

不同遗传背景矮败麦发育上的几个特点

孙家柱 薛民生 张福胜 朱维云 尹俊玉 毕诗宏*

(北京市农科院作物所, 北京 100081)

摘 要 1994~ 1995年通过对转育 4代的 120个不同遗传背景的矮败麦 (TalRht10)后代分离出的不育株与散粉株的比较得到如下结果:①不同遗传背景的不育株与其姊妹散粉株的株高均差异明显,且此差值的大小与散粉株的株高呈极显著正相关,不同遗传背景下散粉株株高的变异系数最小,不育株次之,而以散粉株与其姊妹不育株株高差值的变异系数最大。②不育株的抽穗期比其姊妹散粉株平均推迟 3~4d 开颖传粉期推迟更多。该差值因不同的遗传背景而具有较大的变异系数;不育株与其姊妹散粉株的发育进度呈极显著正相关,但使用早熟的轮回亲本对于缩小二者在发育进度上的差值作用不大,矮败株发育晚的遗传特点与 Rht10的降秆作用类似,表现为不完全显性。③通过矮秆标记极大地便利了群体中去劣和株间授粉。但为了保证异交结实率有必要对矮败麦群体进行分期播种,以提高轮回选择的效果。

关键词 矮败麦 太谷核不育 发育特点 轮回选择

以往的理论与实践都证明,在作物上进行轮回选择是打破不利连锁,积累微效基因,拓宽遗传基础从而创造新种质和新品种的有效手段。可是小麦做为自花授粉作物,长期以来难以有效地开展轮回选择。自从我国发现了受显性单基因 (Tal)控制的太谷核不育小麦^[1],为小麦开展轮回选择奠定了基础。更可喜的是近年来中国农科院的专家们又培育出了 Tal与另一显性矮秆基因 Rht10紧密连锁的新一代太谷核不育小麦——矮败麦^[2],它以矮秆做为不育株的外在标记有利于尽早给可育株去劣,也利于株间传粉,从而为小麦的轮回选择提供了更便利的条件。矮秆基因同时对矮败麦的生长发育产生了深远的影响,只有了解了它的这些特点才能取得更好的利用效果。对于矮败麦的应用研究我国南方的几个单位已做过一些探索^[3,4]。我们的工作则是在北部冬麦区的气候条件和更广泛的种质背景下,进一步比较分析矮败麦在生长发育上的若干特点及其与遗传背景的关系,从而为这一资源在本地区的有效利用提供依据。

1 材料和方法

本试验于 1994~ 1995年在北京市农科院作物所试验场进行。试验所用是转育了 4代的不同遗传背景的矮败麦材料。这些材料包括矮秆、农艺、抗病、早熟、品质等多种类型共计 120个

材料 10月 1日播种,单行区点播,行长 3m,行距 30cm,株距 6cm。

在小麦生育期间观察并分别记载同一行分离出的不育株和散粉株的抽穗期,不育株的开颖期和散粉株的开花期。在生育后期分别测出散粉株与不育株的株高。几个时期的确定均以 50%单株达标为准。不育株的开颖期类似于散粉株的开花期是易于接受花粉的状态,此时不育穗的小穗膨松,颖壳张开,颜色较淡,阳光下有透明感。

2 结果与分析

2 1 不育株与散粉株若干性状的均值比较

将所调查的 120个材料的抽穗期、开花期、株高性状用计算机处理后得到各性状的平均值、极值、极差和变异系数(表 1)。

2 1 1 不育株比散粉株的株高平均降低 33.69cm,降秆幅度因遗传背景不同变化在 16~ 54cm 之间,差异非常明显,说明不同遗传背景下都可以用此矮秆做为识别不育株与散粉株的外在标记;另外还可看出,即使不同基因型的矮败麦混合种植时一般也不易发生混淆。

2 1 2 不育株的抽穗期均值在 5月 9日~ 10日,而其姊妹散粉株在 6日左右,二者相比不育株的抽穗期比其姊妹散粉株平均推迟 3.38d (1~ 8d),不育株的开颖期比其姊妹散粉株的开花期平均推迟 7.07d (3~ 11d)。不育株的发育及其大量接受花粉的时期比其姊妹散粉株明显要晚。

