

番茄野生种 *L. pennellii* 核心种质抗虫性初步评价

柴 敏¹, 于拴仓¹, 姜立纲¹, 唐晓伟¹, John Snyder²

(1 国家蔬菜工程技术研究中心 北京 100097; 2 Department of Hort. & L. A. University of Kentucky KY40546, USA)

摘要: 以番茄属中近源野生种 *L. pennellii* 的 16 份核心种质为试材, 开展对红蜘蛛和蚜虫抗虫特性的鉴定和评估。结果表明, 16 份核心种质中除 LA1920 高感红蜘蛛外, 其余 15 份均对红蜘蛛表现出明显的抗性。15 份抗红蜘蛛的材料中, 1 份表现免疫, 12 份表现高抗。试验还表明, 16 份材料对蚜虫均表现出很高的抗性, 野生材料单株上的蚜虫数均明显少于栽培番茄, 其中 9 份材料对蚜虫表现免疫, 7 份表现高抗。

关键词: 番茄; *L. pennellii*; 蚜虫; 红蜘蛛

中图分类号: S641. 2; S603. 4 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2006)05-0087-04

Preliminary Study of Pest Resistance in Core Collections of Wild Tomato Species *Lycopersicon pennellii*

CHAI Min¹, YU Shuan-cang¹, JIANG Li-gang¹, TANG Xiao-wei¹, John Snyder²

(1. National Engineering Research Center for Vegetables, Beijing 100097, China;

2. Department of Horticulture, University of Kentucky, Lexington, KY40546, USA)

Abstract: In this paper, spider mite and aphid resistance were studied in 16 core accessions of *L. pennellii*, the wild relative of tomato. In open field experiment, 10 accessions set fruits and only 7 accessions set seeds. Spider mites resistance was evaluated by inoculating in lab. The result showed that 15 accessions were resistant to spider mite, but LA1920 was highly susceptible. Out of 15 accessions, one was immune, and 12 highly resistant, and 2 resistant. By field monitor, it was found that all the 16 accessions were highly resistant resources to aphids. 2 accessions were immune to aphids, and 14 accessions were highly resistant.

Key words: Tomato; *L. pennellii*; Spider mite; Aphid

番茄是世界上最主要的蔬菜作物之一, 在“菜篮子”产品中占有重要地位。在番茄的生长发育过程中, 可对其造成受害的虫害有百余种^[1], 常见的害虫也有十多种。蚜虫、白粉虱、红蜘蛛和斑潜蝇等害虫, 在我国分布较广、为害最大, 这些害虫不仅通过蚕食茎叶或刺吸汁液来为害植株的正常生长, 而且还是番茄主要病害的传播媒介。目前主要使用化学农药来控制病虫的为害, 但大量农药的使用, 致使许多农产品残毒超标, 直接为害人民群众的身体健康。同时还造成了空气、土壤、江河等生态环境的污染, 使可持续农业的发展面临着严峻挑战。

在番茄属内存在着丰富的抗虫、抗病资源。野生种长期处于野生状态, 经受了各种灾害和不良环

境的自然选择分化, 产生了不同程度的抗性, 保持了有利于种群繁衍的各种遗传性状。*Lycopersicon pennellii* (潘那利) 是番茄属中著名的抗虫野生种, 同时对多种病害亦具有很强的抗性^[2]。美国学者自 20 世纪 80 年代就开始研究番茄的抗虫资源, 发现 *L. pennellii* 的叶片分泌物中含有多种天然抗虫物质, 对白粉虱、红蜘蛛等害虫有驱避抗性, 并对其中的主要抗虫物质的化学成分进行了定性研究^[3~5]。同时, 在 QTL 定位及分子标记辅助选择研究方面也取得了富有成效的进展^[6, 7]。我国关于番茄野生材料抗虫性的研究正日益受到重视, 但相关成果尚未见诸报道。

由于野生种遗传基础较为复杂, 生活环境及自

收稿日期: 2005-12-16

基金项目: 农业部“948”项目(2002-201-12)

作者简介: 柴 敏(1958-), 女, 河北邯郸人, 研究员, 主要从事番茄遗传育种及种质创新研究工作。

然选择不同,不同株系、不同材料有时抗性有较大差异,而且不同研究者的材料及试验条件不可能完全一样,因此对现有材料进行抗性初步评价是很有必要的,可以有目的地应用特定的优良性状,以加快栽培品种的改良进程。本研究拟对 16 份 *L. pennellii* 核心资源的蚜虫和红蜘蛛抗性进行评价筛选,为深入开展番茄抗虫研究及抗虫育种奠定基础。

