

大麦半矮秆品种资源“米麦114”和“尺八大麦”的遗传评价

张京 孙立军 陆炜
(中国农业科学院品种资源研究所, 北京, 100081)

提 要

用大麦半矮秆品种资源米麦114和尺八大麦与高秆测验种Bowman杂交的 P_1 、 P_2 、 F_1 、 F_2 及 B_1 和 B_2 六个世代群体为试材,研究了这两份半矮秆资源株高等性状的遗传规律及其之间的遗传关系。发现它们的半矮生性状均主要受一对隐性基因控制;千粒重由微效多基因决定,符合基因的加性——显性遗传模式。米麦114的穗长和穗密度各受一对隐性基因控制;尺八大麦的这两个性状分别由两对隐性基因决定。在两品种的半矮秆基因与穗长、穗密度和千粒重基因之间存在遗传连锁或相关。它们的小粒、短穗缺点可以通过与互补亲本的杂交而克服,不失为较好的半矮秆基因源,建议在育种中利用。

关键词 大麦, 半矮秆, 遗传

矮和半矮秆基因资源的筛选、鉴定和利用是作物高产育种的基础,这对于茎秆强度低,抗倒伏能力差的大麦的育种尤为如此。但因目前可供利用的大麦矮和半矮秆基因源很少,致使育种亲本的遗传基础狭窄,进而造成新育成品种的遗传多样性降低,脆弱性增大。因此在对我国大麦品种资源广泛收集的基础上,进一步开展矮和半矮秆资源的筛选和遗传鉴定具有重要意义。米麦114和尺八大麦就是从‘七、五’繁种入库的上万份大麦品种资源中筛选出来的两份半矮秆材料,为确定其育种价值开展了这一研究。

1 材 料 和 方 法

试验材料包括:两份半矮秆资源米麦114和尺八大麦,前者为二棱裸,后者为六棱皮;二棱高秆皮大麦测验种Bowman;以及它们的杂种 F_1 、 F_2 、 B_1 和 B_2 代群体。

1988年在北京春播三份亲本,抽穗时以米麦114和尺八大麦作母本,各与共同测验种Bowman杂交,成熟时分别收获。1989年春播亲本及 F_1 ,抽穗时除使三个亲本作父本分别与相应的 F_1 回交外,再次用两半矮秆资源为母本与Bowman杂交,制备各组合的 F_1 、 F_2 、 B_1 和 B_2 代种子。1990年春集团种植各组合亲本及杂种世代。成熟时按组合单株收获,室内调查单株各茎的平均高度、穗长、穗密度(以4厘米穗轴上小穗节片数计),穗粒数和千粒重等。亲本及 F_1 代的考种株数不少于30株,回交代不少于150株, F_2 代350株以上。

2 结 果 与 分 析

2.1 株高等性状遗传

本文于1991年5月27日收到,1991年10月7日审定。

2.1.1 亲本及 F_1 代表现

表 1 为半矮秆裸大麦品种米麦 114 和皮大麦品种尺八大麦、高秆测验种 Bowman 以及它们各杂种世代株高等性状的群体平均值和标准差。由表可见, 这两份半矮秆资源除植株较矮外, 还带有千粒重低和穗子短, 穗密度大的缺点。与 Bowman 杂交后, F_1 代的株高, 穗长, 穗密度基本上与 Bowman 相同, 而千粒重超过 Bowman。表明它们的上述性状表现为隐性遗传。穗粒数在两个杂交组合中表现相反, 米麦 114 的为显性, 尺八大麦的属隐性。这可能与所属的杂交类型不同有关, 因前者为二棱 \times 二棱, 后者为六棱 \times 二棱。

2.1.2 杂种世代群体中的性状分离

为弄清米麦 114 和尺八大麦的半矮生性及其它性状的遗传规律, 分别绘制了它们与 Bowman 杂交的 F_2 、 B_1 和 B_2 代群体的株高等性状分布图。并对不同性状类型的分离比例进行了 X^2 测验。

