



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

现代农业科技专著大系

中国番茄育种学

Chinese Tomato Breeding

李景富 等 编著



中国农业出版社

序

.....
oooooooooooooooooooo

番茄是世界上最重要蔬菜之一，在我国蔬菜生产中占有举足轻重的地位。番茄营养丰富，风味独特，甜酸适口，用途广泛，既可生食，又可炒食做菜，还可以加工成各种产品如番茄酱、番茄汁等。番茄还是一种保健食品。因此，番茄对深化农业产业结构调整，促进农民增收及农产品出口创汇，改善人们生活质量，提高健康水平均有重要意义。

我国番茄育种起步较晚。我国从 20 世纪 50 年代才开始大量由国外引种番茄，并进行种质资源收集、整理、鉴定工作。20 世纪 60 年代有少数单位开展番茄系统选育和杂交育种工作，先后育成一批早熟常规品种如农大 23、早粉 2 号、6613、北京早红等品种，在生产中发挥了较大作用。70 年代我国才开始进行番茄杂种优势利用的研究。尤其是在“六五”至“九五”国家攻关项目“番茄新品种选育及育种技术”支持下，进行了番茄育种工作的全国攻关协作，使我国番茄育种取得了长足进步，育成番茄品种 200 多个。这些品种在生产上发挥了重要作用，产生了较大社会效益。目前番茄品种已更新 2~3 次，产量翻了一番，达到周年供应。同时在育种技术和应用基础理论研究方面也取得长足的进展。但是必须看到，我国番茄育种整体水平和国外发达国家如荷兰、以色列、美国等相比还存在一定的差距。

东北农业大学番茄课题组开展番茄育种研究已有 50 年历史。李景富同志是我国知名番茄育种专家，从事番茄遗传育种研究已有 40 多年，有着丰富育种经验及扎实雄厚的理论基础。李景富同志带领番茄育种研究团队，对番茄育种相关的应用基础理论、育种技术、种质资源创新和新品种选育进行了系统深入研究，历经 40 年攻关，在遗传育种与生物技术方面取得一系列研究成果，阐明了番茄主要农艺性状、重要病害的抗病性、抗逆性、果实品质等性状遗传规律；建立了番茄高效育种技术体系；创新大批番茄优异种质资源；育成不同熟期、不同用途、不同栽培方式系列专用番茄新品种 20 多个，推广到全国 20 多个省（自治区、直辖市），对促进我国番茄生产的发展作出了突出



贡献。

20 世纪 90 年代以来,我国番茄育种目标与以往相比发生了很大变化,对番茄育种目标提出了更高的要求,不仅要求优质、抗多种病害、耐逆境,而且要求耐贮运、货架期长、适合设施栽培专用番茄品种。为实现新时期番茄育种新目标,李景富同志带领课题组深入农村、深入生产、深入市场调研,针对我国番茄品种不耐贮运,果实硬度达不到荷兰、以色列等国家番茄品种标准和缺少抗黄化曲叶病毒及抗根结线虫病品种等问题,在国家“十五”、“十一五”、“863”计划项目支持下,对番茄果实成熟软化过程机理及耐储运育种技术等进行了卓有成效的研究,在番茄耐贮运及重要病害抗病育种方面取得了突破性进展。

为了总结科研经验、明确新的研究方向,更好解决番茄育种中关键理论和技术问题,李景富等同志编著了《中国番茄育种学》,这本书不但全面系统总结和提炼他几十年来的番茄育种经验、研究成果和我国番茄遗传育种主要成绩,而且翔实介绍了国外番茄育种研究新进展和新技术。该书重点阐述了番茄抗病、抗逆、品质、早熟、高产的遗传机理与规律及育种技术方法,具有较高学术水平。该书的出版,为番茄育种的传承和创新提供了丰富的理论基础和技术源泉,对促进我国番茄育种和产业的发展具有重要意义。

读罢本书手稿,觉得该书有这样几个特点:(1)全面系统,该书阐述了从种质资源到生物技术等诸多方面内容,几乎涉及番茄育种研究领域的各个方面,具有很好的指导作用;(2)前瞻性好,书中不仅有基础性知识的阐述,而且对前沿进展进行了深入的探讨和论述;(3)针对性强,书中内容既针对番茄研究领域,同时又借鉴了其他领域研究的技术,但是这些技术都体现在番茄领域的研究上,所以具有很强的针对性。基于以上几个特点,该书不仅对于番茄领域的科技工作者而且对于其他领域从业者都有很好的参考价值。

书稿付梓之际,读后收获颇丰,写了以上的话,并表示祝贺!

