

吉林省玉米高产区高产高效栽培技术 与生育生理指标研究

第二报 耐密型玉米增产原因分析与公顷产量 11250kg 高产群体主要生育生理指标*

尹枝瑞 王国琴 王振宝

(吉林省农科院玉米所, 公主岭 136100)

Studed on the Cultivation Techniques for High-yield Maize and the Indexes of Growth and Development and physiology in High-yield Region of Jilin province II. Reasons for Increasing Yield of Tolerant to Density Maize and Main Indexes of Growth and Development and physiology of High-yielding Population for 11,250kg pre Hectare

Yin Zhirui Wang Guoqin Wang Zhenbao

(Maize Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100)

Abstract: Under good cultural situation, maize yield levels are mainly determined by the combining ability at the planting density for 45,000 plants per hectare and affected by density tolerance at the planting density for 60,000 plants per hectare. The density tolerance is a synthetic character. Better combining ability is a prerequisite for the maize with better density tolerance (or tolerant to density type). It has not only upright leaf plants but also stronger stalk, more developed roots, better kernels, better emergence seedlings and even plants et al. The principal reason that tolerant to density maize is good for close planting is that it has better density tolerance. Because of the differences of the luxuriant level, photosynthetic efficiency and economic coefficient of variety, the main quantity indexes of high-yielding population for 11,000-12,000kg per hectare are total photosynthetic leaf-area and duration ($3,164,000-4,392,000\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{ha}^{-1}$), maximum index of leaf-area ($4.25-5.53$), net assimilating rate ($5.76-7.55\text{g} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$), economic coefficient ($0.496-0.549$) and percentage of radiation ($22.8-25.6\%$ at ear and $8-10\%$ near ground) at early grainfilling.

Key Words: Corn; Tolerant to density variety; Yield; Cultivation techniques; Physiological index.

* 在试验及本文撰写过程中,李维岳先生给予了指导,张临杰参加了调查工作,在此一并致谢。

摘要 在良好栽培条件下,玉米品种的产量水平在公顷 4.5 万株稀植时,主要是由配合力决定的,而在公顷 6.0 万株密植时耐密性又成为主要影响因素。耐密性是一个综合性状,耐密性强(或耐密型)玉米,是以较高配合力为前提的,不仅株型紧凑,而且还具有秆强、根系发达、结实性好、易抓苗、植株整齐度高等特点。耐密型玉米适于密植的根本原因是耐密性强。公顷 11000~12000kg 高产群体,由于品种的繁茂程度、光合效率以及经济系数有差异,其主要数量指标为总光合势 316.4~439.2万 $\text{m}^2 \cdot \text{g} / \text{日} / \text{ha}$,最大叶面积系数 4.25~5.53,净同化率 5.76~7.55 $\text{g} / \text{m}^2 \cdot \text{日}$,经济系数 0.496~0.549。籽粒灌浆初期穗位处田间透光率 22.8%~25.6%,近地面处 8%~10%。

关键词 玉米 耐密型品种 栽培技术 生理指标 产量

以紧凑株型为显著形态特征的耐密型玉米,在密植时表现出较强的产量潜力。关于玉米的产量潜力与株型、配合力的关系,目前学术界观点不同。我们通过增加代表品种的数量,在稀、密两种密度下进行试验研究,参加讨论。同时研究公顷产量 11000~12000kg 高产群体的主要生育生理指标,为制定高产栽培技术提供依据。

1 材料与方法

1991~1992 年在吉林省农科院试验地进行试验。试验地为黑土,土壤肥力上等,0~20cm 耕层有机质 2.737%,碱解氮 105.3mg/kg, P_2O_5 18.2mg/kg, K_2O 136.4mg/kg。供试品种:耐密型代表品种掖单 12、掖单 13、吉单 194;稀植型代表品种丹玉 13、吉单 159。每个品种均设两个密度,即公顷 4.5 万株稀植和公顷 6.0 万株密植。施肥量:公顷施 N 量 337.5kg, P_2O_5 112.5kg, K_2O 150kg。调查生育进程和主要生育时期的叶面积、干物重、吐丝后测田间透光率,成熟后测产、考种。

2 结果与分析

2.1 产量水平与耐密性、配合力的关系

公顷 4.5 万株稀植时,玉米品种之间产量有差异,但差异不大;6.0 万株密植时,一部分品种产量提高,一部分品种产量下降,而且品种之间差别较大(如图 1)。稀植时玉米单株产量受密度影响小,产量潜力基本得到发挥,品种之间的产量差异主要是由配合力决定的。密植时由于品种的耐密性不同,其单

