

蔬菜育种丛书



茄果类蔬菜 育种与种子生产

吕书文 张伟春 王丽萍 主编



QIEGUOLEI
SHUCAI
YUZHONG YU
ZHONGZI
SHENGCHAN



化学工业出版社

蔬菜育种丛书

茄果类蔬菜 育种与种子生产

吕书文 张伟春 王丽萍 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书包括番茄篇、辣椒篇、茄子篇三部分。各部分分别介绍了番茄、辣椒、茄子种质资源与分类、遗传育种及种子生产技术等。全书内容丰富,科学实用,既有理论指导,又有可操作性,文字通俗简练,适合蔬菜育种人员、种子生产人员、种子经营人员、农业科技工作者和相关专业院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

茄果类蔬菜育种与种子生产/吕书文,张伟春,王丽萍
主编. —北京:化学工业出版社,2013.1
(蔬菜育种丛书)
ISBN 978-7-122-16103-1

I. ①茄… II. ①吕…②张…③王… III. ①茄果
类-育种 IV. ①S641.083

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 304484 号

责任编辑:李 丽

文字编辑:李 瑾

责任校对:宋 玮

装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:化学工业出版社印刷厂

710mm×1000mm 1/16 印张13 彩插2 字数249千字

2013年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.00 元

版权所有 违者必究

本书编写人员名单

主编：吕书文 张伟春 王丽萍

编者：吕书文 张伟春 王丽萍

李海涛 邹庆道 刘建

杨国栋 张馨宇 张子君

唐萍 金秀玲 邹春蕾

山春 辛彬 张志博

杜雪晶 朱华 董超

前言

茄果类蔬菜包括番茄、辣椒、茄子，是我国的重要蔬菜。属于栽培面积大、经济效益高的蔬菜作物。尤其是设施栽培，对增加农民收入、解决农村劳动力就业意义重大。优良品种和优质种子是获得蔬菜优质、高产、高效益的物质基础。搞好茄果类蔬菜新品种选育和种子生产，可以促进茄果类蔬菜产业化、增加农户种植效益、繁荣蔬菜市场。

自 20 世纪 80 年代起，经过 30 多年的产业化发展，茄果类蔬菜已发展成为我国北方地区第一大类设施蔬菜，整个产业在品种研发、商品种生产、品种推广等方面，都取得了令人瞩目的成绩。尤其是在育种理论、育种方法、杂交制种等方面的研究取得了较大的进展。杂种优势的利用是目前最重要的育种手段之一，杂交一代种子在市场上占有很大份额。目前，大面积推广的番茄、茄子、辣椒品种，绝大部分都是一代杂种。有人工杂交制种，也有利用雄性不育两用系、三系和雄性不育系生产一代杂种。我国已育成一大批茄果类蔬菜优良品种，并在生产上进行了大规模的应用，发挥了良好的作用，但这些品种与发达国家相比，在抗病抗逆性、耐贮运性、单位面积产量、果实的商品性、产品的多样性等方面还有很大差距。除大专院校和科研院所外，近些年来，民间种苗公司如雨后春笋纷纷发展起来。然而茄果类蔬菜品种选育及杂交种子生产技术比较复杂，从事蔬菜育种和种子生产的基层科技工作者急需提高茄果类育种和杂交制种的技术水平，以选育出更加优良的茄果类蔬菜新品种、生产出更加优质的商品用种，服务于生产。为此，我们组织多年从事茄果类蔬菜育种和种子生产的技

术人员，根据国内外和自己多年茄果类蔬菜育种和杂交制种经验，参考大量文献，编写出本书。书中较详尽地介绍了茄果类蔬菜种质资源与分类、遗传育种和杂交制种技术等，对茄果类育种一些通用原理和公式，仅在番茄篇中介绍，后续篇中不再赘述。本书可供蔬菜育种人员、种子生产人员、种子经营人员、农业科技工作者和相关专业院校师生参考使用。

由于篇幅所限，而引用的资料来源较多，故未将所有参考文献一一列出。在此，对于本书中所参考和引用的文献资料的作者表示诚挚谢意。因作者水平有限，书中疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

