辣椒核雄性不育基因研究进展

王得元　杨凤梅　李　颖　王恒明

摘　要　概述了辣椒核雄性不育基因的发掘、利用与发生机理研究,并对今后的研究提出了建议。

关键词　辣椒　核雄性不育基因　利用　机理

杂种优势利用是辣椒育种的主要方法。利用辣椒雄性不育基因选育杂交种,可免除人工蕾期去雄等环节,降低杂交制种难度和成本,因而受到了辣椒育种专家的重视。自以色列发现了第1个辣椒核雄性不育隐性基因 *ms*1后,世界各国在辣椒核雄性不育基因的发掘和研究方面做出了不懈努力,已发现了近20个辣椒核雄性不育基因[1]。我国在辣椒核雄性不育基因的利用方面位于世界前列,自20世纪80年代以来利用辣椒核雄性不育基因选育出一系列核不育两用系,并在培育一代杂种中发挥着重要作用[2]。因此,回顾国内外辣椒核雄性不育基因的重要研究进展与历史,对加深我国辣椒核雄性不育基因的研究与利用具有重要意义。

1　辣椒核雄性不育基因的发掘

目前,世界各国学者已发现了近20个辣椒核雄性不育基因(表1)。以色列的 Shifriss等[3]在品种 All Big(*Capsicum annuum*)自然发生的雄性不育突变体上发现了第1个核雄性不育隐性基因 *ms*1,之后又鉴定出第2个核雄性不育隐性基因 *ms*2[4]。保加利亚的 Daskalov[5]从辐射诱变获得的突变体中发现了5个核雄性不育隐性基因 *ms*3、*ms*4、*ms*6、*ms*7和 *ms*8。*ms*5基因后证实为细胞质雄性不育基因[6]。上述7个基因为非等位基因,主要影响花粉的不育性。之后 Daskalov又鉴定出3个核雄性不育隐性基因 *ms*9、*ms*10和 *ms*11[7]。Shifriss[8]发现了核雄性不育隐性基因 *ms*12,印度的 Meshram等[9]发现了核雄性不育隐性基因 *ms*13,印度的 Pathak等[10]鉴定出核雄性不育隐性基因 *ms*14。此外,韩国发现了核雄性不育隐性基因 *msk*[11];印度的 Deshpande等[12]还报道了20余个核雄性不育突变体。Daskalov等[7]还发现了1个显性核雄性不育基因 *Dms*。

我国辣椒遗传育种专家已发现了两个核雄性不育隐性基因。第1个核雄性不育基因由沈阳市农业科学院发现,该不育基因来自于克山尖椒中自然发生的一雄性不育突变株,并选育出 AB14-12雄性不育两用系[13]。第2个核雄性不育基因由河北省农林科学院发现,该不育基因来自于英格拜尔甜椒中自然发生的一雄性不育突变株,并选育出核雄性不育两用系 AB91[14]。这两个核雄性不育植株的花药瘦瘪,无花粉。由于尚不清楚这两个核雄性不育基因的等位关系,王得元和美国新墨西哥州立大学 Bosland教授将这两个基因暂命名为 *msc*1和 *msc*2,收录在最新的辣椒基因名录中[1]。

根据雄蕊的形态变化,辣椒雄性不育突变体可分为6类:①雄蕊变成了花瓣结构,如 *ms*14;②花药瘦小,无花粉粒,如 *ms*1;③花药不严重瘦小,一些花可产生少量的可育和败育花粉粒,包括 *ms*3、*ms*4、*ms*6、*ms*7和 *ms*8;④花药瘦小,产生大量的败育花粉粒,如 *ms*2;⑤花药似正常,但花粉不育;⑥黄色的花药扁平,呈风机叶片状,无花粉粒[12]。

2　辣椒核雄性不育基因的利用

Pochard(1982)曾指出,在保加利亚、法国和南斯拉夫,辣椒核雄性不育基因在培育 F_1杂种中的利用较少,这是由于在低温下含 *ms*/*Ms*基因的 F_1杂种的花药发育不正常,继而导致植株授粉不良;

