

不同株型玉米叶面积系数 和群体受光态势与产量的关系

鲍巨松 薛吉全 杨成书 郝引川

(陕西省农科院粮作所, 杨陵 712100)

摘要 本文通过对紧凑型玉米掖单 13 号和平展型玉米陕单 9 号不同生育时期叶面积系数和群体透光率与产量的关系研究发现, 紧凑型玉米能利用其株型结构上的特点, 使群体内透光率随密度的增加而降低的幅度变小, 从而使叶面积系数的增产效应未受到较大的影响即品种的耐密性好。同时发现了玉米产量与大喇叭口期和吐丝期群体内透光率的关系可用 $y = (a + bx)/x^2$ 来表示, 提出了高产条件下群体内光分布的适宜指标。

关键词 玉米 株型 叶面积指数 透光率 产量

长期以来, 人们主要从密度与产量的关系方面探讨品种的适宜密度, 对叶面积系数与产量的关系开展了大量的研究。但关于不同密度条件下, 群体受光态势与产量关系的研究报道还不多。因此, 研究不同株型玉米品种密度对叶面积系数, 群体受光态势以及通过叶面积系数和受光态势对提高光能利用率和产量的影响, 对进一步提高玉米产量有着极其重要的意义。

1 材料与方法

试验设在扶风县揉谷乡张中村群众责任田, 供试品种为掖单 13 号(紧凑型玉米)和陕单 9 号(平展型玉米), 施肥水平为每公顷施纯 N360kg、 P_2O_5 180kg、 K_2O 225kg。掖单 13 号设每公顷 48000、58500、69000、79500 和 90000 株 5 种密度; 陕单 9 号设每公顷 37500、48000、58500 和 69000 株 4 种密度。小区重复 4 次, 3 个重复计产, 1 个重复供取样测定用, 行距均为 66.7cm, 株距不等。于苗期(3 叶展)、拔节期(7 叶展)、大喇叭口期(12 叶展)、吐丝期、吐丝后 25 天和成熟期取样测定植株叶面积和干物质积累量, 计算叶面积系数、净同化率、作物生长率等, 并于拔节期、大喇叭口期、吐丝期和成熟期调查群体内光

分布。

2 结果与分析

2.1 叶面积系数和受光态势与密度的关系

随着密度的增加, 叶面积系数明显增大, 整个生育期间叶面积系数变化均相似, 呈抛物线曲线(图 1)。吐丝前, 随着密度的增加, 叶面积系数均增大, 吐丝期达到最大值, 吐丝后叶面积逐渐衰减, 吐丝至吐丝 25 天叶面积系数基本稳定, 吐丝后 25 天叶面积衰减速度随着密度的增加衰减速度加快。掖单 13 号与陕单 9 号相比, 具有最大叶面积系数大, 增长速度快, 稳定期长, 在高密度条件下, 衰减速度较低, 成熟期叶面积系数还较大的特点, 种植密度与叶面积系数(最大)的关系为: $y = x / (703.6097 + 0.0486x)$ ($rx/y = 0.8929^{**}$), 说明种植密度对叶面积系数起着决定性的作用。

各生育期群体不同叶层的透光率均随着密度的增加而减少, 对大喇叭口期和吐丝期群体光分布的影响较大(表 1)。

紧凑型玉米由于株型叶片上挺, 直立的叶片使上层光能较多地漏射到下层, 群体下部的叶片接受的光能增多, 使群体下部叶片不感到荫蔽, 满足叶片光合作用对光能的需要。因此, 紧凑型玉米利用其株型结构上的特

点把所接受的光能,合理地分配到群体内各个叶层,从而使群体内透光率随着密度增加而降低的幅度变小。

2.2 叶面积系数对物质生产的影响

叶片净同化率是表示单位叶面积的干物质增长速度,是反映作物群体叶片的平均光合效率。作物生长率是反映单位土地面积上群体干物质的增长速度,是干物质积累曲线陡度的数据表达,净同化率和作物生长率都

随叶面积系数的变化而变化。

净同化率与叶面积系数呈显著负相关,掖单 13 号净同化率随叶面积系数的变化规律为: $NAR = 7.1481 - 0.6315LAI$ ($r = -0.4186^*$);陕单 9 号为: $NAR = 7.0659 - 1.0108LA$ ($r = -0.4515^*$)。说明随着密度的增加,叶面积系数增大,掖单 13 号净同化率降低幅度小,即叶面积系数能在一定范围内,保持净同化率相对稳定,因而掖单 13 号较陕单 9 号表现出较强的耐密性。

