

河北玉米新品种穿刺强度和压碎强度比较

许洛, 王春海, 冯健英, 王绍新* (石家庄市农林科学研究院, 河北石家庄 050041)

摘要 [目的] 比较河北玉米新品种的穿刺强度和压碎强度。[方法] 采用随机区组设计, 利用茎秆强度测定仪对河北 12 个品种进行茎皮穿刺强度和茎秆压碎强度研究。[结果] 大喇叭口期不同品种间茎秆穿刺强度有一定差异, 其中 8 号品种最强, 而 4 号品种最弱; 灌浆期不同品种抗折能力无差异; 乳熟期 9 号品种穿刺强度最强, 而 7 号品种最弱。12 号品种的压碎强度最高、最抗压, 而 11 号品种最低, 抗压能力最差。测量茎秆穿刺强度适宜在抽雄期第 6 节间进行。参试的 12 个品种中, 8 号和 9 号品种的综合抗倒能力最强。[结论] 该研究为筛选抗倒能力强的玉米品种提供了理论基础。

关键词 穿刺强度; 压碎强度; 玉米; 河北

中图分类号 S513 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)05-0036-02

Comparison of Puncture Strengths and Crushing Strengths of New Corn Cultivars in Hebei Province

XU Luo, WANG Chun-hai, FENG Jian-ying, WANG Shao-xin* (Shijiazhuang Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang, Hebei 050041)

Abstract [Objective] To compare the puncture strengths and crushing strengths of new corn cultivars in Hebei Province. [Method] Random blocks design was adopted to research the puncture strengths and crushing strengths of 12 new corn cultivars in Hebei Province by stalk strength tester. [Result] In bell stage, there were certain differences in puncture strengths between cultivars. Among them, cultivar 8 had the strongest puncture strength while cultivar 4 was the poorest. In filling stage, there were no differences in the fracture resistance between cultivars. In milk ripe stage, cultivar 9 had the strongest puncture strength, while cultivar 7 was the poorest. As for crushing strength, cultivar 12 was the highest while cultivar 11 was the lowest. It was more suitable to detect the puncture strength on the 6th node at tasseling stage. Among the 12 cultivars, cultivar 8 and 9 showed the strongest comprehensive resistance to lodging. [Conclusion] This research provides theoretical basis for the screening of corn cultivars with strong resistance to lodging.

Key words Puncture strength; Crushing strength; Corn; Hebei Province

玉米倒伏不仅影响玉米产量品质, 而且严重制约着玉米机械化收获程度的提高, 已成为玉米生产中十分重要的问题。很多学者从不同角度对玉米倒伏进行研究^[1-5]。多位学者研究了作物抗倒伏的方法, 测定玉米茎秆强度^[4-6], 发现茎秆穿刺及压碎强度与茎秆抗倒伏能力具有高度相关性^[6-11], 并具有操作便捷、破坏性较小、易于田间操作等优点。因此, 茎秆强度逐渐成为玉米茎秆抗倒伏鉴定的重要评价指标。由于玉米茎秆强度随生育期进程和外界环境条件而不断变化, 因此明确茎秆倒伏发生的敏感时期对玉米抗倒伏品种的筛选和鉴定非常必要。但目前关于玉米抗倒伏鉴定和选择的关键测定时期、最佳部位并无一致的观点。国外研究茎秆强度力学指标测定时间多为乳熟期、蜡熟期至成熟期^[6], 也有人尝试在开花期和抽雄前期测定。笔者在大喇叭口期、灌浆期及乳熟期利用茎秆强度测定仪对河北玉米主推品种及最新审定的省审和国审 12 个品种进行茎皮穿刺强度和茎秆压碎强度研究, 筛选出抗倒能力较强的玉米品种, 旨在找出简便易操作的抗倒测定方法来服务生产。

1 材料与方法

1.1 试验材料 河北玉米主推品种及最新审定的省审和国审品种见表 1。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计。 采用随机区组设计, 每个品种 3 次重复, 6 行区, 行长 5 m, 行距 0.55 m, 密度 7.2 万株/hm²。

基金项目 河北省现代农业产业技术体系技术研究 HBCT2013020204。
作者简介 许洛(1968—), 女, 河北饶阳人, 副研究员, 硕士, 从事玉米育种及栽培研究。* 通讯作者, 副研究员, 硕士, 从事玉米育种及栽培研究。

