

药用植物的多倍体育种

张汉明,许铁峰,郭美丽,张 磊,陈万生,乔传卓

(第二军医大学药学院 生药教研室,上海 200433)

摘 要: 概述了多倍体的概念、多倍体植物的特点及鉴定方法,总结了染色体人工诱导加倍的常用方法,回顾并展望了多倍体育种在药用植物生产中的应用。

关键词: 药用植物;多倍体育种;人工诱导

中图分类号: R282. 21 文献标识码: A 文章编号: 0253- 2670(2002)07- 0671- 03

Polyploid breeding of medicinal plant

ZHANG Han-ming, XU Tie-feng, GUO Mei-li, ZHANG Lei, CHEN Wan-sheng, QIAO Chuan-zhuo

(Department of Pharmacognosy, School of Pharmacy, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China)

Key words medicinal plant; polyploid breeding; artificial induction

所谓育种,简单地 说就是要创造出优良的、合乎要求的新品种^[1]。对栽培品种来讲,长时间的栽培可能会导致某些品性的退化,一些品种还会遭受病虫害,例如十字花科植物受蚜虫侵害就十分严重。另外由于耕地有限及提高效益的原因,要求获得更高的单位面积产量及药用活性成分的更高含量;对野生品种来讲,为了获得稳定的产量及对野生资源的保护,我们要获得适于栽培的品种以进行引种栽培。上述这些问题都可以通过育种来解决。育种方法有有性杂交育种、系统选育、远缘杂交育种、诱变育种、单倍体育种、多倍体育种等^[1]。本文着重介绍多倍体育种。

1 多倍体的概念

一般所讲的多倍体是指染色体组的数目在 $3(3n)$ 或 3 以上 ($> 3n$) 的个体、居群和种,如 3 倍体 ($3n$)、4 倍体 ($4n$)、5 倍体 ($5n$) 等都是多倍体。多倍体包括同源多倍体和异源多倍体,同源多倍体增加的染色体来源于同一物种,而异源多倍体则来源于不同的物种或不同的属。植物界中多倍体种极为常见,藻类和真菌中都掌握了存在多倍体的例证。在高等植物中,苔藓植物 53% 是多倍体,蕨类植物约 97% 是多倍体,裸子植物约 5% 是多倍体,被子植物大约 70% 是多倍体^[16]。

多倍体是在千万年的历史进化过程中不断适应环境而形成的,许多学者认为最初的染色体加倍或者发生在合子中(即合子中的染色体加倍或由未减数的雌雄配子结合,产生具功能的四倍体合子)产生多倍体植株,或者发生在某些顶端分生组织中产生多倍体嵌合体。

2 多倍体的人工诱导

因为多倍体植株的一些特性对生产有利,而自然界产生多倍体的过程相当漫长,因此人们经常需要通过人工诱导的方法来获得多倍体植株。人工加倍的部分植物统计见表 1。早期的人工诱导方法为物理诱导,即通过打顶、或高温、低温处理授粉后的幼胚,以及采用射线、中子、激光等辐照来获得

多倍体,但由于这些方法效率低且不稳定而未能普及。现在最常见的人工诱导方法是化学诱导,即用秋水仙素处理植物的生长点。秋水仙素所用浓度一般为 $0.01\% \sim 1.0\%$,视植物种类不同而不同。秋水仙素不影响染色体的复制和分裂,它的作用是防止纺锤体的形成,使细胞不分裂,例如乔传卓等^[3]用 $0.05\% \sim 0.5\%$ 的秋水仙素处理菘蓝 ($2n=14$) 种子和茎顶生长点 $6 \sim 12$ h,均获得四倍体植株 ($2n=28$);陈素萍等^[5]采用在添加秋水仙素的 MS 培养基中萌发党参 ($2n=16$) 种子的方法获得了党参同源四倍体植株 ($2n=32$);高山林等^[8]在含 $10 \mu\text{g/mL}$ 秋水仙碱的 MS 培养基上培养丹参 ($2n=14$) 试管苗的丛生芽,1 个月后获得同源四倍体植株 ($2n=28$)。也有用富民农作诱变剂的,例如远泓等^[4]用 0.01% 富民农处理当归 ($2n=22$) 幼苗生长点 $48 \sim 72$ h 获得当归同源四倍体植株 ($2n=44$)。

