

# 黑龙江省水稻倒伏原因与防御对策研究

矫江,李禹尧

(黑龙江省农业科学院,黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**黑龙江省水稻倒伏危害较重,造成倒伏的原因主要是不适合的综合栽培技术导致水稻抗倒伏能力下降所致。黑龙江省水稻倒伏应划分为茎折倒、茎弯倒和浅根倒3种类型。生产中应根据造成这3种类型倒伏的原因,有针对性地采取防御倒伏发生对策。综合防御对策主要有选用抗倒伏性品种、提高整地质量、穗数不能过多、控制水稻长势和预防早衰等。同时提出了需要深入探讨的问题。

**关键词:**水稻倒伏;倒伏类型;防御对策;黑龙江省

**中图分类号:**S511

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2012)08-0001-05

2011年,黑龙江省水稻种植面积超过340万 $\text{hm}^2$ ,比历史最高的1999年增加一倍以上<sup>[1]</sup>。随着种稻面积的增加,生产中水稻倒伏问题也越来越多。2008~2011年,对黑龙江省大面积生产中水稻倒伏问题做生产调查。在调查的基础上,对水稻倒伏类型、发生原因和应该采取的防御对策等作综合分析研究。

## 1 倒伏发生概况

黑龙江省各稻区每年都有不同程度的倒伏发生,又以2011年发生的最为普遍。总的来看,每年各地发生倒伏的时期不同,对水稻产量的影响差别很大。如2008年佳木斯地区水稻接近成熟后因大风和暴雨造成倒伏,结果对产量并未造成显著影响;而2011年西部地区因水稻早衰造成倒伏发生时间较早,减产幅度则较大,严重的田块减产幅度达到50%以上。关于水稻倒伏对稻谷产量,对稻谷、稻米商品品质和稻米食味品质的影响,对增加收获难度和增加收获成本以及产生影响的机理,国内外已做过大量细致研究<sup>[2-6]</sup>。黑龙江省水稻多属于商品生产,稻谷以质论价,特别是加工企业直接收购稻谷,更关注倒伏对稻米品质的影响。生产中发生倒伏即使造成的减产幅度不大,但因降低稻米品质和增加收割成本,倒伏对农民增收的影响也是较大的。

造成水稻倒伏的外因是大风雨等天气条件,主要还是水稻抗倒伏能力较差的内因造成的。水稻抗倒伏能力与品种抗倒伏性、稻田土壤条件和

综合栽培技术有关。以往人们对水稻品种的抗倒伏性关注较多,从生产调查结果看,不同品种的抗倒伏能力确有差异,但造成水稻大面积倒伏的主要原因还是与稻田土壤和综合栽培技术相关更密切,如水稻根系发育不良、生育前期群体密度过大和水稻基部节间过长等<sup>[7-9]</sup>。生产调查中看到,黑龙江省县域地方水稻倒伏发生率显著高于农垦系统,其主要原因就是综合栽培技术水平差异所致。同一年内全省不同区域之间倒伏发生率差别也很大,2011年有的县倒伏发生率达到30%以上。即使是同一地区农户之间,同一农户的不同地块之间,甚至一个农户栽培的同一品种,倒伏发生程度都存在较大差异。种稻时间较短、生产规模较小和半山区小流域生产的农户倒伏发生率较高。

## 2 倒伏类型和原因分析

水稻倒伏表现形态差别较大。我国学者以往多是把倒伏分为“根倒伏”和“茎倒伏”两大类<sup>[8-13]</sup>。从生产调查结果看,将倒伏分为“茎弯倒”“茎折倒”和“浅根倒”三种类型,这更符合生产

