

关于耐密型玉米杂交种 几个外观性状指标讨论

魏凤乐 刘俊屏

(吉林省农科院玉米所)

宫书彦 杨献才

(公主岭市种子管理站)

摘 要

通过对8个玉米杂交种的最佳产量密度与植株外观性状、穗粒性状的相关分析,结果表明:
1. 玉米杂交种的最佳产量密度与叶面积呈负相关,与茎上叶片角度、叶向值呈正相关,与顶部叶、穗位上叶平均值、全株平均值的相关系数绝对值、回归系数较高。2. 最佳产量密度与穗粒重、穗粒数、穗长的表型值呈负相关,与百粒重表型值呈正相关,与百粒重、穗粒重、穗粒数的变异系数呈负相关,与穗长的变异系数无相关性。

前 言

耐密型玉米杂交种的育成和推广,是玉米生产上的一项重大技术突破。山东省莱州市育成的高产、耐密植的玉米品种,首次创造了亩产超吨粮的高产纪录以来,全国各育种单位相继报道了耐密杂交种的选育成功。1991年春,北京地区农业专家提出:“京郊玉米单交种,今后开发重点转向以紧凑型玉米为主的第四次品种更换。”北方旱作玉米区的一些种子科研、管理及生产部门逐渐认识到,选育、选用高产耐密型玉米杂交种,取代高秆、大穗、稀植、叶片平展、披散的杂交种,是改变目前玉米单产几年来一直没有较大突破,处于徘徊局面的重要措施之一。本文目的是:通过对不同株型的玉米杂交种在吉林试种后,其植株外部形态、穗粒性状与其耐密性关系的分析,为北方旱作玉米区育种工作者在选育耐密型玉米品种提供参考依据。

材料与方 法

试验选用从山东省引入耐密型玉米杂交种掖单9至15号以及当地推广的平展型杂交种丹玉13共8份。1990年在公主岭试验种植。

1. **种植方式:**以原产地对品种需求的最适密度为基础,上、下再各加设一个密度。采用随机区组裂区排列设计,每个品种三个密度3次重复。种植密度为主区处理,品种在组内随机排列为副区,每副区5行,10米长,行距65厘米,株距分别为:掖单9,10,11为26.6,30.0,33.3厘米;掖单12,13,15为23.3,26.6,30.0厘米;掖单14为20.0,23.3,26.6厘米;对照丹玉13为36.7厘米。

2. **最佳产量密度确定方法:**以实际测产获得最高产量的密度为该品种的最佳产量密度(下文简称最佳密度),即最适宜的种植密度。测产方法,收获中间三行,脱粒后按18%含水量

折合公顷产量。

3. 植株外观性状测定:玉米乳熟后期,在51 282株/公顷和57 836株/公顷二种密度试验区里测定各品种叶面积(叶长×叶宽×0.75);茎上叶片与地平线所成角度 θ (下文茎上叶片角度),是统称叶夹角的补角;下垂距(叶环到叶片下垂点的距离),计算叶向值 Lov :

$$Lov = \sum_{i=1}^n [\theta(I_f/I)]i/n$$

I = 叶片总长度

I_f = 下垂距

n = 测定叶片数

测定穗位下一叶至顶端叶的全部叶片,这几片叶对玉米生育后期群体透光量影响最大。

4. 穗粒性状:收获后,在各处理内取有代表性的10个果穗风干,考察其穗长、穗粒数、穗粒重及百粒重的表型值并计算各性状的变异系数。

5. 各品种最佳值:计算各品种最佳密度与茎上各节叶片角度、叶向值、叶面积的回归系数和相关系数,计算最佳密度与穗粒性状的相关系数。

结果与分析

1. 各品种的最佳产量密度:从各品种在不同密度条件下的产量结果看:掖单9和掖单13每公顷种植57 836株产量最高;掖单12,14最佳密度为66 028株/公顷;掖单10最佳密度46 200株/公顷;掖单11和掖单15最佳密度分别为4.6~5.1万株/公顷和5.8~6.6万株/公顷之间,为计算方便,记为48 741和61 922株/公顷。

表1 各品种在不同密度下产量结果(单位:kg/ha)

