

浅谈玉米单倍体的产生途径

马 兰

(黑龙江省农业科学院 大庆分院,黑龙江 大庆 163316)

摘要:玉米是重要的粮食作物。单倍体育种是提高选择效率和缩短育种周期的有效方法。通过分析各种玉米单倍体的产生途径,对其优缺点进行了比较。

关键词:玉米;单倍体;Stock 6;花药培养

中图分类号:S513

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2010)08-0016-02

玉米是世界三大粮食作物之一,我国又是第二大玉米生产国,因此,玉米在国民经济中具有重要地位。随着经济的发展和人口数量的增加,对玉米的需求量也不断上涨。而常规育种技术又具有周期长、选择效率低等缺点,难以在短时间内获得所需品种。单倍体育种则开辟了玉米育种的新途径,成为选育自交系的重要手段。玉米单倍体育种是利用自然发生或人工培育的单倍体,经染色体加倍获得纯合二倍体的技术。其中,单倍体材料的获得是玉米单倍体育种成功与否的关键环节,大致可以分为自然发生的单倍体和人工诱变单倍体。

1 自然发生的玉米单倍体

高等植物自然发生的单倍体,多为生殖过程异常引起的孤雌或孤雄生殖。玉米自然发生单倍体由于破坏了生理平衡,生长发育受到影响,其植株和各组织器官均比二倍体弱小,且高度不育。因此,自然界中存在的玉米单倍体极少,其发生的频率约为0.05%~0.10%,且主要为孤雌生殖;孤雄生殖单倍体很罕见,其发生的频率约为十万分之一^[1]。由于很难得到自然发生的玉米单倍体,人们多采用人工诱变的方式获取所需单倍体材料。

2 人工诱变单倍体

2.1 远缘杂交

亲缘关系较远的花粉一般很难与母本卵细胞发生受精作用,但却具有刺激卵细胞的作用,使其单性发育成为单倍体或双倍体。在玉米远缘杂交

过程中,可能由于双亲体细胞分裂周期的不同步,导致某一亲本染色体的丢失,从而引起单倍体的发生。

2.2 花药培养

花药培养属于孤雄生殖^[2],其原理是植物特化的营养细胞具有发育成完整植株的“潜在全能性”。玉米花药培养以单核期的花药为材料,利用组织培养技术获得单倍体的一般步骤包括:培养材料的选择及预处理、花药的取材及预处理、愈伤组织的诱导、花粉苗的分化、花粉植株的培养和移植。自1975年,我国谷明光等首次获得玉米花粉植株以来,国内外学者在利用花药培养进行单倍体育种方面取得较大进展。广西玉米研究所育成的玉米花培杂交种桂三1号,于1992年通过品种审定,推广面积超过了5 000 hm²,是世界首例利用花药培养得到的玉米杂交种。利用花药培养能够快速获得纯系,明显缩短了育种年限。然而花药培养技术也仍存在许多不足之处:(1)花药培养效率受供体植物的基因型影响较大。孙峰成等^[3]研究表明,不同材料间诱导率存在很大的差异,诱导成功与否还受到诱导时间、培养体系等多个因素的影响。目前,只能从少数基因型诱导产生单倍体。(2)花粉愈伤组织诱导率和绿苗分化率低。(3)愈伤组织培养过程中易发生变异。(4)染色体加倍困难。

2.3 孤雌生殖诱导系

孤雌生殖诱导系具有杂交诱导母本雌配子体形成高频单倍体的能力,包括母本单倍体诱导系和父本单倍体诱导系,是目前玉米单倍体诱导的主要方法。Stock 6是世界第一个选育成功的玉米母本单倍体诱导系,应用广泛。以Stock 6作为父本,与任何被诱导材料进行杂交,后代中均可

收稿日期:2010-05-16

作者简介:马兰(1980-),女,黑龙江省五常市人,硕士,研究实习员,从事作物育种研究。E-mail: malan042999@163.com。

出现 1%~2% 的孤雌生殖单倍体^[5]。用 Stock 6 为正常母本植株授粉,母本植株将产生一定比例的单倍体种子。由于导入了 *R-nj* 基因(控制籽粒糊粉层和形成胚芽色素)和 *ABPI* 基因(控制不定根、叶鞘、茎秆色素形成),母本植株会产生不同类型的籽粒,其中籽粒类型为白色硬粒、具有紫色顶和无色胚芽尖的即可能是单倍体种子。