株产量受密度影响程度也不相同,即耐密型玉米受密度影响相对较小,单株产量下降幅度也小;而稀植型玉米受密度影响相对较大,单株产量下降幅度也大(图 2)。密植时玉米

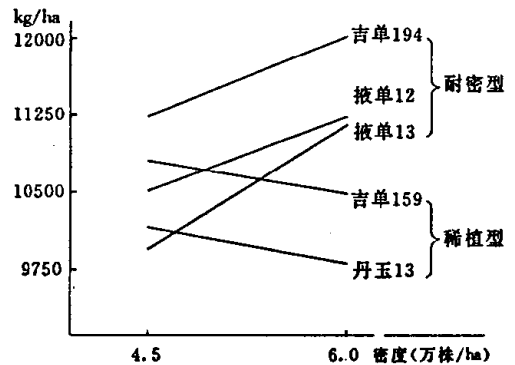


图1 产量水平与耐密性

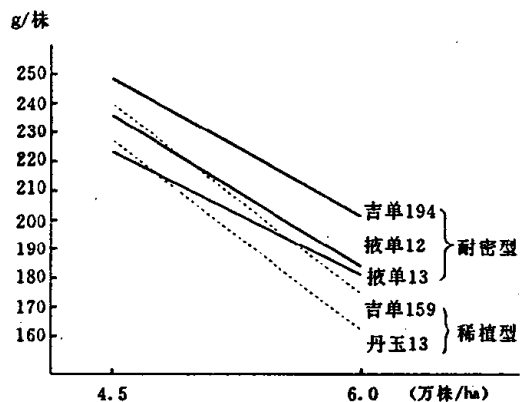


图2 单株产量与耐密性

品种的产量水平主要是由耐密性决定的。本研究将密植时产量高的玉米称为耐密型(或

耐密性强的)玉米,将密植时产量下降、稀植时产量较高的玉米称为稀植型玉米。玉米的产量水平与耐密性、密度的关系,可以概括为:耐密型玉米密植产量>耐密型稀植≈稀植型稀植>稀植型密植。研究结果表明,耐密型玉米(典型小穗型品种除外)在稀植时,也能获得与稀植型玉米大体一致的产量。

从生产发展的角度看,一个高产玉米品种,不仅要有较高的配合力,而且还应具有较强的耐密性。在育种工作中,如果在公顷4.5万株条件下鉴定配合力,那么可以在公顷6.0万株条件下鉴定耐密性。

2.2 生育期及植株性状

从总体上看,耐密型玉米与稀植型之间,其生育进程、生育期无差别,植株的繁茂度耐密型略逊于稀植型。有一点不同之处是,耐密型玉米密植时,单株干物重高于稀植型(高3.1%)。表现出了耐密型玉米干物质积累受密度影响小。耐密型玉米中,品种之间在某些性状上还是有差别的,如吉单194生育期较短,属植株清秀型;掖单13生育期较长,属植株繁茂型(表1)。由此可见,某个品种的品种特性,尚不能完全代表一个类型的共同特点。

表1 耐密型与稀植型玉米生育期及植株性状
A 稀植(4.5万株/ha)

项 目 品种类型		生 育 期			植 株 繁 茂 状 况				
		吐丝期 (日/月)	成熟期 (日/月)	出苗~成熟 (天)	株高 (cm)	穗位高 (cm)	单株叶片 数(片)	单株全展叶 面积(cm²)	成熟期单株 干重(g)
耐密型	吉单 194	24/7	19/9	130	265	101	18.4	8144	439
	掖单 13	27/7	27/9	138	245	103	20.1	10539	479
	掖单 12	25/7	23/9	134	234	99	18.8	9216	474
稀植型	吉单 159	25/7	23/9	134	272	111	20.9	9513	488
	丹玉 13	26/7	24/9	135	256	99	19.9	9779	470
平 均	耐密型	25/7	23/9	134	248	101	19.1	9300	464
	稀植型	25~26/7	23~24/9	134~135	264	105	20.4	9646	479
	耐密型比 稀植型±	早 0.5(天)	早 0.5(天)	早 0.5(天)	-16	-4	-1.3	-346	-15

B 密植(6.0万株/ha)

