

# 一种小麦蓝粒标记单体代换系 4E(6B)的创制

田增荣,朱建峰,杨群慧,陈春环,吉万全

(西北农林科技大学农学院,陕西杨凌 712100)

**摘要:** 为探索利用长穗偃麦草 4E 染色体代换方法快速创制具有蓝粒标记性状的小麦单体系统,本试验以中国春 6B 单体和小麦—长穗偃麦草 4E 二体异附加系为材料,通过杂交、回交结合染色体鉴定等方法培育出具有蓝粒标记的小麦单体代换系 4E(6B)。该蓝粒标记小麦单体代换系籽粒为浅蓝色,能够正常生长结实,其自交后代可分离出 27.8% 的深蓝籽粒小麦 4E(6B)二体代换系、66.7% 的浅蓝籽粒小麦 4E(6B)单体代换系和 5.5% 的白粒小麦 6B 缺体,表明长穗偃麦草 4E 染色体对小麦 6B 染色体的缺失具有一定的补偿功能。

**关键词:** 小麦; 蓝粒; 单体代换系

**中图分类号:** S512.1; S336

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1009-1041(2010)05-0820-04

## Development of a Blue-grained Wheat 4E(6B) Monosomic Substitution Line

TIAN Zeng-rong, ZHU Jian-feng, YANG Qun-hui, CHEN Chun-huan, JI Wan-quan

(Agronomy College, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** To establish a shortcut method of developing blue-grained wheat monosomic system, a blue-grained wheat 4E(6B) monosomic substitution line was developed from the hybrid of Chinese Spring monosomic 6B and *Triticum aestivum*-*Agropyron elongatum* 4E addition line. This blue-grained wheat 4E(6B) monosomic substitution line was growing normally and fertility. Three types of seeds were separated from the selfing offspring of 4E(6B) monosomic substitution line. Deep blue-grained, accounting for 27.8%, was 4E(6B) disomic substitution line. Light blue-grained, accounting for 66.7%, was 4E(6B) monosomic substitution line. White grain, accounting for 5.5%, is nullisomic 6B. The results indicated that chromosome 4E from *Agropyron elongatum* could compensate the effect of chromosome 6B absence partly. This study offered a better way to develop blue-grained monosomic system in wheat.

**Key words:** Wheat; Blue-grained; Monosomic substitution line

Sears 1954 年创制的中国春小麦单体系统为利用染色体定向操作方法导入外源基因改良小麦提供了基本工具材料<sup>[1]</sup>。大量实践证明,基于小麦单、缺体等工具材料利用发展起来的一系列技术不仅在小麦重要农艺性状遗传分析、基因定位等基础理论研究方面发挥了重要作用,而且已成为小麦远缘杂交、染色体工程及常规杂交育种等研究领域的基本方法<sup>[2-3]</sup>。世界各国目前已育成

近百套普通小麦单体系统<sup>[4-5]</sup>,但由于小麦单体系统本身的遗传不稳定,对其保存和利用均需进行大量的细胞学鉴定工作<sup>[4,6-8]</sup>,这已成为相关技术发展及普及应用的重要限制因素。一些生化、分子标记技术的发展可为小麦单体鉴定提供更多的选择,但也还存在一定的局限性<sup>[9]</sup>。李振声等以长穗偃麦草 4E 染色体上的蓝色胚乳基因为标记,创制出由一条 4E 染色体取代一对 4D 染色体后

\* 收稿日期:2010-03-04 修回日期:2010-05-15

基金项目:西北农林科技大学唐仲英育种基金项目;小麦特异优良育种新种质创制。

作者简介:田增荣(1963—),男,硕士,副研究员,主要从事小麦远缘杂交与染色体工程研究。E-mail:Tian.ZR@163.com

通讯作者:吉万全(1963—),男,博士,教授,主要从事小麦遗传育种研究。E-mail:jiwanquan2003@126.com

形成的小麦 4D 蓝单体,并随后开展了利用辐射诱导易位方法创制小麦蓝单体系统的工作<sup>[7-8]</sup>。为了克服利用辐射易位方法创制小麦蓝单体系统中蓝粒基因易位方向性随机、工作量大等缺陷<sup>[10]</sup>,本实验室设计了以现有中国春单体系统和小麦一长穗偃麦草 4E(4D)二体附加系为材料,通过染色体定向代换方法培育蓝粒标记小麦 4E 单体代换系的新方法<sup>[11-12]</sup>。本文报道了小麦蓝粒标记单体代换系 4E(6B)的创制过程。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

