

# 番茄抗冷研究进展与新疆加工番茄的抗冷育种

庞胜群<sup>1</sup>, 王祯丽<sup>2</sup>, 刘慧英<sup>1</sup>

(1. 新疆石河子大学园艺系, 832000; 2. 新疆兵团科技局, 830000)

**摘要:** 简述了国内外在番茄抗冷性方面的研究进展, 包括抗冷性鉴定方法和评价指标、植株体抗冷性产生的机理、抗冷基因及其遗传特性, 以及抗冷育种的现状。论述了抗冷育种在新疆加工番茄产业中的重要性以及发展前景。

**关键词:** 加工番茄; 抗冷; 育种

**中图分类号:** S641.2; S603.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2006)06-0041-02

番茄是喜温作物, 温度低于 10℃时, 生长发育受阻, 8℃时生长量增加迟缓, 5℃时生长完全停止<sup>[1]</sup>, 有的品种甚至表现出明显的冷害症状<sup>[2]</sup>。低温冷害造成的减产给番茄周年生产和市场供应都带来严重影响, 消除或者降低冷害的损失有两种途径, 一是改进栽培措施, 二是选用抗冷性强的品种。选用抗冷性强的品种省钱省力, 是解决低温冷害最直接有效的途径, 因此国内外番茄育种家都将抗冷性列为番茄育种的重要目标之一。抗冷育种研究在新疆加工番茄生产上也显得越来越重要。

## 1 国内外番茄抗冷研究进展

近年国内外在番茄抗冷研究方面取得了较大进展, 研究内容可归纳为以下几个方面。

### 1.1 番茄抗冷性鉴定方法的研究

抗冷性鉴定是番茄抗冷育种的重要环节, 可进行抗冷鉴定的方法有多种, 目前被认为可操作性及可靠性较好的主要有三种<sup>[3]</sup>: 1) 种子低温发芽试验。同一品种在 10~25℃范围内种子发芽率随着温度降低而下降, 不同品种发芽率之间存在明显差异; 由于不同番茄品种的胚根对低温的敏感度存在较大差异, 因而也可用种子发芽期低温对胚根生长的抑制程度来评价抗冷性, 方法是置种子于室温下发芽, 当胚根长度约 5 mm 时放入 3℃冰箱内低温处理 3 d, 然后测量胚根长度, 并与未经低温处理的胚根长度相比较, 计算出胚根生长抑制程度。抑制程度越小说明品种抗冷性越强。2) 幼苗抗冷性指数的评价。将 4~5 叶龄番茄幼苗在 2℃冰箱中处理 48 h 后, 对受

害程度进行分级和抗冷指数统计, 评价不同品种的抗冷性。研究表明, 抗冷性不同的品种抗冷指数存在较大差异, 经低温处理后抗冷品种仅少数植株发生冻害, 而冷敏感品种多数植株发生冻害。郑东虎等提出了冷敏感度的概念, 并认为冷敏感度是评价番茄苗期耐冷性的可靠指标之一<sup>[3]</sup>。3) 低温条件下生理生化指标的测定。Geme 等研究发现低温锻炼后番茄体内游离脂肪酸上升, 而且秘鲁番茄和多毛番茄游离脂肪酸和不饱和脂肪酸的含量较普通番茄高; 王孝宣等研究表明随着温度降低番茄体内 ABA 和可溶性糖含量增加, 且 8~12℃低温条件下 ABA 和可溶性糖含量与品种抗冷性之间存在显著正相关; Feuner 等发现抗低温特性较强与种子内 ABA 含量较高有关; Bloom 等发现在 5℃低温下处理 2 h 后冷敏感番茄根系对铵离子的吸收受到明显抑制, 而抗冷性番茄所受的影响较小; 王可玢等研究发现低温处理后, 冷敏感品种和抗冷品种叶片的叶绿素 a 荧光诱导动力学曲线的改变明显不同。