耐密型	吉单194	25/7	20/9	131	270	107	18.6	7831	397
	掖单13	23/7	28/9	139	247	107	19.9	9922	409
	掖单12	26/7	24/9	135	238	106	18.9	8645	412
稀植型	吉单159	26/7	24/9	135	273	111	20.9	9036	376
	丹玉13	27/7	25/9	136	265	112	20.1	9178	377
平均	耐密型	26/7	24/9	135	252	107	19.1	8799	406
	稀植型	26~27/7	24~25/9	135~136	260	112	20.4	9107	377
	耐密型比 稀植型±	早0.5(天)	早0.5(天)	早0.5(天)	-17	-5	-1.3	-308	+29

2.3 光合面积

2.3.1 叶面积系数

无论是密植还是稀植,耐密型玉米拔节至籽粒灌浆中期(吐丝后30天),以及全生育期平均叶面积系数,与稀植型玉米相比,呈现出大体相同或略低趋势,而临近成熟期(吐丝45天以后)却高于稀植型。密植时更突出,比

稀植型的高1.8倍。从表2可见,耐密型玉米密植时,产量的提高与叶面积系数增长的趋势是一致的;而稀植型玉米密植时,叶面积系数同样提高,但产量有所下降,表现出产量与叶面积系数的不一致性。说明在密植时,有相同的叶面积系数不一定有相同的产量水平,这主要是由品种的耐密性决定的。

表 2

耐密型与稀植型玉米叶面积系数比较

(密度:万株/ha,产量:kg/ha)

生育时期 品种类型		拔节期		大口期		吐 丝		吐 丝 后						成熟期		全生育期 平均		产 量	
								15 天		30 天		45 天							
		4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	6.0
耐密型	吉单 194	0.42	0.57	2.99	3.66	3.45	4.25	3.40	4.22	3.32	4.14	2.54	2.79	1.17	1.13	2.17	2.60	11157	12113
	掖单 13	0.48	0.69	3.77	4.77	4.50	5.53	4.29	5.24	4.11	5.17	3.66	4.35	2.51	2.14	2.94	3.50	10086	11180
	掖单 12	0.46	0.73	3.80	4.40	3.99	4.81	3.92	4.70	3.79	4.35	2.94	2.72	1.35	0.94	2.53	2.84	10574	11207
稀植型	吉单 159	0.53	0.70	3.45	4.58	3.99	5.18	3.89	4.99	3.81	4.75	3.40	3.10	1.48	0.68	2.56	3.01	10769	10509
	丹玉 13	0.55	0.68	3.58	4.57	4.11	5.19	3.93	4.93	3.77	4.60	2.50	3.36	0.95	0.31	2.45	2.97	10251	9888
平 均	耐密型	0.45	0.66	3.52	4.28	3.98	4.86	3.87	4.72	3.74	4.55	3.05	3.29	1.68	1.40	2.54	2.98	10606	11500
	稀植型	0.54	0.69	3.52	4.58	4.05	5.19	3.90	4.96	3.79	4.68	2.95	3.23	1.22	0.50	2.51	2.99	10510	10199
	耐密型比稀植型±(%)	-16.6	-4.3	0.0	-6.6	-1.7	-6.4	-1.0	-4.8	-1.3	-2.8	+3.4	+1.8	+37.7	+280	+1.2	0.0	+0.91	+12.8
	耐密型 6.0 万比稀植型 4.5 万±(%)	+22.2		+21.6		+20.0		+21.0		+20.0		+13.4		+14.8		+18.7		+9.4	

适宜的叶面积系数与品种的耐密性关系密切。耐密型玉米适宜叶面积系数:吐丝期 4.86,成熟期 1.40,全生育期平均 2.98;稀植型玉米分别为 4.05、1.22、2.51。成熟期大于 1.0 的叶面积系数,在产量形成中具有重要作用,耐密型玉米在这方面具有较强的优势。

2.3.2 光合势

耐密型与稀植型玉米,各生育阶段光合势的动态变化及全生育期总光合势,与叶面

积系数的动态变化基本一致。即在出苗至籽粒灌浆中期,以及全生育期总光合势,耐密型玉米并不具有优势,而在成熟前耐密型玉米高于稀植型玉米,密植条件下更为突出(表 3)。若以吐丝期为界,两种类型玉米生育后期(吐丝~成熟)光合势的绝对数量相同,但占全生育期百分比却是耐密型大于稀植型(表 4)。

表 3

耐密型与稀植型玉米光合势比较

(单位:万 m²·日/ha,万株/ha)

