

玉米茎皮抗穿刺强度与形态性状和化学成分含量间的相关分析

马延华¹, 孙德全¹, 李绥艳¹, 林红¹, 潘丽艳¹, 张长勇²

(1. 黑龙江省农业科学院 草业研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江北大荒农业股份有限公司 854 分公司研发中心, 黑龙江 虎林 158403)

摘要:为探讨影响玉米茎秆强度高低的因素, 选用 3 个不同抗倒伏类型玉米品种对茎秆地上部第三节抗穿刺强度与茎秆形态性状、化学成分含量的相关关系进行研究。结果表明: 3 个品种的穗位高和节间短轴直径比其它形态性状有更大差异, 抗倒性强的德美亚 1 号的抗穿刺强度最高, 抗倒性弱的垦玉 6 号地上部第三节茎皮的酸性木质素、酸性洗涤纤维及中性洗涤纤维含量均最低。说明茎皮抗穿刺强度与穗位高呈极显著的负相关, 与酸性洗涤木质素和酸性洗涤纤维含量呈显著正相关。因此, 在选育玉米抗倒伏品种时, 应对这 3 个主要特征加以重视。

关键词:玉米; 抗穿刺强度; 茎秆形态性状; 化学成分含量; 相关分析

中图分类号: S513.034

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2012)04-0001-04

倒伏是玉米高产、稳产的主要限制因素, 而且还会给玉米收获带来严重障碍^[1-2]。玉米倒伏一般分为茎折、茎倒和根倒。据研究, 玉米倒伏的 30%~60% 为茎折^[3]。茎折破坏了茎秆的养分、水分和光合产物的输导系统, 造成的产量损失比根倒更加严重。因此, 在玉米育种工作中, 常将提高茎秆的机械强度作为重要的育种目标之一。有关玉米茎秆强度与抗倒伏关系的研究, 前人已有不少报道, 其中多集中在茎秆的形态性状、解剖结构特征^[4-7]及其抗倒伏强度测定技术的研究^[8-10]等方面。而关于茎皮化学成分含量与茎秆机械强度关系的研究, 目前尚不多见。丰光等研究表明, 玉米地上部第三节茎皮抗穿刺强度与倒伏性呈极显著相关, 茎皮抗穿刺强度可以作为测量玉米倒伏的指标^[11]。现选用抗倒性不同的 3 个玉米品种为研究对象, 对其茎秆形态特征和茎皮化学成分含量, 以及茎皮的抗穿刺强度等进行比较研究, 并利用相关分析进一步阐明了茎秆形态性状和茎皮化学成分含量与茎皮抗穿刺强度的关系, 旨在深入探讨决定玉米茎皮抗穿刺强度高低的几个重要影响因素, 为玉米抗倒伏性育种及高产栽培技术提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2011 年在黑龙江北大荒农业股份有限公司 854 分公司科技园区进行, 土壤质地为岗地白浆土, 土壤肥力中等, 前茬大豆, 秋翻、秋整地、秋起垄, 结合翻耕施磷酸二铵 225 kg·hm⁻²、尿素 60 kg·hm⁻²、氯化钾 45 kg·hm⁻², 拔节期追施尿素 150 kg·hm⁻²。

1.2 材料

供试玉米品种为耐密抗倒性强的德美亚 1 号、稀植大穗型抗倒性弱的品种垦玉 6 号及抗倒性中等的品种克单 10 号。

1.3 方法

田间试验采用随机区组设计, 3 行区, 行长 4 m, 行距 0.65 m, 株距 0.20 m, 3 次重复。乳熟末期每行选取 3 株整齐一致且同日抽丝的植株调查株高、穗位高、地上部第三节的节间长、节间长轴直径、节间短轴直径及倒伏率。采用河南农业大学迅捷测试技术研究所研制的茎秆强度测试仪对玉米地上部第三节中部椭圆形短轴垂直于茎秆进行穿刺测量玉米茎皮抗穿刺强度, 测量后取地上部第三节在烘箱内 105℃ 杀青 45 min, 然后自然风干, 人工剥取茎皮, 粉碎机粉碎, 供品质分析用。采用近红外漫反射光谱法测定样品的酸性洗涤纤维(ADF)、酸性木质素(ADL)、中性洗涤纤维(NDF), 结果以干基(%)表示。测量仪器为德国 BRUKER 公司产的近红外反射光谱仪。

