

文章编号: 1005-0906(2007)02-0098-04

密度对玉米光合生理特性和产量的影响

段巍巍, 李慧玲, 肖 凯, 李雁鸣

(河北农业大学农学院, 河北 保定 071001)

摘 要: 以廊玉 6 号和农大 108 为试验材料, 研究密度对玉米光合生理特性和产量的影响。结果表明: 叶片光合速率、叶绿素含量、可溶性蛋白质含量、单株叶面积和单株干物重随着密度增加均降低; 叶面积指数(LAI)、群体干物重(PDW)、光合势(LAD)和作物生长率(CGR)随密度增加而增大。生育前期差别不明显, 中后期效应显著。无论单株性状还是群体性状, 廊玉 6 号对密度的反应均比农大 108 迟钝, 廊玉 6 号的耐密性强于农大 108。本试验条件下, 廊玉 6 号和农大 108 的适宜密度分别为 67 500 株 /hm² 和 60 000 株 /hm²。

关键词: 玉米; 密度; 生理特性; 产量**中图分类号:** S513.048**文献标识码:** A

Effects of Density on Photosynthetic Physiological Characteristics and Yield of Maize

DUAN Wei-wei, LI Hui-ling, XIAO Kai, LI Yan-ming

(College of Agronomy, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, China)

Abstract: The study was carried on effects of density on photosynthetic physiological characteristics and yield of maize with Langyu No.6 and Nongda 108. The results showed that Pn, chlorophyll content, soluble protein content, leaf area and dry weight per plant dropped by density increasing, leaf area index, population dry weight, leaf area duration and crop growth rate increased with increasing density. The effect was more significant in post-stage than that in earlier-stage. The response to density of Langyu No.6 was more slowly than that of Nongda 108, both single plant and population characteristics, which showed that Langyu No.6 density-resistant was more tolerance than Nongda 108. The suitable planting density of Langyu No.6 and Nongda 108 were 67 500 plants/ha and 60 000 plants/ha respectively under this experiment condition.

Key words: Maize; Density; Physiological characteristics; Yield

合理密植是玉米高产栽培的关键措施。研究表明, 密度对叶面积群体的效应大于对单株的效应, 而干物质积累对密度的效应是单株效应与群体效应相互作用的结果。光合作用是物质生产和产量构成的基础。本研究分析叶片光合速率、叶绿素含量、可溶性蛋白含量、LAI、PDW、CGR、LAD 等在不同密度条件下的变化, 探讨密度对玉米光合生理特性和产量的影响。

1 材料与方法

收稿日期: 2006-08-20; **修回日期:** 2007-01-24**基金项目:** 国家粮食丰产科技工程河北省课题(2004BA520A07)**作者简介:** 段巍巍(1973-), 女, 河北深泽人, 硕士, 讲师, 主要从事作物栽培生理研究。Tel: 13833015660

E-mail: duanweiwei@126.com

李雁鸣为本文通讯作者。

试验在河北农业大学标本园进行, 试验地前茬为小麦, 土壤类型为中壤, 0~20 cm 土层有机质为 18.24 g/kg, 全 N 1.27 g/kg, 速效 N 83.02 mg/kg, 速效 P 60.25 mg/kg, 速效 K 151.20 mg/kg。试验为裂区设计, 品种为主区, 设紧凑型早熟品种廊玉 6 号和半紧凑型晚熟品种农大 108; 密度为副区, 设置 45 000、52 500、60 000、67 500 株 /hm² 共 4 个密度。重复 3 次。6 月 21 日适期播种, 小区面积 30 m², 行距 67 cm, 按不同株距定苗以达到预期密度。生育期间施氮肥 225 kg/hm², 于苗期和大喇叭口期各追施 50%。田间管理同生产大田。

