



黑龙江省中南部地区不同平作模式对玉米农艺性状和产量的影响

张 宇

(黑龙江省农业科学院 玉米研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:为筛选适合黑龙江省中南部地区的玉米平作种植模式,在平作的条件下研究不同模式、密度对玉米产量及农艺性状的影响。结果表明:籽粒产量方面与对照比较,种植方式中 A7(宽窄行 45 cm+85 cm)、A8(宽窄行 55 cm+75 cm)、A3(行距 55 cm) 分别提高产量 5.9%、3.3%、0.9%,不同密度下产量排序为: B3(7.500 万株·hm⁻²)>B4(8.625 万株·hm⁻²)>B1(5.250 万株·hm⁻²)>B2(6.375 万株·hm⁻²)>B5(9.750 万株·hm⁻²),所有组合的籽粒产量比较,排在前三位: A8×B3, A7×B3, A8×B4;各农艺性状种植方式排序前三位的依次如下,穗长值: A7>A8>A1(CK),穗粗值为 A7>A8>A3,秃尖为 A2(行距 45 cm)>A4(行距 65 cm)>A6(行距 85 cm 大垄模式),穗行数为 A7>A8>A3,行粒数为 A7>A8>A1。不同密度下穗长、穗粗值、穗行数、行粒数排序为: B1>B2>B3>B4>B5,秃尖值排序为: B5>B4>B3>B2>B1。宽窄行处理 A7(45 cm+85 cm)、A8(55 cm+75 cm)与种植密度在 7.500 万~8.625 万株·hm⁻² 结合下,产量水平较对照增加明显,可综合获得最佳的农艺性状。

关键词:玉米;种植方式;密度;产量

玉米是黑龙江省主要粮食作物,常年种植面积保持在 600 万 hm² 左右,是中国重要的玉米商品粮生产基地,黑龙江主要以垄作为主,密度大多在 4.5 万株·hm⁻² 左右。已有研究结果显示,种植方式、种植密度及施肥措施均会影响玉米的生产效益:适当增加种植密度可以增产增收;提高种植密度可以获得高产,平作种植不会破坏土壤结构,有利于蓄水保墒,本试验以郑单 958 为供试材料,结合生产实践和前期研究结果^[1-6],依托黑龙江省中南部地区,探讨垄作、平作种植方式在不同种植密度下,研究玉米群体对产量构成的影响,研究平作的条件下品种、模式、密度等相关技术内容,为黑龙江省中南部玉米平作代替垄作种植提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材料

供试玉米品种为郑单 958。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2015 年在哈尔滨市道外区民主乡黑龙江省现代农业示范区试验地进行。试验地地势平坦,土壤种类为草甸黑土,耕层 30 cm,肥力中等,前茬为玉米。

试验采用裂区设计,主区面积 156 m²,副区面积 31.2 m²,行长 4.0 m,3 次重复,主区即主处理为种植方式:对照 CK(A1):行距 65 cm 均匀垄;其他处理均为平作方式:行距 45 cm(A2)、行距 55 cm(A3)、行距 65 cm(A4)、行距 75 cm(A5)、行距 85 cm 大垄模式(A6)、宽窄行 45 cm+85 cm(A7)、宽窄行 55 cm+75 cm(A8);副区即副处理为密度:5.250 万株·hm⁻²(B1)、6.375 万株·hm⁻²(B2)、7.500 万株·hm⁻²(B3)、8.625 万株·hm⁻²(B4)、9.750 万株·hm⁻²(B5);播种日期为 4 月 26 日,收获日期为 9 月 30 日,底肥于前一年秋季一次性基施,肥料为倍丰长效掺混肥,施肥量为 750 kg·hm⁻²。

1.2.2 测定项目及方法 穗长为收获后,用直尺测得果穗基部到顶端的长度;穗粗为测量距果穗基部 1/3 处果穗的直径;穗行数为果穗中部一周的籽粒行数,行粒数为查果穗一行的粒数;秃尖长为测量果穗顶端不结实部分的长度,以上指标均取每小区 10 穗的平均值,小区样品收获后,测干重,折合 14% 按标准水算小区产量,之后折算为公顷产量。