吕书文
2013年1月

目录

番茄篇

1

► 第一章 概述	1
第一节 国内外番茄育种研究的主要进展	1
第二节 我国番茄育种工作存在的问题及对策	6
第三节 我国番茄育种的未来方向	7
第四节 我国番茄育种的扶持政策	8
第五节 番茄育种应注意的事项	9
第六节 我国番茄种业存在的问题与对策	10
► 第二章 番茄种质资源及其分类	12
第一节 番茄种质资源	12
第二节 番茄的分类	14
► 第三章 番茄主要性状的遗传	17
第一节 番茄主要质量性状的遗传	17
第二节 番茄主要数量性状的遗传	22
第三节 番茄遗传学图及基因分布	26
► 第四章 番茄育种	28
第一节 番茄有性杂交育种	28
第二节 番茄杂种优势育种	35
第三节 番茄回交育种	46
第四节 番茄远缘杂交育种	50
第五节 番茄丰产性育种	53
第六节 番茄抗病育种	55
第七节 番茄抗逆育种	60
第八节 番茄品质育种	63
第九节 番茄耐贮运育种	65

第十节	番茄早熟性育种	67
第十一节	番茄特殊用途育种	69
第十二节	番茄诱变育种	71
第十三节	番茄生物技术育种	74
► 第五章	番茄杂交种子生产	79
第一节	番茄一代杂种人工杂交制种技术	79
第二节	番茄种子检验	83
第三节	番茄种子贮藏	85

辣椒篇

86

► 第六章	概述	86
第一节	辣椒育种研究进展	86
第二节	辣椒遗传育种工作中存在的主要问题	89
第三节	辣椒育种的未来方向	90
第四节	辣椒育种目标	92
第五节	我国辣椒种子生产经营的对策和建议	93
► 第七章	辣椒种质资源及其分类	95
第一节	辣椒种质资源	95
第二节	辣椒的植物学及园艺学分类	97
► 第八章	辣椒的生物学特性	100
第一节	辣椒的植物学特性	100
第二节	辣椒的生长发育特性	102
第三节	辣椒对环境条件的要求	103
第四节	辣椒的开花授粉习性	104
► 第九章	辣椒主要性状的遗传	106
第一节	辣椒主要质量性状的遗传	106
第二节	辣椒主要数量性状的遗传	110
► 第十章	辣椒育种	117
第一节	辣椒杂交育种	117
第二节	辣椒高产育种	124
第三节	辣椒抗病育种	126
第四节	辣椒品质育种	130
第五节	辣椒分子育种	131
第六节	辣椒单倍体育种	132

► 第十一章 辣椒杂种优势利用与雄性不育	135
第一节 辣椒杂种优势的概念	135
第二节 辣椒杂种优势育种的选育程序	136
第三节 辣椒雄性不育两用系的选育	142
第四节 雄性不育两用系的转育	143
► 第十二章 辣椒制种技术	144
第一节 辣椒人工去雄杂交制种	144
第二节 辣椒雄性不育系杂交制种	147

茄子篇

149

► 第十三章 概述	149
第一节 我国茄子育种工作的发展和主要成就	149
第二节 国外茄子育种工作的发展趋势	152
第三节 我国茄子育种工作存在的问题	154
第四节 我国茄子育种未来方向	155
第五节 我国茄子种子生产和销售策略	158
► 第十四章 茄子的起源、分布、分类与种质资源	161
第一节 茄子的起源	161
第二节 茄子的分布	161
第三节 茄子的分类及种质资源	162
第四节 茄子不同地区的消费习惯	169
► 第十五章 茄子的生物学特性	171
第一节 茄子对环境条件的要求	171
第二节 开花、授粉与受精	173
► 第十六章 茄子主要性状的遗传	176
第一节 茄子产量性状的遗传	176
第二节 茄子果实形状的遗传	177
第三节 茄子抗病性的遗传	177
第四节 茄子雄性不育性的遗传	178
► 第十七章 茄子育种	179
第一节 茄子现代育种的主要目标	179
第二节 茄子主要性状的鉴定方法	181
第三节 茄子引种及选择育种	184
第四节 茄子有性杂交育种	185

第五节	茄子杂种优势利用	186
第六节	茄子引变育种	188
第七节	茄子远源杂交育种	190
第八节	茄子抗逆育种	191
第九节	生物技术在茄子育种中的应用	192
► 第十八章	茄子杂交制种技术	195
► 参考文献		198

