



尹雪巍,邵立刚,车京玉,等.小麦倒伏原因及其抗倒性评价的研究进展[J].黑龙江农业科学,2020(4):127-129.

# 小麦倒伏原因及其抗倒性评价的研究进展

尹雪巍,邵立刚,车京玉,王怀鹏,马 勇,张起昌,刘宁涛,田 超

(黑龙江省农业科学院 克山分院,黑龙江 齐齐哈尔 161000)

**摘要:**小麦是我国十分重要的粮食作物,倒伏现象的发生会使小麦的产量品质大幅下降,因此,要想使得小麦获得稳产、高产、优质,提高小麦抗倒伏综合性能是十分有效的途径之一。本文针对小麦倒伏发生的原因、小麦抗倒伏性的评价指标以及小麦抗倒伏技术等方面,根据已报道的研究进行论述,旨在为进一步探明小麦抗倒伏成因机理、明确倒伏评价指标以及完善防抗倒技术提供研究思路 and 理论支撑。

**关键词:**小麦;抗倒伏性;评价指标;研究进展

小麦作为仅次于玉米和水稻的重要粮食作物,在我国粮食安全和经济发展中占有十分重要的地位<sup>[1]</sup>。近年来,随着自然环境多变的干扰,加之化肥、农药偏施等因素,已经使倒伏成为小麦生产过程中需要面临的严重问题之一。倒伏现象发生后,会严重影响小麦植株的正常生长发育,如降低小麦植株的光合能力、破坏茎秆维管束组织、营养物质以及使得小麦干物质转运能力和抗病性大大减弱,病害加重、机械收获难度的增加以及小麦生产成本的增加等一系列问题<sup>[2]</sup>。据报道,由于倒伏现象的发生,会致使小麦减产达 36% 左右,同时它也严重制约了田间的正常机械化收获,降低小麦的籽粒产量及品质<sup>[3]</sup>。因此,要想使得小麦获得稳产、高产、优质的前提是提高小麦抗倒伏综合性能,近年来许多专家学者把选育抗倒伏性能强的品种以及探究小麦抗倒伏相关栽培技术作为科研目标。本文通过文献分析法综合列举了小麦倒伏发生的原因及小麦抗倒伏性的评价指标,提出了防治小麦倒伏的相关措施并进行了展望,旨在为小麦抗倒伏的进一步研究提供参考。

## 1 小麦倒伏发生的原因

在田间农业生产中,作物倒伏是指植株茎秆由于受到外界环境因素以及自身品种特性因素影

响,导致其永久性偏离垂直位置的一种表型现象。近年来倒伏已经成为小麦及其他多种作物所面临的非生物胁迫之一<sup>[4]</sup>。引发农作物倒伏的原因有很多,包括外界因素和品种因素,外界因素通常包括种植密度过大、施肥及灌溉不合理以及恶劣灾害天气等,品种因素则是不同品种间本身的特异性差异。

### 1.1 外界因素

1.1.1 施肥因素 根据相关研究表明,随着增施氮肥或者是氮磷肥后,显著增加了小麦的田间倒伏率,但如果在施用氮肥和磷肥的同时,增加钾肥的施用,会明显降低小麦倒伏率<sup>[5]</sup>。也有试验结果证明,在小麦起身至拔节期时,如果施用过量的氮肥,超过 300 kg·hm<sup>-2</sup>,并浇水 2 次以上的麦田,使得植株生长速率加快,增加茎秆基部节间长度,使得茎秆节间的细胞组织变得松软,从而易发生倒伏现象。因此,应结合耕作土壤肥力,注重氮磷钾肥合理配施,适当增施中微量元素肥料,这样才能有利于小麦抗倒伏能力的提高。

1.1.2 种植密度因素 田间种植密度是决定小麦高产的重要原因之一,根据耕地实际肥力和品种特性,合理加大种植密度是使小麦获得高产的重要途径,但不合理的种植密度也可间接地致使小麦发生倒伏<sup>[6]</sup>。刘万代等<sup>[7]</sup>研究结果证明,增加田间种植密度,降低了小麦群体光合性能,使得植株的光合产物和灌浆物质积累不足,茎秆基部节间贮藏的营养物质提前向穗部转运,使小麦倒伏现象愈早发生且程度愈重。殷复伟等<sup>[8]</sup>试验结果表明,当增加小麦种植密度后,群体数量、单株分蘖成穗率下降,同时影响植株干物质积累及转运分配效率,最终使得产量下降。郑亭等<sup>[9]</sup>研究