1.2.3 数据分析 采用 DPS 3.01 和 Excel 2007 进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同种植方式与密度对玉米农艺性状的影响

对供试品种主区、副区各处理的穗长进行方

收稿日期:2018-10-12

基金项目:国家重点研发计划“粮食丰产增效科技创新”重点专项(2018YFD0300103-6)。

作者简介:张宇(1980-),男,硕士,助理研究员,从事玉米栽培及耕作技术研究。E-mail:ymzhsh2003@126.com。

差分析表明:不同种植方式下,穗长、穗粗、穗行数、行粒数差异极显著;不同密度之间,穗长、穗粗、秃尖、穗行数、行粒数差异都达到极显著;不同种植方式与密度互作,穗长、穗粗、秃尖、穗行数、差异不显著,但行粒数在种植方式与密度互作效应上差异显著,互作效应明显。

2.1.1 穗长 不同种植方式下穗长值排序为 A7>A8>A1>A5>A6>A3>A4>A2,A7 处理穗长显著高于其他平作处理,而对照 A1 处理显著高于 A2、A4 处理,同时与除 A7 外的其他处理差异不显著;不同密度下穗长值排序为 B1>B2>B3>B4>B5,随密度增加,穗长值下降明显,各密度处理下穗长值差异均达到极显著水平(表1)。

2.1.2 穗粗 不同种植方式下穗粗值排序依次为 A7>A8>A3>A5>A6>A2>A4>A1,对照处理 A1 极显著低于 A7 处理,与 A6、A2、A4 差异不显著;不同密度下穗粗值排序依次为 B1>B2>B3>B4>B5,高密度处理 B5 的穗粗值显著低于其他密度处理,而 B2、B3 处理的穗粗显著高于 B4、B5 处理,同时显著低于 B1 处理,说明密度对穗粗的影响较为明显(表1)。

2.1.3 秃尖 不同种植方式下秃尖值排序依次

为 A2>A4>A6>A5>A1>A3>A8>A7,其中 A2 处理极显著高于 A8、A7 处理,与其他处理差异不显著;不同密度下秃尖值排序依次为 B5>B4>B3>B2>B1,较高密度处理 B5、B4 之间差异显著,二者与其他处理差异极显著,B3、B2、B1 各处理间差异不显著,随着密度增加,秃尖越来越严重(表1)。

2.1.4 穗行数 不同种植方式下穗行数排序为 A7=A8>A3=A5>A4=A6=A2>A1,对照 A1 处理穗行数最低,与 A4、A6、A2 处理差异不显著,与其他处理差异极显著,所有平作方式的穗行数均大于垄作方式的穗行数,部分处理达到极显著水平;不同密度下穗行数排序为 B1=B2>B3=B4>B5,随密度增加,穗行数逐渐减少,B1、B2 处理差异不显著,极显著高于其他处理(表1)。

2.1.5 行粒数 不同种植方式下行粒数排序为 A7>A8>A1>A6=A5>A3>A4>A2,仅平作方式 A7、A8 高于对照 A1 处理,差异不显著;不同密度下行粒数排序为 B1>B2>B3>B4>B5,各密度下的行粒数差异均达到显著水平,随着密度增加,行粒数逐渐减少,说明密度对行粒数的影响较为明显(表1)。

