

# 深松和密度互作对北方春玉米生长特性的影响

王春雷, 冯 晔, 曹 霞, 高丽辉, 王 丹, 王 东, 郑 威, 张 超, 金 虎  
(通辽市农业科学研究院, 内蒙古 通辽 028015)

**摘要:** 本试验以伟科 702、先玉 335 为供试材料, 采用裂区试验设计, 分析深松与耕作密度互作方式对玉米植株生长生理特性及产量的影响。结果表明: 深松措施提高了玉米高密度种植条件下的根冠比, 有效改善了玉米营养器官干重的分布比例, 提高了植株的抗倒伏性, 降低玉米果穗秃尖程度, 显著增加了玉米产量。其中伟科 702 经过深松处理后, 种植密度在 83 100 株/hm<sup>2</sup> 时玉米产量达到最大值 13 140 kg/hm<sup>2</sup>, 较不深松处理产量最大值(11 975 kg/hm<sup>2</sup>)增产 9.73%; 先玉 335 经过深松处理后, 种植密度在 74 200 株/hm<sup>2</sup> 时玉米产量达到最大值 12 663 kg/hm<sup>2</sup>, 较不深松处理产量最大值(11 392 kg/hm<sup>2</sup>)增产 11.16%。

**关键词:** 玉米; 深松; 密度; 产量

中图分类号: S513.062

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2016)04-0027-05

## Effect of Interaction between Deep Scarification with Density on Spring Corn Growth Characteristics in Northern China

WANG Chunlei, FENG Ye, CAO Xia, GAO Lihui, WANG Dan, WANG Dong, ZHENG Wei, ZHANG Chao, JIN Hu  
(Tongliao Academy of Agricultural Sciences, Tongliao 028015, China)

**Abstract:** A field experiment of Weike 702 and Xianyu 335 as experimental materials was conducted to research the effects of deep loosening and cultivation density on maize growth physiological characteristics and yield. The result showed that by using deep loosening measure, root shoot ratio and lodging resistance were increased under the condition of high planting density, the distribution proportion of vegetative organs of maize dry weight was improved effectively, and reducing the degree of corn ear barren tip, the yield of maize was increased significantly. The yield of Weike 702 reached the maximum at the density of 83 100 plant/hm<sup>2</sup>, and yield maximum was 13 140 kg/hm<sup>2</sup>, the yield of deep loosening was 9.7% higher than that of the control (11 975 kg/hm<sup>2</sup>). The yield of Xianyu 335 reached the maximum at the density of 74 200 plant/hm<sup>2</sup>, and yield maximum was 12 663 kg/hm<sup>2</sup>, the yield of deep loosening was 11.16% higher than that of the control (11 392 kg/hm<sup>2</sup>).

**Key words:** Corn; Deep scarification; Density; Yield

现阶段提高玉米单产水平主要有两条途径: 一是以群体效应为主提高种植密度; 另一种主要是考虑单株效应以提高单株产量为突破口争取在较低密度下取得群体最高产量<sup>[1]</sup>。通过国内外大量的试验研究表明高产田、超高产田的种植密度均大于 75 000 株/hm<sup>2</sup>, 然而在我国北方由于受气候条件及传统耕作模式的影响, 玉米种植密度一般在 65 000 株/hm<sup>2</sup> 以下, 因此合理增加种植密度仍然是北方大面积提高玉米产量的关键措施之一<sup>[2-7]</sup>。但是在实际生产中, 随着群体密度的增大导致植物争光争肥, 茎秆变细弱, 出现植株倒折

倒伏、果穗秃尖程度加剧, 严重影响到玉米产量, 国内外每年由于玉米倒折而造成的产量损失在 5% ~ 25% 左右, 个别年份甚至更高<sup>[8]</sup>。如何解决增加密度所带来负面因子的影响问题, 是本试验设计的出发点, 通过深松和密度互作, 探讨不同密度条件下深松处理对玉米茎秆物质生产分配以及产量构成要素的影响, 分析玉米增产潜力关键制约因素<sup>[9]</sup>, 为实现北方春玉米高产高效种植提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验设计与田间管理

