

# 种植密度对玉米新品种嫩单 18 的产量及其生育性状的影响

刘海燕,马宝新,孙善文,王俊强,韩业辉,于运凯,许 健

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

**摘要:**为明确嫩单 18 的适宜种植密度,发挥群体优势,获得高产,以玉米新品种嫩单 18 为材料,研究了不同种植密度对嫩单 18 的产量及其农艺性状的影响。结果表明:随着种植密度的增加,嫩单 18 的株高、穗位高和秃尖长逐渐增加,穗长、百粒重、单穗重和单株干物质积累逐渐减少;群体干物质积累和群体产量显著增加;种植密度  $6.75 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^{-2}$  时产量最高,在中等偏上的水肥条件下的适宜种植密度为  $6.0 \text{ 万} \sim 7.5 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

**关键词:**嫩单 18;种植密度;产量;生育性状

**中图分类号:**S513 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)07-0015-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.07.0015

玉米产量是由遗传因素、生态环境、栽培技术等多种因素决定的,但最终体现在群体产量和单株产量互作,合理的群体结构是发挥玉米品种产量潜力的重要途径<sup>[1]</sup>。嫩单 18 是由黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院选育的玉米单交种。自审定推广以来,表现出高产、优质、多抗等特点。本试验以玉米新品种嫩单 18 为试验材料,研究不同种植密度对其产量、农艺性状及其干物质积累的影响,探索嫩单 18 的最佳种植密度,发挥其产量潜力,为嫩单 18 适应区的玉米生产提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试玉米品种为嫩单 18。

### 1.2 方法

**1.2.1 试验设计** 试验于 2014 年在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院试验场进行。试验设置 7 个种植密度,分别为  $4.50 \text{ 万}$ 、 $5.25 \text{ 万}$ 、 $6.00 \text{ 万}$ 、 $6.75 \text{ 万}$ 、 $7.50 \text{ 万}$ 、 $8.25 \text{ 万}$ 和  $9.00 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。采用小区种植,行长  $10 \text{ m}$ ,行距  $0.65 \text{ m}$ ,8 行,3 次重复。底肥施用玉米专用肥  $375 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,在大喇叭口期结合中耕追施尿素  $300 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。其它田间管理同玉米生产田。

**1.2.2 测定项目及方法** 分别在 7 叶期、13 叶

期、吐丝期、吐丝后 25 d 和成熟期测量植株叶面积。在乳熟期测株高、穗位高。在大喇叭口期、吐丝期、乳熟期、收获期每小区取样 5 株测定干物质。在  $105 \text{ }^{\circ}\text{C}$  下杀青 30 min,再于  $80 \text{ }^{\circ}\text{C}$  烘干至恒重,称重。成熟后每个处理收获中间 3 行进行测产,收获全部果穗,挑选 10 穗样穗,测量全部果穗鲜重和 10 穗样穗鲜重。待样穗晾晒风干后,测量穗重、粒重及水分,再结合鲜重和水分计算标准水分的产量。同时测量样穗的穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、单穗重和百粒重。

