

研究
简报

安矮3号谷子矮秆基因的染色体定位*

高俊华¹ 王润奇¹ 毛丽萍² 刁现民¹

(¹河北省农林科学院谷子研究所, 河北石家庄 050031; ²石家庄市桥东污水治理工程筹建处, 河北石家庄 050031)

Chromosome Locating of Dwarf Gene in Foxtail Millet An a 3

GAO Jun-Hua¹ WANG Run-Qi¹ MAO Li-Ping² DIAO Xian-Min¹

(¹Institute of Millet Crop, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Science, Shijiazhuang 050031, China; ²Shijiazhuang Qiaodong Wastewater Treatment Plant Agency, Shijiazhuang 050031, China)

为了给谷子矮化育种提供依据, 我们首次进行了矮秆基因染色体定位的研究。利用初级三体进行染色体基因定位, 即三体分析法^[1~4]。其主要过程是以初级三体为母本, 携有待定基因的品种为父本, 进行杂交。杂种三体 F₁ 自交, F₂ 代则产生不同的分离比, 待定基因不在三体染色体上时, 其分离比与普通二体分离比相同, 若待定基因位于三体染色体上时, 其分离比远远偏离二体分离比, 因此可以确定待定基因同染色体的关系。

此外还进行了安矮3号矮秆基因等位性检验^[5, 11], 建立了该矮秆基因的标记基因系。

1 材料

1.1 豫谷1号三体(1~7)^[6]和豫谷1号四体8和四体9^[7, 8](由本课题组培育)。

1.2 安矮3号(由河南安阳农业科学研究所提供), 该品种平均株高78 cm, 宽叶, 分蘖力强, 叶枕和叶鞘均呈紫红色。紫红色的叶枕和叶鞘这一性状为显性, 豫谷1号三体系列无此性状, 是鉴定三体与安矮3号杂种 F₁ 的依据之一。

1.3 延矮1号和延矮2号(由陕西延安农业科学研究所提供)延矮1号株高62 cm, 穗为细棒型; 延矮2号株高65 cm, 穗为宽松纺锤型。

1.4 济矮12号(由山东省农业科学院提供)株高75 cm, 窄叶, 上冲, 穗子为细长筒型。

2 方法

2.1 种植安矮3号, 套袋自交进行提纯。

2.2 以豫谷1号三体(1~7)和四体8、四体9为母本, 安矮3号为父本杂交, 用温汤去雄(46~48℃), 接触法授粉和

辅助授粉相结合进行杂交。

2.3 收获杂种 F₁, 在 F₁ 代杂种群体中鉴定杂种三体。鉴定方法: 杂种三体(1~7)主要根据植株形态特征, 它们既有每种三体各自的特征又有安矮3号的标志性状。由于三体8和三体9无特殊性状, 其杂种三体要用细胞学方法进行鉴定^[9, 10], 对照父母本观察 F₁ 三体杂种的形态特征, 测量株高。

2.4 按穗行播种各种三体的 F₁ 杂种, 待植株抽穗后调查统计杂种 F₂ 株高分离情况, 护颖和刚毛颜色的分离情况, 用生物统计法进行分析, 将待定基因定位在相应的染色体上。

2.5 种植 F₂ 代分离出来的高秆和矮秆株系, 观察 F₃ 代植株高度的分离情况。

2.6 用安矮3号分别与延矮1号、延矮2号、济矮12号进行正交或反交, 进行矮秆基因等位性检测。

3 结果与分析

3.1 从三体与安矮3号杂交的 F₁ 代中经鉴定获得的各种杂种三体, 其形态具有每种三体的特征和安矮3号的标志性状, 杂种三体株高都超过了安矮3号, 有的甚至超过作母本三体植株, 见表1。F₁ 代的杂种二体及杂种三体植株没有变矮, 呈中、高秆, 说明安矮3号矮秆基因为隐性, 在 F₁ 杂种中刚毛和护颖的颜色仍呈紫红色, 说明控制穗部紫红色刚毛和护颖的基因为显性。

