

文章编号: 1003-8701(2001)01-0003-05

# 直立穗型水稻的研究

## Ⅲ. 直立穗型水稻品种成粒率的研究

高士杰<sup>1</sup>, 陈温福<sup>2</sup>, 徐正进<sup>2</sup>, 张龙步<sup>2</sup>

(1. 吉林省农业科学院作物所, 吉林 公主岭 136100; 2. 沈阳农业大学, 辽宁 沈阳 110161)

**摘要:** 选用直立穗和弯曲穗型品种, 在不同肥力、不同密度条件下栽培, 并通过剪叶剪穗遮光处理, 分析了两种穗型品种的成粒率。结果表明: ①品种间成粒率差异较大, 直立穗型品种的成粒率低于弯曲穗型品种, 但有的直穗品种的成粒率高于弯曲穗型品种; ②成粒率亦受环境影响, 特别是二次枝梗的成粒率变化大; ③不同部位子粒成粒率不同, 上部成粒率高于中下部, 一次枝梗的成粒率比较稳定, 主要是中下第二次枝梗的成粒率低; ④穗遮光后成粒率下降, 直立穗品种下降的幅度大于弯曲穗型品种; ⑤随着源减少, 成粒率降低, 但弯穗品种的成粒率下降的幅度大于直立穗品种; ⑥在气候正常情况下, 空粒主要是在开花后形成的, 开花前形成的比例很低; ⑦成粒率与产量性状呈负相关, 与茎叶鞘干重呈正相关。

**关键词:** 水稻; 直立穗型; 成粒率**中图分类号:** S 511**文献标识码:** A

水稻产量是由单位面积穗数、每穗颖花数、成粒率和千粒重 4 个部分的乘积决定的。育种和栽培所做的一切努力都是促使水稻多开花、多成粒, 同时增加粒重, 使之达到高产的目的。但是产量因素之间往往存在负相关, 特别是在高产条件下这种关系更显著。那么如何调节这种关系, 并逐步使两者协调发展, 这是育种和栽培工作者的任务。直立穗型品种生产潜力大<sup>[1]</sup>。过去育成的直穗品种成粒率较低, 种植面积和单产提高受到限制。近年来, 新育成的直立穗品种成粒率虽有所改善, 但仍有较大潜力。本文从品种、栽培条件、源库关系对直立穗型水稻品种成粒率问题进行了分析, 为水稻高产育种和高产栽培提供参考。

## 1 材料与方 法

试验 I 的试材及田间管理同第 I 报试验 I。抽穗时进行剪叶剪穗, 处理项目见表 5(每个品种每个处理剪 10 个单茎)。开花基本结束时(抽穗 5 d)穗、茎套铝箔遮光, 处理项目见表 4, 每个品种每个处理套 8~10 个穗或茎。另外, 在抽穗时每个品种选 10 个大小不同的穗挂牌, 每天对开花的颖花标记, 待成熟后统计未开花的颖花数(空粒)。上述处理收获时考查一次枝梗和二次枝梗成粒率(清水分离成粒)和百粒重, 未处理的挂牌做对照, 并考查 10 个穗的上、中、下一次枝梗和二次枝梗的成粒率和百粒重。试验 II 同第 I 报试验 II, 考查 10 个

**收稿日期:** 2000-03-07**基金项目:** 国家自然科学基金(39870523)和教育部 RFDP 资助项目**作者简介:** 高士杰(1956-), 男, 辽宁省铁岭县人, 研究员, 博士, 主要从事高粱遗传育种和水稻超高产研究。

穗的一次枝梗和二次枝梗的成粒率和百粒重。试验Ⅲ同第Ⅱ报试验Ⅲ。

## 2 结果与分析

### 2.1 直立穗型与弯曲穗型新老品种的成粒率

表 1 不同品种的成粒率

%

弯穗品种	一次枝梗 成粒率	二次枝梗 成粒率	总成粒率	直穗品种	一次枝梗 成粒率	二次枝梗 成粒率	总成粒率
241	94.14	91.37	92.88	辽粳 5	91.18	62.01	76.49
秋光	86.46	80.83	84.01	辽粳 326	87.06	59.62	73.38
丰锦	92.93	83.28	88.10	辽粳 207	94.81	92.91	93.96
奥羽 316	91.94	65.46	76.11	249	95.21	82.86	88.22
开系 7	93.18	73.51	71.51	辽粳 45418	95.63	71.97	82.64
P <sub>1</sub>	87.78	85.91	86.70	沈农 1592	90.93	48.36	62.79
沈农 15	92.93	90.72	91.77	沈农 611	81.97	52.49	71.20
沈农 389	93.21	87.07	90.65	沈农 9660	94.29	85.12	88.68
沈农 391	93.28	91.01	91.98	辽选 30	94.93	90.81	92.80
香糯	78.09	60.67	68.01	232	89.25	79.54	84.10
京 114	86.97	64.08	76.98	C <sub>3</sub>	82.00	46.04	65.84
平均	90.08	79.45	83.52	平均	89.75	70.16	80.01

