

# 松嫩平原中南部玉米新品种耐密性初探

姜宇博<sup>1</sup>, 王俊河<sup>2</sup>, 于 洋<sup>1</sup>, 宫秀杰<sup>1</sup>, 郝玉波<sup>1</sup>, 李 梁<sup>1</sup>, 钱春荣<sup>1</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 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:**为了筛选适宜松嫩平原中南部地区增密种植的玉米新品种,提高种植密度,提升粮食产量,对4个新近通过审定的玉米品种进行了品种耐密性研究。设置中高密(75 000株·hm<sup>2</sup>)和高密(90 000株·hm<sup>2</sup>)两个密度水平,通过对玉米主要生育期、植株性状、倒伏率、空秆率、果穗性状、产量及产量构成因子等生理指标的调查与测量,研究参试品种的耐密性及高密度种植对玉米性状和产量的影响。结果表明:密度对出苗期无明显影响;随着种植密度的增高,部分参试品种拔节期延迟1d,抽雄期、吐丝期延迟1~2d,果穗秃尖增长明显,籽粒百粒重降低;参试品种抗倒伏能力较强;龙作1号在两个密度条件下空秆率均较低,表现出了较好的防空秆能力;4个参试品种在密度升高过程中产量变化趋势不一致,稷秠108呈产量增加趋势,其它品种呈产量降低趋势。其中,利民33在中高密条件下产量最高;稷秠108在高密条件下产量最高,适宜高密度种植;利民33穗位相对较低,更符合机械化收获标准。

**关键词:**玉米;耐密性;产量

**中图分类号:**S513 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)01-0046-05 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.01.0046

玉米的产量水平由品种本身的遗传因素、自然环境因素及栽培技术水平等多方面条件共同限制<sup>[1]</sup>。国内外多位专家学者的研究结果都已表明,玉米的种植密度和品种自身的耐密性对产量起到了决定性作用<sup>[2-4]</sup>。与美国等玉米种植高水平国家相比,我国玉米种植密度相对较低,这也成为了阻碍我国玉米产量增长的重要限制因子<sup>[5]</sup>。通过设置中高密和高密2个密度水平,对玉米新品种进行耐密性鉴定,可为松嫩平原中南部地区耐密品种的选择提供一定的理论依据,为我国粮食的增产增收做出一定的贡献。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于2015年在黑龙江省农业科学院国家级现代农业示范区进行,试验地位于黑龙江省哈

尔滨市道外区民主乡,地处松嫩平原中南部,海拔高度136.8m, N45°51', E126°47', 属温带大陆性季风气候,冬长夏短,年平均气温3.5℃,全年平均降水量569.1mm,降水主要集中在6-9月,占全年降水量的60%以上。试验地土壤类型为黑土,0~20cm土壤含有机质36.1g·kg<sup>-1</sup>;速效氮(N)119.8mg·kg<sup>-1</sup>;速效磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)55.9mg·kg<sup>-1</sup>;速效钾(K<sub>2</sub>O)245.7mg·kg<sup>-1</sup>;全氮含量0.17%;pH7.23,前茬作物为玉米。

### 1.2 材料

试验选用适宜松嫩平原中南部地区种植的4个玉米新品种作为试验材料。其中,利民33由利民种业有限公司育成,2014年通过黑龙江省审定;稷秠108由稷秠种业有限公司育成,2014年通过黑龙江省审定;龙作1号由黑龙江省农业科学院作物育种研究所育成,2012年通过国家审定;龙单69由黑龙江省农业科学院玉米研究所育成,2012年通过黑龙江省审定。4个参试玉米品种均为近五年内通过国家或黑龙江省审定的玉米新品种。

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验采用裂区设计,以密度为主处理,品种为副处理,3次重复,各处理内完全随机区组排列。设置中高密75 000株·hm<sup>2</sup>(D1)和高密90 000株·hm<sup>2</sup>(D2)2个密度水平,D1与

收稿日期:2015-11-25

**基金项目:**国家玉米产业技术体系资助项目(CARS-02-40);农业部农业技术试验示范专项资助项目(2015k752);黑龙江省留学归国科学基金资助项目(LC201415);黑龙江省农业科技创新工程资助项目(2014ZD005)(2014QN017);农业部作物生理生态与耕作学重点实验室开放课题资助项目(2013 05)