中国园艺学会理事长
中国工程院院士

方智远

2011 年 1 月 17 日

前言

.....
oooooooooooooooooooooooo

番茄营养丰富，风味独特，甜酸可口。既是大众喜爱的水果，又可做成美味的菜肴，还可以加工成各种加工制品如番茄酱、番茄汁、番茄沙司等，同时也是很好的保健蔬菜。

由于番茄具有适应性广，产量高，栽培容易等特点，虽然栽培历史不长，但发展迅速，成为世界上除了马铃薯以外最主要的蔬菜种类，是全球产量最高的 30 种农作物之一，也是我国重要的蔬菜之一，在我国种植业结构调整中占有重要地位。据 2004 年农业部统计，我国番茄栽培面积（保护地+露地）不少于 100 万 hm^2 ，总产量达 179.3 亿 kg ，成为世界上最大的番茄生产国，番茄加工业也成为新疆的重要支撑产业，我国已成为继美国、意大利之后世界上第三大番茄制品出口国。

由于我国番茄育种起步较晚，致使我国番茄基础理论的研究深度和广度以及育种水平与发达国家如美国、荷兰、以色列等相比，无论在育种理论研究、育种技术上，还是新品种选育方面都有很大的差距。为了解决我国番茄育种中存在的问题，由中国农业科学院蔬菜花卉研究所牵头，组织全国十多个农业科研单位和高校的育种与病理方面的研究人员多学科协作，历经“六五”至“九五”国家攻关和“十五”、“十一五”、国家“863”计划项目研究，已对番茄应用基础理论如品质、抗病、抗逆、产量遗传规律、高效育种技术及种质资源创新等主要研究目标进行了系统全面研究，培育了一大批早熟、优质、抗病、抗逆、高产优良品种。我国番茄育种已取得长足进步，揭示了番茄重要性状（产量、品质、抗病性、抗逆性）的遗传规律，初步形成以抗病、抗逆、高产、优质为中心的番茄高效育种技术体系；育种途径不断创新，研究成果层出不穷，筛选和创造了一大批番茄种质资源；选育出一系列番茄新品种，推广到全国各地，产生较好社会效益，为我国番茄生产发展作出了重要贡献。编著本书旨在系统总结和提炼我国几十年在番茄遗传育种的应用基础理论及育种技术等方面的研究成果，并详细介绍国外番茄研究新进展和新技术，使之融为一体，为进一步探讨番茄育种与生产中存在的理论和



技术问题奠定基础。本书是我国第一部番茄育种学著作,有助于我国番茄育种理论研究和深化,促进我国番茄育种水平提高及与国际接轨。

还有,番茄不仅是经济领域中的一种重要经济作物,在生命科学研究领域中,也有不可忽视的地位。番茄可称为一种模式植物,是遗传学、植物生理学和生物工程学科研究中重要对象和试验材料,有关论文在所有蔬菜学中堪称之首,可谓是佼佼者。鉴于番茄的经济意义和科学价值,面对我国科技和经济发展需要,我们觉得有必要将涉及番茄遗传育种方面的著作奉献给读者,意在推动我国番茄产业的可持续发展,产生较大社会效益和经济效益。该书问世对从事蔬菜遗传育种研究、生物学研究以及相关学科的科研人员,院校师生,及其他对番茄有兴趣者提供参考,对今后的番茄育种实践具有很好的借鉴作用。

本书共设20章,前5章阐述番茄遗传育种的概念和番茄育种基础理论,涉及番茄用途、经济与科学价值及国内外番茄育种历程和研究进展,番茄的起源、进化、传播,番茄生物学特性和番茄分类,基因图谱及种质资源等内容;第6~11章是番茄育种技术途径,侧重介绍番茄育种目标制定、引种与选择育种、杂交育种、杂种优势育种、远缘杂交育种、诱变育种及生物技术育种等,并分别阐明番茄育种技术原理、特点、方法和成就;第12~16章是围绕番茄生育期、品质、抗病、抗逆、产量等育种目标,介绍有关性状遗传规律、生理机制、鉴定评价方法及改良途径和技术。育种的最终目的是为了生产应用,因此,本书第18~20章着重介绍了番茄的新品种、区域试验及新品种授权认定和种子生产。

作者在科研中长期得到中国工程院院士、中国农业科学院蔬菜花卉研究所方智远研究员的关怀和帮助,并在百忙之中为本书欣然作序,在此致以诚挚的谢忱!本书在编写过程中,大量引用和参考了吴定华、王鸣、徐鹤林、李树德、高振华、周永健、杜永臣、柴敏等研究人员的研究成果,作者的研究团队参加了不同时期的研究工作,在此对团队人员亦致以深深的谢意。同时在本书出版过程中得到中国农业出版社孟令洋编辑的鼎力支持,在此一并表示衷心感谢!

