

密度对不同株型玉米群体结构的调控效应

郭 江^{1,2},郭新宇³,郭程瑾¹,张凤路¹,赵春江³,肖 凯¹

(1. 河北农业大学 农学院,河北 保定 071001;2. 河北北方学院,河北 张家口 075131;3. 北京市农林科学院,北京 100089)

摘要:不同供试品种的茎叶夹角与株型特征密切相关,随着株型紧凑型增强,该参数值增大;在生育后期,不同株型玉米品种 LAI 各密度下大体表现为 GY115 较高,ND108 次之,ZD958 较低。随着密度增加,各品种 LAI 增大,紧凑型 ZD958 植株下位叶片的衰老速率相对减慢。供试品种群体中、下部 1 d 内各测定时期光截获的数量随密度增加明显减少,不同株型品种相比减小的幅度依数值大小依次为 GY115、ND108 和 ZD958。随密度增大单株干物重降低,但以 ZD958 降低幅度较小,ND108 次之,GY115 较大。不同株型品种产量对密度的反应不同,获得高产的适宜密度存在明显差异。

关键词:玉米;株型;密度;群体结构;群体光分布;产量性状

中图分类号:S513.01 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7091(2008)01-0149-05

The Effects of Density on Population Structure of Maize with Different Plant Types

GUO Jiang^{1,2}, GUO Xin-yu³, GUO Cheng-jin¹, ZHANG Feng-lu¹,
ZHAO Chun-jiang³, XIAO Kai¹

(1. College of Agronomy, Hebei Agricultural University, Baoding 071001, China;

2. Northern College of Hebei, Zhangjiakou 075131, China; 3. Agriculture and Forestry Academy of Beijing, Beijing 100089, China)

Abstract: The angles between stem and leaf was correlated with the plant type properties in maize, and increased with the plant type being changed to erecting. At later growth stage, the leaf area index (LAI) under different densities in tested cultivars showed to be the highest in GY115, then in ND108, and the lowest in ZD958. ZD958, the cultivar with erecting plant type, had relatively low senescent rate in the lower leaves. The photon perception amount at mid-part and lower part of population were decreased obviously in one day, but that in ZD958 was significant higher than ND108, and the latter was also significant higher than GY115. The dry weight per plant was decreased also with the increase of density, but the decrease percentage showed to be the lowest in ZD958, then in ND108 and the highest in GY115. It was found that the yields in different plant type cultivars had different responses to densities, and the suitable densities for the highest yield changed a lot with the plant types.

Key words: Maize; Plant type; Density; Population structure; Photo distribution in population; Yield traits

叶片光合作用是作物干物质的重要来源^[1]。在群体水平上,决定于群体内光合有效辐射截获和利用特性的冠层结构、以及随时间进程发生动态变化的群体叶、茎和生殖器官的器官异质特征,对于群体的光合作用和产量具有重要影响。基于此,有关作物群体结构的研究已有较多报道^[2,3]。Donald 最早提出了玉米的理想株型(Ideal-type)概念,有学者指

出,我国玉米主栽品种的株型可划分为紧凑型、半紧凑型、平展型三种^[4]。迄今,尽管前人对于玉米株型的划分标准^[5]、不同株型玉米的耐密性群体生理指标^[6]、玉米株型与光合作用的关系^[7]、玉米株型性状的遗传模型^[8]和不同株型玉米产量构成因素及其相关关系^[9]等开展了较多的研究,但有关不同株型玉米品种在不同种植密度条件下的群体结构和光截获

收稿日期:2007-12-08

基金项目:国家粮食丰产科技工程项目资助(2006BAD02A08)

作者简介:郭 江(1978-),男,河北张家口人,硕士,主要从事作物栽培的研究工作。

通讯作者:肖 凯(1963-),男,河北秦皇岛人,教授,博士生导师,主要从事作物栽培及生理的研究工作。

特征还少见系统报道。本项研究以典型的不同株型玉米品种为材料,较系统地研究了不同密度下各株型品种的群体结构、光截获特性和产量性状,旨在阐明不同株型品种的群体结构特征及其密度调控机制,为今后生产中玉米的高产实践提供理论依据。

