

种植密度对克单 10 号产量和生理指标的影响

杨耿斌,刘兴焱,何长安,纪春学,王 辉,张 恒,毛彦芝

(黑龙江省农业科学院 克山分院,黑龙江 克山 161606)

摘要:为了进一步提高玉米产量,以克单 10 号为试材,在 3 种植密度下,研究了种植密度对克单 10 号的产量和生理指标的影响。结果表明:随着种植密度增加,玉米个体产量、主要产量相关性状、单株叶面积及单株地上部干物质积累量均呈现降低的趋势,群体地上部干物质积累量和群体叶面积指数则呈现升高趋势。其中种植密度为 4.5 万~6.0 万株·hm⁻²时,产量最高。

关键词:种植密度;克单 10 号;产量;生理指标

中图分类号:S513

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2014)04-0030-04

玉米是世界三大粮食作物之一。自 2007 年开始,我国玉米播种面积已经超过水稻,成为第一大粮食作物^[1]。其中,黑龙江省玉米种植业发展迅速,2006 年以来黑龙江省玉米种植面积和产量居全国第一位。2009 年后黑龙江省种植面积超过 500 万 hm²,2009 年总产量超过 1 900 万 t^[2]。

随着玉米比较效益的提高,种植业进一步深入调整,黑龙江省玉米种植面积有继续扩大的趋势。玉米生产水平的高低,关系到黑龙江省农民增收,更直接关系到黑龙江省玉米生产,对提高我国粮食安全都具有十分重要的意义。玉米品种克单 10 号是黑龙江省农业科学院克山分院于 2003 年通过黑龙江省省审的品种,该品种适应性较强,稳产性好,目前为黑龙江省品种审定对照品种。该试验以早熟玉米品种克单 10 号为试验材料,在 3 种植密度下对其产量、叶面积指数及干物质积累等的变化进行了研究,旨在为克单 10 号的高产栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为克单 10 号。

1.2 方法

试验于 2010 年 5~9 月在黑龙江农业科学院克山分院试验田进行。土壤质地为黑钙土,土壤肥力中等,前茬大豆,秋翻、秋整地,秋起垄。采用大田试验,设 3 个种植密,分别为 4.5 万、6.0 万和 7.5 万株·hm⁻²,不设重复。行长 20 m,行距

0.65 m,每个处理种植 20 行,小区面积 260 m²。5 月 14 日播种,9 月 20 日收获,田间管理同常规大田生产。

生育期进程调查:记录播种期、出苗期、抽雄期、吐丝期、成熟期、收获期。

植株单株叶面积测定:吐丝期(7 月 19 日)、吐丝后 20 d(8 月 8 日)、40 d(8 月 28 日)、收获期(9 月 20 日)测定单株叶面积。

干物质测定:吐丝期(7 月 19 日)和收获期(9 月 20 日)分别取 3 株代表性的植株,紧贴地面将其砍下,将所取植株分器官为叶片、叶鞘、茎秆、雄穗、苞叶、穗轴、籽粒(收获期),先记录鲜重,然后 105℃杀青 30 min,然后 80℃下烘干至恒重^[3],称量干重记录结果。

收获前调查株高、穗位高、双穗率;每区测量平均行、株距,每区选取 20 m²的 3 个点进行收获测产,计算株数和穗数,收获连续 15 穗果穗进行风干考种。

2 结果与分析

2.1 密度对克单 10 号生育进程的影响

由表 1 可知,在 4.5 万与 6.0 万株·hm⁻²的密度下,克单 10 号于 9 月 11 日成熟,而在 7.5 万株·hm⁻²的密度下,克单 10 号于 9 月 12 日成熟,可见 3 种密度处理对克单 10 号生育进程影响很小。

2.2 密度对克单 10 号产量的影响

由表 2 可知,在 4.5 万与 6.0 万株·hm⁻²密度下,克单 10 号的产量水平较高,但密度增至 7.5 万株·hm⁻²时,产量急剧下降。经方差分析,7.5 万株·hm⁻²处理产量与 4.5 万及 6.0 万株·hm⁻²处理间差异显著,4.5 万与 6.0 万株·hm⁻²处理间差

