

# 直接导入农林10号矮秆基因于八倍体小黑麦的研究\*

程治军

(中国农业科学院作物育种栽培研究所, 北京, 100081)

**摘要** 用杂交、回交方法, 将农林10号的矮秆基因导入八倍体小黑麦 Y1139F<sub>7</sub> 中。和预期的一样, 在不涉及 R 组染色体重组的情况下, 导入后的八倍体小黑麦种子饱满度并未下降, 还略有提高。这是利用直接导入法导入普通小麦有利基因于八倍体小黑麦的第一个实例, 为“未经改良的 R 组染色体对八倍体小黑麦的种子饱满度有干扰作用”提供了间接的证据。

**关键词** 八倍体小黑麦; 普通小麦; 矮秆基因; 株高; 饱满度

70年代, 从事小黑麦品系间杂交时发现, 一旦用原始品系作杂交亲本, 后代的结实率和饱满度就会下降。鲍文奎、严育瑞<sup>[2,3]</sup>据此推测, 可能由于在合成原始品系时, 引入了未经改良的 R 染色体组, 形成了干扰。此后, 他们迅速减少(到80年代完全停止)使用原始品系作杂交亲本, 并建立了对黑麦隔离的八倍体小黑麦育种群体。事实证明, 这对结实率和种子饱满度的改进十分有效<sup>[4]</sup>。在需要引入普通小麦有利基因时, 为了避免 R 染色体组的干扰, 鲍文奎<sup>[3]</sup>提出不再用合成双二倍体的办法, 而代之以八倍体小黑麦优系和普通小麦杂交, 再经 1~2 次回交的方法, 直接导入普通小麦的有利基因。

由于排除了新引入的 R 组染色体的干扰, 导入后所得的八倍体小黑麦选系的种子饱满度应该能维持在所用的八倍体小黑麦轮回亲本的水平上。根据这个推理, 我们结合八倍体小黑麦选育半矮秆品种的育种目标, 采用杂交、回交直接导入法, 导入在普通小麦的矮化育种中广为利用的农林10号矮秆基因<sup>[1,4]</sup>, 以研究导入矮秆基因后种子饱满度的变化。

## 1 材料与方法

选用八倍体小黑麦高代选系 Y1139F<sub>7</sub> (1991年株高为 110.6 cm, 饱满度 3 级) 为母本和普通小麦品种农林10号 (1991年株高 61.6 cm, 饱满度 1.5~2 级) 杂交, 再用 F<sub>1</sub> 作母本和 Y1139F<sub>7</sub> 回交, 回交后代种子连续自交。根据株高、抗白粉病、赤霉酸反应、根尖染色体数和(或)花粉母细胞(PMC)染色体数进行遗传评估和个体选择。

赤霉酸反应采用: a. 种子经催芽、取根尖后移入盛有蛭石的瓷盘里, 加入 20 mg/L 的 GA 溶液至饱和, 保持湿润; b. 导入矮秆基因后, 为了更明显地鉴别苗期对 GA 不敏感性, 将刚

\* 国家自然科学基金资助项目和作者博士论文部分内容, 在试验和写作过程中得到鲍文奎先生指导, 谨此致谢。

收稿日期: 1995-04-20, 终审完毕日期: 1995-11-07

成熟的种子用 0.7% 双氧水溶液处理 20 小时, 流水冲洗两小时后催芽, 取根尖, 再移入盛有蛭石的瓷盘里, 加 50 mg/L 的 GA 溶液至饱和, 保持水分, 将处理和对照(蒸馏水)的材料置于 25℃、黑暗条件下生长, 7 天后测量苗高, 进行 t 测验。

饱满度从优至劣, 采用目测分 1~5 级, 对于不能准确归于哪一级的种子取中间值。

## 2 结果与分析

用七倍体杂种一代作母本, 去雄 364 朵小花, 共获得 23 个有胚乳的回交种子。9 月下旬播于大田, 待分蘖苗通过春化阶段后, 于 12 月中旬移入温室。由于  $BC_1F_1$  (相对于以七倍体杂种作父本的  $BC_1F_1$  而言) 回交种子的胚乳发育差<sup>[1]</sup>, 到成熟时仅存活 7 株。其中, 一株未结籽, 一株过矮, 被淘汰; 保留的 5 株正常, 株高在 75~104 cm。1992 年大田种成株行, 成为  $BC_1F_2$ 。在花粉母细胞减数分裂期, 每株都固定幼穗, 观察 PMC 减数分裂染色体数。灌浆期仔细记载田间白粉病发病情况。收获后室内考种。根据 PMC 染色体数多少、白粉病抗性、是否含有矮秆基因而决定株行的取舍。

