

小黑麦 R 染色体组与小偃麦 E 染色体组亲缘关系的研究

王广金

(黑龙江省农科院育种所)

摘要 本试验进行了八倍体小黑麦与八倍体小偃麦以及八倍体小偃麦与普通小麦的杂交,并对其杂交结实率、 F_1 根尖细胞染色体数、减数分裂过程的染色体联会情况进行了观察和统计分析。试验表明:八倍体小黑麦 \times 八倍体小偃麦 F_1 根尖细胞染色体数符合理论值($2n=56$)。分析 F_1 减数分裂中单价体少于14个的类型,尽管有15.6%的细胞中存在R、E组间染色体的部分同源配对,但R、E组参与部分同源配对染色体的最小百分数仅为1.63%,另外对八倍体小偃麦 \times 普通小麦的杂种 F_1 减数分裂进行观察,E组内染色体间存在配对。因此,实际R、E组间染色体部分同源配对的最小百分数要小于1.63%,表明R、E染色体组间的亲缘关系很远。

小黑麦的人工合成是人类在物种形成及进化方面的一项重大成果。小黑麦具有蛋白质和赖氨酸含量高(一般小麦的蛋白质为11.56%,赖氨酸为0.33%,而小黑麦分别为15.13%和0.51%),抗逆性强,适应性广等特点,但由于结实率低(特别是八倍小黑麦),细胞学稳定性差,子粒饱满度低,在生产应用上受到了限制。由于小黑麦具有很大的增产潜力,国内外育种家从不同的角度,用各种方法进行改良,试图扩大生产利用,其中以小偃麦为桥梁将偃麦草属的优良基因引入到小黑麦中是有效途径之一。

在改良小麦为中心的属间远缘杂交的近百年历史上,偃麦草属(*Agropyron*或*Elytrigia*)贡献最大。西北植物研究所曾将长穗偃麦草(*A. elongatum*)与小麦杂交育成小偃697、高原706和小偃4、5、6号等一些优良品种。黑龙江省农科院和克山农科所用中

间偃麦草(*A. glaucum*)与小麦杂交育成了龙麦1~4号和克涝1号、3号,并创造了抗三锈病、抗病毒病的八倍体小偃麦中₂、中₃、中₄、中₅ [2]。D-J vos用八倍体小偃麦(小麦与长穗偃麦草的部分双二倍体)同小黑麦杂交,在 F_2 代获得子粒品质很好的植株 [2],国内外也进行了这方面的研究 [1,2]。为了更好地将偃麦草的优良基因导入到小黑麦中,研究E染色体组与R染色体组的亲缘关系是十分必要的。

材料和 方法

材料:5个八倍体小黑麦:小黑73,小黑20,中拉1号,PH₇₆,PH₇₃。普通小麦东农120,小偃麦中₃、中₅。

方法:采用人工去雄、套袋的杂交方法。

染色体制片方法:对二氯苯饱和溶液处理根尖 4~5 小时,Carnoy 溶液固定 24 小时,在恒温(60±1℃)水浴锅中,用 1NHCl 溶液水解 10~15 分钟,水洗后放入 4%铁铵钒溶液中媒染 2~3 小时,水洗三次,每次约 5 分钟;然后转移到 0.5%的苏木精溶液中,染色 1~3 小时,用 45%的冰醋酸分色,在 45%的冰醋酸中压片。冰冻揭片,中性树胶封片,用临时或永久制片观察和照相。

花粉母细胞染色体制片,除不需预处理和水解外,其它过程均与根尖染色体制片相同。

结果和分析

一、小黑麦和小偃麦的杂交

小麦属与偃麦草属、黑麦属没有严格的不亲合性。利用二属间的人工合成种再次杂交也不十分困难,5 个八倍体小黑麦品种(系)与 2 个小偃麦品系共配制正反交 19 个

组合。平均结实率为 17.2%(表 1)。但不同组合的结实率差异较大,说明亲本基因型与杂交的亲合性有密切关系。正交组合(以小黑

表 1 小黑麦与小偃麦杂交的结实率

项目 组合	组合数	授粉 小花数	结实 粒数	结实率 (%)
小黑麦×小偃麦	9	3000	562	18.73
小偃麦×小黑麦	10	2268	346	15.67
平均		2634	454	17.20

麦为母本)的平均结实率显著高于反交组合,且反交组合的杂交种子极瘪,未得到植株,这与前人研究结果相同^[1,2]。

二、杂种体细胞染色体数

八倍体小黑麦染色体的组成为 AABBLL DRR(2n=56)(图 1),小偃麦是小麦-中间偃麦草的部分双二倍体,染色体组成为 AABBDDDEE(2n=56)(图 2),它们杂种的体细胞染色体数理论上应为 2n=56。对两个红

