

不同玉米自交系光合特性的研究

郭小强 赵 明 李少昆

(中国农业大学, 北京 100094)

Studies on Photosynthetic Properties of Different Maize Inbred Lines

Guo Xiaoqiang Zhao Ming Li Shaokun

(China Agricultural University, Beijing 10094)

Abstract: Studies on the single leaf's photosynthetic rate (Pn) in 20 inbred maize varieties indicated: (1) The disparities of the single leaf's Pn were significant among these inbred maize. (2) The changing patterns of Pn, which were highest within silking period, reflected single-peak during the development phrase of inbred maize. The disparities of Pn among inbred maize, as mentioned above, were gradually strengthened along with the growing of maize. (3) In Beijing and Hainan, which are strikingly different ecological regions, the value of Pn among 20 inbred maize varieties became less stable. (4) Results based on the cluster analysis, considering the two major photosynthetic parameters, i.e. NAR and leaf area, suggested that the 20 inbred maize varieties should be assorted into a few types.

Key words: Maize; Inbred line; Photosynthetic rate; Cluster analysis

摘要 通过对 20 个玉米自交系单叶光合速率的研究表明: (1) 玉米自交系间单叶光合速率存在极显著的差异。 (2) 玉米自交系的光合速率随生育时期的推延而呈单峰曲线变化, 以抽雄吐丝期为最大。自交系间的差异则随着生育时期的推延而逐渐增大。 (3) 在生态条件差异较大的海南和北京, 不同自交系光合速率值高低的稳定性变差。 (4) 聚类分析的结果表明, 自交系在光合性能两个主要性状—净光合速率和叶面积方面表现出多种类型。

关键词 玉米 自交系 光合速率 聚类分析

自 60 年代以来, 高光效育种一直为世界各国农业科技工作者所重视, 关于水稻、大豆等作物品种间光合速率特性的研究已有大量报道^[2,4]。在玉米上, Duncan 等曾用 22 个玉米杂交种证明了玉米杂交种间存在单叶净光合速率的差异^[3], 但目前关于玉米自交系间净光合差异的研究报道甚少。本研究则以基因型相对稳定的玉米自交系为试材, 对目前常用的 20 个自交系光合速率的特性开展了研究, 以便为自交系的培育、光合生理的遗传分析及杂交种的选配提供参考。

1 材料和方法

供试材料为 20 个常用玉米自交系 (名称见表 1), 分别于 1995 年 11 月 3 日, 在海南三亚师部农场和 1996 年 4 月 30 日在北京农业大学科学园播种。种植方式为双行区, 行长 6 m, 行距 0.7 m, 株距 30 cm。田间管理与常规同。

净光合速率的测定是利用红外 CO₂ 分析仪 BAU 光合系统在田间条件下完成的。测

定方式为单叶闭路测定,测定部位为穗上第一叶叶片的中部。每次测定均是在晴天 10:30~14:00 光照充足且相对稳定的时间内进行,测定时并采用了往复轮回测定的方法,重