收稿日期:2020-01-16

基金项目:东北春麦区优质节水小麦新品种培育-科技部七大农作物育种专项(2017YFD0101000);国家小麦产业技术体系克山综合试验站(CARS-3);东北春麦化肥农药减施技术集成与示范-科技部小麦双减项目(2018YFD0200407)。

第一作者:尹雪巍(1993-),女,硕士,研究实习员,从事小麦遗传育种与栽培研究。E-mail:bywhpyxw@163.com。

通信作者:邵立刚(1965-),男,硕士,研究员,从事小麦遗传育种与栽培研究。E-mail:keshanxiaomai@163.com。

发现,当合理减少种植行数后,植株干物质积累增加,茎秆基部节间性状增强,大大降低植株倒伏指数和田间倒伏率下降,使得小麦的成穗数及产量得到增加。

1.1.3 病虫害害因素 小麦倒伏率往往伴随着病虫害害现象的发生随之提高。邢立志等<sup>[10]</sup>研究发现,小麦感染赤霉病后,在植株茎秆基部节间、茎秆以及穗部发生腐烂现象,从而进一步使得小麦发生倒伏。刘翠珍等<sup>[11]</sup>研究发现,小麦纹枯病的主要致病原因是通过危害靠近地面的叶鞘和茎秆,致使其发生部分或者全部腐烂,从而使小麦的抗倒伏能力下降。郝平顺等<sup>[12]</sup>试验结果表明,多花黑麦草、节节麦、看麦娘等小麦杂草均具有较强的分蘖能力,这几类杂草的茎秆较为细弱,同时含有较多的籽粒数,本身在田间易倒伏,发生倒伏后附着在小麦植株上,迫使小麦发生倒伏现象。

1.1.4 其他因素 除上述的几点主要影响小麦倒伏的外界因素外,还有研究表明,土壤孔隙度及土壤持水量不良时,会出现小麦根系发育不良、根系下扎深度较浅和次生根数少的现象,伴随大风、多雨等极端恶劣天气影响,致使小麦大面积发生倒伏<sup>[13]</sup>。

## 1.2 品种因素

现如今大多数专家学者将小麦倒伏划分为茎倒伏和根倒伏两类。小麦茎倒伏是指在其植株茎秆基部节间发生弯曲或折断的现象。小麦根倒伏则是小麦植株从根部直接倒下,茎秆本身没有发生折断和破碎的现象<sup>[14]</sup>。就小麦品种自身而言,植株的株高、基部节间长度、节间茎粗、机械强度及解剖学特征均是影响小麦植株抗倒伏能力的重要因素。据研究表明缩短基部节间长,增加节间粗度,提高茎秆机械强度以及优化改善茎秆维管束、木质部和厚壁组织等解剖学特征,可以综合提升小麦的抗倒伏能力<sup>[15]</sup>。因此,在选育高产、稳产、抗倒伏能力强的小麦新品种过程中主要依托这些优良性状。

## 2 小麦抗倒伏性的评价指标

小麦发生倒伏后严重影响植株生长发育,导致减产以及籽粒品质下降。关于小麦倒伏的影响因素前人进行大量的研究报道,同时针对小麦抗倒伏能力的评价指标进行了总结梳理,包括茎秆形态特征、茎秆力学特征以及茎秆解剖形态和化