2 1 3 各性状的变异系数相差较大,相比之下,株高的变异系数较小,不育株的株高虽明显降低,但其变异系数并不低,甚至比其姊妹散粉株还略高;另外不育株与散粉株在株高、抽穗期、传粉期上的差值都具有相对较高的变异系数。从总体上不育株与其姊妹散粉株相比株高降低,抽穗和开颖受粉期推迟,全部 120份不同基因型的材料无一例外,但在不同基因型中其差值的大小变异很大。

2 2 不育株与散粉株若干性状间的相关分析

将不育株与散粉株若干性状的相关系数列入表 2。从表中可以看出如下几点:

(1)不育株的抽穗期、散粉株的抽穗期、不育株开颖期、散粉株的开花期两两之间均达极显著正相关(r 值在 0.741^{*}~ 0.872^{*}之间)说明不同遗传背景的矮败麦其发育顺序具有平行性,即抽穗早者其开花期或是开颖期也相应提早,反之亦然。与此同时也看出矮败麦发育进度

表 1 不育株与散粉株若干性状的均值、极值、极差与变异系数

性 状	平均值	最小值	最大值	极差	变异系数 (%)
不育株株高 (cm)	48.20	35.0	63.0	28.0	12.69
散粉株株高 (cm)	81.90	60.0	102.0	42.0	10.75
株高差值 (cm)	33.69	16.0	54.0	38.0	22.18
不育株抽穗期 (d)	9.70	5.0	18.0	13.0	25.17
散粉株抽穗期 (d)	6.32	1.0	14.0	15.0	37.68
抽穗期差值	3.38	1.0	8.0	7.0	39.11
不育株开颖期 (d)	17.41	11.0	23.0	12.0	13.96
散粉株开花期 (d)	10.34	6.0	17.8	11.8	19.36
传粉期差值	7.07	3.0	11.0	8.0	23.26

注:抽穗、开花等发育期均以 4月 30日为 0,每推迟或提前 1天就增加或减少 1个单位。另有几个差值的含义分别如下:株高差值=散粉株株高-同行中不育株株高;抽穗期差值=不育株抽穗期-同行中散粉株的抽穗期;传粉期差值=不育株开颖期-同行中散粉株的开花期。

与其背景基因型即其姊妹可育株的发育进度呈高度正相关,说明伴随矮败而出现的发育推迟的特性易受遗传背景的修饰,表现为不完全显性。

(2)不育株与散粉株抽穗期差值的大小与不育株的抽穗期有关 ($r=0.312^{**}$),也与散粉株的抽穗期有关 ($r=-0.236^{*}$);而不育株与散粉株传粉期差值的大小主要与不育株的开颖期有关 ($r=0.576^{*}$),与散粉株开花期早晚关系不大 ($r=-0.122$)。说明进行矮败麦亲本转育时,使用早熟的轮回亲本虽然可使其后代分离出的不育株与散粉株的生育期都提早一些,但对于缩小散粉株开花与不育株开颖的时间间隔却帮助不大。

表 2 不育株、散粉株若干性状间的相关系数

性 状	不育株 抽穗期	抽穗期 差值	散粉株 开花期	不育株 开颖期	传粉期 差值	散粉株 株高	不育株 株高	株高 差值
散粉株抽穗期	0.850 [*]	-0.236 [*]	0.872 [*]	0.779 [*]	0.089	0.146	0.020	0.156
不育株抽穗期		0.312 ^{**}	0.859 [*]	0.762 [*]	0.080	0.113	-0.065	0.187
抽穗期差值			0.010	0.001	-0.012	-0.054	-0.155	0.063
散粉株开花期				0.741 [*]	-0.122	0.056	-0.039	0.097
不育株开颖期					0.576 [*]	0.096	0.005	0.109
传粉期差值						0.074	0.054	0.043
散粉株株高							0.549 [*]	0.729 [*]
不育株株高								-0.172