**1.2.3 统计分析** 采用 Microsoft Excel 2003 和 DPS 软件进行数据统计与分析。

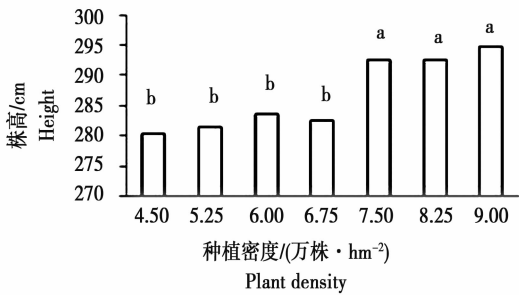
## 2 结果与分析

### 2.1 种植密度对植株性状的影响

**2.1.1 种植密度对株高和穗位的影响** 从图 1、图 2 可见,随着种植密度的增加,株高呈增加的趋势。种植密度  $4.50 \text{ 万} \sim 6.75 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^{-2}$  株高差异未达到显著水平,种植密度  $6.75 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^{-2}$  与密度  $7.50 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^{-2}$  之间株高差异达到显著水平,种植密度  $7.50 \text{ 万} \sim 9.00 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^{-2}$  之间株高差异未达到显著水平。种植密度  $9.00 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^{-2}$  时株高最大,为  $294.7 \text{ cm}$ ,种植密度为  $4.50 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^{-2}$  时株高最小,为  $280.3 \text{ cm}$ 。种植密度为  $9.00 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^{-2}$  时穗位高最大,为  $108.4 \text{ cm}$ ,种植密度为  $5.25 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^{-2}$  时穗位高最小,为  $96.6 \text{ cm}$ 。总体趋势是穗位高随密度的增加呈增加趋势,各处理间差异达到显著水平。

收稿日期:2016-04-10

**第一作者简介:**刘海燕(1972-),女,黑龙江省克山县人,硕士,副研究员,从事玉米育种研究。E-mail:lhys8098@163.com。



不同的小写字母表示 5% 水平下差异显著性。下同。

Different letters mean significant difference at the 5% level. The same below.

图 1 种植密度对株高的影响

Fig. 1 Effect of plant density on height

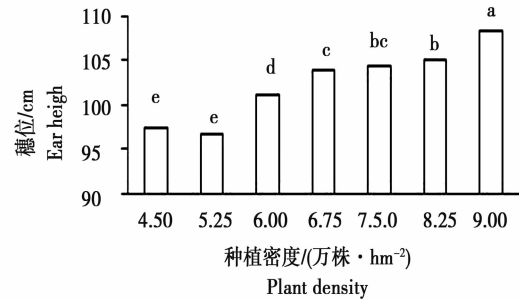


图 2 种植密度对穗位的影响

Fig. 2 Effect of plant density on ear height

2.1.2 种植密度对叶面积指数的影响 叶片是植物进行光合作用的主要器官,叶面积大小直接影响植物光合产物的积累。在一定的范围内,产量随叶面积指数的增大而增加<sup>[2-3]</sup>。从表 1 可见,相同种植密度的叶面积指数 LAI 在生长发育前期

随着生育期的增长而增加,7 叶期到 13 叶期 LAI 增加最快,吐丝期 LAI 达到最大,随后开始缓慢下降,吐丝后 25 d 以后 LAI 快速下降。不同种植密度间,7 叶期随着种植密度的增加 LAI 显著增加,其它时期呈现先增加后减少的趋势,差异达到显著水平。种植密度 6.0 万~7.5 万株·hm<sup>2</sup>的处理不同生育期 LAI 较大,而 5.25 万和 7.50 万株·hm<sup>2</sup>两个处理在吐丝后 LAI 下降较慢。种植密度 9.00 万株·hm<sup>2</sup>虽然 7 叶期 LAI 最大,但前期增长较慢,后期下降较快。

2.2 种植密度对干物质积累的影响

由从表 2 可知,随着种植密度的增加,同生育时期单株干物质积累量均显著下降,且 3 个阶段的单株干物质增长量亦减少。随种植密度增加,大喇叭口期、开花期群体干物质积累量增加,大喇叭口期种植密度 4.50 万~6.75 万株·hm<sup>2</sup>群体干物质积累量差异达到显著水平,种植密度 7.5 万~9.0 万株·hm<sup>2</sup>群体干物质积累量差异未达到显著水平。开花期除种植密度 4.5 万株·hm<sup>2</sup>外,其它处理间群体干物质积累量差异均未达到显著水平。随种植密度增加,乳熟期和成熟期的群体干物质积累呈现先升后降的态势,乳熟期种植密度 8.25 万株·hm<sup>2</sup>群体干物质积累达最大值,但与密度 6.00 万~7.50 万株·hm<sup>2</sup>的处理未达到显著水平,其它处理与其达到了显著水平;成熟期种植密度 6.75 万株·hm<sup>2</sup>群体干物质积累最大值,但与种植密度 6.0 万株·hm<sup>2</sup>处理未达到显著水平,与其它处理达到了显著水平。