收稿日期 2016-12-23

表 1 供试玉米品种

Table 1 Corn cultivars in the research

编号 Code	品种名称 Cultivar name	供种单位 Unit	审定情况 Cultivar assessment situation
1	郑单 958	河南金博士种业	2002 年国审
2	伟科 702	河南金苑种业	2012 年国审
3	京农科 728	北京龙耘种业	2012 年国审
4	华农 18	北京华农伟业	2010 年国审
5	吉祥 1 号	甘肃省武威市农业科学研究院	2011 年甘审
6	石玉 9 号	辽宁东亚种业	2008 年冀审
7	凯育 8	北京未名凯拓作物设计中 心有限公司	2013 年冀审
8	邯玉 66	河北众信种业	2011 年冀审
9	鑫玉 86	唐山农丰种业	2013 年冀审
10	农单 902	巡天种业	2013 年冀审
11	纪元 128	河北新纪元种业	2007 年冀审
12	肃研 480	肃宁县种业有限公司	2013 年冀审

1.2.2 茎秆硬皮穿刺强测试 (RPS, 简称穿刺强度)。 用 YYD-1 型茎秆强度测定仪对茎皮做穿刺强度测定、茎秆压碎强度测定。茎秆穿刺仪是使用固定截面积探针 (0.1 mm²) 与电子弹簧秤连接, 垂直主茎穿刺, 读取瞬间穿透表面韧皮组织的最大力量数值作用于茎秆穿刺。穿刺测量方法为玉米大喇叭口期、灌浆期及乳熟期连续选取田间玉米 10 株, 对地上第 3~6 茎节中部椭圆形短直径方向垂直主茎穿刺, 记录瞬间穿透韧皮组织的穿刺力读数。分别在 8 月 29 日、9 月 9 日、9 月 16 日对次生根以上第 3、4、5、6 节间进行穿刺和对第 3 节间进行压碎试验。

1.3 数据处理 采用 DPS 数据处理系统进行数据的方差分析及显著性检验。

2 结果与分析

2.1 玉米品种不同时期茎皮穿刺强度和压碎强度方差分析

分别将大喇叭口期、灌浆期及乳熟期 3 个时期穿刺强度数据作对数转换后进行方差分析,节间和品种分别作为一种因素处理数据;将 3 个时期压碎强度数据进行对数转换后作完全随机区组二因素有重复方差分析,时期和品种分别作为一种因素处理数据。大喇叭口期穿刺强度节间 P 值 $0.0001 < 0.01$,品种间 P 值 $0.0259 < 0.05$;不同节间、不同品种穿刺强度有显著差异。灌浆期穿刺强度节间 P 值 $0.0001 < 0.01$,品种间 P 值 $0.6435 > 0.05$;不同节间穿刺强度有显著差异,不同品种间无显著性差异。乳熟期穿刺强度节间 P 值 $0.0001 < 0.01$,品种间 P 值 $0.0001 < 0.01$ 。此时期不同节间、不同品种穿刺强度有显著差异。压碎强度品种间 P 值 $0.0001 < 0.01$,不同时期 P 值 $0.0002 < 0.01$,不同品种、不同时期压碎强度有显著差异。

2.2 玉米品种大喇叭口期、乳熟期茎皮穿刺强度和 3 个时期压碎强度品种显著性分析

由表 2 可知,大喇叭口期 8 号

表 2 不同品种大喇叭口期和乳熟期穿刺强度、3 个时期压碎强度的比较

Table 2 Comparison of puncture strengths at bell stage and milk ripe stage and crushing strengths at three stages		N/mm	
品种编号 Cultivar code	大喇叭口期 穿刺强度 Puncture strength at bell stage	品种编号 Cultivar code	乳熟期穿 刺强度 Puncture strength at milk ripe stage
1	51.1 abA	1	47.6 bcdBCD
2	48.4 abcA	2	46.0 deCD
3	46.3 bcdAB	3	48.7 bcdBCD
4	49.7 d B	4	48.2 bcdBCD
5	51.2 abA	5	50.5 bAB
6	51.6 abA	6	49.8 bcBC
7	47.9 abcA	7	44.6 eD
8	52.6 aA	8	48.4 bcdBCD
9	45.6 cdAB	9	54.9 aA
10	45.4 abcAB	10	46.3 cdeBCD
11	47.8 abcA	11	49.6 bcBC
12	48.8 abcA	12	46.5 cdeBCD

