

# 抗南方根结线虫黄瓜—酸黄瓜渐渗系的筛选及鉴定

叶德友<sup>1,2</sup>, 钱春桃<sup>1</sup>, 陈劲枫<sup>1,\*</sup>

(<sup>1</sup>南京农业大学园艺学院, 作物遗传与种质创新国家重点实验室, 南京 210095; <sup>2</sup>甘肃省农业科学院蔬菜研究所, 兰州 730070)

**摘要:** 采用温室盆栽苗期人工接种鉴定技术, 通过对黄瓜—酸黄瓜种间杂交后代群体进行抗南方根结线虫鉴定、形态学观测和分子生物学鉴定, 筛选出抗南方根结线虫的黄瓜—酸黄瓜渐渗系 ILS-10-1。抗性鉴定结果表明, 渐渗系 ILS-10-1 对南方根结线虫的抗性表现稳定; 田间农艺性状和形态学观测发现, 其具有小叶、短果、棕色瘤刺、多分枝的特点, 性状表现介于双亲之间; SSR 分子标记分析结果表明, 从 302 对 SSR 引物中筛选出的 1 对引物 SSR18648, 能够在渐渗系 ILS-10-1 中稳定重复地扩增出野生亲本酸黄瓜的特异 DNA 片段, 从分子水平上证实了渐渗系 ILS-10-1 为野生黄瓜与栽培黄瓜发生渐渗杂交的种间杂交后代。

**关键词:** 黄瓜; 渐渗系; 南方根结线虫; 形态学鉴定; SSR 标记

**中图分类号:** S 642.2

**文献标识码:** A

**文章编号:** 0513-353X (2011) 12-2281-08

## Screening and Identification of Cucumber - Sour Cucumber Introgression Lines Resistant to the Root-knot Nematode *Meloidogyne incognita*

YE De-you<sup>1,2</sup>, QIAN Chun-tao<sup>1</sup>, and CHEN Jin-feng<sup>1,\*</sup>

(<sup>1</sup>State Key Laboratory of Crop Genetics and Germplasm Enhancement, College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; <sup>2</sup>Institute of Vegetables, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** With seedling inoculation in greenhouse, progenies from interspecific cross between cultivated cucumber and sour cucumber were screened and an introgression line ILS-10-1 was identified with resistance to the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* following resistance evaluation, morphological observation and molecular characterization. The results showed that the ILS-10-1 displayed stable resistance to *M. incognita*. In morphology, ILS-10-1 was between its parents and characterized with smaller leaf, short fruit, brown spine, multi-branching. One pair (SSR18648) out of 302 pairs of SSR primers could repeatedly amplify special DNA fragment from its wild parent of sour cucumber, confirming its nature of interspecific progenies from cross between cultivated cucumber and sour cucumber at molecular level.

**收稿日期:** 2011-09-28; **修回日期:** 2011-12-02

**基金项目:** 国家自然科学基金重点项目 (30830079); 国家自然科学基金项目 (30972007, 31071801); 国家‘863’项目 (2010AA10Z108)

\* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: jfchen@njau.edu.cn)

**Key words:** cucumber; introgression line; *Meloidogyne incognita*; morphological identification; SSR marker

南方根结线虫 (*Meloidogyne incognita*) 是危害黄瓜 (*Cucumis sativus* L.,  $2n = 2x = 14$ ) 生产的重要病原, 目前生产上对其缺乏有效的防控措施。实践证明, 选育和利用抗线虫品种是防治根结线虫最理想的方法, 但由于栽培黄瓜中未发现抗南方根结线虫的种质资源, 迄今国内外尚无抗南方根结线虫的黄瓜品种应用于生产 (Walters & Wehner, 2002; 沈镛等, 2007)。近年来, 通过基于远缘杂交的“渐渗育种” (introgression breeding) 将野生种中的优良基因转移到栽培作物中已在番茄 (*Solanum lycopersicon*)、小麦 (*Triticum aestivum*)、水稻 (*Oryza sativa*) 等农作物育种中实现 (Eshed & Zamir, 1995; 钟代彬等, 2000; 郭月霞等, 2004)。甜瓜属中一些野生资源对南方根结线虫表现出高度抗性, 通过种间杂交渐渗育种技术, 可将野生黄瓜对南方根结线虫抗性转移到栽培黄瓜中, 对黄瓜抗南方根结线虫育种具有重要意义。