2.1.2.1 株高 图 1 为米麦 114 和尺八大麦与 Bowman 的杂种分离世代的株高分布。由图可见, 两杂交组合 F_2 代的株高呈现以高秆为主的高低峰分布; B_1 代为高秆和半矮秆频率

表 1 亲本及各杂种世代群体株高等性状的平均值和标准差

Table 1 Means and standard deviations of plant height and other characters of the parents and progeng populations of 2 semi-dwarf \times tall crosses of barley

组合及世代 Crosses and generations	株高 Plant height (cm)	穗长 Spike length (cm)	穗密度* Spike density	穗粒数 Grains per spike	千粒重 1000-grain weight (g)	
米麦 114 \times Bowman	P ₁	82.2 \pm 3.01	6.1 \pm 0.32	22.0 \pm 0.88	28.0 \pm 1.72	34.7 \pm 5.0
	P ₂	102.2 \pm 2.64	8.8 \pm 0.76	13.2 \pm 0.65	23.5 \pm 1.53	39.9 \pm 9.22
	F_1	102.7 \pm 3.08	10.0 \pm 0.65	13.1 \pm 0.64	28.0 \pm 1.91	52.4 \pm 7.05
Mimai 114 \times Bowman	F ₂	97.0 \pm 11.85	8.2 \pm 1.44	14.6 \pm 2.71	25.6 \pm 2.79	41.05 \pm 9.40
	B ₁	92.0 \pm 12.61	8.0 \pm 1.61	16.1 \pm 3.39	28.2 \pm 2.23	42.4 \pm 10.0
	B ₂	102.0 \pm 2.81	10.4 \pm 1.49	12.6 \pm 0.98	26.5 \pm 2.12	49.8 \pm 4.67
尺八大麦 \times Bowman	P ₁	70.3 \pm 3.32	4.6 \pm 0.23	24.6 \pm 1.10	52.8 \pm 5.95	23.0 \pm 5.54
	P ₂	102.2 \pm 2.64	8.8 \pm 0.76	13.2 \pm 0.65	23.5 \pm 1.53	39.9 \pm 9.22
	F_1	103.7 \pm 2.53	8.8 \pm 0.55	12.6 \pm 0.57	22.4 \pm 1.41	55.5 \pm 6.63
Chi Ba Da Mai \times Bowman	F ₂	94.9 \pm 12.08	7.8 \pm 9.16	15.2 \pm 3.58	31.3 \pm 14.10	39.9 \pm 11.46
	B ₁	89.1 \pm 12.03	6.0 \pm 1.43	17.9 \pm 3.78	43.7 \pm 15.74	27.4 \pm 10.41
	B ₂	103.7 \pm 5.97	8.9 \pm 1.42	13.1 \pm 1.13	24.3 \pm 2.87	49.5 \pm 6.79

* 注: 为 4 厘米穗轴上的小穗节片数。

Note: Spike density is the number of spikelets on 4 cm of rachis.

几乎对等的双峰分布; B_2 代则表现为单峰分布。 X^2 测验证明, 两个杂交组合 F_2 代的株高分离比例均符合 3(高秆):1(半矮秆)的理论值, B_1 代都符合 1:1 的期望比例(表 2)。表明米麦 114 和尺八大麦的半矮生性各主要受一对隐性基因控制。相对致矮力

$$\left(\frac{\text{高亲值} - \text{矮生后代均值}}{\text{高亲值}} \right) \times 100\%$$

分别为 24.2% 和 25.4%。此外由于尺八大麦的株高明显低于其 F₂ 和 B₁ 代群体中半矮生后代的平均株高, 所以其半矮生性可能还受到微效基因或修饰基因的影响。

2.1.2.2 穗长 该性状在两个杂交组合各分离世代群体中的分布如图 2。虽然它们的杂种

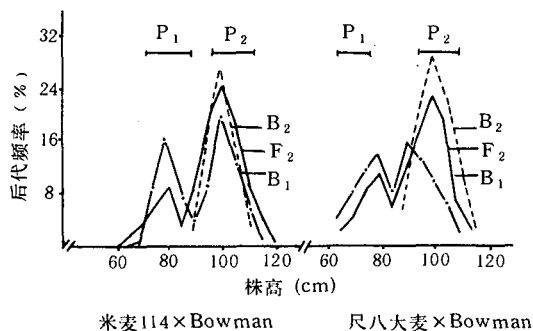


图 1 株高在各杂种世代群体中的分离

Fig. 1 Segregation of plant height in the B₁, B₂ and F₂ populations of two semi-dwarf x tall crosses of barley.

