



# 齐齐哈尔地区糜子倒伏原因及预防方法探讨

王宇先,李清泉,赵 蕾,闫 锋,董 扬,杨慧莹,徐莹莹,高 盼

(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:**糜子是齐齐哈尔地区的优势杂粮作物,近年来糜子倒伏现象呈逐渐加重趋势,直接影响糜子的产量和机械化收获。本文分析了齐齐哈尔地区糜子倒伏发生的原因,探讨了糜子倒伏的预防措施。

**关键词:**糜子;倒伏原因;预防方法

齐齐哈尔地区位于黑龙江省西部半干旱地区,是黑龙江省重要的商品粮生产基地和杂粮主产区,糜子生育期短,耐旱,耐瘠薄,营养价值高,含有其它作物不具有的多种营养成分。积极发展糜子种植,可打破生育期、积温、水量对大宗作物生产的限制,有利于充分利用光、热、水等气候自然资源,同时也有利于“镰刀弯”政策的实施,发挥杂粮作物传统种植优势。

目前,随着糜子品种产量的提高和气候变化的多样性,糜子倒伏的现象比较严重,直接影响了糜子的产量和品质以及机械化发展进程,已经成为本地区糜子产业发展的重要的限制因素。因此研究糜子倒伏的原因及预防倒伏的措施,对于发展糜子产业具有重要意义。

## 1 糜子倒伏现象概述

### 1.1 糜子倒伏现象

糜子倒伏是由外界因素(如风雨或机械作用)引发的糜子植株的茎秆从自然直立状态到永久错位的现象<sup>[1]</sup>。糜子处于自然条件受到外界因素的作用会形成一种与糜子植株垂直的力,从而导致糜子植株偏离自然直立状态。糜子植株受到外力作用一旦偏离原来自然直立状态,糜子植株的地上部重量所产生的茎秆基部弯曲力矩(banding moment,茎秆基部弯曲力矩=植株重心高度×地上部鲜重)发生改变,也会加大外力对糜子植株茎秆的作用,从而导致茎秆倾斜或弯曲。糜子茎秆具有一定的韧性,随着外力不断加强,糜子茎秆倾斜或弯曲程度加大,在一定的限度内外界因素

产生的作用在糜子茎秆上的力解除以后,糜子植株可依靠自身的抗倒伏能力恢复到自然直立状态,但外力一旦超过糜子所承受的抗倒伏能力之外,达到茎秆基部的破坏力矩(failure moment,茎秆倒伏或折断时所达到的力矩),就会发生倒伏。

### 1.2 糜子倒伏类型及时期

作物倒伏类型主要划分为茎倒和根倒,茎倒伏即作物基部茎节由于茎秆细弱或节间过长在遇到外力作用,茎秆的中下部承受不住植株上部的重量而呈不同程度的弯曲或折断。根倒伏是直立茎秆由于根茎受到外力作用的倾斜而产生的倒伏。表现为茎秆未出现弯曲或折断但整株呈倾斜或完全倾倒在地面<sup>[2]</sup>。根倒伏和茎倒伏的发生取决于特定作物自身特性和生长的环境条件<sup>[3-4]</sup>。在表层土壤紧实的情况下,土壤氮素水平高则容易发生茎倒伏,在地表湿润、土壤疏松、根系不发达的情况下易发生根倒伏<sup>[5]</sup>。齐齐哈尔地区糜子倒伏的主要类型为根倒伏,也会同时出现茎倒伏或茎折断现象。当糜子生长的土壤受到降水或补灌影响,耕层水分含量高、土层松软,且糜子根系不发达时,易发生根倒伏。

齐齐哈尔地区糜子倒伏发生的时期分为抽穗前和抽穗后。抽穗前发生倒伏,正值糜子营养生长阶段,株高较低,地上部重量较轻,植株通过自身茎秆的调节能力可恢复直立状态,对糜子的生长和产量形成影响较小。抽穗后发生倒伏,一般发生在8月下旬至9月中上旬期间,此时正值糜子灌浆期,植株高大,生长茂盛,糜子穗部的重量开始逐渐增加,导致植株鲜重增加,出现倒伏现象。此时依靠糜子茎秆自身的调节能力很难再使糜子植株恢复直立生长,对糜子的生长发育、产量形成以及机械化收获影响较大。

### 1.3 倒伏对糜子的影响

一旦糜子发生倒伏现象,对产量、品质及收获

收稿日期:2018-09-25

基金项目:国家谷子高粱产业技术体系资助项目(CARS-07-06B)。

第一作者简介:王宇先(1982-),男,硕士,助理研究员,从事旱作农业技术研究。E-mail:wyx13836209470@163.com。

通讯作者:李清泉(1968-),男,学士,研究员,从事杂粮育种研究。E-mail:zls1968@163.com。

均会造成影响。糜子倒伏大多发生在生育的中后期,倒伏会打乱叶片的合理分布,通风透光条件差,部分或相当多的叶片因被压或被盖,得不到足够的光照,致使下部叶片迅速枯黄腐烂,影响光合作用和籽粒灌浆的进行,降低有效穗粒数和千粒重,从而减少单位面积的籽实产量。糜子倒伏后会极大地影响品质,导致后期籽粒灌浆速率减慢,影响粒重的增加,秕谷率增大。成熟期发生倒伏,主要由于糜子植株枯萎,茎秆抗折力下降,此时产量损失较小,但由于植株倒伏破坏了原来的植株分布,增加了糜子机械收获难度。