中国春小麦 6B 单体、小麦一长穗偃麦草 4E 二体附加系均由本实验室提供。

### 1.2 方法

杂交、回交采用常规去雄套袋,人工授粉。自交采用常规人工套袋方法。根尖细胞染色体鉴定采用苏木精染色压片,花粉母细胞染色体鉴定采

用醋酸洋红染色压片方法。结实率统计采用国际标准法,计算方法为:结实率=(小穗基部两小花结实总粒数/小穗数×2)×100%。

## 2 结果与分析

### 2.1 小麦 4E(6B)单体代换系的培育过程

如图 1 所示,以中国春 6B 单体做母本,小麦一长穗偃麦草 4E 二体附加系为父本进行杂交,获得杂种 F<sub>1</sub>(浅蓝粒),选择杂种 F<sub>1</sub> 中 2n=42 的植株分别与中国春 6B 单体进行回交并同时套袋自交;在回交后代(种子分离出浅蓝和白粒两种颜色)和自交后代(种子分离出深蓝、浅蓝和白粒三种颜色)中筛选浅蓝色种子种植,并对其根尖体细胞染色体和花粉母细胞减数分裂中期 I (PMC M I)染色体构型进行鉴定,选择 2n=41 且 PMC M I 为 20"+1' 的单株,该单株即为蓝粒标记的小麦 4E(6B)单体代换系。

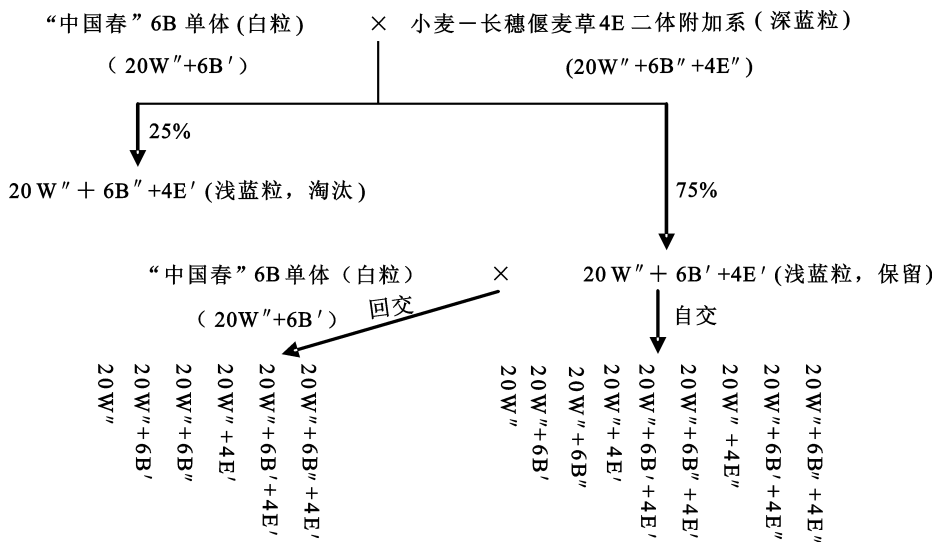


图 1 小麦 4E(6B)单体代换系的培育过程

Fig. 1 The breeding of monosomic substitution line 4E(6B)

### 2.2 小麦 4E(6B)单体代换系自交后代的细胞学鉴定

对所选小麦 4E(6B)单体代换系分单株进行脱粒,通过对其籽粒颜色观察可以看出,4E(6B)单体代换系自交后代种子分离出深蓝、浅蓝和白三种颜色。以蓝粒基因表现特征可以推定,深蓝籽粒为小麦 4E(6B)二体代换系,浅蓝籽粒为小麦 4E(6B)代换系,白粒种子应为小麦 6B 缺体。对 7 株小麦 4E(6B)单体代换系自交后代籽粒颜色统计表明,深蓝籽粒二体代换类型占 27.8%、浅蓝

籽粒单体代换为 66.7%、白色籽粒(即小麦 6B 缺体)为 5.5%。

将所选小麦 4E(6B)单体代换系单株自交种子按籽粒颜色分深蓝、浅蓝和白粒单行种植。进一步对各行植株花粉母细胞减数分裂中期 I (PMC M I)染色体观察结果表明,深蓝、浅蓝和白粒行染色体构型分别为 21 II、20 II + 1 I 和 20 II (图 2a~2c)。以上结果说明,由一条 4E 染色体替代小麦一对 6B 染色体后形成的 4E(6B)单体代换系在自交过程中单条 4E 染色体能够分别