表 1 列出的是不同穗型新老品种的成粒率,从中可以看出:①直立穗型品种的成粒率变幅(62.79%~93.96%)大于弯曲穗型品种(68.01%~92.88%)。特别是二次枝梗的成粒率品种间差异更大。品种间的差异是遗传型不同造成的,说明通过遗传选择可提高成粒率。②直立穗型品种成粒率低于弯曲穗型品种,主要是二次枝梗空秕率高造成的,一次枝梗的成粒率并不低于弯穗品种。③生产中推广的新品种成粒率比老品种的成粒率高,如直立穗型品种辽粳 454 和辽粳 207 等,这也说明通过遗传改良,直立穗品种的成粒率可以提高。

### 2.2 不同穗型品种在不同肥力和不同密度条件下的成粒率

表 2 不同穗型品种在不同肥力和不同密度条件下的成粒率

%

肥力	密度 (cm×cm)	品种	一次枝梗 成粒率	二次枝梗 成粒率	总成粒率
高肥	30×20	辽开 79	89.07	66.35	75.99
		铁粳 4	89.08	68.78	77.41
		辽粳 454	95.87	76.74	84.53
		沈农 265	89.94	59.64	75.22
中肥	30×20	辽开 79	90.85	79.03	83.72
		铁粳 4	93.91	82.83	86.99
		辽粳 454	95.10	88.22	90.81
		沈农 265	94.21	64.68	78.42
高肥	30×14	辽开 79	87.04	59.38	72.45
		铁粳 4	91.45	70.72	80.09
		辽粳 454	92.20	80.32	85.04
		沈农 265	93.42	61.22	78.66
中肥	30×14	辽开 79	88.78	67.60	78.47
		铁粳 4	94.74	80.21	86.16
		辽粳 454	96.39	87.54	91.22
		沈农 265	95.24	68.57	81.43
不施肥	30×14	铁粳 4	95.61	86.59	90.43
		沈农 265	94.66	81.06	87.48

统计了直立穗型和弯曲穗型品种在不同肥力和不同密度条件下的成粒率(表2)。结果表明:在密度相同肥力不同的条件下,高肥区成粒率低,中肥区成粒率较高,无肥区成粒率最高,这可能与低肥区分蘖少、成穗少、穗颖花数少有关;在肥力相同密度不同的条件下,密度大,成粒率低,直立穗型品种和弯曲穗型品种在不同条件下成粒率都有变化,但两者差异不大。一次枝梗的成粒率变幅较小,二次枝梗的成粒率变幅较大,说明一次枝梗的成粒率受环境影响较小,二次枝梗的成粒率受环境影响较大。

### 2.3 直立穗型和弯曲穗型品种穗不同部位的成粒率

穗上部枝梗的成粒率高于中下部(表3)。一次枝梗的成粒率从上至下都比较高,直穗和弯穗没有明显差异,趋势一致;中下部二次枝梗成粒率低,直接影响整个穗的成粒率;二次枝梗的成粒率品种间差异较大,弯曲穗型品种的成粒率高于直穗型品种。直穗品种沈农265中下部二次枝梗的成粒率最低,其次是弯曲穗品种辽开79,而直立穗型品种辽梗454的二次枝梗的成粒率有较大改善。因此,在育种和栽培上都要注意改进穗中下部的成粒率,特别是下部二次枝梗的成粒率。

表3 穗不同部位的成粒率

%

穗型	品种	穗上部			穗中部			穗下部			整穗成粒率
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
直立	沈农 265	96.03	72.89	86.43	95.74	64.23	77.88	89.59	44.44	72.24	78.70
	辽梗 454	97.62	82.56	90.00	98.65	69.93	79.22	92.72	66.00	77.31	81.45
弯曲	辽开 79	95.56	73.78	83.94	93.06	69.62	77.78	82.00	55.47	65.59	75.79
	铁梗 4	96.87	94.54	96.11	96.42	86.31	89.68	94.84	77.61	83.22	89.93