注: * 显著水平 0.01, ** 显著水平 0.001

(3)不育株的株高与其姊妹散粉株的株高呈极显著正相关 ($r=0.549^{**}$);而散粉株与不育株的株高差值与散粉株的株高达极显著正相关 ($r=0.729^{*}$),与不育株的株高关系却不大 ($r=-0.172$)。前者说明不育株的株高很大程度上要受到其遗传背景(即轮回亲本)的修饰作用;后者则说明此显性矮秆基因降秆的绝对量随转育亲本(轮回亲本)株高的增加而加大。

2.3 矮败麦的发育与结实

前面我们对供试的 120个矮败麦材料各自的不育株与散粉株的群体发育进度做了对比,发现不育株的抽穗期不同程度地推迟,然而在不育株群体中能否选出与其姊妹散粉株同期抽穗的变异株呢?结果我们在全部供试材料的共计 2800多个不育株中未曾发现一株这样的矮败麦。

为了了解矮败麦自由结实的情况,收获之前我们选收了 27个成熟较早、结实也相对较好的矮败麦材料。发现尽管在大田中不同的矮败麦材料都是依次排列种植的也未曾做任何的人为隔离,但矮败麦的自由结实率平均也只有 50.15%,同一地点种植的普通太谷核不育小麦自由结实率为 84.0%。造成这一现象的重要原因是矮败麦抽穗晚,抽穗速度也慢,当它大量开颖接受花粉时,田间的花粉量已严重不足了。

3 讨论

通过对大量不同遗传背景矮败麦与其姊妹散粉株株高的对比发现,不育株与其姊妹散粉株的株高差异明显,并且呈极显著正相关,说明控制矮败麦株高的基因 Rht10的表达要被其遗传背景所修饰,表现出不完全显性作用,这与杨赞林、张少华^[3,5]的研究结果相吻合。在此基

础上我们进而还发现了这样一些事实: 尽管不育株与散粉株株高差值的大小主要与散粉株的株高有关, 且纵观全部资料, 不育株株高的极差也远小于散粉株, 但实际上与散粉株相比, 不育株株高的变异系数还要略大一些。这说明遗传背景对矮败麦株高的影响是非常大的。在本试验中散粉株的株高基本上反映了矮败麦背景基因型的株高, 所以不育株与散粉株株高的高度相关还暗示我们在混合群体中有可能通过矮败株自身高度来估计其背景基因型高度, 这对于矮败麦的选株交配具有一定的指导意义。

通过对不育株与其姊妹散粉株发育进程的对比, 我们发现不育株的抽穗期和开花期(开颖期)都不同程度地推迟, 至少目前尚未发现例外, 这与杨赞林、甘斌杰^[4]的研究结果基本吻合。但在我们的试验中不育株发育上推迟的时间及其在不同遗传背景下的变异幅度要大得多, 这可能与两地的气候、所用试材的遗传变幅及种植密度等方面的差异有关。除此之外我们的研究结果还进一步指出, 不同遗传背景的矮败麦与其姊妹散粉株在抽穗期、传粉期上的差值具有很大的变异系数, 选择适宜的遗传背景可以缩小不育株与散粉株在发育进程上的差距, 但选用早熟的轮回亲本并不会缩小该差距。相关分析同时还说明, 矮秆不育株发育进程慢的特点很大程度上被其遗传背景所修饰, 其遗传方式与矮秆基因 *Rht10* 的降秆作用类似, 表现出不完全显性作用。显然降秆作用与推迟发育的作用很可能是一因多效的或非常紧密地连锁遗传的, 而降秆作用与推迟发育的作用在具体的表现程度上并不相关, 说明此二作用虽然总伴随发生, 但具有各自不同的修饰系统或机制。矮败株发育上的推迟很大程度地妨碍了其异交结实。