注:不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$);不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$)

Note: Different lowercases indicated significant differences($P < 0.05$); different capital letters indicated extremely significant differences($P < 0.01$)

品种邯玉 66 穿刺强度最高,但与 1、2、5、6、7、11、10、12 号品种无显著差异,抗倒水平处于同一个层次,高于 3、4、9 号品种且达显著水平。4 号品种华农 18 强度最低,除 3、9 号品种外,4 号品种与其他品种差异显著。说明 3、4、9 号品种大喇叭口期易倒折。乳熟期 9 号品种蠡玉 86 穿刺强度最高,与其他 11 个品种差异达显著水平,乳熟期该品种抗折能力最强。7 号品种强度最低,12、10、2、7 号品种间无显著差异,抗折水平处于同一个层次,但是强度比其他品种低。12 号品种肃研 480 压碎强度最高,与 1、4、5、7、8、9、10 号品种差异不显著。1、4、5、6、7、8、9、10 号 8 个品种间差异不显著;11 号品种强度最低,与 2、3 号品种无显著差异,但低于其他品种,且差异显著。综合分析 3 个时期在压碎强度方面 12 号品种最抗压,11 号品种最差。

2.3 不同时期穿刺强度比较 3 个生育时期节间穿刺强度的变化(图 1)表明,不同品种间的茎节 RPS 随生育期的变化而不同。2006 年不同玉米品种 4 个生育期的比较结果显示,在玉米抽雄前期品种间的茎秆强度差异最大,随生育期推后差异逐渐减小,到蜡熟期品种间差异不显著。第 3~6 节间 12 个品种穿刺强度均逐渐降低,随节位的上升同一节间不同品种间的差异逐渐增大,其中第 3、4、5 节间变化不大,第 6 节间不同品种差异很大;大喇叭口期 3、4、9 号品种穿刺强度分别为 20.7、12.1、15.7 N/mm,这与显著性分析相一致,低于其他品种,差异达显著水平。乳熟期 9 号品种穿刺强度最高(62.3 N/mm),而大喇叭口期 4 号品种(12.1 N/mm)最低。

2.4 不同时期、不同品种压碎强度比较 3 个生育时期压碎强度的变化(图 2)表明,不同时期压碎强度有明显差异,大部分品种在大喇叭口期压碎强度最高,只有 10 号品种灌浆期压碎强度最大,11 号品种 3 个时期压碎强度无明显差异,强度值较其他品种明显偏低。品种之间压碎强度也有明显差异,4 号品种大喇叭口期最高(481 N/mm),2 号品种灌浆期最低(262 N/mm),11 号品种灌浆期(264 N/mm)和乳熟期(265 N/mm)均较低,这与显著性分析相一致;2 号和 11 号品种压碎强度低于其他品种,达显著水平。

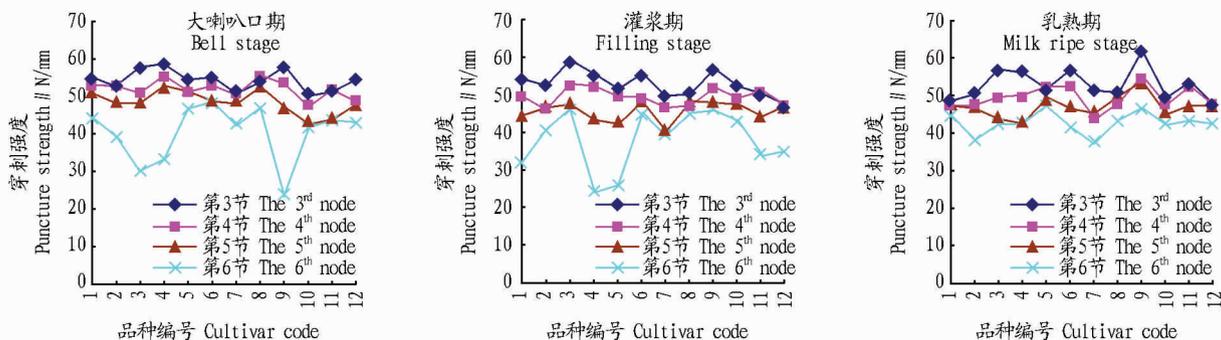


图 1 不同品种 3 个生育期穿刺强度的变化

Fig. 1 Changes of puncture strengths of different cultivars at three growth stages