3.2 三体×安矮3号每个组合的杂种 F₂ 植株高度都产生分离, 分离出矮秆和高秆两种类型。其中矮秆株高在75 cm以下, 高秆的平均株高为112 cm。三体系列与安矮3号的杂种 F₂ 植株高度分离情况见表2。从表2看出三体3×安矮

* 基金项目: 国家自然科学基金(编号: 39470373)和河北省自然科学基金资助项目(编号: 398397)

作者简介: 高俊华(1941-), 女, 副研究员, 主要从事谷子细胞遗传研究

Received on (收稿日期): 2001-12-18, Accepted on (接受日期): 2002-03-31

表 1 三体及其与安矮 3 号的杂种 F₁ 中三体杂种比较

Table 1 Comparison F₁ hybrid to trisomics parents

三体类型 Type of trisomics	三体的形态特征 Characteristic of trisomics	杂种三体的形态特征 Characteristic of trisomics hybrid	杂种 F ₁ 与父、母本株高比较 Comparison F ₁ hybrid to parents		
			杂种 F ₁ F ₁ hybrid	父本 Male	母本 Female
三体 1	叶短而窄, 上冲, 卷曲, 穗紧密呈圆筒型	具有三体 1 形态特征, 紫红色的叶枕和叶鞘	86.8	78.1	92.3
三体 2	叶短下垂深绿色, 穗呈短纺锤型, 籽粒较长	具有三体 2 形态特征, 叶枕和叶鞘为紫红色	91.0	78.1	94.5
三体 3	植株最矮, 分蘖多, 黄绿色, 叶下垂, 穗部有秃尖	具有三体 3 形态特征, 叶枕和叶鞘为紫红色	81.6	78.1	63.9
三体 4	叶短宽而下垂, 穗呈纺锤型, 松散, 刚毛长	具有三体 4 形态特征, 叶枕和叶鞘为紫红色	110.4	78.1	115.3
三体 5	茎秆较细, 叶下垂, 穗呈纺锤型, 有秃尖	具有三体 5 形态特征, 叶枕和叶鞘为紫红色	95.2	78.1	96.8
三体 6	茎秆粗壮, 叶宽而长, 深绿, 穗紧密, 颈节易扭曲	具有三体 6 形态特征, 叶枕和叶鞘为紫红色	82.5	78.1	64.6
三体 7	叶长, 苗期植株呈匍伏, 抽穗后逐渐挺立, 穗松散	具有三体 7 形态特征, 叶枕和叶鞘为紫红色	127.4	78.1	108.0
三体 8	植株形态与豫谷 1 号二体相似	植株形态与豫谷 1 号二体相似, 叶枕和叶鞘为紫红色	151.6	78.1	130.3
三体 9	植株形态与豫谷 1 号二体相似	植株形态与豫谷 1 号二体相似, 叶枕和叶鞘为紫红色	145.2	78.1	121.5
豫谷 1 号二体	叶长 40.2 cm, 宽 2.8 cm, 下垂, 穗为筒形	植株形态与豫谷 1 号二体相似, 叶枕和叶鞘为紫红色	150.4	78.1	125.8

表 2 谷子初级三体系列与安矮 3 号杂交 F₂ 植株分离情况

Table 2 F₂ segregation of trisomics series × Anai 3

杂交组合 Cross	植株数目 Number		比值 Ratio		χ ²	
	高 High	矮 Dwarf	高 High	矮 Dwarf	10:1	3:1
三体 1 × 安矮 3 号	1932	640	3.02	1	776.16	0.018
三体 2 × 安矮 3 号	870	310	2.81	1	421.4	1.017
三体 3 × 安矮 3 (98)	226	23	9.83	1	0.006	32.997**
(99)	781	69	11.32	1	0.947	129.2**
(2000)	1564	123	12.72	1	6.61	282.16**
三体 4 × 安矮 3 号	1880	681	2.76	1	949.04	3.46
三体 5 × 安矮 3 号	274	82	3.34	1	83.74	0.743
三体 6 × 安矮 3 号	420	143	2.94	1	181.19	0.048
三体 7 × 安矮 3 号	596	209	2.85	1	277.27	0.398
三体 8 × 安矮 3 号	341	109	3.13	1	124.67	0.145
三体 9 × 安矮 3 号	476	138	3.45	1	133.09	2.086
豫 1 (2n) × 安矮 3 号	1080	356	3.03	1	428.30	0.033

