

应用半矮生基因 sd-1 选育矮秆 大库容量水稻新品系研究

郭志义 翟亮 刘惠芬 夏宝森 乔东明 李金龙

(天津农学院, 天津 300381)

摘 要 用大穗高秆品种 A kenohoshi 与半矮生粳型系统 SC-TN₁ 杂交后代 F₃ 的 6 个品系及其亲本为材料, 比较分析了品系与亲本遗传性状的表现及其联系。结果表明, 通过改善 sd-1 基因的遗传背景, 使半矮生性及优良株型的特性与大库容量相结合是可能的, 能够从中培育出有更高产量潜力的新品系。

关键词 水稻育种 半矮生基因 sd-1 代谢库 株型

水稻半矮生品种具有高度的抗倒伏性, 适于在高肥条件下栽培。据文献报道, 目前已知的矮生、半矮生基因有近 60 种^[1], 但大多数在农艺性状上有较强的副作用, 难于在生产上应用^[2]。sd-1 基因以其优良的农艺性状受到广泛的重视, 因此在世界各稻作区栽培的水稻半矮生种几乎全部为该基因所控制。sd-1 基因具有改善株型、降低株高、提高分蘖力等良好作用, 但同时也有一定的缩小库容量的不良影响^[3]。因此, 如何扩大库容量是应用 sd-1 基因进行水稻育种工作所必需解决的关键问题。据夏宝森等报道^[4], 通过改善 sd-1 基因的遗传背景、选用适宜亲本使矮秆与大穗或大粒相结合的途径, 育成高库容量的新品系是完全有可能的。本项研究以半矮生种 SC-TN₁ 为父本, 以高秆大穗型品种 A kenohoshi 为母本, 进行杂交, 经 5 代选择, 育成 AK s 系统若干水稻新品系, 并对 AK s 系统的性状表现予以剖析, 以便搞清在水稻育种中, 通过改善 sd-1 基因的遗传背景选育矮秆大库容量新品种的可能前景。

1 材料和方法

1.1 AK s 新品系选育

以粳型高秆品种农林 29 号 (Norin 29) 与台湾的半矮生籼稻品种台中在来 1 号 (Taichung Native 1) 杂交, 获得亚种间杂种, 再以农林 29 号为轮回亲本进行 7 次回交, 将台中在来 1 号所特有的半矮生基因 sd-1 导入农林 29 号, 由此培育出具有改良 sd-1 基因遗传背景的粳型半矮生种 SC-TN₁。以 SC-TN₁ 为父本, 大穗丰产型品种 A kenohoshi 为母本, 配制组合 A kenohoshi

× SC-TN₁, 经 5 代定向选择, 获得半矮生、丰产性能优良的 6 个品系 AK s1-10 AK s4-1 AK s4-16 AK s4-19 AK s5-9 AK s6-1

1 2 试验方法

1993 年在天津市工农联盟农场试验地进行试验, 随机区组设计, 3 次重复。6 个 AK s 品系及其亲本于 4 月 13 日播种, 6 月 8 日单株插秧, 行株距 19.8×16.5 cm, 小区面积 6.92 m², 一般大田管理, 每小区选 10 株定点进行田间调查, 收获后室内考种。

2 结果与分析

本试验调查了 AK s 品系的生育期、株型和穗部诸性状表现, 并通过分析各性状间的内在联系, 对培育矮秆大库容量水稻品种的可能性及途径进行论证。

2 1 生育期

表 1 显示 AK s 系统 6 个品系从播种至抽穗的日数为 131~151 天, 变异幅度为 20 天, 其中有 3 个品系比亲本抽穗期提早 5~17 天, 3 个品系比亲本推迟 3~6 天, 以天津地区的安全抽穗期 8 月 25 日为界, 各品系中 AK s6-1 与 AK s1-10 可适于天津地区栽培。

表 1 AK s 各品系及亲本抽穗期

品系(种)	AK s1-10	AK s6-1	AK s4-19	AK s4-1	AK s4-16	AK s5-9	AK	SC-TN ₁
抽穗期	8月23日	8月22日	9月11日	9月11日	9月9日	9月1日	9月6日	9月8日
播种至抽穗日数	132	131	151	151	149	141	146	148