田间试验于 2014 年在通辽市农科院科技示范园区进行, 采用大水漫灌方式灌溉。试验以伟科 702 和先玉 335 两个品种玉米为供试材料, 采用裂区设计, 主区设不深松(NS)和深松(SS)两个处

收稿日期: 2016-03-21

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2011BAD16B13、2012BAD04B04、2013BAD07B04)

作者简介: 王春雷(1980-), 男, 助理研究员, 硕士, 从事玉米育种与栽培技术研究。

理,副区为密度处理,设45 000、60 000、75 000、90 000株/hm<sup>2</sup> 4个种植密度,其中NS1、NS2、NS3、NS4分别代表4个密度下的不深松处理,SS1、SS2、SS3、SS4为对应密度下的深松处理,则每个供试品种共8个处理,3次重复。每个处理种植6行,行长15 m,行距0.6 m,每个小区面积54 m<sup>2</sup>,本试验共2×8×3=48个小区。

试验地播前耕层(0~20 cm)土壤养分状况为:有机质26.3 g/kg、全氮0.83 g/kg、碱解氮48.3 mg/kg、速效磷17.4 mg/kg、速效钾78.6 mg/kg。试验在5月6日采取拖拉机开沟施肥,人工播种。田间管理与当地大田种植水平一致,播种时施氮肥41.04 kg/hm<sup>2</sup>、磷肥104.88 kg/hm<sup>2</sup>、钾肥45 kg/hm<sup>2</sup>(K<sub>2</sub>O, 50%),6月26日拔节期(8~10叶展)一次性追施氮肥258.7 kg/hm<sup>2</sup>,肥料使用水平中等。中耕除草,田间化控防治病虫害,分别于播种前、大喇叭口期、灌浆期灌溉3次,10月8日田间收获。深松处理于6月11日(5~6叶龄)进行行间深松,深度40 cm。

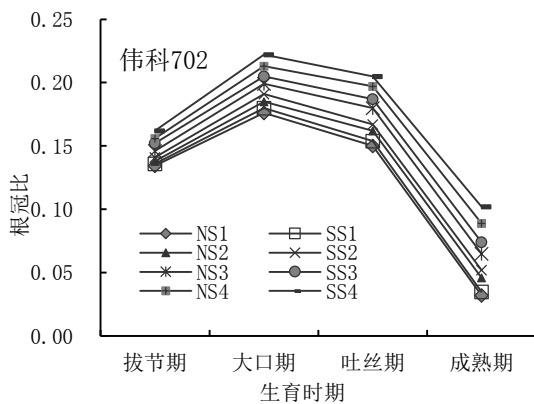
## 1.2 试验方法

### 1.2.1 地上和地下干物质积累的测定

分别于拔节期、大口期、吐丝期、成熟期取样,选择生长发育一致、叶片无病斑和破损的植株,测定根系干物重和地上部干物重,3次重复,每个重复取代表性植株3株,在105℃杀青30 min,然后85℃烘干至恒重后测定干物质重。

### 1.2.2 产量测定

穗粒数测定:连续测定20株的穗粒数,3次重



复,取平均数。

倒折率:选取小区中间4行,距地头2 m以上,连续调查100株植株的倒折株数,3次重复,获得倒折率。

理论产量:在小区中间2行连续测10 m,数株数、穗数,收回全部果穗称重,按均值法取20个果穗考种,折算成标准含水量(14%)的产量。测定千粒重、穗粒数、出籽率、穗长、穗粗、秃尖长、含水量等指标。

## 2 结果与分析

### 2.1 对根冠比的影响

根冠比是反映作物根系与冠层协调生长的重要指标<sup>[10]</sup>。由图1可知,两个品种的根冠比都随着种植密度增大而增加,随生育期进程出现先增大后减小的规律。从拔节期到大口期伟科702增加缓慢,先玉335增加的速度较快,反映出此时植株地下根系干重的增长速度大于地上部分干重的增长,不同种植密度之间的差异变化不大。从大口期到吐丝期,根冠比开始缓慢下降。从吐丝期到成熟期时,由于地上部分干物质的迅速积累,根冠比开始迅速下降,密度之间差异也逐渐变大。从深松较不深松处理增加幅度上来看,高密度种植下的深松更有利于在玉米生长早期积累根系干物质,提高根冠比,增加根系吸收水分和养分能力,促进玉米根系生长,提高植株的抗倒伏性。