表 1 不同种植方式与密度对农艺性状的影响

Table 1 Effects of culture modes and densities on the maize ears

项目 Item		穗长/cm Ear length	穗粗/cm Ear diameter	秃尖/cm Bald tip	穗行数 Row number	行粒数 Kernel number per row
种植方式	A1(CK)	17.26 bcB	4.95 eD	0.52 abABC	15.90 cB	39.60 abABC
	A2	16.70 dC	4.98 deCD	0.59 aA	16.10 bcAB	37.90 dD
	A3	16.93 cdBC	5.03 bcBC	0.49 abABC	16.30 abA	38.60 cdCD
	A4	16.72 dC	4.97 deD	0.57 aAB	16.10 bcAB	38.20 cdD
	A5	17.15 bcBC	5.00 cdBCD	0.53 abAB	16.30 abA	38.90 bcBCD
	A6	17.01 bcdBC	4.99 deCD	0.53 abAB	16.10 bcAB	38.90 bcBCD
	A7	17.75 aA	5.09 aA	0.39 cC	16.40 aA	40.10 aA
	A8	17.33 bAB	5.05 bAB	0.45 bcBC	16.40 aA	39.70 aAB
LSD	LSD	11.93 **	15.10 **	4.86 ns	5.83 **	10.15 **
密度	B1	18.16 aA	5.11 aA	0.39 cB	16.50 aA	40.90 aA
	B2	17.61 bB	5.06 bAB	0.44 cB	16.50 aA	40.00 bB
	B3	17.18 cC	5.01 bBC	0.46 cB	16.10 bB	39.60 cB
	B4	16.55 dD	4.95 cCD	0.59 bA	16.10 bBC	37.80 dC
	B5	16.02 eE	4.90 dD	0.67 aA	15.90 cC	36.40 eD
LSD		136.15 **	23.10 **	20.29 **	23.35 **	156.9 **
种植方式×密度	A×B	0.903 ns	0.56 ns	0.68 ns	0.926 ns	1.82 *

同列不同大小写字母分别表示不同处理间差异极显著($P<0.01$)或显著($P<0.05$);**和*分别代表0.01和0.05水平差异显著,ns代表不显著,下同。

Different capital and lowercase indicate significant difference at 0.01 and 0.05 level respectively; ** and * indicate significant difference at 0.01 and 0.05 level respectively,ns indicates no significant difference. The same below.

2.2 不同种植方式与密度对产量的影响

对供试品种主、副区各处理的产量进行方差分析,不同种植方式下的产量差异极显著;不同种植密度下的产量差异极显著;种植方式与密度互作下的产量差异极显著,也就是说种植方式与密度的互作效应明显。

由表 2 可知,不同种植方式下产量排序为 A7>A8>A3>A1>A5>A4>A2>A6,仅有 A7 处理的产量极显著高于对照 A1 处理,A8 处理产量显著高于 A1 处理,而 A3 处理与 A1 处理差异不显著,其他平作处理的产量极显著低于对照 A1 处理,A7、A8 处理的产量差异不显著,A5 与 A4 处理差异不显著,显著高于 A2、A6 处理;

表 2 不同种植方式与密度对产量的影响

Table 2 Effects of culture modes and densities on the yield

处理 Treatments		籽粒产量/ (kg·hm ⁻²) Yield	处理 Treatments		籽粒产量/ (kg·hm ⁻²) Yield	处理 Treatments		籽粒产量/ (kg·hm ⁻²) Yield
A1(CK)	B1	11878.5 bcB	A5	B1	10752.0 aA	A1(CK)		11829.2 cB
	B2	12251.5 abAB		B2	11365.0 aA		A2	10989.4 eC
	B3	12686.5 aA		B3	11579.5 aA		A3	11937.9 bcB
	B4	11729.5 cB		B4	11484.0 aA		A4	11060.4 deC
	B5	10600.0 dC		B5	11582.5 aA		A5	11352.6 dC
A2	B1	11740.5 abA	A6	B1	11454.0 aA	A6		10983.4 eC
	B2	9379.0 dC		B2	10515.5 aA		A7	12521.9 aA
	B3	11213.5 bcAB		B3	10857.0 aA		A8	12222.7 abAB
	B4	11971.0 aA		B4	11191.5 aA		LSD	33.97**
	B5	10643.0 cB		B5	10899.0 aA		B1	11465.0 bB
A3	B1	12052.0 aA	A7	B1	12499 abA	B2		11386.3 bB
	B2	11567.5 aA		B2	12950.5 aA		B3	12059.2 aA
	B3	12079.0 aA		B3	13057.5 aA		B4	11910.8 aA
	B4	12206.5 aA		B4	12294.5 abA		B5	11239.6 bB
	B5	11784.5 aA		B5	11808.0 bA		LSD	10.17**
A4	B1	10449.0 bA	A8	B1	10895.0 cD	A×B		3.74**
	B2	10961.5 abA		B2	12100.0 bBC			
	B3	11404.5 aA		B3	13596.0 aA			
	B4	11448.5 aA		B4	12961.0 aAB			
	B5	11038.5 abA		B5	11561.5 bcCD			