番茄篇

第一章 概 述

第一节 国内外番茄育种研究的主要进展

一、抗病育种

1. 黄化曲叶病毒病 (TYLCV)

抗黄化曲叶病毒育种现为国内研究热点。番茄普通栽培种不存在黄化曲叶病毒抗性基因,仅少量的品系对 TYLCV 表现出一定的耐性。部分野生番茄含有抗 TYLCV 的基因,如智利番茄、秘鲁番茄、多毛番茄、醋栗番茄及契斯曼尼番茄。目前,研究应用较多的抗性基因为 *Ty-1*、*Ty-2*、*Ty-3*、*Ty-3a*,分别位于第 6、第 11、第 6、第 6 号染色体上。带有 *Ty-1* 的杂交种已广泛应用于生产。利用野生种 B6013 育成的携带 *Ty-2* 基因的 H24 被广泛地应用于育种。江苏农科院蔬菜所 2009 年选育出携带 *Ty-2* 基因的新杂交种苏红 9 号。目前抗 TYLCV 的杂交种基本都是导入了单个抗性基因,抵抗能力较弱,育种者正在利用常规育种、分子标记辅助选择以及基因工程等技术,试图将多个抗性基因聚合到 1 个品种中以提高抗性。我国抗 TYLCV 育种已取得很大进展,2011 年参加上海抗 TYLCV 展示的国内番茄品种有 88 个,利用的基因有 *Ty-1*、*Ty-2*、*Ty-3* 和 *Ty-3a*,大多数展示品种同时含有 *Ty-1* 和 *Ty-3a* 基因。2012 年参加上海抗 TYLCV 展示的品种有 126 个,其中国内番茄品种就达 118 个。

2. 叶霉病

叶霉病的抗性受 *Cf1* 至 *Cf24* 共 24 个显性单基因控制,全部被定位于番茄

12 条不同的染色体上。世界上报道叶霉病生理小种有 24 个,我国已鉴定出 14 个生理小种。我国育出的抗叶霉病品种双抗 2 号、中杂 9 号、佳粉 15、辽园多丽、金棚 1 号等在生产上大面积应用,控制了叶霉病的发生。近些年发现能侵染 *Cf5* 基因的 1.2.3.5 和 1.2.3.4.9 的生理小种。目前我国已进行含 *Cf4*、*Cf5*、*Cf9* 抗性品种的选育和含两个以上已知叶霉病生理小种的抗性基因品种的培育。

3. 青枯病

目前大多数的研究结果支持青枯病的抗性由多基因控制。我国番茄青枯病菌以生理小种 I、生化型 III 为主,南方地区育种者选育出了一批抗病品种,并在生产上大面积推广应用,对有效防治番茄青枯病起到了一定作用。如华南农业大学先后育成杂交 1 号、杂交 3 号、丰顺、大丰顺、好时年、福安、多宝、夏红等品种;广东省农业科学院育成抗青 1 号、抗青 19 号、粤红玉、粤宝、粤星、新星、东方红 1 号、红箭、红樱桃 2 号等品种;广州市蔬菜科学研究所育成年丰、穗丰、益丰等品种。

4. 晚疫病

Gallegly 和 Marvel (1955) 认为番茄的抗晚疫病是由两类不同的基因控制的:一类是受单基因 *Ph* 控制的质量性状,对生理小种 0 免疫,*Ph1* 为完全显性基因,*Ph2* 和 *Ph3* 为不完全显性基因;另一类是受多基因控制的数量性状,对生理小种 0 和生理小种 1 都有效,但当条件适合发病时便不能很好地抵抗病害。我国番茄晚疫病病菌的主流生理小种是 T1 和 T1.2。抗性种质资源主要是野生番茄,多毛番茄、秘鲁番茄、醋栗番茄等资源中都曾发现过抗源材料。我国台湾亚蔬中心利用醋栗番茄 L3708 育出抗番茄晚疫病品种 FMTT791-795。李君明等鉴定多毛番茄 LA1033、LA2099、LA1777 抗晚疫病病菌生理小种 T1.2.3,而 LA2099 和 LA1777 还高抗生理小种 T1.2.3.4。

