

小簇麦新种质的品质、抗病性及分子细胞遗传学研究

傅杰¹, 周荣华², 陈淑阳¹, 杨群慧¹, 赵继新¹

(1 西北农林科技大学 农学院, 陕西 杨陵 712100; 2 中国农业科学院 作物品种资源研究所, 北京 100081)

[摘要] 对32个小簇麦新物种、新类型材料的农艺性状及分子细胞遗传学进行了研究。结果表明, PMC M I, 硬粒小麦-簇毛麦(*H. aynaldia villosa* $2n=14, VV$) 双二倍体 $2n=21 II$, 普通小麦-簇毛麦双二倍体 $2n=28 II$, 异源附加系 $2n=22 II$ 和异源代换系 $2n=21 II$ 的细胞分别占 69.94%, 62.88%, 51.53% 和 82.54%; 测交鉴定, $2n=14 II+7 I$, $21 II+7 I$, $21 II+1 I$ 和 $20 II+2 I$ 的细胞分别占 82.47%, 76.25%, 80.26% 和 84.38%; 用簇毛麦 DNA 作探针进行原位杂交, 双二倍体(除 V 854cd) 中都有 14 条簇毛麦染色体, 它们的染色体组成分别为 $2n=42=28W+14V$ 和 $2n=56=42W+14V$, 异附加系和异代换系中均有 2 条簇毛麦染色体, 他们的染色体组成分别为 $2n=44=42W+2V$ 和 $2n=42=40W+2V$; 12 个材料蛋白质含量 150 g/kg 以上; 25 个材料抗条锈病、白粉病、叶锈病等两种以上病害。

[关键词] 小簇麦新种质; 分子细胞遗传学; 原位杂交; 品质; 抗病性

[中图分类号] S512.102.4

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-2782(2001)06-001-08

转移小麦近缘属有益基因, 拓宽小麦遗传基础, 为小麦育种提供新种质的研究, 愈来愈受到育种工作者的重视并取得了可喜成果。但是, 由于条锈、白粉等病菌生理小种变异快, 毒性逐渐加强, 致使当前一些常用抗源(如来自黑麦)及以这些抗源作亲本的生产用品种不断丧失抗性; 另外, 随着农业生产和市场需求的不断提高及优质优价政策的实施, 小麦品种品质的选育问题已提到了议事日程, 而目前在生产上大面积推广的多抗、优质小麦品种不多, 需要不断从小麦近缘属中开发新的抗源。簇毛麦(*H. aynaldia villosa* Schur. $2n=14, VV$) 具有密穗、分蘖力强、抗寒性好, 对小麦条锈病、白粉病、叶锈病等有较强的抗性以及籽粒蛋白质含量高特性^[1,2], 是小麦育种有价值的种质资源。20世纪30年代以来, 育种工作者已相继创造出野生二粒小麦、硬粒小麦、普通小麦与簇毛麦的双二倍体^[3,4,5]和小簇麦抗白粉病附加系、代换系和易位系^[6,7], 为小麦抗白粉病育种提供了新的抗源。

本课题组从1979年开展小麦与簇毛麦杂交育种工作以来, 通过细胞工程、染色体工程和生物技术等方法, 选育了一批小簇麦新物种和新类型材料, 并

对这些材料的品质、抗病性和分子细胞遗传学进行了研究分析, 现报道如下。

1 材料和方法

1.1 材料

试验用的普通小麦(*Triticum aestivum* $2n=42, AABBDD$) 与簇毛麦双二倍体 ($2n=56, AABBDD-VV$) V 851cd, V 852cd 等, 硬粒小麦(*T. durum* $2n=28, AABB$) 与簇毛麦双二倍体 V 832cd, V 832cd 选等 ($2n=42, AABBVV$), 异源附加系 V 8448-1, V 8448-4 等, 异源代换系 V 8643-1, V 8638-2 等, 以及易位系 V 8164, V 8360, V 9128, V 9511 等 32 个材料均为本课题组研究选育。

1.2 方法

1.2.1 细胞学观察 根尖细胞观察用卡诺液(酒精: 醋酸=3:1(体积比))固定根尖, 10 g/L 果胶酶 + 10 g/L 纤维素酶混合酶液 30 条件下酶解, 卡宝品红染色压片; 花粉母细胞观察用卡诺液(酒精: 氯仿: 醋酸=6:3:1(体积比))固定幼穗, 醋酸洋红染色压片, 卡宝品红复染。

1.2.2 荧光原位杂交 DNA 提取: 将液氮冷冻

[收稿日期] 2001-09-27

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(39270446); 陕西省自然科学基金项目(96SM 30)