1 材料和方法

试验在河北农业大学试验农场(2005 年度)和北京市农林科学院试验田(2004 年度)进行。供试土壤的养分含量为有机质 12.8 mg/g,全氮 0.99 mg/g,碱解氮 79.94 mg/kg,速效磷 44.25 mg/kg,速效钾 82.82 mg/kg(2005 年度);和有机质 12.2 mg/g,全氮 1.29 mg/g,碱解氮 107.78 mg/kg,速效磷 44.3 mg/kg,速效钾 132.93 mg/kg(2004 年度)。供试土壤均为褐土。由于 2 年度的研究结果相似,本研究用 2005 年度的研究结果进行分析。

试验采用裂区设计。品种为主区,供试品种包括平展型品种高油 115(GY115),中间型品种农大 108(ND108)和紧凑型品种郑单 958(ZD958);密度为副区,包括 33 750 株/hm²(M1),52 500 株/hm²(M2)和 71 250 株/hm²(M3)3 个处理,上述密度处理为供试品种的高产密度范围。小区面积为 60 m²,种植方式为 60 cm 等行距,南北行向种植,播期 6 月 14 日,3 次重复。结合耕整地底施 N 90 kg/hm²、P₂O₅ 90 kg/hm²,播种后浇蒙头水。在大喇叭口期,结合培土追 N 135 kg/hm²。生育期间其他管理措施同于一般生产大田。

在吐丝期,测定株高、茎叶夹角、叶片长宽、叶面积指数和冠层光截获特性。从吐丝始期开始,每 12 d 取样 1 次测定群体干质量。成熟期测定产量构成因素,实收果穗测产。各性状在试验各处理均重复 3~5 次。株高、叶长和叶宽:测定植株基部至雄穗顶端的距离得到株高值;量取叶片基部至叶尖长获得叶长值;量取叶片最大宽,获得叶宽值;茎叶夹角:量取叶片基部 1/3 处叶脉与茎秆之间的夹角获得;叶面积指数:叶片长与叶最大宽乘积,再乘以系数 0.75,计算单叶叶面积。由单位土地面积上叶面积累计量与土地面积比值计算叶面积指数;叶面积指数分布:用数码相机在田间拍摄各冠层部位实体照片,采用 Rhinoceros Evaluation 软件,每隔 40 cm 对群体进行水平分层,并按照缩放比例计算各层叶面积指数;冠层不同部位光截获量日变化在 9:00,11:00,13:00,15:00 和 17:00,用照度计分别测定冠层上部(大气)、中部(穗位)和下部(地面)位置的光通量密度值;群体干物重:各测定时期,选择长势均匀的植

株 5 株,用常规烘干法测定单株干质量,换算成群体干物重;产量构成因素和产量:成熟期,采用常规法测定单位面积穗数、穗粒数和千粒重。收获生长均匀一致的 10 m² 植株果穗,风干后脱粒、称重,换算成单位面积产量。

2 结果与分析

2.1 密度对供试品种植株形态学性状的影响

不同品种相比,相同密度下以 GY115 最高,ND108 和 ZD958 差异较小;随着密度增大,各品种的株高增加,且密度间株高差异多达显著水平。不同品种下(8~12 叶)、中(13~17 叶)和上(18~22 叶)位叶各密度下长、宽和茎叶夹角存在明显差异,其中茎叶夹角的差异尤为明显。各密度下,GY115 茎叶夹角显著大于 ND108,后者又显著大于 ZD958。随着密度增大,茎叶夹角减小,且多达显著水平;下位叶叶长以 M2 最大,表现为一定密度下随密度增加而增大,以后随密度增加又减小的特点。中、上叶位叶长和各叶位叶宽均表现为随着密度增加不断下降(表 1)。

2.2 密度对供试品种植株叶片空间分布特性的影响

供试品种植株茎叶组(1~12 叶)、穗叶组(13~17 叶)和粒叶组(18~顶叶)LAI 权重值以穗叶组最高;茎叶组和粒叶组 LAI 权重值随品种而异,GY115 以粒叶组较高,ND108 两叶组相近,ZD958 以茎叶组较高。供试品种穗叶组 LAI 权重均随密度增加而增大;茎叶组表现为 GY115 和 ND108 随密度增加不断下降,ZD958 以中间密度 M2 最大;粒叶组表现为 GY115 随密度增加而增加,ND108 密度间差异较小,ZD958 以 M1 较大,M2 和 M3 差异较小等不同特征(表 2)。

