关系。

表 3 不同株型玉米自交系单叶光合速率(P_{max})统计结果

株型	样本数	$BLOV$		P_{max}	
		\bar{X}	变幅	\bar{X}	变幅
紧凑	11	63.3	56.6~75.1	45.21	31.93~58.26
较紧凑	11	49.4	40.0~57.4	46.31	22.37~57.93
平展	28	27.9	5.6~45.11	44.78	21.90~56.90

3 讨论

前人的研究已表明玉米紧凑株型可以有效地增加密度,提高叶面积系数,进而可以提高作

物产量。但是紧凑株型是否同时具有较高的单叶光合速率是值得认真探索的问题。通过本文供试 50 个自交系,3 种类型的株型的最大光合速率的测定结果表明,株型与光合速率不存在着明显的相互关系。株型和光合速率是 2 个互不相关的形态和生理特征,供试自交系的最大光合速率(P_{max})和叶向值($BLOV$)进行分组可表现出 12 种组合形式。同时也可以看出,在玉米光合生态生理育种中,兼顾株型与光合速率 2 性状,选出株型较优、光合生产力高的类型是完全可能的。

50 个自交系的株型叶向值与叶面积的相关分析表明,2 者之间表现出显著负相关关系,说明我国目前常用的紧凑型玉米自交系以单株叶面积较小的居多。是否叶面积适当偏小的紧凑型自交系是一种配制紧凑型杂种的理想型亲本有待进一步研究。综上所述我们认为,自交系的选用除了重点考虑农艺性状为主的配合力之外,紧凑矮小型高光合速率的性状在自交系选育中应引起重视。

参 考 文 献

- 1 李登海,张永慧,翟廷举等. 玉米株型在高产育种中的作用: 1. 株型的增产效果. 山东农业科学,1993,(3):7,8
- 2 鲍巨松,杨成书,胡小平. 紧凑型玉米高产原因与栽培技术. 陕西农业科学,1992,(1):1,2
- 3 张树权. 发挥紧凑型玉米高产潜力的高产栽培技术研究. 黑龙江农业科学,1993,(3):16~19
- 4 胡昌浩,董树亭,岳寿松等. 高产夏玉米群体光合速率与产量关系的研究. 作物学报,1993,(1):63~69
- 5 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. 作物学报,1995,21(4):492~496
- 6 苏书文,高合明,郭新林. 不同叶夹角玉米杂交种产量潜能的研究. 作物学报,1990,16(4):364~371
- 7 李少昆. 不同基因型玉米源特性的研究. [博士论文]. 中国农业大学,1996,15~27
- 8 裴鑫德. 多元统计分析及其应用. 北京:北京农业大学出版社,1991,89~99
- 9 Joli Arihara. 庞振潮译. 天气条件对直立叶玉米产量的影响. 国外农学-农业气象,1983,(3):32~33
- 10 Austin R B. Genetic variation in photosynthesis (Review). J Agric Sci, 1989,112:287~294
- 11 Pendleton J W, Smith G E, Winter S R, et al. Field investigations of the relationship of leaf angle in corn (*Zea mays* L.) to grain yield and apparent photosynthesis. Agrin J, 1968,60:422~424
- 12 Pepper G Z. Leaf orientation and yield of maize. Crop Sci, 1977,17:883~886