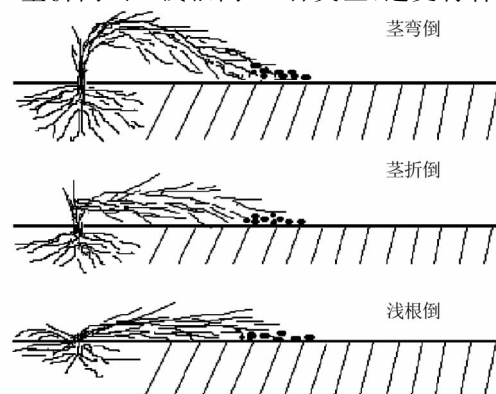


图1 倒伏类型

Fig. 1 Lodging types

收稿日期:2012-06-28

第一作者简介:矫江(1957-),男,黑龙江省木兰县人,博士,研究员,从事水稻栽培和农村经济研究。E-mail: hhnjj@so-hu.com。

实际情况(见图1)。造成这三种倒伏的主要原因也各不同<sup>[5,8]</sup>。

### 2.1 茎弯倒

这是生产中最常见的倒伏类型,又称弯曲倒。其主要原因是水稻抽穗后,随着籽粒灌浆穗重增加,茎秆承受能力有限,当穗重超过茎秆承受能力时,则导致水稻出现不同程度的弯曲倾斜,直至匍匐在地面上(见图2)。弯曲倾斜程度越大,对水稻不良影响越大。特别是当穗部接触地面时,影响就会显著增加。这类稻田在不发生倒伏的情况下,水稻往往是丰产长相。



图2 茎弯倒

Fig. 2 Stem bend down

主要原因是水稻进入灌浆成熟后期,叶鞘和茎秆养分向籽粒转移,支撑能力下降,此时若遇到大风雨天气,更容易发生倒伏。这类倒伏主要与单位面积穗数过多、稻穗较大和生育中后期施肥过多有关。

### 2.2 茎折倒

这是生产中造成损失程度最重的倒伏类型,又称挫折倒。一旦发生茎折倒,茎秆基部折断,稻穗正常灌浆几乎停止,倒伏后也没有十分有效的补救办法(见图3)。其主要原因是稻田排水条件差,土壤通气状况不良,土壤耕层较浅,致使根系生长量较小,茎秆细弱发育不充实,茎秆弹性较小(脆弱)。稻田前期施氮肥较多,水稻群体密度较大,生长过旺,特别是在茎基部节间较长时,降低了抗折倒能力。

### 2.3 浅根倒

水稻根固土能力差,由茎基部发生倾斜形成的倒伏为浅根倒,又称扭转倒<sup>[10]</sup>。轻者茎秆倾斜,重者全部匍匐在地面上,一般发生较早,减产幅度也较大(见图4)。水稻秧苗根部入土过浅,



图3 茎折倒

Fig. 3 Stem fold down

产生浮根,浮根不具备固定和支撑稻株的能力,不仅影响水稻的正常生育,也容易发生倒伏。抛秧种稻和直播种稻发生浮根多,扎根较浅,易发生浅根倒。这是这类种稻技术在黑龙江省应用面积迅速减少的原因之一<sup>[14-16]</sup>。排水不良的烂泥田和盐碱较重的稻田,水稻扎根浅,固土能力弱也易发生浅根倒。



图4 浅根倒

Fig. 4 Shallow roots down

## 3 综合防御对策

生产中应根据倒伏类型和原因,采取相应措施解决倒伏问题。但生产调查中看到,很多形态倒伏交叉在一起,这说明影响水稻发生倒伏的原因有复杂性(见图5)。对经常发生倒伏的地块应采取综合防御对策,才能有效解决倒伏问题。

### 3.1 选用抗倒伏品种

一般水稻品种抗倒性存在差异。株高偏高,茎秆较细,穗型偏大,剑叶偏长,叶型披散,分蘖力较弱的品种类型抗倒伏能力较弱<sup>[17-21]</sup>。经常发生倒伏的田块应注意选用抗倒伏能力较强的品种。目前我国经长期矮化育种,各地审定推广的品种,多数已经形成了与当地气候生态条件相适