注:1为一次枝梗成粒率,2为二次枝梗成粒率,3为一次枝梗和二次枝梗成粒率。

### 2.4 穗遮光与成粒率

表4 穗遮光与成粒率

%

处 理	直立穗						弯曲穗					
	沈农 265			辽梗 454			辽开 79			铁梗 4		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
抽穗 5 d 遮光	55.25	35.28	49.48	43.28	17.63	30.65	70.52	48.56	58.82	76.51	42.11	60.06
抽穗 10 d 遮光	78.24	40.63	65.68	62.29	35.86	47.49	83.79	60.07	70.34	89.75	87.56	88.45
穗剪半遮光	83.70	43.15	59.63	55.88	28.51	38.55	76.43	72.31	73.75	83.54	52.31	64.11
剪叶,茎遮光	46.13	17.08	29.66	36.91	19.88	28.00	52.81	18.41	38.12	24.29	19.51	22.21
剪叶,穗遮光	39.78	10.02	29.32	32.72	8.49	26.57						
剪叶,穗茎遮光	17.30	2.67	10.03	12.18	2.87	6.50	43.12	14.63	35.98	30.00	8.69	16.09
下半穗遮光	90.36	55.43	66.67	55.81	44.58	48.41	76.92	63.29	68.70			
上半穗未遮光	91.19	84.61	92.36	94.67	95.00	94.78	96.83	81.48	92.22			
上半穗遮光				68.44	35.18	48.91	68.00	35.18	48.91			
下半穗未遮光	96.19	84.61	92.36	80.00	59.32	65.47	78.95	45.33	56.64			
枝梗遮光	55.56	37.93	44.68	63.64	28.57	38.46	68.96	45.90	53.33	72.41	67.07	68.47
枝梗未遮光	94.12	93.75	93.88	90.00	70.00	79.00	89.28	73.24	77.78	96.29	84.28	87.63
CK	94.09	69.02	81.09	97.67	66.82	79.22	92.31	67.36	77.82	91.41	73.86	81.44

注:1为一次枝梗成粒率,2为二次枝梗成粒率,3为整穗成粒率,下表同。

表4是直穗品种和弯穗品种各种套袋处理的成粒率。从表4中可以看出穗遮光后成粒率下降的原因:一是穗的功能受到限制;二是套袋后内部环境变化不利穗的发育。直立穗型品种成粒率下降幅度大于弯曲穗型品种,这可能与弯曲穗品种长期生长在群体内有关。穗

不同部位套袋时,套袋部位成粒率下降幅度大,未套袋的部分成粒率却上升,这可能与套袋部分受抑制有关。之所以受抑制,一是套袋后环境不利造成的抑制;二是套袋后抑制了灌浆物质的生成。由于套袋部分受抑制,所以未套袋部分的物质供应加强,营养向其运输的多,充实快,成粒率高。

## 2.5 库源关系与成粒率

植物本身具有自身调节功能,即自身平衡关系,并根据外界条件调节这种平衡。当外界发生变化(如环境条件剧变或人为干扰)时就使得这种关系被打破,虽然有自身调节能力,但这种能力是有限的。采用剪叶剪穗的办法,人为地打破库源平衡后,再分析库源与成粒率的关系(表5)。不同穗型品种去源后,成粒率下降,随着源的减少,成粒率下降幅度加大,但直立穗型品种的成粒率下降幅度小于弯曲穗型品种;去库由于养分充足,成粒率大幅度提高;源和库都同时减少,成粒率变化不大;剪半叶后,株型发生变化,源减少,成粒率降低,但直穗品种下降幅度比弯穗品种下降幅度要小得多,说明直穗品种株型调节能力较强。以上表明成粒率与库源关系密切,源足成粒率高,源少成粒率低,库大成粒率亦低。所以,在栽培时调节库源达到相对平衡的水平时,则成粒率高,空秕粒少,养分浪费少。

表5 源库与成粒率

%

处 理	辽开 79			铁粳 4			辽粳 454			沈农 265		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
剪倒 1 叶	72.51	49.92	60.45	84.19	67.03	75.87	93.09	57.82	75.09	79.32	34.45	60.62
剪倒 2 叶	68.80	35.91	52.98	88.47	75.57	82.63	93.19	64.05	77.77	86.96	46.32	71.52
剪倒 3 叶	87.74	75.21	81.06	91.94	78.97	85.41	96.55	80.30	87.58	91.72	63.06	80.54
剪倒 4 叶				93.67	71.91	82.14	94.33	80.68	86.21			
剪倒 1,2 叶	59.81	28.60	49.22	69.21	44.95	57.72	84.43	28.99	56.18	78.41	35.59	60.08
剪倒 1,3 叶				81.98	43.17	64.63	75.80	40.38	58.15	79.09	33.77	63.47
剪倒 2,3 叶	77.23	59.71	70.09	92.25	66.84	79.97						
剪倒 1~3 叶	43.42	23.67	33.58	48.18	23.59	36.51	80.39	36.91	59.34	63.33	25.06	47.88
剪半叶	64.46	38.38	51.28	70.41	41.33	55.03	85.65	43.01	66.90	81.18	45.90	66.44
剪上半穗				90.50	89.69	90.11	95.58	88.00	91.41	89.33	71.54	79.45
剪下半穗				97.67	85.52	93.27	96.77	95.65	96.21	97.10	85.52	93.27
剪 1,2 叶,剪穗	76.47	74.48	74.50	77.50	67.74	71.57	89.76	85.81	87.59	86.24	72.94	80.41
剪 1,3 叶,剪穗	90.98	79.74	84.73	98.08	97.37	97.78				96.67	93.65	95.42
剪枝梗				95.51	90.79	92.86				98.03	89.05	93.55
CK	85.84	70.10	76.12	93.94	72.66	83.10	95.05	80.99	87.39	93.33	57.95	77.55