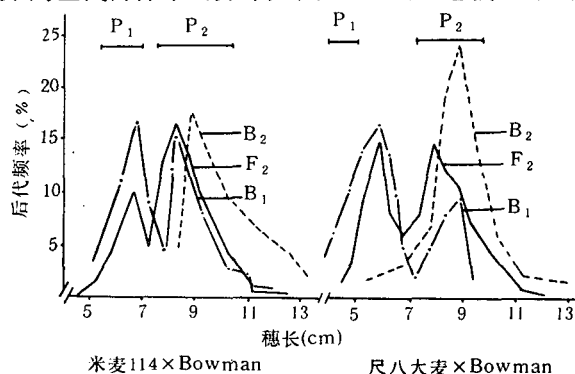


图 2 穗长在各杂种世代群体中的分离

Fig. 2 Segregation of spike length in the B₁, B₂ and F₂ populations of two semi-dwarf x tall crosses of barley.

F₂ 和回交 B₁ 代的穗长分离都呈双峰分布, B₂ 代为单峰分布, 但 X² 测验表明, 在米麦 114 x Bowman 的 F₂ 和 B₁ 代群体中, 长穗与短穗后代的分离比例分别符合 3:1 和 1:1 的理

表 2 株高等性状的遗传适合性测验
Table 2 Genetics fitting test for plant height and other characters

组合 Crosses		米麦114 x Bowman Mi Mai114 x Bowman	尺八大麦 x Bowman Chi Ba Da Mai x Bowman	X ² (1) 0.05	
分离世代及期望比例 Segregating generations and expected ratios		B ₁ (1:1) F ₂ (3:1)	B ₁ (1:1 或 1:3) F ₂ (3:1 或 9:7)		
株高 Plant height (cm)	高秆 * Tall ($\bar{x}_1 = 102.4$ $\bar{x}_2 = 100.5$)	68	251	65	289
	半矮 Semidwarf ($\bar{x}_1 = 77.5$ $\bar{x}_2 = 76.2$)	53	72	51	82
X ²		1.633	1.335	1.690	1.736
穗长 Spike length (cm)	长 Long ($\bar{x}_1 = 8.8$ $\bar{x}_2 = 9.2$)	62	231	30	223
	短 Short ($\bar{x}_1 = 6.3$ $\bar{x}_2 = 5.6$)	60	92	86	149
X ²		1.660	0.033	0.046	2.140
穗密度 ** Spike density	稀 Lax ($\bar{x}_1 = 13.6$ $\bar{x}_2 = 12.7$)	70	247	27	224
	密 Dense ($\bar{x}_1 = 19.5$ $\bar{x}_2 = 18.0$)	51	76	94	147
X ²		2.984	0.412	0.046	2.498

* \bar{x}_1 和 \bar{x}_2 分别为米麦 114 和尺八大麦与 Bowman 杂交不同分离后代的性状值。

* x_1, x_2 represent means of Mi Mai 114 x Bowman and Chi Ba Da Mai x Bowman respectively.

** 同表 2. ** The same as in table 2.

论值；而在尺八大麦 × Bowman 的杂种F₂和回交B₁代群体中,两种后代类型的比例则各与9:7和1:3的理论值无显著差异(表2)。因此,米麦114的穗长可能受一对稳性基因控制,尺八大麦的穗长由两对独立遗传的隐性基因决定。然而与株高一样,因尺八大麦的穗长短于其短穗后代,可能也受微效基因的作用。

2.1.2.3 穗密度 在两半矮秆资源与 Bowman 杂交的F₂和B₁代群体中,穗密度的分离也均呈双峰分布,B₂代为单峰分布(图3)。其中在米麦114 × Bowman 的F₂和B₁代群体中,稀穗和密穗两种后代所占比例分别符合3:1和1:1;在尺八大麦与 Bowman 杂交的两个相应

