

矮败小麦 2 种杂交方式后代群体株高遗传特点观察

董普辉, 袁建国*, 冯昕瑶, 王黎明, 韩赞平, 高双成, 袁爱梅

(河南科技大学 农学院, 河南 洛阳 471003)

摘要: 为了在育种过程中有效控制矮败小麦群体的株高, 对矮败小麦混合互交轮选群体和控制授粉后代群体的株高表现进行了分析。结果表明, 2 种杂交方式后代群体中可育株和不育株株高差异明显, 有利于选择利用。混合互交轮选群体应注意扬花前在一定选择强度下及时淘汰不良高秆可育株, 并收获相对较矮的矮秆不育株种子混合成下一轮群体。对轮选群体中分离出的优良矮秆不育株进行控制授粉, 也应优先考虑选择株高相对较矮的优良种质做父本。通过以上措施, 矮败小麦后代群体在株高性状上容易得到较好的控制, 从而提高符合育种目标的优良可育株的出现频率。

关键词: 矮败小麦; 轮回选择; 混合互交; 控制授粉; 株高

中图分类号: S512.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2009)11-0018-04

Genetic Characteristics of Plant Height of Dwarfing-sterile Wheat Populations from Two Hybridizing Methods

DONG Pu-hui, YUAN Jian-guo, FENG Bing-yao, WANG Li-ming

HAN Zan-ping, GAO Shuang-cheng, YUAN Ai-mei

(College of Agronomy, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, China)

Abstract: Dwarfing-sterile wheat (DSW) is an ideal tool for recurrent selection in wheat breeding. In order to control the plant height of DSW populations in wheat breeding efficiently, the plant height performance of DSW populations from two hybridizing methods was analyzed. The results showed that the plant height between fertile plants and sterile plants was very different, and convenient for selection. In mixed intermating recurrent selection population, the unideal tall fertile plants should be removed timely before flowering under specific selection pressure, and the seeds harvested from relative dwarf plants were mixed for the next populations. The superior sterile plants separated from recurrent selection populations should be pollinated by superior dwarf fertile germplasm. In this way, the plant height of DSW populations could be controlled easily, and the frequency of elite fertile plants according with the breeding targets would be increased.

Key words: Dwarfing-sterile wheat; Recurrent selection; Mixed intermating; Controlled pollination; Plant height

株高是影响小麦高产稳产的重要农艺性状之一。降低株高不仅有利于小麦抗倒伏, 还能提高收获指数, 进一步挖掘小麦增产潜力^[1]。矮败小麦是具有矮秆基因标记的太谷核不育小麦, 它结合了太

谷核不育小麦雄性败育彻底和矮变 1 号降秆作用强的特点, 其后代群体总是分离出一半靠异交结实的矮秆不育株和一半靠自交结实的非矮秆可育株, 是开展小麦轮回选择育种和矮化育种的理想工

收稿日期: 2009-06-11

基金项目: 洛阳市科技计划项目(0801045A); 河南科技大学人才科学研究基金项目(09001162)

作者简介: 董普辉(1975-), 男, 陕西户县人, 讲师, 博士, 主要从事小麦遗传育种研究。E-mail: dongpuhui@sina.com

通讯作者: 袁建国(1955-), 男, 河南偃师人, 副教授, 主要从事小麦遗传育种研究。

具^[2~9]。以矮败小麦为基础建立的高效轮回选择育种技术新体系,为我国不同生态区域不同改良目标的小麦育种提供了成熟的技术平台,实现了我国小麦育种技术研究的重大突破^[6~9]。

2006 年从中国农科院作物科学研究所引进矮败小麦轮选群体材料,该群体来自北部冬麦区,田间表现抽穗扬花偏晚。为了利用好矮败小麦基础材料,在其混合互交的同时,以黄淮冬麦区 20 个普通小麦品种(系)为父本,与综合性状优良的矮秆不育株进行了控制授粉杂交。对矮败小麦的混合互交和控制授粉后代群体的株高表现进行了分析,明确 2 种杂交后代群体的株高遗传特点,旨在为育种过程中能够有效控制矮败小麦轮选群体的株高提供参考。

1 材料和方法

1.1 材料

矮败小麦轮选群体(引自中国农科院作物科学研究所);轮选 1 号、金丰 3 号、96(12)、H328、509、96(11)、漯 6066、济麦 19、鲁资 023、周麦 18、新麦 18、新麦 19、陕 225、矮抗 58、偃 4110、邯 6172、郑麦 9023、小偃 22、豫麦 49 号、小偃 503 20 个普通小麦品种(系)。