酸黄瓜 (*Cucumis hystrix* Chakr.,  $2n = 2x = 24$ ) 为原产中国云南的甜瓜属珍稀野生物种, 在酸黄瓜与栽培黄瓜成功种间杂交的基础上 (Chen & Kirkbride, 2000), 将生物技术与回交转育相结合, 获得了大批渐渗杂交育种材料, 并从中鉴定筛选出多个优良的渐渗系 (introgression lines, ILs), 已逐步用于黄瓜育种实践 (曹清河等, 2005; 钱春桃等, 2006)。鉴定结果表明, 酸黄瓜对南方根结线虫具有高度抗性, 其抗性已通过种间杂交部分转移至杂交及回交后代中 (陈劲枫等, 2001; 叶德友等, 2009)。本研究中以酸黄瓜与栽培黄瓜‘北京截头’种间杂交后代群体为材料, 通过人工接种线虫抗性鉴定, 形态学以及分子生物学鉴定技术, 筛选抗南方根结线虫的黄瓜—酸黄瓜渐渗系, 以期为黄瓜抗根结线虫基因的定位、克隆以及抗线虫黄瓜品种的培育奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试材料为甜瓜属野生种酸黄瓜 (高抗南方根结线虫), 普通栽培黄瓜‘北京截头’ (高感南方根结线虫), 双二倍体种间杂种 (*C. hytivus*,  $2n = 4x = 38$ ) (Chen & Kirkbride, 2000), 以及酸黄瓜与‘北京截头’杂交后回交获得的 46 份种间杂交后代群体。上述材料均由南京农业大学作物遗传与种质创新国家重点实验室黄瓜研究室提供。

### 1.2 南方根结线虫接种与抗线虫鉴定

南方根结线虫由南京农业大学植保学院线虫实验室提供, 通过雌虫会阴花纹形态和苹果酸脱氢酶—酯酶 (MDH - EST) 同工酶对病原进行鉴定后 (叶德友, 2011), 接种在感病番茄‘苏粉 2 号’上, 于温室中繁殖。线虫卵悬浮液的制备参照 Nicola 和 Hava (2005) 的方法, 挑取发病番茄根系上的根结线虫卵块, 置 1% 的 NaClO 溶液中消毒 4 min, 去离子水冲洗 4 次, 置 26 °C 恒温箱中孵化并收集 2 龄幼虫, 计数备用。接种参照叶德友等 (2009) 的方法, 在黄瓜根系周围用玻璃棒打洞 (每盆 3 洞), 将收集到的 2 龄幼虫注入洞中, 接种量为每株 2 000 个幼虫, 然后覆土 1 cm 左右。每份材料各接种 15 株, 对照株只注入同体积的清水而不接种线虫, 3 次重复, 完全随机设计。接种后进行正常的肥水管理。

接种 8 周后调查统计每株根系的根结数和卵块数。根结数和卵块数的分级按 0~5 级指标评价: 无根结或卵块为 0 级, 1~2 个根结或卵块为 1 级, 3~10 个为 2 级, 11~30 个为 3 级, 31~100 个

为 4 级, 大于 100 个为 5 级 (叶德友 等, 2009)。根结指数 (GI) 和卵块指数 (EI) 的计算参照 Powell 等 (1971) 的方法并略做改动,  $G(E)I = \sum (s_i \cdot n_i) / N$  ( $s_i$ : 根结数或卵块数级别,  $n_i$ : 相应级别的株数,  $i$ : 根结数或卵块数分级的各个级别,  $N$ : 调查总株数)。病情指数 (DI) 计算公式为:  $DI = \sqrt{(GI^2 + EI^2)}$  (Kouame et al., 1997), 最后依据病情指数将各材料对根结线虫的寄主反应分为 7 级: 免疫 (IM),  $0 < DI \leq 1$ ; 高抗 (HR),  $1 < DI \leq 2$ ; 抗 (R),  $2 < DI \leq 3$ ; 中抗 (MR),  $3 < DI \leq 4$ ; 中感 (MS),  $4 < DI \leq 5$ ; 感 (S),  $5 < DI \leq 6$ ; 高感 (HS),  $DI > 6$ 。

### 1.3 农艺性状观测

在温室进行抗病鉴定的同时, 对参试各材料的农艺性状进行观测。主要包括节间长、侧枝数、叶面积、叶色、果长、果色、瘤刺颜色以及植株生长势。成株期测量相邻叶片间的长度, 取平均值作为节间长; 统计长度超过 15 cm 的侧枝, 计为分枝数; 测量主茎中部 5 片叶的大小, 取平均数作为叶面积; 取商品瓜, 用直尺测量果长; 并观察记载叶色、果色、瘤刺颜色以及植株生长势。