[作者简介] 傅杰(1943-), 女, 山东烟台人, 研究员, 博士生导师, 从事小麦异源新种质创造和分子细胞遗传学研究。

叶片磨粉后,用 CTAB 法提取,用酚 氯仿(1:1 (体积比))、氯仿 异醇(24:1 (体积比))各抽提 1 次,取上清液加乙醇离心、清洗,干燥后加入 TE 溶解; 染色体标本制作:根尖用 20 g/L 果胶酶和 20 g/L 纤维素酶混合酶液 37 °C 条件下酶解 60~80 min,体积分数为 45% 醋酸压片,液氮冷冻揭片; 探针标记:按照 Reader 等人^[8]描述的方法,用荧光素标记簇毛麦总基因组 DNA; 杂交:按照 Reader 等人^[8]的方法预处理染色体制片,配制杂交液,进行快速杂交,用中国春 DNA 作封阻(用量为探针浓度的 10 倍); 漂洗,DAPI(4',6'-diamidino-2-phenylindole)染色,PI(Propidium iodide)复染; 镜检、照相。

1.2.3 品质和抗病性鉴定 籽粒蛋白质含量由陕西省农产品质量监督检验站测定,抗病性分别由原陕西省植物保护研究所、原西北农业大学鉴定,本课题组抗条锈病鉴定所用菌种由原西北农业大学植保系病理研究室提供,并于幼苗返青时,用涂抹法分单株人工接种。

2 结果与分析

2.1 小簇麦新种质的细胞学观察与鉴定

2.1.1 硬粒小麦-簇毛麦双二倍体 硬粒小麦-簇毛麦双二倍体是通过硬粒小麦 $T_{RS}-372 \times$ 簇毛麦杂种幼胚培养和秋水仙碱诱导体细胞染色体加倍,而人工合成的小簇麦新物种($2n=42, AABBVV$)。根尖细胞染色体数目 $2n=42$ 。花粉母细胞减数分裂中期 I, 632 个细胞中, $2n=21II$ 的细胞(图版 I, 1) 占 69.94%, 其余细胞含单价体 1~14 个不等, 染色体构型为 $2n=1.0I+20.47II+0.02III$, 相对紊乱系数(相对紊乱系数=单价体染色体数与多价体染色体数之和/二价体染色体数,下同)为 0.026; 后期 I, 具落后单价体的细胞占 78.17%, 其余细胞含落后单价体 1~8 个, 平均每细胞有 0.63 个落后单价体和 0.09 个染色体桥; 末期 II 正常细胞占 72.18%, 平均每个四分孢子有小核 0.57 个, 多分孢子占 7.32%。与硬粒小麦 $T_{RS}-372$ 侧交, 126 个细胞中, $2n=14II+7I$ (图版 I, 2) 的细胞占 80.47%。

2.1.2 普通小麦-簇毛麦双二倍体 普通小麦-簇毛麦双二倍体是通过普通小麦 \times 簇毛麦杂种幼胚无

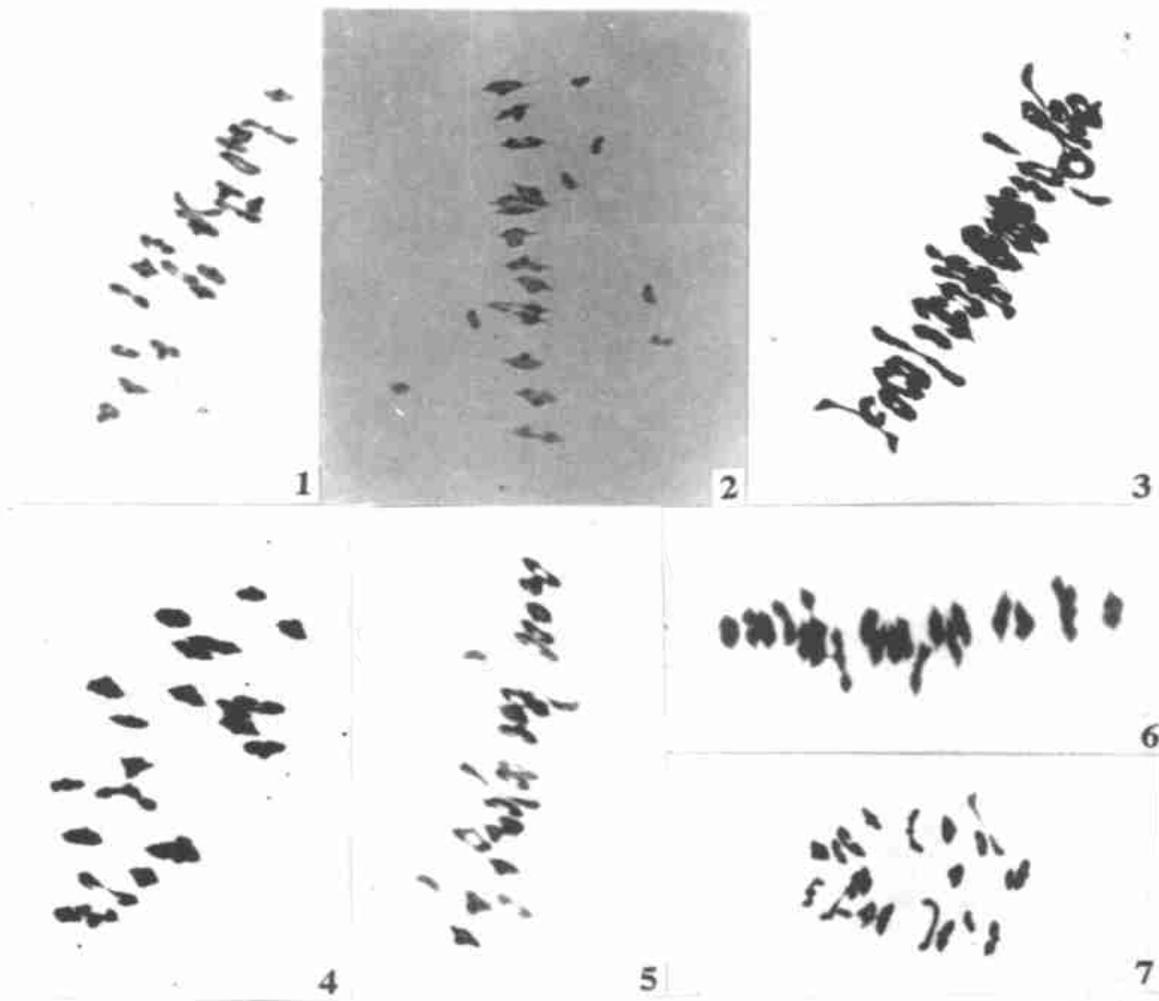
性系培养,再生植株用秋水仙碱处理,人工合成的小簇麦新物种($2n=56, AABBDDVV$), 根尖细胞染色体众数 $2n=56$, 花粉母细胞减数分裂中期 I, 352 个细胞中, $2n=28II$ (图版 I, 3) 的细胞占 62.88%, 其染色体构型为 $2n=1.43I+27.16II+0.07III+0.01IV$, 相对紊乱系数为 0.021; 后期 I, 无落后单价体的细胞占 69.68%, 每细胞平均有落后单价体 1.23 个, 染色体桥 0.05 个; 末期 II, 正常无小核四分孢子占 71.47%, 每细胞平均有小核 1.08, 多分孢子占 4.3%。与中国春测交, 205 个细胞中, $2n=21II+7I$ 的细胞占 76.25%。

