

春小麦新种质陇矮 1 号矮秆性状的遗传研究

杨文雄^{1,2}, 介晓磊², 张怀刚³

(1. 甘肃省农业科学院粮食作物研究所, 兰州 730070; 2 国家小麦工程技术研究中心, 河南郑州 450002;

3 中国科学院西北高原生物研究所, 青海西宁 810001)

摘要: 为了深入了解春小麦新创种质陇矮 1 号的矮秆性遗传规律, 2000~ 2001 年对“陇矮 1 号”的矮秆遗传特性进行了较为系统的研究。从“陇矮 1 号”分别与三个高秆亲本“老芒麦”、“和尚头”和“高原 602”的杂种 F₁ 代株高表现可知, 其 F₁ 代株高介于高亲值与中亲值之间, 且 D 为负值, 说明“陇矮 1 号”的矮秆特性受隐性矮秆基因控制。“陇矮 1 号”与“老芒麦”、“和尚头”和“高原 602”的 F₂ 代株高分离表明, “陇矮 1 号”的矮秆特性受 2 对或 2 对以上隐性基因控制。此外, 超亲分离表明“陇矮 1 号”的矮秆特性还受到一些微效基因的影响。对各组合回交世代 BC₁ 和 BC₂ 株高分离结果进行 χ^2 测验, BC₁ 的矮秆株数与半矮秆株数之比为 3:1, 而 BC₂ 的半矮秆株数与高秆株数之比为 1:3。因此, 推断“陇矮 1 号”的矮秆特性受 2 对主效隐性矮秆基因控制。

关键词: 春小麦; 新种质; 矮秆特性; 株高分级标准; 隐性矮秆基因

中图分类号: S 512.1; S 332.7

文献标识码: A

文章编号: 1009-1041(2003)02-0011-03

Genetic Rule of Dwarf Character of New Wheat Germplasm Long'ai 1

YANG Wen-xiong^{1,2}, JIE Xiao-lei², ZHANG Hua-gang³

(1. Grain Crop Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Science, Lanzhou, 730070, China;

2 The National Engineering Research Centre for Wheat, Zhengzhou, Henan 450002, China;

3 Northwest Plateau Institute of Biology, The Chinese Academy of Science, Xining, Qinghai 810001, China)

Abstract: In order to study the genetic rule of new wheat germplasm Long'ai 1 which was created by Gansu Academy of Agricultural Science, Long'ai 1 was hybridized with taller parent Laomangmai, Heshangtou and Plateau 602, respectively. The results showed that the plant height of F₁ generation were between the average of parents and the taller parent, and all the D values were negative. It indicated that the plant height of Long'ai 1 was controlled by recessive genes. The segregation proportion of F₂ generation plant height showed that Long'ai 1 had at least two recessive genes for plant height. It could also be found from the F₂ that Long'ai 1 had some minor genes affecting its plant height. The segregation of plant height in BC₁ and BC₂ showed that Long'ai 1 had two recessive dwarf genes.

Key words: Spring wheat; New germplasm; Dwarf inheritance; Height-criterion; Recessive dwarf genes

在生产实践中, 性状遗传研究对于作物品种选育起着直接的指导作用。随着小麦高产育种工作的不断深入, 矮秆性状遗传研究和矮化育种日益受到各国科学家的重视。目前, 国内外对已广泛应用矮源的遗传特性和矮源对小麦主要农艺性状的影响等进行了比较深入的研究^[1~6], 为育种工作提供了有力的理论指导。为了将新创春小麦新种质“陇矮 1 号”更有效地应用于育种实践, 我们于 2000~ 2001 年利用遗传分析对“陇矮 1 号”的矮秆遗传特性进行了较为系统的研究。