**第一作者简介:**姜宇博(1985-),男,黑龙江省哈尔滨市人,硕士,助理研究员,从事作物栽培育种及生产效率研究。E-mail: vbojiang2007@163.com。

**通讯作者:**钱春荣(1973-),女,黑龙江省鸡西市人,博士,副研究员,从事作物栽培育种研究。E-mail: qianjianyi318@163.com。

D2 均较当地农户常规种玉米植密度(60 000~67 500 株·hm<sup>-2</sup>)有所提高。试验小区为 6 行区,6 m 行长,行距 0.65 m,小区面积 23.4 m<sup>2</sup>;施基肥缓控释肥(24-12-12)600 kg·hm<sup>-2</sup>,拔节期追施尿素 300 kg·hm<sup>-2</sup>,其它种植与田间管理方式同当地大田管理。

1.3.2 测定项目及方法 生育进程调查包括播种期、出苗期、拔节期、抽雄期、吐丝期及收获期。调查标准为各小区内植株 50% 以上达到要求时进行记载。植株性状调查包括叶片数、株型、株高、穗位高、倒伏率、空秆率等。产量与穗部性状:小区实收 2 行计产,并折算成标准含水量(14%)的产量;每小区取 20 个样穗进行考种,考察内容包括穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、行粒数、穗粒数、百粒重、出籽率等。

试验结果采用 IBM SPSS 19 和 Microsoft Excel 2010 进行数据统计与分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 鉴定品种的主要生育进程分析

参试品种于 4 月 29 日统一播种,10 月 3 日统一收获。对 4 个玉米品种在两个密度条件下的生育进程进行分析(见表 1),得出种植密度对玉米的出苗期无明显影响;对玉米的拔节期、抽雄期和吐丝期产生了一定的影响:与 D1 相比,在 D2 条件下,利民 33 和龙单 69 的拔节期推迟 1 d,大部分参试品种的抽雄期和吐丝期均推迟 1~2 d。4 个品种中,出苗期最早的是龙单 69,在 5 月 14 日出苗,相对较晚的是稷秠 108,在 5 月 17 日出苗。抽雄吐丝期方面,D1 条件下龙单 69 抽雄较早,为 7 月 20 日,D2 条件下利民 33 和稷秠 108 抽雄较晚,为 7 月 23 日;各品种吐丝期较为集中,利民 33、稷秠 108 和龙作 1 号的吐丝期为 7 月 25 日和 7 月 26 日,龙单 69 吐丝期为 7 月 27 日。

表 1 主要生育时期比较  
Table 1 Comparison of main maize growth phases

品种 Hybrid	密度/ (株·hm <sup>-2</sup> ) Density	播种期/ 月-日 Seeding time	出苗期/ 月-日 Seeding stage	拔节期/ 月-日 Jointing stage	抽雄期/ 月-日 Tasseling stage	D2-D1/ d	吐丝期/ 月-日 Spinning stage	D2-D1/ d	收获期/ 月-日 Harvest time
利民 33	D1	04-29	05-16	06-02	07-21	2	07-25	0	10-03
	D2	04-29	05-16	06-03	07-23		07-25		10-03
稷秠 108	D1	04-29	05-17	06-04	07-22	1	07-25	1	10-03
	D2	04-29	05-17	06-04	07-23		07-26		10-03
龙作 1 号	D1	04-29	05-16	06-07	07-21	0	07-25	1	10-03
	D2	04-29	05-16	06-07	07-21		07-26		10-03
龙单 69	D1	04-29	05-14	06-02	07-20	2	07-27	0	10-03
	D2	04-29	05-14	06-03	07-22		07-27		10-03

### 2.2 鉴定品种的植株性状分析

从表 2 可知,利民 33、龙作 1 号和龙单 69 株型为紧凑型,稷秠 108 株型为半紧凑型。4 个参试品种的株高均在 295~320 cm,植株株高最高的为 D1 条件下的稷秠 108,株高达 317 cm,株高最低为 D2 条件下的利民 33,株高为 296 cm。4 个参试品种中,利民 33 的穗位相对较低,在 110~115 cm,更有利于机械化收获,稷秠 108 和龙单 69 穗位则相对偏高。从同一品种不同密度间株高和穗位的对比情况分析,密度对株高和穗位的影响并不明显。除利民 33 在 D2 条件下发生轻