2.1.3 小簇麦附加系 附加系是利用(普通小麦白粒高 38 \times 簇毛麦) F_1 与白粒高 38 回交产生的七倍体($AABBDDV 2n=49$), 再与小麦杂交及自交选育而成的。根尖细胞染色体数目 $2n=44$ 。花粉母细胞减数分裂中期 I, 359 个细胞中, $2n=22II$ (图版 I, 4) 的细胞占 78.66%, 染色体构型 $2n=1.17I+21.48II+0.01III$, 相对紊乱系数为 0.028。与中国春测交, 212 个细胞中, $2n=21II+1I$ (图版 I, 5) 的细胞频率为 80.26%。

2.1.4 小簇麦代换系 代换系是通过二倍附加系 V8448 与缺体小麦(缺 4D、5A、7B) 杂交、回交及自交选育而成的。根尖细胞染色体数目 $2n=42$ 。花粉母细胞减数分裂中期 I, 281 个细胞中, $2n=21II$ (图版 I, 6) 的细胞占 82.54%。平均每细胞有单价体 0.61 个, 二价体 20.76 个, 三价体 0.01 个, 相对紊乱系数为 0.015。与中国春测交 176 个细胞中, $2n=20II+2I$ (图版 I, 7) 的细胞占 84.38%。

2.1.5 小簇麦易位系 从小簇麦杂交后代中筛选出一些具有簇毛麦标记性状(如叶片有纤毛, 颖脊有刚毛, 叶耳红色等)和高抗条锈病、白粉病的株系。经细胞学观察, 根尖细胞染色体数目 $2n=42$, 花粉母细胞减数分裂中期 I, $2n=21II$ 的细胞占 87.22% (85.34%~91.38%), 其余细胞中含多个单价体和多价体, 染色体构型 $2n=0.33(0.29\sim0.36)I+20.71(20.68\sim20.77)II+0.01(0.01\sim0.03)III+0.02(0.01\sim0.05)IV$, 相对紊乱系数为 0.011(0.01~0.016), 较亲本小麦平均相对紊乱系数值高 1 倍左右。与中国春测交, $2n=21II$ 的细胞占 87.34% (84.76%~92.38%), 其余细胞亦有较多单价体和

多价体出现。这些株系与小麦亲本比较,在外部形态特征、数量性状及抗病性等方面发生了显著变异,初步推测为小簇麦易位系。



图版 I 小簇麦新种质花粉母细胞减数分裂中期 I 染色体构型与鉴定

1. 硬粒小麦-簇毛麦双二倍体 V 832cd, PMC M I, $2n=21\text{ II}$; 2. (V 832cd × Trs⁻ 372) F₁, PMC M I, $2n=14\text{ II}+7\text{ I}$; 3. 普通小麦-簇毛麦双二倍体 V 852cd, PMC M I, $2n=28\text{ II}$; 4. 小簇麦附加系 V 8448, PMC M I, $2n=22\text{ II}$; 5. (V 8448 × 中国春) F₁, PMC M I, $2n=21\text{ II}+1\text{ I}$; 6. 小簇麦代换系 V 8643, PMC M I, $2n=21\text{ II}$; 7. (V 8643 × 中国春) F₁, PMC M I, $2n=20\text{ II}+2\text{ I}$