2 2 穗部性状

库容量的大小主要表现于穗部性状。从我们的试验数据(表 2)可以看出, AK s 系统各品系的穗长、一次枝梗、二次枝梗、穗粒数和穗粒密度部表现出较强的优势。

穗长 各品系平均穗长为 18.7 cm, 比矮源父本 SC-TN₁ 长 2.5 cm, 比母本 AK 短 2.9 cm, 其中 AK s6-1 的穗长(18.9 cm)等于中亲值, AK s1-10 和 AK s5-9 超过中亲值。

表 2 品系与亲本穗部性状表现

品系(种)	SC-TN ₁	AK	AK s5-9	AK s4-19	AK s6-1	AK s4-16	AK s4-1	AK s1-10
穗长(cm)	16.2	21.6	19.6	17.3	18.9	17.7	18.6	19.8
穗粒数	110.9	211.3	138.8	133	196.1	150.2	175.2	173.6
一级枝梗数	10.1	12.5	12.2	10.7	13.4	11.1	11.9	11.3
二级枝梗数	20.3	38.5	22.5	22.9	35.0	28.6	34.0	32.5
穗粒密度(粒/10cm)	68.4	97.8	70.8	76.8	103.7	84.8	94.1	87.6

一次枝梗和二次枝梗数 前人研究表明, 一次枝梗、二次枝梗的数量与颖花数呈正相关, 尤以后者更为显著。从表 2 可以看出, AK s 各品系的一次枝梗数均高于父本 SC-TN₁, 其中 AK s6-1 明显超过双亲, 其余 5 个品系平均比母本少 1 个。AK s 各品系二次枝梗数的变异范围较大, 为 22.5~35.0 个, 平均超过矮源父本 9.0 个, 低于母本 9.2 个, 接近中亲值。其中 AK s6-1 AK s1-10 AK s4-1 三个品系高于中亲值 3.1~5.6 个。杂交后代的二次枝梗数较之矮源亲本

大幅度提高,对增加穗粒数十分有利。

穗粒数 我们根据测定数据分析,一次枝梗数与穗粒数间的相关系数 $r = 0.8004$,二次枝梗数与穗粒数间的相关系数 $r = 0.9795$ 相关显著。因此,杂交后代枝梗数的增多,必将使穗粒数大为增加。AK s各品系的穗粒数为 133~ 196粒,比父本多 22~ 85粒,其中 AK s6-1仅比母本少 15粒,已相当接近。

穗粒密度 AK s各品系穗粒密度变动于 70.9~ 104.6粒 /10cm 之间,比父本高 2.5~ 36.2粒 /10cm,比母本平均少 11.5粒 /10cm。其中 AK s6-1穗粒密度高达 104.6粒 /10cm,超过矮源父本 36.2粒,也比母本 AK 高出 7粒,明显超过双亲。穗粒密度与穗粒数之间相关显著,相关系数 $r = 0.9314$ 。

为了鉴定穗部性状的遗传稳定性,我们选有可能适于天津地区栽培的 3个品系 (AK s1-10 AK s5-9 AK s6-1) F₆ 与 F₅ 进行了比较分析。由表 3可以看出,三个品系的 F₆穗长、穗粒数、枝梗数与 F₅相比一致表现为稳定增长的趋势。分析 F₅与 F₆间的相关关系,穗长之间相关系数 $r = 0.8899$,穗粒数之间相关系数 $r = 0.9182$,一次枝梗间相关系数 $r = 0.9041$,二次枝梗间相关系数 $r = 0.9933$ 均达到显著水平。说明 AK s系统的几个穗部性状明显超过父本,是可以稳定遗传的。

表 3 AK s品系 F₆穗长、穗粒数、枝梗数

品 系	穗长 (cm)	穗粒数	一级枝梗数	二级枝梗数
AK s6-1	20.2	201.4	13.0	38.8
AK s1-10	21.3	201.7	12.3	37.9
AK s5-9	21.7	163.3	12.3	28.0

