

# 八倍体小偃麦与六倍体小偃麦 杂交的细胞遗传学研究<sup>\*</sup>

辛文利

(黑龙江省农科院育种所)

**摘要** 利用来源于中间偃麦草 (*Elytrigia intermedium*) 的八倍体小偃麦远中 2 和来源于四倍体长穗偃麦草 (*Elytrigia elongatum*) 的六倍体小偃麦 8801 (AABBEE) 杂交, 结果表明正反交间结实率、 $F_1$  出苗率均存在显著差异;  $F_1$  植株多表现高度不育。

通过  $F_1$  花粉母细胞减数分裂染色体行为分析, 发现杂种  $F_1$  中染色体组主要构型为  $14II + 2II$  (占观察细胞的 40% 左右), 也有其他类型的构型, 平均构型为:  $0.89 III + 12.53II (8.56I + 3.97II) + 21.07I$ , 从而确认远中 2 染色体组中不含有偃麦草的 E 组染色体。并初步认为远中 2 染色体组型为 AABBDDXX

**关键词** 中间偃麦草 八倍体小偃麦 六倍体小偃麦 染色体

**中图分类号** S512.6

八倍体小偃麦和六倍体小偃麦是普通小麦、硬粒小麦与偃麦草杂交, 经回交、自交人工合成的新物种。由于它们在小麦育种中作为“桥梁”品种能更有效地转移偃麦草中抗病、抗旱、抗寒、大穗多花等优良基因, 从而引起麦类育种工作者的重视, 在世界范围内开展了广泛的研究。从本世纪三十年代原苏联的 H. B 齐津院士等首次报导普通小麦与中间偃麦草的杂交工作以来, 国内外相继在这方面做了大量的研究工作, 在小偃麦育种及相关的细胞遗传学研究中取得一系列研究成果。黑龙江省农科院的孙善澄 (1962-1981)、祁适雨等 (1979) 在小麦与中间偃麦草的杂种后代中选育出远中 1 远中 2 远中 3 远中 4 远中 5 等 5 个稳定八倍体偃麦; 其中远中 4 和远中 5 对大小麦黄矮病毒 (BYDV) 具有很强的抗性, 是目前世界公认的小麦黄矮病抗源。哈师大的韩方普、李集临等 (1991-1993) 先后利用硬粒小麦与中间偃麦草及四倍体长穗偃麦草杂交选育出我国第一批六倍体小偃麦新类型。

何孟元等 (1983-1987) 根据八倍体小偃麦远中 1 远中 2 远中 3 远中 4 远中 5 之间杂种  $F_1$  的染色体配对分析, 把远中 1 远中 2 所带的偃麦草染色体组定为 II 型, 将远中 3 远中 4 远中 5 所带的偃麦草染色体组定为 I 型, 郝水等 (1979) 通过相似的研究将 ABDF 定为远中 1 远中 2 的组型, 将远中 3 远中 4 远中 5 的组型定为 ABDE。韩方普等 (1994) 根据其研究结果, 认为远中 1 远中 2 的染色体组型为 ABDE1 或 ABDE2, 远中 3~远中 5 的染色体组型为 ABDX。

六倍体小偃麦是硬粒小麦与中间偃麦草和四倍体长穗偃麦草间杂交形成的又一新物种, 它只含有普通小麦的 AB 染色体组和一组偃麦草染色体组。关于四倍体长穗偃麦草的染色体组, 许多研究结果基本一致, 如 Heneen (1972)、Dvorak (1981)、Charpentier (1986) 均认为它是同源四倍体 ( $EEEE 2n=28$ ), 所以来源于四倍体长穗偃麦草的六倍体小偃麦染色体组确定为