王得元,男,博士,研究员,广东省农业科学院蔬菜研究所,广州市天河区五山路,510640,E-mail:wdy168@tom.com
杨凤梅,沈阳市农业科学院蔬菜研究所
李颖,王恒明,广东省农业科学院蔬菜研究所

收稿日期:2007-11-01;修回日期:2008-05-05
基金项目:国家科技支撑计划(2006BAD01A7-04-06),广东省农业科学院科技支撑项目(2007支撑-15)

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 1 世界各国已发现的辣椒核雄性不育基因

基因	性状	参考文献
*ms*1	花药瘦小,无花粉;*ms*1基因可能与控制色素的基因之一相连锁;自然发生的突变体,来自 All Big。	Shifriss等, 1969
*ms*2	花药瘦小,产生大量的败育花粉;自然发生的突变体,来自 California Wonder。	Shifriss等, 1972
*ms*3	花药瘦小,一些情况下仅产生少量的可育和败育花粉;辐射诱变而获得的突变体,来自 Pasardjishka Kapia 794。	Daskalov, 1973
*ms*4	花药不严重瘦小,可产生少量的可育和败育花粉;辐射诱变而获得的突变体,来自 Pasardjishka Kapia 794。	Daskalov, 1973
*ms*5	花药极瘦小,在大田情况下无花粉,在温室中一些植株可产生少量的可育花粉;辐射诱变而获得的突变体,来自 Kalinkov 800/7。	Daskalov, 1974
*ms*6、*ms*7、*ms*8	花药瘦小,有时可产生少量的可育花粉;*ms*1～*ms*8为非等位基因;辐射诱变而获得的突变体,来自 Zlaten Medal。	Daskalov, 1973
*ms*9	利用 γ-射线诱变而获得的突变体;基因符号原为 *mt*9。	Daskalov等, 1994; Greenleaf, 1986
*ms*10	利用 EMS诱变而获得的突变体;*ms*10和韩国的 *msk*为等位基因;基因符号原为 *mc*-509。	Daskalov 等, 1994; Greenleaf, 1986; Shifriss, 1995
*ms*11	利用 EMS诱变而获得的突变体;基因符号原为 *mc*-705。	Daskalov等, 1994; Greenleaf, 1986
*ms*12	花药瘦小,无花粉;小孢子减数分裂后期败育;和 *ms*1和 *ms*2为非等位基因,和 Daskalov的 *ms* 系列基因的等位性未知;自然发生的突变体,来自 Gambo。	Shifriss, 1973; Wang等, 2006
*ms*13	花粉完全不育;小孢子减数分裂后期败育;自然发生的突变体,来自 CA452-1;基因符号原为 *ms*。	Meshram等, 1982; Wang等, 2006
*ms*14	雄蕊变成了花瓣结构;自然发生的突变体,来自 Kalyanpur selection。	Pathak等, 1983; Wang等, 2006
*ms*15	花药暗蓝色,大小减半;小孢子减数分裂后期败育;自然发生的突变体,来自 CA-960;基因符号原为 *ms*。	Meshram等, 1992; Wang等, 2006
*msc*1	在中国自然发生的突变体;和 *ms*1～*ms*14基因、*msk*基因的等位性未知。	杨世周, 1981; Wang等, 2006
*msc*2	在中国自然发生的突变体,来自英格拜尔甜椒;和 *ms*1～*ms*14基因、*msk*基因、*msc*1基因的等位性未知。	范妍芹等, 2004; Wang等, 2006
msk	在韩国自然发生的突变体。	Shifriss, 1995
Dms	显性核雄性不育基因;突变体来自 *ms*5基因。	Daskalov等, 1994

Shifriss在以色列则并未观测到含 *ms*/*Ms*基因的 F_1 杂种的花药发育不正常,认为可以使用该技术进行育种工作。法国的 Breuils和 Pochard(1975)利用 *ms*10基因培育出一个 F_1杂种——Lamuyo-INRA 甜椒;荷兰 Bruinsma种子公司在 1980年以前利用核雄性不育基因选育出两个 F_1杂种,其中一个是适于温室栽培的 Bruinsma Wonder,是利用 CM(*ms*/*ms*)和 Sweet Westland杂交而成[15]。韩国蔬菜种子公司利用核雄性不育基因也选育出一些辣椒品种,近年来曾在我国辽宁等地进行种子生产。