在苗期、拔节期、抽雄期、灌浆期和成熟期测定各处理单株的绿叶面积、植株鲜重和干重, 计算群体叶面积指数、群体光合势和干物质重。

光合速率(Pn)采用美国产 CI-301PS 光合测定系统在晴天上午测定, 开放气路系统, CO₂ 浓度

340 ~ 360 $\mu\text{L/L}$, 光通量密度 1 500 $\mu\text{E}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 左右。叶绿素含量(chl)采用张宪政(1986)的方法, 无水乙醇、丙酮混合液提取, 751 分光光度计比色。可溶性蛋白质含量(pro)参照 Read 等(1981)考马斯亮蓝法测定。

2 结果与分析

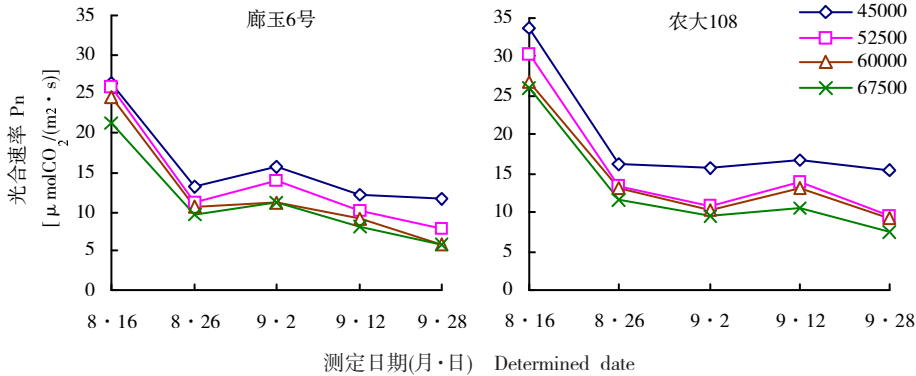


图 1 密度对叶片光合速率(Pn)的影响

Fig.1 The effect of different density on Pn in maize

2.2 密度对叶片光合生理特性的影响

两品种叶片叶绿素含量的最高值均出现在灌浆期。处理之间随密度增大, 叶片的叶绿素含量降低, 在生育后期, 高密度的植株叶片叶绿素含量下降较快。说明高密度条件下加剧了植株营养面积的竞争, 叶片受光状况不良, 影响了叶绿素的合成。在灌浆阶段, 高密度处理农大 108 叶片的叶绿素含量远远少于低密度处理, 说明农大 108 耐密性较差(表 1)。

2.1 密度对叶片光合速率的影响

廊玉 6 号和农大 108 叶片的光合速率在叶片全展时出现最大值(图 1), 而后随叶片老化进程逐渐降低, 但在灌浆期又略有回升并维持较高数值。不同密度处理之间, 表现为光合速率随密度提高而降低的特点。高密度条件下农大 108 生育后期的光合速率下降速度快于廊玉 6 号。

叶片可溶性蛋白质含量的动态变化有两个峰值, 分别出现在叶片全展时和灌浆期, 密度处理对可溶性蛋白质含量的影响与对叶绿素含量的影响相似, 即生育前期不同密度叶片的可溶性蛋白质含量差别不大, 随着生育进程叶片的可溶性蛋白质含量随密度增加而降低, 农大 108 对密度的反应早于廊玉 6 号(表 1)。

表 1 密度对叶片的叶绿素含量和可溶性蛋白质含量的影响

Table1 The effect of different density on chlorophyll content and soluble protein content in maize mg/(g·FW)

品种 Varieties	密度(株/hm ²) Density	叶绿素含量 Chlorophyll content				可溶性蛋白质含量 Soluble protein content			
		8月20日	8月28日	9月5日	9月15日	8月20日	8月28日	9月5日	9月15日
廊玉 6 号	45 000	3.71	3.65	5.42	3.94	29.68	18.31	24.99	16.61
	52 500	3.56	3.21	4.74	3.51	26.39	17.51	21.63	13.38
	60 000	3.49	3.09	4.45	3.35	29.18	17.42	20.35	11.45
	67 500	3.27	2.93	4.03	3.19	25.40	17.38	18.39	10.05
农大 108	45 000	3.14	3.60	5.19	3.62	27.31	21.65	23.49	14.54
	52 500	3.06	3.54	5.17	3.41	24.53	20.73	20.53	13.69
	60 000	2.84	3.28	4.14	3.25	23.78	16.73	19.72	11.66
	67 500	2.81	3.08	4.04	3.24	23.40	14.66	17.74	10.01