2.3 密度对供试品种冠层光截获特性的影响

随着密度增加,不同品种冠层中、下部 1 d 内各测定时期光截获的数量明显减少,但不同株型品种、密度之间表现规律有所不同。在 1 d 内多数测定时期,高密度下(M3)光截获量与低密度(M1)的比值表现为 ZD958 显著高于 ND108,后者又显著高于 GY115,且随着密度增大,该规律的表现愈为明显(表 3)。表明随株型紧凑型增强,高密度下生育后期群体下部具有相对较多的叶面积。在低密度(M1)和中间密度(M2)1 d 内的早期测定时期(9:00-11:00),群体中、下部的冠层光截获率与上述表现规律不同,以 GY115 较多(表 3)。表现为在较低密度下,不同株型群体中、下部光截获量的差异较小。

表 1 供试品种株高和不同叶位叶片长、宽及茎叶夹角

Tab. 1 The plant height ,leaf length,leaf width and angle between stem and leaf at different leaf positions of plant in tested cultivars												
品种 Cultivar	密度 Density	株高/cm Plant height	8~12 叶 Leaf 8- 12			13~17 叶 Leaf 13- 17			18~22 叶 Leaf 18- 22			茎叶夹角/° Leaf angle
			长/cm Length	宽/cm Width	茎叶夹角/° Leaf angle	长/cm Length	宽/cm Width	茎叶夹角/° Leaf angle	长/cm Length	宽/cm Width	茎叶夹角/° Leaf angle	
GY115	M1	294.4 ±5.2b	81.8 ±2.32b	8.6 ±0.21c	59.0 ±2.12a	108.9 ±3.84a	11.8 ±0.36b	49.0 ±1.84a	82.8 ±3.76a	10.2 ±0.33a	31.4 ±1.22a	
	M2	317.9 ±3.8a	82.8 ±3.12b	8.5 ±2.31c	58.0 ±1.83a	108.8 ±3.84a	11.3 ±0.43bc	47.8 ±2.01ab	81.1 ±3.12a	9.4 ±0.32b	30.6 ±1.32a	
	M3	321.4 ±4.6a	82.3 ±2.83b	8.0 ±2.28c	54.7 ±1.73b	108.0 ±4.04a	10.8 ±0.38c	45.4 ±1.76bc	79.0 ±2.86a	8.4 ±0.28c	30.2 ±1.22a	
ND108	M1	275.3 ±3.0d	86.0 ±3.03a	10.4 ±0.29a	51.0 ±1.10c	102.3 ±4.05b	13.7 ±0.55a	42.8 ±1.48cd	57.1 ±2.28b	10.1 ±0.42a	26.0 ±1.23b	
	M2	281.7 ±2.9c	87.4 ±3.84a	10.0 ±0.52a	49.4 ±1.29c	101.1 ±4.28b	12.9 ±0.43ab	40.8 ±1.76d	56.6 ±1.87b	9.4 ±0.32b	23.6 ±1.28c	
	M3	293.5 ±3.4b	86.9 ±4.10a	9.3 ±0.32b	47.4 ±2.13d	98.3 ±3.76bc	11.8 ±0.45b	37.4 ±1.66e	48.9 ±1.94c	7.7 ±0.32cd	23.0 ±1.21d	
ZD958	M1	274.6 ±4.2d	80.0 ±3.66b	9.0 ±0.32bc	42.6 ±2.11e	101.7 ±4.21b	10.7 ±0.43c	33.8 ±1.22f	57.5 ±2.36b	8.1 ±0.35c	17.6 ±0.48e	
	M2	280.9 ±3.8c	82.6 ±2.01b	8.8 ±0.32c	40.6 ±1.88e	99.9 ±3.28bc	10.6 ±0.32cd	31.8 ±1.13g	51.1 ±2.04c	7.5 ±0.09d	14.0 ±0.28f	
	M3	292.8 ±4.2b	79.9 ±3.23b	8.5 ±0.25c	26.0 ±1.03f	96.8 ±4.03c	10.1 ±0.43d	27.8 ±1.25h	48.0 ±2.32c	6.8 ±0.32e	9.8 ±0.28g	