表 1 种植密度对叶面积指数的影响

Table 1 Effect of planting density on the LAI

| 密度/<br>(万株·hm <sup>2</sup> )<br>Density | 生育时期 Growth stage |               |                    |                       |          |
|---|-------------------|---------------|--------------------|-----------------------|----------|
|   | 7 叶期              | 13 叶期         | 吐丝期                | 吐丝后 25 d              | 成熟期      |
|   | 7-leaf stage      | 13-leaf stage | Spin silking stage | 25 days after silking | Maturity |
| 4.50                                    | 0.567 d           | 3.083 e       | 4.019 d            | 3.743 d               | 0.562 d  |
| 5.25                                    | 0.516 e           | 3.732 d       | 5.071 c            | 4.915 b               | 1.022 b  |
| 6.00                                    | 0.653 c           | 4.884 c       | 5.878 a            | 5.542 a               | 1.134 a  |
| 6.75                                    | 0.848 b           | 5.314 a       | 5.770 a            | 5.587 a               | 1.028 b  |
| 7.50                                    | 0.837 b           | 5.260 ab      | 5.537 b            | 5.021 b               | 0.618 c  |
| 8.25                                    | 0.824 b           | 5.194 b       | 5.100 c            | 4.438 c               | 0.385 e  |
| 9.00                                    | 0.896 a           | 4.832 c       | 5.040 c            | 4.268 c               | 0.317 f  |

2.3 种植密度对穗部性状的影响

由表 3 可知,随着种植密度的增加,穗长逐渐减小,在种植密度 4.50 万~6.00 万株·hm<sup>-2</sup>穗长减少的较慢,差异未达到显著水平,在种植密度 6.75 万~9.00 万株·hm<sup>-2</sup>穗长减少较快,差异达到显著水平;随着种植密度的增加,穗粗略有降低,但是差异不大;随着种植密度的增加,穗行数在 16~18,在种植密度 4.50 万~6.75 万株·hm<sup>-2</sup>

差异未达到显著水平,其它处理间差异达到显著水平;秃尖长变化最小,在密度 4.50 万~7.50 万株·hm<sup>-2</sup>处理间均未出现秃尖,其它处理秃尖较小;单穗重和百粒重随着种植密度增加逐渐减少,在密度 4.50 万~6.75 万株·hm<sup>-2</sup>处理间单穗重和百粒重下降较慢,相邻处理差异未达到显著水平,密度 7.50 万~9.00 万株·hm<sup>-2</sup>处理间下降较快,且相邻处理差异达到显著水平。

表 2 种植密度对干物质积累的影响

Table 2 Effect of planting density on dry matter accumulation

| 种植密度/<br>(万株·hm <sup>-2</sup> ) | 单株干物质积累/(g·株 <sup>-1</sup> )      |                 |                |                 | 群体干物质积累/(kg·hm <sup>-2</sup> )     |                 |                |                 |
|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
|                                 | Dry matter accumulation per plant |                 |                |                 | Population dry matter accumulation |                 |                |                 |
|                                 | 大喇叭口期<br>Male tetrad              | 开花期<br>Anthesis | 乳熟期<br>Milking | 成熟期<br>Maturity | 大喇叭口期<br>Male tetrad               | 开花期<br>Anthesis | 乳熟期<br>Milking | 成熟期<br>Maturity |
| 4.50                            | 48.5 a                            | 152.6 a         | 344.3 a        | 425.9 a         | 2.2 d                              | 6.9 b           | 15.5 d         | 18.8 d          |
| 5.25                            | 47.9 a                            | 147.8 b         | 331.9 b        | 389.4 b         | 2.5 c                              | 7.8 a           | 18.0 c         | 20.4 c          |
| 6.00                            | 45.6 b                            | 135.9 c         | 316.1 c        | 367.9 c         | 2.7 b                              | 8.1 a           | 19.6 ab        | 22.4 ab         |
| 6.75                            | 41.9 c                            | 112.5 d         | 301.4 d        | 333.4 d         | 2.8 b                              | 7.8 a           | 20.3 a         | 22.7 a          |
| 7.50                            | 39.5 d                            | 106.4 d         | 279.2 e        | 291.7 e         | 3.0 a                              | 7.9 a           | 19.9 ab        | 21.3 bc         |
| 8.25                            | 37.2 e                            | 96.5 e          | 249.4 f        | 259.2 f         | 3.1 a                              | 7.7 a           | 20.6 a         | 21.4 bc         |
| 9.00                            | 35.6 f                            | 86.7 f          | 209.4 g        | 210.8 g         | 3.1 a                              | 7.9 a           | 18.8 bc        | 18.7 d          |

