

水稻倒伏粒重损失及不同品种抗倒能力差异比较

陈书强,杜晓东,杨丽敏,赵海新,周 通,金光浩,薛菁芳

(黑龙江省农业科学院 佳木斯水稻研究所/农业部寒地粳稻冷害科学观测实验站,黑龙江 佳木斯 154026)

摘要:为了研究水稻倒伏对其产量的影响,选择抗倒伏能力强的品种以预防倒伏,利用黑龙江省第二、三积温带的主栽品种,研究了灌浆期水稻倒伏的粒重损失及不同品种的抗倒能力差异比较。结果表明:灌浆期倒伏发生日期越早、倒伏程度越大降低粒籽千粒重越多,灌浆中期完全倒伏植株与正常植株千粒重相比,垦稻 12 降低 2.10 g,龙粳 31 降低 1.06 g,在灌浆末期发生倒伏则对粒重影响不大。黑龙江省第二、三积温带抗倒性好的主栽品种有龙粳 21、龙粳 30、龙粳 31、空育 131、龙粳 26、龙粳 38、龙粳 34、龙粳 29 等。抗倒伏品种的倒 2 节间长度相对较短,茎较粗;倒 2 节间的茎鞘干重、节间干重和茎壁干重较高,节间横切面积大,茎秆物理性状良好。

关键词:水稻;倒伏;产量

中图分类号:S511 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)10-0034-04 **DOI:**10.11942/j.issn1002-2767.2015.10.0034

黑龙江省是我国最重要的粳稻生产基地,目前种植面积已经超过 400 万 hm^2 。其中第三积温带区域是黑龙江省水稻的主产区,种植面积占全省的 60% 左右,此区域水稻能否安全生产已经直接关系到国家“口粮”安全。水稻倒伏问题是目前限制黑龙江省水稻产量稳定的主要因素之一。水稻倒伏既影响了产量的提高,又制约了机械化收割,大幅增加水稻生产成本。有研究表明水稻倒伏后一般减产 15%~20%,品质下降 1~2 个等级,收割费用增加 1 倍^[1]。如何防御水稻倒伏,是水稻生产面临的一个技术难题。选择抗倒伏能力强的品种是最有效的解决途径之一,为此本研究对当前黑龙江省第二、三积温带主要品种(系)的抗倒能力进行比较分析,以期为农民科学选择主栽品种提供理论依据。同时灌浆期倒伏发生程度对产量影响程度还不是很清楚,本文在台风“布拉万”发生后,研究了完全倒伏、非完全倒伏和没有倒伏对水稻千粒重的影响,以期为政府和农民科学决策防控减灾措施提供数据支持。

1 材料与方法

1.1 材料

灌浆期水稻倒伏的产量损失试验供试水稻品种为垦稻 12 和龙粳 31;不同品种抗倒能力差异比较分析选择黑龙江省第二、三积温带生产上主栽品种及区生试品系。

1.2 方法

1.2.1 灌浆期水稻倒伏的产量损失 于 2012 年 8 月 28 日台风“布拉万”发生后,分别于 8 月 30 日、9 月 10 日、9 月 20 日,每个品种均选择刚发生完全倒伏、非完全倒伏($45^\circ < \text{倒伏角度} < 90^\circ$)和直立的植株进行持签标记,成熟期调查其穗粒数和粒干重,计算千粒重。每个处理 3 次重复,每个重复调查 5 株。

1.2.2 不同品种抗倒能力差异比较分析 2011 年选用试验在黑龙江省农业科学院水稻研究所内水稻试验田进行。采用随机区组设计,3 次重复。每个品种种植 1.5 m^2 ,4 月 13 日育苗,采用大棚旱育苗,5 月 16 日移栽,移栽密度 30 $\text{cm} \times 10 \text{ cm}$,每穴单苗,肥力为当地水平,纯氮 138 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}=2:1:1$ 。磷酸二铵作基肥 100% 一次施用,硫酸钾作基肥和穗肥各施 50%。氮肥(46% 尿素)分基肥、蘖肥(4 叶龄)、穗肥(9.1 叶龄)3 次施用,40% 作基肥、40% 作蘖肥,20% 作穗肥。水分管理及病虫草害防治方法与生产田相同。

1.2.3 抗倒伏性状测定 抽穗后 20 d 左右,每

收稿日期:2015-07-30

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2011BAD16B11-02YJ01);黑龙江省科技攻关重大资助项目(GA13B101);黑龙江省农业科学院青年基金资助项目(QN019);佳木斯市人才资助项目(201501)

第一作者简介:陈书强(1976-),男,黑龙江省阿城市人,博士,副研究员,从事水稻高产高效优质栽培研究。E-mail: chenshuqiang@163.com。