表 2 不同密度下供试品种的茎叶组、穗叶组和粒叶组单株叶面积和叶面积指数(LAI)

Tab. 2 The leaf area index(LAI) of stem leaf group ,spike leaf group and kernel leaf group in the tested cultivars with different plant-type under different density treatments												
品种 Cultivar	密度 Density	LAI 权重 Percentage of LAI										
		茎叶组 Stem leaf group			穗叶组 Spike leaf group			粒叶组 Kernel leaf group				
GY115	M1	0.24 ±0.01c			0.49 ±0.02bc			0.27 ±0.01b				
	M2	0.22 ±0.01d			0.50 ±0.02ab			0.28 ±0.01b				
	M3	0.19 ±0.02e			0.52 ±0.02a			0.29 ±0.01ab				
	Average	0.217			0.503			0.280				
ND108	M1	0.31 ±0.02a			0.40 ±0.02e			0.29 ±0.01ab				
	M2	0.29 ±0.01ab			0.43 ±0.01d			0.28 ±0.00b				
	M3	0.26 ±0.01b			0.46 ±0.02c			0.28 ±0.01b				
	Average	0.287			0.430			0.283				
ZD958	M1	0.30 ±0.01b			0.42 ±0.01de			0.28 ±0.01a				
	M2	0.32 ±0.01ab			0.43 ±0.02d			0.25 ±0.01b				
	M3	0.29 ±0.01b			0.45 ±0.00cd			0.26 ±0.01ab				
	Average	0.303			0.434			0.263				

表 3 不同密度下供试品种群体下、中部与顶部相比的光辐射百分率

Tab. 3 The photo intensity percentages at lower part and mid-part of population compared to that of upper-part of population under different densities in tested cultivars												
部位 Position	密度 Density	品种 Cultivar	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00	%				
下部 Lower part	M1	GY115	20.53 ±1.88a	30.61 ±1.43b	35.58 ±1.82b	25.25 ±1.13c	18.46 ±0.83cd					
		ND108	19.59 ±1.86a	25.07 ±2.28c	23.43 ±1.04d	24.06 ±2.02cd	24.11 ±1.21b					
		ZD958	16.23 ±0.94b	37.90 ±1.97a	48.90 ±2.78a	38.46 ±1.39a	34.98 ±1.73a					
	M2	GY115	9.81 ±0.45d	10.41 ±1.43e	19.27 ±1.03e	14.28 ±0.38f	8.38 ±0.42e					
		ND108	12.52 ±0.59c	13.83 ±0.73d	25.45 ±1.38d	23.77 ±1.22d	16.08 ±0.75d					
		ZD958	7.43 ±0.32e	25.16 ±1.47c	31.41 ±1.55c	31.29 ±1.06b	20.87 ±1.23c					
中部 Mid-part	M3	GY115	3.52 ±0.31h	4.01 ±0.17g	6.00 ±0.32g	3.84 ±0.15h	4.52 ±0.23g					
		ND108	4.47 ±0.18g	6.33 ±0.34f	8.34 ±0.42f	9.18 ±0.42g	5.90 ±0.22f					
		ZD958	5.22 ±0.32f	13.74 ±0.66d	14.17 ±0.73	18.87 ±1.23e	8.79 ±0.37e					
	M1	GY115	60.76 ±3.43a	59.87 ±2.44a	57.89 ±2.75bc	60.41 ±2.84b	68.21 ±3.23b					
		ND108	46.54 ±2.36b	53.12 ±2.84b	57.79 ±2.88bc	61.67 ±3.17b	63.47 ±3.83b					
		ZD958	59.70 ±2.12a	51.89 ±2.38b	63.44 ±3.27a	76.33 ±3.28a	72.66 ±2.94a					
	M2	GY115	46.15 ±2.13b	40.75 ±1.73d	47.68 ±2.56de	40.55 ±2.04e	29.13 ±1.13g					
		ND108	37.26 ±1.88d	45.84 ±2.36c	50.76 ±2.76d	50.19 ±2.44d	38.64 ±2.21e					
		ZD958	48.07 ±2.18ab	46.17 ±3.10c	55.92 ±3.19c	63.66 ±3.14b	58.62 ±2.74c					
	M3	GY115	25.49 ±1.39e	26.58 ±1.03f	30.87 ±1.94g	34.50 ±1.48f	17.60 ±0.87h					
		ND108	36.25 ±1.37d	31.27 ±2.22e	36.61 ±1.03f	43.83 ±2.35e	32.41 ±1.65f					
		ZD958	42.12 ±2.35c	38.89 ±2.57d	46.52 ±2.62de	57.97 ±3.58c	45.23 ±2.77d					