微倒伏外,其它处理在两个密度条件下均未发生倒伏现象。4 个品种中,龙作 1 号空秆率相对较低,在 D1 条件下没有空秆发生,在 D2 条件下空秆率为 1.09%。

### 2.3 鉴定品种穗部性状分析

如表 3 所示,随着密度的增加,玉米果穗的秃尖增长明显。在穗长方面,龙单 69 在 D1 条件下的穗长相对较长,达 19.9 cm,利民 33 在 D2 条件下穗长较短,为 18.1 cm。在秃尖方面,龙单 69 和稷秠 108 在 D1 条件下,秃尖性状不明显,在 D2 条件下秃尖表现较为严重;利民 33 在 D1 条件下

没有秃尖产生,D2 条件下秃尖仍不明显,表现出了较好的耐秃尖性状;龙作 1 号在两个密度条件下均有较为明显的秃尖产生,在密植生产过程中应注意秃尖现象的预防。

表 2 植株性状比较  
Table 2 Comparison on plant characteristics

品种 Hybrid	密度/ (株·hm <sup>-2</sup> ) Density	株型 Plant type	株高/cm Plant height	D2/D1±/%	穗位高/cm Ear height	D2/D1±/%	倒伏率/% Lodging rate	空秆率/% Emptyear rate
利民 33	D1	紧凑型	302	-1.99	111	3.60	0	2.74
	D2	紧凑型	296		115		2	4.44
稷秠 108	D1	半紧凑型	317	-3.47	140	0.71	0	9.46
	D2	半紧凑型	306		141		0	0
龙作 1 号	D1	紧凑型	312	1.28	123	1.63	0	0
	D2	紧凑型	316		125		0	1.09
龙单 69	D1	紧凑型	310	-0.96	141	-2.13	0	5.48
	D2	紧凑型	307		138		0	2.38

表 3 穗部性状比较  
Table 3 Comparison on ear characters

品种 Hybrid	密度/ (株·hm <sup>-2</sup> ) Density	穗长/cm Ear length	D2/D1±/%	穗粗/cm Ear width	D2/D1±/%	秃尖长/cm Bare tip length	D2/D1±/%
利民 33	D1	19.2	-5.73	4.8	2.08	0.0	N/A
	D2	18.1		4.9		0.4	
稷秠 108	D1	18.6	2.69	5.0	6	0.6	150
	D2	19.1		5.3		2.1	
龙作 1 号	D1	18.3	1.64	5.0	8	2.7	0
	D2	18.6		5.4		2.7	
龙单 69	D1	19.9	-3.52	5.3	0	0.9	144.44
	D2	19.2		5.3		2.2	

N/A 表示不适用。  
N/A means“Not Applicable”.

2.4 鉴定品种产量及产量构成因子分析

由表 4 可知,随着密度的升高,4 个参试品种的粒行数、出籽率和百粒重均有所降低。其中,利民 33 出籽率相对较高,两个密度条件下均超过了 85%,D2 条件下龙作 1 号出籽率相对偏低,为 78.21%。收获时,稷秠 108 籽粒含水量相对较低,两个密度条件下均在 30%左右;利民 33 籽粒含水量相对较高,分别为 34.5%和 34.9%。在籽粒含水量换算成 14%后,龙作 1 号与龙单 69 的籽粒百粒重相对较高,在 33 g 左右,利民 33 籽粒

百粒重相对较低,在 27 g 左右。  
在产量方面,由于小区试验保苗及水肥条件较好,各处理产量均较当地普通农户大田产量有所提高。稷秠 108 在高密度条件下产量更高,其余 3 个参试品种均为在中高密度条件下产量更低。通过产量的综合比较,中高密度条件下利民 33、高密度条件下稷秠 108 以及中高密度条件下龙单 69 产量相对较高,与其它处理差异显著。其中,利民 33 在中高密度条件下产量最高,达16 270.5 kg·hm<sup>-2</sup>。