收稿日期:2013-12-02

第一作者简介:杨耿斌(1980-),男,黑龙江省克山县人,农学士,助理研究员,从事玉米遗传育种研究。E-mail: ksh-maize@163.com。

异不显著。从产量结果来看,克单 10 号种植密度 不宜超过 6.0 万株·hm⁻²。

表 1 不同密度下克单 10 号物候期比较

Table 1 The comparison on phenophase period of maize Kedan 10 in different densities

密度/ 万株·hm ⁻² Density	播种/ 月-日 Sowing	出苗/ 月-日 Emergency	抽雄/ 月-日 Tasseling	抽丝/ 月-日 Silking	成熟/ 月-日 Mature
4.5	05-14	05-22	07-13	07-19	09-11
6.0	05-14	05-23	07-13	07-19	09-11
7.5	05-14	05-23	07-13	07-19	09-12

表 2 不同密度下克单 10 号产量比较

Table 2 The comparison on yield of maize Kedan 10 in different densities

密度/万株·hm ⁻² Density	小区产量/ kg Yield per plot	折算单产/kg·hm ⁻² Calculate yield	差异显著性 Significance of difference	
			5 %	1 %
4.5	229.9	8842.5	a	A
6.0	221.4	8515.5	a	AB
7.5	202.5	7788.0	b	B

2.3 密度对克单 10 号果穗性状的影响

由表 3 可知,随着密度增加克单 10 号穗长、穗粗、穗行数和行粒数均减少,百粒重降低,秃尖与出籽率比较稳定。种植密度从 4.5 万株·hm⁻²增加到 7.5 万株·hm⁻²,穗长减少 10.1%,穗粗减

少 8.5%,穗行数减少 4.6%,百粒重减少18.0%,两个密度间差异均达到显著水平;行粒数减少,但差异不显著。增加种植密度对克单 10 号穗部性状影响最大的是百粒重,其次是穗长和穗粗。

表 3 不同密度下克单 10 号果穗性状

Table 3 The comparison on corn spike trait of maize Kedan 10 in different densities

密度/ 万株·hm ⁻² Density	穗长/cm Spike length	穗粗/cm Spike diameter	穗行/行 Rows per spike	行粒数/粒 Kernel per row	百粒重/g Weight per 100 kernel	秃尖长/cm Bare top length	出籽率/% Seed-producing percentage
4.5	20.8 a	4.7 a	15.2 a	44.8 a	32.7 a	0.4 a	85.5 a
6.0	19.5 ab	4.5 b	15.0 ab	43.1 a	28.3 b	0.3 a	85.5 a
7.5	18.7 b	4.3 c	14.5 b	41.0 a	26.8 c	0.4 a	85.6 a

2.4 密度对克单 10 号农艺性状和抗逆性的影响

不同密度下克单 10 号的农艺性状和抗逆性 状见表 4,随着密度的增大,克单 10 号的穗位呈

降低趋势;在 6.0 万株·hm⁻²时,株高高於其它 2 个处理;空秆率、双穗率在不同的密度下差异不明显;2010 年试验区未发生倒伏。

表 4 不同密度下克单 10 号农艺性状比较

Table 4 The comparison on agricultral trait of maize Kedan 10 in different densities

密度/万株·hm ⁻² Density	株高/cm Plant height	穗位/cm Spike position	空秆率/% Sterile plant rate	双穗率/% Double spike rate	倒伏率/% Lodging percentage
4.5	239.4 c	81.9 a	2.70 a	1.30 a	0 a
6.0	252.2 a	76.8 b	2.76 a	0.54 a	0 a
7.5	247.6 b	75.0 b	2.68 a	0.44 a	0 a