表 3 种植密度对穗部性状的影响

Table 3 Effect of planting density on ear characters

| 种植密度/(万株·hm <sup>-2</sup> ) | 穗长/cm      | 穗粗/cm        | 穗行数          | 秃尖/cm           | 单穗重/g           | 百粒重/g            |
|-----------------------------|------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Planting density            | Ear length | Ear diameter | Line per ear | Bare top lenght | Yield per plant | 100-grain weight |
| 4.50                        | 20.5 a     | 5.2 a        | 18.0 a       | 0 b             | 204.4 a         | 40.2 a           |
| 5.25                        | 20.5 a     | 5.1 ab       | 17.8 ab      | 0 b             | 203.1 a         | 39.1 b           |
| 6.00                        | 20.4 a     | 5.1 ab       | 17.7 ab      | 0 b             | 194.8 b         | 38.9 b           |
| 6.75                        | 20.1 b     | 5.0 bc       | 17.7 ab      | 0 b             | 192.9 b         | 38.7 b           |
| 7.50                        | 19.8 c     | 5.0 bc       | 17.4 b       | 0 b             | 185.8 c         | 36.4 c           |
| 8.25                        | 19.7 c     | 5.0 bc       | 16.6 c       | 0.1 b           | 168.7 d         | 34.9 d           |
| 9.00                        | 19.4 d     | 4.9 c        | 16.0 d       | 0.3 a           | 146.9 e         | 33.7 e           |

2.4 种植密度对产量的影响

对不同处理的产量进行方差分析。结果表明,同一密度重复间差异不显著,可以进行进一步分析;不同密度处理间达到极显著水平,说明群体密度对籽粒产量影响较大,进而对不同种植密度的产量进行多重比较。

从表 4 可见,嫩单 18 的产量随着种植密度增加呈现先增后降的趋势。方差分析结果表明,种植密度 6.75 万株·hm<sup>-2</sup>时,产量达到最大,为

12 141.8 kg·hm<sup>-2</sup>,较种植密度 4.50 万株·hm<sup>-2</sup>的产量增加 26.6%,极显著高于其它密度处理。种植密度 6.00 万和 7.50 万株·hm<sup>-2</sup>的群体产量较高,分别较密度 4.50 万株·hm<sup>-2</sup>群体产量增加 20.7%和 23.8%,二者未达到显著差异,与其它处理达到极显著差异。密度 5.25 万和 9.00 万株·hm<sup>-2</sup>的群体产量较低,分别较密度 4.50 万株·hm<sup>-2</sup>群体产量增加 7.7%和 3.8%,差异达到显著水平,与其它密度处理间均达到了极

显著的差异。由此可见,嫩单 18 在中等偏上的水肥条件下适宜密度为 6.00 万~7.50 万株·hm<sup>-2</sup>。

表 4 种植密度对产量的影响

Table 4 Effect of planting density on population grain yield

| 密度/(万株·hm <sup>-2</sup> )<br>Planting density | 产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )<br>Yield | 比对照增产/%<br>Increased than CK |
|---|------------------------------------|------------------------------|
| 6.75  | 12141.8 aA                         | 26.6                         |
| 7.50  | 11874.3 abAB                       | 23.8                         |
| 6.00  | 11567.1 bB                         | 20.7                         |
| 8.25  | 10935.8 cC                         | 14.0                         |
| 5.25  | 10334.1 dD                         | 7.7                          |
| 9.00  | 9962.3 eDE                         | 3.8                          |
| 4.50  | 9593.9 fE                          | 0                            |