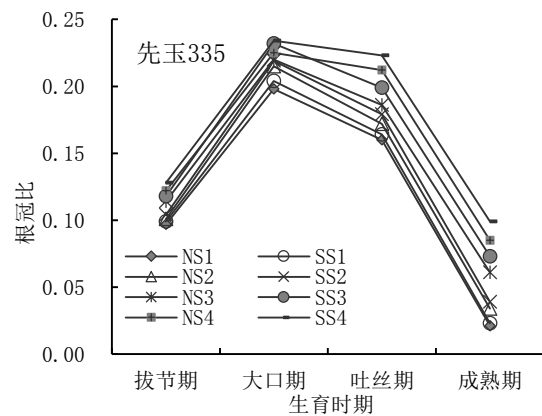


图1 深松对不同种植密度根冠比的影响

### 2.2 对植株倒折率的影响

从图2可知,随种植密度的增加倒折率明显增大,不同种植密度下的深松处理均较不深松处理降低植株的倒折率。参试的两个品种在75 000株/hm<sup>2</sup>和90 000株/hm<sup>2</sup>种植密度时SS与NS之间差异达到极显著水平,在降低植株倒折率方面,

深松对高密度处理的作用效果强于低密度处理。

### 2.3 对果穗秃尖的影响

从图3可知,随种植密度的增大玉米果穗秃尖程度增加,且不同种植密度条件下深松处理SS都明显降低秃尖长度。伟科702在90 000株/hm<sup>2</sup>密度时SS与NS之间差异达到极显著水平;先玉

335 在 75 000、90 000 株/hm<sup>2</sup> 密度时 SS 与 NS 之间差异均达到极显著水平。由此说明,深松对高密

度玉米果穗秃尖程度的降低效果更明显。

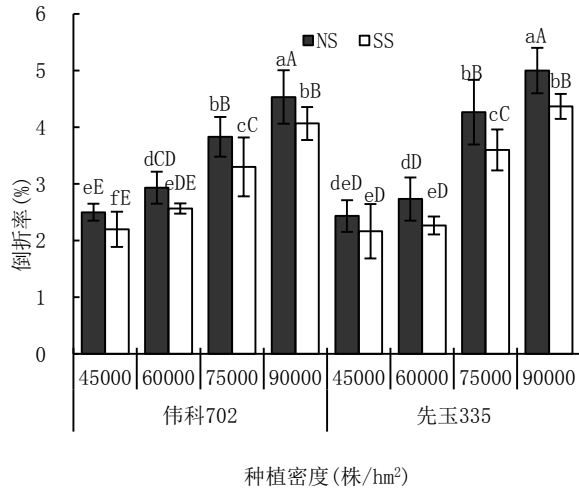


图2 深松对不同种植密度植株倒折率的影响

#### 2.4 对玉米各器官干重分布的影响

从表1可知,在成熟期时,植株地上部分各营养器官分布以干物质重由大到小排列依次为:籽粒>茎秆>叶片>穗轴(含苞叶)>叶鞘;随种植密度增加各器官干重都随之减小,密度越大减小的速度越快。深松处理的各器官干重高于不深松处理,其中对穗轴和苞叶干重增加的影响最为明显,具体表现为在每个密度上较不深松处理间都达到显著及以上水平。伟科702在叶片方面,SS4与NS4、SS3与NS3之间差异达到极显著水平,SS2较NS2达显著水平;在叶鞘上只有SS4较NS4达极显著水平,SS3与NS3、SS2与NS2之间差异达到显