由于编著者水平所限,以及时间仓促,因此难免有叙述不清、表意不明,甚至是疏漏错误之处,恳请有关专家和读者给以批评指正。

编著者

2011年1月

[illegible]

第一章 番茄育种的概述	1
第一节 番茄的营养价值与用途	1
第二节 番茄的经济价值与科学价值	1
第三节 番茄的生产概况	3
第四节 我国番茄育种研究进展	7
第五节 国外番茄育种研究进展	14
主要参考文献	20
第二章 番茄的起源、进化与传播	26
第一节 番茄的起源	26
第二节 番茄的进化	26
第三节 番茄的传播	28
主要参考文献	31
第三章 番茄生物学特性	33
第一节 番茄的植物学特性与开花授粉习性	33
第二节 番茄生长发育周期	41
第三节 番茄生长发育对环境条件的要求	42
主要参考文献	43
第四章 番茄属的分类及基因连锁图谱	44
第一节 番茄属及其在茄科中的分类地位	44
第二节 番茄属的分类	44
第三节 番茄基因连锁图及基因目录	50
主要参考文献	65
第五章 番茄种质资源	66
第一节 世界番茄种质资源的分布	66



第二节 番茄种质资源的搜集、保存	68
第三节 番茄种质资源创新与利用	72
第四节 番茄属的物种及其茄属近缘物种	75
主要参考文献	81
第六章 番茄育种目标	82
第一节 不同类型番茄品种的育种目标	82
第二节 番茄主要性状的育种目标	84
主要参考文献	91
第七章 番茄引种与选择育种	92
第一节 番茄引种	92
第二节 番茄选择育种	94
主要参考文献	102
第八章 番茄杂交育种	103
第一节 杂交育种的发展和成就	103
第二节 有性杂交技术	106
第三节 杂交亲本的选择和选配	108
第四节 杂交后代的处理	110
第五节 杂交后代的株选方法及选择效果	114
第六节 回交育种	118
第七节 加速番茄育种进程	121
主要参考文献	122
第九章 番茄杂种优势育种	123
第一节 杂种优势及其表现	123
第二节 番茄杂种优势的估算方法	125
第三节 番茄杂种优势的理论	128
第四节 番茄杂种优势的预测和固定	132
第五节 番茄杂种一代遗传	134
第六节 番茄一代杂种选育程序	136
第七节 番茄雄性不育系的利用	143
主要参考文献	156
第十章 番茄远缘杂交育种	158
第一节 番茄远缘杂交育种的作用及应用价值	158
第二节 番茄远缘杂交后代的遗传特点	163



第三节 番茄远缘杂交的障碍与克服途径	167
第四节 番茄远缘杂种的鉴定和选择	193
第五节 番茄远缘杂交的展望	194
主要参考文献	195
第十一章 番茄诱变育种	197
第一节 番茄诱变育种的类型和方法	197
第二节 番茄突变体的选择和鉴定	203
第三节 诱变在番茄育种上的应用	204
主要参考文献	206
第十二章 番茄生物技术育种	208
第一节 番茄细胞组织培养技术	208
第二节 番茄分子标记辅助育种	213
第三节 番茄基因工程育种	220
主要参考文献	242
第十三章 番茄早熟性品种选育	248
第一节 番茄早熟性育种的意义与早熟性状构成	248
第二节 番茄早熟性遗传	249
第三节 番茄早熟性品种选育方法	252
主要参考文献	254
第十四章 番茄高产品种选育	255
第一节 番茄产量性状构成因素分析	255
第二节 与番茄产量相关性状的遗传	257
第三节 番茄高产育种技术要点	261
主要参考文献	263
第十五章 番茄抗病虫育种	264
第一节 番茄抗烟草花叶病毒病品种选育	264
第二节 番茄抗黄瓜花叶病毒病品种选育	272
第三节 番茄抗黄化曲叶病毒病品种选育	275
第四节 番茄抗叶霉病品种选育	285
第五节 番茄抗青枯病品种选育	289
第六节 番茄抗疮痂病品种选育	294
第七节 番茄抗根结线虫病品种选育	297
第八节 番茄抗晚疫病品种选育	300
第九节 番茄抗早疫病品种选育	305



