

芝麻同源四倍体的诱发与鉴定

张海洋, 卫双玲, 卫文星, 张体德, 路凤银, 张元

(河南省农业科学院棉花油料作物研究所, 河南 郑州 450002)

摘要: 在 28 ℃ 的条件下, 用 0.3% ~ 0.5% 的秋水仙素水溶液浸种 24 h, 诱发产生芝麻同源四倍体的效果较好。芝麻同源四倍体与二倍体相比, 茎秆粗壮, 叶片、花器、种子较大, 但生长发育缓慢, 结实性较差。芝麻同源四倍体具有 52 条染色体, 其育性与同源染色体联会形式有关, 联会过程中形成的四价体(IV)和两个二价体(II + II)数目越多, 育性和结实率越高。

关键词: 芝麻; 同源四倍体; 秋水仙素; 特征特性

中图分类号: S565.3032 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2001)02-0012-04

自 Richharia 和 Persai (1940) 首次利用秋水仙素水溶液处理芝麻种子诱导产生芝麻多倍体以来, 国外一些学者通过这一方法, 在许多栽培芝麻中获得同源四倍体, 并对同源四倍体进行了形态学和细胞学研究^[1~3], 但国内迄今尚未见到有关芝麻同源四倍体研究的报道, 本研究对芝麻同源四倍体的诱发、形态特征、生育特性及细胞学基础进行了深入探讨, 旨在为该材料更好地在芝麻遗传和育种研究中利用提供理论依据。

1 材料和方法

本试验通过秋水仙素水溶液处理二倍体芝麻种子, 促使萌发中的胚生长点细胞的染色体加倍, 从而诱导产生同源四倍体。首先, 以豫芝 4 号为材料对不同浓度秋水仙素水溶液的诱发效果进行了研究。秋水仙素水溶液设 0.05%, 0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.7%, 1.0% 等 6 个浓度水平, 在 28 ℃ 条件下对供试种子处理 24 h 后, 用温水冲洗种子 3 次并将其播入大田, 待幼苗生长发育到初花期时对其进行染色体数目鉴定。在探讨最佳秋水仙素处理浓度的基础上, 利用这一方法分别从豫芝 4 号、豫芝 5 号和豫芝 8 号中获得大量同源四倍体, 并对这些同源四倍体及其相应二倍体的形态特征、生育特性以及花粉母细胞减数分裂进行了对比观察。

2 结果与分析

2.1 不同浓度秋水仙素水溶液诱发芝麻同源四倍体的效果

对不同浓度秋水仙素水溶液处理后的芝麻种子出苗、幼苗发育状况及染色体数进行了观察与细胞学鉴定。结果表明, 秋水仙素浓度在 0.05% ~ 0.5% 范围内, 诱导产生同源四倍体

收稿日期: 2000-11-06

基金项目: 河南省自然科学基金资助项目(994013100)

作者简介: 张海洋(1963-), 男, 副研究员, 农学博士, 主要从事芝麻遗传育种研究工作。

的成功率随着秋水仙素浓度的提高而提高, 而且种子出苗后生长发育良好; 秋水仙素浓度在 0. 7% 以上, 诱发产生同源四倍体的成功率随秋水仙素浓度的提高而下降, 而且种子出苗较难, 出苗后生长发育不良。这些经高浓度秋水仙素处理的种子在土壤中萌发后, 胚的生长发育极慢, 胚根膨大较重, 难以向下生长形成正常根系, 出苗时间长、出苗率低。出苗后幼苗多为畸形, 生长发育缓慢、变异较大。由此可见, 利用秋水仙素水溶液处理芝麻种子诱发产生同源四倍体的最佳浓度是 0. 3% ~ 0. 5% (见表 1)。

表 1 不同浓度秋水仙素水溶液诱发芝麻同源四倍体的效果(1995)

秋水仙素浓度(%)	处理种子数(个)	处理种子出苗数(个)	同源四倍体株数(个)	诱发成功率(%)
0. 05	500	258	3	0. 6
0. 1	500	186	12	2. 4
0. 3	500	155	35	7. 0
0. 5	500	143	48	9. 6
0. 7	500	107	14	2. 8
1. 0	500	68	6	1. 2