复 5 次。
聚光分析是按裴鑫德编制的程序,对原始数据进行标准化后,经欧氏距离法计算样本间距离。用类平均法聚类^[1]。

表 1 不同玉米自交系不同生育期的净光合速率及单株最大叶面积

序号	自交系	净光合速率(mgCO ₂ dm ⁻² h ⁻¹)						单株最大 叶面积 cm ² 株 ⁻¹
		拔节期	大口期	吐丝 (Pmax)	灌浆期	蜡熟期	P _x	
1	PG9	39.93±1.60	32.63±8.36	24.25±2.54	38.73±2.20	22.00±9.15	28.33	4 182.2
2	多 4-5	41.10±5.64	35.63±1.15	40.34±10.25	35.40±2.51	24.90±6.48	33.55	2 683.1
3	多 4-1	36.87±1.56	28.90±2.19	43.67±2.61	40.37±7.06	26.86±4.00	36.97	3 250.8
4	多 8-1	30.53±2.16	37.40±1.01	31.60±1.28	32.83±4.83	27.24±4622	30.56	3 187.9
5	178	37.43±2.65	8.33±0.25	4.03±0.25	2.07±0.21	-1.50	1.53	2 412.7
6	黄 C	29.43±0.97	54.57±0.80	57.70±2.65	38.47±2.61	36.84±5.82	44.34	4 504.3
7	多 26	37.43±0.61	36.17±1.19	46.33±2.45	33.13±2.89	24.90±2.89	34.79	3 567.1
8	多 07-1	31.97±0.38	27.07±1.78	39.93±1.58	20.08±1.16	16.30±4.67	25.44	2 752.3
9	478	31.80±4.56	42.40±0.87	43.10±1.93	16.53±1.42	21.26±0.66	26.96	3 595.3
10	多 18-15	27.70±0.82	49.13±1.70	63.77±4.88	41.00±0.35	28.26±0.95	44.34	2 967.4
11	CA186	27.47±0.76	38.23±2.57	17.47±5.82	25.10±7.12	8.64±0.29	17.07	3 966.0
12	武 312	37.67±1.21	49.93±1.86	50.33±2.14	38.38±3.74	34.56±1.32	41.09	1 460.0
13	多 05	30.30±1.45	50.40±1.25	62.17±1.96	44.23±4.07	30.05±7.46	45.48	2 180.2
14	美 3154	40.23±0.78	34.90±0.79	48.87±13.89	31.67±1.47	24.04±10.37	34.86	5 916.8
15	U-8	34.47±2.77	37.03±5.36	45.30±15.45	34.37±6.91	27.08±9.94	35.58	3 505.6
16	墨 PEA	27.67±0.91	47.57±3.07	45.13±12.12	25.43±0.54	6.00±0.73	25.52	1 888.1
17	XHO-1	37.50±1.80	36.65±3.02	40.63±6.64	21.40±0.60	21.98±2.03	28.00	4 245.8
18	XHO-2	30.27±2.19	40.63±0.74	47.17±8.47	27.83±2.90	17.72±2.3	30.91	3 364.7
19	吉群 2 号	34.70±1.15	43.07±1.90	38.90±8.96	27.50±2.98	33.40±3.75	33.27	4 525.5
20	Rm17 O ₂	23.30±4.59	37.07±1.14	40.30±8.46	11.70±7.04	14.46	22.15	3 715.8
平均		33.39±5.03	38.36±10.18	41.24±14.14	29.35±10.84	23.45±9.74	31.35±10.26	
CV%		15.08	26.52	34.03	36.99	43.79	32.74	
F 值		13.203	41.031	11.405	24.750	10.599		

2 结果与分析

2.1 不同玉米自交系净光合速率差异的显著性分析

对供试 20 个玉米自交系在拔节、大喇叭口、抽雄吐丝、乳熟和蜡熟 5 个时期单叶净光合速率(表 1)的方差分析表明,玉米自交系间的单叶净光合速率在各个时期均达到极显著差异。此外,不论以标准差还是变异系数来衡量玉米自交系净光合速率的变异程度均表明,自交系间的差异均明显大于自交系内的,如抽雄吐丝期绝大多数自交系的株间标

准差在 0.25~8.96 mg CO₂dm⁻²h⁻¹,变异数集中在 3.15%~28.42%,而自交系间的标准差和变异系数分别为 14.14 mg CO₂dm⁻²h⁻¹和 34.03%。这进一步肯定了玉米自交系间确定存在基因型差异(表 1)。

2.2 玉米自交系不同生育时期光合速率变化的特点

由表 1 可见,随生育期的推延,玉米自交系单叶净光合速率值在抽雄吐丝期达到最大,吐丝后则逐渐下降,呈单峰曲线。但自交系间的变异系数却随着生育期的推延而增大,表明自交系间净光合速率的差异在生育

期后期会变得更大。

由各生育期间净光合速率的相关分析(表2)表明,除拔节期与大喇叭口期自交系间的相关为负外,其余各时期均为正相关,但仅有大喇叭口期与抽雄吐丝期及乳熟期和

蜡熟期之间的相关达到极显著水平,表现出在玉米生育的中后期相近生育时期不同玉米自交系光合速率的高低排列具有一定的稳定性,但在全生育期却表现出明显的波动性。

表2 玉米自交系净光合速率在各生育期间的相互关系

	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	P _X
拔节期(X ₁)	-0.339 3	0.009 6	0.371 2	0.417 6	0.265 0
大喇叭口期(X ₂)		0.632 0**	0.338 2	0.398 4	0.668 1**
抽雄吐丝期(X ₃)			0.403 6	0.490 9	0.804 6**
乳熟期(X ₄)				0.616 6**	0.774 8**
蜡熟期(X ₅)					0.832 0**

