

不同倍性小麦种间杂种的细胞学研究

张雅莉, 王林生*

(河南科技大学 农学院, 河南 洛阳 471003)

摘要: 以普通小麦、硬粒小麦和一粒小麦为试验材料, 研究了不同倍性小麦种间杂交的结实率、 F_1 的细胞学行为, 为挖掘其有利基因提供理论依据。结果表明, 倍性高的小麦作母本杂交结实率低, 反之结实率高。用中国春作母本与圆锥小麦杂交, 结实率为 19.1%, 反交结实率为 35.2%; 以河东乌麦作母本与圆锥小麦杂交, 结实率为 33.1%, 其反交结实率达 45.1%。小麦种间杂种 F_1 花粉母细胞减数分裂异常, 表现为中期 I 单价体排列在赤道板两侧, 后期 I 单价体分离落后以及单价体姊妹染色单体提前解离等现象, 产生的四分体有微核出现, 形成花粉的育性明显降低, 甚至表现高度不育, 这是造成杂种结实率低的主要原因。

关键词: 小麦; 种间杂种; 倍性; 细胞学

中图分类号: S512.1 文献标识码: A 文章编号: 004-3268(2011)09-0014-04

Cytological Studies on Interspecific Hybrids of Different Ploidy Wheat

ZHANG Ya-li, WANG Lin-sheng*

(College of Agronomy, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, China)

Abstract: In order to provide theoretical basis for exploiting useful genes, this experiment investigated the seed setting rate of interspecific crosses and cytological behavior of hybrid F_1 with different ploidy of common wheat, durum wheat and einkorn wheat. The results showed that high ploidy wheat as the female parent displayed low seeding rate, on the contrary, generating high seeding rate. The seed setting rate was 19.1% by common wheat Chinese spring as the female parent crossing with *Triticum turgidum*, while it was 35.2% with reverse cross. The seed setting rate of hybrids from different parents had obvious difference. The seed setting rate was 33.1% by Hedong black wheat as the female parent crossing with *Triticum turgidum*, while it was 45.1% with reverse cross. Abnormal chromosomal behaviors of the interspecific hybrid F_1 pollen mother cells were observed, including univalents located on both sides of the equatorial plate at metaphase of meiosis, and lagging separation of univalents and earlier dissociation of their sister chromatids at anaphase I of meiosis. All these abnormal behaviors could result in various micronuclei in some tetrads and make pollen fertility lower, even high infertility. These were main elements causing low seed setting rate of hybrids.

Key words: Wheat; Interspecific hybrid; Ploidy; Cytology

小麦品种遗传基础狭窄, 种质匮乏已成为制约小麦品种改良的重要瓶颈^[1-7]。拓宽其遗传基础, 广泛挖掘有益基因已成为当务之急。一粒小麦 ($2n=$

14, AA) 是小麦的祖先供体物种, 四倍体小麦 ($2n=28$, AABB) 是普通小麦 (AABBDD) 进化过程中重要的中间物种^[8-9], 二者均具有普通小麦可利用的大量

收稿日期: 2011-04-24

基金项目: 河南省教育厅自然科学计划项目 (2011A180011)

作者简介: 张雅莉 (1966-), 女, 山东曹县人, 助理实验师, 本科, 主要从事植物生物学研究。E-mail: zhangyali666@qq.com

* 通讯作者: 王林生 (1965-), 男, 河南民权人, 教授, 博士, 主要从事小麦遗传育种研究。E-mail: wanglinsheng1234@sohu.com

有益基因,如抗病、抗逆、优质等基因,可作为小麦育种的重要基因资源^[10-13],将其挖掘与利用对于拓宽小麦的遗传基础具有重要意义。

小麦种间杂种细胞染色体行为、育性的高低,直接影响有利基因的开发与利用。因此,对其进行深入细致的探索,对于拓宽小麦育种基础具有重要意义。为此,本试验以二倍体、四倍体和六倍体小麦为材料进行杂交,研究其杂种染色体行为及其对育性的影响,旨在为进一步研究利用有益基因提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

本试验采用的六倍体普通小麦为中国春和河东乌麦;四倍体小麦为圆锥小麦;二倍体小麦为一粒小麦。河东乌麦由南京农业大学作物遗传改良与种质创新国家重点实验室提供,其他小麦材料均由河南科技大学农学院种子科学与工程系提供。

配制的杂交组合有中国春×圆锥小麦,圆锥小麦×中国春,河东乌麦×圆锥小麦,圆锥小麦×河东乌麦,中国春×一粒小麦,河东乌麦×一粒小麦,一粒小麦×河东乌麦。

母本于开花前3d去雄,盛花时授粉,然后套袋,收获时单收,统计杂交结实率。

1.2 根尖及花粉母细胞制片

将种子放在垫有湿滤纸的培养皿中,置20℃温箱中发芽。待根长约1~2cm时,剪取2条种子根置于盛水的指形管中。然后连同指形管一起在0℃冰水中处理22~24h,用卡诺氏固定液(95%酒精:冰醋酸=3:1)固定,在3~5℃冰箱中保存2~7d即可制片。制片时取出根尖,用刀片切取根尖生长点部分置载玻片上,滴加45%醋酸,盖上盖玻片后用解剖针轻敲使细胞分散,然后压片观察。