太谷核不育小麦的最大利用价值在于开展轮回选择以实现小麦的群体改良。但是太谷核不育小麦在开花前如不查看其小花, 则难以辨别育性, 这给在群体中去除劣的散粉株的工作带来了很大的不便; 另一方面是小麦的花粉粒飘浮能力差, 下落快, 传粉距离较近, 不育株易于接受高株的花粉致使后代群体窜高, 同时也不利于实现群体内的随机互交^[6]。矮败麦因为具有矮秆标记在拔节期便可很好地区分植株育性, 可以方便地去除劣的散粉株, 由于不育株很矮, 可以很好地接受包括矮秆散粉株在内的可育株的花粉, 更好地实现群内互交。但矮败麦也同时带来不育株发育推迟的问题, 任其发展则不仅会降低矮败麦的异交结实率, 还会使群体向晚熟方向漂移。这个问题可以通过农艺措施加以解决, 譬如通过隔行晚播或另外晚播父本行都可以较好地解决矮败麦在轮回选择和回交转育中的花期不遇问题, 从而可以扬长避短地利用矮败麦, 收到更好的轮选效果。

参 考 文 献

- 1 邓景扬, 高忠丽. 小麦显性雄性不育基因的发现与利用 - 太谷核不育小麦鉴定总结. 作物学报, 1980(2): 85~ 98
- 2 刘秉华, 杨丽. 矮败小麦的选育及应用前景. 科学通报, 1991(4): 306~ 308
- 3 杨赞林, 甘斌杰, 等. 矮败小麦利用的研究I 开花习性和柱头活力. 安徽农业科学, 1992, 20(4): 302~ 304
- 4 杨赞林, 甘斌杰, 等. 矮败小麦利用的研究II 株高遗传评价. 安徽农业科学, 1994, 22(1): 31~ 35
- 5 张少华, 杨赞林. 矮败小麦利用的研究III 异交结实率. 安徽农业科学, 1995, 23(1): 8~ 10
- 6 孙家柱等. 用混合法进行小麦轮回选择若干问题的刍议. 北京农学院学报, 1993(1): 7~ 10

A Study on Dwarfing Male-Sterile Wheats with Different Genetic Backgrounds

Sun Jiazhu Xue Minsheng Zhang Fusheng Zhu Weiyun Yin Zunyu Bi Shihong

(Crop Research Institute Beijing Municipal Academy of Agriculture and

Forestry Sciences, Beijing 100081)

Abstract “Dwarfing male-sterile wheat” is a dominant genetic male sterile material with the dwarfing marker. The gene *Tal* for male sterility and *Rht10* for dominant dwarfness located on the short arm of chromosome 4D are closely linked. This material if pollinated by non-dwarfing varieties always gives rise to one half dwarf sterile progeny (D. S.) and one half tall fertile progeny (T. F.).

By successive back cross with different male parents for 4 cycles, 120 lines of dwarfing male-sterile wheats with different genetic backgrounds had been obtained. Through analyses on the characteristics of development, the relationship between D. S. plants and their sister T. F. plants, i.e., between the genotypes with *Tal-Rht10* and their corresponding background genotypes without *Tal-Rht10*, could be summarized as follows:

(1) The height of D. S. plants and the height differences between T. F. and D. S. plants were significantly correlated with the height of T. F. plants. The D. S. plants with different genetic backgrounds had a relatively larger variation coefficient in height than that of T. F. plants.

(2) The averages from the whole materials indicated that the heading stage of D. S. plants came 3-4 days later than that of the T. F. plants and the flower stage of D. S. plants was even later. Though all the D. S. plants sprouted spikes later than their sister T. F. plants did, in some extent, the developing rates of D. S. and T. F. plants were significantly correlated. All these indicated that the low developing rate of D. S. plants was of a effect of incomplete dominance.

(3) The dwarfing marker could be used for identifying male sterile and fertile plants before the heading stage and for selecting or eliminating plants in population for recurrent selection. But a later flower stage of D. S. plants might cause low seed rates. In order to achieve random mating among various kinds of materials within a population, the split sowing method for different materials was suggested.

Key words Wheat; Dwarfing male-sterile; Developing rate; Recurrent selection