2.4 密度对生育后期群体干物重和产量的影响

供试品种各密度处理生育后期单株干物重随生育进程呈 S 型曲线变化。随密度增大,供试品种各测定时期的单株干物重降低。不同品种相比,在低密度下单株干物重以 GY115 和 ND108 较大,ZD958 较小;在高密度(M3)下,大体表现为 ZD958 较大,ND108 次之,GY115 较低,即随着供试品种植株紧凑

型增强单株干物重增加的规律(表 4)。计算表明,各测定时期,各品种中高密度(M3)与低密度(M1)的单株干物重比值也与株型密切相关,以株型紧凑的 ZD958 最大,中间型 ND108 次之,平展型 GY115 最低。吐丝后 48 d,上述品种 M3 与 M1 中单株干物重比值依次为 77.82 % ,69.19 % 和 68.26 %。

表 4 不同密度下供试品种生育后期的单株干质量

Tab.4 The dry mass per plant at late growth stage in the tested cultivars with different plant-type

		under different density treatments					g/ plant
品种	密度	吐丝后天数/ d Days after silk					
Cultivar	Density	0	12	24	36	48	
GY115	M1	221.90 ±12.22a	322.75 ±10.13a	419.55 ±22.36a	444.94 ±21.63a	469.32 ±21.93ab	
	M2	180.71 ±8.87c	242.40 ±10.72c	314.11 ±13.77cd	400.08 ±18.32bc	434.83 ±20.66b	
	M3	119.03 ±5.23f	179.94 ±8.32e	232.55 ±12.19f	309.13 ±20.12e	320.38 ±12.32e	
ND108	M1	197.94 ±8.22b	276.82 ±16.32b	388.92 ±16.23ab	464.33 ±21.03a	483.70 ±20.33a	
	M2	155.66 ±7.02d	256.95 ±10.21bc	318.03 ±10.32c	386.80 ±18.32c	435.22 ±20.22b	
	M3	119.41 ±6.23f	182.92 ±7.83d	238.02 ±10.33e	313.75 ±16.21e	334.68 ±10.36de	
ZD958	M1	183.8 ±8.02bc	272.60 ±8.82b	369.71 ±13.02b	416.77 ±13.77b	437.65 ±20.22b	
	M2	133.00 ±7.12e	210.78 ±10.18d	289.43 ±15.23de	353.35 ±14.28d	387.59 ±12.84c	
	M3	109.63 ±7.12g	187.18 ±6.48e	245.60 ±12.86e	317.26 ±12.96e	340.59 ±13.76d	

随着密度增大,供试品种的单位面积穗数增多,穗粒数和百粒重降低;但不同株型品种上述产量构成因素随密度变化的增减幅度不同。GY115 随密度增大各产量构成因素的下降幅度大,ND108 次之,ZD958 的下降幅度小。不同品种各密度下产量的表现规律不同,GY115 在各密度下的产量依高低依次排序为 M2,M1,M3,ND108 为 M2,M3,M1,ZD958 为 M3,M2,M1(表 5)。表明不同株型品种产量对密度

的反应不同,获得高产的适宜密度存在明显差异。供试品种在试验条件下的产量潜力以 ZD958 最大,ND108 次之,GY115 最小。随着密度增大,各品种收获指数均显著降低,但各密度下均以 ZD958 最高,ND108 次之,GY115 最低(表 5)。上述品种在高密度(M3)中的收获指数分别为各自低密度(M1)下的 85.07 % ,78.36 % 和 68.86 % ,表明随着株型紧凑型