2.5 密度对克单 10 号单株叶面积和叶面积指数的影响

由表 5 可知,同一测量时期,随种植密度的增加,单株叶面积变小。叶面积指数除成熟期之外,其余 3 次测量都随种植密度的增加呈上升趋势。吐丝期 7.5 万株 \cdot hm $^{-2}$ 处理较 4.5 万株 \cdot hm $^{-2}$ 单株叶面积减小了 0.055 m 2 ,减小幅度为 9.3%,差异不显著;成熟期则减少了 0.332 m 2 ,减小幅度为 80.8%,差异达到显著水平。说明随密度加大,个体间竞争加剧,个体发育随群体加大而相对变弱。吐丝期 7.5 万株 \cdot hm $^{-2}$ 处理较 4.5 万株 \cdot hm $^{-2}$ 叶面

积指数提高了 51.1%,吐丝期后 40 d 叶面积指数提高了 57.9%,差异均达到显著水平。但成熟期叶面积指数随种植密度的增加呈降低趋势,原因是个体叶面积随种植密度的增加显著降低所致。

不同测量时期,单株叶面积与叶面积指数从吐丝期至成熟期同一密度下呈下降趋势。密度为 4.5 万株 \cdot hm $^{-2}$ 时,单株叶面积与叶面积指数成熟期较吐丝期同时降低 30.5%,7.5 万株 \cdot hm $^{-2}$ 时,单株叶面积与叶面积指数成熟期较吐丝期同时降低 85.3%,说明单株叶面积与叶面积指数从吐丝期至成熟期随种植密度的增加而降低。

表 5 不同密度下克单 10 号单株叶面积和叶面积指数(LAI)

Table 5 The comparison on leaf area per plant and LAI of maize Kedan 10 in different densities

密度/ 万株 \cdot hm $^{-2}$ Density	吐丝期 Silking stage		吐丝期后 20 d 20 days after silking		吐丝期后 40 d 40 days after silking		成熟期 Mature stage	
	单株叶面积/m 2		单株叶面积/m 2		单株叶面积/m 2		单株叶面积/m 2	
	Leaf area per plant	LAI	Leaf area per plant	LAI	Leaf area per plant	LAI	Leaf area per plant	LAI
4.5	0.591 a	2.660 c	0.561 a	2.525 b	0.517 a	2.327 c	0.411 a	1.850 a
6.0	0.548 a	3.288 b	0.513 a	3.078 ab	0.481 a	2.886 b	0.155 b	0.930 b
7.5	0.536 a	4.020 a	0.504 a	3.780 a	0.490 a	3.675 a	0.079 b	0.593 b

2.6 密度对克单 10 号干物质的影响

从表 6 看出,个体发育随种植密度增加明显受到抑制,单株干物质积累量明显减少,吐丝期 7.5 万株 \cdot hm $^{-2}$ 处理单株干物重是 4.5 万株 \cdot hm $^{-2}$ 的 78.0%,收获期时为 67.7%,差异达显著水平,由表 6 可见,单株干物重在吐丝期与收获期随密度的增加而显著降低;7.5 万株 \cdot hm $^{-2}$ 处理收获期籽粒干重较 4.5 万株 \cdot hm $^{-2}$ 降低 32.3%,差异达显著水平,可见籽粒的干重在吐丝期与收获期随

密度的增加而降低。

从表 7 可见,3 个密度下克单 10 号地上部群体鲜物重差异不明显,吐丝期 7.5 万株 \cdot hm $^{-2}$ 处理群体地上部干物重较 4.5 万株 \cdot hm $^{-2}$ 处理增长 29.9%,差异达显著水平,成熟期时增长 6.7%,差异不明显。说明玉米群体地上部干物质积累随种植密度增加呈升高趋势,从吐丝期至成熟期不同密度间群体地上部干物重差距在缩短。

表 6 密度对克单 10 号单株及籽粒鲜重和干重影响

Table 6 The effect of different densities on fresh and dry matter weight of grain per plant of maize Kedan 10

密度/ 万株 \cdot hm $^{-2}$ Density	吐丝期 Silking stage		收获期 Harvest stage		收获期籽粒重 Weight of kernel at harvest stage	
	单株鲜物重/g		单株鲜物重/g		单株鲜重/g	
	Fresh weight per plant	Dry matter weight per plant	Fresh weight per plant	Dry matter weight per plant	Fresh weight per plant	Dry matter weight per plant
4.5	784.8 a	158.3 a	932.7 a	431.2 a	336.0 a	221.1 a
6.0	687.8 a	124.0 b	771.8 b	339.1 ab	277.1 ab	184.9 ab
7.5	629.8 a	123.4 b	595.5 c	276.1 b	224.6 b	149.7 b