生育时期 品种类型		出苗期~ 拔节期		拔节期~ 大口期		大口期~ 吐丝期		吐 丝 后						吐丝后 46 天 ~成熟期		全生育期	
								吐丝~后 15 天		16~30 天		31~45 天					
		4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	6.0
耐密型	吉单 194	4.7	6.3	42.6	52.8	41.9	55.4	51.5	63.5	50.4	62.7	44.0	52.1	22.2	23.6	257.3	316.4
	掖单 13	5.3	7.5	57.5	79.1	57.9	66.9	65.9	80.9	63.0	78.2	58.2	71.4	52.5	55.2	360.3	439.2
	掖单 12	5.6	8.7	61.8	74.4	31.2	41.6	59.3	71.4	57.8	68.0	50.4	53.1	32.3	27.5	298.4	344.7
稀植型	吉单 159	6.0	7.7	49.8	65.9	52.1	73.0	59.0	76.2	57.6	73.1	53.7	59.0	36.3	28.4	314.5	383.3
	丹玉 13	6.0	7.5	56.0	70.8	50.0	68.3	60.3	75.9	57.8	71.4	46.7	59.7	25.5	27.0	302.3	380.6
平 均	耐密型	5.2	7.5	54.0	68.8	43.7	54.6	58.9	71.9	57.1	69.6	50.9	58.9	35.7	35.4	305.5	366.7
	稀植型	6.0	7.6	52.9	68.4	51.1	70.7	59.7	76.1	57.7	72.3	50.2	59.4	30.9	27.7	308.5	382.2
	耐密型比稀植型±(%)	-13.3	-1.3	+2.1	+0.6	+14.5	-22.8	-1.3	-5.5	-1.0	-3.7	+1.4	-0.8	+15.5	+27.8	-1.0	-5.4
	耐密型 6.0 万比稀植型 4.5 万±(%)	+25.0		+30.0		+6.8		+20.4		+20.6		+17.3		+14.6		+18.9	

产量与光合势的关系,在稀植时有大体相似的光合势,有相似的产量水平,与品种的耐密性基本无关。密植时则不相同,耐密型玉米产量水平的提高与光合势的增加相吻合,稀植型玉米光合势虽同样增加,而产量下降了,主要是品种的耐密性差,增加了的光合势未起到增产作用。耐密型高产群体全生育期总光合势 366.7 万 m² · 日/ha,由于品种繁

茂程度不同,其幅度为 316.4~439.2 万 m² · 日/ha。稀植型玉米为 382.2 万 m² · 日/ha。耐密型玉米生育后期光合势占全生育期总光合势比例大,即使在密植时仍然可以达到稀植型玉米稀植时的比例,对籽粒灌浆十分有利,稀植型玉米密植时,这个比例下降,不利于籽粒灌浆。

表 4 耐密型与稀植型玉米的光合势特点 (单位,万 m² · 日/ha,万株/ha)

品种类型与密度	生育阶段 项 目	出苗~吐丝		吐丝~成熟		出苗~成熟
		光合势	占全生育期百分比	光合势	占全生育期百分比	
耐密型	4.5	102.9	33.7	202.6	66.3	305.5
	6.0	130.9	35.7	235.8	64.3	366.7
稀植型	4.5	110.0	35.7	198.5	64.3	308.5
	6.0	146.7	38.4	235.5	61.6	382.2

2.4 干物质积累

2.4.1 积累速度

耐密型玉米在稀植时,单株和群体积累速度与稀植型相比,均呈略低趋势,密植时均

都高于稀植型。密植时耐密型玉米群体积累速度提高,稀植型玉米则下降。这是由于耐密型玉米单株积累速度受密度影响小,下降幅度小,而稀植型玉米耐密性差,下降幅度大所造成的(表 5)。

表 5 耐密型玉米与稀植型玉米干物质积累速度比较 (密度,万株/ha)

品种类型	项 目 密 度	单株(g/株 · 日)			群体(kg/ha · 日)		
		4.5	6.0	6.0 比 4.5 ± (%)	4.5	6.0	6.0 比 4.5 ± (%)
耐密型	吉单 194	10.48	8.94	-14.69	31.44	35.76	+13.74
	掖单 13	10.62	8.34	-21.47	31.86	33.56	+5.34
	掖单 12	10.64	8.94	-15.98	31.92	35.76	+12.03
稀植型	吉单 159	11.03	7.80	-29.28	33.09	31.20	-5.71
	丹玉 13	10.74	8.00	-25.51	32.22	32.00	-0.70
平 均	耐密型	10.58	8.74	-17.39	31.72	35.03	+10.44
	稀植型	10.89	7.90	-27.46	32.66	31.16	-4.59
	耐密型比稀植型 ± (%)	-2.85	+10.63	—	-2.88	+12.42	—

