

玉米自交系的耐密性及其与株型和配合力关系的研究

金明华 矫树凯 刘兴武 王树春

(吉林省农科院玉米所, 公主岭 136100)

Relationship of Density-tolerance with Plant-type and Combining-ability in Maize Inbred Lines

Jin Minghua Jiao Shukai Liu Xinger Wang Shuchun

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

Abstract: Through different density test of 99 maize inbred lines and 6 maize single hybrids (they are made of different density-tolerance-type maize inbred lines). Relationship of density tolerance with plant-type and combining-ability in maize inbred line was studied. The results of study showed the density-tolerance is comprehensive character. It relates to yield, grainferous-habit, plant-type and stem, etc. Plant-type is one of the most important characters. The density-tolerance and combining-ability is the base that we effectually select density-tolerance maize hybrid. The density test is necessary for maize hybrid in field.

Key Words: Maize; Inbred line; Plant-type; Density-tolerance; Combining-ability.

摘要 本研究通过 99 份玉米自交系的密度试验、不同耐密型自交系组配的六份杂交种的密度试验, 对玉米自交系的耐密性及其与株型和配合力的关系进行了研究。结果表明, 自交系的耐密性是一个综合性状, 涉及产量、结实性、株型、茎秆等几方面, 株型是重要性状之一; 自交系的耐密性和配合力, 是有效地选育优良耐密型杂交种的基础。因此, 严密准确的自交系耐密性鉴定以及耐密型优良杂交种选育, 均应通过密度试验的实际测定比较来进行。

关键词 玉米 自交系 耐密性 株型 配合力

耐密型玉米杂交种的应用, 为肥水条件较好的地区玉米单产进一步提高提供了一个技术关键。而拥有合适的亲本自交系, 则是实施这个技术关键的基础。以往的耐密性方面的研究报导, 多针对玉米杂交种及其株型的重要性。但本文采用大量供试材料, 着重探讨了玉米自交系的耐密性及其与株型和配合力

的关系, 旨在为有效地选育优良耐密的玉米杂交种提供选择耐密亲本自交系的依据。

1 材料和方法

选择株型紧凑、中间、平展三类常用玉米自交系 99 份, 以及不同耐密类型自交系组配

的6份杂交种,1990年在公主岭(北纬43°31',东经124°48',海拔200.1米)试验。

试验自交系采用5.5万株/公顷、7.0万株/公顷、8.5万株/公顷、三种密度,裂区设计。杂交种采用4.5万株/公顷、6.0万株/公顷、7.0万株/公顷三种密度,随机区组设计。

测定性状:(1)植株形态。单株叶面积、叶面积系数;叶向值=叶下垂长/叶全长×叶与水平面夹角。(2)产量及产量性状:每份材料收获25株左右测产、考种。(3)结实性。(4)茎秆:乳熟期用YJ-1型玉米茎秆硬度计测茎秆韧皮强度;茎粗系数=茎粗/株高×100%;穗位系数=穗位高/株高×100%。

耐密指数系指某自交系在较高密度(如7.0万株/公顷,或8.5万株/公顷)下产量比常规密度(如5.5万株/公顷)下产量的增减百分数。

根据耐密指数,将自交系对密度的反应划分成三种基本型,分别命名为耐密、不耐密、不敏感型。其中耐密型又分成高密度型和中密型,定义为:(1)耐密型是指公顷7.0万株时的耐密指数 $a\%$ 大于5.0%或公顷8.5万株时大于10.0%。其中,高密度型公顷8.5万株时耐密指数大于 $(a\%+5.0\%)$;中密型公顷8.5万株时耐密指数小于 $(a\%+5.1\%)$ 。(2)不耐密型是指耐密指数均为负值,并且绝对值大于4.0%。(3)不敏感型是指公顷7.0万株时耐密指数-4.0%到5.0%之间,公顷

8.5万株时为-4.0%到+10.0%之间。

各密度反应类型在本试验所设的三种密度中相对表现最适合的密度称作相对适宜密度。公顷5.5万株密度称作通常密度。

2 结果与分析

2.1 主要株型性状的确立

株型性状主要包括:(1)叶片着生角度及伸长状态、分布;(2)植株繁茂程度;(3)植株高度。为了探讨株型与耐密性的关系,首先需要探讨是否存在区别耐密与不耐密的主要株型性状,便于进一步对比分析。