学特征等,通过分析各项指标之间的关系来综合评价小麦抗倒伏性能。

### 2.1 茎秆形态特征指标

作物的茎秆形态特征主要是指植株的株高、穗位高、重心高度、基部节间长度、节间粗度、节间壁厚等,这些形态指标均与作物的抗倒伏性能有着密切联系。Hoshikawa 等<sup>[16]</sup>研究认为,作物在发生倒伏时,其发生部位往往位于茎秆 10%~30%的位置,虽然小麦不具有较长的基部节间,但基部节间却在支撑整个植株、维持其正常生长发育以及小麦抗倒伏中具有重要地位。胡昊等<sup>[17]</sup>试验结果发现,小麦植株的株高、重心高度和基部节间长越小,茎秆抗倒伏指数越大,茎秆第二节间粗度与节间壁厚越大,节间抗倒伏指数越大。闵东红等<sup>[18]</sup>研究表明,小麦植株的株高、基部第二节间长度以及单茎鲜重都是影响品种茎倒伏指数的主要因素,其中,株高和第二节间长与品种的倒伏指数呈显著正相关关系,而单茎鲜重与倒伏指数具有一定负相关关系。因此在选育新品种的过程中,注意降低株高和重心高度、缩短基部节间长和增加茎粗等均有利于提高小麦植株抗倒伏能力。

### 2.2 茎秆力学特性指标

在生产中,茎倒最为普遍,也是致使小麦减产的主要原因。因此,为进一步完善小麦茎秆抗倒伏能力的评价指标,现如今也从茎秆力学方面进行分析探究。柴亚茹等<sup>[19]</sup>研究认为,在优化茎秆形态特征的同时,茎秆机械强度的强弱也是小麦抗倒伏能力的重要影响因素。试验结果表明,在相同的种植密度条件下,小麦茎秆第二节间的机械强度与抗倒伏最为密切,其茎秆强度越高,抗倒伏能力越强。于润青等<sup>[20]</sup>试验表明,单株小麦抗倒伏指数与茎秆抗弯刚度呈显著正相关关系,茎秆的抗弯刚度越大,小麦茎秆的抗倒伏指数越大,其抗倒伏指数越强。

### 2.3 茎秆解剖形态和化学特性指标

影响小麦倒伏的因素除了茎秆的形态特征和力学特征,还与其茎秆的组织结构有着密切联系。茎秆内部的构造特点是表现其力学特征的本质原因,所以通过研究其解剖形态和化学特征,以此来判断抗倒伏能力的强弱。卢昆丽等<sup>[21]</sup>试验结果发现,小麦茎秆中的 PAL、TAL、POD 活性及木

质素含量与小麦茎秆的机械强度和抗倒伏能力呈显著的正相关关系,与小麦的倒伏面积和倒伏强度呈负相关关系。还有研究报道,小麦茎秆基部节间中的大小维管束数目、机械组织层数以及木质化程度等性状越优,其抗倒伏能力也就越强。由此可以得出,合理的减少薄壁组织比例,增加基部节间的大小维管束数量,使木质部和韧皮部面积增加,可以提高茎秆抗压强度,改善茎秆组织结构,从而优化茎秆抗倒伏性能。

### 3 小麦倒伏相关防治措施

为应对复杂多变的外界环境因素,加之自身品种特性因素的影响,及时采取合理、科学的措施可有效预防和缓解倒伏现象给生产带来的不良影响。选育优良的抗倒品种,利用小麦品种本身的抗倒伏能力,是防止和减轻小麦倒伏最经济、有效的技术途径<sup>[22]</sup>。选用科学的种植密度,根据品种的产量潜力,结合耕作土壤肥力水平,合理施用化肥;要注重加强田间管理,适当深耕、深松提高整地质量,有利于小麦根系下扎,使得根系更好地吸收水肥,提高地下营养物质的转运效率<sup>[23]</sup>。与此同时,也要做好田间的病虫草害预防及灾害天气预警工作,提前做好相关防治措施。

### 4 展望

现代农业发展更加注重全程机械化作业,因此要求品种必须具有较高的抗倒性能。所以在选育小麦高抗倒品种的过程中,应注重小麦抗倒伏机制和防抗倒措施的深度研究。从栽培方面的研究来看,应继续深度挖掘小麦的倒伏机理,尤其是要加强研究小麦根系结构和其与土壤复合体之间的形态和功能,以此获得有效的调控分析措施;从育种方面来看,应进一步选育高抗倒品种,特别是在田间高种植密度下的抗倒品种筛选。对于小麦来讲,抗倒性遗传研究的最终目标是利用分子设计的手段来选育出高产、优质、抗倒的小麦新品种,要完成这一目标,相关科研人员必须要时刻关注小麦抗倒伏能力的相关前沿动态,不断创新出新的抗倒伏分子技术,为我国小麦种植提供更好的发展依据。

#### 参考文献:

- [1] 邵庆勤,李文阳,闫素辉,等.不同小麦品种的抗倒伏能力研究[J].安徽农业科学,2013,41(28):11301-11303.
- [2] 安志超,黄玉芳,赵亚南,等.植株氮营养状况与冬小麦倒伏

的关系[J].植物营养与肥科学报,2018,24(3):751-757.