1 材料和方法

1.1 供试材料

供试番茄近源野生种 *L. pennellii* 核心种质共 16 份,均由美国肯塔基大学 Snyder 教授提供。对照为普通栽培番茄自交系 03-255,来自北京蔬菜研究中心。红蜘蛛采自北京蔬菜研究中心园圃中的苋菜叶片。

试验于 2003 年在北京蔬菜研究中心进行, *L. pennellii* 种子经浸种后,冰箱冷藏处理 24 h, 28℃催芽,正常育苗管理,定植于试验农场,每个材料定植 10~15 株。

1.2 离体叶片红蜘蛛抗性评价

对于每份材料各观测 5 株,每个单株均取 2 片新叶轻放于培养皿,带回实验室。培养皿中放 2 层

滤纸,中间放置直径为 1 cm 的塑料圆片,将每个植株的 2 个叶片搭放在圆片两边,用面积相当的对照 03-255 的叶片间隔。把 20 头经过镜检正常成活的红蜘蛛用毛笔尖儿轻轻转接到每个培养皿中心的塑料圆片上,12 h 后观察统计参试叶片上的红蜘蛛数。以每份参试材料叶片上红蜘蛛头数平均值表示该材料对红蜘蛛的抗性程度。

1.3 蚜虫抗性评价

于 5 月 28 日蚜虫高发期,在田间调查,每份材料调查 5 株,每株分别调查植株的上中下 3 片叶上的蚜虫数,同时调查植株中上部 15 cm 长的茎部附着的蚜虫数,用其总数表示单株蚜虫总数,用各株平均值表示该材料对蚜虫的抗性。

2 结果与分析

2.1 *L. pennellii* 野生种在春夏露地的生长表现

L. pennellii 种 16 份材料,全部表现为幼苗极其细弱,且对湿度特别敏感,湿度稍有不适极易造成死苗。定植后较长时间内,16 份核心收集系的植株生长势普遍较弱。植株半匍匐状,叶片灰绿或显黄绿色,多数是有 5~7 片小叶组成的羽状复叶。椭圆形或近圆形的小叶边缘呈浅波浪形,无裂刻。

表 1 野生番茄 *L. pennellii* 16 份核心收集系春夏露地的开花、坐果情况

Tab 1 Results for flowering fruit-setting and seed-saving about 16 core collections of *L. pennellii*

田间编号 Field No.	原编号 Accession No.	起源收集地 Collection site	出花节位 Node for 1st cluster	花期(月-日) Flowering time	坐果 Fruit setting	种子 Seed saving
03-213	LA716	Atico, Arequipa, Peru	6~7	—	—	—
03-214	LA1920	Cachiruma (Rio Grande), Ayacucho, Peru	5~7	05-01 *	+	—
03-215	LA1946	Caraveli, Arequipa, Peru	6~7	—	—	—
03-216	LA2963	Acoy (Rio Majes), Arequipa, Peru	5~7	05-15 *	++	++++
03-217	LA2580	Velle de Casma, Ancash, Peru	6~7	05-05 *	++	++
03-218	LA2560	Santa-Huanaz, Km58, Ancash, Peru	7~8	05-03 *	++	+++
03-219	LA1302	Quita Sol, Ica, Peru	7~9	05-11 **	—	—
03-220	LA1656	Marca-Chinda, Ica, Peru	10~11	05-19 * 以后	—	—
03-221	LA1732	Rio San Juan, Km44 Huancavelica, Peru	8~12	05-19 * 以后	+	+
03-222	LA1277	Trapiche, Lima, Peru	6~9	05-19 *	+	+
03-223	LA1272	Pisacuera, Lima, Peru	5~10	05-09 **	+	+
03-224	LA1282	Sisacaya, Lima, Peru	8~9	05-07 **	—	—
03-225	LA1340	Capillucas, Lima, Peru	—	05-19 **	+	—
03-226	LA1367	Santa Eulalia, Lima, Peru	6~9	05-15 **	+	++
03-227	LA1522	Huaura-Churin, Lima, Peru	6~9	05-11 *	+	+
03-228	LA1674	Topari Ila Canyon, Lima, Peru	5~9	05-01 **	—	—