第十节 番茄抗枯萎病品种选育	307
第十一节 番茄抗黄萎病品种选育	310
第十二节 番茄抗灰霉病品种选育	312
第十三节 番茄抗斑枯病品种选育	313
第十四节 番茄多抗性品种选育	315
第十五节 番茄抗虫品种选育	319
主要参考文献	326
第十六章 番茄抗逆育种	334
第一节 番茄耐低温性育种	334
第二节 番茄耐弱光性育种	341
第三节 番茄耐热性育种	345
第四节 番茄耐盐性育种	351
主要参考文献	353
第十七章 番茄品质育种	357
第一节 番茄品质育种意义与目标	357
第二节 番茄主要品质性状构成分析	358
第三节 番茄品质成分的测定方法	362
第四节 番茄品质性状的遗传、相关及配合力研究	366
第五节 番茄可溶性固形物和番茄红素的基因定位	379
第六节 番茄优质品种选育方法	382
主要参考文献	394
第十八章 番茄区域化试验及新品种授权认定	397
第一节 番茄新品种区域试验及审（认、鉴）定	397
第二节 番茄新品种授权认定	403
第十九章 番茄良种繁育与种子生产	454
第一节 番茄常规品种的采种技术	454
第二节 番茄杂交种子生产	461
第三节 番茄种子检验	478
第四节 番茄种子贮藏与加工	489
主要参考文献	496
第二十章 番茄优良品种	497
第一节 普通番茄	497
第二节 樱桃番茄	517
第三节 加工番茄	521

番茄育种的概述

.....[中 国 番 茄 育 种 学]

第一节 番茄的营养价值与用途

番茄果实中含有极丰富的营养,干物质含量占 4.3%~7.7%,其中糖分为 1.8%~5%,柠檬酸 0.15%~0.75%,蛋白质 0.7%~1.3%,纤维素 0.6%~1.6%,矿物质 0.5%~0.8%,果胶物质 1.3%~2.5%。

番茄果实还含有多种维生素,包括维生素 A、维生素 B₁、维生素 B₂,特别是维生素 C(抗坏血酸)每 100g 果实中一般含 20~25mg,高者甚至可达 40mg 以上。在番茄果实中还富含多种矿质元素,如钙、磷、钾、钠、镁等均为人体所需,一个成年人如能每天食用 100~150g 新鲜番茄,则能满足对维生素和矿物质的需要。

番茄由于营养丰富,风味可口,色泽鲜艳,又比一般水果价格低廉,是大众喜爱的水果蔬菜。番茄做菜,既可凉拌,又可炒食,更宜做汤,是一年四季皆受欢迎、不可缺少的主要果菜。番茄还可加工成番茄酱、去皮整番茄罐头、番茄沙司,也可加工成番茄汁或与胡萝卜及其他蔬菜汁配合成复合蔬菜汁,是国内外深受欢迎的营养饮料。番茄种子磨成粉末是重要的食品添加剂。近年来研究报道,番茄果实内所含的番茄红素能高效猝灭单线态氧及消除过氧自由基,具有很强的抗氧化能力,从而对预防和治疗多种癌症如宫颈癌(Peng 等,1998)、乳腺癌(Dorgan 等,1998)、皮肤癌(Rjbaya-Mercado 等,1997)、前列腺癌(Cjbuakei 等,1995)均有一定的作用。同时,多食番茄还有降血压、降胆固醇作用。综上所述,番茄是一种很好的保健蔬菜。

第二节 番茄的经济价值与科学价值

由于番茄具有营养丰富、适应性广、栽培容易、产量高、用途广等优点,虽然栽培历史不长,可以说是蔬菜大家庭中的一个新成员,作为世界性的农作物仅一百多年时间,但发展迅速,已广泛分布于世界各地,其年总产量除马铃薯外远远高于其他蔬菜,而且也高于花生、苹果、椰子和黑麦等其他重要经济作物,深受人们的喜爱,是世界上除马铃薯以外最主要的蔬菜种类,属全球产量最高的 30 种农作物之一,无论是北半球,还是南半球,无论是热带、温带,还是寒带,都已广泛种植。

根据 FAO 统计,1987 年世界番茄年总产量已达 6 136.3 万 t,约占世界蔬菜总产量



的 15%。据统计资料显示, 1990 年发达国家番茄种植面积为 657.63 千 hm^2 , 2005 年 822.52 千 hm^2 , 增加了约 25%; 发展中国家 1990 年面积为 1 786.08 千 hm^2 , 2005 年 3 680.87 千 hm^2 , 面积增加近 1 倍。1990 年发达国家产量为 65 871.6 kg/hm^2 , 2005 年 128 098.8 kg/hm^2 , 产量增加近 1 倍; 发展中国家 1990 年产量为 15 036.4 kg/hm^2 , 2005 年 23 455.2 kg/hm^2 , 产量增加 56% (表 1-1)。