表 1 人工加倍的部分植物

植 物 名	文 献
牛膝 <i>Achyranthes bidentata</i> Bl.	10
丹参 <i>Salvia multiorrhiza</i> Bge.	6
菘蓝 <i>Isatis indigotica</i> Fort.	3
党参 <i>Codonopsis pilosula</i> (Franch.) Nannf.	5
宁夏枸杞 <i>Lycium barbarum</i> L.	12, 13
百合 <i>Lilium brownii</i> F. E. Brown ex Mieliez	28
当归 <i>Angelica sinensis</i> (Oliv.) Diels	4
三叉蝶豆 <i>Clipteria ternatea</i> L.	18
向日葵 <i>Helianthus annuus</i> L.	19
杂交碧冬茄 <i>Petunia hybrida</i> Hort	20
莨菪 <i>Hyoscyamus niger</i> L.	21
胜红蓟 <i>Ageratum conyzoides</i> L.	22
Russian wildrye	23
具苞罂粟 <i>Papaver bracteatum</i> Ldl.	24
茼蒿 <i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	25
鹰嘴豆 <i>Chickpea</i> (<i>Cicer arietinum</i> L.)	26
飞燕草 <i>Delphinium ajacis</i> L.	27

利用组织培养技术诱导多倍体是近几年发展起来的一种新的诱导多倍体的方法。例如陈素萍等^[5]在诱导党参多倍体时将一定浓度的秋水仙素加入培养基中,使种子在发芽中逐渐诱变加倍,然后通过组织培养的方法获得大批量的再生植株。陈柏君等^[17]诱导黄芩同源四倍体时采用组织培养的方法先获得愈伤组织,然后转移到分化培养基上诱导生芽,当培养基上长出绿色芽点时,将带芽点的愈伤组织置于含有秋水仙素的培养基上培养,或放入秋水仙素水溶液中浸泡,最后依次经分化及生根培养基培养获得再生植株。利用组织培养技术诱导多倍体操作简便,实验条件容易控制,重复性好,诱导效率高,嵌合体少,易于大批量处理和筛选,筛选出的优质株系可以应用组织培养技术在短期内大量繁殖,大大地缩短了育种周期。

多倍体植株可通过农艺性状(如植株,生长势,叶部形态)的观察进行初步鉴定,进一步的染色体的数目鉴定一般采用茎尖涂片法或根尖压片法,用改良的碱性品红染色。但即使茎尖或根尖的染色体数目已经加倍,仍然不能排除获得的植株是嵌合体的可能性,最终的确定还需要观察所获植株的花粉粒的染色体数目,如果花粉粒的染色体数目也已经加倍,则表示获得的是多倍体植株。

异源多倍体常通过远缘杂交或细胞质融合来实现,远缘杂交的不亲和性可以通过电离辐射线照射有效克服。

3 多倍体植物的特点

多倍体植株的农艺性状通常有明显变化,突出表现在根、茎、叶器官上具有巨型性,这能大幅度提高以相应部位入药的药材的产量,例如丹参同源四倍体普遍比原植物生长势旺而浓绿,茎秆粗壮,植株高,根部药材比原植物粗大^[8];菘蓝同源四倍体较原植物叶子宽大而厚实,茎秆粗壮,花、果实也略显增大;怀牛膝同源四倍体根的干重较二倍体有显著提高,但其木质化程度却比二倍体低,说明质量也有所提高。多倍体植株往往也具有较大的花和果实,因此对花和果实类药材的生产 also 具有重要意义。

此外,多倍体植株叶部形态也有明显的变化,如当归同源四倍体幼叶较正常叶弯曲、皱褶,叶肉增厚,叶色深绿,小羽叶基部连成掌状,与原植物叶形有明显区别;多倍体植株叶片的气孔大于二倍体,其保卫细胞中的叶绿体数随倍性水平的提高而增加;每视野中气孔数四倍体明显少于二倍体,这也可以作为初步鉴定四倍体植株的一个依据。有些学者认为之所以发生这些变化是因为秋水仙素本身是一种诱变剂,它能够引起染色体发生某些基因改变,即产生异源性。另外组织培养诱导多倍体经过愈伤组织阶段再分化成完整植株,在愈伤组织的脱分化和再分化过程中也容易产生变异。

多倍体植株的能育性一般较原植物降低。一方面是由于染色体在减数分裂中的配对容易发生紊乱,另一方面是由于花粉粒巨型化导致受孕率低、结实率低。这就要求我们从四倍体植株中筛选出能育性高的品种,例如乔传卓等从四倍体菘蓝中筛选出了能育性较好、种子萌发率也较高的优良品种^[3]。另外许多药用植物是以营养繁殖为主,因此对这些品