1 材料与方法

本研究选用的矮秆材料“陇矮 1 号”, 株高 56 cm, 系甘肃省农科院粮食作物研究所用普通小麦“陇春 15 号”和硬粒小麦“Moxicali 75”(Triticum durum Desf., 来自 CMM YT) 进行种间杂交, 再以陇春 15 号作轮回亲本, 经连续 4 代回交选育而成, 具有矮秆、大穗、中早熟等特点; 选用的 3 个高秆亲本材料是“老芒麦”(株高 137 cm)、“和尚头”(株高 133 cm)和“高原 602”(株高 108 cm)。“老芒麦”和“和尚头”系甘肃春麦区栽培历史悠久的著名地方品种^[7], “高原 602”系中国科学院西北高原生物研究所选育的广适、抗病、丰产春小麦品种^[8]。

* 收稿日期: 2002-11-14

修回日期: 2003-02-15

基金项目: 甘肃省自然科学基金项目(ZS991-A 21-042-N)。

作者简介: 杨文雄(1964-), 男, 副研究员, 在读博士生, 主要从事春小麦遗传育种研究。

1.2 方法

2000 年 5 月用“陇矮 1 号”作母本, 分别与“老芒麦”、“和尚头”和“高原 602”杂交, 2001 年 3 月将 P₁ (矮亲)、P₂ (高亲) 和 F₁ 种植于甘肃省农科院粮食作物研究所春小麦育种试验地, 并用 F₁ 分别与 P₁、P₂ 回交。2001 年 9 月将 P₁、P₂、F₁、F₂ 和 BC₁ (矮亲/高亲//矮亲)、BC₂ (矮亲/高亲//高亲) 单粒点播于云南省元谋县农场, 行长 1.2 m, 行距 20 cm, 株距 2 cm, P₁、P₂、F₁ 各播 2 行, BC₁、BC₂ 各播 4 行, F₂ 各播 20 行。成熟期在田间进行株高调查。对 BC₁、BC₂ 株高分离比例进行 χ^2 测验^[9]。

株高分级标准为超矮秆: 株高小于矮亲值; 矮秆: 株高介于矮亲值与 (矮亲+ 中亲值)/2 之间; 半矮秆: 株高介于 (矮亲+ 中亲值)/2 与中亲值之间; 中高秆: 株高介于中亲值与 (中亲值+ 高亲值)/2 之间; 高秆: 株高介于 (中亲值+ 高亲值)/2 与高亲值之间; 超高秆: 株高大于高亲值。

2 结果与分析

2.1 杂种 F₁ 的株高表现

将“陇矮 1 号”与“老芒麦”、“和尚头”和“高原 602”的杂种 F₁ 株高表现列于表 1。从表 1 可以看出, “陇矮 1 号”与三个高亲的 F₁ 株高在高亲值与中亲值之间, 且 D 为负值。这表明, “陇矮 1 号”的矮秆特性是受隐性矮秆基因控制的。这是因为, 若控制“陇矮 1 号”矮秆特性的基因为显性或部分显性, 从理论上讲, 其 F₁ 株高应介于矮亲值与中亲值之间。

表 1 F₁、P₁ 和 P₂ 的株高表现
Table 1 Comparison of plant height among F₁ and the two parents (cm)

杂交组合 Cross	矮亲 Dwarf parent (P ₁)	高亲 Tall parent (P ₂)	F ₁	中亲值 MP	显性度 D
陇矮 1 号/老芒麦 Long'ai 1 / L'aomangmai	56	137	101.4	96.5	- 0.12
陇矮 1 号/和尚头 Long'ai 1 / Heshangtou	56	133	99.6	94.5	- 0.13
陇矮 1 号/高原 602 Long'ai 1 / Plateau 602	56	108	91.3	82	- 0.38

注: 中亲值 MP = (P₁ + P₂)/2; 显性度 D = (F₁ - MP) / [(P₁ - P₂)/2]。
Note: Mid-parent height = (P₁ + P₂)/2; Dominance degree = (F₁ - MP) / [(P₁ - P₂)/2]。