注: * . 有 50% 植株开花; ** . 只有个别植株开花; + . 多少表示果实或种子的多少, 无 + 号即无果实或未收到种子

Note: * . 50% of plants with flower; ** . A few of plant with flower; + . More or less of fruit or seeds; — . No fruit or seed

2.1.1 开花习性 本试验田间生长期是 4 月 25 日定植, 7 月 18 日拉秧, 春夏茬试验结束。由此可见, 本试验是在长日照季节进行的。通常情况下, 普通栽培番茄在 5 月上旬以前已全部开花。由于 *L. pennellii* 种属短日照植物, 各材料之间开花习性差

异很大。从调查的数据来看(表 1), 到 5 月 19 日, 有 6 份材料达到 50% 的植株开花, 它们是 LA1920, LA2963, LA2580, LA2560, LA1277 和 LA1522; LA1656, LA1732 2 份材料在 5 月 19 日以后才开始开花并达到花期; LA1302, LA1272, LA1282, LA1340,

IA1367 和 IA1674 等 6 份材料一直到试验后期,才分别有一两株植株开花;而 LA716 和 LA1946 直到拉秧也没有植株开花,只能观察到一些无效花蕾,属于极严格的短日照植物材料。

2.1.2 结实及采收种子 尽管随着田间植株的不断生长,5 月中旬以后又有 IA2560, IA1277, IA1282 和 IA1367 4 份材料开花。所有开花的 7 份材料均表现为正常的黄色花,且柱头外露。从 TGRC 番茄资源中心在网上公布的信息得知,16 份 *L. pennellii* 种核心收集系中只有 LA716 为自交可育,其余 15 份全部是自交不亲和材料。因此,种子扩繁需要人工辅助同系内株间相互授粉。经人工辅助株间授粉,有 10 份材料结出果实,它们是 03-214, 03-216, 03-217, 03-218, 03-221, 03-222, 03-223, 03-225, 03-226 和 3-227,其中以 3-216, 03-217 和 3-218 坐果较多,果实质量 1.0~1.5 g,直径 0.5~0.8 cm。但到 7 月下旬,只有 7 份材料收到种子,其中 03-216 的种子量最多,其次为 03-218,再次是 03-217 和 03-226,而 03-221, 03-222, 03-223 和 03-227 的种子量很少。*L. pennellii* 种不仅果实小,而且种子也非常小,千粒重 0.15~0.25 g。

2.2 16 份 *L. pennellii* 材料红蜘蛛抗性评价

表 2 室内 *L. pennellii* 红蜘蛛抗性评价

Tab. 2 Evaluation on 16 core collections of *L. pennellii* for resistance to spider mite in Lab.

原编号 Accession No.	虫数 No. of mites			活虫数 No. of living mites			255(对照) No. of living mites on ck			相对值 Relative value	抗感型 R or S
	平均值 Mean	标准差 δ	变异 系数(%) CV	平均值 Mean	标准差 δ	变异 系数(%) CV	平均值 Mean	标准差 δ	变异 系数(%) CV		
LA716	1.57	1.40	89.2	1.57	1.40	89.2	11.71	3.04	26.0	0.13	抗
LA1920	10.60	3.51	33.1	10.60	3.51	33.1	7.20	3.27	45.4	1.47	感
LA1946	2.00	2.00	100.0	0.33	0.58	175.7	15.33	2.08	13.6	0.02	高抗
LA2963	3.38	2.47	73.1	1.31	2.10	160.3	9.23	3.09	33.5	0.14	抗
LA2580	1.87	1.36	72.7	0.75	0.89	118.7	9.63	2.56	26.6	0.08	高抗
LA2560	0.80	1.30	162.5	0.00	0.00	0.0	16.00	1.41	23.5	0	免疫
LA1302	1.00	1.20	120.0	0.17	0.41	241.2	11.67	2.25	19.3	0.10	高抗
LA1656	1.29	1.80	139.5	0.75	1.50	200.0	14.75	1.96	13.3	0.05	高抗
LA1732	1.00	1.05	105.0	0.14	0.38	271.4	17.43	5.06	29.2	0.01	高抗
LA1277	1.00	1.22	122.0	0.30	0.67	223.3	11.40	3.57	31.3	0.03	高抗
LA1272	1.21	1.37	113.2	0.73	1.56	213.7	13.73	2.94	21.4	0.05	高抗
LA1282	1.75	1.50	85.7	0.25	0.50	200.0	15.50	3.70	23.9	0.02	高抗
LA1340	1.75	1.50	85.7	0.25	0.50	200.0	12.75	3.30	25.9	0.02	高抗
LA1367	0.86	1.21	140.7	0.43	0.53	123.3	12.14	4.10	33.8	0.04	高抗
LA1522	1.60	1.07	66.9	0.80	1.03	162.5	14.20	2.49	17.5	0.06	高抗
LA1674	1.25	1.50	120.0	0.60	0.89	148.3	10.40	3.91	37.6	0.06	高抗