5. 灰霉病

为保护地主要病害,多毛番茄、类番茄茄、醋栗番茄、智利番茄、小花番茄、契斯曼尼番茄、秘鲁番茄等野生番茄对灰霉病有一定抗性,部分野生材料的叶部、茎部及果实的抗性存在部位差异,且相关性较小或无相关性,在一定程度上限制了抗源材料的有效利用。Guimaraes 等 (2004)、Canady 等 (2005) 报道类番茄茄 LA2951 抗性呈部分显性。Powell 等将梨的多聚半乳糖醛酸酶抑制剂蛋白基因 (*pPGIP*) 转入番茄,Coego 等将拟南芥的转录因子基因 (*OCP3*) 转入番茄,陈双臣等将烟草 *Glucanase* 基因、苜蓿 *alfAFP* 基因及二者双价基因导入番茄,结果表明,转基因植株抗性增强。

6. 黄瓜花叶病毒病 (CMV)

我国番茄上 CMV 划分为 4 个株系：轻花叶株系，重花叶株系，坏死株系和黄化株系。重花叶株系是我国的主导株系。Harrison 等 (1987) 首次将 CMV 的 satRNA 的 cDNA 转入番茄，获得了世界上第一株抗 CMV 的转基因番茄。将黄瓜花叶病毒外壳蛋白 CMV CP 基因导入番茄成功较多，转化的植株表现出不同程度的抗性。番茄毛粉 802 引入绒毛基因，利用绒毛番茄具有避蚜的特点达到间接抗 CMV 的作用。

7. 烟草花叶病毒 (ToMV)

我国番茄烟草花叶病毒有 0、1、1.2 和 2 四个株系，主产区以 0、1 株系为主。我国培育抗病品种所利用的抗病基因有抗 ToMV0 株系的 *Tm* 基因，抗 ToMV0、1 株系的 *Tm-2^{nv}* 基因，抗 ToMV0、1、1.2 和 2 株系的 *Tm-2^a* 基因。这些基因的利用已控制了我国 ToMV 的危害。

8. 筋腐病

为北方保护地主要生理病害，与品种和栽培条件有关，是品种不耐低温弱光的表现，遗传规律尚不清楚。辽宁农科院蔬菜所育成的 L402、辽园多丽、金冠一号、金冠五号等金冠系列番茄品种高抗筋腐病。

利用抗病野生番茄与栽培番茄进行远缘杂交及回交，可以获得抗病育种材料，选育抗病品种。细胞培养、基因工程，特别是分子标记辅助育种技术被广泛地应用于如抗黄化曲叶病毒、抗根结线虫、抗晚疫病、抗叶霉病等抗病育种上。

国外育成品种多抗 4~5 种主要病害，主要抗 ToMV、枯萎病、根结线虫、黄萎病、叶霉病、根腐病、细菌斑点病等。国内品种一般抗 2~4 种主要病害，主要是抗烟草花叶病毒、黄化曲叶病毒、黄瓜花叶病毒、叶霉病、筋腐病、青枯病、枯萎病等病害。国内砧木品种主要抗根结线虫、青枯病等根部病害。

二、抗虫育种

多毛番茄、潘那利番茄、秘鲁番茄以及契斯曼尼番茄是抗虫育种的主要抗源。潘那利番茄对蚜虫、螨类、潜叶蝇和鳞翅目昆虫抗性较好。Pankaja 等对普通番茄与多毛番茄 (LA1777) 杂交分离获得了抗粉虱材料。1981~1996 年亚洲蔬菜研究和开发中心先后利用多毛番茄、潘那利番茄 LA716 及多毛番茄 LA1777 作为供体与普通番茄回交，得到了一些抗虫的稳定株系。Mandaokar 等将人工合成的杀虫晶体蛋白基因 *cry1A (c)* 转入番茄，能抵御番茄果实钻心虫的为害。同样，表达 *cry1A (b)* 蛋白基因的转基因番茄对为害果实的钻心虫亦表现出杀虫效果。来自根癌农杆菌的异戊烯转移酶基因导入番茄后能抑制烟草天蛾为害，