挑取处于减数分裂期的花药,用卡诺氏固定液固定,置3~5℃冰箱中保存备用。制片时,取出花药,在1%醋酸洋红中压片观察。

2 结果与分析

2.1 不同倍性小麦种间杂交及其正反交的结实率

由表1可以看出,不同倍性小麦种间杂交,正反交结实率不同。倍性高的小麦作母本结实率低,但发芽率高,反交结实率高,但发芽率低。用中国春作母本与圆锥小麦杂交,结实率为19.1%,发芽率为86.4%,反交,圆锥小麦作母本与中国春杂交,结实率为35.2%,但发芽率为43.2%。

以河东乌麦作母本与圆锥小麦杂交,结实率为33.1%,发芽率为76.7%,其反交实率达45.1%,但发芽率仅为25.0%。

普通小麦与一粒小麦杂交,正反交结实率都很低。用中国春作母本与一粒小麦杂交,结实率为4.6%,河东乌麦作母本与一粒小麦杂交,结实率为2.5%,一粒小麦作母本与河东乌麦杂交,结实率为5.0%,都表现出了较低的结实率。

表1 不同倍性小麦种间杂交及其正、反交结实率及F₁发芽率的比较

亲本组合	杂交花数/ 朵	结实数/ 粒	结实率/ %	发芽率/ %
中国春×圆锥小麦	272	52	19.1	84.6
圆锥小麦×中国春	125	44	35.2	43.2
河东乌麦×圆锥小麦	130	43	33.1	76.7
圆锥小麦×河东乌麦	88	40	45.1	25.0
中国春×一粒小麦	109	5	4.6	80.0
河东乌麦×一粒小麦	120	3	2.5	66.7
一粒小麦×河东乌麦	80	4	5.0	50.0

2.2 小麦杂种F₁细胞学鉴定

通过根尖细胞染色体观察鉴定真假杂种。一粒小麦、圆锥小麦和普通小麦染色体数分别为2n=14(图1)、28(图2)和42(图3)。普通小麦与圆锥小麦F₁细胞染色体数2n=35(图4),普通小麦与一粒小麦F₁细胞染色体数2n=28(图5)。

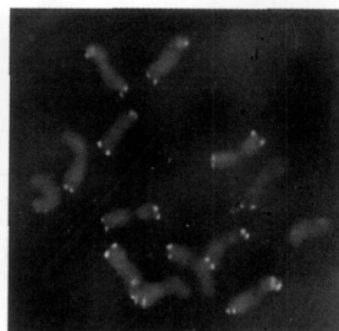
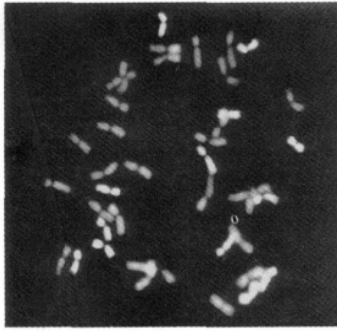
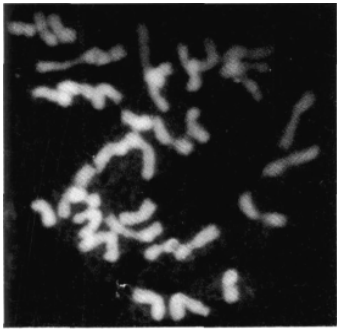
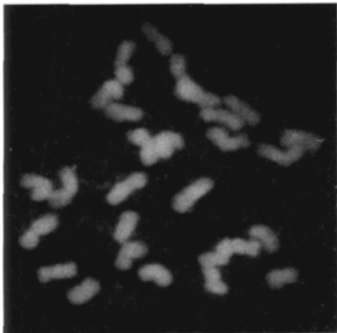


图1 一粒小麦根尖细胞染色体(2n=14)



图2 圆锥小麦根尖细胞染色体(2n=28)

图 3 普通小麦根尖细胞染色体 ($2n=42$)图 4 普通小麦×圆锥小麦 F_1 根尖细胞染色体 ($2n=35$)图 5 普通小麦×一粒小麦 F_1 根尖细胞染色体 ($2n=28$)

鉴定 F_1 植株发现, 44 株中国春×圆锥小麦 F_1 植株中, 42 株为真杂种; 19 株圆锥小麦×中国春 F_1 植株中, 18 株为真杂种; 32 株河东乌麦×圆锥小麦 F_1 植株中, 30 株为真杂种; 10 株圆锥小麦×河东乌麦 F_1 植株中, 9 株为真杂种; 4 株中国春×一粒小麦 F_1 植株、2 株河东乌麦×一粒小麦 F_1 植株和 2 株一粒小麦×河东乌麦 F_1 植株均为真杂种。

