

普通番茄与秘鲁番茄杂种后代的 形态、亲和性及抗性表现

徐鹤林 余文贵 龙明生 陆春贵 杨荣昌
(江苏省农业科学院蔬菜研究所)

吴鹤鸣 陆维忠 余建明 周邗扬
(江苏省农业科学院农业生物遗传生理研究所)

提 要

继获得普通番茄‘北京早红’与秘鲁番茄杂交种后,本试验着重于对杂种后代的形态、亲和性及抗性表现的观察,杂种的多数性状为双亲中的显性性状或双亲的中间型,但也表现了一些奇异性状,如果实的颜色和花序的形状与排列通过株间的“杂交”克服了杂种的高度自交不亲和性,从而顺利得到杂种的自交后代;杂种各世代均高抗TMV 0株系和1株系,并有部分选系抗TMV 1·2株系,由此判断秘鲁番茄亲本可能具有 TM_2^* 基因;用南京地区CMV厥叶株系和强株系分别接种,各世代表现部分抗病或耐病。

关键词 普通番茄; 秘鲁番茄; 种间杂种; 自交不亲和性; 抗性

利用远缘杂交技术从番茄属(*Lycopersicon*)野生种中转育优良性状,特别是抗病性,已成为当今番茄(*L. esculentum* Mill.)育种实践中的重要内容之一。由于胚培等生物技术的应用,克服或部分克服了野生番茄与普通番茄种间不亲和性导致的生理障碍,从而在远缘杂交育种工作中,一些具有实用价值的研究相继出现,Frazier等自1949年开始,从远缘杂交后代中获得了一些抗烟草花叶病毒病(TMV)的品系,为当今世界上广泛利用TM和 TM_2-nv 抗病基因奠定了基础。

在野生番茄中,研究和利用得最多的首推秘鲁番茄,其主要原因就在于其丰富的抗源。但其严格的自交不亲和性以及相应的与普通番茄种间杂交的不亲和性,对遗传研究和育种工作造成很大的障碍。主要表现为与普通番茄有性杂交时,幼胚早期死亡^[1,4],难以得到种间杂种,种间杂种不能进行自交^[5]。

国内这方面的研究较少,为了探索其亲和性、抗性及形态表现等,我们进行了普通番茄与秘鲁番茄的远缘杂交研究,并试图进一步转育秘鲁番茄的抗病性与抗逆性。

材 料 与 方 法

用烟草花叶病毒(TMV)各株系及南京地区黄瓜花叶病毒(CMV)的厥叶株系和

本文于1989年8月收到,1990年8月收到修改稿。

强株系对从国外引进的一些秘鲁番茄品系进行接种筛选,其中第8号品系(PI128657)抗TMV,耐CMV;将其作为父本与北京早红进行人工杂交,并通过杂种幼胚组织培养诱导成愈伤组织,然后分化成再生株,通过鉴定确认其为杂种植株〔2、8〕。

1985年春在温室内分别将上述再生株移栽到装有消毒土壤的直径为8cm的塑料营养钵中,适当遮光,保持较高的空气和土壤相对湿度。成株后移入直径为30cm、高40cm的塑料盆中,土中加入有机肥以改善土壤结构,保证养分的供给。5月中旬陆续将塑料盆移到露地,进行正常管理。

1986年和1987年春夏详细观察‘北京早红’×秘鲁番茄8号品系杂种及其后代的开花结果及种子发育情况,并进行了一些回交和再杂交试验,对每个回交或杂交组合都进行正交和反交:取次日将开放的花蕾去雄授粉,并于次日(即花朵的正常开放期)重复授粉一次,然后挂牌标记。

在温室隔离条件下,用TMV 0株系、1株系及1·2株系和南京地区CMV厥叶株系及强株系分别对种间杂种各世代的幼株进行常规方法的人工苗期接种。

结果与讨论

幼苗移栽一周后开始成活,成活率90%左右。未成活的幼苗多数为原先在试管内发根较差或无根,这类苗移栽后即开始萎缩。到开花期为止,共有成活的 F_1 植株2200株,按其形态可将所观察的1295株分为二类。A类表现为双亲性状的显性或中间型:叶片薄而大,色浅为黄绿色,无限生长,茎细长呈蔓生状,能正常开花结果,果实内有发育正常的种子,单果重3.9g,这类植株均为正常的二倍体($2n=24$)共有287株;B类植株的形态变化较大,叶片较小而厚,边缘圆钝,叶面皱褶,深绿色,多数植株无主茎,茎短略粗,大部分植株能开花但极少能结果,而且所结的果实均无种子,这类植株都为多倍体($2n=48-96$),因此能进行后代观察的仅有上述A类植株(表)。