在国内,沈阳市农业科学院利用我国第 1个核雄性不育 *msc*1基因,率先选育出一系列雄性不育两用系[2, 13, 16]。国内一些单位以沈阳市农业科学院选育的、含 *msc*1基因的辣椒雄性不育两用系或新品种为材料,开展了雄性不育两用系的转育工作。蒋伟明等[17]以克山尖椒雄性不育两用系为不育源,通过转育本地优良材料育成雄 18辣椒两用系;张子学等[18]以沈椒 3号辣椒作为不育源,转育成雄性不育两用系南京早椒 AB两用系;刘君等[19]以沈椒 4号辣椒作为不育源,转育成数个雄性不育两用系;任锡伦[20]以沈椒 4号辣椒作为不育源,转育成 3个雄性不育两用系,并应用于育种实践。河北省农林科学院以含 *msc*2基因的辣椒雄性不育株为材料,也成功地转育成数个雄性不育两用系[14]。

我国发现的核雄性不育隐性基因已在辣(甜)椒杂种优势育种中得到广泛应用。我国利用核雄性不育两用系已经选育出沈椒系列、冀研系列等 10余个辣(甜)椒新品种,已在生产上大面积应用。

3 辣椒核雄性不育性的生理生化研究

在利用辣椒雄性不育两用系生产一代杂种的过程中,需要拔除大量的可育植株,费时、费工,因此科学家们从细胞学、内源激素、生理生化等方面对辣椒核雄性不育的机理进行了研究。

罗双霞等以雄性不育两用系 AB91为材料,研究发现不育株花粉母细胞减数分裂时染色体行为未见异常,败育发生在四分小孢子形成之后,导致小孢子败育的原因与四分体胼胝质壁不适时解体和绒毡层细胞发育异常、延迟解体有关[21];不育株花药的过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)和酯酶(EST)同工酶谱带数少,而可育株谱带数多;POD、SOD活性不育株高于可育株,而 CAT、EST活

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

性则是可育株高于不育株[22]。

以沈阳市农业科学院选育的雄性不育两用系或以其作为不育源而转育成的雄性不育两用系为材料,发现花药的过氧化物酶同工酶与花药的可育性可能存在着比较密切的关系[17],花药中的 POD 活性从小孢子母细胞时期以后不育株明显高于可育株,CAT活性从小孢子母细胞时期开始不育株明显低于可育株,可溶性蛋白含量从小孢子母细胞时期以后不育株明显低于可育株[23];两用系中可育株花药的可溶性糖含量明显低于不育株,而淀粉的积累则相反;和可育株相比,不育株叶片和花中的 IAA 明显亏缺,而 ABA 水平则较高;在花器官中,两种细胞分裂素含量均是不育株高于可育株,而在叶片中,不育株的玉米素(ZRs)含量低于可育株,玉米素前体(iPAs)的含量则相反[18,24]。沈火林等[25]研究指出,两用系中不育株花蕾中 IAA、Z + ZR、GA_3 和 ABA 含量低于可育株;不育株叶片中 Z + ZR、GA_3 和 ABA 含量均高于可育株;不育株花蕾中 IAA /ABA、(Z + ZR) /ABA、GA_3 /ABA 小于可育株。

4　辣椒核雄性不育基因的研究展望

综上所述,在我国辣椒核雄性不育基因的研究方面,急需解决两个问题。

①我国已成功应用的两个辣椒核雄性不育隐性基因是否为等位基因?这个问题的解决不仅可探明我国核雄性不育发生分子机制的遗传学基础,而且对于我国今后辣椒核雄性不育两用系的转育与新品种选育研究具有重要的现实意义。

②辣椒核雄性不育发生的分子机制是什么?辣椒核雄性不育发生的分子机理研究包括一系列的研究课题,如育性相关基因的分离、育性相关基因的功能验证及其表达调控等研究。辣椒核雄性不育分子机理的完全阐明,将有助于通过基因工程技术,利用核雄性不育基因创造出可调控型核雄性不育系,进而避免了利用核雄性不育两用系生产一代杂种的种子时要拔除大量可育植株的弊端,使核雄性不育基因在辣椒新品种选育研究中得到普遍的、自由的应用。