结果表明,在各密度反应型中,整株及穗位上部茎叶平均夹角,高密型最小,中密型最大,不耐密型居中,叶角度表型值在耐密型和不耐密型间无界线。而整株尤其穗位上部平均叶向值大,且与棒三叶平均值相差大,是耐密型区别于不耐密型的一个明显特征(表1)。可见,叶向值作为叶角及叶片伸出茎后状态的综合指标,相对叶角可以较好的反映出耐密类型与不耐密类型间的叶片着生综合状态的差别。

表述植株繁茂程度的单株叶面积表型值,耐密型尤其中密型明显小于不耐密型。因此,单株叶面积也可作为主要株型性状之一(表1)。

表1 植株形态性状平均表型值

类 型	叶 角 (度)				叶 向 值				单株叶面积 (cm ²)	株高 (cm)
	穗位上	棒三叶	穗位下	整 株	穗位上	棒三叶	穗位下	整 株		
高 密	24.4	30.2	26.6	27.1	43.7	38.0	38.4	40.0	5419	193
中 密	27.2	32.6	29.4	29.7	40.0	34.7	36.8	37.2	5269	193
不耐密	25.2	30.7	27.7	27.9	36.2	33.3	36.5	35.3	5988	199
不敏感	25.8	31.2	27.1	28.0	37.6	33.4	35.6	35.5	5420	198

株高性状,耐密型的平均表型值小于不耐密型。但由于这两种密度反应类型的株高与单株叶面积为显著或极显著正相关(表

2)。所以,株高性状的表现,可用单株叶面积加以趋向性反映。

表 2 单株叶面积与叶向值、株高的相关系数

类 型	单株叶面积与叶向值的相关系数		单株叶面积与株高的相关系数
	穗位上部叶向	棒三叶叶向	
高 密	0. 3639	0. 4611 [*]	0. 5472 ^{**}
中 密	0. 2351	0. 1784	0. 4462 [*]
不 耐 密	-0. 1629	-0. 0597	0. 4033 [*]
不 敏 感	0. 2684	-0. 1141	-0. 0839

耐密型自交系有别于不耐密型,它的叶向值与单株叶面积对实现紧凑株型起着一定的互为弥补的作用,即植株繁茂的,叶向值较大;叶向值小的,植株清秀。这一点从表 2 的单株叶面积与叶向值的相关性,即耐密型均成正相关、不耐密型成负相关的结果得以证实。

综上所述,确立了两个简单的株型性状,即叶向值和单株叶面积;同时也看到,耐密型玉米自交系,一般具有叶向值大、单株叶面积小的良好的株型特点。但是,相反地,是否株型好就耐密?由于上述分析是运用各密度反应型的性状平均值进行的,而本试验参试材料较多,因此,欲进一步探讨这个问题,还需要加以具体分析。

2.2 耐密型主要株型性状表型值的众数范围的确立及其与不耐密型的重叠

探讨耐密型主要株型性状表型值的众数范围,确立一个数的界线,便于研究不耐密型是否有材料与其相重叠。如有重叠,那么比例又如何?其它性状与耐密型是否存在差别?这样,从中便可分析出耐密性主要涉及哪些性状;同时,也可以分析株型与耐密性的关系问题。

2.2.1 高密度

根据穗位上部平均叶向值划分,叶向值>50 的,高密度型有 53%,不耐密型有 8%。而穗位上部平均叶向值<50 的材料中,高密度型有 92%的材料单株叶面积小于 5650cm²,不耐密型也有 21%。

由于按照“穗位上部平均叶向值>50 和

单株叶面积<5650cm²”两项指标划分结果,高密度型的绝大多数材料(96%),不耐密型的少数材料(27%)在此范围。而叶向值越大,表示植株叶片着生角度和叶片挺直程度共同作用的株型越收敛;单株叶面积越小,表示植株越清秀。因此,将上述范围定为耐密型主要株型性状的区间之一。

2.2.2 中密型

根据单株叶面积划分,单株叶面积<5550cm² 的范围内,中密型有 70%,不耐密型有 28%。而单株叶面积>5550cm²,穗位上部平均叶向值>60 的,仅中密型有 27%,不耐密型没有。

按照上述的“单株叶面积<5550cm² 和穗位上部平均叶向值>60”的两项指标划分,中密型的多数材料(78%),不耐密型的少数材料(28%)符合指标。因此,将此指标范围定为耐密型主要株型性状的另一个区间。

主要株型性状的具体分析结果表明,耐密型尤其高密度型有大多数材料相对不耐密型而言,具备叶片上冲、叶向值大,或植株清秀、单株叶面积小的株型紧凑的特点;而不耐密型的多数材料则不具备。同时,也表明了耐密型中的高密度型与中密型,以及耐密型与不耐密型间均存在部分材料的株型性状表型值的交叉重叠。这一方面进一步说明了良好的株型是耐密性的重要性状;另一方面也说明了株型紧凑并非是耐密性的唯一性状。

