

同源四倍体高粱与约翰逊草 种间杂种细胞学特性的相关研究

梁凤山¹, 罗耀武¹, 朱志明²

(1 河北农业大学 农学院, 河北 保定 071001; 2 沧州市农科院, 河北 沧州 061001)

摘要: 以 6 个同源四倍体高粱品系及其与约翰逊草的种间杂种为材料, 对两种间细胞学特性的相关性进行了分析。杂种 F₁ 后期 I、后期 II 减数分裂的不规则性受到亲本高粱细胞学不规则性的影响, 杂种 F₁ 减数分裂规则性与约翰逊草相似。

关键词: 同源四倍体高粱; 约翰逊草; 细胞学特性

中图分类号: S514 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2001)02-0008-04

约翰逊草(*S. halepense* (L) pers. $2n=40$)是高粱属四倍体野生宿根草, 丛生多分蘖, 生长势强, 可多年生, 有极强的抗病虫、抗干旱、耐盐碱能力, 适应范围很广^[1,2]。二倍体栽培高粱(*S. bicolor* (L) Moench. $2n=20$)与约翰逊草杂交由于倍性不同而存在遗传障碍^[3], 本实验室利用同源四倍体高粱($2n=40$)与约翰逊草种间杂交获得成功^[4], 细胞学分析表明, 约翰逊草是节段同源异源四倍体, 染色体组模式可表示为 AAA'A', 杂种具有双亲的染色体组。本文进一步分析了杂种 F₁ 与双亲的细胞学特性的相关性。

1 材料与方法

1.1 材料

采用 5 个同源四倍体高粱品系(四美甜、四沈甜、四高分、四丽欧、四 SR), 一对同源四倍体高粱不育系, 保持系(四 6A、四 6B), 均为本实验室研究成果。约翰逊草来自美国堪萨斯州立大学 Liang 实验室。

1990 年以约翰逊草为父本获得了四 6A、四美甜与约翰逊草的杂种 F₁, 经连年自交获得 F₂, F₃, F₄, 后又以约翰逊草为父本同其他品系配制了杂种。

1.2 方法

取用适期花药, 卡诺固定液(无水乙醇:冰醋酸=3:1)固定 24 h, 换 75%乙醇保存于 4℃冰箱中, 1%醋酸洋红压片, 镜检花粉母细胞(PMC)减数分裂过程。

统计数字利用多元统计分析程序包在微机上进行处理。

收稿日期: 1999-09-28

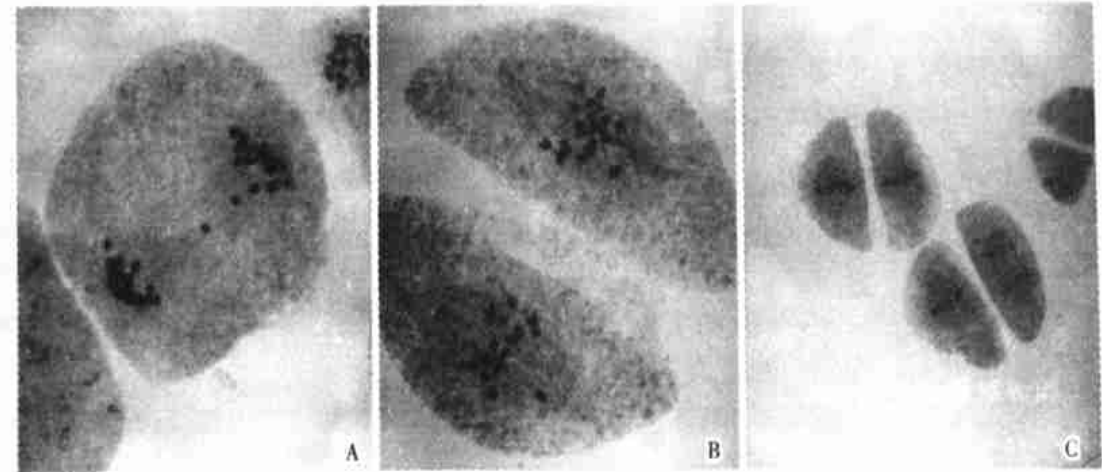
基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39470375)