### 1.2 番茄抗冷性机理及遗传机理研究

抗冷品种在遇到 5℃低温胁迫后其细胞质和细胞核内  $\text{Ca}^{2+}$  水平在短时间内明显提高, 很快增强了膜结构的稳定性和细胞活力, 同时启动或调节相应抗寒基因的转录与表达, 迅速引发一系列生理生化反应, 如 POD、过氧化氢酶、水解酶等活性增强、ABA 等内源保护物质增加、可溶性糖含量提高等, 全面提高植株整体抗寒能力<sup>[4]</sup>。ABA 是抗寒基因表达的启动因子, 对植物抗寒力的调控起着重要作用; 水解酶活性增强, 淀粉的水解加速, 可溶性糖含量增加, 使细胞液浓度升高, 抗寒力增强。研究发现抗冷品种在低温胁迫条件下增加的  $\text{Ca}^{2+}$  在细胞内完成传导外界信号的特殊使命后又能恢复到初始的分布水平, 而冷敏感品种遇到低温胁迫后  $\text{Ca}^{2+}$  分布变化反应迟钝且异常聚集, 不但不能启动植株对低温的适应和调节活动, 反而加重了冷害的发生,  $\text{Ca}^{2+}$  也不能恢复如前。

郑东虎等研究表明, 对不同的番茄品种采用不同的鉴定方法得出的抗冷性次序是不同的, 认为广义的冷敏性不是由某一个原因造成的, 选用抗冷性鉴定方法和指标时应考虑供试材料、研究目标以及技术路线等因素<sup>[5]</sup>。

赵福宽等在 DNA 分子水平上研究了与番茄抗冷性相关



**第一作者简介:** 庞胜群, 女, 1970 年生, 助理研究员, 农学硕士, 一直从事加工番茄新品种的田间选育及育种技术研究, 做为主要育种人之一参加选育的加工番茄系列品种近 20 个其中有 5 个品种先后通过自治区品种审定委员会审(认)定, 2005

年调入石河子大学农学院园艺系, 承担蔬菜专业教学工作, 并继续从事加工番茄新品种的选育工作。

收稿日期: 2006-07-10

的 RAPD 分子标记及 DNA 特异片段的克隆。尽管 RAPD 标记具有不稳定性及重复性差的缺点,但其可对番茄抗冷育种过程中提高选择效率提供重要参考<sup>[9]</sup>。

番茄抗冷性是复杂的数量性状,受微效多基因控制,其性状表现易受环境条件影响。Foolad 等对番茄种子发芽期抗冷性遗传研究发现,发芽期抗冷性的遗传变异主要取决于加性效应,显性效应和上位性效应不明显;还发现在杂种的后代中对种子发芽期抗冷性进行选择有明显效果;营养生长期植株抗冷性也主要由加性效应决定。Kozlova 等认为番茄的抗冷性受核基因和细胞质基因控制,且与核质基因互作有关。林多等研究表明低温下番茄幼苗生长的遗传为不完全显性,回交效应显著,正反交差异不显著且加性效应更为重要,亲代与子代间存在极显著的正相关。

目前已用 RFLP 分子标记构建了番茄的基因连锁图<sup>[7]</sup>,有 3 个与番茄种子发芽期抗冷性相关的基因和另外 2 个抗冷性基因在连锁图上进行了明确定位。近年研究还发现番茄种子发芽期的抗冷性主要是由少数几个 QTL(数量性状位点)决定的。因此采用分子标记辅助选择对番茄抗冷性进行遗传改良可能是有效手段之一。

### 1.3 番茄抗冷研究成果的利用。

在对番茄抗冷性鉴定、抗冷机理以及抗冷选择和抗冷遗传等研究的基础上,国内外番茄育种家已经将研究成果应用于抗冷新品种的培育工作。

1.3.1 番茄抗冷种质资源的发掘保存 育种家利用多种抗冷鉴定方法进行研究,起源于高海拔地区的多毛番茄能忍受 0℃ 的夜间低温而不受害,类番茄茄材料比多毛番茄更耐低温,而普通栽培品种的耐低温性最差,大多为冷敏性品种<sup>[8]</sup>。同时也发现了栽培品种中广泛使用的少量抗冷品种,如 U82B 等。这些抗冷种质资源的发掘保存为培育抗冷新品种提供了广泛的遗传改良基础。

1.3.2 番茄抗冷资源的创新利用 采用传统的有性杂交方法试图将野生类型或者其他抗冷资源的抗冷基因导入栽培品种,由于导入抗冷目标基因时往往会带入一些不良性状,而通过表现型对抗冷性进行选择有明显效果,因而可以采用以抗冷类型为供体亲本、以栽培品种为轮回亲本进行连续回交的方法选育抗冷品种<sup>[9]</sup>,实现种质资源的创新利用,培育出具有预期抗冷性的栽培新品种。