### 1.4 SSR 分析

黄瓜叶片基因组 DNA 的提取采用 CTAB 法, SSR 引物来自黄瓜基因组测序图谱 (Ren et al., 2009), 由上海生工代理合成。SSR 分析参照 Mace 等 (2006) 的方法并略作改动, SSR 总反应体系为 20  $\mu$ L, 包括 ddH<sub>2</sub>O 12.1  $\mu$ L, 10  $\times$  buffer 2.0  $\mu$ L, 2.0 mmol  $\cdot$  L<sup>-1</sup> MgCl<sub>2</sub> 1.2  $\mu$ L, 2.5 mmol  $\cdot$  L<sup>-1</sup> 的 dNTP 1.5  $\mu$ L, 引物各 1  $\mu$ L, 1 U TaqDNA 0.2  $\mu$ L, 1  $\mu$ L 模板 DNA。SSR 扩增程序为 94  $^{\circ}$ C 预变性 5 min, 94  $^{\circ}$ C 变性 30 s, 56  $^{\circ}$ C 退火 30 s, 72  $^{\circ}$ C 延伸 80 s, 共 35 个循环, 72  $^{\circ}$ C 延伸 5 min, 最后 4  $^{\circ}$ C 保存。PCR 扩增产物在 6% 变性聚丙烯酰胺凝胶上电泳, 银染检测。

## 2 结果与分析

### 2.1 黄瓜—酸黄瓜渐渗系的筛选

抗性鉴定是筛选抗南方根结线虫黄瓜—酸黄瓜渐渗系的基础性研究工作, 抗性鉴定结果的准确性与可靠性是育种成效的关键, 因此在筛选的各个阶段均进行了多年多茬次重复鉴定。2008 年秋季, 对供试 46 份渐渗系材料进行了南方根结线虫病抗性鉴定, 从中筛选出了 8 个抗病单株, 占供试单株的 2.48%, 其中高抗单株 2 份, 占供试单株的 0.6%, 中抗单株 6 份, 占供试单株的 1.86%。2009 年春季种植上年收获的 8 份抗根结线虫渐渗系单株, 对其自交后代进行抗根结线虫鉴定, 结果只有 ILS-10-1 表现抗病, 对其进行了自交留种, 其余 7 份均表现感病, 淘汰。2009 年秋季对酸黄瓜、双二倍体杂种、北京截头以及渐渗系 ILS-10-1 再次进行人工接种抗根结线虫鉴定。结果表明, 除其栽培黄瓜亲本北京截头表现高感外, 野生亲本酸黄瓜和双二倍体杂种均表现为高抗, 渐渗系 ILS-10-1 表现抗病 (表 1, 图 1), 说明酸黄瓜的南方根结线虫病抗性已通过种间杂交部分转移至杂交后代中。

表 1 渐渗系 ILS-10-1 及其亲本对南方根结线虫的抗性鉴定

Table 1 Identification of introgression lines ILS-10-1 and its parents for resistance to the root-knot nematode *M. incognita*

材料 Material	根结指数 GI	卵块指数 EI	病情指数 DI	抗病性 Resistance
酸黄瓜 <i>C. hystrix</i>	1.35 $\pm$ 0.11	0.52 $\pm$ 0.04	1.45 $\pm$ 0.09	高抗 High resistance
双二倍体杂种 <i>C. hystrix</i>	1.75 $\pm$ 0.15	0.63 $\pm$ 0.07	1.86 $\pm$ 0.14	高抗 High resistance
ILS-10-1	2.13 $\pm$ 0.12	1.15 $\pm$ 0.17	2.42 $\pm$ 0.15	抗病 Resistance
北京截头 Beijing Jietou	4.84 $\pm$ 0.16	3.75 $\pm$ 0.13	6.14 $\pm$ 0.12	高感 High susceptibility

注: 表中数据为 2009 年春、秋两季重复的平均值  $\pm$  标准差。

Note: Data in the Table were means  $\pm$  SD of two seasons repetitions for spring and autumn in 2009.