## 2 糜子倒伏发生的主要成因

糜子倒伏是一个综合复杂的现象,倒伏是植株、风雨和土壤之间相互作用的结果。它主要受外界气候因素、土壤肥力因素、种植密度因素、品种自身特性所共同决定<sup>[6]</sup>。

### 2.1 气候因素

糜子倒伏原因复杂多样,气象因素中的风雨是糜子倒伏的直接因素,也是唯一不可人为控制的外界诱导因素。糜子是耐旱作物,适宜生长在降雨量偏少的半干旱地区,如果在生长季降雨充沛,会导致糜子植株生长旺盛,株高和鲜重增大,茎秆基部弯曲力矩增加,受到外力作用极易发生倒伏现象。在糜子生育后期,长时间降雨或短时强降雨使土层松软,糜子根系固着力降低,大风是拉倒植株或使茎秆弯曲的直接外力。

### 2.2 施肥因素

施肥对于作物的倒伏具有明显的影响<sup>[7]</sup>,氮肥施用过多会促进植株生长,枝叶繁茂,导致糜子茎秆节间变长,株高增加,鲜重增大,茎秆变细易弯,根冠比下降,茎秆基部弯曲力矩增大。磷肥能够促进氮肥的吸收,增强氮肥效应,降低糜子茎秆中木质素含量,茎秆易变软,茎秆抗折力下降。此外,传统分段施肥和中耕追肥,会促进糜子植株在拔节期快速生长,造成“旺而不壮”,易倒伏。

### 2.3 种植密度因素

种植密度的大小对倒伏性影响很大。有关密度与倒伏率关系的研究较多且研究结果基本一致<sup>[8]</sup>,即随密度的增加,倒伏率增加,倒伏率与密度间呈极显著的正相关。大量研究表明,作物种植密度引起的倒伏性的差异主要在于茎秆机械性能的减弱,随着种植密度的提高,各节间长粗比增大,单位茎秆干重降低,茎秆壁变薄,硬度减小。

### 2.4 品种因素

不同糜子品种的抗倒伏能力存在差异,这种差异是由于品种本身的遗传因素造成的。根系、株高、熟期、茎秆强度、茎粗等指标都会直接影响糜子的抗倒伏性能。一般认为株高与倒伏呈显著正相关,株高越高,地上部分鲜重越大,株高与鲜重呈显著相关,导致茎秆基部弯曲力矩增大,越容易发生倒伏。茎秆基部节间的机械强度的大小、节间长度、粗度、扁平度、秆壁厚度及解剖学特性均与茎秆的抗折力和抗倒伏能力相关。蒲定福等<sup>[9]</sup>相关分析结果表明,单茎所具根量越多,其倒伏系数越小,有助于增强根系的固持力,其抗倒伏能力也就越强。

## 3 预防措施

糜子倒伏是在气象因素直接作用下,品种、施肥因素、栽培措施共同作用的结果。在气象因素无法人为控制的基础上,提高糜子品种的抗倒伏能力及改变糜子生长环境是解决糜子倒伏的根本途径。

### 3.1 品种选择

糜子品种的抗倒伏能力除了在自然倒伏条件下对各糜子品种的倒伏程度进行判断外,一般采用倒伏系数进行评价<sup>[10]</sup>。倒伏系数是衡量抗倒伏能力的重要指标,能够很好地区分作物的抗倒伏能力<sup>[11]</sup>。糜子的倒伏系数与株高、鲜重呈正相关,与根量、茎秆抗折力呈负相关<sup>[12]</sup>。糜子的单茎根量和茎秆机械强度,能够提高糜子根系的抓地能力,提高抗倒伏能力。降低株高是提高糜子抗倒伏能力的最有效措施,矮秆植株的重心高度和鲜重更低,因此选用茎秆强壮、根系发达的矮秆糜子品种具有更强的抗倒伏能力<sup>[13]</sup>。如选择年丰5号、齐黍2号矮秆品种可提高糜子的抗倒伏能力。

### 3.2 施肥管理

当前生产上施用氮、磷肥较多的情况下,尤其要注意钾肥的使用,平衡氮磷钾肥比例,是降低作物倒伏的有效途径<sup>[14]</sup>。王显瑞等<sup>[15]</sup>的研究表明,施用钾肥能有效降低糜子倒伏率和倒伏角度。其增强作物抗倒伏能力的原因是钾肥增加了维管束的数量,特别是小维管束的数量,从而提高了茎秆的机械强度,最终表现为作物的抗倒性能增强<sup>[16]</sup>。