通过雌雄配子传递,其自交行为类似常规的小麦 6B 单体系。

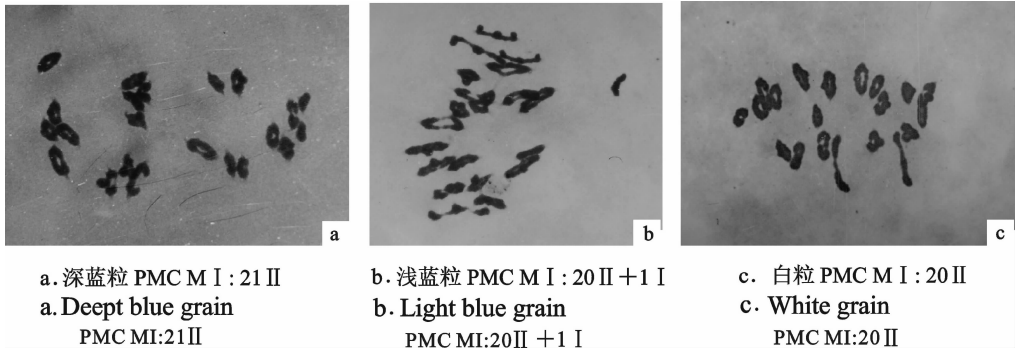
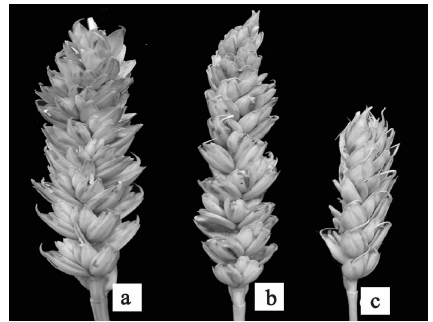


图 2 不同颜色籽粒的 PMC M I 的染色体构型

Fig. 2 Chromosome configuration of different color seeds in PMC M I

### 2.3 小麦 4E(6B) 单体代换系自交后代的主要生物学特性

对培育的小麦 4E(6B) 单体代换系自交种子按深蓝、浅蓝和白粒分行种植,并对这三种类型植株的主要生物学性状进行了考察(表 1)。由表 1 可以看出,小麦 4E(6B) 单体代换系自交后代分离的深蓝、浅蓝和白粒种子均能基本正常生长,但白粒种子植株长势明显减弱。深蓝粒种子的 4E(6B) 二体代换系和浅蓝种子的 4E(6B) 单体代换系在植株高度、分蘖数、穗长及小穗数等形态指标上均无较大差异,而无 4E 染色体的白粒种子植株高度则有较大幅度的降低。三种籽粒颜色种子植株均表现出穗部有顶芒发育和颖壳外张特性(图 3a~3c)。



a: 深蓝粒植株穗型 Spike of plant with deep blue seeds; b: 浅蓝粒植株穗型 Spike of plant with light blue seeds; c: 白粒种子植株穗型 Spike of plant with white seeds

图 3 不同粒色植株的穗型

Fig. 3 Spike of plant with different color seeds

表 1 小麦 4E(6B) 单体代换系自交后代的主要性状

Table 1 Main characters of selfing offspring of 4E(6B) monotonous substitution lines

| 籽粒颜色<br>Grain color | 植株高度<br>Plant height /cm | 分蘖数<br>Tillering | 穗长<br>Spike length /cm | 小穗数<br>Spikelets | 结实率<br>Fertility /% |
|---------------------|--------------------------|------------------|------------------------|------------------|---------------------|
| 深蓝 Deep blue        | 99.6                     | 20.6             | 9.1                    | 19.4             | 62.9                |
| 浅蓝 Light blue       | 94.5                     | 21.7             | 9.1                    | 18.3             | 52.8                |
| 白粒 White            | 60.1                     | 11.3             | 5.4                    | 11.6             | 0.8                 |

### 3 讨论

在中国春等常规小麦单体系统中,除 5A 单体植株表现为尖穗外,其它 20 种单体均无任何较易观察的性状能将它们与正常二体区分<sup>[1,4-5]</sup>。实践中小麦单体的保存和利用需要进行大量的细胞学鉴定,已成为相关技术发展与普及应用的重要限制因素。长穗偃麦草 4E 染色体上的蓝色色素基因能使小麦种子胚乳细胞糊粉层呈现蓝色,并有明显的剂量效应<sup>[5]</sup>。李振声等培育的以一条