Plate I The chromosome configuration and identification in PMC at M I of wheat-H. villosa gemplasm

1. *T. durum*-*H. villosa* amphidiploid V 832cd, PMC M I, $2n=21\text{ II}$; 2. (V 832cd × Trs⁻ 372) F₁, PMC M I, $2n=14\text{ II}+7\text{ I}$; 3. *T. aestivum*-*H. villosa* amphidiploid, PMC M I, $2n=28\text{ II}$; 4. *T. aestivum*-*H. villosa* addition line V 8448, PMC M I, $2n=22\text{ II}$; 5. (V 8448 × CS) F₁, PMC M I, $2n=21\text{ II}+1\text{ I}$; 6. *T. aestivum*-*H. villosa* substitution line V 8643, PMC M I, $2n=21\text{ II}$; 7. (V 8643 × CS) F₁, PMC M I, $2n=20\text{ II}+2\text{ I}$

2.2 小簇麦新种质的荧光原位杂交鉴定

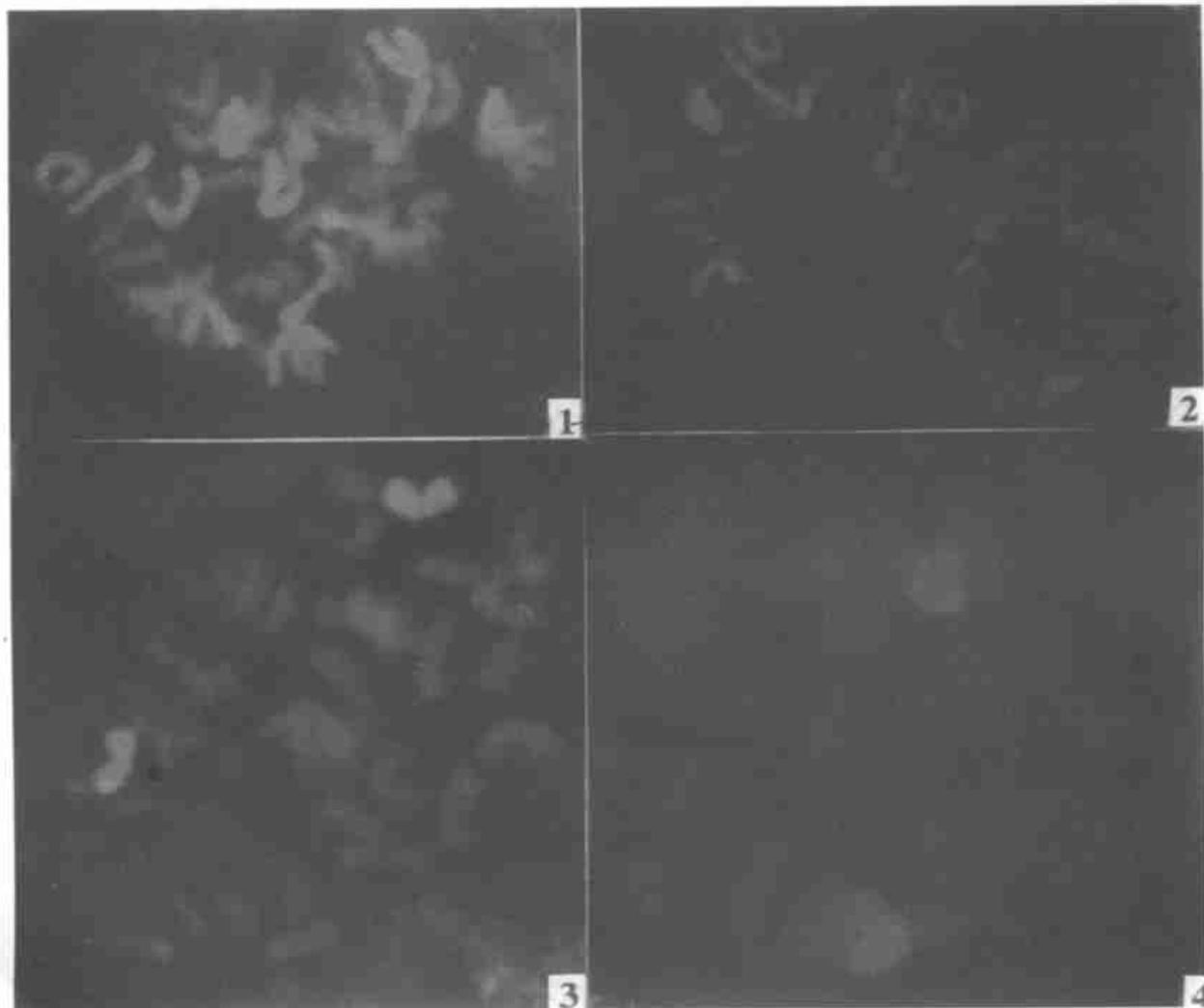
应用基因组原位杂交 (Genome in situ hybridization, 简称 GISH) 技术进行异源染色体检测,不仅可以有效地对异源染色体组型进行分析和鉴定,同时还可以检测出各染色体组间存在的染色体结构变异^[9,10,11]。