‘北京早红’×秘鲁番茄 F_1 代果实的幼果呈绿色,从果肩至果脐有一条紫色沟线,果实开始成熟前果肩部转为深绿色,转色后所有的果实都为黄色,且着色一致;在 F_2 代,果色性状发生了广泛的分离,除极少数植株的果实颜色与双亲相同呈红色和深绿色外,绝大部分表现为非双亲的性状,如淡绿色,橙黄色及浅黄色,但黄色比例最大。前人的研究表明存在于野生番茄中的B基因与普通番茄的遗传背景产生互作,从而导致远缘杂交种 F_1 及后代果色性状的变异。B基因的主要生理作用就在于支配果实中类胡萝卜素的合成向着 β 胡萝卜素转化,而不是向番茄红素转化,但B基因在绿果野生种上并不表现其作用〔6〕。

另外,花序型的表现亦较奇特,‘北京早红’为单花序,秘鲁番茄为复花序,杂种一代全部为复花序,但 F_2 代群体中有20%的植株上既有单花序,也有复花序。

种间杂种及后代各自群体内的绝大多数植株(不包括 F_1 中的B类植株)都能正常开花结果,果实内有发育良好的种子,种子的发芽率 F_1 代65.3%, F_2 代59.8%。

在种间杂种的回交与再杂交试验中,用杂种做母本与秘鲁番茄8号品系回交,其结果率相对较其它回交组合的结果率高,如(‘北京早红’×秘鲁番茄) F_2 ×秘鲁番茄为26.9%,(‘北京早红’×秘鲁番茄) F_1 ×秘鲁番茄结果率为52.6%;用‘北京早红’与

表 北京早红×秘鲁番茄种间杂种后代与双亲的部分性状比较

Table Comparison in characters of the interspecific hybrids between Beijing Zaohong and the accession 8 of *L. peruvianum* and their parents

品 种 名 Lines or accessions	观察株数 No. plants observed	正常结果株数 No. plants with fruit-setting	生长型 Growing habit		花 序 类 型 Type of inflorescence(%)		
			有限 sp/sp	无限 sp/+	单花序 Single	复花序 Compound	单复同株 Both on same plant
F ₁	1295	287	1008	287	11	89	0
F ₂	1369	1349	150	1219	5	75	20
北京早红 Beijing Zaohong	—	—	—	—	100	0	0
秘鲁番茄 Accession 8 of <i>L. peruvianum</i>	—	—	—	—	0	100	0
品 名 Lines or accessions	始花节位 No. nodes for first inflorescence	花序间隔节数 No. nodes between 2 inflorescences	单株结果数 Fruits per plant	单果重 Fruit weight (g)	单果种子数 Seeds per fruit	千粒重 1000 seeds weight (g)	发芽率 Germinating percent (%)
F ₁	11.9	2	32.7	3.9	15.9	1.6	65.3
F ₂	8.1	2.3	20.5	5.8	14.3	1.7	59.8
北京早红 Beijing Zaohong	7	1—2	15	100	80—100	30	95
秘鲁番茄 Accession 8 of <i>L. peruvianum</i>	13	3	50	1.1	31	1.1	80

杂交后代回交,当前者为母本时有一定的结果率(与F₂和F₃回交结果率分别为9.9%和5.1%),但进行相同组合反交时则不能结果;杂种后代与其它普通番茄品种的再杂交也表现出上述类似的结果,即以普通番茄做母本杂交有一定的结果率,相反则不结果,这种现象与远缘杂交中普通番茄和秘鲁番茄的组合方式影响结果的现象相一致。上述回交与杂交果实中均无自然发育的种子,经检测多数组合幼果阶段有胚的存在。