图 1 渐渗系 ILS-10-1 及其亲本接种南方根结线虫后的根系表型

Fig. 1 Root morphology of introgression lines ILS-10-1 and its parents inoculated with the root-knot nematode *M. incognita*

## 2.2 渐渗系的形态学鉴定

对初步筛选获得的抗病渐渗系 ILS-10-1 与其双亲进行了田间农艺性状观察。渐渗系 ILS-10-1 根系稀疏，叶色浅绿，果色深绿，植株长势中强，介于抗病亲本酸黄瓜与感病亲本北京截头之间；关于瘤刺颜色，两亲本中酸黄瓜为黑刺，北京截头为白刺，其杂交形成的双二倍体杂种为棕色刺，渐渗系 ILS-10-1 也为棕色刺。根据黄瓜棕色或黑色果刺对白色果刺为显性的理论 (Xie & Wehner, 2001)，可以认为渐渗系 ILS-10-1 是酸黄瓜与北京截头发生渐渗杂交的形态学证据。在此基础上，对渐渗系 ILS-10-1 与其双亲的部分形态学指标进行了测定。渐渗系 ILS-10-1 在形态上与酸黄瓜、双二倍体杂种和北京截头均有所不同。渐渗系 ILS-10-1 平均节间长 6.6 cm，长于酸黄瓜而短于北京截头，与双二倍体杂种较为接近；分枝数 3.5 条，明显少于酸黄瓜，与北京截头和双二倍体杂种较接近；叶面积 178.5 cm<sup>2</sup>，大于酸黄瓜而小于北京截头，与双二倍体杂种较为接近；果长 12.9 cm，明显短于北京截头，与酸黄瓜和双二倍体杂种较为接近 (表 2)。

表 2 渐渗系 ILS-10-1 及其亲本的部分形态学特征

Table 2 Morphological characteristics of introgression lines ILS-10-1 and its parents

材料 Material	节间长/cm Internode length	分枝数 Number of branches	叶面积/cm <sup>2</sup> Leaf size	叶色 Leaf color	果长/cm Fruit length	果色 Fruit color	瘤刺色 Spine color
酸黄瓜 <i>C. hystrix</i>	4.1 ± 0.9	13.8 ± 1.3	85.3 ± 5.4	墨绿 Dark green	5.5 ± 1.6	绿色 Green	黑色 Black
双二倍体杂种 <i>C. hytivus</i>	5.7 ± 1.4	5.4 ± 1.7	215.4 ± 18.7	浅绿 Light green	8.1 ± 3.4	浅绿 Light green	棕色 Brown
ILS-10-1	6.6 ± 0.4	3.5 ± 1.4	178.5 ± 22.1	浅绿 Light green	12.9 ± 2.1	深绿 Heavy green	棕色 Brown
北京截头 Beijing Jietou	10.6 ± 1.8	1.6 ± 0.8	295.1 ± 23.3	绿色 Green	32.1 ± 4.6	墨绿 Dark green	白色 White

注：表中数据为 3 次重复的平均值 ± 标准差。

Note: Data in the Table were means ± SD of three repetitions.

## 2.3 渐渗系的 SSR 分子标记鉴定

在抗病鉴定及形态学鉴定的基础上，对筛选获得的渐渗系 ILS-10-1 进行了分子鉴定。试验共筛选了 302 对 SSR 引物，其中 56 对引物在酸黄瓜和北京截头两亲本间表现多态性，多态性引物比率为 18.54%，在两亲本间共扩增产生 59 条差异条带，大部分引物只扩增出 1 条差异条带，只有 3 对

引物各产生 2 条差异条带。将初步获得的 56 对多态性 SSR 引物对酸黄瓜、北京截头和渐渗系 ILs-10-1 进行扩增, 共有 30 对引物在 3 份材料间表现多态性, 多态性引物比率为 53.57%, 其中引物 SSR18648 可以重复地在渐渗系 ILs-10-1 的谱带中同时扩增出酸黄瓜与北京截头的特征谱带 (图 2)。从图 2 可以看出, 渐渗系 ILs-10-1 的谱带完全来自于酸黄瓜与北京截头二者谱带的叠加, 这一结果提供了渐渗系 ILs-10-1 是酸黄瓜与北京截头二者杂交的实证, 同时也证明了酸黄瓜的 DNA 片段已通过种间杂交及回交转育部分渐渗到了回交后代 ILs-10-1 的基因组中, 表明渐渗系 ILs-10-1 为酸黄瓜和北京截头二者种间杂种的杂交后代。