以荧光素标记的簇毛麦全基因组 DNA 为探针,普通小麦中国春 DNA 为封阻进行基因组原位杂交,在荧光显微镜紫外 (U) 激发光下,用 DAPI 染

色的 DNA 发射蓝色荧光,在蓝光 (B) 激发下可以观察到,荧光绿标记的簇毛麦探针与簇毛麦染色体杂交发出黄色或黄绿色荧光,小麦染色体呈现绿色,如用 PI 复染,则绿色 FITC 与桔红色荧光互作,产生黄色或黄绿色荧光,簇毛麦染色体呈黄色或黄绿色 (黑白图中呈浅灰白色),小麦染色体呈褐红色;荧光红标记的簇毛麦探针与簇毛麦染色体杂交发出鲜红色荧光 (黑白图中呈浅灰色),小麦染色体呈现红褐色。

原位杂交结果显示,小簇麦双二倍体的大多数体细胞分裂相中都有 14 条染色体呈现出杂交信号,硬粒小麦-簇毛麦双二倍体的染色体基本构成为 $2n = 28W + 14V$ (图版 II, 1), 普通小麦-簇毛麦双二倍体的染色体基本构成为 $2n = 42W + 14V$ (图版 II, 2), 仅 V 854cd 的染色体基本构成为 $2n = 42W + 12V + 2T(W/V)$ (T 示易位)^[12]; 异附加系中多数体细胞分裂相中都有 2 条染色体呈现出杂交信号,其

染色体基本构成为 $2n = 44 = 42W + 2V$ (图版 II, 3); 异代换系中多数体细胞分裂相中都有 2 条染色体呈现出杂交信号,他们的基本染色体构成为 $2n = 40W + 2V$ (图版 II, 4)。原位杂交结果进一步证明,簇毛麦的染色体组或染色体已导入小麦之中。至于异附加系究竟导入的是簇毛麦的哪一条染色体以及是否簇毛麦的 4V、5V、7V 染色体代换了小麦的 4D、5A、7B 染色体,还应结合染色体分带技术进一步确定。



图版 II 小簇麦新种质原位杂交鉴定

1. 硬粒小麦-簇毛麦双二倍体 V 832cd, RTC 中期, 原位杂交显示 14 条簇毛麦染色体; 2. 普通小麦-簇毛麦双二倍体 V 852cd, RTC 前期, 原位杂交显示 14 条簇毛麦染色体; 3. 小簇麦附加系 V 8448, RTC 中期, 原位杂交显示 2 条簇毛麦染色体; 4. 小簇麦代换系 V 8643, RTC 前中期, 原位杂交显示 2 条簇毛麦染色体。

Plate II Identify of in situ hybridization in RTC from wheat-H. villosa genoplasm

1. *T. durum*-*H. villosa* amphiploid V 832cd, RTC M, after in situ hybridization, show ing 14 chromosomes from *H. villosa*; 2. *T. aestivum*-*H. villosa* amphiploid V 852cd, RTC P, after in situ hybridization, show ing 14 chromosomes from *H. villosa*; ; 3. *T. aestivum*-*H. villosa* addition line V 8448, RTC M, after in situ hybridization, show ing 2 chromosomes from *H. villosa*; ; 4. *T. aestivum*-*H. villosa* addition line V 8643, RTC PM, after in situ hybridization, show ing 2 chromosomes from *H. villosa*

2.3 小簇麦新种质的品质和农艺性状

从 1979 以来,共选育出小簇麦新种质 32 个,其中人工合成小簇麦新物种 9 个,包括不同小麦背景

的普通小麦-簇毛麦双二倍体 5 个,硬粒小麦-簇毛麦双二倍体 1 个,具一对双随体染色体的不同背景硬粒小麦-簇毛麦双二倍体 3 个;异附加系 3 个;异

代换系 3 个; 易位系 17 个。这些材料不同程度地表现出簇毛麦抗寒、分蘖力强、密穗、蛋白质含量高和抗多种病害等优良性状。品质测定结果(表 1)表明, 双二倍体籽粒蛋白质含量均很高, 与父本簇毛麦蛋白质含量(221.7 g/kg)相差不多, 其中硬粒小麦-簇毛麦双二倍体的蛋白质含量为 197.9~209.8 g/kg, 普通小麦-簇毛麦双二倍体的蛋白质含量为 192.8~205.2 g/kg; 14 种 31 个株系的易位系材料中, 仅有 4 个材料的蛋白质含量超过 150 g/kg, 其蛋白质含量为 151.4~155.6 g/kg。此外, 有的材料表

