

李 旭,毛 艇,付立东,等. 滨海稻区不同穗型粳稻分期收获抗倒伏性状比较[J]. 江苏农业科学,2014,42(1):66-68.

# 滨海稻区不同穗型粳稻分期收获抗倒伏性状比较

李 旭,毛 艇,付立东,王 宇,隋 鑫,任 海,李宝军,吕小红

(辽宁省盐碱地利用研究所,辽宁盘锦 124010)

**摘要:**选用目前盘锦稻区种植面积较大的 6 个品种,其中直立穗、半直立穗、弯穗品种各 2 个,结合盘锦实际收获期,于 2011—2012 年进行 2 年分期收获试验(9 月 27 日、10 月 4 日、10 月 11 日),并测定其株高、节间茎粗等形态指标,研究不同收获时期不同穗型品种倒伏指数变化。结果表明:直立穗与半直立穗品种最佳收获期为 10 月 4 日,弯穗型品种最佳收获期早于前 2 种穗型,为 9 月 27 日;各形态指标中,株高、穗颈角度、茎粗与倒伏指数的相关性最为显著,随着茎粗增加,抗倒伏能力显著增强,而株高越高、穗颈角度越大,则越容易发生倒伏。

**关键词:**水稻;分期收获;不同穗型;倒伏指数;相关性

**中图分类号:** S511.2<sup>+</sup>20.34 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)01-0066-03

盘锦稻区历来为我国东北著名的高产、优质粳稻产区,在 20 世纪 80 年代前,盘锦稻区种植的主要为日本品种(如丰锦、秋光等),其穗型主要为弯曲穗型;80 年代后随着我国籼粳杂交育种技术的成熟,直立穗、半直立穗品种(如盐丰 47 等)迅速取代日本品种,成为盘锦稻区主栽品种<sup>[1-4]</sup>。目前关于水稻倒伏影响因素的报道较多,但关于不同穗型粳稻抗倒伏性比较及其应用于机械收割研究较少<sup>[5-10]</sup>。本试验结合生产实践,选用目前盘锦稻区种植面积较大的 6 个品种,其中直立穗、半直立穗、弯曲穗品种各 2 个,比较不同收获期不同穗型品种的抗倒伏能力,以探讨最佳收获时期,旨在把倒伏引起的机械收割产量损失降到最低,为实现水稻大面积机械化收割提供配套的农艺措施。

## 1 材料与方法

试验于 2011—2012 年 2 年在辽宁省盐碱地所试验地进

行,土壤是滨海盐渍型水稻土,肥力中等,耕层土壤(0~15 cm)含全氮 1.12 g/kg、速效氮 109.75 mg/kg、速效磷 57.51 mg/kg、速效钾 157.84 mg/kg、全盐 2.23 g/kg,pH 值 7.5,含有机质 25.73 g/kg。

### 1.1 供试品种

供试品种为目前盘锦稻区种植面积较大的 6 个品种,其中直立穗、半直立穗、弯曲穗品种各 2 个,品种名称及特性见表 1。

表 1 供试品种及主要生育特性

类型	品种	株高 (cm)	生育期 (d)	穗颈角 (°)
直立穗型	盐丰 47	99	158	13.2
	盐粳 218	107	158	11.1
半直立穗型	盐粳 228	105	162	25.5
	H199	109	158	28.2
弯曲穗型	H50	110	158	57.8
	盐粳 48	107	158	69.2

### 1.2 试验设计

采用随机区组试验设计,3 次重复,小区面积 50 m<sup>2</sup>,4 月 26 日播种,6 月 2 日移栽,行穴距为 31 cm×15 cm。各小区施

果[J]. 中国水稻科学,2005,19(6):567-569.

[2]杨正梅. 我国水田保护性耕作技术研究进展[J]. 安徽农业科学,2007,35(25):7797-7798.