作者简介: 梁凤山(1971-), 男, 讲师, 硕士, 主要从事作物遗传育种学教学与研究工作。

2 结果与分析

2.1 双亲及杂种 F₁ 减数分裂染色体异常行为

以前的研究^[4]表明，终变期——中期 I 染色体构型比较复杂，后期 I ——末期 I 出现落后染色体及染色体桥现象，中期 II 出现不排列在赤道板上的染色体，后期 II ——四分体时期出现落后染色体(图 1—A, B)。杂种 F₁ 后期 II 细胞除出现落后染色体外，一部分细胞还具有染色体分离不同步现象，即二分子中，一个子细胞的染色体着丝点分裂，姊妹染色单体分离，已达后期，而另一个子细胞的姊妹染色单体分离稍晚或仍停留在中期(图 1—C)。这类细胞频率很低，6 个组合平均为 3.63%。



A 杂种 PMC 末期 I：示落后染色体 B 杂种 PMC 中期 I：示不排列染色体 C 杂种 PMC 后期 II：示不同步分离染色体

图 1 杂种 PMC 减数分裂示意图

2.2 杂种 F₁ 染色体行为的相关性

减数分裂各个时期的染色体行为存在明显的相关性。后期 I 百个细胞落后染色体数同中期 I 单价体、三价体数，后期 II 百个细胞落后染色体数的相关系数分别 0.808 1, 0.933 9, 达到极显著水平。中期 I 带单、三价体的细胞百分率同后期 I、II 带落后染色体的细胞百分率也达极显著相关(r 分别为 0.810 2, 0.785 4)。

2.3 杂种 F₁ 同四倍体高粱亲本的细胞学相关性

从相关系数表可以看出(表 1)，杂种 F₁ 每细胞 I + III 价体数与亲本高粱中 I + III 价体数，后期 I、II 不规则性有显著相关性，相关系数分别为 0.964 0, 0.906 0, 0.950 6。说明杂种 F₁ 中期 I 染色体行为不规则性受亲本高粱细胞学不规则性的影响很大。杂种 F₁ 中期 I 每细胞二价体数，四价体数与亲本高粱的染色体行为没有显著相关性，说明中期 I 染色体配对的影响因素很多，与双亲的遗传物质及自身的遗传平衡机制都有关系。杂种 F₁ 后期 I 落后染色体总数同亲本高粱每细胞 I + III 价体数，后期 I、后期 II 落后染色体数都有显著的相关性(r 分别为 0.908 5, 0.913 5, 0.847 1)。杂种 F₁ 后期 II 落后染色体总数与之也有类似的相关性(r 分别 0.971 8, 0.966 0, 0.950 2)。说明杂种 F₁ 后期 I、后期 II 减数分裂的不规

则性受到亲本高粱细胞学不规则性的影响。杂种 F₁ 后期 II 不同步分离细胞百分率与亲本高粱的每细胞四价体数有负相关，特别是与链状四价体数负相关达显著水平 ($r=-0.8718$)，与高粱中每细胞 II 价体数则有较大的正相关。

表 1 杂种同高粱亲本细胞学性状相关系数

性状	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7
X_1	0.964 0**	-0.520 7	0.298 8	0.594 6	0.908 5*	0.971 8**	0.316 7
X_2	0.122 9	0.332 7	0.013 0	-0.418 9	-0.288 2	-0.218 3	0.723 5
X_3	-0.116 3	-0.291 9	0.110 8	0.294 3	0.233 1	0.259 6	-0.497 5
X_4	-0.431 3	0.059 6	-0.237 0	0.062 9	-0.055 5	-0.309 2	-0.871 8*
X_5	0.906 0*	-0.236 4	0.158 7	0.506 8	0.913 5*	0.966 0**	0.052 1
X_6	0.950 6**	-0.220 3	0.061 9	0.551 0	0.847 1*	0.950 2**	0.161 2