2.3 F_1 花粉母细胞减数分裂行为及育性

普通小麦×圆锥小麦正反交五倍体杂种 F_1 (AABB \bar{D}), D 组染色体成单个存在, 理论上应为 7 个单价体, 其染色体组成应为 $2n=14\text{ II}+7\text{ I}$ (图 6)。实际观察发现, 单价染色体数在 1~7 变化, 但具有 7 个单价体的花粉母细胞占多数, 约占 56.8%。



箭头指示 7 个单价体

图 6 普通小麦×圆锥小麦 F_1 花粉母细胞中期 I ($2n=35$)

五倍体 F_1 花粉母细胞减数分裂异常。中期 I 二价体大多数排列在赤道板上, 而单价体多散布在赤道板外侧。后期 I 二价体分开分别拉向细胞两极, 而单价体常滞后, 且发现单价体姊妹染色单体发生提前分裂现象。末期 II 四分孢子染色体数在 14~21 变化, 且有微核出现, 产生的花粉表现部分不育。

普通小麦×一粒小麦正反交四倍体 (AAB \bar{D}) 杂种 F_1 , B、D 染色体组成单存在, 理论上应为 14 个单价体, 其染色体组成 $2n=7\text{ II}+14\text{ I}$ (图 7)。实际上观察到的单价体数多在 7~16。



箭头指示 7 个二价体

图 7 普通小麦×一粒小麦 F_1 花粉母细胞中期 I ($2n=28$)

四倍体 F_1 花粉母细胞减数分裂更加异常。中期 I、后期 I 出现大量单价体落后现象。产生的四分体大多含有微核, 形成的花粉高度不育。

3 讨论

3.1 小麦种间杂交后代常出现超亲类型

倍性不同的小麦种间杂交, 后代常分离出多种类型, 如株高、生育期、抗病性等性状出现了超出亲本的优良类型。究其原因可能是杂种基因间广泛重

组、相互作用的结果。因此,通过多代选择可选育出优良的变异类型,可作为品种改良的重要资源。

3.2 亲本选择对当代结实率的影响

亲本选择对杂交当代的结实率有明显影响,双亲染色体倍数差异越大杂交结实率越低,且正反交对其结实率影响也较大。

3.3 杂种减数分裂异常是结实率低的主要原因

倍数不等的亲本杂交, F_1 在减数分裂过程中会产生数目不等的单价体,导致染色体分离紊乱,产生的小孢子含有的染色体不是染色体组的整倍数,且多数具有微核,花粉的育性明显降低,甚至高度不育,这是造成杂种结实率低的主要原因。

参考文献:

- [1] 高秀琴,兰进好,穆平,等. 小麦遗传多样性研究进展[J]. 山东农业科学,2007(3):33-36.
- [2] 郝晨阳,王兰芬,董玉琛,等. 我国西北春麦区小麦育成品种遗传多样性的 AFLP 分析[J]. 植物遗传资源学报,2003,4(4):85-91.
- [3] 刘三才,郑殿升,曹永生,等. 中国小麦选育品种与地方品种的遗传多样性[J]. 中国农业科学,2000,33(4):20-24.
- [4] 郝晨阳,王兰芬,张学勇,等. 我国育成小麦品种的遗传多样性演变[J]. 中国科学 C 辑:生命科学,2005,35(5):408-415.
- [5] 耿惠敏,刘红彦,宋玉立,等. 40 个河南省审定小麦品种遗传多样性的 SSR 标记分析[J]. 西北农业学报,2005,14(2):27-32.
- [6] 苏亚蕊,王子成,张大乐,等. 黄淮麦区以 1B/1R 类品种为抗源主要育成小麦品种的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2006,7(3):321-326.
- [7] 倪中福,张义荣,梁荣奇,等. 普通小麦 D 染色体组微卫星分子标记遗传差异研究[J]. 作物学报,2003,29(1):145-151.
- [8] 马昭才,郑有良,魏育明. 一粒系小麦种质资源研究进展[J]. 麦类作物学报,2005,25(3):93-99.
- [9] 曹亚萍. 小麦的起源、进化与中国小麦遗传资源[J]. 小麦研究,2008,29(3):1-10.
- [10] 邱永春,周荣华,孔秀英,等. 乌拉尔图和栽培一粒小麦抗病基因向普通小麦转移的研究[J]. 麦类作物学报,2006,26(1):1-6.
- [11] 李慧敏,赵凤梧,戴茂华,等. 普通小麦、硬粒小麦种间杂种优势选育与千粒重新种质研究[J]. 华北农学报,2006,21(3):68-73.
- [12] 杨松杰,屈国胜,杨武云. 人工六倍体小麦后代衍生群体遗传多样性研究[J]. 华北农学报,2008,23(5):76-84.
- [13] 裴自友,孙玉. 小麦属间杂种的育性及形态学、细胞学研究[J]. 山西农业科学,2001,29(4):3-6.