3 结论与讨论

目前要进一步提高玉米产量,合理密植是一条有效途径<sup>[4-5]</sup>。在选育耐密品种的同时,应进一步研究玉米品种的合理种植密度,以利于玉米新品种产量潜力的发挥<sup>[6]</sup>。

本试验表明,随种植密度增大,嫩单 18 株高和穗位高逐渐增加,LAI 先升后降,但在种植密度 6.00 万~6.75 万株·hm<sup>-2</sup>,LAI 下降较缓慢。单株干物质的积累随种植密度的增加显著下降,而群体干物质积累逐渐增加,在种植密度

6.00 万~6.75 万株·hm<sup>-2</sup> 范围内群体干物质积累显著高于其它处理,由此说明适当增加种植密度可有效弥补单株干物质积累量的减少,进而获得高产。随着种植密度增加,穗长和穗粗、穗行数有不同程度的减少,差异不明显,而单穗重和百粒重显著减少,但在种植密度 4.50 万~6.75 万株·hm<sup>-2</sup> 减少较缓慢,差异不显著。随种植密度增大,嫩单 18 产量显著增加,在密度 6.75 万株·hm<sup>-2</sup> 时产量最大,为 12 141.8 kg·hm<sup>-2</sup>,种植密度 6.00 万~7.50 万株·hm<sup>-2</sup> 时产量极显著高于其它密度处理。因此嫩单 18 在中等偏上的水肥条件下的适宜密度为 6.00 万~7.50 万株·hm<sup>-2</sup>。

参考文献:

[1] 刘伟,张吉旺,吕鹏,等. 种植密度对高产夏玉米登海 661 产量及干物质积累与分配的影响[J]. 作物学报,2011,37(7): 1301-1307.

[2] 段巍巍,李慧玲,肖凯,等. 密度对玉米光和生理特性和产量的影响[J]. 玉米科学,2007,15(2):98-101.

[3] 刘贵芝,张保林. 种植密度对玉米新品种中单 28 产量及其若干生育性状的影响[J]. 作物杂志,2010(1):122-123.

[4] 张洪生,赵明,吴沛波,等. 种植密度对玉米茎秆和穗部性状的影响[J]. 玉米科学,2009,17(5):130-133.

[5] 陈国立,祁丽敏,李清峰,等. 不同种植密度对泛玉 5 号农艺性状及其产量的研究初报[J]. 农业科技通报,2007(8): 24-26.

[6] 王向阳,雷晓兵,卫勇强,等. 黄淮海地区夏玉米换代品种洛玉 4 号适宜种植密度研究[J]. 中国农学通报,2010,26(3): 152-156.

Effect of Plant Density on Grain Yield and Growing Characters of New Maize Varieties Nendan 18

LIU Hai-yan,MA Bao-xin,SUN Shan-wen,WANG Jun-ang,HAN Ye-hui,YU Yun-kai,XU Jian (Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161041)

**Abstract:** In order to clear the planting density of Nendan 18, give full play to the group advatages and obtain high yield, taking corn new variety Nendan 18 as materials, the yield and agronomic traits were measured, in which Nendan 18 was planted in different planting desity conditions, the yield and yield traits were analyzed. The most appropriate planting densitycondition of Nendan 18 was determined. The results showed that the plant height, ear height and bare top length increased , and ear length, hundred-grain-weight, yield per plant and dry matter accumulation per plant decreased with the increasing of planting density. Population dry matter accumulation and population grain yield increased. The yield was the highest at the density of 67 500 plant·hm<sup>-2</sup>. The appropriate density condition in the middle of the water and fertilizer conditions was 60 000~75 000 plant·hm<sup>-2</sup>.

**Keywords:** Nendan 18; planting density; yield; growing character

(该文作者还有周超、孙培元,单位同第一作者)