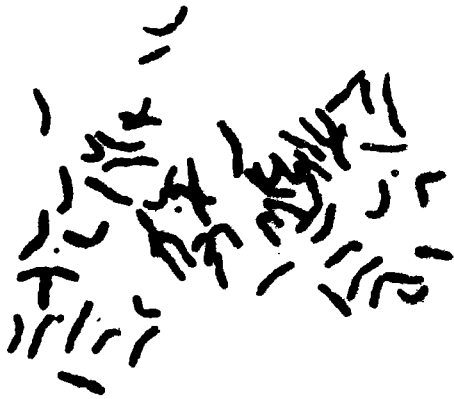


图 1 八倍体小黑麦(PH74)2n=56

合 F₁ 根尖染色体数统计结果(表 2)表明基本符合理论值,但也有一些非整倍体植株出

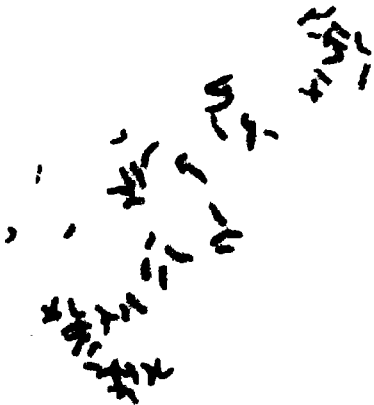


图 2 小偃麦(中)2n=56

现(亚倍体),产生这种情况的原因可能是亲本都是人工合成的新物种,具有细胞学不移

定性,产生了非整倍体配子,使杂种出现非整倍体。

表2 F_1 体细胞正常染色体的频率

组	项 目	植株数	染色体数(条)	
			54-55	56
	PH76×中:	27	7.4%	92.6%
	小黑73×中:	30	6.7%	93.3%
	Σ		7.05%	92.95%

三、杂种 F_1 的减数分裂

八倍体小黑麦和小偃麦都具有普通小麦的A、B、D染色体组,杂种 F_1 (AABBDDER)减数分裂的理论构型为21个二价体,14个单价体,观察结果基本符合理论推断(图3)。

关系可能很远。

为了研究E和R染色体组的亲缘关系,把杂种 F_1 的PMC减数分裂MI的染色体构型进一步分类(表3)。在单价体数少于14的类型中,可能存在E、R组染色体的部分同源配对,参予部分同源配对的染色体数占PMC中E和R染色体总数的比例称为部分同源配对的最小百分数。从表3可以看出,尽管有 $15.6\%(\frac{39}{250} \times 100)$ 的细胞中存在E、R组间染色体的部分同源配对,但参予部分同源配对染色体的频率,即部分同源配对的最小百分数仅为1.63%。因此,可以推断E、R染色体组间的亲缘关系是较远的。

Jose antonio fernander 在杂种AABBRH^{CH}中观察到R组内染色体有配对现象^[4],但E组内染色体是否存在配对未见报道。为了探讨这个问题,我们做了小麦与小偃麦的杂交,并对 F_1 PMC减数分裂的染色体构型进行分析(表4)。由表4可以看出,大于21个二价体的细胞占观察总数的12.86%,说明E组内染色体存在配对。那么,上述E、R组间部分同源配对的最小百分数,实际还包括R组内和E组内染色体的配对值,实际参予E、R组间配对的染色体要小于1.63%,这进一步说明E、R染色体组的亲缘关系是很远的。

从表3中还可以看出, F_1 PMC中存在同理论构型一致的形式,即 $14I + 21II$,这类细胞占64.8%。还有一种类型是单价体数多于14个,超出理论单价体数染色体,是由于A组、B组、D组的同源染色体不联会所致,这类细胞占 $19.6\%(\frac{49}{250} \times 100)$,而不联会的染色体数仅占A组、B组和D组染色体总数的1.06%。表明八倍体小黑麦同八倍体小偃麦中的A、B、D染色体组的同源性很好。

图3 $2n=56(15II+6II+14I)$ (PH76×中: F_1 PMC)

五个组合的平均染色体构型为 $14.7I + 20.64II + 0.17III + 0.11IV$,二价体数变动在12~22之间,具21个二价体的细胞为65.65%,具14个单价体的细胞平均为62.24%。这表明E、R组的染色体大多数情况下以单价体的形式存在,它们之间的亲缘