- [3] 刘水利,柴守成,薛永增,等.小麦抗倒伏性能测试与评价的研究[J].安徽农业科学,2013,41(28):11313-11316.
- [4] 刘唐兴,官春云,雷冬阳.作物抗倒伏的评价方法研究进展[J].中国农学通报,2007(5):203-206.
- [5] 陈晓光.小麦茎秆特征与倒伏的关系及调控研究[D].泰安:山东农业大学,2011.
- [6] 李秀玲.虞城县小麦倒伏原因与防治[J].河南农业,2010(24):47.
- [7] 刘万代,杜沛鑫,尹钧,等.种植密度对超高产小麦豫麦49-198籽粒产量及品质的影响[J].安徽农业科学,2008,36(35):15402-15404.
- [8] 殷复伟,王文鑫,谷淑波,等.株行距配置对宽幅播种小麦产量形成的影响[J].麦类作物学报,2018,38(6):710-717.
- [9] 郑亭,陈溢,樊高琼,等.株行配置对带状条播小麦群体光环境及抗倒伏性能的影响[J].中国农业科学,2013,46(8):1571-1582.
- [10] 邢立志,张鑫.小麦赤霉病防治研究进展[J].安徽农学通报,2019,25(18):70-71.
- [11] 刘翠珍.小麦倒伏的原因及预防对策[J].北京农业,2012(9):91.
- [12] 郝平顺,康西侠,刘小玲,等.小麦倒伏原因及预防控制措施[J].陕西农业科学,2010,56(2):217-218.
- [13] 王思雨,刘浩.小麦倒伏因素分析[J].吉林农业,2016(13):93.
- [14] 孟令志,郭宪瑞,刘宏伟,等.小麦抗倒性研究进展[J].麦类作物学报,2014,34(12):1720-1727.
- [15] 冯素伟,李淦,胡铁柱,等.不同小麦品种茎秆抗倒性的研究[J].麦类作物学报,2012,32(6):1055-1059.
- [16] Hoshikawa K, Wang S B. Studies on lodging in rice plants. I. A general observation on lodged rice culms[J]. Japanese Journal of Crop Science, 1990, 59(4): 809-814.
- [17] 胡昊,李莎莎,华慧,等.不同小麦品种主茎茎秆形态结构特征及其与倒伏的关系[J].麦类作物学报,2017,37(10):1343-1348.
- [18] 闵东红,王辉,孟超敏,等.不同株高小麦品种抗倒伏性与其亚性状及产量相关性研究[J].麦类作物学报,2001(4):76-79.
- [19] 柴亚茹,李召锋,刘新玲,等.新疆春小麦品种资源抗倒性评价[J].麦类作物学报,2017,37(1):73-79.
- [20] 于润清.小麦茎抗倒伏的力学分析及综合评价探讨[J].安徽农业科学,2012,40(13):7663-7664.
- [21] 卢昆丽,尹燕桦,王振林,等.施氮期对小麦茎秆木质素合成的影响及其抗倒伏生理机制[J].作物学报,2014,40(9):1686-1694.
- [22] 郭光理,李春华,李轩智,等.襄阳市襄州区小麦倒伏情况调查研究[J].湖北农业科学,2018,57(23):41-44.
- [23] 王勇,李斯深,李安飞,等.小麦种质抗倒性的评价和抗倒性状的相关与通径分析[J].西北植物学报,2000(1):79-85.



袁源见,王小青,陈超,等.白花蛇舌草抗肿瘤药理作用研究进展[J].黑龙江农业科学,2020(4):134-134.