收稿日期: 2012-02-06

基金项目: 黑龙江省农业科技创新工程资助项目(2011ZD)

第一作者简介: 马延华(1977-), 男, 黑龙江省延寿县人, 硕士, 助理研究员, 从事玉米遗传育种研究。E-mail: 13836161800@163.com。

2 结果与分析

2.1 不同品种间茎秆形态性状和抗穿刺强度比较

从表 1 可知,在茎秆形态性状方面,不同抗倒类型品种间的株高、穗位高、地上第三节节间长度、节间长轴直径和短轴直径等形态性状的 F 值为 11.23~39.34,均达到显著或极显著水平,说明供试品种间茎秆形态性状有显著或极显著的遗传差异。由多重比较可知,德美亚 1 号和克单 10 号的地上第三节间长显著或极显著小于抗倒伏能力弱的垦玉 6 号,而且短轴直径极显著大于抗倒

伏能力弱的垦玉 6 号。从变异系数大小可知,穗位高和短轴直径的变异系数明显大于其它性状。说明不同抗倒类型品种间穗位高及短轴直径比其它形态性状有更大的遗传差异。

不同抗倒类型品种间的茎皮抗穿刺强度和倒伏率的 F 值都达到极显著水平,说明供试品种间抗倒能力有极显著的遗传差异。在 3 个不同玉米品种茎皮抗穿刺强度比较中,抗倒性强的德美亚 1 号极显著高于克单 10 号和垦玉 6 号,其茎皮抗穿刺强度为 1 791.83 N·mm⁻²,较另外两个品种分别高 164.25 和 357.35 N·mm⁻²。

表 1 不同抗倒类型品种乳熟期间茎秆形态性状和抗穿刺强度比较

Table 1 Comparison of stalk morphological characters and rind penetration resistance in maize varieties with different lodging resistance during milky maturity stage

品种 Variety	株高/cm Plant height	穗位高/cm Ear height	节间长/cm Length of internode	节间长轴直径/cm Maximum diameter	节间短轴直径/cm Minimal diameter	抗穿刺强度/N·mm ⁻² Rindpenetration resistance	倒伏率/% Lodging rate
德美亚 1 号 Demeiya No. 1	247.7bB	79.3bB	20.63bA	1.68bB	1.59bA	1791.83aA	0.60cC
克单 10 号 Kedan No. 10	241.3cB	81.7bB	18.97cB	2.16aA	1.91aA	1627.58bB	8.33bB
垦玉 6 号 Kenyu No. 6	258.3aA	96.0aA	21.48aA	1.48bB	1.21cB	1434.48cC	26.67aA
F 值 F value	16.35**	11.23*	25.37**	12.81**	39.34**	91.23**	112.08**
变异系数/% CV	2.74	9.56	6.06	5.64	10.36	47.58	18.71

注: * 和 ** 分别表示 0.05 和 0.01 显著水平,下同。
Note: * and ** show significant at the 5% and 1% level,the same below.

2.2 不同抗倒类型品种间茎皮化学成分含量比较

由表 2 可知,不同品种间地上第三节茎皮的酸性洗涤纤维、中性洗涤纤维及酸性洗涤木质素总含量的 F 值均达到极显著水平,说明供试品种间茎皮中酸性洗涤纤维、中性洗涤纤维及酸性洗涤木质素总含量有极显著的遗传差异。抗倒伏能力强的德美亚 1 号的酸性洗涤纤维、中性洗涤纤维及酸性洗涤木质素的含量极显著大于抗倒伏能力弱的垦玉 6 号。从变异系数大小可知,酸性洗涤木质素含量的变异系数明显大于酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维含量,而后两者间的变异系数差异不大。说明抗倒伏的茎皮化学成分中,酸性洗涤木质素含量的高低比酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维含量可能更为重要。

表 2 不同抗倒类型品种间地上第三节茎皮化学成分含量比较

Table 2 Comparison of the content of chemical components of the third internode in maize varieties with different lodging resistance

品种 Variety	酸性洗涤纤维 ADF	中性洗涤纤维 NDF	酸性洗涤木质素 ADL
德美亚 1 号 Demeiya No. 1	48.79abA	67.03bB	6.11bB
克单 10 号 Kedan No. 10	49.67aA	69.50aA	6.55aA
垦玉 6 号 Kenyu No. 6	46.57cB	66.21cC	4.81cC
F 值 F value	52.10**	48.22**	302.26**
变异系数/% CV	10.21	13.74	23.78