2. 2 芝麻同源四倍体的特征特性

通过秋水仙素加倍处理从豫芝 4 号、豫芝 5 号和豫芝 8 号中获得的大量同源四倍体与其相应的二倍体相比, 均表现茎秆粗壮坚硬, 叶片宽大, 花器和花粉粒较大, 蒴果短、宽、厚, 根短粗且发育缓慢(见表 2)。对形态上鉴别为同源四倍体的植株进行花粉母细胞染色体压片镜检, 结果发现减数分裂中期 I 均为 52 条染色体。

表 2 芝麻同源四倍体形态特征观察结果(1998)

材 料	株 高 (cm)	单 株 叶 面 积 (cm ²)	花 冠 长 (cm)	花 冠 宽 (cm)	蒴 果 长 (cm)	蒴 果 宽 (cm)
豫芝 4 号同源四倍体	180. 5	2 138. 9	4. 2	2. 9	3. 0	1. 2
豫芝 4 号二倍体(ck)	173. 5	1 521. 6	3. 6	2. 2	3. 3	1. 0
豫芝 5 号同源四倍体	183. 2	1 711. 0	3. 7	1. 7	2. 8	1. 3
豫芝 5 号二倍体(ck)	153. 3	1 368. 5	3. 4	1. 2	3. 2	1. 0
豫芝 8 号同源四倍体	182. 6	1 786. 8	3. 1	2. 0	2. 8	1. 2
豫芝 8 号二倍体(ck)	188. 6	1 352. 6	3. 6	1. 4	3. 6	1. 0

在芝麻同源四倍体群体中, 不同单株间的蒴果及子粒发育也不一样。有些植株的蒴果及子粒能够正常发育, 也有些植株的蒴果发育不良。大量对比观察结果表明, 同源四倍体材料平均单株结蒴数较正常二倍体少, 蒴粒数也少, 秕粒较多, 但发育正常的同源四倍体种子较二倍体种子大, 千粒重高(见表 3)。

表 3 同源四倍体蒴果及子粒发育情况(1998)

材 料	单株蒴果数(个)	单蒴粒数(个)	千粒重(g)	秕子率(%)
豫芝 4 号同源四倍体	56. 2	46. 1	5. 3	66. 7
豫芝 4 号二倍体(ck)	73. 4	64. 3	3. 6	2. 6
豫芝 5 号同源四倍体	52. 0	38. 4	5. 4	70. 3
豫芝 5 号二倍体(ck)	67. 0	57. 9	3. 4	3. 5
豫芝 8 号同源四倍体	58. 3	54. 2	4. 1	63. 9
豫芝 8 号二倍体(ck)	78. 5	65. 3	3. 7	3. 2

2.3 芝麻同源四倍体结实性及花粉母细胞减数分裂观察

在通过秋水仙素处理获得第一代同源四倍体群体中,不同单株间的结实性差异很大。一些植株能够正常授粉结实,蒴果发育正常,结实率也较高,子粒发育饱满;一些植株虽然能自交授粉结实,蒴果也能发育,但由于大部分胚不能正常发育,而形成秕粒,结实性很低,种子多为畸形;还有一些植株难以正常授粉结实,发育而成的一些蒴果极小,在这些小蒴果中有时也能收到 1~2 粒种子。

第一代能够正常结实而且子粒发育良好的植株,第二代结实性也很好并有所提高;而那些虽然能授粉结实,但子粒发育不良的植株,第二代中绝大多数仍表现结实率低,只有少数植株结实性大幅度提高,子粒发育趋向于正常,由此可见,通过选择可以逐步提高同源四倍体的结实率。对同源四倍体植株花粉母细胞减数分裂观察的结果表明,在同源四倍体群体中,不同植株花粉母细胞减数分裂过程中,同源染色体联会时出现四价体、三价体、二价体和单价体的数量也是不同的。一些植株的绝大多数花粉母细胞减数分裂过程中,同源染色体联会能够形成较多的四价体(IV)和两个二价体(II+II),后期 I 分离相当规则,极少发现落后的染色体,能产生正常的四分体;而另一些植株的花粉母细胞减数分裂过程中,除观察到少量四价体和二价体外,有较多的三价体和单价体出现,后期 I 染色体行为不规则,其表现多种多样,分向两极的染色体数目不均等,而且呈现出不同程度的落后状态,落后的染色体散布在两极间不同位置上。染色体除向二极分离外,在一些细胞中还出现多极移动现象,集中成几团,形成大小不等的小孢子。