1.2 方法

试验于 2006—2008 年在河南科技大学试验农场进行。小麦播种行长 2.5m,行距 0.25m,株距 6 7cm,栽培管理同一般大田。

1.2.1 矮败小麦混合互交群体 2006 年 10 月在隔离区播种矮败小麦轮选群体种子,2007 年小麦扬花前拔除性状表现不良的高秆可育株,扬花期自由授粉互交,成熟前调查株高,从花药遗迹的有无及小分蘖的异交结实情况鉴别不育株和可育株,收获优良矮秆不育株,将种子混合形成新一轮群体。2007 年 10 月播种矮败小麦轮选群体种子,2008 年成熟前调查群体株高。对 2 个矮败小麦轮选群体的株高特点进行比较分析。

1.2.2 矮败小麦控制授粉群体 2007 年 4 月以 20 个普通小麦品种(系)为父本,与矮败小麦轮选群体分离出的优良矮秆不育株成对授粉杂交,每个组合杂交 4~5 穗,共获得 25 个 F₁ 代组合。2007 年 10 月按组合播种 F₁,2008 年成熟前分别调查各 F₁ 组合可育群体和不育群体的株高。

2 结果与分析

2.1 混合互交群体的株高分布特点分析

对 2007 年和 2008 年矮败小麦轮选群体内不育株和可育株的株高分布频率分别进行统计(表 1)。由表 1 可见,矮败小麦不育群体和可育群体的株高基本呈正态分布。从株高上很容易区分不育株和可育株,绝大多数可育株株高在 60cm 以上,而绝大多数不育株株高在 60cm 以下,说明矮秆基因 *rhdl0* 具有明显的降秆作用,这为矮败小麦的研究利用提供了很大便利。

表 1 矮败小麦混合互交轮选群体不育株和可育株的株高分布频率 (%)

年份	轮选群体	株高分组(cm)								
		20~29	30~39	40~49	50~59	60~69	70~79	80~89	90~99	≥100
2007	不育	2.4	25.6	56.3	14.6	1.1				
	可育			1.8	3.5	20.4	50.4	20.4	3.5	
2008	不育		2.1	51.6	45.3	1.0				
	可育				1.0	11.4	34.3	37.1	14.3	1.9

由矮败小麦轮选群体的株高分布频率可以看出,经过一轮混合互交,矮败小麦的群体株高明显升高。例如,在可育株群体中,株高 80cm 以上的可育株的频率由 23.9% 上升到 53.3%;而在不育株群体中,株高 50~59cm 的不育株的频率由 14.6% 上升到 45.3%。分析群体株高上升的原因,除环境因素外,主要是由于 2007 年淘汰不良高秆可育株的选择强度偏小,而株高偏高的高秆可育株具有相对的空间传粉优势,增加了高秆基因通过矮秆不育株传递到下一代的机会。因此,利用矮败小麦进行以混合互交为主的轮回选择育种,必须在一定选择强度下

淘汰掉群体内的不良高秆可育株,否则经过几代互交后群体株高将难以控制,继而严重影响到轮回选择育种技术的群体改良效果。

2.2 控制授粉杂交后代群体的株高表现

分别统计 25 个 F₁ 代组合中不育群体、可育群体株高的变幅、平均和变异系数(表 2)。由表 2 中各 F₁ 组合的株高变幅可以看出,所有组合不育株和可育株的株高差异都非常明显,并且没有中间类型。由各 F₁ 组合的矮秆不育群体和非矮秆可育群体的平均株高计算出 *rhdl0* 的降秆强度在 27.8%~48.1%,平均为 39.3%。刘秉华等^[3]以 9 种遗传背

景的矮败小麦近等基因系为材料, 计算出 *rht10* 的降秆强度平均值为 36.8%。

从 F₁ 群体株高的变异系数来看, 在 25 个 F₁ 组合中, 矮秆不育群体大于高秆可育群体的组合占 19 个, 这些 F₁ 组合的不育群体株高的相对变异程度要比可育群体的大, 说明矮秆基因 *rht10* 的降秆强度受到了不育株遗传背景的明显影响。

从 F₁ 代组合可育群体的平均株高和其父本株高可以看出, 父本株高大于 80cm 的 7 个 F₁ 代组合, 它们的可育群体平均株高都超过了 80cm, 而父本株高在 80cm 以下 (含 80cm) 的 18 个 F₁ 代组合中, 有 13 个组合的可育群体平均株高控制在 80cm 以下, 说明将株高较低的含有矮秆基因的材料引入群体对控制群体株高是有利的。