2.3 株型性状

株型性状由株高、分蘖、节间长度、上位三叶面积、叶角度等因素组成。由于 sd-1基因的导入,AK s系统各品系的株型性状得到明显改善。

株高与分蘖 sd-1基因具有明显缩短秆长和增强分蘖力的作用。从表 4可以看出,AK s系统 6个品系秆长在 73.8至 92.5cm 之间,变幅为 19cm,平均株高虽较矮源父本 SC-TN₁高 21.6cm,但比母本株高降低了 33.6cm,矮化效应仍较明显。AK s各品系在 7月 14日至 20日之间均达到分蘖最高峰,单株最高分蘖数在 16.0~ 25.3个之间,平均比母本增加 5.2个,单株有效分蘖数为 13.8~ 19.8个,平均比母本增加 3个,比矮源父本减少 8.6个。有两个品系的分蘖性状表现突出,AK s4-19有效分蘖数比中亲值 18.7个高 1.1个,而且有效分蘖率高达 92%以上;AK s6-1的最高分蘖数比中亲值 23个高 2.3个,但分蘖成穗率偏低,只有 66%。AK s各品系的分蘖力虽不及父本 SC-TN₁,但高于母本,说明杂交后代的分蘖力性状明显被加强。根据本试验调查的数据,对株高与分蘖力之间的相关性进行了分析,结果表明,两个性状间的相关系数 $r = -0.8470$ 达到显著水平。

表 4 AK s系统各品系及亲本株高与分蘖

品 系(种)	SC-TN ₁	AK	AK s5-9	AK s4-19	AK s6-1	AK s4-16	AK s4-1	AK s1-10
株高 (cm)	63.2	118.4	86.4	73.8	82.0	83.6	92.5	90.5
有效分蘖 (个)	24.5	12.9	13.8	19.8	16.8	17.9	14.5	12.9
最高分蘖 (个)	31.0	15.0	18.6	21.5	25.3	21.4	18.3	16.0

节间长 分析 AK s各品系的节间长度 (见表 4), 基部 1 2节品系与亲本均较短, 第 3节除 AK s4-1外, 各品系明显长于父本, 第 4 5节及穗颈节母本长于各品系, 因此, AK s品系秆长缩短主要是第 4 5节及穗颈节缩短的结果。由于各品系上部节间缩短, 株高降低, 基部 3节节间较短, 保证了植株具有一定抗倒伏能力。为了研究秆长及各节间长度与产量的关系。我们分析了株高和各节间长度与穗粒数的关系。由图 1可以看出, 在我们研究的系统中, 总的趋势是基部 1 2 3节节间短, 穗粒数增多, 而上部节间较长, 穗粒数增加, 说明 AK s系统各品系下部茎秆坚实稳健, 上部节间长度较适中, 既有利于抗倒伏, 又能保证有足够的生物产量。

表 5 AK s系统 F₅各品系及亲本节间长度, 上三叶面积

品 系 (种)	剑叶面积 (cm ²)	倒 2叶面积 (cm ²)	倒 3叶面积 (cm ²)	节 间 长 度 (cm)						穗颈节
				1	2	3	4	5	6	
SC-TN ₁	17.9	21.7	23.0	0.8	2.3	5.2	7.9	11.8	19.2	19.2
AK	39.9	47.3	47.4	0.9	1.9	8.4	15.1	17.2	21.1	32.1
AK s5-9	25.6	33.1	35.5	0.8	2.8	7.8	11.9	15.6		26.5
AK s4-19	25.5	33.4	35.0	0.7	3.3	7.9	10.3	13.9		22.1
AK s6-1	28.4	35.0	37.1	0.7	2.0	7.3	11.5	14.6		26.8
AK s4-16	32.8	36.5	38.9	1.2	2.6	7.0	12.1	14.5		26.3
AK s4-1	25.5	33.6	35.5	0.8	2.5	4.3	7.5	13.7	21.0	23.5
AK s1-10	27.1	33.9	—	0.7	2.1	7.0	10.0	13.0	17.5	21.5