注:表中数字用表 6 中各生育时期干物质积累量计算得来,公式为: $\frac{dy}{dx} = \frac{c' \cdot e^{a+bx}}{(1+e^{a+bx})^2}$

2.4.2 积累量

耐密型玉米稀植时,各生育时期积累量略低于稀植型;密植时在拔节期也还较低,从

吐丝期开始便高于稀植型的,到成熟期更明显(表 6)。

表 6 耐密型与稀植型玉米干物质积累动态

(kg/ha, 万株/ha)

品种类型	生育时期 密度	拔节期		大口期		吐丝期		吐 丝 后						成熟期	
								15 天		30 天		45 天			
		4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	6.0
耐密型	吉单 194	302	330	4950	5640	8325	8700	9990	12060	15390	16140	17505	20580	19755	23820
	掖单 13	396	552	5670	7140	8280	9720	10170	12000	15300	16440	18435	19140	21555	24540
	掖单 12	419	468	5715	8460	8730	10800	10755	11820	15840	15660	19035	19860	21330	24720
稀植型	吉单 159	419	612	5460	7260	8835	10080	10665	11490	16455	15900	19290	18480	21960	21060
	丹玉 13	441	522	5670	6990	8325	8520	10695	11340	15735	15060	19350	18360	21150	21000
平 均	耐密型	372	450	5445	7080	8445	9740	10305	11960	15510	16080	18325	19860	20880	24360
	稀植型	430	567	5565	7125	8580	9300	10680	11415	16095	15480	19320	18420	21555	21030
	耐密型比稀植型±(%)	-13.5	-20.6	-2.2	-0.6	-1.6	+4.7	-3.5	+4.8	-3.6	+3.9	-5.2	+7.8	-3.1	+15.8
	耐密型 6.0 万 比稀植型 4.5 万 ±(%)	+4.7		+27.2		+13.5		+12.0		0.0		+2.8		+13.0	

综上所述,耐密型玉米干物质积累的特点是:单株积累速度受密度影响小,密植时群体积累量增加;稀植型玉米则不同,单株积累速度受密度影响大,密植时虽株数增加,但群体积累量仍然下降。两种类型玉米在稀、密两种密度下的干物质积累的差异,与其产量水平的差异相吻合。

2.5 净同化率

稀植时玉米品种之间净同化率有差别,但两种类型之间,无明显的趋势性差别。密植时各品种的净同化率均都下降,下降的幅度是稀植型大于耐密型,结果是耐密型密植的净同化率明显地高于稀植型的,这种差别在生育后期更明显(表 7)。

表 7 耐密型与稀植型玉米净同化率比较

(g/m²·日,万株/ha)

品种类型	生育时期 密度	出苗~吐丝			吐丝~成熟			全生育期平均		
		4.5	6.0	6.0 比 4.5 (%)	4.5	6.0	6.0 比 4.5 (%)	4.5	6.0	6.0 比 4.5 (%)
耐密型	吉单 194	8.53	7.60	-10.92	7.81	7.50	-3.97	8.17	7.55	-7.59
	掖单 13	6.49	6.33	-2.46	5.54	5.19	-6.32	6.02	5.76	-4.32
	掖单 12	8.35	7.67	-8.14	6.61	6.34	-4.08	7.48	7.01	-6.28
稀植型	吉单 159	7.86	6.87	-12.60	6.43	5.28	-17.88	7.15	6.08	-14.97
	丹玉 13	7.44	6.01	-19.22	6.74	5.45	-19.14	7.09	5.73	-19.18
平 均	耐密型	7.79	7.20	-7.57	6.65	6.34	-4.66	7.22	6.77	-6.23
	稀植型	7.65	6.44	-15.82	6.59	5.37	-18.51	7.12	5.91	-16.99
	耐密型比稀植型土(%)	+1.80	+11.80	+8.25 (百分点)	+0.90	+18.06	+13.85	+1.40	+14.55	+10.76 (百分点)