表 1  $BC_1F_2$  株行 W92201 的株高和饱满度(1993 年)

Table 1 Plant height and kernel plumpness of  $BC_1F_2$  line W92201 in 1993

株号 Pl. No.	株高 Plant height (cm)	饱满度(级) Grain plumpness (scale 1~5)	PMC 染色体数 No. of chromo- somes in PMC
W92201-1	68.0	4	—
-2	63.0	4	54
-3	64.0	4	54
4	87.0	3.8	—
-5	79.0	3.5	55
-6	80.0	3.5	54
-7	87.0	3.5	—
-8	91.5	2.5	—
-9	95.0	2.5	56
-10	82.5	3.5	—
-11	104.0	2.5	—
-12	92.5	3	—
平均 Mean	82.8	3.4	
小黑麦 Y1139F <sub>7</sub> (平均) Triticale Y1139F <sub>7</sub> (Mean)	87.0	3.0	

表 1 表明, 中选株行 W92201 PMC 染色体数多在 54 以上, 对白粉病免疫, 株高变幅为 41 cm (104~63 cm), 有 3 株的株高在 70 cm 以下。因此, 初步推测该行含有矮秆基因。3 个矮株, 2 株的染色体数是 54, 一株不清楚, 虽然他们的饱满度都为 4 级, 由于不能排除不完整的 R 染色体组的影响, 无法据此判断饱满度降低的原因。9 号植株的染色体数 56, 它的株高 95.0 cm, 高于平均值(82.8 cm)。为了确定它是否为含杂合矮秆基因的植株, 我们用赤霉酸(方法 a, 见材料与方法)处理收获的种子, 结果表明, 幼苗高度和第一叶鞘长度都有分离, 既有对 GA 敏感的幼苗, 也有对 GA 不敏感幼苗(图版 I-1), 因此, 该株含有杂合矮秆基因。

1993 年秋播下去成  $BC_1F_2$ , 系统编号为 W92201-9。共播种 30 粒, 冬前全部出苗, 成熟时收获 16 株(成株少主要是由于 1993 年冬的冻害造成的, 亲本 Y1139F<sub>7</sub> 也冻害严重)。所有 16 株的株高和饱满度列于表 2, 平均株高为 76.5 cm, 较对照小黑麦 Y1139F<sub>7</sub> 低 10.7 cm (87.2~76.5 cm, 图版 I-2)。16 个单株中有 15 株的饱满度都在 3 级以上, 其中有 3 株的饱满度在 2.5 级以上, 和对照小黑麦相比, 证实了导入矮秆基因的材料其饱满度维持在所用八

倍体小黑麦亲本水平上, 甚至略有些提高。W92201-9-7 的植株饱满度最好, 达到 2 级(图版 1-3), 经催芽、取根尖, 再用 GA(方法 b, 见材料与方法)处理, 它的根尖染色体数是 56(图版 1-4), 对赤霉酸不敏感(图版 1-5), 证实了农林 10 号的 Rht1 和(或) Rht2 矮秆基因已经导入了小黑麦 Y1139F<sub>7</sub>。

### 3 讨论

从理论上说, 整个导入过程中, 仅 A、B、D 染色体组的遗传物质发生了重组。在避免了 R 组染色体干扰的情况下, 通过杂交、回交方法直接将农林 10 号的矮秆基因导入八倍体小黑麦 Y1139F<sub>7</sub> 后, 和预期的一样, 后代的饱满度维持在亲本的八倍体小黑麦水平上, 甚至还略有提高, 间接地支持了未经改良的 R 染色体对八倍体小黑麦种子饱满度有干扰作用的推

论。利用直接导入法使我们能够从育种的角度, 利用普通小麦丰富的遗传资源, 直接改良八倍体小黑麦。就实验本身而言, 下面几个问题仍需继续探索。

(1) 导入矮秆基因后, 种子饱满度在原有水平上略有提高。这略有提高的部分, 可能就是小麦 A、B、D 染色体组上修饰基因的作用造成的, 能否利用这种修饰作用来实现八倍体小黑麦饱满度的进一步提高, 还不得而知。所用的小麦矮源农林 10 号, 成熟晚, 籽粒小, 与推广品种相比, 饱满度略差。若能选用不同遗传背景、饱满度更好的半矮秆小麦推广品种作亲本, 在导入有利基因时, 有意识地对种子饱满度进行选择, 就可以对这种修饰作用及其利用价值作出评价。