# 白花蛇舌草抗肿瘤药理作用研究进展

袁源见,王小青,陈超,曾慧婷,何小群,蔡妙婷,虞金宝

(江西省中医药研究院,江西南昌 330046)

**摘要:**为促进白花蛇舌草的进一步研发和利用,本文对近3年来的相关文献进行整理、分析和归纳。分析总结了白花蛇舌草作为传统中药具有良好的抗肿瘤作用,包括大肠癌、肺癌、肝癌、肾癌等。白花蛇舌草能够抑制肿瘤细胞的增殖和侵袭转移,诱导肿瘤细胞凋亡,以及能够显著调节免疫作用。

**关键词:**白花蛇舌草;抗肿瘤;作用机制;综述

白花蛇舌草为茜草科耳草属植物白花蛇舌草(*Hedyotis diffusa* Willd)的全草,始载于《广西中药志》,主产于我国江南及两广地区,微苦、微甘,微寒,归心、肝、脾经,具有清热解毒、利尿消肿、活血止痛之功<sup>[1-3]</sup>。《广州部队常用中草药手册》《广西本草选编》《中低药》《德宏药录》等多处记载了白花蛇舌草的抗肿瘤作用<sup>[4]</sup>。本文对白花蛇舌草抗肿瘤作用和作用机制进行总结,以期为进一步开发与应提供用提供参考。

## 1 白花蛇舌草抗肿瘤作用

### 1.1 抗大肠癌细胞作用

靳祎祎<sup>[5]</sup>研究发现复方白花蛇舌草能够缓解

5-氟尿嘧啶导致的肠道损伤和减轻肠道黏膜损伤程度,分别通过 TUNEL 法测定复方白花蛇舌草对 5-氟尿嘧啶引起的肠道细胞凋亡,及采用免疫组织化学染色法测定复方白花蛇舌草对空肠组织中的 Bcl-2 等蛋白水平的影响,研究发现复方白花蛇舌草能显著降低 5-氟尿嘧啶引起的细胞凋亡,显著上调 Bcl-2、PCNA、CyclinD1、CDK4 的表达和下调 Bax、p21 的表达。魏丽慧等<sup>[6]</sup>采用不同浓度的白花蛇舌草乙醇提取物体外干预大肠癌 SW620 细胞和淋巴内皮细胞,发现白花蛇舌草乙醇提取物具有抑制 SW620 细胞的活力、迁移和血管内皮生长因子-C 或 D(VEGF-C 或 VEGF-D)的表达作用,并能够显著的抑制淋巴内皮细胞的迁移能力和管腔形成能力。靳祎祎等<sup>[7]</sup>将白花蛇舌草乙醇提取物干预体外培养的大肠癌 HCT-8 细胞,采 Western Blot 检测肿瘤细胞由上皮细胞向间质细胞转化(EMT)标志蛋白(E-cadherin、N-cadherin、Vimentin)和 TGF- $\beta$ /Smad 通路相关蛋

收稿日期:2019-12-11

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项资金资助(CARS-21)。

第一作者:袁源见(1992-),男,硕士,实习研究员,从事中药资源与开发利用研究。E-mail:357342432@qq.com。

通信作者:虞金宝(1966-),男,学士,研究员,从事中药研究与开发工作。E-mail:yjb2217@163.com。

## Research Progress on the Causes of Wheat Lodging and Avaluation of Lodging Resistance

YIN Xue-wei, SHAO Li-gang, CHE Jing-yu, WANG Huai-peng, MA Yong, ZHANG Qi-chang, LIU Ning-tao, TIAN Chao

(Keshan Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161000, China)

**Abstract:** Wheat is a very important food crop in our country. The occurrence of lodging phenomenon will make the yield and quality of wheat decline greatly. Therefore, it is one of the most effective ways to improve the comprehensive lodging resistance performance of wheat in order to achieve stable yield, high yield and high quality. In this paper, the cause of wheat lodging, the evaluation index of wheat lodging resistance and the technology of wheat lodging resistance were discussed according to the reported research, in order to provide research ideas and theoretical support for further exploring the mechanism of wheat lodging resistance, defining the evaluation index of wheat lodging resistance and improving the technology of wheat lodging resistance.

**Keywords:** wheat; lodging resistance; identification indicator; research progress