3 结论与讨论

大量的研究证明,适宜种植密度是紧凑型玉米获得高产的主要途径之一,但不同行距种植模式必须与对应的密度相结合,才能获得较好的产量^[7]。不同种植方式和密度下,玉米籽粒产量差异显著。随着密度增加,玉米单株产量会有不同程度的下降,甚至空秆率增加,适宜的高密度下,群体增加的产量远超过个体减少的产量。本试验得出在宽窄行处理 A7(45 cm+85 cm)、A8(55 cm+75 cm)的种植方式与种植密度在 7.500 万~

与对照 A1 比较,平作方式 A7(45 cm+85 cm)、A8(55 cm+75 cm)、A3(55 cm)、提高产量 5.9%、3.3%、0.9%,适宜的平作方式较垄作方式可显著或极显著提高玉米产量;不同密度下玉米产量排序依次为 B3>B4>B1>B2>B5,中等密度处理 B3、B4 处理的产量差异不显著,却极显著高于其他密度处理。

模式和密度互作下各处理产量排在前三位的依次为 A8×B3[(55 cm+75 cm)×7.500 万株·hm⁻²], A7×B3[(45 cm+85 cm)×7.500 万株·hm⁻²], A8×B4[(55 cm+75 cm)×8.625 万株·hm⁻²]。可以看出,获得最高产量的 3 个组合的都是宽窄行处理,密度在 7.500 万~8.625 万株·hm⁻²。

8.625 万株·hm⁻²结合下,产量水平较对照增加明显,可综合获得最佳的农艺性状,为郑单 958 在黑龙江省中南部平作的最佳种植模式。

参考文献:

[1] 刘忠双,毛同艳,张淑兰,等.不同种植密度对玉米杂交种庆单 6 号产量及农艺性状的影响[J].农业科技通讯,2018(10):62-65.
[2] 张强,曹鹏,李大勇,等.不同种植密度对玉米产量和农艺性状的影响[J].湖北农业科学,2015,54(6):1300-1301,1330.

(下转第 10 页)

- oxisomes[J]. Plant Physiology, 1997, 113: 411-418.
- [10] Prochazkova D, Sairam R K, Srivastava G C, et al. Oxidative stress and antioxidant activity as the basis of senescence in maize leaves [J]. Plant Science, 2001, 161: 765-771.
- [11] 刘建国, 李俊华, 张煌新, 等. 大豆群体冠层结构及光合特性的研究[J]. 石河子大学学报(自然科学报), 2003, 7(3): 398-401.
- [12] 卢庆善. 高粱学[M]. 中国农业出版社, 1999, 381-415.
- [13] Horat B P. etc. Response of sweet sorghum to plant population, nitrogen and phosphorus[J]. Indian Journal of Agronomy, 1995, 40(4): 601-603.
- [14] Saheb SD. etc. Effect of plant population and nitrogen on biomass and juice yields of sweet sorghum[J]. Indian Journal of Agronomy, 1997, 42(4): 634-636.
- [15] 王岩, 黄瑞冬. 种植密度对甜高粱生长发育、产量及含糖量的影响[J]. 作物杂志, 2008(3): 48-52.
- [16] 罗利红. 密度及氮磷钾肥料配施对甜高粱含糖量和生物产量影响的研究[D]. 长春: 吉林大学, 2012.