在以往许多关于番茄远缘杂交育种的报道中,种间杂交种的自交不亲和性基本表现为不能正常受精结果或能结果而果内无种子或仅有败育的种子,这似乎与本试验得到的结果有所不同,但早在1950年McGuire在进行普通番茄与秘鲁番茄远缘杂交试验中就发现了类似现象并得出了结论:杂种一代的自交不亲和的程度并不亚于其野生亲本秘鲁番茄本身,因而进行杂种与普通番茄间的回交就会象进行秘鲁番茄与普通番茄间的远缘杂交一样困难〔7〕。根据这一理论,Rick(1953)在番茄与秘鲁番茄远缘杂交一代的株间进行“杂交”从而顺利获得杂种二代(F₂)种子〔8〕,实际上本试验的结果与Rick的试验结果是一致的。虽然F₂代和F₃代都是通过自交获得的,但这种自然的自交根本不可能排除群体内株间的“杂交”。为了证明这一点,对部分F₁和F₂代植株套袋,进行有人工辅助授粉的完全自交,结果从这些隔离自交的单株上所获得的仅仅是极少数无种子的果实。由于自交不亲和性的表现是以相同的等位基因相互排斥为基础的,而群体(如品系)内的株间则可能存在等位基因的差异,正是这种差异使得高度自交不亲和的秘鲁番

茄能通过株间的交配克服自交不亲和性从而保持种性,种间杂种也可以相同的方式来克服自交不亲和性,本试验的结果即是例证。另外杂种后代花朵的长柱头和蜜腺分泌物招致昆虫光顾也为株间的“杂交”提供了可能。

各世代近70个选系对弱侵染力的TMV 0株系和1株系均表现高抗,对照‘北京早红’则表现严重感病;对强侵染力的TMV 1·2株系的反应,F₂代为耐病55.6%、感病44.4%,F₃代耐病与感病各40%、抗病20%;

F₂代40个选系对CMV厥叶株系的反应为:高抗7.5%、抗病32.5%、耐病42.5%、感病17.5%;F₂代8个选系对CMV强株系的反应为耐病与感病各占50%,而F₃代53个选系中除有耐病和感病的选系外,还出现了7.5%的抗病选系。

在目前已有的抗TMV基因中只有TM₂^a的表现与上述现象相近,但仅此还不能说明秘鲁番茄就具有或仅仅具有TM₂^a基因,这是因为杂种亲本之一‘北京早红’不具有抗TMV的基因,而在F₂代和F₃代分别用TMV 0株系和1株系接种都未出现抗性的分离。另外F₂代中也没有出现抗TMV 1·2株系的选系,这种表现是否与亲和性、抗TMV基因本身的特性、以及相应的遗传背景有关,还有待进一步研究与探讨。

结 论

在番茄远缘杂交育种中,其杂种后代的多数性状的双亲的中间型或表现亲本的显性性状,但杂种后代中往往会出现某些双亲所不具有的性状,如本试验中的果色和花序类型的变异等。通过这种手段创造新的变异、培育新的品种或育种材料等,是远缘杂交育种较之常规育种的优点之一,番茄育种史上已不乏这方面的先例。

普通番茄与秘鲁番茄间的不亲和性可通过杂种幼胚组织培养等生物技术手段来克服,而杂种后代的自交不亲和则是这方面研究的障碍。根据核质自交不亲和性理论及秘鲁番茄品系内传粉保持种性的方式,本试验采用从多株上采集秘鲁番茄的花粉与普通番茄杂交,使得杂种具有多种S等位基因,再在杂种各世代中保持较大的群体,使具有不同S等位基因的株间有机会交配,从而使自交不亲和性得以克服。

秘鲁番茄8号品系本身抗TMV,耐CMV,经对种间杂种后代接种试验及结果分析,推断其抗TMV的基因可能是TM₂^a,但种间杂种后代中却分离出了抗CMV的选系,对于其抗性的遗传机制还有待进一步研究探讨。