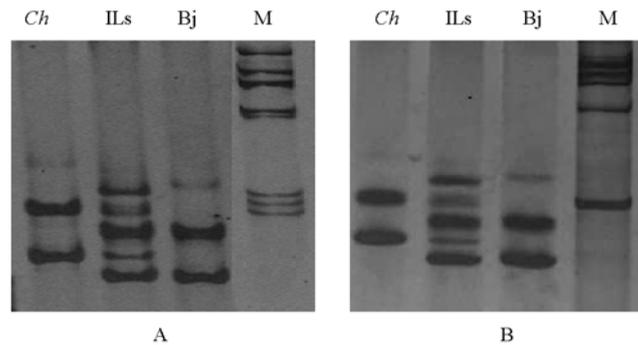


图 2 黄瓜—酸黄瓜渐渗系 ILs-10-1 真实性的分子鉴定

A、B: 两次重复。Ch: 酸黄瓜; ILs: 渐渗系 ILs-10-1; Bj: 北京截头; M: 分子量标准。

Fig. 2 Molecular identification of authenticity of cucumber-sour cucumber introgression lines ILs-10-1

A, B: Two repeats. Ch: *C. hystrix*; ILs: Introgression lines ILs-10-1; Bj: Beijing Jietou; M: Marker.

## 2.4 渐渗系纯度的 SSR 检测

渐渗系纯度影响育种成效及后续构建基因定位作图群体的效率。为了有效地对其加以利用, 2009 年秋季, 利用分子生物学方法对种植的渐渗系 ILs-10-1 进行了纯度检测。从上述获得的在酸黄瓜、北京截头和渐渗系 3 份材料间表现多态的 30 对 SSR 引物中进行筛选, 其中引物 SSR06585 能将 3 份材料区别开来, 3 份材料分别扩增出 1 条不同的差异条带, 尽管在渐渗系 ILs-10-1 中均未扩增出母本酸黄瓜 (偏母本型) 和父本北京截头 (偏父本型) 的特征带型, 但 SSR06585 在渐渗系 ILs-10-1 的 10 个单株中均扩增出 1 条约 180 bp 的特征谱带 (图 3)。这一研究结果可作为渐渗系 ILs-10-1 纯度的分子证据, 表明渐渗系 ILs-10-1 已经纯合, 可作为中间材料加以应用。

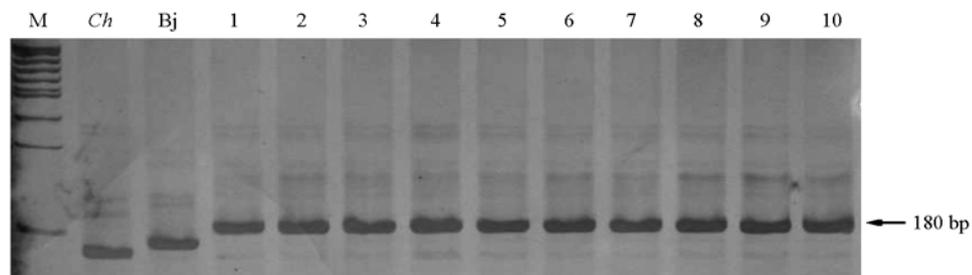


图 3 黄瓜—酸黄瓜渐渗系 ILs-10-1 纯度的分子检测

Ch: 酸黄瓜; Bj: 北京截头; 1~10: 渐渗系 ILs-10-1 的 10 个单株; M: 分子量标准。

Fig. 3 Molecular analysis of purity of cucumber-sour cucumber introgression lines ILs-10-1

Ch: *C. hystrix*; Bj: Beijing Jietou; 1-10: Ten plants of introgression lines ILs-10-1; M: Marker.

### 3 讨论

#### 3.1 渐渗系的筛选

通过远缘或渐渗杂交培育渐渗系是拓宽作物遗传基础, 创造杂种质和培育新品种的重要途径。在一些农作物中, 如番茄、水稻、小麦等, 已经选育出了许多具有优良性状的渐渗系, 并应用于基因定位与品种改良 (Tanksley & Nelson, 1996; 刘冠明 等, 2003; 王静 等, 2006)。本研究利用酸黄瓜与北京截头杂交形成的不同世代群体, 通过多茬次抗线虫重复鉴定, 并结合田间农艺性状观察, 筛选出抗南方根结线虫的黄瓜—酸黄瓜渐渗系 ILs-10-1, 其抗性表现稳定, 与普通栽培黄瓜杂交亲和, 为抗线虫基因的分子标记以及基因的转移、定位和克隆等提供了有用的遗传材料, 同时为开展黄瓜抗线虫育种奠定了基础。