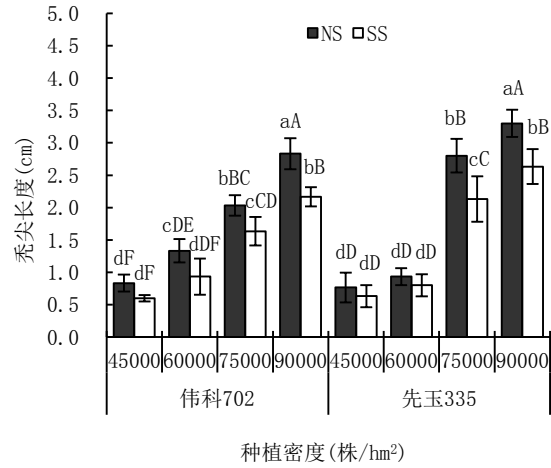


图3 深松对不同种植密度果穗秃尖的影响

著水平;在茎秆上两个高密度下的SS4、SS3较不深松处理达到极显著水平,两个低密度SS2、SS1则与不深松处理之间差异呈显著水平;在穗轴和苞叶上除SS1较NS1差异显著外,其他3个密度的深松都较不深松处理间达到极显著水平;在籽粒产量方面SS4、SS3较相应密度下不深松处理间达极显著水平。

先玉335在叶片上,SS3与NS3间差异达极显著水平,SS4较NS4水平显著;在叶鞘上只有SS3与NS3之间达到显著差异;在茎秆上SS3与NS3达极显著水平,SS4与NS4达显著水平;在穗轴和苞叶上除SS1较NS1差异显著外,其他密度下深松

表1 深松对不同种植密度各器官干重分布的影响

g/株

| 品种     | 处理  | 叶片        | 叶鞘       | 茎秆        | 穗轴+苞叶    | 籽粒        |
|--------|-----|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| 伟科 702 | NS1 | 39.55aAB  | 29.81aA  | 101.33bA  | 32.83bA  | 182.59aA  |
|        | SS1 | 39.64aA   | 29.95aA  | 102.03aA  | 33.09aA  | 184.21aA  |
|        | NS2 | 39.01cCD  | 28.89cB  | 97.80dB   | 31.63dC  | 176.1bBC  |
|        | SS2 | 39.27bBC  | 29.09bB  | 98.56cB   | 31.95cB  | 178.15bB  |
|        | NS3 | 38.37eE   | 27.80cC  | 93.53fD   | 30.23fE  | 168.24dD  |
|        | SS3 | 38.78dD   | 27.99dC  | 94.79eC   | 30.69eD  | 172.66cC  |
|        | NS4 | 36.51gG   | 24.63gE  | 81.23hF   | 27.2hG   | 145.58fF  |
|        | SS4 | 37.43fF   | 24.89fD  | 82.36gE   | 27.83gF  | 153.53eE  |
| 先玉 335 | NS1 | 49.04abA  | 30.05aA  | 107.36abA | 34.13bAB | 194.85aA  |
|        | SS1 | 49.29aA   | 30.49aA  | 109.70aA  | 34.89aA  | 198.79aA  |
|        | NS2 | 47.68cB   | 29.68aA  | 104.87bA  | 32.96cC  | 185.75bB  |
|        | SS2 | 48.39bcAB | 30.28aA  | 106.6abA  | 33.8bB   | 193.49aAB |
|        | NS3 | 45.11eD   | 25.67cBC | 88.82dC   | 26.75eE  | 161.72dD  |
|        | SS3 | 46.23dC   | 26.6bB   | 94.45cB   | 28.72dD  | 171.11cC  |
|        | NS4 | 42.67gE   | 24.54dC  | 84.84eC   | 23.23gG  | 152.08eE  |
|        | SS4 | 43.46fE   | 25.22cdC | 88.67dC   | 25.34fF  | 158.54dDE |

与不深松处理之间均达到极显著水平;在籽粒产量方面,SS4与NS4,SS2与NS2达到显著水平,SS3与NS3达到极显著水平。综上分析,伟科702两个高密度种植条件下深松效果最好,对玉米籽粒产量增加最显著,SS4、SS3分别较相应密度不深松处理增加5.46%、2.62%;先玉335在75 000株/hm<sup>2</sup>密度深松效果最好,较不深松处理增加5.81%。

### 3 深松密度互动与产量的关系分析

如图4所示,玉米产量与种植密度呈“抛物线”状曲线关系,呈现随种植密度的增加产量先增大后减小的变化趋势,深松较不深松处理之间的增产幅度随种植密度增加而增大,但是产量增加的速度越来越缓慢。