<sup>\*</sup> 收稿日期 1998-01-22

AABBE

利用种间不同倍数材料杂交创造新类型的研究在小黑麦育种中已取得显著成果 Muntzing(1980)在总结前人和他本人的大量工作基础上提出次级小黑麦理论。认为八倍体小黑麦与六倍体小黑麦、普通小麦与六倍体小黑麦杂交,产生次级的八倍体、六倍体小黑麦优于初级的小黑麦,原因是次级小黑麦具有 3 个物种的种质和普通小麦 AB 染色体组与硬粒小麦 A'B 染色体组的重组,从而使次级小黑麦具有更好的栽培性状。受此研究理论的启迪,本文试图利用六倍体小偃麦与八倍体小偃麦杂交的细胞遗传学研究,进一步探讨八倍体小偃麦的染色体组构型。同时在选择次级小偃麦方面做初步的尝试。

1 材料和方法

- 1.1 实验材料 八倍体小偃麦远中 2引自黑龙江省农科院作物育种所,来自于四倍体长穗偃麦草的六倍体小偃麦 8801(AABBE)和普通小麦中国春(AABDD)均引自哈师大生物系。
- 1.2 方法 杂交组合的配制: 1995年将八倍体小偃麦远中 2和六倍体小偃麦 8801分别单株种植于哈师大试验田中,并通过常规杂交方法获得八倍体小偃麦远中 1(2n= 56)× 六倍体小偃麦 8801(2n= 42)和反交组合 880K 远中 2的杂交种子,并统计杂交当代有关数据;杂种 F<sub>1</sub>减数分裂行为的细胞学观察: 1996年将 F<sub>1</sub>种子单株种植在黑龙江省农科院育种所小麦试验田中,观察正反交组合 F<sub>1</sub>减数分裂中期I 染色体配对情况,做组型分析。 F<sub>1</sub>减数分裂材料一般在上午 7: 00~ 9: 00取发育时期合适的主穗,卡诺固定液(无水乙醇: 冰醋酸= 3: 1)固定 24小时以上;转入 70% 酒精中保存。制片时,取合适花药蒸馏水洗 5分钟左右,4% 铁矾媒染 2小时(或过夜),水洗两次,每次 20分钟左右,0. 5% 苏木精染液染色 2~ 4小时,45% 冰醋酸分染压片,镜检,液氮冷冻揭片,气干 24小时以上, Danner胶封片, OlympusBH- 2型自动曝光显微照像。观察数据采用常规的统计学分析方法。

2 结果与分析

2.1 八倍体小偃麦与六倍体小偃麦间杂交的研究 以远中 2为母本,以六倍体小偃麦为父本配制杂交组合(正交),杂交当代的结实率为 68. 5%; F<sub>1</sub>种子出苗率 78. 6%。相同亲本反交组合,结实率与出苗率则分别为 57. 3%和 33. 1%(表 1)。正交的结实率、出苗率分别比反交组合高出 11. 2%和 45. 5%,且前者 F<sub>1</sub>种子较饱满,而后者 F<sub>1</sub>种瘦瘪,有的胚和胚乳发育不完全。所以出苗率显著低于前者。由此可见,亲本的不同组合方式对杂种当代的结实率和出苗率有不同程度的影响。

表 1 八倍体小偃麦远中 2号与六倍体小偃麦 8801杂交结果统计

杂交组合	授粉花数	结实粒数	结实率%	出苗率% F <sub>1</sub>	有效授粉率%
远中 2/8801	124	85	68. 5	78. 6	60. 1
8801 远中 2	96	55	57. 3	33. 1	18. 9

2.2 八倍体小偃麦远中 2与六倍体小偃麦 8801杂种 F<sub>1</sub>的细胞学观察分析结果 对 880K 远中 2杂种 F<sub>1</sub>花粉母细胞减数分裂中期I 染色体配对分析结果(表 2)可见,48个花粉母细胞减数分裂中期I 平均二价体数为 12. 31个,其中环状二价体数为 7. 83,棒状二价体为 4. 48个,二价体顶数为 14,而单价体数为 21. 75± 2. 78,最多的为 25,最少的 19;偶而个别细胞中观察到三价体。最多的出现过 3个三价体。其染色体配对构型平均为 0. 96II+ 12. 3II (7. 83II + 4. 48II) + 21. 75I。其中染色体配对构型 14I + 2II 为主要类型细胞总数的 40% 左右,因此,该组合方式 F<sub>1</sub>的染色体组型应为 14I + 2II。