#### 3.2 渐渗系的鉴定

依赖形态学对渐渗系进行鉴定, 结果反映直观、可靠, 是鉴定渐渗系的常用方法 (曹清河 等, 2005; 钱春桃 等, 2006)。本研究中通过对渐渗系 ILs-10-1 及其双亲的形态学观测, 发现许多性状表现介于双亲之间, 初步认为渐渗系 ILs-10-1 是酸黄瓜与北京截头发生渐渗杂交的种间杂交后代。SSR 标记具有快速、多态性高、稳定性好等特点, 特别适合于渐渗系的鉴定。王秀娥等 (2004) 利用 27 个小麦 SSR 引物在小麦—加州野大麦的 18 个回交后代中鉴定出 7 个异附加系, 证明利用 SSR 鉴定渐渗系是可行的。本研究中利用 SSR18648 不仅检测到了渐渗系 ILs-10-1 基因组中外源遗传物质的渗入, 同时将渐渗系 ILs-10-1 与其双亲鉴别开来, 可作为渐渗系 ILs-10-1 系种间杂交后代的分子证据。这说明利用 SSR 分子标记不仅可以检测种间杂交渐渗系中的野生种质遗传成分, 还可用于从远缘杂交后代中高效筛选特异种质, 促进种间杂交渐渗系在常规育种及理论研究等领域的有效利用。

#### 3.3 渐渗系的利用

种间杂交渐渗系是可以直接利用的种间变异资源, 在作物遗传改良中具有广阔的应用前景。目前, 渐渗系被广泛应用于外源种质中有利基因的精细定位 (Brouwer & St Clair, 2004), QTL 的遗传效应分析 (Monforte et al., 2001), 基因的图位克隆 (Fridman et al., 2004) 以及品种的遗传改良 (Zamir, 2001) 等。本研究中通过抗线虫鉴定、形态学及其分子标记鉴定, 筛选出抗南方根结线虫病的渐渗系 ILs-10-1, 其抗性表现稳定, 与栽培黄瓜杂交亲和, 利用该渐渗系构建了 F<sub>2</sub> 作图群体, 进行南方根结线虫病抗性基因的定位研究, 目前这部分工作正在进行之中。在今后的研究工作中, 可结合荧光原位杂交 (FISH) 技术对种间杂交后代做进一步鉴定, 筛选更多的不同性状的种间杂交渐渗系, 为黄瓜优异基因的发掘、利用与黄瓜品种改良奠定基础。

### References

- Brouwer D J, St Clair D A. 2004. Fine mapping of three quantitative trait loci for late blight resistance in tomato using near isogenic lines (NILs) and sub-NILs. *Theoretical and Applied Genetics*, 108: 628 - 638.
- Cao Qing-he, Chen Jin-feng, Qian Chun-tao. 2005. Identification and characterization of a cucumber alien translocation line CT-01 possessing resistance to downy mildew. *Acta Horticulturae Sinica*, 32 (6): 685 - 688. (in Chinese)
- 曹清河, 陈劲枫, 钱春桃. 2005. 黄瓜抗霜霉病异源易位系 CT-01 的筛选与鉴定. *园艺学报*, 32 (6): 685 - 688.
- Chen J F, Kirkbride J. 2000. A new synthetic species of *Cucumis* (Cucurbitaceae) by interspecific hybridization and chromosome doubling. *Brittonia*, 52 (4): 315 - 319.