参 考 文 献

- [1] 吴定华, 1984, 番茄种间杂交的探讨。《园艺学报》11(1): 35—40。
- [2] 吴鹤鸣、陈维忠、余建明、周邗扬、徐鹤林、龙明生、余文贵、陆春贵, 1987, 栽培番茄×秘鲁番茄杂种再生株的诱导和鉴定。《江苏农业学报》3(4): 7—13。
- [3] 吴鹤鸣、陆维忠、余建明、周邗扬, 1988, 栽培番茄×秘鲁番茄杂种胚, 胚乳发育的细胞学观察。《江苏农业学报》4(4): 45—47。
- [4] Barbano, P. L. and D. P., Topofeski, 1984, Am. Soc. Hort. Sci. 109: 95—100.
- [5] Lamn, R., 1950, Hereditas. 36: 509—511.
- [6] Lincoln, P. E. and J. W., Porter, 1950, Genetics. 35, 206.
- [7] McGuire, D. C., 1950, Ph. D. thesis, University of Calif. Library, Berkeley, Calif.
- [8] Rick, C. M. and P. G. Smith, 1953, The Am. Naturalist Vol. LXXXVII, 837: 359—373.

STUDY ON THE MORPHOLOGY, COMPATIBILITY AND RESISTANCES
OF THE INTERSPECIFIC HYBRIDS BETWEEN
L. ESCULENTUM MILL. AND L. PERUVIANUM

Xu Helin, Yu Wengui, Long Mingsheng, Lu Chungui,
and Yang Rongchang
(*Institute of Vegetable Crops, Jiangsu Academy of
Agricultural Sciences, Nanjing*)

Wu Heming, Lu Weizhong, She Jianming, and Zhou Hanyang
(*Institute of Agrobiological Genetics and Physiology,
Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing*)

Abstract

2200 interspecific F_1 hybrid plants between *L. esculentum* (cultivar Beijing Zaohong) as pistal parent and *L. peruvianum* (the accession 8 of PI 128657) were obtained with the means of embryo culture.

Among the 1295 F_1 hybrid plants observed, 287 plants shew normal in flowering, fruit-setting and seed-developing, the rest set only a few fruits with no seeds inside due to the abnormality in chromosome numbers ($2n = 48-96$).

Many characters of the F_1 hybrid were intermidiate to those of its parents such as the shape and size of leaves, growing habit, and size of fruits, but the novel variations also appeared in the F_1 hybrid and its progenies, for instance, the color of the F_1 fruits and the shape and arrangement of inflorescence in F_2 generation.

The interspecific self-incompatibility was overcome with the natural "intercrossing" between F_1 plants, meanwhile, the forced self-pollination did not result in fruit-setting. The backcrossing between the hybrids and both parents in the reciprocal combinations shew the high incompatibility.

All lines of the F_1 hybrids and its progenies were highly resistant to strain 0 and strain 1 of TMV respectively, The F_2 generation had only tolerance (55.6%) to strain 1·2 of TMV while some lines of F_3 generation shew resistance, which indicates that the accession 8 of *L. peruvianum* (PI128657) possibly possesses TM_2^* gene.

The reactions of the F_2 to the fern-leaf strain of CMV from Nanjing region were high resistance (7.5%), resistance (32.5%), tolerance (42.5%) and susceptibility (17.5%); The inoculating of the strong strain of CMV from Nanjing region made half of the F_2 lines show tolerant and another half susceptible; 7.5% lines in F_3 generation, shew resistant to the same strain.

Key words *L. esculentum*; *L. peruvianum* interspecific hybrid; Self-incompatibility; Resistances

《 中国农业科学 》 1992年征订启事

《中国农业科学》是中国农业科学院主办的综合性农牧业科学学术刊物。主要报道我国农牧业科学在基础理论和应用技术研究方面的学术论文，重要科研成果的专题报告，各学科研究的新进展和综述等。读者对象是国内外农牧业科技工作者和院校师生，农业生产战线上的干部等。

本刊为双月刊，16开本，96页，另附图版2—4页。国内外公开发行。国内每册定价3.20元，全年19.20元。全国各地邮局办理订阅，代号：2—133。1991年11月份开始收订1992年各期，请勿错过。国外发行由中国国际图书贸易总公司(中国国际书店)承办，代号：BM43。

有漏订者，可来人或来函在本刊编辑部补购。地址：北京西郊白石桥路30号《中国农业科学》编辑部，邮政编码100081。

本刊承接国内外广告业务。