种来说,能育性降低对生产影响不大。

4 多倍体植物在药用植物生产中的应用

4.1 抗性增强:在高原地带的植物常有多倍体变种,这也从一个侧面说明多倍体植物对寒冷等气候条件有较强的适应性。由于多倍体植株一般较矮,茎秆粗壮,故能较好地抗倒伏。有的还具有抗旱、抗病等其他抗性,例如由日本薄荷 *Mentha arvensis* var. *piperascens* 和库页薄荷 *M. gachali-nensis* 诱导的异源四倍体具抗粉霉菌、抗寒等优点^[2],这些优点对扩大种植区域,提高产量及野生品种变栽培品种极为有利。

4.2 多倍体植株通常具有较高含量的药用活性成分:在实践中发现,大多数多倍体中次生代谢产物的含量都有所增加。例如蔓陀罗同源四倍体中生物碱含量大约是原植物的 2 倍;怀牛膝同源四倍体中蜕皮激素较原植物高出达 10 倍之多^[7];丹参同源四倍体中隐丹参酮、丹参酮 I_B、丹参酮 II_A 分别较原植物高 203.26%、70.48%、53.16%^[6]。染色体倍性的增加与化学成分含量的变化并不呈正比关系,例如毛蔓陀罗的三倍体生物碱含量较二倍体、四倍体均高。多倍体与原植物比较,并不只限于原有性状的加强和提高,有的可能会产生新的性状和新的化学成分。例如福禄考 *Phlox drum-mondii* Hook. 的同源四倍体中能够产生亲本所不含有的黄酮类成分;菘蓝同源四倍体中游离氨基酸成分组成与二倍体亲本相比也不尽一致,从中可能筛选出具有药理活性的前导化合物。染色体数目的倍增影响化学成分变化的机制还不十分清楚。

4.3 不同种或不同属的植物杂交获得的杂种通常具有杂种优势,但杂种一般不育,这时可以通过人工诱导使杂种的染色体在此基础上加倍,从而能够进行正常的减数分裂,产生种子,使杂种优势得以保存下去。

4.4 经过处理获得的植株往往不是一个单纯的多倍体而是一个嵌合体,有原二倍体,也有四倍体及其它倍性水平的多倍体,还经常存在非整倍体,例如用秋水仙素处理当归种子获得的植株出现异形叶,先出叶、基部叶已变异,而后出叶、中部和顶端叶又恢复到二倍体的正常叶形,这是二倍体和四倍体的嵌合植株。所以经处理获得的植株在以后各代还要加以筛选才能得到一个稳定的多倍体植株。

4.5 就药用植物生产来讲,我们要同时考虑药用部位的产量和活性成分的含量,以取得最佳效益,不能只注意生长速度,因为有些器官生长过快反而不利于有效成分积累。我们获得的不同多倍体株系之间在生长速度和活性成分含量方面有较大差别,所以还要进行筛选合乎要求的理想株系。可以说多倍体诱导成功只是多倍体育种的第一步,我们还要尽可能多地获得多倍体植株,以便能从多种类型变异中选出我们所要求的类型。

参考文献:

- [1] 张治国. 药用植物育种概述 [J]. 中药材, 1986, 17(2): 45-46.
- [2] 乔传卓, 崔 熙. 药用植物多倍体的应用 [J]. 中药材科技, 1981, 4(4): 40-41.
- [3] 乔传卓, 吴美枢, 戴富宝, 等. 菘蓝多倍体育种的研究 [J]. 植