品种取样 5 株,测定每个茎秆株高、基部起倒 2 节间基部至穗顶的高度及鲜质量、穗长及穗重、倒 2 节间粗度(带叶鞘)、长度、茎壁厚度及带叶鞘时茎秆的抗折力。测定项目完成后,用烘干法测定倒 2 节间茎秆及叶鞘干质量、穗干质量,3 次重复。按 Seko^[2]的方法计算各品种倒 2 节的弯曲力矩和倒伏指数。弯曲力矩=节间基部至穗顶长度(cm)×该节间基部至穗顶鲜重(g);倒伏指数(%)=弯曲力矩/抗折力×100。

茎秆抗折力测定参考 Seko^[2]的方法,自行设计了测定抗折力的简单器材。田间取回茎秆,保留叶鞘、叶片和穗,并保持不失水。将待测定的节间茎秆(保留叶鞘)置于测定器上,该节间中点与测定器中点对应(支点间距 5 cm),在中点挂一盘子,逐渐加入砝码和沙子,直至茎秆折断,此时砝码、沙子及盘子的重量即为该节间茎秆的抗折力(g)。

2 结果与分析

2.1 灌浆期水稻倒伏的产量损失

2.1.1 倒伏日期及程度对籽粒千粒重的影响

由表 1 可知,2 个品种 8 月 30 日发生完全倒伏植

株的千粒重明显低于非完全倒伏和直立植株的千粒重且差异显著;随着倒伏发生日期推迟,9 月 10 日发生完全倒伏植株的千粒重与其它两者间的差异有所减小,但差异也达显著性水平;在 9 月 20 日灌浆末期发生倒伏,三者间的千粒重几乎没有差异。这表明倒伏发生日期越早对粒籽千粒重影响越大,在灌浆末期出现倒伏对粒重影响不大。

倒伏发生程度对籽粒千粒重有较大影响,灌浆中期彻底发生倒伏植株的千粒重明显低于非完全倒伏植株的千粒重,非完全倒伏又低于直立植株的千粒重。

2.1.2 倒伏日期及程度降低籽粒千粒重的重量

由表 2 可知,8 月 30 日发生倒伏的籽粒千粒重降低最多,垦稻 12 完全倒伏植株的千粒重降低 1.76 g,非完全倒伏植株的千粒重降低 0.21 g;龙粳 31 则分别降低 1.07 和 0.32 g;2 个品种间差异达到显著水平。9 月 10 日发生倒伏植株的籽粒千粒重比 8 月 30 日的降低要少,而 9 月 20 日发生完全倒伏植株的千粒重与直立植株间千粒重差异不大。

表 1 倒伏日期及倒伏程度对籽粒千粒重的影响

Table 1 Effect of lodging time and lodging score on 1 000 grains weight of grain

处理 Treatments	籽粒千粒重/g 1 000 grains weight of grain					
	08-30		09-10		09-20	
	垦稻 12	龙粳 31	垦稻 12	龙粳 31	垦稻 12	龙粳 31
植株直立	25.87 a	24.36 a	25.50 a	24.83 a	25.42 a	24.87 a
非完全倒伏	25.32 b	24.05 b	25.34 a	24.63 a	25.36 a	24.80 a
完全倒伏	23.77 c	23.30 c	24.62 b	23.86 b	25.31 a	24.76 a

不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。
Different lowercases mean significant difference at 0.05 level. The same below.

表 2 籽粒千粒重的减少量

Table 2 Reduction of 1 000 grains weight of grain

处理 Treatments	籽粒千粒重的减少量/g Reduction of 1 000 grains weight of grain					
	08-30		09-10		09-20	
	垦稻 12	龙粳 31	垦稻 12	龙粳 31	垦稻 12	龙粳 31
直立—非完全倒伏	0.55 b	0.31 b	0.16 b	0.20 b	0.06 a	0.07 a
直立—完全倒伏	2.10 a	1.06 a	0.88 a	0.97 a	0.11 a	0.11 a

2.2 不同品种抗倒能力差异比较分析

2.2.1 不同品种的倒伏指数差异 由表 3 可知,不同品种(系)的抗倒伏能力差异是较大的,供试的 18 个品种(系)倒伏指数分布从 105.0~191.6。龙粳 21 的抗倒性最好,倒伏指数最小,为

105.0,其次是垦鉴稻 6 号,为 106.1,后面依次是龙粳 30、龙粳 31、空育 131、龙粳 26、龙粳 38、龙粳 34、龙粳 29 等。抗倒性较差的品种有龙粳 25、龙粳香 1 号、龙粳 24、垦稻 12、龙花 00-835、龙联 1 号、龙粳 27,倒伏指数都在 145 以上。