- Chen Jin-feng, Lin Mao-song, Qian Chun-tao, Zhuang Fei-yun, Stephen Lewis. 2001. Identification of *Meloidogyne incognita* resistance in *Cucumis hystrix* and the progenies of its interspecific hybrid with cucumber. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 24 (1): 21 - 24. (in Chinese)
- 陈劲枫, 林茂松, 钱春桃, 庄飞云, Stephen Lewis. 2001. 甜瓜属野生种及其与黄瓜种间杂交后代抗根结线虫初步研究. *南京农业大学学报*, 24 (1): 21 - 24.
- Eshed Y, Zamir D. 1995. An introgression line population of *Lycopersicon pennellii* in the cultivated tomato enables the identification and fine mapping of yield-associated QTL. *Genetics*, 141: 1147 - 1162.
- Fridman F, Carrari F, Liu Y S, Fernie A R, Zamir D. 2004. Zooming in on a quantitative trait for tomato yield using interspecific introgression. *Science*, 305: 1786 - 1789.
- Guo Yue-xia, Wang Xiao-li, Song Ya-zhen, Xie Hui-min, Tang Ning-li. 2004. Progress of study on detection way of exogenous hereditary property in wheat. *Journal of Triticeae Crops*, 24 (3): 105 - 109. (in Chinese)
- 郭月霞, 王小利, 宋亚珍, 谢惠民, 唐宁丽. 2004. 小麦中外源遗传物质鉴定的研究进展. *麦类作物学报*, 24 (3): 105 - 109.
- Kouame C N, Quesenberry K H, Dunn R A. 1997. Response to root-knot nematodes of a germplasm collection of red clover and related species. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 44: 439 - 445.
- Liu Guan-ming, Li Wen-tao, Zeng Rui-zhen, Zhang Gui-quan. 2003. Development of single segment substitution lines (SSSLs) of subspecies in rice. *Chinese Journal of Rice Science*, 17 (3): 201 - 204. (in Chinese)
- 刘冠明, 李文涛, 曾瑞珍, 张桂权. 2003. 水稻亚种间单片段代换系的建立. *中国水稻科学*, 17 (3): 201 - 204.
- Mace E S, Phong D T, Upadhyaya H D. 2006. SSR analysis of cultivated groundnut (*Arachis hypogaea* L.) germplasm resistance to rust and late leaf spot disease. *Euphytica*, 152: 317 - 330.
- Monforte A J, Friedman E, Zamir D. 2001. Comparison of a set of allelic QTL-NILs for chromosome 4 of tomato: Deductions about natural variation and implications for germplasm utilization. *Theoretical and Applied Genetics*, 102: 572 - 590.
- Nicola V, Hava F R. 2005. Differences in feeding sites induced by root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. in chickpea. *Phytopathology*, 95 (4): 368 - 375.
- Powell N T, Melendez P L, Batten C K. 1971. Disease complexes in tobacco involving *Meloidogyne incognita* and certain soil-borne fungi. *Phytopathology*, 61: 1322 - 1337.
- Qian Chun-tao, Chen Jin-feng, Luo Xiang-dong. 2006. Identification and characterization of cucumber alien translocation plant AT-04 with resistance to fusarium wilt. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 29 (2): 20 - 24. (in Chinese)
- 钱春桃, 陈劲枫, 罗向东. 2006. 黄瓜抗枯萎病异源易位植株 AT-04 的鉴定筛选. *南京农业大学学报*, 29 (2): 20 - 24.
- Ren Y, Zhang Z H, Liu J H, Staub J E, Han Y H, Cheng Z C, Li X F, Lu J Y, Miao H, Kang H X, Xie B Y, Gu X F, Wang X W, Du Y C, Jin W W, Huang S W. 2009. An integrated genetic and cytogenetic map of the cucumber genome. *Plos One*, 4 (6): 1 - 8.
- Shen Di, Li Xi-xiang, Feng Lan-xiang, Wang Hai-ping, Song Jiang-ping, Yang Cui-rong, Gong Hui-zhi. 2007. Evaluation on resistance of Cucurbitaceae germplasm resources to root-knot nematode. *Journal of Plant Genetic Resources*, 8 (3): 340 - 342. (in Chinese)
- 沈 颖, 李锡香, 冯兰香, 王海平, 宋江萍, 杨翠荣, 龚会芝. 2007. 葫芦科蔬菜种质资源对南方根结线虫的抗性评价. *植物遗传资源学报*, 8 (3): 340 - 342.
- Tanksley S D, Nelson J C. 1996. Advanced backcross TL analysis: A method for the simultaneous discovery and transfer of valuable QTLs from unadapted germplasm into elite breeding lines. *Theoretical and Applied Genetics*, 92: 191 - 203.
- Walters S A, Wehner T C. 2002. Incompatibility in diploid and tetraploid crosses of *Cucumis sativus* and *Cucumis metuliferus*. *Euphytica*, 128: 371 - 374.
- Wang Jing, Wang Xian-ping, Ji Jun. 2006. Creation of novel wheat-rye 1BS/1RS translocation lines and characterization by molecular cytogenetics. *Acta Agronomica Sinica*, 32 (1): 30 - 33. (in Chinese)
- 王 静, 王献平, 纪 军. 2006. 小麦—黑麦 1RS/1BL 新易位系的创制和分子细胞遗传学鉴定. *作物学报*, 32 (1): 30 - 33.
- Wang Xiu-e, Zhao Yan, Zhang Qing-ping, Wang Su-ling, Zhou Bo, Chen Pei-du, Liu Da-jun. 2004. Preliminary identification of *Triticum aestivum* L.-*Hordeum californicum* alien chromosome lines by PCR technique. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 27 (4): 1 - 5. (in Chinese)
- 王秀娥, 赵 彦, 张清平, 王苏玲, 周 波, 陈佩度, 刘大钧. 2004. 利用 PCR 技术初步鉴定小麦加州野大麦异染色体系. *南京农业*