表 5 不同密度下供试品种的产量构成因素、产量和收获指数

Tab.5 The yield components,yield and harvest index in the tested cultivars with different plant-type

under different density treatments						
品种 Cultivar	密度 Density	穗数/ (10 ⁴ / hm ²) Spike No. per hectare	穗粒数 Kernel No. per spike	百粒重/ g 100-kernel weight	产量/ (kg/ hm ²) Yield	收获指数/ % HI
GY115	M1	33 098.55 ±1 022.34e	532.83 ±20.86a	30.12 ±1.02c	6 207.57 ±231.22f	40.08 ±1.23c
	M2	51 473.16 ±2 122.36d	401.02 ±13.28de	30.08 ±0.83c	7 293.06 ±203.84e	32.58 ±1.54e
	M3	65 376.90 ±1 833.28c	303.46 ±13.21g	27.45 ±0.48d	5 780.34 ±200.18g	27.60 ±1.38f
ND108	M1	33 333.45 ±1 028.12e	488.12 ±19.03b	35.99 ±1.32a	7 027.78 ±184.96f	43.85 ±1.04b
	M2	52 248.32 ±2 122.84d	422.88 ±21.48cd	34.67 ±1.02ab	8 487.54 ±321.03c	37.33 ±1.82d
	M3	70 342.83 ±2 302.16ab	340.62 ±10.23f	30.61 ±1.07c	8 089.83 ±239.12d	34.36 ±0.68e
ZD958	M1	33 778.32 ±1 023.43e	527.27 ±26.22a	36.94 ±1.38a	7 310.07 ±188.32e	47.48 ±1.69a
	M2	52 839.56 ±1 633.63d	434.39 ±18.24c	34.06 ±1.22ab	8 670.33 ±278.32b	43.49 ±1.22b
	M3	71 258.66 ±2 683.68a	384.18 ±13.06e	32.40 ±1.03bc	9 801.86 ±120.12a	40.39 ±0.88c

3 讨论

植株株高、叶片数量、叶大小及其在茎秆上的空间分布是决定玉米株型的重要因素^[10]。前人对种植密度与玉米植株形态特性的关系研究表明,随着种植密度增加,群体内植株个体间光照、水分和养分的竞争加剧,叶片大小、茎叶夹角和叶片在植株上的

分布特征发生明显变化^[11,12]。本研究中,不同株型玉米品种植株下、中、上部叶片长、宽、茎叶夹角呈有规律的变化,大体表现为随着密度增加,叶片的长度和宽度变小、茎叶夹角变小。表明群体中个体植株在密度增大时,在植株形态上具有一定的自我调节能力。

叶面积指数是影响群体光合碳同化能力的重要

因素,也是反映玉米冠层结构特征的重要因子之一。本研究中,不同株型玉米品种的叶面积指数均表现为随着密度的增大而增加,但对供试品种冠层分层叶面积指数研究表明,在低密度下,不同株型品种在群体下层(0~40 cm至40~80 cm)的叶面积指数差异较小;但在高密度(M3)下,表现为GY115较低,ND108次之,ZD958较高,随着供试品种株型紧凑性的增强,群体内植株下部具有更多的绿色叶面积。高密度下,紧凑型玉米植株下位叶片的衰老速率相对较慢。这与不同株型品种各密度下植株下部光量子截获数量表现规律相一致,即高密度下紧凑型ZD958数量多,ND108次之,GY115少。前人研究表明,作物群体内植株下位叶维持绿色的时间和衰老速度,与该部位叶片的光量子获得数量具有紧密的联系^[13,14]。较强的光照能加强叶片中蛋白质的合成,延缓叶绿素的降解,维持叶片较大的绿色叶面积和较长的光合功能期^[15-17]。因此,随着株型紧凑型的增强,群体植株下部具有较大的叶面积指数,在较大程度上可能是由于该部位照光条件的改善所致。

随着密度增大,供试品种单株干物重均不断降低,但不同株型品种的降低幅度不同。紧凑型ZD958降低幅度较小,平展型GY115降低幅度较大。该结果也可能与紧凑型玉米品种在较高密度下群体中下部具有相对良好的通风透光条件有关。玉米是喜光C₄作物,较高的光通量密度有利于增强光合器官的碳同化能力^[18,19]。因此,在群体叶面积指数大、群体中通风透光差,但是产量形成关键期的生育后期,紧凑型玉米群体中下部具有相对改善的照风条件,改善了对果穗籽粒形成和灌浆具有重要作用的穗位叶,以及下部茎生叶的光合功能,对于相对增加群体单株干物质积累具有重要作用。此外,研究表明,光合器官的碳同化产物在植株中表现为就近供应特性^[20],紧凑型植株下部叶片光合能力的改善,对于增加植株根系光合产物的分配数量,增加根系活力,并由此同步改善植株地上、下部器官的功能及其协调性,也可能是该株型品种随密度增大生育后期单株干物质积累降幅较小的重要生理原因。