[3]邵景安,唐晓红,魏朝富,等. 保护性耕作对稻田土壤有机质的影响[J]. 生态学报,2007,27(11):4434-4442.

[4]谭国波,边少锋,方向前,等. 国内外保护性耕作技术的发展现状与我省的研究方向[J]. 吉林农业科学,2006,31(3):29-31.

[5]牟正国. 免耕对土壤松紧状况的影响[M]. 北京:北京科学技术出版社,1991.

[6]马云祥,王淑珍. 保护性耕作及其配套技术研究进展[J]. 辽宁农业科学,2007(4):28-32.

[7]初 江. 水稻节水少耕栽培技术项目效益分析[J]. 农业机械学报,2006,37(4):169-170.

[8]钱永德,郑桂萍,李红宇,等. “T”型耕作对水稻生育及肥料利用的影响[J]. 核农学报,2011,25(4):785-790.

收稿日期:2013-06-05

基金项目:辽宁省科技攻关项目(编号:2009201003)。

作者简介:李 旭(1983—),女,硕士,研究实习员,研究方向为水稻栽培。E-mail:chinalixu1983@163.com。

## 3 结论

本研究表明,保护性耕作可提高水稻对钾肥的利用率,不同水稻品种对钾肥的利用率存在差别,垦稻 12 对钾肥的利用率高于垦鉴稻 10。与常规耕作方式相比,保护性耕作方式下水稻裂纹米重量比趋于下降,蛋白质含量、直链淀粉含量也有降低趋势。保护性耕作条件下垦稻 12 的食味评分与常规耕作接近,垦鉴稻 10 的食味评分明显高于常规耕作。研究显示,保护性耕作方式可以有效改良土壤理化性质,促进根系发育、提高肥料利用率<sup>[1,8]</sup>。优良品种、高效栽培方法与可持续发展的耕作方式结合是实现可持续稻作的有效途径。

## 参考文献:

[1]李金峰,许春林,初 江,等. 水稻节水保护性耕作栽培的技术效

肥量为纯氮 270 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 105 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 90 kg/hm<sup>2</sup>,氮肥底肥施入 20%, 蘖肥 45% 于水稻 6.5、7.5、8.5 叶龄期 3 次施入(1:6:3), 穗肥 35% 于水稻 12.1、14.1 叶期 2 次施入(7:3)。磷肥的底肥和二次蘖肥分别占 50%, 钾肥蘖肥和穗肥各占 67% 和 33%。其他栽培管理同大田。

1.3 测定方法

分别于 9 月 27 日、10 月 4 日、10 月 11 日进行分期收获, 各品种每小区随机选取 10 条有代表性的单茎, 测定与倒伏密切相关的形态指标: 节间长、株高、重心高度、穗长、穗颈节以下第 1、2、3、4 节间(S1、S2、S3、S4)的抗折力及 S1、S2、S3、S4 基部至穗顶的长度和鲜重。各品种各节间的弯曲力矩(BM)和倒伏指数(LI)按濂古秀生的方法<sup>[11]</sup>计算:

倒伏指数 (cm · g/g) = 弯曲力矩 (cm · g)/抗折力(g) × 100;

弯曲力矩 (cm · g) = 节间基部至穗顶长度 (cm) × 该节间基部至穗顶鲜重(g)。

茎秆抗折力(BR)参考马均等的方法<sup>[12-13]</sup>测定。田间取回茎秆, 保留叶鞘、叶片和穗(不失水), 抗折力用自制仪器测

定: 将测定仪放在台式电子秤上后, 再将待测节间(保留叶鞘)置于测定仪上, 该节间中点与测定仪支架中点(支点间距 5 cm)对应, 将电子秤归零后, 在节间中点悬挂一个体积适当的容器, 加入一定质量的砝码(此时容器与砝码重量应小于抗折力), 再往容器中逐渐加入沙子, 直至茎秆折断, 此时电子秤显示的重量即为该节间的抗折力(g)。