表 2 25 个矮败小麦控制授粉 F₁ 组合群体及其父、母本的株高表现

编号	组合	母本 (cm)	父本 (cm)	不育群体			可育群体		
				变幅 (cm)	均值 (cm)	变异系数 (%)	变幅 (cm)	均值 (cm)	变异系数 (%)
1	TalA-125/ 轮选 1 号	46	83	52~67	62.2	7.2	79~95	86.1	6.0
2	TalA-7/ 金丰 3 号	43	76	44~51	47.6	5.2	65~84	74.2	6.6
3	TalA-25/ 金丰 3 号	40	76	41~55	49.2	9.5	64~77	71.9	5.4
4	TalA-72/ 96(12)	44	74	43~51	46.4	7.3	70~82	74.6	4.8
5	TalA-88/ 96(12)	39	74	40~53	48.7	7.9	71~85	75.9	5.8
6	TalA-60/ H 328	50	68	35~47	42.0	9.2	63~72	68.9	4.5
7	TalA-19/ H 328	38	68	39~53	45.7	9.2	70~90	78.1	7.3
8	TalA-46/ 509	41	80	40~48	44.2	5.2	73~86	79.9	4.8
9	TalA-51/ 509	40	80	43~51	46.2	5.6	67~76	71.6	3.6
10	TalA-3/ 96(11)	50	82	40~50	45.7	7.6	72~97	81.7	9.0
11	TalA-14/ 漯 6066	50	74	45~50	47.5	3.7	70~81	75.3	4.6
12	TalA-42/ 济麦 19	48	94	44~56	51.3	7.7	80~100	88.6	7.6
13	TalA-120/ 鲁资 023	45	91	45~56	50.1	6.9	72~90	80.6	5.9
14	TalA-70/ 周麦 18	45	75	45~55	50.3	5.9	77~88	83.0	4.4
15	TalA-48/ 新麦 19	45	70	44~50	46.8	4.4	76~88	79.8	4.4
16	TalA-16/ 陕 225	46	82	46~56	51.3	2.9	77~88	82.7	3.7
17	TalA-17/ 陕 225	43	82	42~52	46.7	3.3	76~85	81.0	3.2
18	TalA-33/ 矮抗 58	43	65	39~48	43.7	5.9	66~74	70.4	4.1
19	TalA-109/ 豫麦 49 号	38	71	39~53	45.7	4.2	70~90	78.1	3.7
20	TalA-10/ 偃 4110	45	75	39~47	44.8	6.6	78~92	86.3	5.7
21	TalA-106/ 邯 6172	41	85	40~52	47.0	7.1	77~89	81.2	5.2
22	TalA-21/ 郑麦 9023	45	78	46~56	53.0	5.0	75~90	82.4	3.1
23	TalA-31/ 小偃 22	46	75	41~53	47.1	5.3	80~88	84.2	3.3
24	TalA-93/ 小偃 503	40	77	43~51	46.2	5.5	67~76	71.6	3.5
25	TalA-126/ 新麦 18	44	70	40~47	43.9	5.7	75~95	82.7	6.8

2.3 F₁ 代群体平均株高与其父、母本平均株高的相关分析

为了进一步明确 F₁ 代可育群体和不育群体的平均株高与其父、母本株高的关系, 进行了相关分析 (表 3)。

表 3 F₁ 代群体平均株高与其父、母本株高的相关系数

亲本	可育群体	不育群体
父本	0.5106	0.4995
母本	0.2939	0.1497

注: r_{0.05} = 0.4132

由表 3 可见, F₁ 代不育群体和可育群体的平均株高与其父本株高有显著的正相关关系 ($r > r_{0.05}$); 而杂交 F₁ 代不育群体和可育群体平均株高与其母

本株高之间无显著相关关系 ($r < r_{0.05}$)。以上分析表明, 矮败小麦控制授粉 F₁ 代群体的株高受其父本株高的影响较大, 这一结果可以从 F₁ 代组合的遗传组成得到解释, 从单个 F₁ 代组合的遗传组成来看, 其群体内每一单株均有一半基因来自高度杂合的同一矮败不育株, 而另一半基因则是来自基因型纯合的同一父本。至于 F₁ 代群体的株高与其母本株高的相关系数不显著, 可能与选择株高相对较矮的矮秆不育株作母本有关。刘秉华等^[6,8] 认为, 在矮败小麦轮选群体中, 可能有 45cm、55cm 和 65cm 不同高度的矮秆不育株, 前 2 种除含有 *rht10* 矮秆基因外, 还可能含有其他矮秆基因。

在矮败小麦轮选群体中不仅可以分离出综合性

状优良的可育株, 而且还会分离出优良的矮秆不育株, 可以利用相对较矮的矮秆不育株作母本, 按照亲本选配原则, 以株高合适性状互补的小麦优良种质为父本与其进行控制授粉杂交, 产生的杂交后代群体在株高性状上能够得到有效控制, 从而可以提高优良可育株的出现频率。