- 物学报, 1989, 31(9): 678-683.
- [4] 运泓, 杨治琴, 张治国. 化学诱变同源多倍体当归育种初报 [J]. 中药材, 1980, 11(1): 9.
- [5] 陈素萍, 王莉, 宋秀清. 党参多倍体育种的研究 [J]. 中草药, 1991, 22(5): 224-227.
- [6] 高山林, 朱丹妮, 蔡朝晖, 等. 丹参四倍体优良新品系 61-2-22 的选育与鉴定 [J]. 中国中药杂志, 1995, 20(6): 333-335.
- [7] 吕世民, 梁可钧, 葛传吉, 等. 怀牛膝多倍体育种的研究 [J]. 中药通报, 1988, 13(7): 395-398.
- [8] 高山林, 徐德然, 蔡朝晖, 等. 丹参同源四倍体新物种的培育 [J]. 中国药科大学学报, 1992, 23(4): 224-228.
- [9] 陈哲实. 对“诱导牛膝产生多倍体的研究”的几点意见 [J]. 中药材科技, 1984, 7(5): 9.
- [10] 梁可钧, 吕世民, 曲超一. 诱导牛膝产生多倍体的研究 [J]. 中药材科技, 1983, 6(5): 2-4.
- [11] 郭巧生. 药用植物育种工作的研究进展 [J]. 中国中药杂志, 1989, 14(4): 15-18.
- [12] 牛德水. 四倍体宁夏枸杞培育成功 [J]. 植物杂志, 1986, (4): 7.
- [13] 秦金山. 枸杞同源四倍体新物种的建立 [J]. 遗传学报, 1985, 12(3): 200.
- [14] 方宗熙, 江乃萼. 遗传与育种 [M]. 北京: 科学出版社, 1979.
- [15] 徐冠仁. 植物诱变育种学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1992.
- [16] 洪德元. 植物细胞分类学 [M]. 北京: 科学出版社, 1990.
- [17] 陈柏君, 高山林, 卞云云. 黄芩组织培养同源四倍体的诱导 [J]. 植物资源与环境学报, 2000, 9(1): 9-11.
- [18] Gandhi S, Patil V P. Colchicine-induced autotetraploidy in *Clitoria ternatea* L. [J]. Cytologia, 1997, 62(1): 13-18.
- [19] Singh R N. Chromosomal abnormalities and fertility in induced autotetraploid *Helianthus annuus* in C sub (1) and C sub (2) generation [J]. Cytologia, 1992, 57(2): 277-281.
- [20] Singh R N. Multivalent and meiotic chromosomal abnormalities of induced autotetraploid *Petunia hybrida* Hort. [J]. Cytologia, 1992, 57(2): 267-271.
- [21] Lavania U C, Srivastava S. Enhanced productivity of tropane alkaloids and fertility in artificial autotetraploids of *Hyoscyamus niger* L. [J]. Euphytica, 1991, 52(2): 73-77.
- [22] Gaonkar R V, Torne S G. Induced autotetraploidy in *Ageratum conyzoides* L. [J]. Cytologia, 1991, 56(3): 327-331.
- [23] Berdahl J D, Barker R E. Characterization of autotetraploid *Russian wildrye* produced with nitrous oxide [J]. Crop Sci, 1991, 31(5): 1153-1155.
- [24] Milo J, Levy A, Palevitch D, et al. The baine content and yield in induced tetraploid and triploid plants of *Papaver bracteatum* Lindl. [J]. Euphytica, 1987, 36(2): 361-367.
- [25] Gupta R C, Gill B S. Induced autotetraploidy in *Chrysanthemum coronarium* Linn. [J]. Cytologia, 1985, 50(1): 117-123.
- [26] Pundir R P S, Rao N K, Maesen L J G. Induced autotetraploidy in *Chickpea* (*Cicer arietinum* L.) [J]. Theor Appl Genet, 1983, 65(2): 119-122.
- [27] Anis M. Induced autotetraploidy in *Delphinium ajacis* [J]. Acta Bot Indica, 1982, 10(2): 188-191.
- [28] 贾敬芬, 谷祝平, 郑田昌. 百合花丝组织培养及其细胞学观察 [J]. 植物学报, 1981, 23(1): 17.

葶苈子化学成分和药理作用的研究进展

孙凯, 李锐

(沈阳药科大学 天然药化研究室, 辽宁 沈阳 110015)

摘要: 对葶苈子的化学成分、药理和毒理作用等方面进行综述, 为葶苈子的研究开发提供参考。

关键词: 葶苈子; 化学成分; 药理作用; 毒理作用

中图分类号: R282.71 文献标识码: A 文章编号: 0253-2670(2002)07-附 1-03

Progress in studies on chemical constituents and pharmacological effect of *Semen Lepidii* and *Semen Descurainiae*

SUN Kai, LI Xian

(Department of Natural Pharmaceutical Chemistry, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang 110015, China)

Key words *Semen Lepidii* and *Semen Descurainiae*; chemical constituents; pharmacological effect; toxicology

葶苈系十字花科植物, 目前所用葶苈: 独行菜 *Lepidium apetalum* Willd. (又称北葶苈, 主要分布于东北、河北、内蒙

古、山东、山西、四川等地) 和播娘蒿 *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl (又称华东葶苈, 南葶苈, 主要分布于东北

* 收稿日期: 2001-09-18

作者简介: 孙凯 (1978-), 男, 吉林长春人, 沈阳药科大学天然药物化学专业 2001 年硕士研究生。Tel (024) 23843711-3588

E-mail thomassk@sohu.com