表 4 产量及产量构成因子分析  
Table 4 Analysis on yield and its constitution

品种 Hybrid	密度/ (株·hm <sup>-2</sup> ) Density	穗行数 kernel rows per ear	行粒数 kernels per row	出籽率/% Seed-producing percentage	籽粒含水量/% Grain moisture	百粒重/g Hundred-grain weight	产量/ (kg·hm <sup>-2</sup> ) Yield
利民 33	D1	14. 8	38. 8	87. 16	34. 5	27. 3	16270. 5 a
	D2	15. 8	33. 8	85. 16	34. 9	27. 0	15458. 7 b
稷秠 108	D1	16. 0	36. 0	80. 04	29. 5	28. 7	14062. 2 c
	D2	17. 2	34. 2	79. 24	30. 5	28. 2	15570. 5 ab
龙作 1 号	D1	14. 8	35. 8	79. 22	34. 0	34. 0	14687. 7 c
	D2	15. 6	31. 3	78. 21	36. 5	33. 0	12972. 2 d
龙单 69	D1	15. 8	37. 2	79. 91	32. 7	33. 3	15466. 2 b
	D2	17. 2	34. 2	78. 91	32. 9	32. 8	13031. 2 d

表中不同小写字母表示在 5%水平下差异显著。  
Different lowercases mean significant difference at 0.05 level.

3 结论与讨论

本试验结果表明,在松嫩平原中南部玉米新品种增密种植过程中,随着密度的增加,玉米的植株性状和穗部性状均受到了不同程度的影响,虽然总体产量有所增加,但单株玉米的产量及产量构成因子普遍呈现出下降的趋势,群体数量的增长成为了玉米增产的主要因素。4 个参试品种中,稷秠 108 在 90 000 株·hm<sup>-2</sup> 的密度条件下产量较高,表现出了较好的耐密性,适宜高密度种植。

在玉米生育期方面,4 个参试品种的拔节期、抽雄期和吐丝期差异不明显,且均在松嫩平原中南部玉米生长的正常生育时期范围内,适宜当地种植。收获时,稷秠 108 籽粒含水量相对较低,在抽雄吐丝期差异不明显的条件下,初步判定该品种在籽粒灌浆后期脱水速率更快。常规情况下,玉米子粒在收获时的最适含水量应在 20% 以下<sup>[6]</sup>,但参试品种在收获时含水量普遍较高,因此,产量高、后期脱水速率快的品种选育仍是北方春玉米亟待解决的主要问题。

在植株性状方面,4 个参试品种中有 3 个为紧凑型品种,1 个为半紧凑型品种。从理论角度讲,由于紧凑型玉米具有穗上叶与主茎夹角小、叶面积指数大、群体光合指数高等特点,在密度条件下植株个体间竞争相对较小,更适宜密植<sup>[8]</sup>。但从试验结果分析,半紧凑型玉米品系稷秠 108

在高密度条件下产量及产量构成因子均表现出了较高的水平,因此在耐密品种选育时,除参考植株株型外,还应考虑品种的综合性状来进行选择。试验中,部分品种表现出穗位较高的特点,应在今后育种工作中采取适宜的品种改良措施,适当降低穗位高度,以降低倒伏风险,并适应逐渐普及的机械化收获对低穗位品种的需求。

在以往密植群体研究中,群体密度的增加往往会提高玉米倒伏和空秆的风险,因此,倒伏和空秆作为玉米增密种植的主要限制因素,一直受到广泛的关注<sup>[7]</sup>。在试验中,除利民 33 在密度条件下产生轻微倒伏外,其它处理在两个种植密度条件下均未发生倒伏现象,初步判定 4 个品种均具有较好的抗倒伏能力。但由于倒伏现象受自然环境因素影响较大,参试品种抗倒伏能力还需相关的抗倒伏研究来进行进一步鉴定。在空秆率方面,龙作 1 号的空秆率相对较低,在中高密度下没有空秆发生,在密度下空秆率仅为 1.09%,表现出了较好的防空秆能力。

在耐密性鉴定过程中,大部分品种表现出高密度条件下秃尖现象严重的特征。其中,龙单 69 和稷秠 108 表现较为明显,两个品种在密度带来的植株个体竞争中果穗顶部弱势粒的生长发育受到了严重影响;与之不同的是,利民 33 在两个密度条件下均未出现明显的秃尖现象,说明品种本身带有较好的耐秃尖能力。从本研究的产量结果来看,秃尖成为了玉米高密度下减产的主要影