图5 倒伏造成严重减产的稻田

Fig. 5 Rice field of severe yield reduction due to lodging

应的株型。黑龙江省属于大陆气候寒地农业,选择品种在关注抗倒性的同时,还必须关注抗低温能力、抗病性和稻米品质等综合指标。需要引起注意的是,目前生产中高度重视优良食味稻米,但生产中普遍反映优良食味米水稻一般茎秆较软,抗倒伏性较弱。为此,选用优良食味米品种生产,更应注意针对各品种特性,应用相适应的综合配套抗倒伏生产技术,避免发生倒伏造成损失。

### 3.2 提高整地质量

土壤和整地质量对茎折倒和浅根倒影响最大。目前生产中采用旋耕整地较多,多年连续旋耕,耕层较浅,既不利于提高产量,也不利于增强抗倒性。首先可采取铧犁深翻和旋耕相结合,形成1 a 深翻和1~2 a 旋耕耕翻制度,耕翻深度20 cm左右,旋耕深度15 cm左右。其次是耕翻深度一致和田面整平一致,保证耕层厚度均匀,使每穴水稻保持有相同的土壤根际环境。整平田面,确保灌水时使水稻保持水层深度一致。第三是田块不宜过大,田块大小适宜既有利于整平田面,又有利于及时灌排水。特别是新开垦稻田,整平土地时,注意不要把生土翻到地表,确保耕层土壤肥力均匀一致。第四是要建设完善的灌排水渠道,确保及时灌排水。地势低洼、排水不良的“囊水田”和黏重土壤,更应注意解决排水问题,使稻田土壤保持适当的透水性。也可以采用深松整地,一般深松深度25~30 cm。第五是对土壤肥力不均的田块,通过增加翻地次数、早整地有目标的均匀土壤和增加水整地作业等,逐渐使同一田块内土壤肥力均匀一致。

### 3.3 穗数不能过多

黑龙江省水稻一般要求有效穗数500穗·m<sup>-2</sup>

左右,根据品种穗大小、土壤肥力高低、育苗插秧方式和当地生育期长短等,不同地区会增减10%~20%。对经常发生倒伏的稻田,有效穗数应比当地的一般稻田减少10%左右。插秧密度不能过大。首先是控制插秧基本苗数,采用宽行窄穴插秧方式,推迟稻田郁闭时间,保证稻田有较好的通风透光条件,避免稻田生态条件恶化。一般以20~25穴·m<sup>-2</sup>、3~5苗·穴<sup>-1</sup>和100~120棵·m<sup>-2</sup>基本苗为宜。其次是有效控制后期分蘖。一般可在总茎数达到计划有效穗数80%时排水晒田,控制分蘖继续增加。确保有效穗数不能过多。特别是要注意控制发生过多的无效分蘖。

### 3.4 控制长势过旺

水稻长势过旺、田间通风透光环境恶化导致株高增加、茎秆细弱、大幅度降低抗倒伏能力。特别是插秧密度过大,分蘖过多时更为严重。首先是控制氮肥施用量和注意施肥方法。把氮肥施用量比当地标准施用量减少10%~20%。特别是新开稻田土壤肥力较高,更应该注意少施氮肥。同时做到根据水稻长势决定是否施接力肥和穗肥。对高产田和老稻田应注意增施钾肥和硅肥<sup>[22]</sup>。其次是培育壮秧早插秧。早插壮秧使秧苗在较低温度下缓慢生长,有利于增加茎基部节间干物质积累和缩短基部两个伸长节间长度,提高茎秆抗倒伏能力。基部两个伸长节间越短,穗茎节间越长,抗倒伏能力越强(见图6)。只要进入适宜插秧期,就应尽早插秧,并缩短插秧期。第三是插秧深度不宜过浅。秧苗根入土浅,分蘖过多,浮根也多,会加重倒伏。插秧深度应保持在2~3 cm。第四是节水灌溉。一般情况下除有效