表 2 (880K 远中 2) F<sub>1</sub> 花粉母细胞减数分裂中期I 染色体配对情况

项目	I	II	II	II	III
平均	21.75	12.31	7.83	4.48	0.96
范围	19~ 25	9~ 14	3~ 11	1~ 10	0~ 3
标准差	2.78	1.67	2.44	2.16	0.88

远中 2× 8801小偃麦杂种 F<sub>1</sub> 减数分裂中期I 染色体配对结果(表 3)为: 二价体数平均为 12.85个,其中环状二价体 9.64个,棒状二价体 3.21个,二价体顶数为 14,最小的是 11个,单价体数在 15~ 25之间,平均 20.07个。三价体平均出现 0.79个,最多的出现过 2个三价体。染色体配对类型平均为: 0.79II+ 12.85I (9.64I + 3.21II) + 20.07I。其中染色体配对 14II + 2II 为主要类型占 40%左右,因此反交组合其染色体构型亦为 14II + 2II。

表 3 (远中 2× 8801) F<sub>1</sub> 花粉母细胞减数分裂中期I 染色体配对情况

项目	I	II	II	II	III
平均	20.07	12.85	9.64	3.21	0.79
范围	15~ 25	11~ 14	5~ 12	2~ 7	0~ 2
标准差	3.19	0.86	1.91	1.89	0.67

从正反交染色体的配对构型上分析二者没有太大的差异,染色体组构型均为 14II + 2II,在 14II 中主要是 A、B两组的同源配对,2II 单价中,有来源于八倍体小偃麦远中 2的 D组和 F组及来源于六倍体小偃麦的 E组染色体。出现少量的三价体和二价体数变动 9~ 14间,单价体数变动在 15~ 25间,可能是 D、E、F染色体组间存在部分同源关系和大量的单价体干扰二价体的正常配对造成的。减数分裂行为不正常,出现大量落后染色体,在四分孢子中有大量数量的不等的落后小核或无内含物空孢子。

3 讨论

3.1 远中 2的染色体组构成 黑龙江省农科院作物育种所在五十年代从小麦与天兰偃麦草杂交的后代中选育出 5种稳定的中间类型:即远中 1~ 远中 5。远中 1染色体组为人工合成异源八倍体,植物形态学表型一致,性状基本稳定。何孟元等把远中 1和远中 2的染色体组定为同一类型即II型,韩方普等认为远中 2的染色体组型应为 ABDE1或 ABDE2,张学勇(1992)认为远中 2的染色体组即不同于 (ABDE),也不同于 (ABDF)。

根据本文的实验结果,远中 2与六倍体小偃麦 AABBE杂交, F<sub>1</sub> 染色体配对的基本构型为 14II + 2II,平均构型为 0.89II+ 12.53II (8.56II + 3.97II) + 21.45I,二价体顶数为 14,单价体数多为 21,由此确认为六倍体小偃麦 (AABBE)的 E组与远中 2来自中间偃麦草的染色体组没有同源关系,甚至也没有部分同源关系,即远中 2染色体组构成上不含 E组偃麦草染色体。因此我们认为远中 2染色体组为 AABBDXX更为合理。至远中 4、远中 5是否含有 E组,有待与六倍体小偃麦杂交做进一步的分析。