(2) 所用的八倍体小黑麦的种子饱满度在 3 级, 而对一些饱满度更好(如 2 级, 甚至于 1.5 级)的小黑麦选系, 在导入普通小麦有利基因时, 是否仍能维持住原有的饱满度水平。如果能维持住, 就会使八倍体小黑麦的改良, 在饱满度最好的选系基础上进行。通过以上两个问题的研究, 有助于我们理解八倍体小黑麦饱满度问题的实质。

(3) 被导入的农林 10 号矮秆基因是 Rht1 或 Rht2 抑或是 Rht1 + Rht2, 矮秆基因对农艺性状的影响, 都必须在以后的研究中逐步加以阐明。

(4) 在回交过程中, R 染色体数经历了由少到多的变化, 最后总染色体数回到 56 的水平, 所获得的染色体数 56 的 BC<sub>1</sub>F<sub>2</sub>, 是否具有和回交亲本一样的 7 个完整的 R 染色体, 它后代的遗传性是否稳定, 后代的 R 染色体是否再发生丢失, 尚有待进一步的观察。

表 2 BC<sub>1</sub>F<sub>3</sub> 株行 W92201-9 的株高和饱满度(1994 年)

Table 2 Plant height and kernel plumpness of BC<sub>1</sub>F<sub>3</sub> line W92201-9 in 1994

株号 Pl. No.	株高 Plant height (cm)	饱满度(级) Grain plumpness (scale 1~5)
W92201-9-1	68.0	3
-2	73.0	2.8
-3	72.0	3
-4	72.5	2.8
-5	73.0	2.8
-6	73.5	2.5
-7	72.0	2
-8	74.5	3
-9	67.0	3.5
-10	77.0	2.8
-11	77.0	3
-12	83.0	3
-13	83.0	2.8
-14	86.0	2.5
-15	84.0	3
-16	85.0	3
平均 (X±S) Mean	76.5±6.4	2.8±0.3
小黑麦 Y1139F <sub>7</sub> (X±S)	87.2±2.7	3.0±0.4
Triticale Y1139F <sub>7</sub>		

## 参 考 文 献

- 1 程治军, 1994. 小麦矮秆基因 Rht1, Rht2, Rht3, Rht10 导入八倍体小黑麦及导入后矮秆基因对种子饱满度的影响, 中国农科院研究生院博士学位论文.
- 2 鲍文奎, 1981. 八倍体小黑麦育种与栽培, 贵州人民出版社, 贵阳, 22~76.
- 3 Bao, W. K. . 1985. Eucarpia meeting, Clermont Ferrend(France), 2~5 July 1984, —INRA, Paris, pp. 121~124.
- 4 Bao, W. K. . Yan, Y. R. . 1993. Biology, 3. 55~76.
- 5 Gale, M. D. . S. Youssefian, 1985. Progress in plant breeding, 1~35.

## Introducing Dwarfing Gene Rht1 or/and Rht2 of Norin 10 Common Wheat into Octoploid Triticale by Direct Crossing

Cheng Zhijun

(*Institute of Crop Breeding and Cultivation, CAAS, Beijing 100081*)