2.3 茎皮抗穿刺强度和其它性状间相关分析

通过对3种不同抗倒类型玉米品种茎秆形态性状和化学成分含量与抗穿刺强度等各项指标的相关分析表明(见表3),植株穗位高与其茎皮抗穿刺强度呈极显著负相关性($R = -0.9415$),株高和地上第三节节间长与茎皮抗穿刺强度均呈负相关,但不显著。节间长轴直径和节间短轴直径与茎皮抗穿刺强度均呈正相关,但不显著。同时,在地上第三节茎皮化学成分含量指标中,酸性洗涤纤维、中性洗涤纤维和酸性洗涤木质素与茎皮抗穿刺强度均呈现正相关,其中酸性洗涤木质素和酸性洗涤纤维含量与茎秆抗穿刺强度的呈显著正相关,相关系数分别达到0.7501和0.7276。由此可知,茎皮抗穿刺强度与植株穗位高的关系比其它形态及结构性状更密切,并且与茎秆的酸性木质素和酸性洗涤纤维素的关系非常密切。因此,降低植株穗位高度,提高茎秆的酸性木质素、酸性洗涤纤维素含量有利于增强玉米茎秆的物理强度,进而提高玉米的抗倒伏能力。

表3 茎皮抗穿刺强度与其它性状间的相关性

Table 3 Correlation between rind penetration resistance and other characteristics

指标 Index	相关系数(R) Correlation coefficient
株高 Plant height	-0.6532
穗位高 Ear height	-0.9415**
节间长 Length of internode	-0.3765
节间长轴直径 Maximum diameter	0.3304
节间短轴直径 Minimal diameter	0.5807
酸性洗涤纤维 ADF	0.7276*
中性洗涤纤维 NDF	0.2844
酸性洗涤木质素 ADL	0.7501*

3 结论与讨论

玉米茎皮抗穿刺强度是一个综合指标,可作为玉米抗茎倒伏能力的直接证据。影响玉米茎秆强度的因素很多,其中包括形态、解剖特征和化学成分等^[12-13]。李得孝研究表明玉米茎皮抗穿刺强度与株高、穗位高、节间长呈显著正相关,与茎粗相关性不显著^[14];丰光研究结果表明玉米茎皮抗穿刺强度与株高、茎粗呈极显著正相关,与节间长、穗位高相关性不显著^[15];勾玲认为玉米茎皮抗穿刺强度与节间长呈极显著负相关,而与茎粗呈正相关但不显著^[16]。Chesang-Chumo 研究表

明玉米茎皮抗穿刺强度与穗位高呈显著负相关^[17]。而该试验结果表明茎皮抗穿刺强度与穗位高呈极显著负相关,与株高、茎粗和节间长相关性不显著。这些不同结论的产生可能是由于所选材料、测量时期及测量部位不同的原因。

前人研究认为,纤维素和木质素具有增加细胞壁强度,提高茎的机械强度和细胞壁不透水性的功能,所以该文试验茎皮化学成分含量中选取了木质素和纤维素的相关指标。Albrecht 等从茎秆营养成分角度研究玉米茎秆抗倒折性,结果表明茎秆中木质素含量与茎倒折呈负相关^[18]。Appenzeller 等研究表明,穗下节间的纤维素含量对玉米茎秆强度贡献达到85%^[19]。由该试验结果可知,酸性洗涤木质素和酸性洗涤纤维含量的高低比中性洗涤纤维含量可能更为重要。而且相关分析也表明,茎皮抗穿刺强度与茎皮酸性洗涤木质素和酸性洗涤纤维含量呈显著的正相关。因此,提高茎秆中木质素和纤维素含量是提高玉米茎秆物理强度,进而提高玉米抗倒伏能力的重要途径之一。

参考文献:

- [1] 刘战东,肖俊夫,南纪琴,等.倒伏对夏玉米叶面积、产量及其构成因素的影响[J].中国农学通报,2010,26(18):107-110.
- [2] 张世煌.中美两国玉米育种思路和技术水平的比较[J].种子世界,2007(4):9-10.
- [3] 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.
- [4] 王娜,李凤海,王志斌,等.不同耐密型玉米品种茎秆性状对密度的响应及与倒伏的关系[J].作物杂志,2011(3):67-70.
- [5] 付志远,邵可可,陈德芝,等.穗上节间数与玉米抗倒伏能力的相关性分析[J].河南农业大学学报,2011,45(2):149-154.
- [6] 王群瑛,胡昌浩.玉米茎秆抗倒伏特性的解剖[J].作物学报,1991,19(1):70-74.
- [7] 王立新,郭强,苏青.玉米抗倒性与茎秆纤维结构的关系[J].植物学通报,1990,7(8):34-36.
- [8] 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):76-78.
- [9] 胡建东,鲍雅萍,罗福和,等.作物茎秆抗倒伏强度测定技术研究[J].河南农业大学学报,2000,34(1):77-80.
- [10] Martin M J, Russell W A. Correlated responses of yield and other agronomic traits to recurrent selection for stalk quality in a maize synthetic [J]. Crop Sci., 1984, 24: 746-750.
- [11] 丰光,刘志芳,李妍妍,等.玉米茎秆耐穿刺强度的倒伏遗传研究[J].作物学报,2009,35(11):2133-2138.

- [12] 唐海涛,田玉秀,康继伟,等.玉米杂交种抗倒伏性的研究[J].种子,2008,27(11):57-60.
- [13] 汪黎明,姚国旗,穆春华,等.玉米抗倒伏性的遗传研究进展[J].玉米科学,2011,34(4):653-661.
- [14] 李得孝,员海燕,周联东.玉米抗倒伏性指标及其模拟研究[J].西北农林科技大学学报,2004,32(5):53-56.
- [15] 丰光,景希强,李妍妍,等.玉米茎秆性状与倒伏性的相关和通径分析[J].华北农学报,2010,25(增刊):72-74.
- [16] 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.
- [17] Chesang-Chumo J. Direct and correlated responses to divergent selection for rind penetrometer resistance in MoSCSSS maize synthetic[D]. Columbia: University of Missouri, 1993.
- [18] Albrecht K A. Selection reversal in strains of corn previously long-term selected for chemical composition[J]. Crop Science, 1986, 26(5): 1051-1055.
- [19] Appenzeller L, Doblin M, Barreiro R, et al. Cellulose synthesis in maize: isolation and expression analysis of the cellulose synthase (CesA) gene family[J]. Cellulose, 2004, 11: 287-299.

Correlation Analysis between Rind Penetration Resistance and Morphological Characters and Chemical Components in Maize Stalk

MA Yan-hua¹, SUN De-quan¹, LI Sui-yan¹, LIN Hong¹, PAN Li-yan¹, ZHANG Chang-yong²

(1. Pratacultural Sciences Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Research and Development Center of 854 Branch of Heilongjiang Beidahuang Agricultural Company Limited, Hulin, Heilongjiang 158403)

Abstract: In order to investigate the influencing factors of stalk strength, relationships between rind penetration resistance and morphological characters of the third internode of maize stalk above ground and the content of chemical components were investigated in maize varieties with different lodging resistance. The results were as follows: There was greater difference on the ear height and minimal diameter than on other characteristics among different varieties. Rind penetration resistance analysis indicated that the strong lodging resistance variety that Demeiya No. 1 was the highest. The chemical composition analysis showed that acid detergent fiber(ADF), acid detergent lignin(ADL) and neutral detergent fiber(NDF) content of the third internode of maize stalk above ground of the weak lodging resistance variety Kenyu No. 6 was the lowest. Through the above characteristics of the related analysis revealed that rind penetration resistance was significant negatively correlated with the ear height and significant positively correlated with ADL and ADF content. Therefore, in breeding maize lodging resistance varieties, attention should be paid to the above three main stalk characteristics.

Key words: maize; rind penetration resistance; morphological characters of stalk; chemical component contents; correlation analysis

摘要撰写要求

论文摘要是文章的内容不加诠释和评论的简短陈述,为了便于国内外的学术交流,本刊论著文章所附中、英文摘要采用国际通用的报道性结构式摘要。其内容包括目的、方法、结果和结论四要素。应以第三人称阐述,建议采取“对……进行了研究”“报告了……现状”“进行了……调查”等叙述方式,不可使用“本文”“笔者”等作为主语。摘要中不应出现图、表、化学结构式和非公知公用的符号和术语,也不宜引用文中图、表、公式和参考文献的序号。中文摘要字数控制在 300 字左右,英文摘要与中文摘要对照。在英文摘要内容前需附英文文题、作者姓名及作者单位(包括邮政编码)。