χ_{0.05}² = 3.84

3 号杂种 F₂ 代分离出的高秆与矮秆数目之比为 10:1, 其他杂种 F₂ 分离出的高秆与矮秆之比均在 3:1 左右。显著性测验 χ² = 3.3, χ_{0.05}² = 3.84, 由此可见安矮 3 号矮秆基因位于 3 号染色体上。这种情况的出现是因为三体 3 的 3 号染色体上携带有该性状的 3 个显性基因, 表示成 HHH, 安矮 3 号带有该性状的隐性基因, 表示成 hh。三体 3 与安矮 3 号杂交, 即 HHH × hh → HHh (杂种三体 F₁) + Hh。产生的杂种三体 F₁ 自交, 基因再次分离产生 2H:1HH:2Hh:1h 配子。由于三体的特点, 产生的雄配子很少, 可以忽略,

理论上 H 与 h 之比应为 17:1。由于豫谷 1 号的三体 3 传递率较低, 只有 22.3%, 因此实际上在三体 3 的 F₂ 代群体中高秆与矮秆之比为 10:1^[11]。其他三体的杂种 F₂ 分离情况同二倍体 F₂ 的分离结果。

3.3 种植 F₂ 代所得的 F₃ 代, 原来是矮秆的仍为矮秆, 不产生分离。F₂ 是高秆的在 F₃ 中大部分可分离出高秆和矮秆。这进一步说明此矮秆基因是隐性基因。父本安矮 3 号植株的叶片短而宽, 其长与宽之比小于 8:0。这种宽叶性状在三体杂种 F₁ 中不予表现, 在 F₂ 群体中只有矮秆植株才表现出来。因此, 我们认为安矮 3 号短宽叶的性状也受它的矮秆

基因控制, 该基因是多效性的。在三体系列与安矮3号杂交的各种F₂代群体中, 还发现了一些相应的矮秆三体, 这可能是安矮3号矮秆基因离着丝点较远, 产生染色体随机分离的结果^[12]。

3.4 通过基因等位性测验, 延矮1号同安矮3号的杂种F₁代, 植株高度与亲本相近为75 cm左右, F₂的株高仍然相近, 不产生分离。说明延矮1号矮秆基因同安矮3号矮秆基因是等位基因。延矮2号、济矮12号与安矮3号的杂种F₁的植株高度分别是133 cm和157 cm, 说明二对基因发生了互补^[11]。可见, 这两种矮秆基因同安矮3号矮秆基因属于

非等位基因。安矮3号和延矮1号两品种是安矮3号矮秆基因的二个标志基因系。

3.5 三体系列×安矮3号F₂的护颖和刚毛颜色分离产生两种类型, 一类是紫红色的护颖和刚毛, 另一类是绿色的护颖和刚毛。见表3, 分离出红色和绿色护颖, 和红色、绿色刚毛的比例接近9:7。可见这两种性状受两对基因控制。测验三体1、三体2与安矮3号的杂种F₂分离出的紫红色与绿色的刚毛和护颖的数值达极显著水平, 所以控制红绿色刚毛和护颖的两对基因可能在1号和2号染色体上。这两对基因同时控制着两种性状, 该基因也是多效基因。