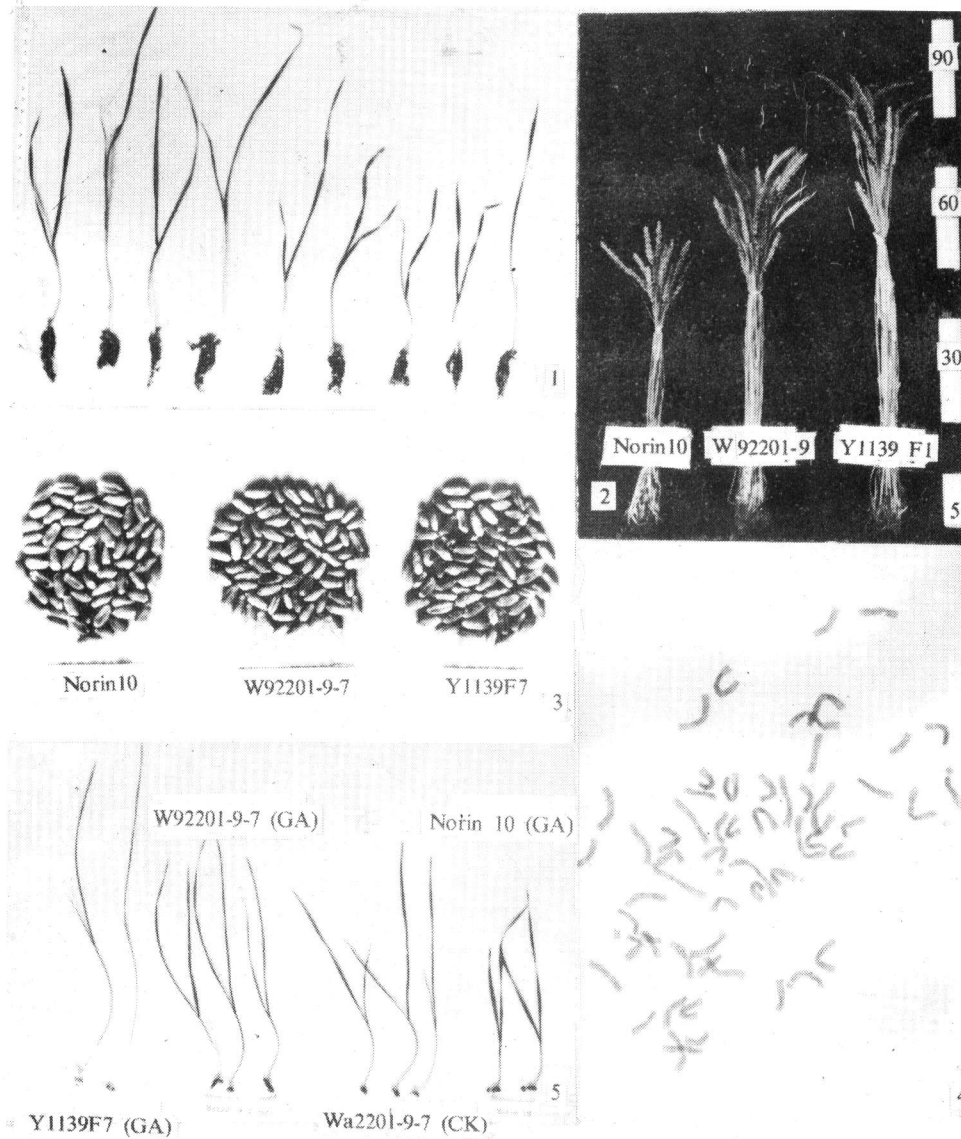
**Abstract** The dwarfing gene Rht1 or/and Rht2 in the common wheat cultivar Norin 10 was introduced into the advanced line of octoploid triticale Y1139F<sub>7</sub> by direct crossing and back-crossing. As expected, the grain plumpness of newly selected triticale plants with dwarfing gene was better than that of the parental triticale line Y1139F<sub>7</sub> by half grade on average. This provides an indirect evidence of the detrimental effect of raw R genome on the grain plumpness of octoploid triticale as shown in the primary strains.

**Key words** Octoploid triticale; Common wheat; Dwarfing gene; Plant height; Grain plumpness

程治军：直接导入农林 10 号矮秆基因于八倍体小黑麦

Cheng Zhijun: Introducing Dwarfing Gene Rht1 or/and Rht2 of Norin 10 Common Wheat into Octoploid Triticale by Direct Crossing

Plate I



图版说明

1. W92201-9 对赤霉素(GA)的反应有分离; 2. W92201-9 株行中分离出的矮株; 3. W92201-9-7 和对照农林 10 号、Y1139F<sub>7</sub> 的饱满度; 4. W92201-9-7 的染色体数(2n=56); 5. W92201-9-7 对 GA 处理不敏感

Explanation of Plates

1. Segregation of seedling height of W92201-9 treated with GA solution. 2. A short-straw plant segregating from line W92201-9. 3. Comparison of grain plumpness among the selected plant W92201-9-7, Norin 10(wheat), and Y1139F<sub>7</sub>(triticale). 4. Chromosome number of W92201-9-7(2n=56). 5. Insensitivity of W92201 9-7 seedling to GA treatment.