### 3.3 降低密度

国内外大量的研究表明,通过降低播量而减小群体有利于防倒伏,在一定的种植密度内,糜子的群体结构可由分蘖来补偿,从而达到相当稳定的茎密度。这种情况下,由于降低种植密度有利于茎秆增粗、茎壁增厚,提高了分蘖数,促进不定根的形成而提高抗倒伏性。

### 3.4 耕作措施

采用深耕高培土的耕作措施,提高根系抗倒伏能力。一般中耕 2~3 次,在封垄前结合追肥实行垄作深趟作业,起高垄,形成“碰头土”,有利于增温、通气、促进根系生长,提高根系抓土抗倒伏能力。

### 3.5 化控方法

应用化控技术能在获得产量和品质提高的同时,又能显著降低糜子株高,提升抗倒伏能力<sup>[17]</sup>。在水分充沛条件下,糜子植株易发生徒长现象,使用植物生长调节剂在糜子拔节初期进行叶面喷施处理,能够调控节间长度,显著降低糜子株高和鲜重,增加根重和茎粗、增大茎壁厚度及横截面积,提高茎秆抗折力,减少植株弯曲力矩,能显著降低倒伏系数,抗倒伏效果明显。

### 参考文献:

[1] 中科院植生所. 小麦倒伏问题初步分析[J]. 植物生理学通讯, 1960(3): 5-16.  
[2] Pinthus M J. Lodging in wheat, barley and oats, the phenomenon-its causes and preventative measures[J]. Advances in Agronomy, 1973, 25: 209-263.  
[3] Sterling M, Baker C J, Berry P M, et al. An experimental investigation of the lodging of wheat[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2003, 119: 149-165.

[4] Baker C J, Berry P M, Spink J H, et al. A method for the assessment of the risk of wheat lodging[J]. Journal of Theoretical Biology, 1998, 194: 587-603.  
[5] 田保明, 杨光圣. 农作物倒伏及其评价方法[J]. 中国农学通报, 2005(12): 235-239.  
[6] 田保明, 杨光圣, 曹刚强, 等. 农作物倒伏及其影响因素分析[J]. 中国农学通报, 2006, 4(22): 163-166.  
[7] 王群瑛, 胡昌浩. 玉米茎秆抗倒特性的解剖研究[J]. 作物学报, 1991, 17(1): 70-75.  
[8] 王立新. 玉米抗倒性与茎秆显微结构的关系[J]. 植物学通报, 1990, 7(3): 34-36.  
[9] 蒲定福, 周俊儒, 李邦发, 等. 根倒伏小麦抗倒性评价方法研究[J]. 西北农业学报, 2000, 9(1): 58-61.  
[10] 高志军, 杨文耀, 刘景川, 等. 糜子品种抗倒伏试验研究[J]. 安徽农学通报, 2016, 22(8): 30-31.  
[11] 董孔军, 刘天鹏, 何继红, 等. 糜子种质材料的抗倒伏性、农艺性状及力学特性[J]. 西北农业学报, 2018, 27(8): 1119-1126.  
[12] 梁海燕, 李海, 林凤仙, 等. 不同糜子品种抗倒伏性田间鉴定及抗倒评价指标的筛选分析[J]. 作物杂志, 2018(4): 37-41.  
[13] 田伯红. 禾谷类作物抗倒伏性的研究方法与谷子抗倒性评价[J]. 植物遗传资源学报, 2013, 14(2): 265-269.  
[14] 孙世贤, 戴俊英, 顾慰连. 氮、磷、钾肥对玉米倒伏及其产量的影响[J]. 中国农业科学, 1989, 22(3): 28-33.  
[15] 王显瑞, 赵敏, 张立媛, 等. 钾肥施用量对糜子产量、农艺性状及倒伏性状的影响[J]. 河北农业科学, 2014, 18(4): 5-7, 12.  
[16] Tripathi S C, Sayre K D, Kaul J N. Planting systems on-lodging behavior, yield components, and yield of irrigated-spring breadwheat[J]. Crop Science, 2005, 45: 1-8.  
[17] 张倩, 张海燕, 谭伟明, 等. 30%矮壮素·烯效唑微乳剂对水稻抗倒伏性状及产量的影响[J]. 农药学报, 2011, 13(2): 144-148.

## Discussion on Causes and Prevention Methods of Broomcorn Millet Lodging in Qiqihar Area

WANG Yu-xian, LI Qing-quan, ZHAO Lei, YAN Feng, DONG Yang, YANG Hui-ying, XU Ying-ying, GAO Pan

(Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China)

**Abstract:** Broomcorn millet is the dominant grain crops in Qiqihar area. In recent years, the lodging of broomcorn millet has increased year by year, it directly affects the yield and mechanical harvest of broomcorn millet. We analyzed the causes of broomcorn millet lodging in the Qiqihar area, and discussed control measures for lodging of broomcorn millet.

**Keywords:** broomcorn millet; causes of lodging; prevention methods