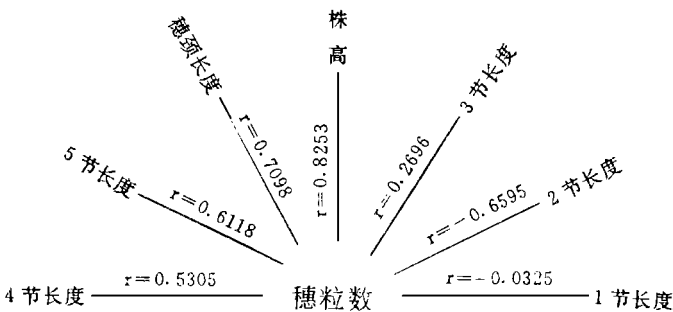


图 1 穗粒数与株高、各节间长度的相关

上位三叶面积 水稻上三叶在产量形成过程中有重要作用。分析 AK s系统各品系及亲本上位三片叶的面积发现, 各品系剑叶, 倒 2叶及倒 3叶面积均小于母本 AK, 大于父本 SC-TN₁, 呈连续分布。上位三片叶与穗粒数相关紧密, 剑叶面积与穗粒数间相关系数 $r = 0.8513$, 倒 2叶面积与穗粒数间相关系数 $r = 0.7301$, 倒 3叶面积与穗粒数间相关系数 $r = 0.8107$, 说明各品系上位三片叶面积明显超过父本是合理的。测量品系的各叶角为 10°~14°之间, 充分说明各品系叶片直立上冲, 株型紧凑合理, 有利于功能叶光合能力的发挥, 可能获得较高的产量。

3 讨论

60年代以来, 由于半矮生资源的利用, 水稻矮化育种在我国以至世界范围内广泛开展, 使

水稻生产得到了极大的促进。近年来,在常规育种范围内,与引进半矮生资源初期相比,产量的增幅变小了,较大面积的产量水平停滞在亩产千斤左右。究其原因,由于半矮生基因 *sd-1* 导入,限制了库容的扩大,武田等^[5]曾指出,即使是有代表性的半矮生品种,其库容量也是较小的,因此限制了产量的进一步提高。为进一步提高水稻产量,必须考虑在利用半矮生资源的同时,如何去改善 *sd-1* 基因的遗传背景,从而达到扩大库容的目的。本研究以通过亚种间杂交,经连续回交获得改善 *sd-1* 基因遗传背景的 SC-TN₁ 及大穗品种为亲本材料,探求育成大库容量新品系的可能性。研究结果表明:由于矮源亲本遗传背景得到合理改善,AK_s 系统不仅植株得到矮化,株型得到改善,而且由于穗长、枝梗数、穗粒密度的增大,扩大了库容量,改善了源库关系。AK_s 系统的培育实践说明,改善 *sd-1* 基因的遗传背景是利用半矮生资源培育高产水稻新品种的有效途径。

参 考 文 献

- 1 蓬原雄三,菊池文雄. 矮性形质. 稻作大成(第3卷). 东京:农文协,1990. 208~225
- 2 Murai M et al Classification of nineteen kinds of near-isogenic dwarf lines due to the characters of internodes Genetical Studies on Rice Plant LXXXIV. J Fac Agr Hokkaido Univ. 1982, 61: 73~91
- 3 夏宝森等. 关于水稻半矮生遗传因子性状表现的研究. 日作纪, 1991, 60: 373~379
- 4 夏宝森等. 水稻半矮生基因 *sd-1* 的遗传性状表现. 遗传学报, 1993, 20(6): 552~560
- 5 武田友四郎等. 温暖地区水稻品种物质生产的研究, 日作纪, 1944, 53: 12~21

Breeding of New Dwarf Large Metabolic Pool Rice Lines by Using Semi-dwarf Gene *sd-1*

Guo Zhiyi Ding Deliang Liu Huifen Xia Baosen

Qiao Dongming Li Jinlong

(Tianjin Agricultural College Tianjin 300381)

Abstract Using six F₅ lines gotten from hybridization between large-ear, long-stalked variety Akenohoshi and semi-dwarf variety SC-TN₁, and their parents as tested material, the relationships of their genetic characteristics were studied. The results indicated that it was possible to integrate semi-dwarf character and large metabolic pool character through improving genetic background of *sd-1* gene and the new lines with higher yield could be bred.

Key words Rice breeding; Semi-dwarfing gene *sd-1*; Metabolic pool; Plant types