2.3 不同玉米自交系单叶净光合速率和叶面积的关系

对供试 19 个玉米自交系单株叶面积和净光合速率最大的抽雄吐丝期分析的结果表明,自交系间净光合速率与叶面积存在负相关关系,相关系数为 -0.231 6,但未达到显著水平。说明不同自交系在净光合速率和叶面积两个光合特征值方面表现出多种类型。

据此,采用聚类分析的方法,在阈值 T= 1.10 时,可明显按单株叶面积将供试 19 个玉米自交关系分为高、中和低叶面积三类;在 T= 0.8 时,可按平均净光合速率值(P_X)将玉米自交系分成高、较高、中和低四类。在以上两性聚类的基础上,供试 19 个自交系被划分成表 3 中的多种类型。

表3 玉米自交系净光合速率(P_X)和叶面积的聚类

序号	自 交 系	聚 类 结 果		序号	自 交 系	聚 类 结 果	
		净光合速率 (P _X)	叶面积			净光合速率 (P _X)	叶面积
1	PG9	中	中	11	武 312	高	低
2	多 4—5	较高	中	12	多 05	高	低
3	多 4—1	较高	中	13	美 3154	较高	高
4	多 8—1	中	中	14	U—8	较高	中
5	黄 C	高	中	15	墨 PEA	中	低
6	多 26	较高	中	16	XHO—1	中	中
7	多 07—1	中	中	17	XHO—2	中	中
8	478	中	中	18	吉群 2 号	较高	中
9	多 18—15	高	中	19	Rm ₀₁₇ O ₂	中	中
10	CA186	低	中				

2.4 玉米自交系光合速率在不同生态条件下的表现

在海南和北京两种生态条件差异较大的条件下对供试 19 个自交系净光合速率测定的结果表明,各自交系间、两地间以有自交系 $\times$ 地点的交互影响均存在极显著差异。两地净光合速率值之间的相关不明显,相关系数

$R = 0.0635$, 说明在生态条件差异较大的情况下,玉米自交系净光合速率不仅存在显著的种间差异,而且其绝对值及两地测定中各自交系间净光合速率的排列顺序均有所不同。

表 4 不同玉米自交系在海南、北京两地净光合速率表现的方差分析

方差来源	自由度	平方和	均方	F	$F_{0.01}$
自交系间	18	4 067.63	225.98	5.96**	2.20
地点间	1	5 551.06	5 551.06	146.50**	7.08
自交系 $\times$ 地点	18	3 546.20	197.01	5.20**	2.20
误差	76	2 879.97	37.89		
总变异	113	16 044.86			

3 讨 论

3.1 本试验结果表明,玉米自交系间净光合速率是存在极显著差异的。同时,在生态条件差异较大的情况下,各自交系光合速率值的高低排列顺序会发生较大的变化,这可能与各自交系光合特性对光、温等环境条件的反应的不同有关。因此,选育不同生态型的材料以适合各地的生态环境可能是光合生理育种的一个重要研究方向。

3.2 本文中按单叶净光合速率和叶面积两个性状将 19 个玉米自交系聚类组合成多种类型。若按单叶净光合速率高、叶面积适中的材料为理想型的看法,黄 C 和多 18—15 可能是较为理想的自交系,但这还需要做进一步的产量比较试验。

3.3 从不同生育时期光合速率的变化来看,抽雄吐丝期是单叶光合速率最大的时期,也是玉米植株最繁茂时期,且单叶、群体叶面积一生中最大的时期。此期群体的光合生产的

能力最大^[1],且标准又易掌握,故以抽雄吐丝期作为品种最大单叶光合速率的特征值的测定时期为宜。又鉴于玉米子粒产量的物质主要来源于吐丝后生产的干物质,而不同品种各时期光合速率排列次序又有一定的波动性,因此,可用抽雄吐丝期、灌浆期和成熟期 3 次的平均光合速率值作为品种平均光合特征值。

参 考 文 献

- 1 裴鑫德. 多元统计分析及其应用. 北京:北京农业大学出版社,1991,188-195
- 2 刘振业,刘贞琦. 作物光合作用的遗传及其在育种中应用研究的进展. 刘后利主编. 作物育种的研究与进展,第一集. 北京:农业出版社,1993,168-190
- 3 Duncan W G, Hesketh J D. Net photosynthetic rates, relative leaf growth rates, and leaf numbers of 22 races of maize grown at eight temperature. Crop Sci. 1968, 8: 670-764
- 4 Oln. Y. Varietal differences of photosynthetic efficiency and dry matter production of indica rice. Tech Bull TARC, 1976, P9