2.3 株型紧凑的耐密自交系的结实性、茎秆表现

表 3 株型紧凑的耐密型的结实、茎秆性状与不耐密型对比

类 型	穗位上部叶向值	单株叶面积 (cm ²)	空秆率 (%)	双穗率 (%)	百株穗数	秃尖度 (%)
高 密	>50	或<5650	4.6	3.2	98.6	3.6
中 密	>60	或<5550	7.4	1.7	94.3	4.6
不 耐 密			11.4	0.7	89.3	5.9

如表 3 所示,通常密度下,株型紧凑的耐密型,表现出结实性较好。与不耐密型相比,空秆率低,双穗率高,百株穗数多,秃尖度小。

一般地,耐密类型在其较高的适宜密度下,与通常密度下相比,空秆不明显增多,单位面积上的有效穗数却大幅增加。其中,高密型增加了 39%,中密型增加了 26%,使密植条件下的群体表现出增产。

另一方面,耐密类型一般还具有良好的茎秆品质。从茎秆韧皮强度分布图看,耐密型尤其高密型偏大。但茎粗系数和穗位系数基本无差别。

根据耐密型的茎秆韧皮强度与其相对适宜密度下耐密指数的相关分析结果,均表现出正相关,相关系数高密型 $r=0.2090$,中密型 $r=0.0621$ 。而不耐密型茎秆韧皮强度与其在公顷 7 万株时的耐密指数的绝对值成负相关($r=-0.2927$)。因此,这进一步证明了良好的茎秆品质是耐密型玉米自交系的又一个重要性状;同时,也表明了较高密度下,茎秆品质相对差的不耐密型的减产幅度也大。

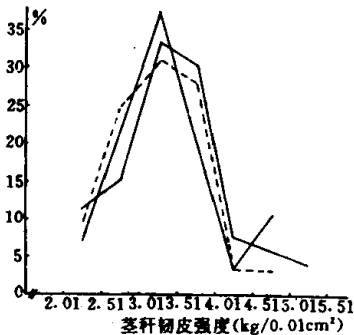
2.4 株型紧凑的不耐密型的茎秆、结实表现

不耐密类型中,有 28% 的自交系同耐密型一样,表现出紧凑株型。但是,这些材料或者空秆率高,或者茎秆品质差,因而并不耐密植。这一点从表 4 的株型紧凑的不耐密型与中密型和高密型的对比中即可看出。

2.5 株型平展的耐密型

参试的耐密型自交系中,有 8 份材料的

株型并不紧凑,而且在结实性状上差异较大。对此,按空秆率大小分成两种类型,类型 I 为空秆率 $\geq 10\%$ 的,包括 4 份材料;类型 II 为空秆率 $< 10\%$ 的,也包括 4 份材料。



茎秆韧皮强度分布图

注:粗实线为不耐密型、细实线为高密型、虚线为中密型

从表 5 看,尽管类型 I 的空秆率较高,但在其适宜的较高密度下增加很少,仅达 2%。而不耐密型在公顷 7 万株时却增加 11%,在公顷 8.5 万株时增加 19%。因此,类型 I 仍表现密植增产。类型 II 则不同,它在通常密度和其相对适宜密度下均表现极少空秆。但是,类型 I 即使在其较高的相对适宜密度下产量水平尚不抵不耐密型通常密度下的产量水平。因此,此类材料在实际应用中一般并无利用价值。可见,玉米自交系的耐密性问题,确实涉及产量问题。

表4 株型较好的不耐密型的性状与耐密型的对比

类 型	穗位上部 平均叶向	单株叶面 积(cm^2)	空 秆 (%)	双 穗 (%)	百 株 穗 数	秃尖度 (%)	茎秆韧皮 强度($\text{kg}/0.01\text{cm}^2$)
不 耐 密	>50		8.6	0	91.4	5.6	2.7
	<50	<5650	34.2	0	65.8	5.4	3.3
高 密			8.7	3.2	94.5	4.0	3.4
不 耐 密		<5550	27.8	0	72.2	5.4	3.2
中 密			9.0	1.7	92.7	4.8	3.2