2 结果与分析

2.1 不同收获时期直立穗型品种茎秆抗倒伏性比较

由于 2 年测定结果趋势一致, 仅就 2012 年数据进行分析。水稻茎秆的倒伏指数及茎秆的抗折力基本反映了其茎秆抗倒伏性状<sup>[5]</sup>。由表 2 可知, 2 个直立穗品种弯曲力矩和抗折力趋势表现一致: S4 > S3 > S2 > S1, 其基部抗抗折力较强; 其倒伏指数表现为 S3 > S4 > S2 > S1, 其倒伏薄弱环节为 S3 节间。比较不同收获时期倒伏指数, 发现从 9 月 27 日至 10 月 11 日表现为先降低后升高的趋势, 10 月 11 日倒伏指数最大, 抗倒伏力最弱, 从抗倒伏能力方面分析, 应用于机械收获其最佳收获其为 10 月 4 日。

表 2 不同收获时期直立穗型水稻品种抗倒伏性比较

收获日期 (月-日)	品种	S1			S2			S3			S4		
		BR (g)	BM (cm · g)	LI (cm · g/g)	BR (g)	BM (cm · g)	LI (cm · g/g)	BR (g)	BM (cm · g)	LI (cm · g/g)	BR (g)	BM (cm · g)	LI (cm · g/g)
09-27	盐丰 47	302.56	272.19	89.96	338.20	464.65	137.39	584.32	1 001.17	171.34	809.34	1 087.267	134.34
	盐粳 218	286.22	276.84	96.72	437.54	513.75	117.42	611.77	749.78	122.56	905.53	1 038.733	114.71
10-04	盐丰 47	274.21	221.62	80.82	368.02	406.07	110.34	554.34	785.22	141.65	763.43	1 066.435	139.69
	盐粳 218	264.36	253.29	95.81	435.67	442.07	101.47	639.52	706.28	110.44	872.13	930.3011	106.67
10-11	盐丰 47	192.16	201.30	104.76	264.07	417.33	158.04	398.32	684.39	171.82	625.05	927.1992	148.34
	盐粳 218	178.20	190.94	107.15	261.45	340.98	130.42	462.78	641.45	138.61	758.27	866.8543	114.32

2.2 不同收获时期半直立穗型品种茎秆抗倒伏性比较

表 3 显示了不同收获时期半直立穗型品种茎秆抗倒伏性。由表 3 可见, 弯曲力矩、抗折力及倒伏指数表现与直立穗

品种类似, 但各节倒伏指数与直立穗品种相比偏大, 不同收获期倒伏指数与直立穗型品种表现一致, 最佳收获期也为 10 月 4 日。

表 3 不同收获时期半直立穗型水稻品种抗倒伏性比较

收获日期 (月-日)	品种	S1			S2			S3			S4		
		BR (g)	BM (cm · g)	LI (cm · g/g)	BR (g)	BM (cm · g)	LI (cm · g/g)	BR (g)	BM (cm · g)	LI (cm · g/g)	BR (g)	BM (cm · g)	LI (cm · g/g)
09-27	盐粳 228	243.27	282.58	116.16	339.20	469.41	138.39	584.38	1 007.12	172.34	809.12	1 086.56	134.29
	H199	285.74	264.58	92.98	437.89	514.12	117.41	611.87	748.37	122.31	905.43	1 038.70	114.72
10-04	盐粳 228	262.29	237.81	90.67	378.07	416.67	110.21	554.27	790.66	142.65	763.45	1 066.46	139.69
	H199	250.76	225.36	89.20	436.91	443.42	101.49	639.53	706.36	110.45	872.23	929.79	106.60
10-11	盐粳 228	123.34	202.86	164.48	264.00	417.25	158.05	398.31	688.39	172.83	625.00	928.43	148.55
	H199	127.78	183.77	143.82	261.61	341.45	130.52	462.98	646.64	139.67	758.37	867.12	114.34