3.2 八倍体与六倍体小偃麦间杂交、正反交与结实率、出苗率的关系 本研究发现,在八倍体小偃麦远中 2与六倍体小偃麦 8801间杂交中,不同组合方式对杂交当代结实率和 F<sub>1</sub> 出苗有很大影响。在远中 2× 六倍体小偃麦 8801组合中结实率、出苗率都高于反交组合,尤其是 F<sub>1</sub> 出苗率相差显著,若用有效授粉率 (结实率× 出苗率)来衡量杂交效果,则前者为 60.1%,而后者仅为 18.9%,二者相差悬殊。所以作者认为在小偃麦六、八杂交中,以八× 六的杂交效果远

远好于六 $\times$ 八的杂交效果。这于前人在不同染色体数目种间杂交研究结果相似,即以染色体数多者为母本,结实率高,种子饱满度好,发芽率高,反交结实率低,种子发育不良(无胚乳或胚乳发育不良),发芽率极低。分析其原因可能是由受精卵与胚乳细胞染色体数比例不当造成的,相同染色体数目种间杂交,胚乳细胞与受精卵染色体数目比为 1.5:1(胚乳为正常的三倍体)。一般认为接近或大于这个比值的杂交组合,当代的结实率相对较高,且种子饱满度较高,出苗率也相对较高。低于此比值,则杂交效果较差。在远中 $\times$ 8801组合中,胚乳细胞与受精卵细胞染色体比为 1.56:1;而反交组合中仅为 1.44:1。这可能就是正交效果明显好于反交的主要原因。用极稀( $<1\%$ )的醋酸洋红对 $F_1$ 成熟花粉进行染色,结果发现两组合 $F_1$ 花粉多不着色,表明花粉无内含物, $F_1$ 花粉母细胞减数分裂行为不正常,出现大量的落后染色体及部分多价体,后期或末期出现大量的多余小核,致使花粉粒畸形,无萌发能力或发育不正常。这是造成 $F_1$ 自交不结实的主要原因之一。

### 参 考 文 献

- 1 孙善澄.小麦与鹅观草的远缘杂交研究.中国农业科学,1962(4): 23~ 26
- 2 郝水等.小麦 $\times$ 天兰冰草后代五个中间类型的细胞遗传学研究.植物学报,1979,21: 259~ 262
- 3 祁适雨等.春小麦与天兰冰草远缘杂交育种的研究.中国农业科学,1979(2): 1~ 11
- 4 孙善澄.小偃麦的类型与物种形成的探讨.作物学报,1981,6: 1~ 11
- 5 李集临,孙善澄.普通小麦与天兰偃麦草杂交中间型遗传的研究.遗传学报,1980,17: 157~ 174

## Cytogenetic Study on Crosses Between Octoploid Trititrigia and Hexaploid Trititrigia

Xin Wenli

(Crop Breeding Institute of HAAS.)

**Abstract** The reciprocal crosses between Yuanzhong 2 (AABBDDFF), an octoploidy Triticum seet Trititrigia derived from Elytrigia intermedium and 8801 (AABBEE), a line of hexaploidy Triticum seet Trititrigia derived from Elytrigia elongatum (4X) were conducted. The result showed that seedsetting percentage and seedling percentage of the crosses in  $F_1$  generation were different significantly, and the  $F_1$  plants were highly sterile.

Based on the analysis of meiosis behavior of pollen mother cell of  $F_1$  plant, the main chromosome pairing configuration was  $14II + 2I$  (taking up about 40% of observed cells). The maximum number of bivalent chromosome was only 14. The average chromosome pairing configuration was  $0.89III + 12.53II$  ( $8.56II + 3.97I$ ) +  $21.07I$ . Thereby, we can confirm that the genome of Yuanzhong 2 excludes E genome derived from Elytrigia intermedium. We can preliminarily conclude the chromosome pattern of Yuanzhong 2 is AABBDDXX.

**Key Words** Elytrigia intermedium, Triticum seet Trititrigia octoploid, Triticum seet Trititrigia Hexaploid, Chromosome