然而 Stock 6 本身仍存在缺陷,如花粉量很少或者不散粉、自交结实性差、穗粒腐病严重等。因此,利用 Stock 6 诱导单倍体的关键在于根据不同的生态环境对其进行改良。法国的 SW14、俄罗斯的 Krasnodar Markers 和摩尔多瓦的 ZMS 等都是以前 Stock 6 为基础,通过杂交改良的方法获得的新诱导系,与被诱导材料杂交均可产生 3.0% 左右的单倍体。中国农业大学刘志增等用高油玉米群体 BHO 和 Stock 6 杂交,选育出我国第一个孤雌生殖诱导系-农大高诱 1 号,诱导率高达 5.8%。同样是以 Stock 6 为父本,华中农业大学的刘纪麟等得到了双单倍体材料;吉林农业科学院的才卓等选育出了吉高诱系 3 号,并摸索出了一套 Stock 6 的种植保存方法。通过使用这些诱导系,国内外均获得了大量可用自交系。父本单倍体诱导系含有 *ig*(不确定配子体)基因,*ig* 的存在使父本单倍体的出现频率由自然发生频率的 0.0125% 提高到 3.0%。实际上,利用单倍体诱导系选育玉米自交系的程序基本上与常规育种相同,区别仅在于需要对单倍体诱导系杂交 F_1 后代进行单倍体个体鉴定及染色体加倍处理。总之,利用玉米诱导系诱导单倍体鉴定方法简单、操作过程容易,是目前获得单倍体的最经济、有效的方法之一。

2.4 物理或化学方法诱导

利用射线照射或化学药剂处理,可以诱导孤雌生殖产生单倍体。在开花前至受精过程中,用射线照射过的花粉为去雄的母本材料授粉,通过减弱花粉活力来影响其受精能力,使花粉仅起到刺激卵细胞发育的作用,诱发孤雌生殖。Randolph 等分别用 X 射线处理花粉对 5 个不同材料授粉,所产生的孤雌生殖单倍体频率平均比对照提高 50%,分析认为这可能与精核受损有关。能诱导孤雌生殖的射线包括紫外线、X 射线、 γ 射

线、 ^{60}Co 和 ^{32}P 等。利用化学药剂处理诱导玉米单倍体,常用药剂主要有硫酸二乙酯、MH、2,4-D、ET、NAA-Na、6-BA、 GA_3 、秋水仙素、DM-SO、PEG 和吐温等,这些药剂在适宜的浓度下均能刺激未受精卵发育成单倍体或者纯合二倍体。利用射线或化学药剂诱导产生单倍体的方法简单、易行,但是稳定性较差,在实践中的应用较少。

2.5 玉米雌穗、子房和胚珠的离体诱导法

玉米雌穗、子房和胚珠的离体诱导法都属于离体孤雌生殖。研究表明,利用玉米离体孤雌生殖选育自交系,具有缩短年限、提高效率、节约用地等优点,是一种快速创造玉米优良种质资源的高新技术。付迎军等^[6]通过玉米未授粉子房离体培养获得再生植株。然而由于受到供体材料基因型及生理状态、胚囊发育时期、培养基与培养条件等多种因素的制约,目前离体孤雌生殖仍是花药培养的替代手段。

另外,还可利用延迟授粉诱导法、传粉子房培养^[7]和核质互作等方法人工诱导玉米单倍体。综上所述,获得单倍体的方法很多,每种方法都存在其自身的优点和缺陷,较为常用的是孤雌生殖诱导系和花药培养。近年来,人们对玉米单倍体技术的研究不断深入,但单倍体诱导率不高、不能有效打破基因连锁等因素都限制了其发展。尽管如此,由于其自身的独特优势,单倍体技术在玉米育种中仍具有广阔的前景。

参考文献:

- [1] 蔡泉,曹靖生,史桂荣,等.单倍体技术在玉米育种上的应用研究进展[J].黑龙江农业科学,2009(4):15-17.
- [2] 姜丽静,王慧,刘洪亮.单倍体技术在玉米育种中的应用[J].现代化农业,2009(10):1-3.
- [3] 孙峰成,白晨,冯勇,等.单倍体技术及其在玉米育种中的应用[J].内蒙古农业科技,2009(3):90-91.
- [4] 张正.农作物单倍体育种研究概况与思考[J].山东农业科学,2007(5):122-125.
- [5] 谭静,徐春霞,陈洪梅,等.利用单倍体诱导系选育玉米自交系研究[J].玉米科学,2007,15(4):56-58,62.
- [6] 付迎军,任海洋,白艳凤,等.玉米未授粉子房离体培养及植株再生[J].玉米科学,2005,13(1):33-35,38.
- [7] 汤飞宇,丁菲,王国英,等.从玉米传粉子房培养出单倍体植株[J].福建农林大学学报(自然科学版),2004,34(12):489-492.