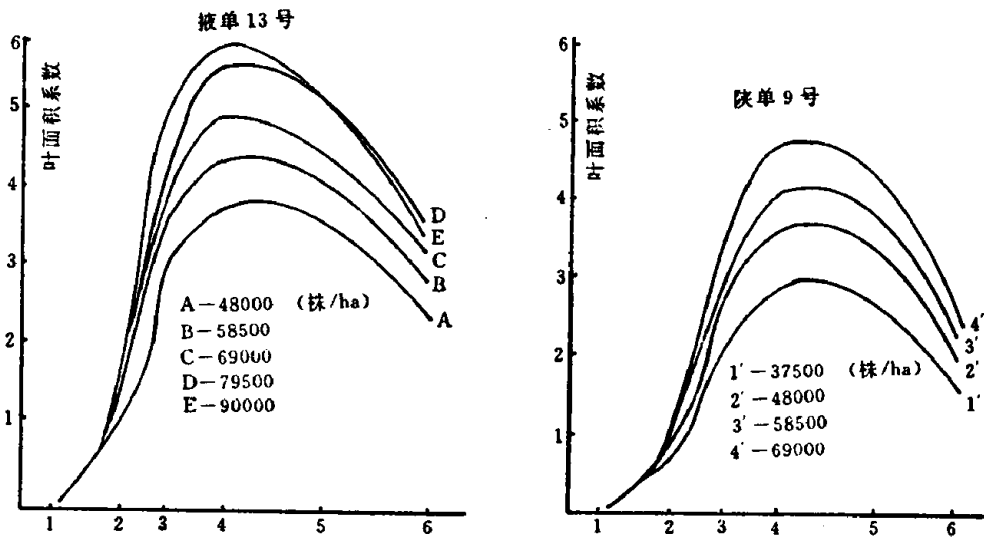


图 不同生育期叶面积系数变化规律

注:1 苗期、2 拔节期、3 大喇叭口期、4 吐丝期、5 吐丝 25 天、6 成熟期

表 1 不同密度群体的透光率(自然光%)

品 种	密 度 (株/ha)	拔节期		大喇叭口期			吐 丝 期			成熟期	
		地面	6 叶下	地面	6 叶下	11 叶下	地面	11 叶下	穗部	地面	穗部
掖单 13 号	48000	38.55	52.48	18.78	21.28	33.89	13.50	28.97	48.70	12.17	35.61
	58500	36.88	40.22	12.58	15.54	28.67	10.10	13.70	38.43	10.63	28.77
	69000	28.75	38.55	10.40	15.00	33.85	8.01	11.35	33.98	7.59	22.94
	79500	31.78	33.09	7.63	12.99	35.73	6.88	10.77	29.49	5.14	18.36
	90000	30.45	32.18	3.17	6.96	30.26	3.64	8.79	22.15	4.85	17.78
陕单 9 号	37500	52.01	58.98	21.23	26.52	38.37	13.61	21.26	41.18	25.29	52.63
	48000	50.50	49.95	13.55	20.82	28.03	8.47	17.56	30.63	19.35	48.71
	58500	52.33	49.95	8.04	13.16	24.68	7.55	9.81	28.41	16.29	39.43
	69000	39.91	56.86	6.14	11.22	21.84	3.12	5.56	23.56	7.53	32.49

作物生长率也与叶面积系数密切相关,两者变化规律可用二次曲线来表示,即随着叶面积系数增大,作物生长率增加,超过最适叶面积系数后,作物生长率随着叶面积系数增大而减少,掖单 13 号和陕单 9 号的变化规律分别为: $y = -1.2265x^2 + 10.5663x - 1.1771$ ($F = 5.94^{**}$); $y = -1.3263x^2 + 9.5027x - 0.7675$ ($F = 4.65^{**}$)。可看出掖单 13 号和陕单 9 号的最适叶面积系数分别为 4.49 和 3.58,作物生长率最高可达 $22.53\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 和 $16.25\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 。因此我们看出,只有使叶面积系数保持适宜的状态,才能使叶片的净同化率和作物生长率达到较高水平,