2.3 不同收获时期弯曲穗型品种茎秆抗倒伏性比较

由表 4 可知, 弯曲穗型品种各节倒伏指数较直立穗与半直立穗偏大, 最佳收获期为 9 月 27 日, 与前 2 种穗型相比收获期提前, 这可能是因为弯曲穗型品种一般植株较高、穗颈角大, 更易发生倒伏, 所以发生倒伏时间提前。

2.4 各形态指标与倒伏指数相关性研究

研究形态指标与倒伏指数相关性可最为直接地指导育种过程中选择抗倒伏能力强品种。表 5 显示了 6 个品种各节倒伏指数与形态指标的关系: 各品种穗颈角度及株高与各节倒伏指数均成正相关, 与 S3 倒伏指数达到极显著正相关, 随着

株高增高, 穗颈角度增大, 植株倒伏风险增大, 而首先发生倒伏的应为 S3 节; 各节茎粗均与倒伏指数呈负相关, 茎越粗, 抗倒性越强, S4 节及 S1 节达到极显著负相关, S4 及 S1 节颈粗品种较抗倒伏; 壁厚与各节倒伏指数相关性均未达到显著水平。整体分析各形态指标, 其中以株高、穗颈角度及茎粗与倒伏指数关系最为密切, 抗倒伏理想株型即为目前的直立大穗型品种。

3 结论与讨论

茎秆机械强度是一个综合指标, 可作为作物抗倒伏能力

表 4 不同收获时期弯穗型水稻品种抗倒伏性比较

收获日期 (月-日)	品种	S1			S2			S3			S4		
		BR (g)	BM (cm·g)	LI (cm·g/g)	BR (g)	BM (cm·g)	LI (cm·g/g)	BR (g)	BM (cm·g)	LI (cm·g/g)	BR (g)	BM (cm·g)	LI (cm·g/g)
09-27	盐粳 48	351.20	425.05	121.03 **	591.47	876.26	148.15	1 001.98	1 434.635	143.18	1 463.98	1 834.90	125.34
	H50	261.26	364.82	139.64 **	281.42	692.62	246.14	456.23	1 271.148	278.62	741.71	1 597.19	215.34
10-04	盐粳 48	262.34	352.06	134.2	386.07	425.36	110.24	553.17	789.097	142.65	762.01	1 062.63	139.45
	H50	244.76	367.83	150.3	436.45	443.04	101.51	639.42	705.408	110.32	871.82	929.14	106.56
10-11	盐粳 48	123.36	202.78	164.37	265.34	422.93	159.35	378.33	653.868	172.83	635.03	917.59	144.55
	H50	127.54	217.96	170.91	261.23	341.96	130.54	461.34	643.846	139.56	754.36	863.31	114.52

表 5 各形态特征与倒伏指数的相关系数

指标	相关系数									
	株高	穗颈角	壁厚 S4	壁厚 S3	壁厚 S2	壁厚 S1	茎粗 S4	茎粗 S3	茎粗 S2	茎粗 S1
倒伏指数 S4	0.33	0.34	-0.07				-0.59 **			
倒伏指数 S3	0.59 **	0.65 **		-0.16				-0.34		
倒伏指数 S2	0.30	0.32			-0.23				-0.29	
倒伏指数 S1	0.21	0.34				0.28				-0.52 *

注： $r_{0.01}=0.561$ ， $r_{0.05}=0.444$ 。

的直接证据。影响植物茎秆强度的因素包括形态、解剖特征和化学成分等<sup>[14-17]</sup>。以往的研究指出,植株越高,节间越长,抗折力越差,越易倒伏<sup>[5-10]</sup>。本研究分析了植株形态指标与倒伏指数的关系,并增加了不同穗型这一影响因素,发现株高、穗颈角、茎粗是影响倒伏的最主要因素,其中株高和穗颈角主要通过影响 S3 节使植株发生倒伏,而茎粗主要作用于 S4 节;综合分析,株高越低、穗颈角越小、茎越粗,其植株抗倒伏能力越强,理想株型即为目前盘锦地区占主栽地位的直立大穗型。