表 1-1 发达国家与发展中国家番茄生产发展情况

年份	收获面积 (千 hm^2)		每公顷产量 (kg/hm^2)	
	发达国家	发展中国家	发达国家	发展中国家
1990	657.63	1 786.08	65 871.60	15 036.40
1991	630.72	1 784.69	67 026.90	15 761.00
1992	868.88	1 982.86	73 109.60	18 136.00
1993	858.26	2 066.04	71 314.70	18 299.90
1994	880.49	2 166.01	77 365.80	17 869.80
1995	921.16	2 242.44	80 858.50	18 867.90
1996	871.59	2 419.14	82 241.60	19 279.10
1997	821.61	2 460.18	80 326.40	19 655.40
1998	862.03	2 652.22	80 886.90	19 735.30
1999	916.53	2 883.21	92 779.90	20 710.60
2000	885.53	2 955.63	104 743.50	20 298.00
2001	869.53	2 967.24	104 741.70	21 206.90
2002	845.14	3 118.58	109 066.60	22 704.40
2003	840.36	3 277.81	122 598.30	23 082.00
2004	862.53	3 557.96	124 641.90	23 291.20
2005	822.52	3 680.87	128 098.80	23 455.20

资料来源: 联合国粮农组织统计数据库。

其产值按美国 1987 年生产的加工番茄来计算, 当年加工番茄产量 610 万 t, 生产者获益 3.8 亿美元左右。仅以此推算, 全世界番茄年产量将可使生产者获得 38 亿美元左右利益。

从市场消费角度来看, 根据联合国粮农组织的数据显示, 世界番茄的消费不断增加。1980 年的番茄消费量为 4 785 万 t, 1990 年世界番茄消费量达到 6 905 万 t, 2002 年世界番茄消费量为 10 119 万 t, 2002 年世界番茄消费量比 1980 年增长 1.11 倍, 比 1990 年增长近 0.47 倍。可以看出, 世界番茄的消费量是逐年扩大的。

目前, 发展中国家以消费鲜番茄为主, 消费量最大的是希腊, 年人均消费量 80 kg , 土耳其年人均消费 68 kg , 中国消费的 90% 以上是鲜番茄。美国、意大利等发达国家的番茄消费则是以番茄加工制品为主。据美国的一项统计, 1948—1983 年, 美国人平均年消耗的加工番茄量从 6 kg 上升到 8~10 kg , 增长了 50% 左右。2002 年, 美国年人均番茄加工制品消费量为 32 kg , 占消费的 80% 以上。人均年消费量最多的国家集中在欧洲, 2002—2003 年人均消费量为 12.9 kg , 番茄加工制品消费总量为 984 万 t。欧洲番茄加工制品消费量最大的国家是马耳他, 2002—2003 年度人均消费量为 55.61 kg 。



从上述数字不难看出番茄在世界农业经济和农产品市场中所占有的地位。

番茄不仅是一种重要的经济作物，在生命科学的研究领域中，也有其不可忽视的地位。据统计，1970—1989年，所发表的园艺学术论文中，蔬菜方面的论文约占29.03%，是所有园艺作物中最多的，而以番茄作为材料进行研究的论文，则占蔬菜类论文的27.97%，远远超过其他种类蔬菜的研究论文的数量。

番茄不仅是园艺科学中研究得较广泛和深入的蔬菜作物，而且也是遗传学、植物生理学、生物化学、病理学和生物工程等学科研究中的重要对象和试验材料。早在20世纪初，番茄已成为遗传学研究的对象，目前是少数几种具有完整的遗传学图谱及制作染色体图谱的植物之一，在经典的遗传连锁图谱上标有已确定的242个基因座位和328个基因；基因突变体1200种以上已被鉴别，有成套的各类三体，可用于染色体作图。番茄果实性状的遗传在数量遗传中占有一定的地位，其果重的几何累加方式和适度交换，至今仍是经典著作及教科书中的典型例子。随着近年来分子生物学领域的研究迅速发展，同工酶和DNA分子标记在基因组研究、遗传作图中越来越显示出它的优越性，而番茄也是首先用同工酶和DNA来充实遗传图谱的植物之一，除了经典的遗传图谱外，已发表了分子图谱(molecular map)。近年来，随着DNA多态性标记检测技术的发展，RFLP、RAPD、SSR、AFLP、STS和SNP、CAPS、ISSR等分子标记已使番茄实现了“饱满”的遗传连锁图谱。在分子作图上，番茄也是最早用分子标记对数量性状(特性)座位(QTL)进行作图的少数植物之一。目前为止，已经开发出来的分子标记超过2300个，为构建高密度的分子遗传图谱提供了重要保证。在高等植物基因工程技术中，番茄可以说已成为一种模式植物；在转基因植物中，延迟成熟的转基因番茄是目前少数成功地被允许投放市场的基因工程作物之一。