3 结论与讨论

(1) 不同时期品种间穿刺、压碎强度差异不同。在大喇叭

口期不同品种茎秆穿刺强度有一定差异,其中 8 号品种邯

(下转第 40 页)

小麦产量;张宽伶等^[12]在黄瓜上的试验结果表明,水肥一体化施用锌肥效果最佳,增产 10.5%。该试验结果表明,施用锌肥可以提高番茄产量,其中, T₂ 处理的单果重量比 CK 高 19.50%, T₂ 处理产量比 CK 高 19.52%, 增产效果最明显。贾永华等^[13]研究表明,喷施锌肥可以促进苹果果实膨大,调节光合产物及其他营养物质向果实转运,从而提高果肉硬度、可溶性固形物等果实品质。王敏^[14]研究表明,适当增施锌肥可增加蔬菜的含锌量,提高蔬菜可溶性糖、可溶性蛋白含量。该试验结果表明, T₂ 处理可以增加番茄果实中可溶性总糖、Vc 和全锌含量, T₃ 处理的果实全锌含量最高,这与王延明^[15]在马铃薯上的研究结果一致,但综合评定,滴灌施肥效果最佳。国春慧等^[16]研究表明,施用锌肥可以明显提高土壤中各形态锌的含量,该试验结果表明,与种植前相比, T₁ 和 T₂ 处理均可以提高土壤有效锌含量, T₁ 处理提高幅度最大, T₃ 和 CK 处理土壤有效锌含量则有所下降。

表 2 种植前后试验地土壤肥力状况

Table 2 Soil fertility conditions of experimental field

日期 Period	pH	有机质 Organic matter g/kg	全氮 Total nitrogen g/kg	有效磷 Available phosphorus mg/kg	速效钾 Rapidly available potassium mg/kg
种植前 Before planting	6.50	10.6	0.07	28.8	85.3
种植后 After planting	6.04	6.8	1.14	17.8	82.4

综上所述,增施锌肥对于番茄生长和产量均起到促进作用,且可以提高土壤有效锌含量,改善土壤养分;3 种锌肥施

用方式相比,滴灌施肥效果最佳,可以促进番茄生长,提高番茄产量,改善番茄品质。

参考文献

- [1] 郑袁明,宋波,陈同斌,等.北京市不同土地利用方式下土壤锌的积累及其污染风险[J].自然资源学报,2006,21(1):64-72.
- [2] 王关禄,李淑筠,沙弘吾,等.北京土壤中硼铜锌铁的有效含量及其分布的研究(一)[J].北京农业科学,1984(7):11-15.
- [3] SOMMER A L, LIPMAN C B. Evidence on the indispensable nature of zinc and boron for higher green plants[J]. Plant physiology, 1926, 1(3): 231-249.
- [4] 黄泽春,宋波,陈同斌,等.北京市菜地土壤和蔬菜的锌含量及其健康风险评估[J].地理研究,2006,25(3):439-448.
- [5] 张完白,王彤文,李赛君,等.700 例儿童发中锌钙镁铁铜的测定结果及统计分析[J].广东微量元素科学,1997,4(11):23-28.
- [6] 林晓明,田伟,郭燕梅,等.北京山区学龄儿童机体锌状况及血清锌水平分析[J].中国儿童保健杂志,2002,10(4):227-229.
- [7] 金伊洙,聂振兴,王晶.高效环保型有机肥对日光温室番茄生长发育影响的研究[J].安徽农业科学,2009,37(15):6942-6943,6973.
- [8] 刘永菁,邱忠祥,王方维.番茄施用锌肥的研究[J].土壤通报,1989(3):129-132.
- [9] 田伟,贾松涛,高静,等.底施锌肥对春大棚番茄生长及产量的影响[J].北京农业,2014(9):157-158.
- [10] 刘启云.日光温室芹菜锌肥施用技术研究[J].安徽农业科学,2006,34(15):3666,3671.
- [11] 张世县,刘霞,张锋.2014 年秋季小麦配方肥验证及锌肥试验技术[J].安徽农业科学,2015,43(32):248-249.
- [12] 张宽伶,贾松涛,孙宝祥,等.锌肥不同施用方式对大棚黄瓜生长及产量的影响[J].北京农业,2014(9):109.
- [13] 贾永华,牛锐敏,李晓龙,等.喷施锌肥对苹果叶片生长及果实品质的影响[J].安徽农业科学,2013,41(36):13883-13885.
- [14] 王敏.锌对蔬菜产量和品质的影响[D].长春:吉林农业大学,2012.
- [15] 王延明.锌肥用量及施用方法对马铃薯产量形成及营养品质的影响[D].兰州:甘肃农业大学,2014.
- [16] 国春慧,赵爱青,陈艳龙,等.锌肥种类和施用方式对小麦生育期内土壤不同形态 Zn 含量的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2015,43(7):185-191.