目前盘锦稻区主栽品种大部分为直立穗与半直立穗型品种,只有少部分优质米品种为弯曲穗型,如盐粳 48、盐粳 31 等。本试验发现,以植株抗倒伏情况来说,弯曲穗型品种应较直立穗、半直立穗品种收获提前,这可能是因为弯曲穗型品种一般植株较高、穗颈角大,其更易发生倒伏,所以发生倒伏时间提前。

本试验从不同穗型品种抗倒伏角度分析了最佳收获时期,但对不同品种不同时期的产量、米质变化未加研究。且不同年份气候变化较大,如霜期晚的年份,水稻灌浆时间可延长,其产量和米质均将发生变化。如能进行多年多点试验,并将最佳收获期与生育进程挂钩,则可使年份间气候不同的影响降至最低;研究不同收获期的水稻产量品质变化,则可总结出盘锦滨海稻区抗倒方面适合机械收割的最佳收获期。

参考文献:

[1]杨守仁.再论水稻超高产育种的理论和方法[J].沈阳农业大学学报,2003,34(5):321-323.  
[2]沈福成,刘传秀.水稻株型改良的理论与实践[M].贵阳:贵州科学技术出版社,1990:28-40.

[3]刘振业.光合作用的遗传与育种[M].北京:农业出版社,1985.  
[4]徐正进,陈温福,张龙步,等.水稻高产生理研究的现状与展望[J].沈阳农业大学学报,1991,22(增刊):115-123.  
[5]周丽华.水稻茎秆性状与抗倒伏关系的研究综述[J].中国稻米,2006(3):10-11.  
[6]张喜娟,李红娇,李伟娟,等.北方直立穗型粳稻抗倒性的研究[J].中国农业科学,2009,42(7):2305-2313.  
[7]张丰转,金正勋,马国辉,等.水稻抗倒性与茎秆形态性状和化学成分含量间相关分析[J].作物杂志,2010(4):15-19.  
[8]李红娇,张喜娟,李伟娟,等.不同穗型粳稻品种抗倒伏性的比较[J].中国水稻科学,2009,23(2):191-196.  
[9]郭玉华,朱四光,张龙步,等.不同栽培条件对水稻茎秆材料学特性的影响[J].沈阳农业大学学报,2003,34(1):4-7.  
[10]杨长明,杨林章,颜廷梅,等.不同养分和水分管理模式对水稻抗倒伏能力的影响[J].应用生态学报,2004,15(4):646-650.  
[11]瀨古秀生.水稻の倒伏に関する研究[J].九州農業試験場彙報,1962(7):419-495.  
[12]马均,马文波,田彦华,等.重穗型水稻植株抗倒伏能力的研究[J].作物学报,2004,30(2):143-148.  
[13]Seko H. Studies on lodging in rice plants[J]. Journal of Kyushu Agricultural Experiment Station,1962(7):419-495.  
[14]梁康迳,林文雄,王雪仁,等.水稻茎秆抗倒性的遗传及基因型×环境互作效应研究[J].福建农业学报,2000,15(3):9-15.  
[15]张秋英,欧阳由男,戴伟民,等.水稻基部伸长节间性状与倒伏相关性分析及 QTL 定位[J].作物学报,2005,31(6):712-717.  
[16]郎有忠,王美娥,吕川根,等.水稻叶片形态、群体结构和产量对种植密度的响应[J].江苏农业学报,2012,28(1):7-11.  
[17]肖应辉,罗丽华,闫晓燕,等.水稻品种倒伏指数 QTL 分析[J].作物学报,2005,31(3):348-354.