

文章编号:1003-8701(2004)02-0045-04

# 番茄远缘杂交不亲和性的研究

马光恕, 廉 华, 景艳丽

(黑龙江八一农垦大学植物科技学院园艺系, 黑龙江 大庆 163000)

**摘 要:**目前番茄种质资源日趋匮乏,种质资源的研究和创新对番茄育种来说具有重大意义。与之相反,野生种番茄及番茄近缘野生种(SL)却拥有丰富的遗传资源,它们对番茄遗传资源改良具有不可估量的价值,远缘杂交无疑是改良番茄遗传资源的最佳途径,但远缘杂交不亲和性是影响其成功与否的关键因素。因此,主要论述了番茄远缘杂交不亲和性的研究情况。

**关键词:**番茄;远缘;杂交不亲和性

中图分类号:S641.2

文献标识码:A

番茄(*Lycopersion esculentum* Mill.1754)属茄科(*Solanaceae*, Juss.)番茄属(*Lycopersicon*)作物,它有9个种,其中1个普通种,8个野生种(Warnock 1988, Lefrancois 1993),普通番茄栽培亚种(*Lycopersicon esculentum* ssp. Cultum)作为一种世界性蔬菜,具有极为重要的生产价值和食用价值。长期以来,由于品种选育、杂交育种和杂种优势的利用,使得栽培番茄资源的遗传多样性迅速下降。在番茄中很难找到抗CMV或具某些特殊优良性状的品种。因此,种质资源的研究和创新对番茄育种来说具有重大意义。

与栽培番茄资源匮乏相反,番茄属野生种番茄及番茄近缘野生种类番茄(*Solanum lycopersicoides*)中却拥有丰富的遗传资源。如野生种番茄能抗多种病害,有较高的抗寒性和干物质及维生素含量;近缘野生种SL(LA2386)极耐低温,-25~5℃仍正常开花结果(Kamps, 1987; Wolf, 1986; Hossain, 1994),是抗CMV的惟一抗原,耐或抗多种病害(Rick, 1951; Chetelat, 1997)。这些特殊优良性状都是目前栽培番茄所不具备或远不如的。因此,它们对番茄遗传资源改良具有不可估量的价值。许多年来,育种家们都希望通过远缘杂交即利用外源种质的手段将这些优良性状转移到栽培种中,这无疑是改良番茄遗传资源的最佳途径。

几十年来,利用外源种质改良番茄品种已取得瞩目成绩(王海廷, 1988),但仍有很大困难。因为象这种种间的远缘杂交往往存在不亲和性问题。由于这种不亲和性的存在,外源种质的许多特殊优良性状不能被充分利用,远缘杂交受到严重障碍。因此,研究远缘杂交不亲和性问题对番茄育种和拓宽种质资源来说是非常必要的。

关于这方面的研究,国内外均有文献报道。按远缘杂交类型可分3种:①栽培番茄与野生种番茄杂交不亲和性的研究;②栽培番茄与SL杂交不亲和性的研究;③野生种番茄与SL杂交不亲和性的研究。

收稿日期:2003-05-26

作者简介:马光恕(1969-),男,山东省海阳市人,讲师,硕士,主要从事园艺学教学和科研工作。

# 1 栽培番茄与野生种番茄杂交不亲和性的研究

1940年,Bohn和Tucker发现,番茄野生种醋栗番茄对镰刀菌枯萎病具有高水平抗性并随后成功转育到栽培番茄中,首开番茄利用野生资源的先河,从此,番茄野生资源的开发和利用受到育种家的重视,国内外对栽培番茄与野生番茄杂交亲和性问题的研究也相继展开。