表 3 不同品种(系)的倒伏指数差异

Table 3 The difference among lodging index of 18 rice varieties

品种(系) Varieties (line)	倒 2 节间基部 至穗顶长度/cm Length from 2 nd internode base to panicle top	倒 2 节间基部 至穗顶鲜重/g Weight from 2 nd internode base to panicle top	倒 2 节带鞘 抗折力/kg Bending resistance of 2 nd internode with scabbard	弯曲力矩/(cm•g ⁻¹) Bending moment	倒伏指数 Lodging index
龙粳 21	80.8	9.33	0.7527	755.7	105.0 g
垦鉴稻 6 号	77.0	7.59	0.5589	587.3	106.1 g
龙粳 30	81.6	8.89	0.6668	727.0	109.6 g
龙粳 31	79.3	7.29	0.5499	582.0	110.2 g
空育 131	78.2	6.96	0.5048	545.8	110.8 g
龙粳 26	80.8	7.60	0.5692	614.8	111.8 fg
龙粳 38	81.8	9.78	0.6926	801.6	119.6 f
龙粳 34	83.2	7.96	0.5502	665.5	123.0 f
龙粳 29	76.3	5.70	0.3459	438.0	135.8 e
龙丰 05-191	86.8	9.69	0.6059	843.3	140.0 e
龙交 04-107	88.5	8.84	0.5566	783.5	143.3 de
龙粳 25	86.1	8.96	0.5360	774.8	148.5 d
龙粳香 1 号	81.8	7.09	0.4369	581.6	149.8 d
龙粳 24	83.0	7.96	0.4605	660.6	152.8 d
垦稻 12	90.0	8.01	0.4470	720.7	165.0 c
龙花 00-835	86.7	8.02	0.4339	697.5	173.9 b
龙联 1 号	83.8	6.02	0.2979	506.9	180.4 b
龙粳 27	83.5	6.92	0.3949	579.9	191.6 a

2.2.2 不同品种的倒 2 节间物理性状差异 分析

不同品种(系)易发生倒伏的倒 2 节间物理性状

差异。由表 4 可以看出,不同品种倒 2 节间物理性状的差异较大,抗倒伏的品种(如:龙粳 21、龙粳

表 4 不同品种(系)的倒 2 节间物理性状差异

Table 4 The difference among physical traits of the 2nd internode from bottom of 18 rice varieties

品种(系) Varieties (line)	节间长/cm Internode length	节鞘长/cm Sheath length	节茎粗/cm Diameter	节鞘干重/g Sheath dry weight	节间干重/ (mg•cm ⁻¹) Internode dry weight	节间横切 面积/mm ² Area of cross section	茎壁干重/ (mg•cm ⁻²) Culm wall dry weight
龙粳 21	15.0 bc	21.6 ab	0.517 ab	0.202 a	20.4 a	21.2 b	12.5 a
垦鉴稻 6 号	14.0 c	19.0 bc	0.453 bc	0.134 b	13.5 cd	16.2 c	9.5 c
龙粳 30	14.1 c	20.9 ab	0.488 b	0.172 ab	21.2 a	18.8 bc	13.8 a
龙粳 31	14.9 bc	18.4 bc	0.439 cd	0.117 c	15.3 bc	15.3 cd	11.0 b
空育 131	16.7 b	19.9 bc	0.451 bc	0.128 bc	13.2 cd	16.0 c	9.3 c
龙粳 26	16.2 b	19.4 bc	0.465 bc	0.131 b	17.2 b	17.0 c	11.8 b
龙粳 38	17.8 ab	20.9 ab	0.546 a	0.203 a	18.6 ab	23.5 a	10.8 bc
龙粳 34	16.4 b	20.8 ab	0.464 bc	0.156 b	17.2 b	17.0 c	11.7 b
龙粳 29	17.4 ab	19.3 bc	0.395 d	0.116 c	11.3 d	12.4 d	9.0 c
龙丰 05-191	17.3 ab	21.7 ab	0.506 ab	0.153 b	18.3 ab	20.1 b	11.5 b
龙交 04-107	16.0 b	22.3 a	0.512 ab	0.153 b	18.4 ab	20.7 b	11.4 b
龙粳 25	17.4 ab	21.0 ab	0.481 b	0.134 b	12.4 d	18.4 bc	8.2 c
龙粳香 1 号	14.7 bc	19.8 bc	0.422 cd	0.106 c	13.1 cd	14.0 d	9.9 c
龙粳 24	15.2 bc	20.9 ab	0.451 bc	0.132 b	14.4 c	16.0 c	10.1 bc
垦稻 12	19.1 a	21.2 ab	0.460 bc	0.144 b	13.9 cd	16.7 c	9.6 c
龙花 00-835	18.6 a	21.3 ab	0.459 bc	0.153 b	12.1 d	16.7 c	8.3 c
龙联 1 号	16.1 b	19.3 bc	0.405 d	0.113 c	11.7 d	13.0 d	9.2 c
龙粳 27	15.7 bc	18.3 c	0.425 cd	0.093 c	13.3 cd	14.3 d	9.9 c