进而才可生产出更多的干物质。
2.3 叶面积系数和群体光能利用率与产量的关系

不同生育期群体光能利用率均随着密度的增加而提高(表 2),出苗至成熟期掖单 13 号为 1.90~2.10%,陕单 9 号为 1.65~2.03%。从不同生育期叶面积系数与群体光能利用率的关系看,两者呈显著正相关,掖单 13 号变化规律为: $y = 0.6536 + 0.4196x$ ($r = 0.7834^{**}$);陕单 9 号变化规律为: $y = 0.0992 + 0.6586x$ ($r = 0.9065^{**}$)。说明保证足够的叶面积系数是建立高光效光合生产体系的重要条件。

表 2 不同生育期不同密度群体的光能利用率 (%)

品 种	密 度 (株/ha)	苗期	拔节	大喇叭期	吐丝	吐丝 25 天	出苗
		↓ 拔节	↓ 大喇叭期	↓ 吐丝期	↓ 吐丝 25 天	↓ 成熟期	↓ 成熟
掖单 13 号	48000	0.31	2.01	1.84	2.81	1.51	1.90
	58500	0.31	2.25	2.35	2.85	1.83	2.08
	69000	0.34	2.66	2.23	2.92	2.32	2.21
	79500	0.37	2.13	2.97	2.68	2.12	2.19
	90000	0.37	2.46	2.66	2.87	1.45	2.10
陕单 9 号	37500	0.19	1.30	2.08	2.82	1.39	1.65
	48000	0.19	1.46	2.77	2.76	1.38	1.91
	58500	0.22	1.68	2.71	2.82	2.01	2.00
	69000	0.25	1.69	2.80	2.53	1.39	2.03

产量与叶面积系数也非常密切,从表 3 可知,随着叶面积系数的提高,产量随之而提高,但叶面积系数过大产量反而下降,分析可知最大叶面积系数和成熟期叶面积系数与产量之间的关系可用二次曲线来表示,掖单 13 号产量随叶面积系数变化规律为:吐丝期 LAI 与产量: $y = -52.03x^2 + 520.04x - 669.19$ ($F = 18.921^{**}$),最适 LAI 为 5.00;成熟期 LAI 与产量: $y = -91.71x^2 + 575.58x - 285.90$ ($F = 10.1^{*}$),最适值为 3.14;陕单 9 号吐丝期 LAI 与产量: $y = -116.06x^2 + 889.46x - 116.06$ ($F = 5.73^{*}$),最适值为 3.83;成熟期叶面积系数与产量: $y = -825.51x^2 + 3207.85x - 2540.26$ ($F = 11.98^{*}$),最适值为 1.94。因此,保持适宜的叶面积系数才是高产的根本保证,紧凑型玉米耐密性好、

适宜叶面积系数高,因而增产潜力大。

2.4 群体内光分布与产量的关系

群体内光分布影响叶片的光合作用和物质生产效率。因此,群体内光分布是决定产量的一个重要因素,从试验结果看,群体内各层叶片的透光率与产量呈显著相关(表 4)。

表 3 不同密度叶面积系数与产量的关系

品 种	密 度 (株/ha)	吐丝期 LAI	成熟期 LAI	产 量 (kg/ha)
掖单 13 号	48000	3.86	2.39	8191.5
	58500	4.49	2.87	9121.5
	69000	5.02	3.32	9537.
	79500	5.71	3.60	9130.
	90000	5.96	3.45	8667.0
陕单 9 号	37500	2.98	1.57	6762.
	48000	3.74	1.83	7492.0
	58500	4.18	2.21	8107.0
	69000	4.78	2.36	6870.0

表 4 群体内透光率(自然光%)与产量的关系

时期	位置	相关系数	回 归 方 程	透光率 最适值 (%)
拔节期	地面	-0.8492*	$y=799.97-643.59x$	—
	6叶下	-0.8340*	$y=815.64-596.93x$	—
大喇叭口期	地面	0.9828**	$y=(-5.80+124.67x)/x^2$	9.30
	6叶下	0.9860**	$y=(-11.10+164.95x)/x^2$	13.47
	11叶下	0.7905*	$y=171.16+1255.34x$	—
吐丝期	地面	0.9713**	$y=(-2.90+78.33x)/x^2$	7.40
	11叶下	0.9614**	$y=(-13.06+136.30x)/x^2$	14.02
	穗部	0.9640**	$y=(-65.78+390.41x)/x^2$	33.70
成熟期	地面	0.9881**	$y=(-6.48+131.29x)/x^2$	9.87
	穗部	-0.7726*	$y=688.65-444.40x$	—