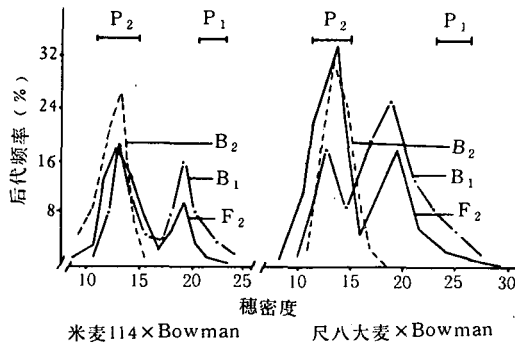


图3 穗密度在各杂种世代群体中的分离

Fig. 3 Segregations of ear density in the B₁, B₂ and F₂ populations of two semi-dwarf x tall crosses of barley

世代群体中,两种穗密度个体的比例各与9:7和1:3的理论值相符(表2)。可见米麦114的穗密度属隐性单基因遗传,而尺八大麦的穗密度主要由遗传上相互独立的两对隐性基因控制。此外,由于它们的穗密度分别大于其相应两个分离世代群体中,密穗型后代的该性状平均值,所以可能同样受到微效基因的影响。

2.1.2.4 穗粒数和千粒重 除尺八大麦的穗粒数在试验中表现较为复杂,其遗传机制尚难确定外,两半矮秆资源的千粒重和米麦114的穗粒数均受微效多基因控制,在它们与 Bowman 杂交的B₁、B₂及F₂代群体中都呈连续分布,表现为数量遗传。为了解其遗传模式,按照 Mather 和 Jinks 的方法^[1],根据它们的P₁、P₂、F₁、F₂以及B₁

和B₂六个世代群体资料,对两性状的[d]和[h]作了估计和X²测验(表3)。证明米麦114的穗粒数遗传符合基因的加性——显性模式,且加性效应与显性效应几乎相等。两半矮秆资源的千粒重基因的遗传,虽然也符合加性——显性模式,但其显性效应作用较大,加性效应较小。

表3 米麦114和尺八大麦的穗粒数和千粒重遗传的联合尺度测验

Table 3 Joining scale test for ear grains and 1000-grain weight genetics of Mi Mai 114 and Chi Ba Da Mai

遗传参数 Parameters	穗粒数 No. of grains /spike	千粒重 1000-grain weight	
	米麦114 × Bowman Mi Mai 114 × Bowman	米麦114 × Bowman Mi Mai 114 × Bowman	尺八大麦 × Bowman Chi Ba Da Mai × Bowman
m	25.7500	37.2398	31.3837
[d]	2.2500	-2.5398	8.3960
[h]	2.3286	17.8085	21.9077
X ² (3)	0.34296	1.6061	1.3900
X ² _{0.05} (3)		7.81	

2.2 株高与其它性状之间的关系

由于两半矮秆资源的株高、穗长和穗密度分别受单基因或双基因控制, 所以直接对它们的株高与穗长和株高与穗密度两个性状组进行了遗传独立性测验。结果表明两半矮秆资源的株高与穗长和穗密度之间均表现为连锁遗传。其中米麦 114 这两组性状的连锁值分别为 18.9% 和 12.7%, 而矮秆与长穗及矮秆与稀穗结合的有用重组各占 6.5% 和 4.0%; 尺八大麦两组性状之间的连锁值各为 21.8% 和 19.7%, 其有用重组分别是 1.9% 和 1.1% (表4)。

表 4 两半矮秆资源的株高与穗长和穗密度之间的遗传独立性测验

Table 4 Test of genetics independence for plant height with ear length and ear density in two barley semidwarfs

项目 Items	株高与穗长 Plant height and spike length		株高与穗密度 Plant height and spike density	
	米麦 114 × Bowman Mi Mai 114 × Bowman	尺八大麦 × Bowman Chi Ba Da Mai × Bowman	米麦 114 × Bowman Mi Mai 114 × Bowman	尺八大麦 × Bowman Chi Ba Da Mai × Bowman
	χ^2	88.74**	123.45**	148.68%**
$\chi^2_{(0.05)}$	3.84	3.84	3.84	3.84
重组值 Recombination	18.85%	21.83%	12.69%	19.67%
有用重组值 Valuable recombination	6.05%	1.89%	4.02%	1.08%