现出亲本所不具备的大穗、大粒等特性, 其中大穗型有 V 8164、V 9125(穗长 13~18 cm); 大穗大粒类型有 V 8360、V 9129 等 6 个材料(穗长 12~14 cm, 千粒重 54~62 g)。上述材料可以作为导入簇毛麦优良基因的载体和具有特异性状的优良亲本材料, 提供小麦品种改良、染色体工程育种和遗传研究使用。其中有些易位系材料象 V 9128、V 9129、V 9511 等, 综合农艺性状较好, 稍加改良就可以用于生产。V 9128 和 V 9511 的个别株系已先后参加了陕西省品种区域试验。

表 1 小簇麦优质新种质蛋白质含量

Table 1 The protein content of wheat *T. villasa* high quality gemplasm

材料 Material	类型 Type	2n	蛋白质含量/ (g · kg ⁻¹) Protein content g/kg	鉴定时间 Test year	材料 Material	类型 Type	2n	蛋白质含量/ (g · kg ⁻¹) Protein content	鉴定时间 Test year
V 851cd	双二倍体 Amphidiploid	56	192.8	1998	V 9129-1-14	易位系 Translocation line	42	143.6	1994
V 852cd	双二倍体 Amphidiploid	56	197.8	1998	V 9129-2-4	易位系 Translocation line	42	152.0	1998
V 854cd	双二倍体 Amphidiploid	56	205.2	1994	V 9129-4-1	易位系 Translocation line	42	156.5	1998
V 861cd	双二倍体 Amphidiploid	56	194.8	1998	V 9129-14-1	易位系 Translocation line	42	145.1	1998
V 832cd	双二倍体 Amphidiploid	42	198.9	1994	V 9130-9-5	易位系 Translocation line	42	153.7	1998
V 832cd-S	双二倍体 Amphidiploid	42	209.8	1994	V 9262-5-2	易位系 Translocation line	42	147.5	1998
V 9231	双二倍体 Amphidiploid	42	202.9	1998	V 9262-5-4	易位系 Translocation line	42	151.4	1998
V 9232	双二倍体 Amphidiploid	42	197.7	1998	V 8360-5-1	易位系 Translocation line	42	140.2	1993

注: V 832cd-S、V 9231、V 9232 为具一对双随体染色体的硬粒小麦-簇毛麦双二倍体。表 2 同。

Note: V 832cd-S, V 9231 and V 9232 are amphidiploid with a pair of disatillite chromosome from *T. durum* × *H. villosa*. the table 2 is the same

2.4 小簇麦杂交后代抗病性鉴定

1993~1998 年, 对小簇麦新物种和新类型材料 138 份(包括重复材料和姊妹系)进行了抗病性鉴定。其中进行抗条锈病、白粉病、赤霉病、雪霉病、根腐病和叶锈病鉴定的材料分别为 126、84、91、98 和 70 份, 其中对条锈病(条锈菌种为条中 25、26~31 号混合生理小种)免疫和近免疫反应的占 47.61%, 对白粉病近免疫和高抗的占 64.24%, 对叶锈免疫和近免疫的占 22.22%, 对赤霉病中抗的占 33.33%, 对雪霉病中抗的占 39.29%, 对根腐病呈耐病反应的占 25%, 其中 25 个材料表现抗两种以

上病害(表 2)。簇毛麦对小麦条锈菌生理小种 29、30、31 号呈免疫或近免疫反应^[2], 对白粉病呈免疫反应^[1], 而选育中所用亲本小麦材料白粒高 38、78-3、石 89-7149 及缺体等材料, 多年人工接种条锈菌和大田自然发病观察结果表明, 不抗条锈病、白粉病, 综合抗病性差。

可见簇毛麦的抗多种病害基因已随簇毛麦染色体组、染色体或染色体片段导入小麦, 并且得到较好的表达和传递。这些材料在进行簇毛麦抗病机制研究及抗病基因分子标记与克隆研究方面有重要的应用价值。