表 7 密度对克单 10 号玉米群体地上部鲜物质和干物质积累影响
Table 7 The effect of densities on fresh and dry matter weight
above-ground part of the population of maize Kedan 10

密度/ 万株·hm ⁻² Density	吐丝期 Silking stage		收获期 Harvest stage	
	鲜物重/kg·hm ⁻² Fresh weight	干物重/kg·hm ⁻² Dry matter weight	鲜物重/kg·hm ⁻² Fresh weight	干物重/kg·hm ⁻² Dry matter weight
4.5	35316.0 a	7123.5 b	41971.5 a	19404.0 a
6.0	41268.0 a	7440.0 ab	46308.0 a	20346.0 a
7.5	47235.0 a	9255.0 a	44662.5 a	20707.5 a

3 结论与讨论

密度增大可降低个体生产力,但使群体作用增加;品种的最终产量决定于二者之间互相作用的结果^[4]。根据试验结果可知,克单 10 号玉米的适宜种植密度为 4.5 万~6.0 万株·hm⁻²,在此种植密度范围内克单 10 玉米品种均可获得较高的产量。该试验的密度设置 3 个处理,克单 10 号玉米的适宜种植密度在 4.5 万~6.0 万株·hm⁻²,在以后的研究中还应该设计 5.25 万和 6.75 万株·hm⁻²两个密度试验,将进一步确定克单 10 号的最适宜种植密度。

克单 10 号玉米随着种植密度的增加,穗长、穗粗、穗行数、行粒数均减少,百粒重降低,这与杨国虎的^[5]研究结论一致。单株叶面积和单株干物质积累量随种植密度的增加减小,单株产量也随密度增加而明显降低,与张前进^[6]研究结果一致。单株产量下降主要原因是随着种植密度的增加,田间通风透光效果下降,单位面积上的水分、养分

供应紧张所致。随着种植密度的增加,百粒重急剧下降,其次是穗长变短,穗行数减少,最终影响玉米群体产量构成。

参考文献:

[1] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴-2008[M]. 北京:中国统计出版社,2009.
[2] 苏俊,闫淑琴. 黑龙江省玉米生产技术的发展回顾与展望[J]. 黑龙江农业科学,2011(11):122-126.
[3] 李宗新,王庆成,刘霞. 种植密度对鲁单 981 产量及其产量建成的影响[J]. 西北农业学报,2007,16(6):80-84.
[4] 段震宇,王婷,王友德,等. 密度对新饲玉 11 产量及农艺性状影响的相关性分析[J]. 农业科技通讯,2011(4):100-102.
[5] 杨国虎,李新,王承莲,等. 种植密度影响玉米产量及部分产量相关性状的研究[J]. 西北农业学报,2006,15(5):57-60,64.
[6] 张前进,张明友,张新,等. 不同种植密度对玉米郑单 23 产量和生理指标的影响[J]. 中国农学通报,2008,24(10):248-250.

Effects of Plant Densities on Yield and
Physiological Parameters of Maize Kedan 10

YANG Geng-bin, LIU Xing-yan, HE Chang-an, JI Chun-xue, WANG Hui, ZHANG Heng, MAO Yan-zhi
(Keshan Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Keshan, Heilongjiang 161606)

Abstract: In order to further improve maize yield, taking maize Kedan 10 as material, the effects of three densities on yield and physiological parameters of Kedan 10 were studied respectively. The results showed that the grain yield per plant, main yield characters, leaf area of plant and above-ground dry material accumulation per plant all decreased with the increasing of plant density and above-ground dry material accumulation and the leaf area index(LAI) of the population increased. The highest yield could be achieve to 450~600 thousand plants per hectare.

Key words: planting density; Kedan 10; yield; physiological parameters