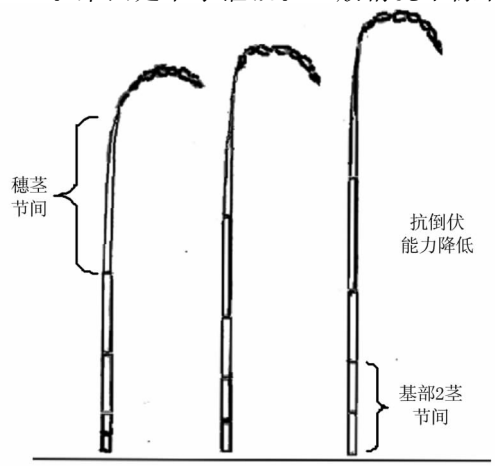


图6 节间长度与倒伏

Fig. 6 Internode length and lodging

分蘖期、长穗期和开花期需要保持浅水灌溉外,其它时期均应采用间歇灌溉和干湿灌溉方法,避免采用流水灌和深水灌。特别是排水不良和土壤黏重的稻田。

### 3.5 防止发生早衰

一般水稻从灌浆后穗达到最大重量开始发生倒伏。从调查结果看,灌浆后期发生倒伏较多,与水稻出现早衰,茎秆和叶鞘支撑能力下降有关。发生早衰原因主要是土壤物理性较差和养分不足造成的。如盐碱地土壤 pH 和含盐量升高影响养分吸收,沙土地和瘠薄地后期养分不足和耕层过浅根系发育不良、后期脱肥以及黏重土壤中根系发育不良出现黑根和烂根等。解决早衰要针对具体情况采取相应对策才能有效解决。共性的问题首先是科学灌水防早衰。主要是完善灌排水渠道建设,保证能够及时采取间歇灌溉和干湿灌溉措施,提高土壤的通透性,延长根的吸水吸肥功能期。其次是增施有机肥和秸秆还田,改良土壤,提高供肥能力和改善土壤物理性。第三是重视施粒肥和叶面肥,保证水稻生育后期对养分的需求。第四是预防发生病虫害。病害主要是降低叶片和叶鞘光合作用能力,造成光合产物不足出现早衰。如稻瘟病、叶鞘腐败病、细菌性褐斑病和纹枯病等。虫害防治不及时,会使茎秆组织被破坏,茎秆抗折力下降导致倒伏,主要是二化螟等<sup>[8-9]</sup>。

### 3.6 倒伏后处理

若发生倒伏,首先要排除田面积水,田面不再保存水层。总的原则是防止水稻茎秆和叶片浸泡在水中造成腐烂,尽可能地延长叶片功能期。特别是注意稻穗不能接触地面,造成穗腐烂霉变。再根据倒伏的类型和程度,采取相适应的对策。对轻度茎弯倒,只要叶片和稻穗未接触地面,需要灌水时可采取湿润灌溉或干湿灌溉。对倒伏程度加重,叶片接触地面时,要缩短土壤湿润时间,延长土壤干燥时间,降低土壤含水量。当穗部接触地面时,可把穗部轻轻抬起,垫在相邻的秸秆上,以减少穗部腐烂损失。对于茎弯倒和浅根倒,当稻穗接触地面时,也可以把几穴水稻轻扶起,用细绳拦在一起,防止稻谷霉烂和促进灌浆成熟<sup>[23-24]</sup>。倒伏的水稻要做到单收,以免影响正常稻谷的品质。

## 4 需深入探讨的问题

黑龙江省水稻种植面积大,今后还将继续增加,生产中应高度关注解决倒伏问题。

### 4.1 目标产量

水稻产量与氮肥施用量显著相关。多施氮肥产量水平虽提高,但发生倒伏的风险性也增大。小面积特别高产主要是科研和生产示范追求的目标。大面积生产中应以提高土地产出效益和增加农民收入为目标,通过实现不同年际间稳产性,以及农户间和区域间均衡增产达到增加稻谷总产量的目标。