2.3 密度对单株和群体生长特性的调控效应

2.3.1 对单株叶面积和干物重的影响

表 2 分析可知, 在生育前期不同密度单株叶面积和干物重的差异均不明显, 随着生育进程, 密度对生长发育的影响增强, 单株叶面积和干物重都随密

度增加而减小。从抽雄至成熟期, 农大 108 的 4 个密度处理单株叶面积分别下降了 29.33%、33.07%、41.77% 和 45.67%, 而廊玉 6 号的降幅分别为 32.63%、29.43%、31.65% 和 40.11%。密度对农大 108 单株干物重的调控效应表现较早且大于廊玉 6 号,

可见农大 108 对密度增加的反应较廊玉 6 号敏感，这是二者株型不同的结果。

表 2 不同密度下单株叶面积和干物重的变化

Table 2 Leaf area per plant and dry weight in different density treatments

品 种 Varieties	密度(株/hm ²) Density	叶面积(cm ²) Leaf area				干物重(g/株) Dry matter weight			
		7月15日	8月2日	8月21日	9月27日	7月15日	8月2日	8月21日	9月27日
廊玉 6 号	45 000	968.05	4 263.91	6 667.05	4 491.81	6.03	47.32	148.03	329.08
	52 500	821.11	4 505.71	6 325.59	4 464.12	6.90	58.07	131.00	310.80
	60 000	818.30	4 612.08	6 246.93	4 269.53	5.39	47.43	117.87	291.39
	67 500	898.77	4 716.46	6 233.61	3 733.38	5.18	54.77	113.57	276.90
		7月15日	8月2日	8月27日	10月2日	7月15日	8月2日	8月27日	10月2日
农大 108	45 000	621.74	2 599.71	7 349.25	5 194.02	2.10	25.89	144.80	317.05
	52 500	456.27	2 669.26	7 228.78	4 838.27	2.74	24.77	142.63	282.84
	60 000	421.81	2 308.93	6 933.83	4 037.42	2.90	23.37	131.10	268.62
	67 500	548.69	2 699.20	6 934.65	3 768.12	2.78	19.18	118.00	237.92

2.3.2 对叶面积指数(LAI)和作物生长率(CGR)的影响

密度对叶面积指数的影响与对单株叶面积的影响不同。在生育前期,虽然单株叶面积对密度的反应不敏感,但是叶面积指数却随密度的增加而增大,说明生长前期群体叶面积效应显著,单位土地面积上株数的增加弥补了单株叶面积较小的劣势。在生育

后期,单株叶面积随密度增加呈下降趋势,而叶面积指数仍然是增大的趋势,只是抽雄以后密度大的叶面积指数下降较快。表明整个生育期间密度对叶面积群体效应的影响始终占主导地位。密度对作物生长率的调控为正效应,但不同品种对密度反应的敏感程度不同,廊玉 6 号较耐密植,各生育阶段的作物生长率均随密度提高而增大(表 3)。

表 3 密度对玉米叶面积指数(LAI)和作物生长率(CGR)的影响

Table 3 The effect of different density on leaf area index (LAI) and crop growth rate(CGR) in maize

品 种 Varieties	密度(株/hm ²) Density	LAI				CGR [g/(m ² ·d)]			
		7月15日	8月2日	8月21日	9月27日	苗 期	拔节期	抽丝期	灌浆期
廊玉 6 号	45 000	0.44	1.92	3.00	2.00	1.13	15.48	23.85	22.63
	52 500	0.43	2.37	3.32	2.36	1.73	17.57	25.68	24.76
	60 000	0.49	1.81	3.75	2.56	1.35	21.02	28.56	25.59
	67 500	0.61	3.18	4.21	2.67	1.46	22.27	31.54	26.87
		7月15日	8月2日	8月27日	10月2日	苗 期	拔节期	抽丝期	灌浆期
农大 108	45 000	0.28	1.17	3.31	2.34	0.39	8.92	21.40	22.14
	52 500	0.24	1.40	3.80	2.54	0.60	9.63	23.07	22.23
	60 000	0.25	1.39	4.16	2.42	0.72	10.23	25.86	23.57
	67 500	0.37	1.82	4.68	2.54	0.50	9.79	26.68	23.13