响因素之一,因此,在今后的玉米种质资源创新过程中,应将耐秃尖品种的选育作为工作的重点之一;同时,对已经通过审定的易秃尖品种,应采取必要的农艺措施来防止秃尖现象的大规模发生,以减少产量损失。

#### 参考文献:

- [1] 薛吉全,张仁和,马国胜,等. 种植密度、氮肥和水分胁迫对玉米产量形成的影响[J]. 作物学报, 2010, 36(6): 1022-1029.
- [2] 钱春荣,于洋,宫秀杰,等. 黑龙江省不同年代玉米杂交种产量对种植密度和施氮水平的响应[J]. 作物学报, 2012(10):

1864-1874.

- [3] 刘伟,吕鹏,苏凯,等. 种植密度对夏玉米产量和源库特性的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(7): 1737-1743.
- [4] 孙锐,彭畅,丛艳霞,等. 不同密度春玉米叶面积系数动态特征及其对产量的影响[J]. 玉米科学, 2008(4): 61-65.
- [5] 赵久然,王荣焕. 美国玉米持续增产的因素及其对我国的启示[J]. 玉米科学, 2009(5): 156-159.
- [6] 刘艳秋,李明顺,李新海,等. 1970s~2000s 玉米主栽品种灌浆与脱水速率研究[J]. 玉米科学, 2015, 23(1): 85-91.
- [7] 勾玲,黄建军,张宾,等. 群体密度对玉米茎秆抗倒力学和农艺性状的影响[J]. 作物学报, 2007, 33(10): 1688-1695.
- [8] 杜建波. 紧凑型玉米的增产机制与选育[J]. 养殖技术顾问, 2014(8): 253-253.

## Research on Density-tolerance of New Maize Varieties in South Central Songnen Plain

JIANG Yu-bo<sup>1</sup>, WANG Jun-he<sup>2</sup>, YU Yang<sup>1</sup>, GONG Xiu-jie<sup>1</sup>, HAO Yu-bo<sup>1</sup>, LI Liang<sup>1</sup>, QIAN Chun-rong<sup>1</sup>

(1. Tillage Cultivation Research Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Qiqihar Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161006)

**Abstract:** In order to screening corn varieties suitable for South Central of Songnen Plain, focus on the density-tolerance of new maize varieties. Two density levels were designed (75 000 and 90 000 plants·hm<sup>-2</sup>) in order to select the right maize varieties for compact planting. According to the survey data and measured value of maize growth period, plant character, lodging rate, ear character, yield and its components, it showed that density would not affect the seeding stage. On the contrary, it could affect the tasseling stage, spinning stage, bare tip length and hundred-grain weight. Half of the maize varieties' jointing stage postponed for one day, most of the maize varieties' tasseling stage and spinning stage postponed for 1~2 days. With the development of the plant density, the ear bare tip length increased clearly. However, little lodging happens during the period, all of the maize varieties showed good performance of lodging resistance. Longzuo 1 empty ear rate was relatively low. According to the result of yield, Jinong 108 were suitable for compact planting because they got highest yield at the level of 90 000 plants·hm<sup>-2</sup>. In addition, Limin33 got the highest yield at 75 000 plants·hm<sup>-2</sup> level and it was also suitable for mechanized harvesting due to its low ear height.

**Keywords:** maize; density-tolerance; yield

(该文作者还有葛选良,单位同第一作者)

## 绿色食品

“绿色食品”是一一特指遵循可持续发展原则,按照特定生产方式生产,经专门机构认证,许可使用绿色食品标志的无污染的安全、优质、营养类食品。之所以称为“绿色”,是因为自然资源和生态环境是食品生产的基本条件,由于与生命、资源、环境保护相关的事物国际上通常冠之以“绿色”,为了突出这类食品出自良好的生态环境,并能给人们带来旺盛的生命活力,因此将其定名为“绿色食品”。

发展绿色食品必须遵循可持续发展的原则。从保护、改善生态环境入手,以开发无污染食品为突破口,将保护环境、发展经济、增进人们健康紧密地结合起来,促成环境、资源、经济、社会发展的良性循环。

——黑龙江绿色食品网