注: 相对值 0. 免疫; 0.01~0.09. 高抗; 0.10~0.49. 抗; > 0.50. 感
Note: Relative value 0. I; 0.01~0.09. HR; 0.10~0.49. R; > 0.50. S

2.3 16 份 *L. pennellii* 材料蚜虫抗性评价

在蚜虫盛发期观测了各材料单株蚜虫数,单株蚜虫数均值列于表 3,16 份 *L. pennellii* 材料均对蚜

在实验室对 16 份 *L. pennellii* 核心收集系接种红蜘蛛,各材料单个叶片上红蜘蛛平均数、标准差及变异系数列于表 2。由表 2 可知,除 IA1920 以外的 15 份野生材料,单个叶片上的红蜘蛛均明显少于对照,可见野生材料对红蜘蛛具有明显的趋避性。此外还可发现,除 LA716 和 LA1920 外,单个叶片上的活虫数均低于总虫数,由此推测,野生番茄可能分泌对红蜘蛛有毒害的物质,从而造成红蜘蛛死亡。

由于本研究所用的对照材料为一份高代自交系,各个试验单位中红蜘蛛数的变异系数分布于 13.3%~45.4%,差异并不是很大。由此可以说明,在本研究的试验控制下所获得试验数据具有一定的可靠性。而对于潘那利番茄,除无活虫数的 IA2560,各材料的变异系数均较大,分布于 33.1%~271.4%,可见多数材料的单株间存在着较大的抗虫性差异,尤以 IA1732 严重。

用单个叶片上活虫数与对照 03-255 叶片上的活虫数比值,即相对值表示该材料对红蜘蛛抗性。由表 2 可见,16 份野生材料除 IA1920 高感红蜘蛛外,均对红蜘蛛表现出明显的抗性。其中,对红蜘蛛表现免疫的材料 1 份,即 LA2560;对红蜘蛛表现高抗的材料有 12 份,表现抗的材料 2 份。

虫表现出很高的抗性,单株蚜虫数均明显少于栽培番茄 03-255,其中 2 份材料对蚜虫表现免疫,为 LA1920 和 LA1732,其他 14 份均表现高抗。

表 3 露地野生材料蚜虫抗性评价

Tab. 3 Evaluation on 16 core collections of <i>L. pennellii</i> for resistance to aphids in open field						
原编号 Accession No.	上部叶片 Upper leaves	中部叶片 Middle leaves	下部叶片 Lower leaves	茎部 Stem	单株总虫数 Aphid No. / Plant	抗感型 R or S
LA716	0. 33	0. 17	0. 33	0. 50	1. 33	高抗
LA1920	0	0. 34	0	0	0. 34	免疫
LA1946	0	0. 70	0. 34	0	1. 04	高抗
LA2963	0. 42	0. 25	0. 42	0. 33	1. 42	高抗
LA2580	0. 62	0. 87	0. 12	0. 37	1. 98	高抗
LA2560	0	1. 50	0	0	1. 50	高抗
LA1302	0. 32	0. 67	0. 49	0. 17	1. 65	高抗
LA1656	0. 50	2. 00	0. 25	0	2. 75	高抗
LA1732	0. 29	0. 14	0. 14	0. 29	0. 86	免疫
LA1277	0. 30	0. 80	0. 60	0. 50	2. 20	高抗
LA1272	0. 37	0. 73	0. 64	0. 18	1. 92	高抗
LA1282	1. 75	1. 75	4. 00	0. 25	7. 75	高抗
LA1340	1. 60	1. 00	2. 00	0. 20	4. 80	高抗
LA1367	0. 86	2. 28	5. 15	0	8. 29	高抗
LA1522	0. 56	1. 34	1. 45	0. 22	3. 57	高抗
LA1674	0	0. 80	1. 20	0	2. 00	高抗
255(CK)	45. 00	41. 80	4. 80	15. 60	107. 20	感