表 2 小簇麦新种质抗病性鉴定

Table 2 Identify of resistance to disease of wheat-*H. villosa gemplasm*

材 料 M aterial	2n	类型 Type	条锈病 Stripe rust	白粉病 Powdery mildew	雪霉病 Snow- mould	根腐病 Root rot	赤霉病 Scab	叶锈病 Leaf rust
V 851cd	56	双二倍体 Amphidiploid	0	0;	MR	+	MR	1
V 852cd	56	双二倍体 Amphidiploid	0	0; ~ 1	MR	+	MR	1
V 853cd	56	双二倍体 Amphidiploid	0	0; ~ 1	MR	+	MR	1~ 2
V 854cd A	56	双二倍体 Amphidiploid	0; ~ 3	0~ 1	MR	#	MR	1
V 861cd	56	双二倍体 Amphidiploid	0; ~ 1	1	MS	#	MR	1~ 2
V 832cd - 9	42	双二倍体 Amphidiploid	0; ~ 1	0; ~ 1	MR	#	MR	2
V 832cd - 10	42	双二倍体 Amphidiploid	0	1	MS	+	MR	1
V 832cd-S	42	双二倍体 Amphidiploid	0	0~ 0;	MR	+	MR	0; ~ 1
V 9231	42	双二倍体 Amphidiploid	0; ~ 1	0; ~ 1	MS	#	MS	1
V 9232	42	双二倍体 Amphidiploid	0;	0; ~ 1	MR	+	MS	1
V 8448 - 1	44	附加系 A ddition line	1~ 2	1	MS	+	S	1
V 8448 - 4	44	附加系 A ddition line	1	0; ~ 1	MS	+	-	-
V 8643 - 1	42	代换系 Substitution line	0	0; ~ 1	MS	#	MS	1~ 2
V 8643 - 2	42	代换系 Substitution line	0	0; ~ 1	S	+	MS	1
V 8164 - 1	42	易位系 T ranslocation line	0	1	MS	+	MS	2
V 8164 - 2	42	易位系 T ranslocation line	0	0; ~ 1	MS	#	MS	1
V 8360 - 4	42	易位系 T ranslocation line	0	0; ~ 1	MR	+	S	-
V 8360 - 5	42	易位系 T ranslocation line	0	2	MR	+	MR	2
V 8360 - 5r	42	易位系 T ranslocation line	0	-	MR	+	MS	-
V 9125 - 1	42	易位系 T ranslocation line	0; ~ 1	0; ~ 1	MR	-	MR	0
V 9125 - 3	42	易位系 T ranslocation line	1	1	MR	-	MR	0; ~ 1
V 9128	42	易位系 T ranslocation line	0;	1	MR	-	MR	1
V 9129 - 13	42	易位系 T ranslocation line	0	1	MR	-	MS	1~ 2
V 9511 - 1	42	易位系 T ranslocation line	0;	0; ~ 1	MS	-	MR	0
V 9511 - 4	42	易位系 T ranslocation line	0;	0; ~ 1	MS	-	MR	1~ 2

3 讨 论

细胞学上的遗传不稳定性是人工合成双二倍体的普遍现象^[13, 14], 两种小簇麦双二倍体的减数分裂中期 I, 理论上应形成 21 II 或 28 II, 没有或很少有单价体产生, 然而表 1 表明, 它们的二价体形成率很低, 其原因可能与物种长期进化形成的遗传分化差异有关。这种分化差异表现在物种具有排斥异种

传物质以维持自身稳定的本能上。因此, 处于同一细胞中的小麦和簇毛麦染色体组难于协调, 致使各自控制减数分裂的基因相互排斥和相互制约而不能充分表达, V 组染色体的存在可能抑制了小麦 5B 上严格控制同源染色体配对的 ph 基因^[15]的功能, 从而导致 A、B、D 组染色体以及 A、B、D 组与 V 组之间部分同源染色体发生联会, 形成异型二价体和多价体, 而这种联会经常是不紧密的, 在减数分裂中期

I提前分离,后期I形成单价体,从而导致减数分裂不正常,相对紊乱系数值高。

减数分裂中期I,附加系 $2n=22$ II的细胞频率比代换系 $2n=21$ II的细胞频率低,单价体和相对紊乱系数值比代换系高,其遗传稳定性比代换系相对要差得多。表现在自交后代,附加系 $2n=44$ 的植株频率比代换系 $2n=42$ 的植株频率低得多,这可能是二体附加系产生的雌雄配子($n=22=2W+1V$)中,附加的1条簇毛麦染色体受遗传功能齐全的小麦配子($n=21$)的排斥较强,容易丢失而不能参与受精,以致于形成 $2n=42, 43, 44$ 的植株。而代换系产生的雌雄配子($n=21=20W+1V$)中,代换的一对簇毛麦染色体基本能够补偿缺失的小麦染色体的功能,受缺体小麦配子($n=20$)的排斥较小,大多数都能参与受精而形成 $2n=42$ 类型的缘故。

随着簇毛麦染色体组、染色体和染色体片段的导入,与外源有利基因连锁的不利基因亦进入小麦中,选育的小簇麦新种质特别是双二倍体,存在穗轴

易折断、成熟期偏晚、结实率不高、籽粒不饱满、植株偏高等缺点,在生产上不能直接使用,但他们具有簇毛麦抗寒性好,分蘖力强、蛋白质含量高和抗多种病害等优良性状,作为异源种质的供体材料,在小簇麦染色体工程、基因工程育种和遗传研究中有重要的应用价值。另外,小簇麦新种质中有些具有大穗、大粒、多粒、早熟等优异性状,这些性状明显超过他们的亲本小麦和簇毛麦以及他们的双二倍体,这些特异性状出现的原因及传递能力值得深入研究探讨。那些 $2n=42$,且形态特征、抗病性等方面较小麦亲本发生明显变异的株系有可能是在二体附加系选育过程中,单价染色体在减数分裂时,着丝粒分裂、融合形成的臂间易位^[16],或者是减数分裂中,单价的簇毛麦染色体断裂、破碎产生的DNA片段被整合到小麦染色体上形成的小片段易位^[17]。究竟属于哪一种易位形式以及易位发生在哪一条小麦和簇毛麦染色体上,还需要通过染色体分带和原位杂交技术进一步研究鉴定。