株距 (cm)	20.0	23.3	26.6	30.3	33.3	36.7
品种	76923	66028	57836	51282	46200	42034
掖单9			13820	12008	10743	
掖单10			10175	9338	11070	
掖单11			11739	12287	12455	
掖单12		12000	11010	9390		
掖单13		13452	14483	13293		
掖单15		11787	11706	11121		
掖单14	10262	11172	11004			
丹玉13						9834

2. 最佳密度与穗粒性状的相关性:各品种在不同密度条件下,其穗长、穗粒数、穗粒重和百粒重都随着密度的加大而变小,但各品种、各性状的变化都不相同。在每公顷4.6~5.8万株密度下,掖单9的各性状变异系数最小,在每公顷5.1~6.6万株密度下,掖单12的各项变异系数最小,其次是掖单15。穗部4个性状变异系数较小的品种,最佳密度大。最佳密度与各穗粒性状之间的相关有着较大的差别,从表2可以看出,最佳密度与百粒重的变异系数呈显著负相关,与穗粒重、穗粒数呈负相关,与穗长无相关。即百粒重、穗

粒重、穗粒数随密度的变化而发生变化愈小的品种愈耐密植。

在不同密度条件下,最佳密度与穗部各性状表型平均值的相关性也不同,与穗粒重、穗粒数呈较密切的负相关,也就是说大多数大穗品种不耐密植。最佳密度与穗长呈不密切负相关,与百粒重呈不密切正相关。我们知道,这四个性状与产量呈显著性正相关,如欲选育既高产又耐密的品种应以中小穗大型型,且在不同环境下变异较小类型着手较容易成功。但并不是所有大穗品种都不耐密,小穗品种都耐密。从穗粒重表型值与最佳密度相关的决定系数 $r^2 = 0.582$ 看,尚有 $1-r^2 = 0.418$ 的变异,即大穗耐密品种和小穗不耐密的品种属特殊情况存在。

最佳密度与穗粒性状的相关

品种	株/ha	穗长 (cm)	穗粒数	穗粒重 (g)	百粒重 (g)
掖单 12	66028	17.3	592.2	175	32.3
	57836	17.1	614.4	202	31.7
	51282	17.8	621.5	205	31.8
	C·V%	2.07	2.51	2.56	1.01
掖单 14	76923	16.7	422.8	147	35.7
	66028	17.7	434.8	168	37.0
	57836	18.6	481.8	175	38.0
	C·V%	5.38	5.98	8.92	1.83
掖单 15	66028	17.4	522.8	192	34.5
	57836	17.5	551.5	206	36.3
	51282	18.4	573.5	214	37.1
	C·V%	3.10	4.63	5.46	3.70
掖单 9	57836	20.0	616.2	230	37.7
	51282	20.0	632.6	242	37.6
	46200	21.3	637.6	245	38.0
	C·V%	3.67	1.78	3.32	0.56
掖单 13	66028	17.4	634.0	210	32.4
	57836	20.3	714.8	246	35.8
	51282	19.9	716.1	247	35.8
	C·V%	8.19	6.83	9.00	5.66
掖单 11	57836	19.3	614.9	234	31.8
	51282	19.1	775.5	274	31.1
	46200	20.5	757.0	310	35.2
	C·V%	3.86	12.30	13.94	6.70
掖单 10	57831	17.7	625.3	210	29.7
	51282	17.1	631.8	215	30.3
	46200	18.2	698.2	247	34.1
	C·V%	3.12	6.18	8.96	7.61
与表型值相关系数 r_i	-0.346	-0.709	-0.763*	0.489	
与变异系数相关系数 r_j	0.635	-0.521	-0.606	-0.823*	

3. 最佳密度与植株外部形态的相关性: 这里, 我们主要分析叶片在茎秆上着生的角度、延伸方向及其面积。

(1) 最佳密度与茎上叶片角度之间的相关性: 茎上叶片与地平线所成角度(除穗外叶外)均与最佳密度密切相关。随着最佳密度的增加, 相应品种的叶片角也愈大, 最佳密度与全株、穗位上叶片角度平均值及顶端一、二片叶片角之间回归系数大于其它叶片角。这个现象说明: 穗位上及全株的叶片收敛, 顶端第一、二片叶上冲对品种耐密性有利。整株茎上叶片平均角度大, 占地面积小, 顶部叶片直立, 有利于光的投射, 提高了下部叶片的受光率, 改善了群体内的通风条件。群体内光照、通风条件好, 下部叶片就可以进行正常的光合作用, 这是耐密的原因之一。截光理论指出, 当叶片较为直立时, 叶绿体可以吸收较低水平的光照, 从而导致日光能的有效利用, 这是选育耐密型品种, 可以提高单位面积产量的一个重要理论。