此外, 对米麦 114 的株高与其穗粒数和千粒重以及尺八大麦的株高与其千粒重之间的相关分析表明, 它们的相关关系极显著, 相关系数分别为 $r=0.2049^{**}$ 、 $r=0.5559^{**}$ 和 $r=0.2522^{**}$ 。

3 讨 论

作物育种的大量实践证明, 一个理想的矮或半秆基因源不仅应当具备好的降秆效果, 而且其矮生性要受单或寡基因控制; 不存在与其它不良性状基因间的紧密遗传连锁和基因的有害多效性, 容易用常规的育种方法进行遗传操纵等。本研究表明, 米麦 114 和尺八大麦的半矮生性遗传主要受一对隐性基因控制。它们虽然与迄今发现的 uz、br 和 ert 等大麦矮源一样, 带有穗了短、穗密度大和千粒重低的缺点^{[2][3][4]}, 但这并非其半矮生基因的多效性所致, 而主要是由于它们的半矮生基因与短穗、密穗和小粒等性状基因间的遗传连锁或相关造成的。因为纯粹的多效性状的遗传表现不仅与主效性状的完全相同, 而且两者之间不可能发生重组。然而本试验中, 当两半矮秆资源与高秆、长穗、稀穗、大粒测验品种 Bowman 杂交之后, 在它们的 B_1 和 F_2 两个世代群体内都出现了半矮秆与长穗、稀穗和大粒结合的重组型后代, 而且频率较高。因此, 两半矮秆资源的半矮生性与其穗长和穗密度之间虽存在遗传连锁, 但并不十分紧密。其穗子短、穗密度大等缺点可以通过与互补亲本之间的杂交而克服。不失为较好的半矮源, 建议在今后的大麦育种中利用。此外, 从两半矮秆资源的半矮生基因与其穗长和穗密度基因之间发生遗传连锁的研究结果, 可以推知它们的这三个性状基因属于同一连锁群, 位于同一条染色体上。但因本研究不曾对穗长和穗密度两性状基因之间的遗传连锁

关系进行分析, 缺乏它们间的交换值, 所以尚难确定两个半矮秆资源的半矮生性、穗长和穗密度基因在染色体上的排列顺序, 今后需进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 马瑟和金克斯著, 冯午、庄巧生、莫惠栋译, 生统遗传学导论, 农业出版社, 北京, 1981.
- [2] Sears, R. G., W. E. Kronstad and R. J. Metzger, 1981, *Crop Science*, 21(6), 823 — 828.
- [3] Singh, R. J. and T. Tsuchiya, 1974, *Barley Genetics Newsletter (BGN)*, 4, 66 — 69.
- [4] Tsuchiya, T., 1976, *Crop Science*, 16(4), 496 — 499.

Studies on the Inheritance of Several Agronomic Characters of Two Semidwarf Barley Genetic Resources, Mimai 114 and Chiba Damai

Zhang Jing Sun Li-jun Lu Wei

(*Institute of crop Germplasm Resources, Chinese Academy of Agricultural Sciences*)

Abstract

2 semidwarf genetic resources of barley, Mimai 114 and Chiba damai, were crossed with a tester, bowman, and the P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , B_1 and B_2 populations were grown to study the inheritance of several agronomic characters. The results indicated that semidwarf plant height was mainly controlled by 1 recessive gene. 1000-grain weight was controlled by multiple minor genes in accordance with the additive-dominant model. The spike length and the spike density of Mimai 114 were determined each by a single recessive gene; where as each of these characters Chiba Damai was determined by 2 recessive genes. Linkage existed between plant height and the other 3 characters in both materials, but the disadvantage of small grain and short spike could be overcome through recombination. The value of these 2 genetic resources in breeding program is also discussed

Key words Barley, Semidwarf, Inheritance