注: 单株虫数≤1. 00. 免疫; 1. 01~10. 00. 高抗; 10. 01~30. 00. 抗; ≥30. 01. 感
Note: Aphid No. / plant≤1. 00. I; 1. 01~10. 00. HR; 10. 01~30. 00. R; ≥30. 01. S

3 讨论

近年来,影响番茄正常生长的虫害逐年加重,严重地制约着番茄生产的可持续发展。在虫害的防治方面,虽然植保专家们做了许多努力,但大量而不合理的化学农药使用,致使许多农产品残毒超标,直接为害人民群众的身体健康。同时还造成了空气、土壤、江河湖泊等生态环境的污染,使可持续农业的发展面临着严峻挑战。探讨研究选育抗虫品种,是从根本上防治害虫最为有效的途径。对抗虫种质资源的研究是抗虫育种的基础,由于在栽培番茄种中至今尚未发现抗虫资源。因此,收集、引进、鉴定、筛选并利用抗虫的野生资源是抗虫育种的重要课题。本试验首次对 16 份 *L. pennellii* 核心收集系的抗虫性进行评价,从而较全面地证实了 *L. pennellii* 番茄的抗虫价值。就对红蜘蛛的抗性而言,大多数材料对红蜘蛛既具有明显的趋避性,又表现出一定的毒害作用。从供试的 16 份核心资源中,筛选出了多份对蚜虫和红蜘蛛表现高抗或免疫的材料。本研究的重要意义还在于对 *L. pennellii* 种的一套完整的核心种质的抗虫性进行了初步评价,这 16 份核心收集系的抗虫表现代表着 *L. pennellii* 种全部 48 份资源材料抗虫表现的遗传多样性,为今后利用 *L. pennellii* 种进行抗虫研究选材提供了有价值的信息。

本研究发现,各材料内单株间存在着较大的抗虫性差异。除 LA716 外均为自交不亲和系,同一份材料中不同个体之间许多遗传位点处于杂和状态,这可能就是造成变异系数较大的原因。另外,同一

份材料对不同害虫所表现的抗性也不尽一致,如材料 LA1920 对红蜘蛛高感,而对蚜虫的抗性几乎达到了免疫的水平,说明野生番茄 *L. Pennellü* 对蚜虫和红蜘蛛的抗性可能存在不同的抗性机制。因此,在开展抗虫性评价、抗性遗传和抗虫性转育的同时,还应分别从寄主植物及昆虫的生物学等方面进行深入研究。

参考文献:

[1] Berlinger M J. Pes[A] . In: Atherton J G. The Tomato Crop [M] . London: Chapman and Hall Ltd, 1986: 391— 441.
[2] Rick C M. The potential of exotic gempasm for tomato improvement[A] . In: Vasil I K, Scowcroft W R, Frey K J. Plant Improvement, Somatic Cell Genetics[M] . New York: Academic Press, 1982: 1— 28
[3] Snyder J C, Carter C. Leaf Trichomes and resistance of *Lycopersicon hirsutum* and *Lycopersicon esculentum* to spider mites (*Tetranychus urticae*) [J] . J Amer Soc Hort Sci , 1984, 109: 837—843
[4] Guo Z, Weston P A, Snyder J C. Repellency to two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, as related to leaf surface chemistry of *Lycopersicon hirsutum* accessions[J] . J Chem Ecol, 1993, 19: 2965— 2979.
[5] Antonious G F, Snyder J C. Residues, half-lives of acephate, methamidophos and pirimiphos-methyl in leaves and fruit of greenhouse-grown tomatoes[J] . Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 1994, 52: 141— 148
[6] De Vicente M C, Tanksley S D. QTL analysis of transgressive segregation in an interspecific tomato cross[J] . Genetics, 1993, 134: 585—596
[7] Mutschler M A, Doerge R W. QTL analysis of pest resistance in the wild tomato *Lycopersicon pennellii*; QTL s controlling acylsugar level and composition[J] . Theor Appl Genet, 1996, 92: 709— 718