Effects of Plant Density on Photosynthetic Characteristics of Canopy Structure and Yield of Sweet Sorghum

DENG Zhi-lan, WANG Zhen-guo, CUI Feng-juan, LI Yan, LI Mo, XU Qing-quan, YU Chun-guo
(Tongliao Academy of Agricultural Sciences, Tongliao 028015, China)

Abstract: In order to select the suitable planting density of sweet sorghum in Tongliao area, the effects of five densities treatments on leaf area index, dry matter accumulation, canopy structure traits, chlorophyll content, photosynthetic rate and yield formation of Tongtian No. 1, the first sweet sorghum cultivar in Inner Mongolia, were studied. The results showed that canopy leaf area were increased with planting density during the same growth stage. After the heading stage, leaf area index rapidly descend at high densities, and leaf area index slowly descend at low densities. When the plant density was at the ranges of 90 thousands plants $\cdot \text{hm}^{-2}$, accumulation of dry matter have reached a higher level, the homogenization of each organ was the highest, and conducive to the accumulation of biological production. Small leaf angle, large leaf to value and blade is comparatively erect at canopy top.

Keywords: density; sweet sorghum; canopy configuration; photosynthetic characteristic; yield formation

(上接第 3 页)

- [3] 赵杨, 钱春荣, 王俊河, 等. 不同种植模式对玉米产量与农艺性状影响分析[J]. 中国农学通报, 2012, 28(9): 106-109.
- [4] 王宏庭, 王斌. 种植方式、密度、施肥量对玉米产量和肥料利用率的影响[J]. 玉米科学, 2009, 17(5): 104-107.
- [5] 李凤海, 范秀玲, 史振声. 不同种植方式对玉米形态生理指标及产量的影响[J]. 中国种业, 2011(4): 38-40.
- [6] 王春虎, 杨文平. 不同施肥方式对夏玉米植株及产量性状的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(9): 305-308.
- [7] 李猛, 陈现平, 张建, 等. 不同密度与行距配置对紧凑型玉米产量效应研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(8): 132-136.

Effects of Different Horizontal Cropping Models on Agronomic Characters and Yield of Maize in the Central and Southern Areas of Heilongjiang Province

ZHANG Yu

(Maize Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract: In order to select suitable flat cropping patterns in the central and southern part of Heilongjiang province, the effects of different patterns and densities on maize yield and agronomic traits were studied under flat cropping conditions. The results showed that the grain yield of A7 (spacing 45 cm + 85 cm), A8 (spacing 55 cm + 75 cm) and A3 (spacing 55 cm) increased by 5.9%, 3.3% and 0.9% compared with the control. The order of grain yield under different densities was B3 (7500 plants $\cdot \text{hm}^{-2}$) > B4 (86250 plants $\cdot \text{hm}^{-2}$) > B1 (52500 plants $\cdot \text{hm}^{-2}$) > B2 (63750 plants $\cdot \text{hm}^{-2}$) > B5 (97500 plants $\cdot \text{hm}^{-2}$). The top three grain yields of all combinations were A8 \times B3, A7 \times B3 and A8 \times B4. The top three order of planting methods of agronomic traits were as follows: A7 > A8 > A1 (CK), and A7 > B7 > A8 > A1, respectively. A8 > A3, bald tip: A2 (spacing 45 cm) > A4 (spacing 65 cm) > A6 (spacing 85 cm), row number per panicle: A7 > A8 > A3, row number of grains: A7 > A8 > A1. The order of panicle length, panicle diameter, panicle row number and grain number per row under different densities was B1 > B2 > B3 > B4 > B5, and the order of bare tip value was B5 > B4 > B3 > B2 > B1. When A7 (45 cm + 85 cm), A8 (55 cm + 75 cm) and planting density were combined with 75000-86250 million plants $\cdot \text{hm}^{-2}$, the yield level increased significantly compared with the control, and the best agronomic traits could be obtained synthetically.

Keywords: maize; culture; density; yield