创造出 100 %辣椒核雄性不育系(而非通常的核雄性不育两用系)在育种实践中应用一直是科学家们的梦想。杨凤梅在学术会议上曾提及,她所在的课题组从多个辣椒材料中发现了辣椒隐性核雄性不育基因,并相继转育成核雄性不育两用系;以一个核雄性不育两用系的不育株为母本,以另一个不同不育基因来源的核雄性不育两用系的可育株为父本进行杂交,发现一个奇怪的现象:F_1植株均表现为不育。这一方面说明了辣椒核雄性不育基因的遗传多样性以及它们间等位关系的复杂性;另一方面也揭示出,如果利用辣椒核雄性不育基因间的复杂等位关系,有可能创造出 100 %辣椒核雄性不育系。辣椒核雄性不育基因的遗传多样性为 100 %辣椒核雄性不育系的创制提供了基础。

参考文献

[1] Wang D, Bosland P W. The genes of *Capsicum* [J]. Hortscience, 2006, 41(5): 1169 - 1187.

[2] 杨凤梅,薛庆华. 辣椒雄性不育两用系选育及其利用 [J]. 辣椒杂志, 2005(2): 9 - 10.

[3] Shifriss C, Frankel R. A new male sterility gene in *Capsicum annuum* L. [J]. J Amer Soc Hort Sci, 1969, 94: 385 - 387.

[4] Shifriss C, Rylski I A male sterile (*ms* - 2) gene in California Wonder pepper(*C. annuum*) [J]. HortScience, 1972, 7: 36.

[5] Daskalov S. Investigation of induced mutants in *Capsicum annuum* L. III Mutants in the variety Zlaten Medal [J]. Genet Plant Breeding, 1973, 6: 419 - 429.

[6] Daskalov S. Investigation on induced mutants in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) [C]. Budapest: Proc. 1st meeting of the Capsicum breeding and genetics, 1974.

[7] Daskalov S, Poulos J M. Updated *Capsicum* gene list [J]. Capsicum and Eggplant Newsletr, 1994, 13: 16 - 26.

[8] Shifriss C. Additional spontaneous male-sterile mutant in *Capsicum annuum* L. [J]. Euphytica, 1973, 22: 527 - 529.

[9] Meshram L D, Narkhede M N. Natural male sterile mutant in hot chilli(*Capsicum annuum* L.) [J]. Euphytica, 1982, 31: 1003 - 1005.

[10] Pathak C S, Singh D P, Deshpande A A. Male and female sterility in chilli pepper(*Capsicum annuum* L.) [J]. Capsicum Newsltr, 1983, 2: 95 - 96,

[11] Shifriss C. Male sterility in pepper(*Capsicum annuum* L.) [J]. Euphytica, 1997, 93: 83 - 88.

[12] Deshpande A A, Pathak C S, Singh D P. Types of male sterility in chilli pepper(*Capsicum* spp.) [J]. Capsicum Newsletr, 1983, 2: 97 - 98.

[13] 杨世周. 辣椒雄性不育两用系的选育 [J]. 园艺学报, 1981, 8(3): 49 - 53.

[14] 范妍芹,刘云,严立斌,邢任国. 甜椒隐性核基因雄性不育性的转育及利用 [J]. 植物遗传资源学报, 2004, 5(4): 333 - 337.

[15] Greenleaf W H. Pepper breeding [M] / /Bassett M J. Breeding Vegetable Crops. NC: AVI Publishing Company, 1986: 67 - 134.

[16] 杨凤梅,杨世周,姜恩国,王作义,李季. 辣椒 AB92 雄性不育两用系选育及利用 [J]. 辽宁农业科学, 1994(6): 15 - 18.