### 4.2 稻田建设

水稻抗倒伏能力受稻田灌排水条件和整地质量影响很大。提高整地质量,增加耕翻深度,保证有效灌排水,特别是提高排水能力,是水稻增强抗倒伏性的保障。为此,政府应加大资金投入,加快整合土地资源,提高稻田标准化建设水平,为保证抗倒伏技术有效应用奠定基础。

### 4.3 生产管理

黑龙江省各地土壤、气候和机械化程度差别较大,特别是新增稻田较多,提高广大农民综合栽培技术水平,因地制宜地应用抗倒伏综合栽培技术,才能有效解决大面积生产中倒伏和高产稳产问题。影响水稻倒伏的因素复杂,生产中有必要系统总结经验,形成抗倒伏综合栽培技术,加快抗倒伏技术的有效推广。

### 4.4 深入研究

黑龙江省属于寒地农业,水稻生育期短,气候、土壤和水稻生长发育均有特殊性,大面积种稻时间也较短,科研和生产中积累的资料还较少。为此,对水稻倒伏应根据本地条件深入研究。研究中应特别注意统一规划和分工协作,单项对比试验和生产调查相结合,单项研究和综合研究相结合,最后形成抗倒伏综合栽培技术。化控防倒伏技术、优良食味米生产抗倒伏问题和稻田排水对抗倒性的影响等都是今后需要深入研究的问题<sup>[25]</sup>。

### 4.5 水稻品种选用

黑龙江省水稻生产中选用品种数量较多,农民根据上一年水稻表现更换品种也较频繁。从水稻生产特点,特别是优质稻米生产角度看,生产中经常更换品种利少弊多,主要是农民熟悉水稻品种生育特性需要几年的时间,应用管理技术盲目性较大。政府应加大对种子生产和销售市场的管理,大面积水稻集中生产县(市)或乡(镇),均应建立稳定的种子繁育体系,确保抗倒伏品种稳定推广。

#### 4.6 关于轻简栽培

发展效益农业,人们重视节本增收。生产中少耕、浅耕、免耕、抛秧移栽和直播技术等在生产中均有应用。很多农户长期连续应用旋耕技术,就是因为旋耕比犁铧翻耕成本低。但这些轻简栽培技术,往往达不到高产稳产的要求,导致水稻抗倒伏能力下降。一旦发生倒伏,就会给农民造成较大损失。为此,黑龙江省寒地气候条件下,还应大力提倡以旱育稀植技术为核心,大力推广标准化生产技术,全面实现生产技术标准化。