2.2 杂种 F₂ 的株高表现

“陇矮 1 号”与“老芒麦”、“和尚头”和“高原 602”的杂种 F₂ 代的株高表现列于表 2。在“陇矮 1 号”与“老芒麦”的杂种 F₂ 分离群体中, 矮秆株数与高秆株数的比例为 36 : 64, 在“陇矮 1 号”与“和尚头”的杂种 F₂ 分离群体中, 矮秆株数与高秆株数的比例为 43 : 57, 在“陇矮 1 号”与“高原 602”的杂种 F₂ 分离群体中, 矮秆株数与高秆株数的比例为 34 : 66。在这 3 个杂种 F₂ 分离群体中, 矮秆株数与高秆株数之比明显偏离 1 : 3 的分离比例。这说明“陇矮 1 号”矮秆特性并非一对矮秆基因控制, 而是至少受 2 对或 2 对以上隐性矮秆基因控制。同时, 超亲分离表明, “陇矮 1 号”还受到一些微效基因的影响。

表 2 陇矮 1 号与 3 个高秆亲本 F₂ 代株高的分离
Table 2 Segregation of plant height in F₂ of Long'ai with three taller parents

杂交组合 Cross	F ₂ 株高分离 Segregation of plant height in F ₂						矮株数 高株数 Dwarf tall	
	超矮秆 Super-dwarf	矮秆 Dwarf	半矮秆 Semi-dwarf	中高秆 Semi-tall	高秆 Tall	超高秆 Super-tall		
陇矮 1 号/老芒麦 Long'ai 1 / L'aomangmai	株高 (cm) Plant height	< 56.0	56.1~76.3	76.4~96.5	96.6~116.8	116.9~137.0	> 137.0	36 : 64
	百分比 (%) Percent	8	11	17	26	25	13	
陇矮 1 号/和尚头 Long'ai 1 / Heshangtou	株高 (cm) Plant height	56.0	56.1~75.3	75.4~95.5	94.6~113.8	113.9~133.0	> 133.0	43 : 57
	百分比 (%) Percent	13	19	11	23	20	14	
陇矮 1 号/高原 602 Long'ai 1 / Plateau 602	株高 (cm) Plant height	56.0	56.1~69.0	69.1~82.0	82.1~95.0	95.1~108.0	> 108.0	34 : 66
	百分比 (%) Percent	11	8	15	10	16	40	

2.3 回交世代的株高变异

各组合回交世代的株高列于表 3、4。在 3 个 BC₁ 组合中, 矮秆株数与半矮秆株数之比都约为 3 : 1; 在 3 个 BC₂ 组合中, 半矮秆株数与高秆株数之比也都约为 1 : 3。经 χ^2 测验, 其比例都符合 3 : 1 或 1 : 3 的分离比。

例。因此,推断“陇矮 1 号”受 2 对主效隐性矮秆基因控制。

表 3 BC₁ 的株高分离
Table 3 Segregation of plant height in BC₁

杂交组合 Cross	株高 Plant height (cm)	矮株数 Dwarf number	半矮株数 Semi-dwarf number	高株数 Tall number	总株数 Total	分离比例 Rate
(陇矮 1 号/老芒麦)/陇矮 1 号 (Long'ai 1/Laomangmai)/Long'ai 1	74.4	58	21	-	79	3:1
(陇矮 1 号/和尚头)/陇矮 1 号 (Long'ai 1/Heshangtou)/Heshangtou	73.8	60	19	-	79	3:1
(陇矮 1 号/高原 602)/陇矮 1 号 (Long'ai 1/Plateau 602)/Plateau 602	68.4	52	18	-	70	3:1

表 4 BC₂ 的株高分离
Table 4 Segregation of plant height in BC₂

杂交组合 Cross	株高 Plant height (cm)	矮株数 Dwarf number	半矮株数 Semi-dwarf number	高株数 Tall number	总株数 Total	分离比例 Rate
(陇矮 1 号/老芒麦)/老芒麦 (Long'ai 1/Laomangmai)/Laomangmai	124.4	-	18	58	76	1:3
(陇矮 1 号/和尚头)/和尚头 (Long'ai 1/Heshangtou)/Heshangtou	118.2	-	19	52	71	1:3
(陇矮 1 号/高原 602)/高原 602 (Long'ai 1/Plateau 602)/Plateau 602	98.2	-	23	66	89	1:3