伟科702在种植密度45 000~90 000株/hm<sup>2</sup>时,深松处理产量与密度关系回归方程为 $Y=-305.52X^2+5\ 076.2X-7\ 945.2$ (决定系数 $R^2=0.996\ 6$ ),当种植密度为83 100株/hm<sup>2</sup>时,玉米产量达到最大值13 140 kg/hm<sup>2</sup>;不深松处理的产量与密度关系回归方程为 $Y=-305X^2+4\ 588.1X-5\ 279.6$

(决定系数 $R^2=0.998$ ),当种植密度为75 200株/hm<sup>2</sup>时,玉米产量达到最大值11 975 kg/hm<sup>2</sup>,深松较不深松处理增产9.73%。先玉335在种植密度45 000~90 000株/hm<sup>2</sup>时,深松处理产量与密度关系回归方程为 $Y=-373.61X^2+5\ 545.5X-7\ 914.7$ (决定系数 $R^2=0.977\ 7$ ),当种植密度为74 200株/hm<sup>2</sup>时,玉米产量达到最大值12 663 kg/hm<sup>2</sup>;不深松处理产量与密度关系回归方程 $Y=-353.97X^2+4\ 951.4X-5\ 922.9$ (决定系数 $R^2=0.942\ 7$ ),当种植密度为69 900株/hm<sup>2</sup>时,玉米产量达到最大值11 392 kg/hm<sup>2</sup>,深松较不深松处理增产11.16%。通过对玉米产量与种植密度关系的曲线图分析,深松处理明显提高了同等密度条件下玉米的产量,尤其是对高密度种植玉米产量的增加幅度最明显。深松处理的“抛物线”最大值较未深松的极值明显后移,说明深松技术措施改善了玉米植株的生理生长条件,能有效缓解由于密度压力所带来的负面因子影响问题,通过合理增加种植密度与深松相结合的种植模式来达到玉米增产目的。

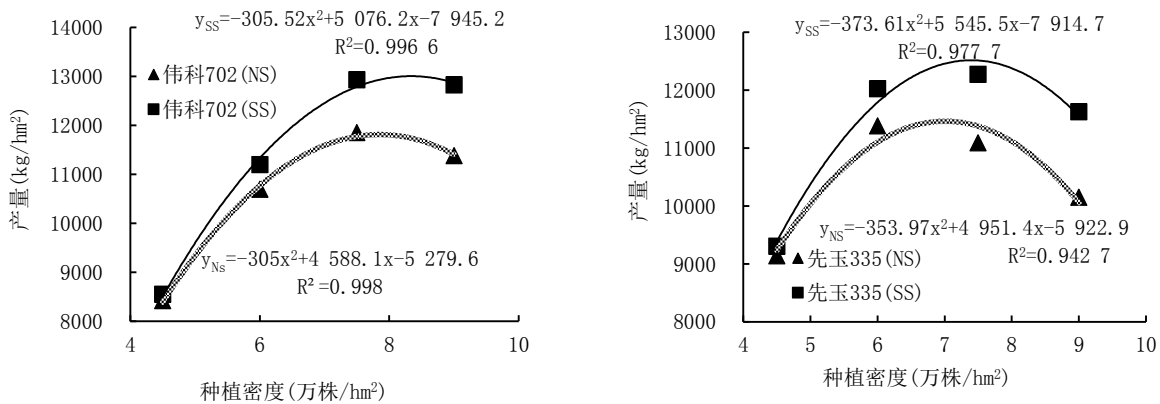


图4 深松对不同种植密度产量的影响

### 4 结论与讨论

种植密度对玉米的产量影响很大,通过合理密植及配套栽培技术可显著增加产量。随着种植密度的加大,在玉米生长中后期,早衰、空秆、秃尖、倒折、倒伏等一系列问题也逐渐突显出来<sup>[11]</sup>。采取深松措施打破土壤犁底层后,为根系在纵向扩充提供生长空间,促进了植株根系的生长发育,提高植株根冠比,促进玉米根系与植株整体的协调发展,改善了各器官干重的分配比率,高密度压力下出现的倒折、秃尖等对产量影响的负面因子得到有效降低,玉米产量显著提高<sup>[12]</sup>。通过深松与密度互动试验可以看出,深松措施在密度达到75 000株/hm<sup>2</sup>以上时,秃尖、倒折率与对照