表5 株型平展的耐密型与不耐密型的对比

类 型	空秆率 (%)	双穗率 (%)	百株穗数	秃尖度 (%)	茎秆韧皮 强度($\text{kg}/0.01\text{cm}^2$)	产 量 (kg/ha)	密 度 (万株/ ha)
类 型 1	24.3	0.7	76.4	2.8	3.34		5.5
	26.3	0	73.7	3.3		3047.4	7.0或8.5
类 型 2	1.7	1.8	100.1	6.7	3.08		5.5
	4.4	1.2	96.8	5.5		4916.0	7.0
不 耐 密	11.4	0.7	89.5	5.9	3.40	3611.1	5.5
	22.1	0.2	78.1	5.7			7.0
	30.1	0	69.9	5.8			8.5

2.6 自交系的耐密性与配合力的关系

表6 不同密度反应型自交系组配杂交种的产量

杂 交 类 型	产量(kg/ha)及比CK增产、减产%						6.0万株/ ha 比 4.5万株/ ha 增减%	7.0万株/ ha 比4.5 万株/ ha 增减%
	4.5万/ ha 比CK%	6.0万/ ha 比CK%	7.0万/ ha 比CK%	比CK%	比CK%	比CK%		
高密1×高密2	9185.3	-5.0	10333.7	5.9	7949.0	-17.8	12.5	-13.5
中密1×高密3	8817.6	-8.8	10723.0	10.9	10813.0	11.8	21.6	22.6
中密2×中密3	7494.0	-22.5	8214.0	-15.1	8363.7	-13.5	9.6	11.6
中密4×中密5	8977.7	-7.2	9371.1	-3.9	10742.7	19.1	4.4	19.7
不耐密1×不耐密2	8857.7	-8.4	7596.0	-21.5	7576.3	-21.6	-14.2	-14.5
不耐密3×不耐密4	8686.7	-10.2	6757.0	-30.1	5790.0	-9.1	-22.2	1.2
对 照	9670.1							

如表6所示,耐密型自交系×耐密型自交系,杂交种一般表现出密植增产;不耐密自交系×不耐密型自交系,杂交种一般表现出密植减产或不增产。

但是,作为优良的耐密型玉米杂交种,必须具备在其较高的相对适宜密度下有着比生产上相应熟期的当地骨干杂交种更高的群体

产量水平。从这个基本要求出发,衡量耐密系×耐密系的杂交种,4份材料中仅有两份材料密植条件下比对照增产10%以上,还有一份材料在公顷6.0万株和公顷7.0万株密度下均比对照种减产。由此可见,拥有较高配合力的耐密型自交系,在优良耐密型杂交种选育中才有实际利用价值。

3 结语与讨论

3.1 玉米自交系的耐密性是一个比较复杂的问题,决不是用简单的某个外观性状即可准确的加以反映,它是一个综合性状,主要涉及产量、结实性、株型、茎秆等几方面,株型只是其中的重要性状之一。

3.2 耐密型玉米自交系,一般具有叶向值大、株型紧凑,或单株叶面积小、植株清秀等良好的株型特征,个体处于相对良好的受光势态,利于群体通风透光,适宜的叶面积系数增加了,从而提高了群体的光合生产率。

3.3 由于耐密性是一个综合性状,而且各密度反应类型在耐密性涉及的性状表型值上还存在着交叉重叠,因此,严密准确的耐密性鉴定,还应通过不同密度试验来进行。但是,由于耐密型相对不耐密型而言,在耐密性涉及的几个主要外观性状上,表现出株型紧凑、结实良好、茎秆较强等趋向,所以,依据这几个主要外观性状,在同一密度下可以进行一些预测,其只能是初略的、不完全的。

3.4 尽管耐密系×耐密系杂交种,一般来说

具有一定的耐密性,但是,作为优良的耐密型自交系,在具备耐密性的同时,还应具备较高的配合力,也就是说,必须使选育出的耐密型杂交种比当地生产上相应熟期的骨干杂交种具备更高的产量水平,而这却只能根据密度试验测定后才能确定。自交系的耐密性和配合力,共同奠定了选育优良耐密型杂交种的基础。

3.5 耐密性问题不仅涉及形态性状,而且还涉及内在的生理生化等方面,即使形态性状除本研究探讨的几个外,其它如出苗强弱、抗病性等性状也很重要。总之,深入全面地研究耐密性问题,必将对育种工作起到很好的指导作用。

参 考 文 献

- [1]尹枝瑞等,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,《玉米科学》,1994,2(3):32-40
- [2]陈国平等,紧凑型玉米生长发育规律,《玉米科学》,1993,1(1):10-12
- [3]潘才进,玉米叶向与产量,《国外科技》,1982,2:13-18
- [4]莱阳农学院等,《紧凑型玉米栽培技术》,1988