注： X 代表四倍体高粱性状， Y 代表杂种 F₁ 性状； X_1 ， Y_1 代表每细胞单、三价体总数； X_2 ， Y_2 代表平均每细胞二价体数； X_3 ， Y_3 代表每细胞环状四价体数； X_4 ， Y_4 代表每细胞链状四价体数； X_5 ， Y_5 代表后期 I 百个细胞落后染色体总数； X_6 ， Y_6 代表后期 II 百个细胞落后染色体总数； Y_7 代表杂种 F₁ 后期 II 不同步分离细胞百分率。

2.4 杂种 F₁ 与约翰逊草细胞学特性的相关性

据平均数的假设测验，得到约翰逊草同杂种 F₁ 细胞学特性的差异显著性(表 2)。可以看出，约翰逊草同杂种 F₁ 在每细胞平均 II 价体数、IV 价体数上有极显著差异。即杂种 F₁ 比亲本约翰逊草 II 价体数减少，环状 IV 价体数增多，链状 IV 价体数减少，这可能是杂种中相同染色体组增多的缘故。而在 I + III 价体数，后期 I、II 百个细胞落后染色体总数上，杂种和约翰逊草没有差异，说明杂种 F₁ 的减数分裂规则性与约翰逊草相似。

表 2 杂种 F₁ 与约翰逊草细胞学性状差异显著性

性状	I + III 细胞	II/ 细胞	环 IV/ 细胞	链 IV/ 细胞	AI 落后 CS	AII 落后 CS
t 值	0.792 4	11.07**	8.58**	5.18**	2.44	0.32

注： $t_{0.01}=4.032$ ， $t_{0.05}=2.571$ 。

3 讨论

杂种 F₁ 的染色体组间均有部分同源关系^[4]，染色体配对缺乏规律性。相关性分析表明，杂种 F₁ 减数分裂的不规则性受到亲本高粱细胞学不规则性的影响，因此，选择减数分裂染色体行为较为正常的四倍体高粱亲本，与约翰逊草进行杂交，可以提高杂种的细胞学规律性。

杂种 F₁ 减数分裂过程中各个时期的染色体异常行为存在显著的相关性，因此，不论是减数分裂过程中各时期带有落后染色体的细胞百分率，还是百个细胞中出现的落后染色体总数均可作为 PMC 减数分裂异常程度的指标。

经分析，杂种 F₁ 后期 II 不同步分离现象与减数分裂各种染色体行为均有关系。这类现象可能是两种染色体组互作的结果，且互作的效应程度不同(这类细胞出现频率在不同组合间有显著差异)，或是两个子细胞具有相对独立性，所在内环境的差异造成了分裂速度的不同，到末期 II 则趋于一致。

参考文献:

- [1] 希斯 M E. 牧草——草业农业科学[M]. 北京: 农业出版社, 1992
- [2] Wet J D, Rap K P. 杨立国译. 高粱的近源野生种及其利用[J]. 国外农学—杂粮作物, 1992, 51—55
- [3] Sangduen N, Hanna W W. Chromosome and fertility studies on reciprocal crosses between two species of autotetraploid sorghum[J]. The J of Here, 1984, 75: 293—296
- [4] 梁凤山, 罗耀武, 陈荣敏. 同源四倍体高粱与约翰逊草种间杂交及其细胞遗传学研究[J]. 河北农业大学学报, 1999, 22(1): 1—5

Relationship of Cytogenetic Character of Interspecific Hybrids Between Autotetraploid Sorghum and Johnsongrass

LIANG Feng-shan¹, LUO Yao-wu¹, ZHU Zhi-ming²

(1 Agriculture University of Hebei, Baoding 071001, China;

2 Cangzhou Academy of Agricultural Sciences Cangzhou 061001)

Abstract: The relationship of cytogenetic character of interspecific hybrids between 6 autotetraploid sorghum lines and Johnsongrass was analysed. The irregularity in meiotic A I, A II of F₁ hybrids was effected by that of parent sorghum, and the regularity was similar to that of Johnsongrass.

Key words: Autotetraploid sorghum; Johnsongrass; Cytogenetic character