## 2.6 开花前空粒形成比例

空秕粒直接影响成粒率,秕粒的形成主要是开花后养分不协调所致,空粒的形成既有开花前影响又有开花后的授精和营养问题。本文通过开花时剪颖标记,调查开花前空粒形成的比例。调查结果表明:铁粳 4 和辽开 79,开花前形成空粒分别为 0.102%和 0.872%,直穗品种辽粳 454 和沈农 265 开花前形成的空粒分别为 0.191%和 0.468%,说明在沈阳 8 月上旬正常气候条件下,绝大部分颖花都能正常开花,不能正常开花形成空粒的颖花不足 1%,证明空粒的形成主要是开花后未授精或养分运输不协调所致。

## 2.7 成粒率与其它性状间的关系

成粒率与产量性状呈不同程度的负相关,与枝梗数和枝梗粒数呈负相关或弱的正相关,与茎、叶、鞘干重呈正相关,与剑叶长、宽、面积呈正相关,与第 1、2 节长呈正相关,与第 3、4

节粗呈正相关,与株高和穗长呈负相关。

### 3 讨 论

水稻开花前套袋严重影响结实率和千粒重。过去认为是由于套袋时增加了湿度而影响了水稻的开花和授粉所致。因此,本试验在开花完毕后套袋,仍导致成粒率和千粒重降低,尤其在剪叶的情况下更为严重,说明套袋不仅影响水稻的开花与授粉,还会影响谷粒的充实。虽然套袋后穗所处的环境会有所变化,但遮光的作用可能是主要影响因素。光不仅对穗自身的光合作用有影响,而且对物质的运输可能也有影响,照光后也许形成一种调节物质,能使光合产物向子粒运输。遮光后这种物质产生少,运输能力减退,自身光合作用丧失,空秕率升高。由于直立穗品种叶绿素含量高,加之直穗和弯穗品种所处的位置不同,形成对光照要求的差异<sup>[2]</sup>,所以遮光对直立穗型品种影响大。

颖花数与成粒率呈负相关,其中直穗品种负相关显著,这与曹显祖等(1980年)研究杂交稻的结果是一致的。在一定范围内,只要降低总颖花量,就可以提高成粒率,但在这种情况下产量未必能提高,只有颖花数多,成粒率亦高时,产量才能高。因此,高产栽培要求有较多的颖花数和较高的成粒率,但过多地增加颖花数必然会造成颖花间对碳水化合物的竞争,结果使部分颖花因灌浆不足而停止发育,成为秕粒<sup>[3]</sup>。所以稻作栽培上存在一个与碳水化合物相适应的最适颖花数,寻找这个最适颖花数,并通过适当的栽培技术使成粒颖花数接近最适颖花数是提高水稻产量的有效途径。

直立穗型品种的颖花数高于弯曲穗型品种,这是直穗品种增产潜力所在。但是直穗品种成粒率低且不稳定,近年育成的直穗品种成粒率虽有较大改进,但尚待进一步提高。从直立穗型品种群体结构特点来看,成粒率不应低于弯曲穗型品种,因直穗群体生育后期内部环境优于弯穗群体,而且叶色浓绿(叶绿素含量高),叶片寿命长,有利于子粒充实,从而提高成粒率。因此,直立穗型品种的成粒率可通过遗传改良,不断提高并逐步超过弯曲穗型品种。

#### 参考文献:

- [1] 陈温福,徐正进,张龙步. 水稻超高产育种生理基础[M]. 沈阳:辽宁科技出版社,1995,218—226.
- [2] 郭玉华,等. 水稻穗的功能及与形态的关系研究[C]. 第二届全国中青年作物栽培作物生理学术会文集. 北京:中国农业出版社,1996,94—97.
- [3] 曹显祖,等. 杂交水稻结实率的研究[J]. 中国农业科学,1980,2,44—49.