表 3

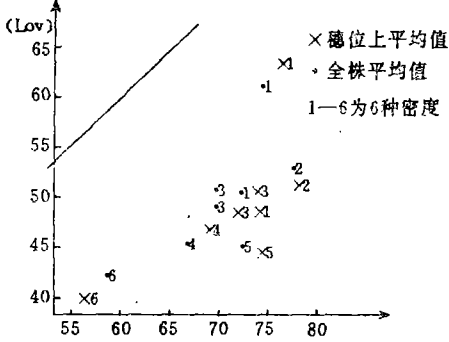
最佳密度与叶夹角的回归与相关

单位: °

品种	最佳密度株/ha	穗位下	穗位	穗 位 上							全株	
				1	2	3	4	5	6	7		\bar{X}_i
掖单 12	66028	70.2	68.5	74.5	76.7	75.0	75.7	76.4	77.0		75.9	74.3
掖单 14	66028	71.7	69.4	73.2	73.7	75.7	74.4	73.0	64.5		72.4	72.0
掖单 15	61932	75.9	73.8	77.5	78.4	82.5	81.2	74.8	72.2		77.8	77.0
掖单 9	57836	64.2	56.2	67.9	72.0	73.5	73.0	73.0	77.5	70.0	72.4	69.7
掖单 13	57836	67.4	64.9	71.2	73.7	75.5	71.8	70.3	63.0		70.9	69.7
掖单 11	48741	64.0	50.5	65.0	66.5	69.9	68.2	72.5	70.9		63.6	63.9
掖单 10	46200	66.2	66.2	70.0	74.4	73.2	76.8	75.5	75.9	75.5	74.4	72.6
丹玉 13	42034	62.8	69.9	68.2	68.0	67.2	62.7	56.3	44.7	30.0	56.7	58.7
回归系数 b		3.70 ⁻¹		3.12 ⁻¹	3.04 ⁻¹	3.61 ⁻¹	3.90 ⁻¹	4.26 ⁻¹	5.38 ⁻¹		4.92 ⁻¹	4.50 ⁻¹
相关系数 r		0.753*	0.281	0.707*	0.691	0.734	0.635	0.608	0.450		0.694	0.735*

(2) 最佳密度与叶向值的相关性: 叶向值是表达茎上叶片角度及调节叶片下垂情况的指标, 叶片在茎上的角度能影响叶片的伸展方向, 但当它从茎上往外延伸后就不能反映叶片拱起或弯曲的程度。以本试验适应 6 个最佳密度的 8 个品种的叶向值(Lov)和叶片角度(θ)绘

制相关图所示。假如,任何叶片不下垂,叶片角度与叶向值会出现对角线值。但正如左图所示,各品种叶片均有大量下垂现象,而且叶向值比叶片角度表示品种的耐密性更为准确。



叶向值与叶片角度相关图

从最佳密度与植株上各层叶片的叶向值的相关性看,与顶部第一片的回归系数比中部叶片角度高18~30倍,同时比与这片叶的叶片角度的回归系数高5.7倍。与顶部第二片叶的回归系数比中部叶片高5~8倍,比与叶片角度的回归系数高1.8倍,且相关密切。最佳密度与穗位上、全株平均叶向值的回归系数低于顶部第一、二片叶但相关显著;与穗位下叶片回归系数低于全株平均值,相关亦显著。与其余叶片相关不明显。结果表明:植株顶部第一、