吴定华等(1964,1984,1992)经过多年试验,先后对番茄属8个野生种番茄与栽培番茄杂交亲和性进行了研究。其中,栽培番茄(粤农二号)与醋栗番茄、克梅留斯基番茄和潘氏薯番茄之间,当栽培番茄作父本时,表现杂交亲和,反交不亲和;栽培番茄作母本,与秘鲁番茄、智利番茄和多腺番茄之间杂交亲和性极低,人工杂交,虽可得到42%~66%的结果率,但果内99.9%以上的“种子”中空无胚,反交不结果。可见,种间杂交的不亲和结果是有的组合得到果实,有的组合得到所谓的果实。

依据《被子植物解剖学》(胡适宜),被子植物受精作用经历下列的程序:①花粉在柱头上萌发和长出花粉管;②花粉管通过花柱;③花粉管进入胚囊和释放内容物;④配子融合。由此可知,远缘杂交的不亲和性是受精过程的某一步发生了障碍,使得受精不能顺利进行。

## 1.1 不亲和性发生的部位及表现

吴定华等(1988,1991)采用荧光显微技术,取栽培番茄粤农二号及0791-1与秘鲁番茄正反交材料授粉后24h的花柱进行观察,发现栽培番茄×秘鲁番茄组合在授粉后24h看到大量的花粉管在花柱中正常生长到花柱底部并进入胚珠,这种情况与有关的文献<sup>[1-4]</sup>资料一致;大田授粉发现,授粉花能结果,但果实中“种子”瘦小,绝大部分中空无胚,极少数种子中有发育不健全的胚。表明这两个组合父本的花粉管在母本花柱及胚珠中都不存在不亲和性,不亲和性发生在受精或胚胎发育过程中。秘鲁番茄×栽培番茄组合,花粉粒可在柱头上萌发,部分花粉管能向花柱伸长,但大部分花粉管只生长至花柱长的1/5或1/4~1/2处,不再向下伸长。这种现象表明,栽培番茄花粉管与秘鲁番茄的花柱不亲和,不能伸到胚珠内受精;田间观察植株上授粉花,全部不着果。

## 1.2 不亲和原因

上述秘鲁番茄×栽培番茄组合杂交,当花粉管在花柱中伸长时,看到花粉管先端膨大,壁出现胼胝质沉积,形成不明显的胼胝质“栓”而阻止花粉管继续向前生长。可见,胼胝质沉积是不亲和的致因。

栽培番茄×秘鲁番茄不亲和发生在受精过程或胚胎发育过程,有关这种杂交当代不亲和的内在原因,国内外均有文献报道,一致认为不亲和是杂种胚败育所致。但胚败育是否由于胚乳败育还是另一些未知因素所致还不清楚;而且,有关胚乳衰退与珠被绒毡层发育动态的关系问题也没有一致结论。

吴鹤鸣等(1988)以北京早红番茄为母本,抗病性强的秘鲁番茄为父本进行杂交,以北京早红番茄种内异株自交为对照,观察了大量切片。从授粉后72h到240h,胚乳发育情况为自交组胚乳在受精后144h,平均计算有18.8个细胞数,而杂交组胚乳平均只有3.5个细胞数;在240h,自交组胚乳平均达101.4个细胞数,而杂交组胚乳平均仅有11.6个细胞数。可见,杂交组胚乳发育较自交组迟,发育缓慢和稀少。授粉后120h,胚发育情况为自交组胚乳细胞数平均已达14个,而杂交组平均还不到2个;自交组胚在受精后168h发育明显加快,在240h后平均达55.5个细胞数,而杂种胚平均只有20个

胚细胞,杂种胚发育缓慢;同时,观察了胚细胞数和胚乳相应的细胞数,自交组胚乳细胞数大大超过了胚细胞数,而杂种胚乳细胞数低于胚细胞数。说明杂种胚和胚乳之间在发育上有极明显的不协调性。