4E 染色体取代一对小麦 4D 染色体形成的小麦 4D 蓝单体,为小麦 4D 单、缺体的种子鉴定提供了简便的方法,继而极大地推动了其实际应用<sup>[13-14]</sup>。本试验培育出以一条 4E 染色体取代一对 6B 染色体形成的小麦 4E(6B) 单体代换系,实现了对小麦 6B 单缺体的种子颜色标记,为小麦 6B 单缺体的进一步利用创造了更好的条件。

以单体小麦和异源二体附加系杂交培育小麦异代换系一般要求代换染色体与被代换染色体之间有同源或部分同源关系,这样供体染色体才能

补偿或部分补偿被代换染色体的功能,使其得以正常生长发育<sup>[14]</sup>。徐旗等<sup>[16-17]</sup>将在小偃6号自花结实4D缺体中发现的一对小染色体导入中国春5A缺体,使中国春5A缺体自交结实率有了较大的提高。本试验以一条4E染色体取代一对小麦6B染色体形成的小麦4E(6B)单体代换系及其自交分离出的4E(6B)二体代换系均能正常生长,其自交结实率分别为52.8%和62.9%,而白粒种子的植株自交结实率为0.8%,这说明来源于长穗偃麦草的4E染色体对小麦6B染色体的缺失也有一定的补偿作用。此研究结果对以染色体定向代换方式快速创制蓝粒标记小麦单体系统具有一定的参考价值。

#### 参考文献:

- [1] Sears E R. The aneuploids of common wheat[J]. Missouri Agric Experiment Station, Research Bulletin, 1954, 572:1-59.
- [2] 张建周, 蔺瑞明, 曹丽华, 等. 小麦抗条锈病近等基因系. Tai-chung29 \* 6/Strubes Dickkopf 抗病主效基因的单体分析[J]. 植物保护学报, 2007, 34(4): 343-346.
- [3] 轩淑欣, 李明, 张成合, 等. 植物非整倍体及其在遗传研究上的应用[J]. 河北农业大学学报, 2002, 5: 47-50.
- [4] 薛秀庄. 小麦染色体工程育种[M]. 石家庄: 河北科学技术出版社, 1993: 1-20.
- [5] 薛秀庄, 王玉成, 唐国顺. “阿勃”小麦单体系统的培育[J]. 作物学报, 1988, 14(1): 82-85.
- [6] 李洪杰, 郭北海, 石云素. 普通小麦中国春和 Sava 单体的繁育行为[J]. 华北农学报, 1997, 12(4): 13-16.
- [7] Li Z S, Mu S M, Zhou H P, *et al.* The establishment and application of blue-grained monosomic in wheat chromosome engineering[J]. Cereal Research Communications, 1986, 14(2): 133-137.
- [8] 李振声, 穆素梅, 蒋立训, 等. 蓝粒单体小麦研究(一) [J]. 遗传学报, 1982, 9(6): 431-439.
- [9] Sharp P. J., Desai S., Gale M D. Isozyme variation and RFLPs at the  $\beta$ -amylase loci in wheat[J]. Theoretical and Applied Genetics, 1988, 76: 691-699.
- [10] 周汉平, 李滨, 李振声. 蓝粒小麦易位系选育的研究[J]. 西北植物学报, 1995, 15(2): 125-128.
- [11] 田增荣, 朱建峰, 杨群慧. 一种小麦蓝粒标记单体代换系 4E(5A)的创制[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2008, 36(5): 53-56.
- [12] 田增荣, 朱建峰, 杨群慧. 一种小麦蓝粒标记单体代换系 4E(3D)的创制[J]. 西北植物学报, 2008, 28(9): 1738-1741.
- [13] 傅杰, 赵继新, 杨群慧. 八倍体小滨麦与4D缺体杂交后代小染色体的传递与遗传效应[J]. 遗传学报, 2000, 27(6): 532-537.
- [14] 穆素梅, 钟冠昌. 利用缺体回交法选育小黑麦异代换系的研究[J]. 生态农业研究, 1996, 4(1): 33-36.
- [15] 刘秉华, 王山荪, 杨丽. 小麦染色体代换的研究与利用[J]. 生物学通报, 1998, 33(4): 26-27.
- [16] 田增荣, 朱建峰, 徐旗. 一种小麦小染色体的产生及遗传分析[J]. 西北植物学报, 2005, 21(7): 91-93.
- [17] 徐旗, 田增荣, 朱建峰. 利用小染色体的促进结实基因提高缺体小麦结实性研究[J]. 西北植物学报, 1998, 18(3): 325-329.