第三节 番茄的生产概况

一、世界番茄生产发展概况

目前，番茄已在全球范围内都有种植，从世界范围来看，番茄生产有以下特点：

(一) 世界番茄种植规模及生产总量不断扩大

如表1-2所示，自1994年以来，世界番茄种植面积及番茄总产量是逐年增加的。1994年世界番茄种植面积为316万 hm^2 ，总产量为8340万t；2000年番茄种植面积为399万 hm^2 ，总产量达10848万t；2004年番茄种植面积为453万 hm^2 ，总产量达12442万t。2004年世界番茄种植面积比1994年增长43.35%，总产量增长近49.18%。

表1-2 1994—2004年世界番茄种植面积及总产量 (单位：万 hm^2 、万t)

年份	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
项目											
种植面积	316	329	342	342	366	395	399	398	412	425	453
产量	8340	8772	9366	9002	9563	10868	10848	10661	11459	11675	12442

资料来源：联合国粮农组织统计数据库。



(二) 世界番茄生产区域比较广泛, 但主要生产区域比较集中

番茄的生产区域比较广泛, 全球各洲都有番茄的种植, 但栽培面积最大的是人口最为集中的亚洲和欧洲, 其次是北美洲。2004 年, 这三大洲的总产量占世界总产量的 82.02%。2004 年世界番茄的总产量为 12 442 万 t, 其中亚洲番茄产量为 6 141 万 t, 占世界总产量的 49.30%, 远远超出其他几个洲的番茄产量, 现已成为世界番茄生产的主要地区; 其次是欧洲, 2004 年番茄产量为 2 345 万 t, 占世界总产量的 18.85%, 位居第二; 北美和中美洲番茄产量居第三, 为 1 725 万 t, 占世界总产量的 13.87%; 其余各洲分别为非洲产量 1 492 万 t, 占世界总产量的 11.99%, 大洋洲为 57 万 t, 占世界总产量的 0.46%。

(三) 番茄生产向发展中国家转移, 亚洲发展中国家成为番茄生产的主要区域

1980 年世界番茄生产还是以发达国家为主导, 到 1990 年, 发达国家和发展中国家在番茄生产上大体相当, 2004 年发达国家的番茄产量占世界番茄生产的比重为 34.17%, 比 1980 年下降 22%, 世界番茄生产已向发展中国家转移 (表 1-3)。

表 1-3 1980—2004 年世界各大区域番茄产量占世界份额

(单位: %)

	1980	1985	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004
非洲	9.29	9.84	10.89	11.50	12.43	11.97	11.82	12.06	11.99
亚洲发达国家	2.04	1.75	1.69	1.43	1.13	1.08	1.02	1.00	1.02
亚洲发展中国家	25.32	27.24	30.67	37.85	44.02	45.32	47.09	47.36	46.10
欧盟 15 国	19.84	21.59	17.72	14.84	14.98	14.57	12.40	13.06	13.86
北美发达国家	13.71	12.88	15.2	14.17	11.30	10.01	11.50	9.63	10.99
大洋洲	0.49	0.51	0.54	0.55	0.47	0.61	0.45	0.39	0.46
发达国家	56.17	54.09	49.36	41.24	35.39	34.46	33.04	32.32	34.17
发展中国家	43.83	45.91	50.64	58.76	64.61	65.54	66.96	67.68	65.83

数据来源: 根据联合国粮农组织数据整理。

自 1980 年开始, 亚洲取代欧洲逐渐成为世界番茄的主要生产区, 其番茄生产能力不断增强, 到 2000 年亚洲的番茄产量已占世界总产量的一半以上。亚洲番茄生产以发展中国家为主, 2004 年亚洲发展中国家的番茄生产占全球番茄生产总量的 46% 以上, 而亚洲发达国家的番茄生产只占到了 1% 左右, 这表明以中国为首的亚洲发展中国家已成为世界番茄生产的主要力量, 而亚洲的发达国家如日本和以色列由于受资源的限制, 虽然生产水平很高, 但番茄的生产总量很小。

(四) 世界番茄生产水平不断提高, 但各区域的番茄生产水平差异很大

随着世界科学技术不断发展, 世界番茄生产水平不断提高, 但各地发展极不平衡, 存在较大差异。1980 年世界番茄平均单产为 19 412 kg/hm², 2004 年世界番茄平均产量达到 24 742 kg/hm², 增长 27.46%。相比较而言, 发达国家生产水平较高, 而发展中国家的生产水平较低, 以 2004 年为例, 北美洲的单产是非洲的 3.52 倍。平均单产较高的发达国家平均为 17.0 t/hm², 以色列露地单产记录为 80 t/hm², 保护地单产最高的荷兰达到 245 t/hm² (表 1-4)。



表 1-4 世界各区域番茄单产数据统计

(单位: kg/hm²)