表3 三体系列与安矮3号的杂种F₂护颖和刚毛分离情况

Table 3 F₂ segregation of trisomics series×Anai 3

组合 Cross	护颖 Empty glume				刚毛 Setae			
	红 Red	绿 Green	比值 Ratio	$\chi^2(9-7)$	红 Red	绿 Green	比值 Ratio	$\chi^2(9-7)$
三体1×安矮3号	342	160	2.14	28.78	324	83	3.90	90.0*
三体2×安矮3号	1158	499	2.32	125.2	1162	494	2.35	130.37*
三体3×安矮3号	145	98	1.48	1.155	155	88	1.76	5.61
三体4×安矮3号	889	587	1.51	9.520	113	82	1.38	0.228
三体5×安矮3号	77	56	1.38	0.146	160	79	2.03	11.11
三体6×安矮3号	300	209	1.44	1.495	61	54	1.13	0.480
三体7×安矮3号	788	525	1.50	7.560	96	51	1.88	4.90
三体8×安矮3号	428	346	1.24	0.285	147	97	1.52	1.58
三体9×安矮3号	551	408	1.35	0.560	132	92	1.43	0.625
豫谷1号×安矮3号	153	111	1.38	0.312	159	97	1.64	3.571

References:

[1] Chu Q-R (褚启人). The usefulness of rice primary trisomics in gene location linkage analysis and varietal improvement. *Scientia Agricultura Sinica* (中国农业科学), 1985, 5: 8~15 (in Chinese)

[2] Lin X-H (林兴华), Yu G-X (余功新), Zhang D-P (张端品), et al. Studies of the location of gene for resistance to bacterial blight in Yunnan rice variety Dongnuo. *Acta Genetica Sinica* (遗传学报), 1992, 19(5): 459~466 (in Chinese)

[3] Sun Y-R (孙勇如). *Genetic Booklet* (遗传学手册), Changsha: Hunan Science and Technology Press, 1989, 216~220 (in Chinese)

[4] Melz G, Neumann H, Muller H W, Stumm W. Genetical analysis of rye (*Secale cereale* L.) I. Results of gene localization on rye chromosomes using primary trisomics. *Genetica Polonica*, 1984, 25(2): 111~115

[5] Zhang J (张京). Allelism tests for dwarf genes in the three main dwarf sources of barley, *Acta Agronomica Sinica* (作物学报), 1998, 24(1): 42~46 (in Chinese).

[6] Wang R-Q (王润奇), Gao J-H (高俊华), Wang Zh-X (王志兴), Wang Zh-M (王志民). Establishment of trisomic series

of millet (*Setaria italica* [L.] Beauv.). *Acta Bot Sin* (植物学报), 1994, 36(9): 690~695 (in Chinese).

[7] Gao J-H (高俊华), Mao L-P (毛丽萍), Wang R-Q (王润奇). A study on the cytology and morphology of the tetrasomics in foxtail millet *Acta Agronomica Sinica* (作物学报), 2000, 28(6): 801~805 (in Chinese)

[8] Wang R-Q, Gao J-H, Liang X-L. Identification of primary trisomics and other aneuploids in foxtail millet. *Plant Breeding*, 1999, 118: 59~62

[9] Mao L-P (毛丽萍), Gao J-H (高俊华), Wang R-Q (王润奇). Chromosome location of glutinous trait gene of foxtail millet endosperm. *Acta Agronomica Sinica* (华北农学报), 2000, 15(4): 10~13 (in Chinese)

[10] Li X-L (李秀兰), Chen R-Y (陈瑞阳). Karyotype analysis of *Setaria italica* and *S. varidis*. *J Wuhan Bot Res* (武汉植物学研究), 1985, 3: 409~412 (in Chinese).

[11] Li J-X (李竞雄), Song T-M (宋同明). *Botany Cytology* (植物细胞遗传学). Beijing: Science Press, 1993: 214~226 (in Chinese)

[12] Cai X (蔡旭). *Plant Genetic Breeding* (植物遗传育种学). Beijing: Science Press, 1988: 128~136 (in Chinese)