二片叶的叶片角度及叶片的平直程度对品种的耐密性影响最大,其次是穗位上和全株平均叶向值,穗位下叶片收敛对品种的耐密性也有贡献,因为它对改善群体内的通风条件有利。

表 4

最佳密度与叶向值的回归与相关

品 种	穗位下	穗位	穗 位 上							全株平均	
			1	2	3	4	5	6	7		X
掖单 12	52.60	54.50	58.70	61.25	57.65	55.00	71.95	77.0		63.59	61.08
掖单 14	53.50	51.00	56.50	55.75	50.90	51.15	38.95	32.35		47.60	48.76
掖单 15	58.65	58.25	53.50	59.00	52.35	45.90	39.35	41.45		48.59	51.06
掖单 9	51.40	49.60	52.55	59.05	49.50	44.90	48.55	56.10	25.70	48.05	48.59
掖单 13	49.85	50.80	55.30	54.40	56.25	47.55	34.85	37.20		47.59	48.27
掖单 11	45.25	38.80	43.75	51.10	51.15	49.95	44.10	37.20		46.21	45.16
掖单 10	48.90	51.80	53.70	56.40	51.40	51.05	35.50	33.85	18.4	42.90	44.56
丹玉 13	46.30	52.20	57.50	58.30	52.80	45.45	31.50	20.20	14.1	39.98	42.04
回归系数 b	3.63 ⁻⁴		1.66 ⁻⁴	1.20 ⁻⁴	9.00 ⁻⁵	1.29 ⁻⁴	7.66 ⁻⁴	3.06 ⁻³		5.63 ⁻⁴	5.06 ⁻⁴
相关系数 r	0.776*	0.389	0.328	0.349	0.295	0.335	0.546	0.618		0.742*	0.803*

(3)最佳密度与叶面积的相关性:最佳密度与单株、穗位上总面积呈极显著负相关。从植株上各层叶片看,穗位第二片以上叶,最佳密度与叶面积回归系数绝对值大于下部叶片,且相关密切;以最佳密度与顶部三片叶的叶面积回归系数、相关系数绝对值最高。结果表明:整株叶面积小,所占的地面积小,有利于群体内通风透光,从而使品种最佳密度提高。但是单株面积相同的品种,其上部叶片小,减少对下部遮光,下部叶片稍大,光合作用面积不变,上下层叶片光照得到合理分布,可以使品种最佳密度再度增加。在选育耐密型品种时,应寻找这类各层叶片面积的分布形式。

人所共知,玉米子粒产量是通过绿色叶片光合作用形成的,增加可进行光合作用的叶面积是增加产量的途径之一。过去有人曾把果穗以上的叶片机械扶成直立方向,可使空秆减少,产量提高。Duncan (1971)指出,假如玉米植株顶部叶是直立的,而基部逐渐接近平展方向,那么叶面积指数就要大致为10,才能有最大的干物质积累。而当前在我们北方旱作区,现有品种公顷产量8250~9000公斤地块,叶面积指数为3.5~4.5。由此可见,增加叶面积指数,

表5 最佳密度与叶面积的回归和相关

品 种	穗位下	穗位	穗 位 上							$\Sigma X.$	全株 $\Sigma X.$
			1	2	3	4	5	6	7		
掖单 12	776.00	716.56	731.68	657.00	562.50	422.56	249.36	55.83		2622.72	4115.27
掖单 14	718.46	763.26	692.41	601.63	474.57	399.51	278.59	113.29		2560.14	4041.86
掖单 15	699.50	707.38	652.07	536.52	454.07	359.86	233.23	81.95		2317.63	3724.47
掖单 9	835.20	816.89	729.64	678.18	631.96	440.20	295.11	89.20	18.75	2883.00	4535.11
掖单 13	847.89	798.54	765.71	693.90	610.52	471.28	295.31	103.73		2940.43	4586.85
掖单 11	857.36	853.27	810.36	767.46	672.42	561.00	449.09	227.76		3488.09	5198.71
掖单 10	755.26	765.88	743.43	694.87	597.15	490.98	359.39	212.16	44.68	3141.99	4663.13
丹玉 13	837.76	811.99	753.57	811.65	615.84	584.79	439.92	232.05	27.64	3465.45	5115.19
回归系数 b	-3.44 ⁻³		-3.06 ⁻³	-7.61 ⁻³	-5.41 ⁻³	-7.44 ⁻³	8.05 ⁻³	-7.24 ⁻³		-4.10 ⁻²	-4.79 ⁻²
相关系数 r	-0.508	-0.670	0.590	-0.803*	0.647	-0.879*	-0.891*	-0.918**		-0.889*	-0.850**