年份	世界	非洲	亚洲	欧洲	北美洲	大洋洲	发达国家	发展中国家
1980	19 412	13 441	16 914	25 380	38 281	23 962	24 312	15 428
1985	21 680	15 433	17 022	33 270	44 178	29 233	29 260	16 610
1990	23 717	16 814	20 167	32 316	49 234	34 001	31 712	19 037
1995	24 049	17 992	21 548	24 246	54 979	35 409	29 919	21 139
2000	24 478	17 985	21 858	27 023	63 152	47 219	32 328	21 065
2001	24 137	18 205	21 546	27 038	56 525	52 434	31 300	21 545
2002	25 052	18 179	22 582	26 875	63 199	51 210	33 149	22 358
2003	24 765	18 431	22 312	28 295	57 276	48 835	32 367	22 267
2004	24 742	19 105	20 948	30 978	67 296	53 325	36 261	21 240

数据来源: 联合国粮农组织统计数据库。

二、中国番茄生产发展概况

(一) 番茄种植面积和产量

番茄在中国作为商品蔬菜栽培历史较短。20 世纪 20~30 年代只是国外传教士带来番茄种子在教堂周围作为自食性栽培或在高等农业院校的蔬菜品种园内引种试种, 40~50 年代各大城市郊区才有少量生产。但同样, 因番茄具营养丰富、适应性广等特点, 发展快, 至 70 年代已遍布全国, 南到海南, 北就黑龙江, 西自天山南北, 东到东海之滨, 甚至青藏高原及吐鲁番盆地都有栽培, 特别是各大城市郊区的专业化蔬菜基地。据农业部 1991 年的统计资料, 全国番茄栽培面积为 21.68 万 hm², 在蔬菜生产中占第 7 位, 占蔬菜面积的 6.5%; 年总产量为 837.62 万 t, 在蔬菜消费中居大白菜、黄瓜、甘蓝之后, 占第 4 位, 每公顷平均产量约 38 637kg。

中国的番茄生产发展较快, 1961 年我国番茄种植面积为 30 万 hm², 产量为 483 万 t, 到 2005 年我国番茄种植面积已达 145 万 hm², 总产量达 3 164 万 t, 番茄种植面积和产量分别比 1961 年增长 3.83 倍和 5.55 倍, 占世界番茄总产量的 25.3%。2000 年以后, 我国番茄产量突破 2 000 万 t, 迅速赶超美国, 一跃成为世界最大的番茄生产国。

(二) 番茄生产水平

从表 1-5 可以看出, 中国番茄产量虽然在 3 个国家中居第一, 但单产却最低。美国的单产位居第一, 平均单产在 60 501kg/hm² 左右, 意大利平均单产为 46 630kg/hm², 我国的平均单产则为 23 138kg/hm², 仅为美国单产的 38% 左右。由以上比较可以看出, 我国在番茄生产总量上虽占有较大优势, 但单产水平低, 表明我国的番茄生产水平与发达国家还存在较大差距。

表 1-5 2000—2005 年中、美、意三国番茄产量及单产对比

(单位: kg/hm²、万 t)

国家		2000	2001	2002	2003	2004	2005
中国	单产	23 135	23 251	24 336	24 627	21 638	21 844
	产量	2 232	2 412	2 715	2 884	3 014	3 164



(续)

国家		2000	2001	2002	2003	2004	2005
意大利	单产	49 514	47 500	42 445	45 916	47 744	46 663
	产量	754	653	575	665	768	719
美国	单产	62 337	55 789	62 481	56 357	66 350	59 692
	产量	1 156	1 000	1 238	1 052	1 287	1 104

数据来源：联合国粮农组织统计数据库。

(三) 我国番茄生产区域分布

从全国各地番茄生产来看，我国各省、自治区、直辖市都有番茄种植，但种植规模较大的省（自治区）主要集中在河南、山东、河北、新疆、江苏。如 2004 年五省、自治区的总种植面积占全国总种植面积的 48.54%（表 1-6）。其中，新疆的番茄生产主要用于番茄产品的加工，目前新疆已集中了我国 90% 左右加工番茄生产面积，成为我国加工番茄的重要生产基地。

表 1-6 2004 年全国各省、自治区、直辖市番茄播种面积 (单位：千 hm^2)

地区	面积	地区	面积	地区	面积
北京	6.9	安徽	30.9	四川	33.8
天津	9.7	福建	15.1	贵州	16
河北	81.5	江西	8.4	云南	10
山西	20.9	山东	92.1	西藏	0.2
内蒙古	8.8	河南	96.7	陕西	20.2
辽宁	27.2	湖北	43.9	甘肃	19.7
吉林	9.7	湖南	18.6	青海	0.6
黑龙江	12.7	广东	27.4	宁夏	6.4
上海	7	广西	37.7	新疆	81.2
江苏	47.8	海南	3.2	全国总计	822.6
浙江	14.3	重庆	14		