烟草的阴离子过氧化物酶基因导入番茄中可对鳞翅目和鞘翅目的某些害虫产生显著的抗性。此外,将已克隆抗线虫基因 *Mi-1.2* 导入番茄,不仅对线虫有抗性,而且对马铃薯蚜、白粉虱以及番茄木虱也有抗性。曾为我国主栽品种的毛粉 802 番茄就是利用茸毛以避免虫类危害。

三、抗逆育种

抗逆育种包括耐低温弱光、耐热、耐旱、耐涝、耐盐及抗除草剂等。

生长在高海拔的多毛番茄、智利番茄耐低温性强,秘鲁番茄及多腺番茄能经受 4~8℃ 低温,类番茄茄在 1℃ 时生长旺盛,能抗短期 0℃ 低温。

已发现耐热的种质只有樱桃番茄及其变种。育成的耐热品种有美国的 Equinox, 亚蔬中心的 991-258、991-259、991-260 等。亚蔬中心的 CL-113 也是非常耐高温的资源材料。

单性结实番茄材料在高温或低温下结实能力强,目前已知的单性结实基因有 5 个,即 *pat*、*pat2*、*pat3*、*pat4*、*pat5*, 含 *Pat2* 基因的 *sererianin* 是被利用最多的单性结实材料。在加拿大 Farthest North 已作为单性结实的原始材料用于育种。Carmi 利用基因工程创造单性结实材料 MPB-12 和 MPB-13。

潘那利番茄、智利番茄和类番茄茄能在干旱条件下生存。

契斯曼尼番茄高度耐盐,能在 70% 海水灌溉下生存。潘那利番茄、秘鲁番茄中都发现有耐盐的材料。碱性土壤上发现的智利番茄也有耐盐性。利用细胞培养和基因工程的方法得到了一些耐盐的番茄材料,如 Tal 等利用细胞培养方法在普通番茄与 *L. pennelli* (LA716) 或 *L. cheesmanii* (LA1401) 的杂种细胞中,经过两步筛选后得到了一些耐盐的植株。Dessalegne 等将草酸氧化酶基因导入番茄,经耐盐筛选后得到的转基因番茄在盐逆境下的产量明显高于对照。Blumwald 和 Zhang 将从拟南芥分离的抗盐基因导入到栽培番茄中,得到的转化植株能合成高水平的 TransPort 蛋白,可在含有 200mmol/L 氯化钠的营养液中生长。

抗逆性鉴定主要有田间鉴定、人工模拟逆境鉴定和实验室鉴定。田间鉴定效果直观,虽费时费力但也易为育种工作者接受。抗性的表现与许多性状有关,抗逆育种研究目前集中于相关生理生化指标的鉴定和筛选,及利用抗逆野生番茄与栽培番茄进行远缘杂交及回交和生物技术,以获得抗逆育种材料和抗逆品种。

四、品质育种

番茄品质育种包括外观商品性、风味品质和营养品质。鲜食番茄侧重商品品质,加工番茄侧重营养品质,樱桃番茄侧重风味品质,庭院观赏番茄侧重果色和果形。果实的商品品质体现在果实的形状、大小、颜色、硬度以及耐贮性等方面。研究较多的是果色、硬度和耐贮性。目前,番茄品质性状的遗传已经从外部品质和生理生化品质指标的研究逐步向分子水平深入和发展。

1988年 Paterson 和 Lander, 1994年 Azanza 和 Young 利用 RFLP 标记筛选到一些与可溶性固形物含量相关的 QTL 位点, 并发现其主效位点位于番茄第 7 条染色体上。1995 年 Chetelat 等同样利用分子标记辅助选择将一种酸性蔗糖酶缺失基因 (*sucr*) 导入普通番茄, 明显地提高了果实的可溶性固形物含量、可滴定酸度和番茄酱的产出率。2004 年 Georgelis 等以小果型番茄 PI270248 (糖含量高) 为母本、大果型番茄 7833-1-1-1 (糖含量低) 为父本进行杂交, 发现了 6 个与糖含量高连锁的 RAPD 标记。1989 年刘仲齐等以番茄高色素基因 *hpl* 和 *hp2* 的突变位点为目标进行分子标记, 合成了含有 *hpl* 和 *hp2* 的双突变体。