[17] 蒋伟明,侯士熙,周林,董晓飞,任志仙. 甜椒雄性不育两用系过氧化物酶同工酶研究 [J]. 山西农业科学, 1993, 21(2): 48 - 52.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

了解蔬菜拉丁文学名构成的规则和国际命名法规,有助于正确理解植物学名的结构组成和意义,便于查阅文献,尤其是用拉丁文学名上网搜索,可以获得更多的资讯。

蔬菜拉丁文学名的构成

张德纯

作为蔬菜科研、生产人员,在查阅文献、编撰著作、进行学术交流等科研、生产活动时,经常会用到蔬菜拉丁文学名。拉丁文是世界上最古老的语言之一,但是目前很少有人用它作为正式交流语言使用,尤其是对于蔬菜拉丁文学名的组成,有些不甚了解。正确理解蔬菜拉丁文学名的结构、组成和意义,有助于我们工作的顺利开展。

1 拉丁文学名的产生

植物的种类很多,为了生产和交流的需要,人们给植物起了不同的名字,以示区分。但不同的国家,乃至同一个国家的不同地域,由于语言、文字不同,一种植物有多个名字(同物异名)的现象经常发生。同时,也有不同的植物种类在不同的地域又有同一个名字(异物同名)的现象。生物学家在很早以前就对创立世界通用的生物命名法进行了探索,提出了很多命名法,但是多为多名法,即对一种植物为了形容其特性,往往用多个文字来表达,繁琐不便。双名命名法在林奈(Carolus Linnaeus,瑞典著名植物学家,1707～1778)之前有人用过,最早提出的是赖维努斯(Rivinus),他早在1690年就已提出给植物命名不得多于两个字的建议,林奈接受了这一思想,并将其完善化。国际上则公认林奈为首创双名命名法的学者,并以林奈1753年发表的《植物种志》(Species plantarum)一书为起点,其中所载的植物全部以双名法命名,凡此书中已命名的植物均为有效学名。1867年法国德堪多(A. P. Decando)等拟定出第一个《国际植物命名法规》(International Code of Botanical Nomenclature,简称ICBN),之后,编辑委员会根据每次国际植物学会议上有关命名提案的决议负责修订。ICBN为世界各国、各地区采用统一、规范的植物学名命名提供了重要依据,拉丁文学名就变成每种植物的身份证了。

2 蔬菜拉丁文学名的构成

《国际植物命名法规》规定,植物种的学名采用林奈创立的双名法命名。双名法就是使用两个拉丁词构成某一生物的名称。双名法的第1个词是属名,第2个词是种名,现在多称为种加词,在较正规的材料或文献上还应在后面附有命名人的姓名。双名法的生物学名中属名的首字母大写,种名字母均小写,书写时应为斜体;命名者姓名在书写时为正体,该姓名除极为简短的以外,都可以缩写,一般采用姓氏缩写,缩写从第2个元音前切止。蔬菜的

张德纯,男,研究员,中国农业科学院蔬菜花卉研究所,北京市海淀区中关村南大街12号,100081,E-mail:zhangdechun39@sina.com

收稿日期:2008-03-13;修回日期:2008-06-05

[18] 张子学,何华奇,王桦.辣椒雄性不育初探[J].安徽农业技术师范学院学报,1997,11(4):5-9.
[19] 刘君,林高玉,赵培芳,王国东.辣椒雄性不育两用系的选育和应用[J].北方园艺,2000(1):8-9.
[20] 任锡伦.辣椒雄性不育三系及两用系配套栽培技术的研究及系列相关品种的培育[J].吉林蔬菜,2004(6):34-35.
[21] 罗双霞,范妍芹,申书兴,陈雪平,刘云,严立斌.甜椒雄性不育两用系小孢子发育的显微观察[J].华北农学报,2006,21(2):99-103.
[22] 李运朝,范妍芹,郭峰,刘云,严立斌.甜椒雄性不育两用系AB91不育株与可育株花药同工酶分析[J].植物遗传资源学报,2007,8(1):102-105.
[23] 谢冰,王志源,蒋健箴.辣椒核型雄性不育小孢子发育时期生化特性的初步研究[J].中国农业大学学报,1999,4(5):103-106.
[24] 高夕全,张子学,夏凯,周燮.雄性不育辣椒中几种内源植物激素的含量变化[J].植物生理学通讯,2001,37(1):31-32.
[25] 沈火林,安岩,乔志霞.胞质雄性不育和核雄性不育辣椒内源激素含量的变化[J].华北农学报,2006,21(1):68-71.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net