(上接第 37 页)

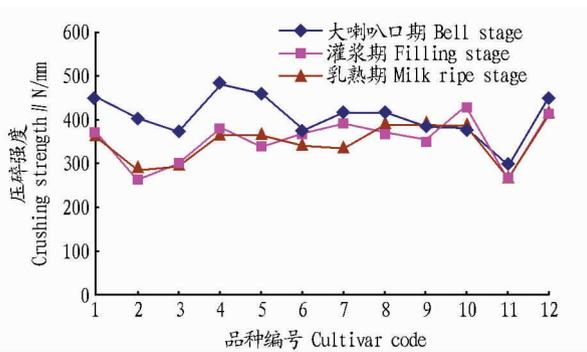


图 2 不同品种 3 个生育期压碎强度的变化

Fig. 2 Changes of crushing strengths of different cultivars at three growth stages

玉 66 穿刺强度最强,而 4 号品种华农 18 最弱。不同品种在灌浆期抗折能力无差异,处于同一水平。乳熟期 9 号品种蠡玉 86 穿刺强度最强,7 号品种凯育 8 最弱。12 号品种肃研 480 压碎强度最高、最抗压,而 11 号品种纪元 128 最低、抗压能力最差。

(2) 玉米茎秆穿刺强度在玉米抽雄前期品种间的差异最大,第 3、4、5 节间变化不大,第 6 节间不同品种差异大,所以测量茎秆穿刺强度适宜在抽雄期第 6 节间进行。

(3) 参试的 12 个品种中,8 号和 9 号综合抗倒能力最

强。目前河北省主推的玉米品种在灌浆期没有一个抗折抗倒性表现突出,这进一步解释了生产上遇到极端天气玉米整片倒伏倒折,产量损失严重的现象。因此,选育具有突出抗折抗倒性品种是目前玉米育种中急需解决的问题之一。

参考文献

- [1] 郭玉明,袁红梅,阴妍,等.茎秆作物抗倒伏生物力学评价研究及关联分析[J].农业工程学报,2007,23(7):14-18.
- [2] 李景安,冯芬芬.3yc-1 型玉米根茬拔出测力仪、3yJ-1 型玉米茎秆硬度计研究报告[J].玉米科学,1994,2(4):76-78.
- [3] 李得孝,员海燕,武玉华,等.玉米抗倒伏性状的遗传分析[J].西北农业学报,2004,13(2):43-46.
- [4] 勾玲,赵明,黄建军,等.玉米茎秆弯曲性能与抗倒能力的研究[J].作物学报,2008,34(4):653-661.
- [5] 高梦祥,郭康权,杨中平,等.玉米秸秆的力学特性测试研究[J].农业机械学报,2003,34(4):47-49,52.
- [6] 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.
- [7] 张芳魁,霍仕平,张健,等.玉米茎秆性状与抗折断力的相关和通径分析[J].玉米科学,2006,14(6):46-49.
- [8] ANDERSON B, WHITE D G. Evaluation of methods for identification of corn genotypes with stalk rot and lodging resistance[J]. Plant disease, 1994, 78(6): 590-593.
- [9] DUDLEY J W. Selection for rind puncture resistance in two maize populations[J]. Crop science, 1994, 34(6): 1458-1460.
- [10] KANG M S, DIN A K, ZHANG Y D, et al. Combining ability for rind puncture resistance in maize[J]. Crop science, 1999, 39(2): 368-371.
- [11] MARTIN S A, DARRAH L L, HIBBARD B E. Divergent selection for rind penetrometer resistance and its effects on European corn borer damage and stalk traits in corn[J]. Crop science, 2004, 44(3): 711-717.