1996 年 Klann 等将酸性转化酶的反义 cDNA 转入番茄, 获得了蔗糖含量高的转基因番茄。1996 年 Weaver 等利用体细胞克隆变异和反抑制技术获得了 300 多个可溶性固形物在 7%~15% 的新突变体。1998 年 Bernacchi 等用高世代回交群体 QTL 分析法 (advanced backcross QTL analysis) 同时对番茄的 7 个数量性状进行了分析与改良, 并且成功地将多毛番茄和醋栗番茄的有益基因导入普通番茄, 得到了一批可溶性固形物含量较对照高 6%~22% 的材料。1997 年 Wann 指出, 深绿色 (*dg*) 突变体的成熟果实番茄红素含量比普通类型高 100%, β -胡萝卜素平均含量比高色素系约高 50%, 比普通类型高 250%。2000 年 Roemer 等将细菌的八氢番茄红素脱饱和酶基因转入番茄, 使番茄红素和 β -胡萝卜素的含量提高了 3 倍。

国内利用鲜食粉红果与欧美高硬度红果番茄杂交、回交来增加粉红果番茄果实硬度, 效果显著。果实硬度与不溶性果胶呈极显著正相关, 与可溶性果胶呈极显著负相关。*rin*、*nor*、*alc* 和 *Nr* 4 个成熟突变体能延长番茄贮藏期, 利用较多的是 *rin* 和 *nor*。1992 年胡胜武认为果实角质层厚度及果皮表面 3 层细胞的厚度可以作为耐贮性的预测指标。番茄是最早作为基因转化研究的高等植物之一, 其基因转化技术主要采用根癌农杆菌介导法。1988 年 Smith 等首先将控制多聚半乳糖醛酸酶 (PG) 活性的反义基因导入番茄, 获得 PG 被强烈抑制的转基因植株。1994 年, 美国 Calgene 公司开发的延熟耐贮番茄 Flavr savr 被首次批准进行商业化生产。我国第一个商品化生产的农业转基因工程产品是 1996 年被批准的耐贮番茄华番 1 号, 用乙烯形成酶 (EFE) 反义基因转化番茄, 其果实成熟后可在 13~30℃ 贮藏 45 天。

近些年来番茄细胞工程、分子标记辅助育种、基因工程等生物技术发展很快。杂种优势利用取得了很大进展, 1972 年我国从日本引进强力米寿, 曾在国内大面积栽培, 现在我国番茄应用品种绝大多数为一代杂交种, 我国自主选育的毛粉 802、L-402、保冠和金棚一号等杂交种曾一度成为国内栽培面积最大的品种。

2009~2010 年第八轮国家鲜食番茄品种区域试验的参试品种, 在产量和品质上较以往有了较大的提高。保护地留 4~6 穗果种植, 粉红果参试品种亩产最

高达 6735.4kg, 比对照增产 17.5%; 红果参试品种亩产最高达 6956.6kg, 比对照增产 11.2%。可溶性固形物含量粉红果最高达 4.9, 红果最高达 4.8%。

截止到 2012 年, 共有 62 个番茄品种通过国家审(认)定, 其中粉果 35 个、红果 18 个、樱桃番茄 6 个、鲜食加工兼用品种 2 个、加工品种 1 个。

第二节 我国番茄育种工作存在的问题及对策

一、我国番茄育种工作存在的问题

我国番茄种质资源特别是野生种质资源的搜集十分薄弱。育种资源多为国外引进的亲本, 或引进品种通过后代分离选育自交系和品种, 不同育种单位选育的自交系和品种可能往往具有相似的遗传背景, 这样选育的品种就无法与当前国际品种接轨, 更难超越在番茄育种上处于领先地位的欧美日等国家选育的品种。

抗病能力弱且单一, 抗三种以上病害的番茄品种不多, 尤其是黄化曲叶病毒病、黄瓜花叶病毒病、晚疫病、灰霉病等主要病害目前还难于攻克, 同时品种的选育速度跟不上病害生理小种及株系的变化。

由野生番茄的抗虫性引入栽培番茄的同时常伴随着产量降低、果实变小、品质变差等不良性状的产生, 农艺性状较差, 难以用于商品育种。抗虫基因工程还停留在实验室阶段, 加之目前研究较深入的多数为 QTL, 即使获得克隆自野生番茄的基因, 因其所携带的野生不良性状较多, 也难以直接利用。