#### 参考文献:

- [1] 新华网. 黑龙江水稻种植面积扩大到 343.4 万  $\text{hm}^2$  [ED/OL]. 2011-08-24. [http://news.xinhuanet.com/local/2011-08/24/c\\_131071216.htm](http://news.xinhuanet.com/local/2011-08/24/c_131071216.htm).
- [2] 郎有忠,杨晓东,王美娥,等. 结实阶段不同时期倒伏对水稻产量及稻米品质的影响[J]. 中国水稻科学, 2011, 25(4): 407-412.
- [3] 李荣田,姜廷波. 水稻倒伏对产量影响及倒伏和株高关系的研究[J]. 黑龙江农业科学, 1996(1): 13-17.
- [4] 杨波,杨文钰. 水稻抗倒伏研究进展[J]. 耕作与栽培, 2011(2): 1-9.
- [5] 岛崎佳郎. 北海道稻作技术——生育与诊断[M]. 日本北海道: 农业技术普及协会, 1977: 78-80.
- [6] 松江勇次. 移栽和倒伏时期对稻米食味理化特性的影响[J]. 作物学会纪事, 1991, 60(4): 490-496.
- [7] 张云雷,梁卫卫,张海燕. 水稻不同品种植株性状与倒伏发生关系研究[J]. 现代化农业, 2010(4): 50-51.
- [8] 赵黎明,顾春梅,陈淑洁,等. 水稻倒伏研究及其影响因素分析[J]. 北方水稻, 2009, 39(4): 66-70.
- [9] 杨利,游艾青,范先鹏,等. 湖北省水稻倒伏原因调查与预防策略[J]. 湖北农业科学, 2007, 46(6): 880-882.
- [10] 胡继松,彭伟正,庞伯良,等. 水稻抗倒伏性及评价指标体系研究进展[J]. 湖南农业科学, 2011(13): 41-44.
- [11] 浙江农业大学. 实用水稻栽培学[M]. 上海: 上海科技出版社, 1981: 410-413.
- [12] 王新兵,邱玉飞,王晶. 浅谈水稻倒伏的原因及预防措施[J]. 现代化农业, 2011(9): 26-27.
- [13] 王士强,顾春梅,沈巧梅,等. 水稻倒伏发生规律及防御技术的研究进展[J]. 北方水稻, 2011, 41(5): 61-72.
- [14] 矫江,庄爱科. 关于水稻抛秧栽培的试验与调查[J]. 黑龙江农业科学, 1990(5): 5-9.
- [15] 张洪程,戴其根,钟明喜,等. 抛栽水稻产量形成及其生态特征研究[J]. 中国农业科学, 1993, 26(3): 39-49.
- [16] 张矢,徐一戎. 寒地稻作[M]. 哈尔滨: 黑龙江科技出版社, 1990: 29-39.
- [17] 肖应辉,罗丽华,闫晓燕,等. 水稻品种倒伏指数 QTL[J]. 作物学报, 2005, 31(3): 348-354.
- [18] 徐正进,张树林,周淑清,等. 水稻穗型与抗倒伏性关系的初步分析[J]. 植物生理学通讯, 2004, 40(5): 561-563.
- [19] 袁志华,赵安庆,苏宗伟,等. 水稻茎秆抗倒伏的力学分析[J]. 生物数学学报, 2003, 18(2): 234-237.
- [20] 吉田昌一. 稻作科学原理[M]. 历葆初,译. 浙江: 浙江科技出版社, 1984: 34-35.
- [21] 孙淑红. 龙粳 20 倒伏的原因及其对策[J]. 中国稻米, 2011, 17(5): 68-69.
- [22] 施根发. 浅析水稻倒伏的原因及预防措施[J]. 安徽农学通报, 2011, 17(12): 83-84.
- [23] 李德利,孟庆堂. 水稻倒伏扶扎对产量及其产量构成的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(12): 4902-4903.
- [24] 赵黎明,萧长亮,顾春梅,等. 植物生长调节剂在水稻倒伏上的研究进展[J]. 北方水稻, 2009, 39(3): 114-117.
- [25] 张军. 硅钙肥对水稻产量抗病性和抗倒伏性的影响[J]. 土壤肥料, 2003(3): 42-43.

## Research on the Reason and Defensive Countermeasures Against the Rice Lodging in Heilongjiang Province

JIAO Jiang, LI Yu-yao

(Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

**Abstract:** Rice lodging is a serious problem in Heilongjiang province, the main cause of rice lodging is that undaptable comprehensive cultivation technique lead to the anti-lodge ability descent. There are three lodging types in Heilongjiang province, they are stem fold down, stem bend down and shallow roots down. We should take pertinence defensive countermeasure according to the three types. Choosing lodging resistance variety, improving soil preparation quality, controlling spike number, controlling growth vigor and preventing premature senility were the comprehensive defensive countermeasures. And the problems that need to be further discussion were put forward.

**Key words:** rice lodging; lodging types; defensive countermeasure; Heilongjiang province