耐密型玉米密植时增产,不仅由于有较大的光合面积,而且还在于有较高的净同化率。稀植型玉米密植时产量下降,主要是净同化率下降幅度大造成的。由此可见,在高产条件下,净同化率的高低,是产量能否进一步提高的主要因素。

耐密型玉米高产群体全生育期平均净同化率为 6.77g/m²·日,稀植型玉米为

7.12g/m²·日。

2.6 田间透光率

2.6.1 高产群体的田间透光率

耐密型玉米高产群体(公顷 6.0 万株)的田间透光率,与稀植型玉米高产群体(公顷 4.5 万株)大体接近,即穗位处基本在 23%~26%之间,近地面处在 8%~10%之间。

两种类型玉米,在稀、密两种密度下,田

间透光率的总趋势是:耐密型玉米稀植>稀植型稀植>耐密型密植>稀植型密植(表8)。这种趋势与其净同化率的总趋势(耐密型玉米稀植>稀植型稀植>耐密型密植>稀植型密植,表7)相一致。表明玉米的净同化率与田间透光率关系密切,密植时净同化率主要取决于田间透光率。

耐密型玉米稀植时,田间透光率很高,穗位处高达30%,近地面处达到11%,但其产

量水平与净同化率并不高,与稀植型玉米大体一致。表明穗位处透光率高于25%,近地面处高于10%,就造成了光的浪费。而稀植型玉米密植时,产量及净同化率均都下降,说明穗位处透光率低于20%,近地面处低于8%,田间透光不良,对玉米产量形成有影响(表7、8)。因此,要依品种类型确定适宜密度,使田间透光率保持在合理范围内。

表 8 耐密型与稀植型玉米高产群体田间透光率 (% ,kg/ha,万株/ha)

品种类型	项 目	4.5					6.0				
		透 光 率			吐丝期叶 面积系数	产 量	透 光 率			吐丝期叶 面积系数	产 量
		穗位处	近地面处	平均			穗位处	近地面处	平均		
耐密型	吉单 194	30.17	13.72	21.95	3.45	11157.0	21.61	10.23	15.92	4.25	12112.5
	掖单 13	28.54	9.47	19.00	4.50	10086.0	22.41	5.82	14.11	5.50	11179.5
	掖单 12	33.48	11.83	22.66	3.99	10573.5	24.39	8.56	16.48	4.81	11206.5
稀植型	吉单 159	23.64	9.70	16.67	3.99	10768.5	15.24	6.65	10.95	5.18	10509.0
	丹玉 13	27.60	10.70	19.15	4.11	10251.0	17.80	7.76	12.78	5.19	9888.0
平 均	耐密型	30.73	11.67	21.20	3.98	10605.5	22.80	8.20	15.50	4.85	11499.5
	稀植型	25.62	10.20	17.91	4.05	10509.8	16.52	7.21	11.87	5.19	10198.5
	耐密型比稀植型土	+5.11	+1.47	+3.30	-0.07	+0.91 (%)	+6.28	+0.99	+3.63	-0.34	+12.76 (%)

2.6.2 田间透光率与叶面积系数、株型的关系

相对较小的叶面积系数和较紧凑的株型,均都有利于田间透光。耐密型玉米主要是由于株型紧凑,具体表现在叶片与茎秆夹角、叶片下垂距以及叶尖距均都较小。所以在密植叶面积系数增加情况下,群体内透光状况仍然良好。稀植型玉米,因为株型不紧凑,只

有在稀植、叶面积系数相对较小时,才能保持良好透光状况。由表9可见,全株平均叶片与茎秆夹角17~22°、叶片下垂距30cm左右、叶尖距40~45cm、吐丝期叶面积系数接近5.0的耐密型玉米高产群体和叶片与茎秆夹角25°左右、叶片下垂距34cm、叶尖距47cm左右、吐丝期叶面积系数4.0左右的稀植型玉米群体,均可达到理想透光状态。