抗逆机制比较复杂, 抗逆性鉴定主要停留在逆境下对坐果率、产量、果实商品性、植株长势等田间鉴定上, 费时费力, 目前还很难找到用某个或少数几个生理生化指标进行简便、快速、准确的抗逆性鉴定方法。

品质性状是一种由多因素构成的复合性状, 多数品质性状属于微效多基因控制的数量性状, 遗传机制复杂, 易受环境因素影响, 品质性状的测试比较繁琐, 要等到果实正常成熟后才能进行, 目前仍以感官评价为主, 受主观因素的影响较大, 工作效率极低, 对品质性状的改良比对农艺性状和抗病性等的改良更为困难。基因工程在番茄品质育种上的应用, 总体上看, 转化成功的种类尚少, 而且由于存在基因沉默现象, 转基因表达水平不高。

目前, 远源杂交还存在杂交不亲和、杂种不育和不稳等障碍。我国分子育种也存在许多重要问题, 如分子标记技术水平低、先进分子标记使用少、基因芯片等标记开发能力弱、分子标记应用范围窄、分子标记与常规育种结合不够紧密、分子标记数据处理能力差等。

二、对策

优质育种要与抗病虫、抗逆、丰产稳产、耐贮运等育种相结合。要大力研发

生物技术, 占领育种技术的制高点, 实现有性杂交、回交、远源杂交等常规育种技术与分子标记、基因工程、细胞工程、引变育种等生物技术的有机结合, 只有这样才能培育出高水平的品种。

野生番茄具有抗病虫、抗逆、高品质等优良基因, 应加大种质资源特别是野生种的搜集和利用, 利用远源杂交、回交转育以及细胞工程、分子育种等生物技术, 着重创新优异育种材料, 拓宽我国番茄基因库。加强对优良种质的综合评价、遗传分析和改良, 创新具优异性状的各种专用、兼用型育种原始材料。利用分子标记技术开展遗传连锁图谱的构建, 对重要优质、抗病虫、抗逆、特异农艺性状基因进行标记或 QTL 分析, 逐步建立资源的辅助筛选体系, 便于实现有益基因定向转移和聚合。

品质性状易受社会生产水平、消费水平和消费习惯等影响, 应注重研究品质性状的遗传规律, 为优质育种方案的确定提供理论依据。

除常规育种技术外, 应快速有效利用分子标记辅助育种、转基因等技术, 以加快培育具有复合抗病性的品种。横向联合, 集中攻克番茄黄化曲叶病毒病、黄瓜花叶病毒病、晚疫病、灰霉病、青枯病等主要病害, 同时对我国主要病害生理小种及株系变化进行长期监测, 以便采取相应的育种策略。

抗逆机制比较复杂, 应在不同生育阶段进行抗逆性田间鉴定、人工模拟逆境鉴定和实验室鉴定相结合, 进行抗逆性相关生理生化指标筛选。利用远源杂交、回交转育、分子标记、转基因等技术, 获得优异抗逆材料, 培育抗逆品种。积极开发利用耐高温或耐低温的单性结实材料, 培育在逆境下不使用促进坐果激素也能正常结实的抗逆品种。

明确特定抗虫基因的作用机理及遗传规律以加快育种进程。综合多方面的理论技术进行育种, 利用分子生物学、基因组学、生物化学和遗传学等方面的理论知识, 开发切实可行的分子标记, 挖掘抗虫基因, 与常规育种相结合, 改良和创造优良的番茄抗虫品种。在进行抗虫育种的同时, 要考虑到抗虫基因对天敌以及人体的影响。

生物技术是当今世界发展速度最快的高新技术, 应加强分子育种与常规育种的结合, 充分利用我国细胞工程技术优势, 加强分子标记辅助选择技术、单倍体培养技术、细胞融合技术、转基因技术、生理生化抗逆性鉴定技术以及雄性不育利用技术、抗病虫等体细胞突变技术的开发应用, 筛选、创造优良的育种材料, 加快育种进程和品种创新, 提升我国科技创新能力及水平。

第三节 我国番茄育种的未来方向

对品质要求越来越高, 育成品种要求商品性状美观, 营养丰富, 风味优良,