3 讨论

利用杂交 F₁、F₂ 以及回交世代的株高变异进行矮秆基因的遗传分析,是小麦矮秆性遗传研究中最常用、最成熟的方法之一。但由于小麦矮秆性遗传是一个受多因素影响的过程,选用不同遗传背景的高亲及采用不同的株高分级标准往往会得出不同的结论。例如,在对西安市农科所选育的天然突变系“矮变 1 号”的矮秆性遗传分析中,由于各自选用不同遗传背景的高亲及采用不同的株高分级标准,因而得出了不同的结论^[5]。用常规方法对株高进行遗传分析时,如何确定株高分级标准,往往直接影响分析的准确性。一般而言,人们把株高 75~100 cm 划分为半矮秆,低于 75 cm 则为矮秆,高于 100 cm 则为高秆。但在遗传分析中,由于矮亲的矮化程度、高亲的植株高度等各不相同,其杂交后代株高分离差异也很大。如果以绝对高度进行高、矮秆划分,势必造成人为偏差,但如果在群体两极之间进行分区划分,则可代表亲本杂交后代的基因型效应。“陇矮 1 号”是利用普通小麦与硬粒小麦种间杂交并经多代回交选育而成的一个新种质,其遗传研究尚是一个空白。因此,笔者在选择高亲时,尽量使遗传背景复杂化,使各亲本所含矮秆基因具有遗传多样性;在确定株高分级标准时,不是以株高绝对值作为衡量标准,而是将株高按不同亲本划分为 6 个层次,对不同杂交组合,采用相同的分级标准,尽可能减少了人为误差。

“陇矮 1 号”所含矮秆基因是否来自已有的矮源,尚难定论。因为在“陇矮 1 号”的选育过程中,未有任何与其它矮源接触的信息,所以不可能与其它矮源发生天然杂交。唯一可能的是,硬粒小麦“Mexicali 75”来自 CMMYT,而 CMMYT 在品种选育过程中广泛应用各种矮源,因而不能排除“陇矮 1 号”所含矮秆基因来自其它矮源的可能性。再者,自然突变是产生新矮秆基因的重要途径之一,在已定名地 21 个矮秆基因中,Rht₁、Rht₂、Rht₃、Rht₄、Rht₅、Rht₆、Rht₇、Rht₈、Rht₉、Rht₁₀、Rht₂₁均来自于自然突变^[10]。“陇矮 1 号”是一个普硬种间杂交后代,因而其所含矮秆基因也有可能来自于自然突变。

参考文献

- [1] Gotoh T. Semi-dwarf Norin 10 wheat and its Contribution to the process of wheat breeding[J]. Gamma Field symp., 1977, 16: 85—100
- [2] Nelson W, H J Dubin, S Rajaram. Norin10 dwarfing genes present in lines used in the CMMYT bread wheat breeding program[J]. Cereal Res Comm., 1980, 8: 573—574
- [3] Norihiro Izumi S, Sawada, T Sasakuma. A dominant gene of dwarfism located on chromosome 4D in *Triticum aestivum*, cv. “Arbian 1” [J]. Wheat Information Service, 1981, 53: 21—24
- [4] 王山荪, 孟凡华, 杨 丽, 等. 矮秆基因对不同小麦不同农艺性状的影响[J]. 麦类作物学报, 2001, 21(4): 5—9
- [5] 陆维忠. 小麦“矮变 1 号”的矮秆性遗传研究[J]. 作物学报, 1985, 11(1): 39—45
- [6] 阮仁武, 傅大雄, 戴秀梅. 小麦显性矮源对主要农艺性状的影响[J]. 麦类作物学报, 2002, 22(2): 33—37
- [7] 杨文雄, 张天虎. 西北地区春小麦生产和育种回顾与育种策略[J]. 农业现代化研究, 1999, (增刊): 123—125
- [8] 赵绪兰, 陈集贤. 丰产抗旱春小麦“高原 602”研究[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1995, 1—43
- [9] 莫惠栋. 农业试验统计[M]. 上海: 上海科技出版社, 1984
- [10] 杨文雄. 小麦 Rht 基因研究进展[J]. 西北农业学报, 2000, 9(6): 74—78