[参考文献]

- [1] Hyde B B. A addition of individual *H aynaldia villosa* chromosomes to hexaploid wheat[J]. Amer J Bot, 1953, 40: 174- 182
- [2] 井金学,傅杰,商鸿生,等.三个小麦野生近缘属抗条锈传递的初步研究[J].植物病理学报,1999,26(2): 139- 143
- [3] Mcfadden E S, Sears E R. The genome approach in redical wheat breeding[J]. Jour Amer Soci Agron, 1947, 39: 1011- 1026
- [4] 傅杰,陈淑阳,张安静.普通小麦与簇毛麦双二倍体的合成、育性及细胞遗传学研究[J].遗传学报,1989,16(5): 348- 356
- [5] 傅杰,井金学,陈淑阳,等.具一对双随体染色体的硬粒小麦-簇毛麦双二倍体的合成、抗病性及细胞遗传学研究[J].西北植物学报,1998,18(3): 319- 324
- [6] 尚立民,陈孝,肖世和,等.抗白粉病普通小麦-簇毛麦新种质的遗传学及生化鉴定[J].作物学报,1997,23(2): 159- 164
- [7] 齐莉莉,陈佩度,刘大钧,等.小麦抗白粉病新抗源-基因Pm21[J].作物学报,1995,21(2): 257- 262
- [8] Reader SM, A bbo S, Purdie K A, et al Direct labelling of plant chromosomes by rapid in situ hybridization[J]. Trend Genet 1994, 10: 265 - 266
- [9] 王献平,傅杰,张相岐,等.八倍体小滨麦染色体组构成的分子细胞遗传学研究[J].植物学报,2000,42(6): 582- 586
- [10] 周荣华,贾继增,董玉琛.用基因组原位杂交技术检测小麦—新麦草杂交后代[J].中国科学(C辑),1997,27(6): 543- 549
- [11] Schwarzacher T, A nan thaw at-Jonsson, Harrison G E, et al Genomic in situ hybridization to indentify alien chromosomes and chromosome segment in wheat[J]. Theor Appl Genet, 1992, 84: 778- 786
- [12] 傅杰,周荣华,赵继新,等.不同小麦背景小簇麦双二倍体的品质、抗病性及分子细胞遗传学研究[J].西北植物学报,2001,21(6): 1102 - 1107.
- [13] 傅杰,陈淑阳,张安静.八倍体小滨麦的形成及细胞遗传学研究[J].遗传学报,1993,20(4): 317- 323
- [14] 管启良.八倍体小偃麦的形成、减数分裂稳定性和染色体组型分析[J].作物学报,1980,6(3): 129- 137.
- [15] Riley R, Chapman V, Johnson R. The in corporation of alien disease resistance in wheat by genetic interference with the regulation of meiotic chromosome synapsis[J]. Genet Res, 1968, 12: 199- 219.
- [16] Sears E R. Chromosome engineering in wheat[J]. Stadlers Genet symp, 1972, 4: 23- 28
- [17] 任正隆.遗传转移的MAD I过程[J].四川农业大学学报,1990,8(1): 1- 6

Studies on the quality, disease resistance and molecular cytogenetics of wheat-*H aynaldia villosa* gemplasm

FU Jie¹, ZHOU Rong-hua², CHEN Su-yang¹, YANG Qun-hui¹, ZHAO Ji-xin¹

(1 College of Agronomy, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling Shaanxi, 712100 China;

2 Institute of Crop Germplasm Resources, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: The quality, disease resistance and molecular cytogenetics of 32 new species and types from wheat-*H. villosa* ($2n=14, VV$) were studied. The results showed that the cells of $2n=21 II$ from *Triticum durum* ($2n=28, AABB$)-*H. villosa* amphidiploids, $2n=28 II$ from *T. aestivum* ($2n=42, AABBDD$)-*H. villosa* amphidiploids, $2n=21 II$ from addition lines and $2n=22 II$ from substitution lines were accounted to 69.94%, 62.88%, 51.53% and 82.54% respectively and after test cross identification, the percentages of $2n=14 II+7 I$, $21 II+7 I$, $21 II+1 I$ and $20 II+2 I$ were 82.47%, 75.25%, 80.26% and 84.38% respectively in PMC at MI. The in situ hybridization using *H. villosa* genomic DNA as probe showed that amphidiploids possessed 14 chromosomes of *H. villosa* and their chromosome constitutions could be expressed as: $2n=42=28W+14V$ and $2n=56=42W+14V$, addition and substitution lines possessed 2 chromosomes of *H. villosa* and their chromosome constitution could be depicted $2n=44=42W+2V$ and $2n=42=40W+2V$ respectively. The protein content of 12 materials are over 150g/kg and 24 materials are resistant to over two diseases such as stripe rust, powdery mildew, leaf rust and snow mould.

Key words: wheat-*H aynaldia villosa* gemplasm; molecular cytogenetics; in situ hybridization; quality; disease resistance