1.3.3 结合现代生物技术培育抗冷新品种 将抗冷材料的细胞与普通番茄细胞用电融合的方法获得四倍体杂种,并借助电镜观察、同工酶和 PPD 鉴定杂种特性发现,大约 2/3 的供试细胞杂种植株能忍受 -1.3℃~5.3℃ 的低温胁迫。

转基因育种可以打破物种界限,克服基因连锁带来的不利,实现定向改良。据报道,育种家将比目鱼和美洲拟鲈的抗冻蛋白(AFP)基因导入普通栽培番茄品种后,受体抗冷性增强,所需有效积温降低 200℃,果实成熟提前 8 d。

## 2 新疆加工番茄抗冷育种前景展望

新疆是全国最大的番茄生产和加工基地,进入 21 世纪以来,全疆每年种植番茄约 7 万 hm<sup>2</sup>,产销量位居世界前三位,

是自治区和兵团确定的大力发展的红色产业之一,加工制品已成为新疆出口创汇的重要产品。

长期以来,由于缺乏抗冷、早熟的番茄栽培品种,造成原料上市晚且采供期短,加工企业生产线待机时间长,制品量增长受限,比较效益难以提高。有的种植者为实现提早成熟的目的,采用保护措施进行栽培,无形中增加了技术难度和生产成本且效益不显著。因此加工番茄抗冷育种已经关系到新疆红色产业的发展壮大,成为生产者、加工者乃至整个产业的迫切需求。

加工番茄抗冷育种有助于经济有效的实现生产中急需的五个目标:一是缩短生育期,提早原料上市时间,延长企业加工期,实现原料生产者和制品加工者双赢。二是有效降低早春低温造成的冷害损失,保证原料的产量和品质。三是扩大番茄种植区域,促进部分地区尤其是非宜棉区和次宜棉区农业种植结构的调整。四是部分冬小麦种植区或两季栽培制度区可以实现复种,提高单位面积效益。五是减少保护栽培措施中的投入,降低促成栽培风险,确保投资回报率稳定性。

目前新疆加工番茄抗冷育种应从以下几个方面开展工作:一是新疆做为全国最大及世界主要的加工番茄种植区,有丰富的加工番茄种质资源,应加快开展其抗冷性鉴定和分类,为将抗冷性状和冷敏品种的优异性状相结合做好基础准备。二是充分利用新疆多年积累的常规育种技术经验,将抗冷育种同优质、丰产、抗病育种一样纳入重要的育种目标,通过有性杂交和抗冷表型选择等手段培育抗冷新品种。三是将细胞杂交技术、基因工程等现代生物技术与传统育种方法有机结合起来,为培育抗冷新品种和品种抗冷性的遗传改良开辟新的途径。

随着国内外番茄抗冷育种理论和技术研究的进一步深入,新疆加工番茄抗冷育种工作也会从无到有、由浅入深,相信具有较强抗冷性的加工番茄新品种必将逐渐在新疆的红色产业中发挥重要作用。

### 参考文献:

- [1] 王孝宣,李树德,东惠茹,等.番茄品种耐寒性与 ABA 和可溶性糖含量的关系[J].园艺学报,1998,25(1):56-60.
- [2] 赵福宽,高遐虹,程继鸿.番茄抗冷育种研究进展[J].北京农学院学报,2002,17(4):96-99.
- [3] 郑东虎,王兴国,梁运江,等.番茄苗期耐寒性鉴定技术的研究[J].延边大学农学报,1999,21(3):163-167.
- [4] 雷江丽,杜永臣,朱德蔚,等.低温胁迫下不同耐冷性番茄品种幼叶细胞 Ca<sup>2+</sup> 分布变化的差异[J].园艺学报,2000,27(4):269-275.
- [5] 郑东虎,黄俊轩,王丽娟.番茄低温生态学的研究进展[J].北方园艺,2002,(3):36-37.
- [6] 赵福宽,杨瑞,林成,等.番茄耐冷性 RAPD 分子标记的筛选及特异片段的克隆[J].中央民族大学学报(自然科学版),2004,13(1):70-74.
- [7] 黄锡忠,寿森炎,廖乾生.转基因番茄研究进展[J].北方园艺,2001,3:29-31.
- [8] 赵福宽,高遐虹,程继鸿,等.番茄杂交及回交后代耐冷性分析[J].长江蔬菜,2001,(2):28-29.
- [9] 赵凌侠,李景富,许向阳,等.类番茄茄材料耐冷性的差异[J].园艺学报,2003,30(4):416-417.