大学学报, 27 (4): 1 - 5.

Xie J H, Wehner T C. 2001. Gene list 2001 for cucumber. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 24: 110 - 136.

Ye De-you. 2011. Mechanisms of resistance to *Meloidogyne incognita* in sour cucumber (*Cucumis hystrix* Chakr.) and identification of introgression lines with resistance [Ph. D. Dissertation]. Nanjing: Nanjing Agricultural University. (in Chinese)

叶德友. 2011. 酸黄瓜 (*Cucumis hystrix* Chakr.) 抗南方根结线虫 (*Meloidogyne incognita*) 相关机理与抗病渐渗系鉴定 [博士学位]. 南京: 南京农业大学.

Ye De-you, Qian Chun-tao, Jia Yuan-yuan, Zhang Yan-xia, Chen Jin-feng. 2009. Cucumber and its related species for resistance to the southern root-knot nematode *Meloidogyne incognita* and respond to changes of enzyme. *Acta Horticulturae Sinica*, 36 (12): 1755 - 1760. (in Chinese)

叶德友, 钱春桃, 贾媛媛, 张燕霞, 陈劲枫. 2009. 黄瓜及其近缘种对南方根结线虫的抗性及其酶响应变化的研究. *园艺学报*, 36 (12): 1755 - 1760.

Zamir D. 2001. Improving plant breeding with exotic genetic libraries. *Nature Review Genetics*, 2: 983 - 989.

Zhong Dai-bin, Luo Li-jun, Ying Cun-shan. 2000. Advances on transferring elite gene from wild rice species into cultivated rice. *Chinese Journal of Rice Science*, 14 (2): 103 - 106. (in Chinese)

钟代彬, 罗利军, 应存山. 2000. 野生稻有利基因转移研究进展. *中国水稻科学*, 14 (2): 103 - 106.

## 会 讯

# 国家‘十二五’首批科技支撑计划项目课题—— “北方设施蔬菜高效节能生产关键技术与示范” 启动会在北京召开

由中国农业科学院蔬菜花卉研究所主持的国家‘十二五’科技支撑计划项目课题“北方设施蔬菜高效节能生产关键技术与示范”启动会 2011 年 11 月 19 日在北京召开。中国农业科学院蔬菜花卉研究所王晓武副所长和课题顾问专家中国农业大学张振贤教授、全国农业技术推广服务中心首席专家张真和研究员以及课题、子课题主持人及主要科研骨干人员 40 多人参加了会议。

“园艺作物与设施农业生产关键技术与示范”项目包括都市型设施园艺和无土栽培关键技术与示范、果树和花卉设施优质和低耗生产关键技术与示范、北方设施蔬菜高效节能生产关键技术与示范和南方设施园艺产业提升与绿色生产关键技术与示范 4 个课题。其中“北方设施蔬菜高效节能生产关键技术与示范”课题将围绕北方节能日光温室的结构优化、土地光温等资源的高效利用、蔬菜抗性品种筛选与增抗技术和土壤根区环境修复及集约化育苗等方面开展研究, 并通过技术的集成与在北方各省区示范推广, 以推动我国设施农业的技术进步。

会议从课题目标、子课题任务分解、技术路线、经费管理和年度进展介绍了课题的有关情况, 各子课题主持人和研究任务团队也分别汇报交流了各子课题和研究任务团队的研究内容和研究进展等情况。来自北京、辽宁、黑龙江、山东、河北、山西、河南、陕西、宁夏等省区市的科研单位、大专院校和生产企业分别就课题研究任务进展进行了交流。张真和研究员还向大会做了“我国设施蔬菜发展面临的问题与对策”的报告。

贺超兴