拔节期地面、6叶下透光率与产量呈显著负相关。由于群体截光量一般随透光率的减少而增加。因此拔节期地面、6叶下透光率越小,群体光能截获量越多,产量才能越高。紧凑型单 13 号玉米由于叶面积系数大,拔节期群体漏光少,丰产性就好。

大喇叭口期地面、6叶下群体透光率与产量呈显著正相关。地面和 6叶下透光率与产量的关系可用 $y=(a+bx)/x^2$ 来表示,说明大喇叭口期地面、6叶下群体透光率越大产量才能越高。但达到一定值以后,产量就开始下降,也就是说,地面和 6叶下透光率对产量有一个适宜值,它们分别为 9.30%和 13.47%。大喇叭口期 11叶下透光率与产量呈显著正相关,说明 11叶下透光率越大,群体 11叶以上叶片截获的光能就越小,漏射到下部就越多,产量才能越高。紧凑型玉米正因为是在高密度条件下,群体内透光率还能维持最适水平,所以能高产。

吐丝期地面、11叶下和穗部群体透光率与产量均呈正相关,可用 $y=(a+bx)/x^2$ 来表示,说明吐丝期群体透光率对产量也有一适宜值。群体地面、11叶下和穗部群体透光率的适宜值为 7.40%、14.02%和 33.70%。

成熟期地面和透光率与产量也呈显著正相关,两者关系可用 $y=(a+bx)/x^2$ 来表示,其适宜值为 9.87%。穗部透光率与产量呈显著负相关,穗部透光率愈小,群体光能截获量才能越多,才可达到高产。说明成熟期群体内透光率维持一定状态,是高产的重要条件。紧

凑型玉米成熟期地面和穗部透光率仍比较低,所以光能截获量较高,丰产性好。

3 讨 论

通过本研究我们看出,足够的叶面积系数和良好的受光态势是玉米高产的根本。紧凑型玉米由于株型结构优良,群体光分布合理,下部叶片接受光能较多,随着密度的增加,群体下部叶片光合作用受抑制程度较小,从而使叶面积系数的增产效应未受到多大的影响,因而产量潜力高。

本研究结果表明,提高叶面积系数,改进群体受光态势是玉米高产的关键,其支柱措施是选择株型结构优良的紧凑型杂交种。随着密度的增加,叶面积系数增大,其有利作用在于能提高作物生长率和群体光能利用率(鲍巨松等,1991),但是群体内光分布也会受到影响,密度过大,群体下部透光率降低,下部叶片光合作用降低,呼吸作用增大,不利于物质生产。因此,保持群体内各层透光率达到适宜状态,对高产群体来说就非常重要。据我们分析表明,大喇叭口期群体地面透光率须保持在 9.30%左右,6叶下透光率须保持在 13.47%左右;吐丝期地面透光率须保持在 7.40%左右,11叶下透光率为 14.02%左右,穗部透光率为 33.70%左右;成熟期地面透光率须保持 9.87%左右,群体透光率与产量的关系可用 $y=(a+bx)/x^2$ 来表示。这似与 C. E. 斯卡斯布鲁克(1979)的结果,产量对地面或 60cm 处的光照强度之间具有直线回归关系这个结论不一致。我们认为,地面透光率越大,群体上部截光量相对地就减少,光能损失越多。地面透光率越小,群体上部截光量虽然大,但下部叶片接受光能就较小,这不利于全部叶片光合作用的提高。因此,保持群体内各层叶片都合理地接受光能是玉米高产栽培和育种工作者努力的目标。紧凑型玉米群体内透光率随着密度的增加而降低的幅度较小,群体内光分布相对较合理,所以其增产潜力就较大。今后,应在提高叶面积系数(即

“量”)的同时,应该重视叶片的形态结构即叶片“质”,继续通过改良株型结构创造出良好的受光态势,可提高与新株型相对应的种植密度,从而夺取玉米再进一步高产。

参 考 文 献

[1]户莉义次,从光合作用和物质生产角度看栽培理论和高

产品种,《作物的光合作用和物质生产》,科学出版社,1979,365—406

[2]C. E. ,斯卡斯布鲁克等,叶面积系数和光照与玉米产量的关系,《玉米生理译丛》,1979,农业出版社,52—56

[3]鲍巨松等,紧凑型玉米同群体的冠层特征和物质生产关系的研究,《西北农业学报》,1992,1(2):25—29

[4]鲍巨松等,紧凑型玉米高产的生理基础,《玉米科学》,创刊号,1992,18—22