提高单产的潜力还是很大的。从以上分析看,增加叶面积指数的方法之一就是选用下部叶片面积大,茎上叶片角度中等;上部叶片面积小,茎上叶片角度大,叶片挺直;在单株叶面积不减少的条件下,使植株中、下层叶片光照条件改善,个体生长正常,充分利用太阳直射光、反射光和透射光。提高对日光能的利用率和对密植的忍受能力,达到增加产量的目的。

结 语

耐密型玉米个体具有顶部叶片小,茎上叶片角度大且直立挺拔,遮光少;中、下部叶面积大,茎上叶片角度较大且平直,利于群体内通风,光能利用率高;每穗粒数少,百粒重高,随群体密度加大,穗粒重,百粒重变化小的特点。

选育耐密型品种时,为确定最佳产量密度,一定要进行密度试验,但占地面积大。对于初级品种筛选试验,一般试验单位安排多组合、多密度试验受土地因素限制,难以承受。可根据耐密型玉米植株,果穗的外观形态,在同一密度条件下种植表现,进行初级筛选是可行的。

耐密型玉米通过增加密度可增产,并不是说,品种的最佳密度愈高产量就愈高,正如文中所示,最佳密度5.8万株的掖单13比最佳密度6.6万株的掖单12产量高。这与各品种在最佳密度条件下的叶面积指数、生育期、源库流关系、抗病性、遗传性等等诸因素有关。但是培育一个株型紧凑,受光势态好,在高密度下有较强群体源供应能力的品种,确是高产育种方法之一。增加种植株数,是为了增加群体叶面积指数、增加实收穗数,发育正常的果穗,而达到增产目的。在生产中,单位面积种植株愈多,生产投入愈大。因此,在实际工作中,推广耐密型品种还要注意种植环境,投入和产出等各方面的因素。

参 考 文 献

- (1)潘才逐:玉米的叶向与产量,《国外科技》,1982年,2期,13~18页。
- (2)魏凤乐:玉米品种农艺性状间相关和通径分析,《吉林农业科学》,1988年,1期,41~44页。
- (3)魏凤乐:“掖单号”玉米在吉林试种,《农林科学试验》,1991年,8期,4页。

STUDIES ON PLANT CHARACTERISTICS OF HIGH-DENSITIVE-TOLERANCE VARIETIES OF MAIZE

Wei Fenle et al.

(Maize Institute, Jilin Academy of Agri Sci.)

Suitable plant density for the highest yield (SPDHY) and the characteristics of plant and ear were analysed, using 8 maize single-crosses. The results were that:

A. SPDHY was negatively correlated with leaf area, and positively correlated with leaf angle and leaf orientation value. The value of the relationship coefficients between SPDHY and the lower leaves of plant was low, but the value of the coefficients of SPDHY with flag leaf, average leaf area above the ear and of whole plant was high.

B. SPDHY was negatively correlated with kernal weight per ear, kernal number per ear, ear length and variation coefficients of 100-kernal weight, kernal weight per ear and kernal number per ear, positively correlated with 100-kernal weight, and was not correlated with variation coefficient of ear length.

(上接第4页)

(五)开展多途径育种新技术研究

目前大豆育种应以有性杂交育种为主,辅之以诱变育种和系统选种,有条件的单位应积极开展组织培养、细胞杂交、外源基因导入等生物新技术研究,以及杂优利用研究等。在研究时,各种新技术要注意与常规有性杂交育种密切结合,取长补短,发挥各自的优势,以便不断地推出优良大豆新品种,为促进大豆生产发展服务。

参 考 文 献

(1)吉林省农业科学院主编,《中国大豆品种志》,农业出版社,1985。

(2)吉林省农业科学院大豆研究所,我国大豆科学技术的成就——庆祝建国三十五周年,《吉林农业科学》,1984,3:1~5。

(3)张子金,中国大豆育种的进展,《第二次中美大豆科学讨论会论文集》。吉林科学技术出版社,1986。