3 讨论

有效控制群体株高是小麦轮回选择育种成效的关键。小麦的轮回选择可分为以混合互交为主和以控制授粉为主的 2 种轮回选择方法^[6]。利用太谷核不育小麦开展混合互交轮回选择, 由于群体中不育株和可育株的平均高度几乎没有差异, 高秆可育株传粉的几率相比矮秆可育株大得多, 致使群体越来越高, 改良效果不理想。矮败小麦的创制与利用极大地提高了太谷核不育小麦的科学应用价值。矮败小麦轮选群体在起身拔节期就可以区分不育株和可育株, 因而省去了人工鉴别育性的大量劳动, 在小麦扬花前及时淘汰不良高秆可育株, 再通过优良矮秆不育株的选择收获, 可以有效控制群体株高逐渐升高的趋势^[7~9]。

以控制授粉为主的轮回选择育种, 每一轮都是以群体内分离出的优良矮秆不育株作母本, 按照亲本选配原则, 以具有优良性状的纯合或杂合矮秆可育株控制授粉, 在群体株高上要比混合互交轮回选择容易控制, 由于每一轮都有新种质引入, 不会导致遗传背景的狭窄和基因资源的贫乏。本课题组自 1991 年以太谷核不育小麦作为遗传改良的技术平台, 对育种基础群体实施控制授粉, 择优交配, 不断扩大基础群体的基因库和输入新的遗传信息, 经过多年的聚合杂交和重组选择, 合成了能够较大幅度聚集育种目标基因的基础群体。1998 年从轮选群体中选择优良可育株, 采用改良系谱法经 5 年连续定向选择, 2003 年育成具有高产稳产优质, 综合抗性强等诸多优良性状的小麦品种金丰 3 号, 在 2005 年通过河南省审定^[1]。利用太谷核不育小麦进行以控制授粉为主的轮回选择, 在不育株授粉杂交和可育株收获过程中鉴别单株育性的工作量非常大。自 2006 年引入矮败小麦以来, 已经进行了 2 轮控制授

粉杂交, 大大减轻了太谷核不育轮选群体鉴别不育株和可育株的工作, 显现出了矮败小麦的最大优点^[11~15]。在以后的小麦育种中, 将逐步转向以利用矮败小麦轮回选择技术为主。

参考文献:

- [1] 庄巧生. 中国小麦品种改良及系谱分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [2] 刘秉华, 杨丽. 矮败小麦的选育及利用前景[J]. 科学通报, 1991, 36(4): 306—308.
- [3] 刘秉华, 王山荭, 杨丽, 等. 不同遗传背景矮败小麦的性状表现[J]. 作物学报, 2001, 27(2): 207—211.
- [4] 甘斌杰, 杨赞林, 张少华. 矮败小麦回交群体若干重要性状的相关分析[J]. 麦类作物学报, 2001, 21(4): 18—21.
- [5] 陈桥生, 张道荣, 周芳菊, 等. 利用矮败小麦进行聚类轮回选择的研究[J]. 农业科技通讯, 2008(7): 126—128.
- [6] 刘秉华, 杨丽. 矮败小麦及其在矮化育种中的应用[J]. 中国农业科学, 1994, 27(5): 17—21.
- [7] 杨丽, 王山荭, 刘秉华. 利用矮败小麦建立高效育种技术新体系[J]. 中国农业科技导报, 2004, 6(5): 8—10.
- [8] 刘秉华, 杨丽, 王山荭, 等. 矮败小麦群体改良的方法与技术[J]. 作物学报, 2002, 28(1): 69—71.
- [9] 邓志英, 田纪春, 王延训, 等. 利用矮败小麦材料选育超级小麦品种[J]. 山东农业科学, 2006(3): 28—30.
- [10] 袁建国, 韩赞平, 袁爱梅, 等. 小麦新品种“金丰 3 号”的选育及栽培要点[J]. 河南农业科学, 2007(7): 34—36.
- [11] 孙家柱, 薛民生, 张福胜, 等. 不同遗传背景矮败麦发育的几个特点[J]. 华北农学报, 1997, 12(4): 29—33.
- [12] 刘秉华, 杨丽, 王山荭. 矮败小麦及应用途径分析[J]. 华北农学报, 1994, 9(1): 12—17.
- [13] 杨春玲, 郭瑞林, 关立, 等. 我国小麦杂种优势利用现状及存在的问题[J]. 河南农业科学, 2002(9): 15—16.
- [14] 吴政卿, 冯玉玲. 大谷核不育小麦育种上的应用与前景[J]. 河南农业科学, 1994(2): 12—15.
- [15] 王振兴. 皖北地区优质高产小麦栽培技术[J]. 现代农业科技, 2008(3): 162.