之间的差异达到极显著水平。从本文图4产量与密度关系回归方程分析得出:伟科702经过深松处理后,理论上种植密度在83 100株/hm<sup>2</sup>时玉米产量达到最大值13 140 kg/hm<sup>2</sup>,对比不深松处理产量最大值(11 975 kg/hm<sup>2</sup>)增产9.73%;先玉335经过深松处理后,理论上种植密度在74 200株/hm<sup>2</sup>时玉米产量达到最大值12 663 kg/hm<sup>2</sup>,对比不深松处理产量最大值(11 392 kg/hm<sup>2</sup>)增产11.16%。根据本文试验数据分析得出,在玉米生产实践中采取深松措施可以有效提高品种的种植密度,降低了高密压力下所带来的秃尖、倒折等负面因子的影响,最大程度发挥出品种的增产潜能,对北方春玉米的生产种植具有指导意义。

## 参考文献:

- [ 1 ] 张明友,张 新,王振华,等.郑单22玉米不同种植密度对产量的影响[J].农艺科学,2005(10):166-168.
- [ 2 ] 丰 光,李妍妍,景希强,等.玉米不同种植密度对主要农艺性状和产量的影响[J].玉米科学,2011,19(1):109-111.
- [ 3 ] 赵久然,孙世贤.对超级玉米育种目标及技术路线的再思考[J].玉米科学,2007,15(7):21-23.
- [ 4 ] 于佩锋,赵海峰.玉米空秆倒伏的原因及防止措施[J].吉林农业,2003(8):14.
- [ 5 ] 袁公选,杨金慧,李雅文,等.玉米倒伏成因及预防[J].西北植物学报,1999,19(5):72-76.
- [ 6 ] 孙世贤,戴俊英,顾慰连.国外玉米倒伏研究[J].世界农业,1991(5):23-24.
- [ 7 ] 宋朝玉,张继余,张清霞,等.玉米倒伏的类型、原因及预防治理措施[J].作物杂志,2006(1):36-38.
- [ 8 ] 赵洪建.玉米倒伏的发生原因和预防措施[J].中国种业,2006(13):56-59.
- [ 9 ] 刘朝巍,谢瑞芝,张恩和,等.玉米宽窄行交替休闲种植根系分布规律研究[J].玉米科学,2009,17(2):120-123.
- [ 10 ] 佟屏亚.我国玉米高产栽培技术的成就和研究进展专论[J].耕作与栽培,1995(5):25-30.
- [ 11 ] 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.
- [ 12 ] 孟庆秋,谢佳贵.土壤深松对玉米产量及其构成因素的影响[J].吉林农业科学,2000,25(2):25-28.

(责任编辑:王 昱)

## 《园艺与种苗》征订启事

《园艺与种苗》为省级专业学术期刊,创刊于2011年,月刊,CN 21-1574/S ISSN 2095-0896。刊登范围主要涉及园艺、种苗、中草药、花卉、林业、园林(景观)板块,内容延伸到贮运与加工、质量管理与产品安全等相关领域。重点覆盖粮食作物与经济作物种苗,同时涉足种业行业分析和导向的相关研究。刊物主要面向全国高校、农业科研院所、各省市下属农业推广机构及相关农事企业发行。

主管、主办单位:辽宁省农业科学院 协办单位:辽宁省园艺学会 辽宁省昆虫学会 邮发代号:8-155 月刊单价:15元 全年:180元

欢迎通过本编辑部直接征订期刊(有优惠)

邮局汇款:辽宁省沈阳市东陵路84号,辽宁省农业科学院《园艺与种苗》编辑部,邮编:110161(请在汇款单附言栏写上期刊征订信息)

银行转账:开户名:辽宁省农业科学院 开户行:沈阳农行马官桥分理处;账号:06130101040008400(请注明《园艺与种苗》期刊征订)

办公电话(传真):024-31023002 电子信箱:yyyzm001@163.com

广告经营许可证:2101001500050