同一试验发现,授粉后 120 h 杂交组的珠被绒毡层细胞开始增殖,到 216 h 已突出延伸进入中心腔。由于珠被绒毡层的增殖和延伸,影响胚乳的发育而退化,从而也影响着胚的生长,使胚不能进一步发育而死亡。至此认为,杂种胚败育是胚乳发育缓慢,不能供胚所需营养,以及珠被绒毡层细胞增殖使胚退化所致。这一结论与国内外其它报道不尽相同。吴梅珍等(1991)对粤农二号番茄与秘鲁番茄杂交。研究表明,杂种胚败育是由于雌雄配子之间基因组不协调引起单受精的发生和胚乳发育不正常,胚乳始终以大核的游离状态出现,胚乳增长的速度明显低于杂种胚增长的速度,在胚胎发育早期就完全退化。这样的结论与吴鹤鸣(1988)、Choudhury B.(1959)和 Barbano(1984)的研究一致。但就珠被绒毡层细胞的动态与胚乳发育的关系问题,有相反意见。试验发现,授粉后 7 d 胚囊内有巨大核的胚乳游离核,珠被绒毡层细胞加厚,12 d 时已不见胚乳形成,也未见到胚乳解体后的残留物,证明在此前胚乳已相继完全退化,而此时胚囊内珠被绒毡层细胞强烈地向胚囊内生长,16 d 时胚停止发育,绒毡层细胞继续填入胚囊,24 d 时胚退化,绒毡层细胞变成薄壁细胞组织,40 d 时胚囊几乎全部退化成空腔。作者认为是胚乳的退化导致珠被绒毡层的增殖,这又加速了胚的败育。所以,从胚胎发育整个过程来看,珠被绒毡层细胞增殖是胚乳败育的结果而不是原因。Barbano 等也观察到同样的现象,即授粉后 10 d 杂种胚乳完全退化,12 d 时珠被绒毡层细胞增殖。因此,认为胚乳退化先于绒毡层细胞增殖。所以绒毡层细胞增殖不可能是胚乳败育的原因。

## 2 栽培番茄与 SL 杂交不亲和性的研究

有关栽培番茄与 SL 杂交问题,国外研究较早。50 年代 Rick 用栽培番茄 Pearson 与 SL(No.30382)杂交,得到瘦小“种子”,发现这些“种子”内胚发育不正常,种子不能正常发芽。因此,认为这种种间杂交不亲和性是胚败育所致(后来用胚培养法成功地得到了  $F_1$  代)。

国内文献报道较少。吴定华等(1992)用 SL 分别与栽培番茄粤农二号、Diego Flora-Dade 及 9 个野生种番茄进行正反交均不结果;又报道(1999)以 14 个二倍体栽培番茄品种(系)及栽培番茄与野生种番茄的杂种为母本时,得到 4%~20%的结果率,但粤农二号×SL 和红玫瑰×SL 两个组合的 24 个及 28 个果内含有不到 0.1%的“种子”具有细小(0.2~0.6 mm)发育不健全的胚;14 个反交组合均未结果。

## 3 野生种番茄与 SL 杂交不亲和性的研究

SL 与番茄属间杂交问题的研究大多数集中在番茄属的栽培种(Rick, 1951),而与番茄属野生种番茄杂交的研究却比较少。

吴定华等(1999)用 SL 与番茄属 9 个野生种番茄进行正反交,从 SL×秘鲁番茄和 SL×多腺番茄中获得 31%和 16%的坐果率,果内只有 51 粒、23 粒细小无胚的“种子”;其余 16 个组合杂交率为 0。表明野生种番茄与 SL 之间杂交几乎均不亲和。