本研究表明,随着密度增大,单位面积结实现穗数增多,不同株型品种穗部性状变劣的程度不同,随着株型紧凑型增强,变劣程度降低。此外,供试品种收获指数随密度增大而下降的幅度大于生育后期单株干物重的下降的幅度。结果表明与单株干物质积累相比,高密度对于光合产物向收获器官转运效率的影响更大。

参考文献:

- [1] 王振华,孙 宏,张喜英,等.不同冬小麦品种光合作用对环境因子响应的初步研究[J].华北农学报,2007,22(1):9-12.
- [2] Steduto P, Theodore C H. Maize canopies under two soil water regimes. III. Variation in coupling with the atmosphere and the role of leaf area index [J]. Agricultural and Forest Meteorology, 1998, 89: 201-213.
- [3] 石春林,朱 艳,曹卫星,等.水稻冠层结构的动态模拟研究[J].作物学报,2006,32(12):1831-1835.
- [4] 何 勇,张美年,刘昌明,等.玉米三种株型生理、生态特性及高产栽培技术研究[J].玉米科学,1997,5(1):39-43.
- [5] 章履孝,陈 静.玉米株型的划分标准及其剖析[J].江苏农业科学,1991(5):30-31.
- [6] 薛吉全,梁宗锁,马国胜,等.玉米不同株型耐密性的群体生理指标研究[J].应用生态学报,2002,13(1):55-59.
- [7] 吕丽华,王 璞,易镇邪,等.密度对夏玉米品种光合特性和产量性状的影响[J].玉米科学,2007,15(2):79-81.
- [8] 蔡一林,王久光,孙海燕,等.玉米几个株型性状的遗传模型及其穗粒性状的典型相关分析[J].作物学报,2002,28(6):829-834.
- [9] 任宪国.不同玉米杂交种产量构成因素及其相关分析[J].玉米科学,1996,4(2):42-45.
- [10] 李少昆,王崇桃.作物株型和冠层结构信息获取与表述的方法[J].石河子大学学报,1997,9(3):250-256.
- [11] 傅兆麟.小麦超高产基因型的株型结构问题[J].云南农业大学学报,2007,22(1):17-22.
- [12] 周文伟,李桂芝,李俊杰,等.不同类型玉米杂交种对密度的反应评价[J].玉米科学,2004,12(专刊):63-65.
- [13] Azumi Y, Watanabe A. Evidence for a senescence-associated gene induced by darkness [J]. Plant Physiology, 1991, 95: 577-583.
- [14] Ottman M J, Welch L F. Supplemental radiation effects on senescence, plant nutrients and yield of field-grown corn [J]. Agronomy Journal, 1988, 80: 619-626.
- [15] 余让才,范燕萍,王声斌,等.红光和远红光对黄化水稻和小麦幼苗乙醇酸氧化酶活性的影响[J].植物生理学通讯,2002,38(5):450.
- [16] 宋纯鹏.植物衰老生物学[M].北京:北京大学出版社,1998.
- [17] Weaver L M, Amasino R M. Senescence is induced in individually darkened arabidopsis leaves, but inhibited in whole darkened plant [J]. Plant Physiology, 2001, 127(3): 876-861.
- [18] Matsuoka M, Furbank R T, Fukayama H, et al. Molecular engineering of C₄ photosynthesis [J]. Annual Review Physiology Plant Molecular Biology, 2001, 52: 297-314.
- [19] 郭 江,肖 凯,郭新宇,等.玉米冠层结构、光分布和光合作用研究综述[J].玉米科学,2005,13(2):55-59.
- [20] Shi J-Z, Wang T-D. Simulation phase and of shoot/root ratio changes during vegetative as affected by environmental factors [J]. Acta Phyto Physiologica Sinica, 1995, 21(4): 313-323.