表 9 田间透光率与叶面积系数及株型的关系

品种类型	项 目	田间透光率(%)			吐丝期 叶面积 系数	叶片与茎秆夹角(°)			叶片下垂距(cm)			叶尖距(cm)		
		穗位处	近地面处	平均		穗位上	穗位下	平均	穗位上	穗位下	平均	穗位上	穗位下	平均
耐密型	吉单 194	21.6	10.2	15.9	4.25	19.8	23.4	21.6	35.7	34.5	35.1	34.8	54.9	44.9
	掖单 13	22.4	5.8	14.1	5.50	16.9	18.9	17.9	22.5	39.8	31.2	31.1	50.7	40.9
	掖单 12	24.4	8.6	16.5	4.81	15.0	20.0	17.5	18.7	37.4	28.1	29.5	48.0	38.8
稀植型	吉单 159	23.6	9.7	16.7	3.99	27.0	25.6	26.3	26.2	41.7	34.9	35.2	59.2	47.5
	丹玉 13	27.6	10.7	19.2	4.11	26.1	25.2	25.6	30.3	38.4	34.4	39.7	53.7	46.7
平 均	耐密型	22.8	8.2	15.5	4.85	17.2	20.8	19.0	25.6	37.2	31.5	31.8	51.2	41.5
	稀植型	25.6	10.2	17.9	4.05	26.6	25.4	26.0	28.3	40.1	34.2	37.5	56.5	47.1
	耐密型比稀植型土	-2.8	-2.0	-2.4	-0.80	-9.4	-4.6	-7.0	-2.7	-2.9	-2.7	-5.7	-5.3	-5.6

注:1.透光率= $\frac{\text{群体内光强}}{\text{裸地光强}} \times 100\%$,测定时期为吐丝后10天以内;
2.叶片下垂距为叶片下垂点与茎秆的垂直距离;叶尖距为叶片尖端与茎秆的垂直距离;
3.耐密型密度为公顷6.0万株,稀植型为4.5万株。

综上所述,耐密型玉米由于具有紧凑的株型,使其在密植叶面积系数增加的条件下,群体内透光仍然良好,为群体保持较高的净同化率创造了条件。

2.7 结实性

玉米的结实性主要指单穗粒数、千粒重、双穗、空秆株率等。由于玉米的耐密性不同,结实性对密度的反应也有差异,结果是综合地表现在单位面积产量的高低上。耐密型玉米密植时增产,主要是单穗粒数受密度影响小,下降幅度小,在株数增加情况下,单位面积粒数增加幅度大,弥补并超过了千粒重下降造成的产量损失。稀植型玉米密植时减产,

主要是单穗粒数受密度影响大,下降幅度大,株数增加时,单位面积粒数只是略有增加,但弥补不上千粒重下降对产量的影响(表 10)。表明两种类型玉米密植时产量高低,受穗粒数影响较大。稀植型玉米密植时,到吐丝期个体及群体的生育受密度影响日趋明显,受影响的程度明显地大于耐密型(表 6、7),在吐丝~吐丝后 30 天内,正是玉米籽粒形成、决定穗粒数的关键时期。此时玉米生育状况对穗粒数有直接影响,这就是耐密型玉米密植时穗粒数下降幅度小的直接原因。耐密型玉米密植时空秆率低,对产量的作用是显而易见的。

表 10 耐密型与稀植型玉米结实性比较

项目 品种类型		产量(kg/ha)			公顷穗数(万穗)			单穗粒数(粒)			公顷粒数(万粒)			千粒重(g)			双穗株率(%)		空秆株率(%)		经济系数	
		4.5	6.0	6.0比4.5 ±(%)	4.5	6.0	6.0比4.5 ±(%)	4.5	6.0	6.0比4.5 ±(%)	4.5	6.0	6.0比4.5 ±(%)	4.5	6.0	6.0比4.5 ±(%)	4.5	6.0	4.5	6.0		
耐密型	吉单 194	11157	12113	+8.5	4.44	5.53	+24.5	676	646	-4.4	3001	3572	+19.0	371	339	-8.6	0.0	0.0	0.0	0.8	0.584	0.549
	掖单 13	10086	11180	+10.8	4.74	5.54	+16.9	645	623	-3.4	3057	3451	+12.9	341	313	-8.2	9.4	2.4	1.0	1.8	0.505	0.496
	掖单 12	10574	11207	+6.0	4.38	5.46	+24.6	716	700	-2.2	3136	3822	+21.9	338	293	-13.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.512	0.498
稀植型	吉单 159	10769	10509	-2.4	4.25	5.33	+25.4	702	594	-15.4	2984	3166	+6.1	360	333	-7.5	0.0	0.0	0.0	2.9	0.522	0.503
	丹玉 13	10251	9888	-3.5	4.27	5.12	+19.9	730	622	-14.8	3117	3185	+2.2	329	311	-5.5	0.0	0.0	0.0	3.0	0.506	0.489
平均	耐密型	10606	11500	+8.4	4.52	5.51	+21.9	679	656	-3.4	3031	3615	+19.3	350	315	-10.0	3.3	0.8	0.3	0.9	0.534	0.514
	稀植型	10510	10199	-3.0	4.26	5.23	+20.8	716	608	-15.1	3051	3175	+4.1	345	322	-6.7	0.0	0.0	0.0	3.0	0.514	0.496
	耐密型比 稀植型±(%)	+0.91 ±12.8		—	+6.1 ±5.4		—	-6.1 ±9.2		—	-0.7 ±13.9		—	+1.4 -2.2		—	+3.3 ±0.8		+0.3 -2.1	+0.020 ±0.018		