## 4 讨 论

番茄属野生种秘鲁番茄具有许多特殊优良性状,由于种间杂交的这种不亲和性

(Barbano 等称为“受精后障碍”)的存在,使从秘鲁番茄向栽培番茄转移新种质变得非常复杂和困难。李曙轩等利用电场融合技术成功地诱导了普通番茄叶肉原生质体和多毛番茄茎尖原生质体的高频率融合,但这只是初步证实了通过电穿孔方法转移外源遗传物质进入原生质体可能是有效的,许多问题还有待进一步研究。虽然通过胚愈伤组织及胚培养<sup>[6-8]</sup>已经得到了杂种一代,但此杂种与栽培番茄回交时也出现同样的不亲和性。较多意见认为,这种不亲和性发生在胚胎发育阶段,即受精正常,但受精后胚胎发育不正常,未形成可育的胚。有关胚乳败育以及随之而来的胚败育的主要原因还不十分清楚,可能是代谢不正常或生长规律失衡所致。

有关 SL 与栽培番茄杂交不亲和性问题早有报道,而且通过胚培及单体添加、化学诱导融合和电场诱导融合均得到杂种并实现回交,因此,无论是无性途径还是有性途径,均绕过属间有性杂交不亲和障碍而达到遗传物质转移。

有关 SL 与番茄属其它种杂交不亲和性问题的研究比较少,国内有关报道仅从坐果率上得到它们之间杂交亲和与否的结论,但对于不亲和现象、障碍位置和严重程度及可能的胚胎发育情况未见报道。因此,有必要通过这些方面的研究来说清楚与杂交不亲和有关的一系列问题,为解决种间杂交不亲和问题提供理论依据,继而实现在番茄属内找到由 SL 向栽培番茄基因渗入更为有效的途径,为改良栽培番茄遗传资源做些基础工作。

参考文献:

- [1] 吴鹤鸣,等. 栽培番茄(*Lycopersicon esculentum*)×秘鲁番茄(*L. peruvianum*)杂种胚、胚乳发育的细胞学观察(简报)[J]. 江苏农业学报, 1988, 4(4): 45-47.
- [2] Barbano D P, Topoleski L D. Postfertilization hybrid seed failure in *Lycopersicon esculentum*×*L. peruvianum* Ovules. J Amer Soc Hort Sci., 1984, 109.
- [3] Choudhury B. Development of seed and its part- II of hybrid seed of *Lycopersicon esculentum*×*L. peruvianum*. Indian J Hort, 1959, 16: 23-30.
- [4] Smith P G. Embryo culture of a tomato species hybrid. Pro Amer Soc Hort Sci., 1944, 44: 413-416.
- [5] 吴梅珍,等. 栽培番茄与秘鲁番茄杂交胚胎发育的细胞学研究[J]. 华南农业大学学报, 1991, 12(4): 29-36.
- [6] 吴定华,李鹏飞. 番茄种间杂交结果初报[J]. 园艺学报, 1964, 3(4): 369-377.
- [7] 官国荣,等. 栽培番茄与秘鲁番茄种间杂种回交栽培番茄的研究[J]. 园艺学报, 1988, 15(1): 39-44.
- [8] Choudhury B. Embryo culture technique- III. Growth of hybrid embryo (*Lycopersicon esculentum*×*L. peruvianum*) in culture medium. Indian J Hort, 1955, 12(4): 155-156.
- [9] 李曙轩,等. 普通番茄叶肉原生质体和多毛番茄茎尖原生质体的电融合[J]. 武汉植物学研究, 273-277.
- [10] 胡适宜. 被子植物胚胎学[M]. 北京:人民教育出版社, 1983.

## Study on Incompatibility in Wide Crossing of Tomato

MA Guang-shu, LIAN Hua and JING Yan-li

(College of Plant Science and Technology, Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing 163000, China)

**Abstract:** Because of the shortage of tomato germplasm at present, the study and creation of germplasm are of great significance in tomato breeding. There are abundant genetic resources in wild species and those related wild species, all of them are valuable for the improvement of tomato genetic resources. Wide crossing have been the best to improve tomato genetic resources, but the incompatibility in wide crossing of tomato is a limiting factor to affect the result. The current studies on this area were reviewed in this paper.

**Key words:** Tomato; Incompatibility; Wide crossing