31、龙粳 30 等)倒 2 节间的长度相对较短,茎较粗;倒 2 节间的茎鞘干重较高,倒 2 节间的节间干重较高、节间横切面积大、茎壁干重高,茎秆物理性状良好。

3 结论与讨论

水稻发生倒伏后产量降低,品质变差。有研究认为倒伏主要使水稻品种结实率明显降低,收获损失加重,限制了产量潜力进一步提高^[3]。本试验着重研究了灌浆期不同时间发生倒伏对籽粒千粒重的影响,发现倒伏发生日期越早、倒伏程度越大,降低籽粒千粒重越多,在灌浆末期发生倒伏则对粒重影响不大。灌浆中期发生完全倒伏植株与正常植株千粒重相比,垦稻 12 降低 2.10 g,龙粳 31 降低 1.06 g。试验结果为政府和农民科学决策防控倒伏提供了数据支持。

不同类型水稻品种的抗倒伏能力不同,植株高度、茎秆强度和穗部性状都影响水稻的抗倒伏能力^[4]。有些品种虽然抗倒能力较强,但是因其株高较矮、分蘖能力较差、穗较小,产量性状不佳,

很难在生产实际上大面积应用推广^[5]。本研究利用倒伏指数这一指标对当前生产上应用的主要品种的抗倒伏能力差异进行了比较分析,根据试验数据和生产实际筛选出抗倒性较好、产量潜力较高的主栽品种有龙粳 21、龙粳 30、龙粳 31、空育 131、龙粳 26、龙粳 38、龙粳 34、龙粳 29。这些抗倒性好的品种抗倒原因主要是易发生倒伏的倒 2 节间的长度相对较短,茎较粗;倒 2 节间的茎鞘干重较高、节间干重较高、节间横切面积大、茎壁干重高,茎秆物理性状较好。

参考文献:

- [1] 史占忠,王晓明.水稻倒伏原因及防御技术措施[J].北方水稻,2014,44(4): 56-58,60.
- [2] Seko H. Studies on lodging in rice plant[J]. Bill Kyushu Agr,1962,7: 419-499.
- [3] 李荣田,姜廷波,秋太权,等.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] 顾大路,吴传万,杜小凤,等.水稻倒伏原因及防止措施的研究进展[J].耕作与栽培,2008(5):9-11.
- [5] 刘伟.寒地水稻抗倒伏品种筛选[J].中国稻米,2014,20(4):100-101.

Effect of Lodging on Yield and Comparison of Different Varieties Lodging Resistance in Rice

CHEN Shu-qiang, DU Xiao-dong, YANG Li-min, ZHAO Hai-xin, ZHOU Tong, JIN Guang-hao, XUE Jing-fang

(Heilongjiang Academy of Agriculture Sciences Jiamusi Rice Research Institute/ Scientific Observing and Experimental Station of Rice Cold Damage in Cold Region, Ministry of Agriculture, Jiamusi, Heilongjiang 154026)

Abstract: In order to study the effect of the rice lodging on yield and choose the varieties with lodging resistance capability, taking main rice cultivation varieties of the second and third accumulative temperature belts in Heilongjiang province as materials, the effect of lodging on rice grain weight loss at filling stage and difference comparison of different kinds of lodging resistance ability were studied. The results showed that the earlier date of lodging occurred at filling stage, the greater lodging score was, the more 1 000 grain weight reduced. Compared with normal rice plant at mid grouting, 1 000 grain weight of complete lodging rice plant decreased 1.76 g (Kendao 12) and 1.07 g (Longjing 31) respectively. Lodging at late grouting had little effect on grain weight. Rice cultivation varieties with stronger lodging resistance in the second and third accumulative temperature belts in Heilongjiang province were Longjing 21, Longjing 30, Longjing 31, Kongyu 131, Longjing 26, Longjing 38, Longjing 34 and Longjing 29. Rice varieties with stronger lodging resistance had characteristic with relatively shorter 2nd internode length, thicker stems, higher 2nd internode stem sheath dry weight and dry weight of stem wall, larger internode crosscutting area, and the physics properties of stem were well.

Keywords: rice; lodging; yield

(该文作者还有王翠、单莉莉、李敏,单位同第一作者单位)