2.4 密度对产量和收获指数的影响

表 4 不同密度下玉米产量的变化

Table 4 Yield in different density treatments

品 种 Varieties	密度(株/hm ²) Density	生物产量(kg/hm ²) Biomass	子粒产量(kg/hm ²) Grain yield	品 种 Varieties	密度(株/hm ²) Density	生物产量(kg/hm ²) Biomass	子粒产量(kg/hm ²) Grain yield
廊玉 6 号	45 000	14 808.60	6 921.30	农大 108	45 000	15 617.25	7 454.25
	52 500	16 317.00	7 456.55		52 500	16 849.10	7 919.50
	60 000	18 576.00	8 022.90		60 000	18 681.60	8 229.60
	67 500	20 640.75	8 473.15		67 500	19 415.00	7 527.80

由表4可见,生物产量和子粒产量随密度的提高而提高。廊玉6号以67500株/hm²的处理产量最高;而农大108在60000株/hm²的密度下子粒产量最高。表明密度对产量的影响与品种特性有密切关系。在本试验条件下,廊玉6号和农大108的适宜密度分别为67500株/hm²和60000株/hm²。

3 讨 论

吴建明的研究表明,密度对叶绿素含量的影响在玉米生育前期差异不显著,在后期叶绿素含量随着密度的增加而增加,但达到一定密度的密度后则随密度的增加而降低。本研究结果发现,密度对叶片光合速率、叶绿素含量、可溶性蛋白质含量、单株叶面积和单株干物重的调控为负效应,随着密度增加,上述指标值均降低。生育前期差别不明显,中后期效应显著。这是由于前期植株较小,密度的增加没有对田间小气候和营养面积造成太大的影响;生育后期高密度的处理行间过于荫密,透光率低,加之植株对营养的激烈竞争,阻碍了叶绿素的合成,加速了叶绿素的分解,进一步导致可溶蛋白含量、光合速率、单株叶面积和干物重的降低。

密度对玉米群体LAI和CGR的调控效应为正值,只是农大108在生育末期高密度处理的CGR小

于低密度处理。可见密度处理对群体的调控效应大于单株。但是,无论单株性状还是群体性状,廊玉6号对密度的反应均比农大108迟钝,说明廊玉6号的耐密性强于农大108。本试验条件下,廊玉6号和农大108的适宜密度分别为67500株/hm²和60000株/hm²。

参考文献:

- [1] 薛珠政,卢和顶,林建新,等.种植密度对玉米单株和群体效应的影响[J].玉米科学,1999,7(2):52-54.
- [2] 张宪政.植物组织中叶绿素含量的测定[J].辽宁农业科技,1986(3):19-21.
- [3] Read S M, Northcote D H. Minimization of variation in the response to different protein of the Coomassie Blue G dyedinding: assay for protein [J]. Anal. Biochem., 1981, 116: 53-64.
- [4] 吴建明,梁和,陆国盈,等.密度和肥料对高油玉米生理性状的影响[J].西南农业学报,2005,18(4):392-396.
- [5] 齐延芳,许方佐,周柱华,等.种植密度对玉米鲁原单22光合作用的影响[J].核农学报,2004,18(1):14-17.
- [6] 刘开昌,王庆成,张秀清,等.玉米叶片生理特性对密度的反应与耐密性[J].山东农业科学,2000(1):9-11.
- [7] 刘武仁,刘凤成,冯艳春,等.玉米不同密度的生理指标研究[J].玉米科学,2004,12(专刊):82-83,87.
- [8] 东先旺,刘树堂.掖单22超高产群体光合生理指标的研究[J].玉米科学,1999,7(3):58-61.