3

表 1

八倍体小黑麦×小偃麦杂种 F₁ 的 MI 联会类型及频率

项目 类型	I	II	III	IV	PMI 数目	R、E 配对 染色体数	AA、BB、DD 未 配对染色体数
小于 14 个 单 价 体	10	14	7	21	1	4	
	12	17	3	20	1	4	
	12	15	7	22	1	2	
	12	17	5	22	2	4	
	12	16	6	22	1	2	
	12	18	4	22	2	4	
	12	19	3	22	2	8	
	12	14	8	22	2	4	
	13	16	4	20	3	3	
	13	19	1	20	3	3	
	13	13	7	20	4	4	
	13	17	3	20	3	3	
	13	15	5	20	5	5	
	13	18	2	20	7	7	
					39	57	
14 个 单 价 体	14	18	3	21	38		
	14	17	4	21	35		
	14	19	2	21	28		
	14	20	1	21	9		
	14	13	8	21	5		
	14	16	5	21	22		
	14	15	6	21	16		
	14	14	7	21	8		
	14	12	9	21	1		
					162		
多 于 14 个 单 价 体	15	16	3	19	1	2	2
	15	15	4	19	1	7	7
	15	18	1	19	1	4	4
	15	17	2	19	1	5	5
	16	18	2	20	12		24
	16	15	5	20	2		4
	16	16	4	20	5		10
	16	13	7	20	2		4
	16	19	1	20	3		6
	16	17	3	20	7		14
	16	14	6	20	2		4
	17	16	3	18	1		3
	17	17	1	18	1	2	6
	17	14	4	18	1		3
	17	16	1	18	1		3
	18	14	5	19	1		4
	18	13	6	19	1		4
	18	16	3	19	1		4
					49		111
	14.4	16.9	4.4	0.06	0.008	250	

表 4

杂种 F₁ (AABBDE) 的 PMC 染色体联会情况

组 合	项 目 细 胞 数	I				III	IV	大于 21 II 细胞(%)	等于 21 II 细胞(%)	小于 21 II 细胞(%)
		I	II	III	合计					
东 农 120×中 ₅	41	7.32 4-11	15.92 12-19	4.95 1-10	20.80	0.17 0-1		12.20	56.10	31.70
东 农 120×中 ₅	37	7.00 5-11	16.32 14-19	4.50 2-7	20.82	0.11 0-1		13.51	59.46	27.03
Σ	78	7.16	16.13	4.73	20.81	0.14		12.86	57.78	29.37

结 语

1. 杂种 F₁ 体细胞中, 染色体基本符合理论值, 出现一定频率的亚倍体, 可能是亲本产生非整倍体配子所致。

2. A、B、D 组内的同源染色体不联会的个数仅占 1.06%, 证明八倍小黑麦和八倍体小偃麦中的 A、B、D 染色体组的同源性很强。

3. 在杂种东农 120×小偃麦的 PMC 中, 大于 21 个二价体的细胞为 12.86%, 说明 E 染色体组内存在配对。

4. E、R 染色体组虽然具有相同的染色体基数, 但其性质可以不同, 基数的相同只表明它们可能具有相似的演化历程。本试验中, E、R 组间部分同源配对的染色体最小百分数

为 1.63%, 且包括 E 组内和 R 组内染色体的配对值, 实际的最小百分数值要小于 1.63%, 表明小黑麦的 R 染色体组与小偃麦的 E 染色体组亲缘关系甚远, 因此, 在用小偃麦改良小黑麦的过程中, 宜采取异附加或易位的方法。

参 考 文 献

- [1] 容珊: 小麦—偃麦草—黑麦三属间杂种人工合成途径的研究, 植物研究, 1979(1): 1~6
- [2] 孙善澄: 小麦与偃麦草远缘杂交的研究, 华北农学报, 1987, 2 (1): 7~12
- [3] Vos, D. J.; Proc. Fifth. Intern Wheat Genetics. Symp. Kyoto Japan. 1983, 897~902
- [4] Jose Antonio Fernandez et al: The Journal of Horticulture 1985, 76: 63~64

(上接 52 页)

3. 在不施氮水田里, 水稻吸收氮素吸收率的速测模型公式:

$$\hat{P}_{jn} = \alpha N_{jn} P_{jcn} + M_{jn} (\beta P_{j+10n} + \gamma P_{jcn})$$

\hat{P}_{jn} 是在一定时间内的吸收量, 一定时间 $t_1(t_{j0}, t_{j1}, \dots, t_{ji}, \dots, t_{jn})$

式中 $\alpha = 0.5$ (从种植到穗分化); 1 (从穗分化到开花期); 0 (开花期以后); $\beta = 0.24$, $\gamma = 0.40$ (除分蘖期到开花期以外的所有时期); $\beta = 0.31$, $\gamma = 0.45$ (分蘖期到开花期); N_{jn} (在 t_{j0} 期内的 $NH_4-^{15}N$ 的存在量); P_{jcn} (从 t_{j0} 到被水稻吸收时期内, 用注入方式随机施入示踪元素 $NH_4-^{15}N$ 的分配比率); M_{jn} (在 T_j 时期内的矿化作用)。

从几个测量数据用此公式计算的 P_{jn} 值与水稻吸收氮的测定值几乎相同。

(李玉颖 郑铁军 译自《土壤科学与植物营养》杂志)