资料来源：中华人民共和国农业部编，中国农业统计资料（2004）。

(四) 番茄制品的主要生产区域

我国加工番茄生产区域主要集中于新疆、内蒙古、甘肃、宁夏、山西和黑龙江。新疆地处北纬 $37^{\circ}05'$ ~ $47^{\circ}55'$ 之间，光照强、昼夜温差大、气候干燥、沙质土地十分丰富，是番茄原料生产的最适宜地区，是世界三大番茄加工地区之一。2005—2008 年，番茄种植面积和产量分别由 49.41 千 hm^2 、360.72 万 t，增加到 75.56 千 hm^2 、619.56 万 t，年均分别增长 15.2% 和 19.8%。1984 年，新疆建成第一条番茄酱生产线。20 世纪 90 年代初，新疆番茄生产企业已经达到 30 多家，产量、出口量逐年增加，番茄加工成为新疆发展速度最快的产业之一。2007 年，新疆注册番茄加工企业为 53 家，较 2006 年增长 16.1%。中粮新疆屯河、新疆中基、新疆天业股份有限公司三大主营制品上市公司占新疆番茄酱总产量



的90%以上。其中,中粮新疆屯河股份有限公司番茄酱生产量名列全国第一,世界第二。2008年,新疆番茄酱出口量达50.5万t,约占全国出口量的70%以上,占世界贸易量的1/4。中国已成为继美国、意大利之后,世界第三大番茄酱生产国及出口国。

(五) 中国番茄对外贸易概况

改革开放30多年来,番茄产品贸易发展迅速。据联合国粮农组织有关数据显示,2004年中国番茄产品进出口贸易总量达53万t,贸易总值达24700万美元,与1994年的番茄进出口贸易总量8.1万t,贸易总值3700万美元相比,增长5.68倍。其中,出口额由3500万美元,增长到24000万美元,增长5.86倍;进口额由246万美元增长到453万美元,增长0.84倍。数据表明,中国番茄产品出口增长速度明显快于进口增长速度。

中国在番茄产品贸易上一直保持较大贸易顺差。1994年番茄产品进口值为246万美元,出口值为3517万美元,出口值是进口值的14倍,2000年后,这种状况有进一步扩大的趋势,2004年出口值是进口值的36倍之多。巨大的贸易顺差使番茄及其产品成为中国蔬菜出口中的主要创汇品种之一,也充分利用了中国丰富的劳动力资源,成为增加农民收入的途径之一。

第四节 我国番茄育种研究进展

一、我国番茄品种改良概况

国外番茄育种从19世纪60年代开始,最早纪录1865年,铁尔登氏从实生选择得到,并以铁尔登命名的番茄品种,也是美国最初的品种。我国番茄育种起步较晚,20世纪50年代,少数科研单位从国外引入番茄种质资源,开始从事番茄育种工作。在政府支持下,番茄育种发展非常快,至今,我国番茄品种更新2~3次。到目前为止,从事番茄研究单位以国有研究机构为主体,有20余个科研院所和高等院校从事番茄育种,育种队伍超过上百人。我国番茄品种改良大致经过五个阶段。

第一阶段,引种驯化阶段。20世纪50年代,我国先后从美国、苏联及东欧等国家引入一大批番茄品种,如卡德大红、粉红甜肉、早雀钻、真善美、乌特保、灯塔、格里波夫、迈球、橘黄嘉辰、阿尔巴捷耶夫等。1959年出版的《中国蔬菜优良品种》一书中记载的番茄品种共有48个,而在这48个品种中没有1个品种是我国育成的。

第二阶段,系统选育和杂交育种阶段。20世纪60年代至70年代初,中国农业科学院及分院、各省(自治区、直辖市)农业科学院和高等院校先后成立了蔬菜科研机构 and 园艺专业,开始积极开展番茄品种系统选育、杂交育种和试配杂交一代组合工作。1964年,我国主要农业科研教学单位共保存番茄种质材料1041份,利用这些材料选育出北字京、早粉2号、青岛早红、黑圆1号、黑圆2号、农大23、农大24、沈农2号、大黄1号等品种。

第三阶段,杂种一代选育与利用阶段。我国从70年代开始配制杂交一代组合,如早粉2号×加拿大8号、青岛早红×加拿大8号、浦红1号(北京早红×古巴402)等,尤其是在1978、1980年召开的两次杂种优势利用工作会议,推动了我国蔬菜杂种优势利用的发展。到目前为止,我国已选育优良杂种一代品种400余个,杂种一代覆盖率达80%~