3 讨论

3.1 芝麻同源四倍体大、小孢子的育性与结实率

在经秋水仙素诱导产生的第一代同源四倍体群体中,不同植株间结实率差异较大。从同源四倍体减数分裂观察结果分析,我们认为不同植株间结实率不同的原因是由于减数分裂形成的大孢子和小孢子的育性不同所致。更进一步说,是由于大孢子和小孢子母细胞减数分裂过程中同源染色体联会形式不同引起的。在一些结实性很好的同源四倍体株系中,发现绝大多数花粉母细胞减数分裂时,同源四倍体联会主要是四价体(IV)和两个二价体(II+II)形式,只有少数是其他形式的联会,后期 I 染色体分离规则,能够形成正常的小孢子;而同源染色体多以三价体和一个单价体(III+I),以及一个二价体和二个单价体(II+I+I)等形式联会时,后期 I 染色体分离不规则,形成育性不同的大孢子和小孢子,导致结实率降低。Kobayashi 和 Shimamura (1952) 的研究结果也说明这一点^[1]。实际上,同源四倍体的结实率与四价体和两个二价体联会形式出现的频率有关,出现的四价体和两个二价体联会形式的频率越高,结实性也就越好。

3.2 芝麻同源四倍体的应用

自 20 世纪 40 年代初人们通过秋水仙素诱导获得芝麻同源四倍体以来,国内外一些学者从不同芝麻栽培种中获得许多同源四倍体,并对其进行了大量研究,但迄今尚未将其应用于生产,其主要原因是由于同源四倍体的育性较二倍体差。然而,我们对芝麻同源四倍体育性多年的观察结果表明,通过逐代选择可以有效地提高同源四倍体的育性和结实率,进而有可

能将一些优良同源四倍体品系在生产中应用。此外, 同源四倍体在芝麻遗传学研究中具有重要的应用价值。其一, 可以利用同源四倍体创造非整倍体, 为芝麻细胞遗传学研究提供材料。Subramanian (1977) 报道他从二倍体栽培种和同源四倍体杂交后代中选育出一个芝麻三倍体植株^[4]。近年来, 河南省芝麻研究中心从同源四倍体作母本与二倍体杂交后代中获得大量非整倍体。其二, 同源四倍体可以作为桥梁材料与染色体数目多的野生种杂交, 以提高杂交能力, 从而有效地将野生芝麻的一些优良性状导入栽培种。印度农业研究所在开展二倍体与 *S. indicatum* ($2n=58$) 杂交工作时, 发现这 2 个种间杂交很难成功, 但通过同源四倍体与 *S. indicatum* 杂交有效地增强了种间杂交的结实性并获得 F_1 植株。

参考文献:

- [1] Khidir M O, Ali M A. Induced Autopolyploidy in Sesame (*Sesamum Orientale* L.) [J]. Acta Agronomica Academiae Scientiarum Hungaricae, 1974, 23(3-4): 459-468.
- [2] Kobayashi T, Tsuchiya T, Gupta P K. Cytogenetics of Sesame (*Sesamum* 1). Chromosome Engineering in plants: Genetics, Breeding, Evolution [M]. Part B, Developments in Plant Genetics and Breeding, 2B [A]. Elsevier science publishers, Amsterdam, Netherlands, 1991.
- [3] Shrivastava K N. Production of fertile autotetraploids in sesame and their breeding behaviour [J]. J Hered, 1956, 47: 241~244.
- [4] Subramanian M. A Trisomic in *sesamum indicum* L. [J]. Madras Agri Jour, 1977, 64(5): 338-339.

Induction and Identification of Autotetraploid in Sesame (*Sesamum indicum* L.)

ZHANG Hai yang, WEI Shuang ling, WEI Wen xing,
ZHANG Ti de, LU Feng yin, DING Fa yuan

(Cotton and Oil Crops Research Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The autotetraploid plant of sesame may be effectively induced by immersing seeds with 0.3% - 0.5% colchicine water solution under 28 °C for 24 hours. The autotetraploids are characterized by their thicker stems, larger leaves and flower organs, bigger seeds, slower plant growth, and lower setting percentage as compared with the diploids. The number of somatic chromosome in autotetraploids is 52. The pollen grain and seed fertility of autotetraploids are related to the synapsis of homologous chromosomes. The more the number of quadrivalents(IV) or two bivalents (II+ II) formed at synapsis, the higher the seed fertility and setting percentage.

Key words: Sesame; Autotetraploid; Colchicine; Character