2.8 经济系数

玉米的经济系数是指分配到籽粒中的干物质占干物质总量的比例,也是影响经济产量的一个重要因素。若单位面积生物产量相同,参照表 10 中经济系数 0.50 ± 0.02 ,其经济产量最大相差可达 8%。表明经济系数对产量影响较大,耐密型玉米在这方面就具有优势。

3 讨论

玉米单交种的产量,在稀植时主要取决于配合力,在密植时耐密性又是主要影响因素。耐密性是一个综合性状,株型是其中一个重要性状。耐密性强的玉米密植时增产,紧凑的株型所起的作用,是在光合面积增加情况

下,群体内透光状况仍然良好,为全生育期一直保持相对较高的光合效率和较大的光合面积创造了条件。这种作用在生育后期、特别是临近成熟期更为突出。耐密型(或耐密性强的)玉米,不仅要有紧凑的株型,而且还要有配合力高、秆强、根系发达、结实性好、抗病、易抓苗等特点。在耐密型玉米杂交种选育过程中,有相当数量的具有紧凑株型的杂交种,或因配合力不高,或因在密植时倒伏,空秆增多、病害加重等,被淘汰了。目前生产中种植的耐密型与稀植型杂交种,均都具有配合力高,抗病、抗倒,结实性好等特点。因此,将以耐密植为主要特性的“紧凑型”玉米,称之为“耐密型”玉米,更符合实际。

公顷产量 11499.5kg,最大叶面积系数

4.86,总光合势 $366.7 \text{ 万 m}^2 \cdot \text{日/ha}$,净同化率 $6.77 \text{ g/m}^2 \cdot \text{日}$ 。在此基础上进一步提高产量的潜力是光合面积? 还是光合效率? 借助已有资料进行分析。山东夏玉米亩产 975 kg (14625 kg/ha),最大叶面积系数 5.58,总光合势 $23.94 \text{ 万 m}^2 \cdot \text{日/亩}$ ($359.1 \text{ 万 m}^2 \cdot \text{日/ha}$),净同化率 $7.24 \text{ g/m}^2 \cdot \text{日}$;亩产 1031.31 kg (15469.65 kg/ha),最大叶面积系数 $7.22^{[2]}$ 。北京公顷产量 17685.0 kg , 18406.5 kg ,最大叶面积系数分别为 7.51 和 7.69^[3]。说明光合面积和光合效率两方面都有潜力,但在实践中,二者又是矛盾的。增加光合面积,可以通过增加密度来实现,当光合面积超过一定限度之后,光合效率将明显下降。只有在较高的光合效率基础上增加光合面积,才有增产作用,胡昌浩等的“在适宜高密度下具有较高的群体光合速率,易获高产”^[4]研究结果也说明了这个问题。玉米品种之间光合效率差别较大^[5],因此,提高光合效率的主要途

径是选育高光效耐密型品种。另外,合理密植,创造良好肥、水条件,精细管理都有助于保持和稳定光合效率。

经济系数是影响籽实产量的重要因素,如果生物产量相同时,经济系数为 0.50 ± 0.02 ,最大产量相差可达 8%。经济系数在品种之间也有差别,同时易受肥水条件及栽培管理水平影响。所以,在选育高光效品种时,不能忽视经济系数这一主要性状。

参 考 文 献

- (1)李登海等,玉米株型在高产育种中的作用,《山东农业科学》,1992,3,4-8
- (2)王忠孝等,夏玉米亩产吨粮的理论与实践,《玉米科学》,1993,1(1):10-12
- (3)陈国平等,紧凑型玉米生长发育规律,《玉米科学》,1993,1(3):33-38
- (4)胡昌浩等,高产夏玉米群体光合速率与产量关系的研究,《作物学报》,1993,1:63-69
- (5)陈国平等,玉米的干物质生产与分配(综述),《玉米科学》,1994,2(1):48-53