

# 黄瓜耐冷性育种研究进展

卢淑雯

(黑龙江省农科院, 哈尔滨 150086)

**摘要:** 低温冷害是制约北方蔬菜发展的主要因素之一, 综述了黄瓜耐冷性育种机理以及育种技术的发展, 提出利用生物技术培育耐冷品种是解决黄瓜耐冷性的有效途径。

**关键词:** 黄瓜; 耐冷性; 育种

中图分类号: S 642.2      文献标识码: A      文章编号: 1002-2767(2007)06-0105-03

## Development of Study on Chilling Tolerance Breeding in Cucumber

LU Shu-wen

(Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

**Abstract:** Low temperature and chilling injury is the key factor to restrict development of vegetables in the North. The breeding theory of cucumber chilling tolerance and the development of breeding technology were summarized. The effective way to resolve cucumber chilling tolerance by bio-technology was provided.

**Key words:** cucumber; chilling tolerance; breeding

黄瓜(*Cucumis Sativus* L)是我国北方一种重要的喜温蔬菜, 在正常情况下, 黄瓜的生育界限温度为 10~30℃, 日温 25~30℃, 夜温 13~15℃, 10℃以下生理活动失调, 未经锻炼或温度骤降到 5~10℃就会出现冷害, 2~3℃植株就会死亡。在北方保护地生产中最大的障碍是品种耐冷性差, 生产成本低, 因此培育适于保护地生产的耐低温节能型品种是黄瓜育种工作的一个重要内容。近年来, 黄瓜耐冷性研究得到普遍关注, 从生态学、形态学、生理学及遗传学各个方面对黄瓜的耐冷性进行了广泛研究, 朱其杰<sup>[1]</sup>发现: 耐冷性不同的黄瓜品种不仅其花粉表面纹饰、气孔开张度、叶表面毛刺密度均有明显差异, 而且在生长发育各阶段的重要生理指标(发芽指数、根系活力、电解质泄漏率、膜质过氧化作用、蛋白质、叶绿素、光合与呼吸作用)也差异明显。这说明黄瓜耐低温育种是解决低温冷害的有效途径。针对国内外有关黄瓜耐低温遗传机制及育种途径的研究进行综述, 以期明确今后的研究方向。

### 1 黄瓜耐冷性遗传机制

#### 1.1 黄瓜耐冷性的遗传力分析

1.1.1 黄瓜种子低温发芽能力遗传分析 黄瓜耐冷性的遗传机理研究报道很少, 只对种子低温发芽能力及苗期耐冷性状的遗传力有少许研究。Nien-duis 发现 13℃低温下种子发芽率的遗传力是 0.17, Werher 报道 15℃低温种子发芽率的遗传力是 0.15~0.20<sup>[1]</sup>。纪颖彪等<sup>[2]</sup>研究表明黄瓜低温发芽能力的广义遗传力为 87%, 狭义遗传力为 31%, 说明该性状主要由非加性效应决定。顾兴芳等<sup>[3]</sup>认为低温下黄瓜相对发芽势、相对发芽指数和相对胚根长度的遗传符合加性—显性模型, 以显性效应为主, 各性状的 BSH 分别为 98.1%、96.9%和 98.6%, NSH 分别为 24.0%、28.6%和 37.9%, 控制各性状的显性基因可能为寡基因或寡基因组; 而低温下相对发芽率的遗传不符合加性—显性模型, 控制该性状显性基因的组数可能有两个, 并存在上位作用。

1.1.2 苗期耐冷性状的遗传 朱其杰<sup>[1]</sup>等研究发

收稿日期: 2007-10-14

基金项目: 黑龙江省自然科学基金资助项目(C200611)

作者简介: 卢淑雯(1968—), 女, 黑龙江省汤原县人, 硕士, 副研究员, 从事蔬菜研究及科研管理工作。E-mail: shuwenl@sina.com。

现黄瓜苗期耐冷性状(叶面积、全株干物重、冷害指数)的狭义遗传力高达 60%，耐冷性综合指数的狭义遗传力为 66%，加性基因效应占较大比重。Cai 等<sup>[4]</sup>认为黄瓜幼苗时期耐冷性的 BSH 为 93.61%，NSH 为 70.33%，主要由加性基因控制。朱其杰<sup>[1]</sup>等还由 4 个耐冷性状(叶面积、全株干重、冷害指数、低温发芽指数)导出了综合选择指数配合力的遗传参数估计，各指标的广义遗传力达 98% 以上，因此综合看黄瓜耐冷性以加性基因效应为主，显性基因效应也不容忽视。说明黄瓜耐冷性受环境影响很小，主要由基因型决定。

由此可见黄瓜低温发芽能力和幼苗的耐冷性可能是由不同的基因控制的，要准确鉴定黄瓜的耐冷性需要从两个方面综合考虑。

## 1.2 黄瓜耐冷性的配合力分析

### 1.2.1 黄瓜苗期植物性状耐冷性的配合力分析

李建吾等<sup>[5]</sup>在保护地低温弱光的条件下，用 6 个黄瓜亲本按 Griffing 方法配 15 个杂交组合，研究了黄瓜苗期子叶面积、真叶面积、株高、茎粗、下胚轴长、地下干重、地下鲜重、全株鲜重、下胚轴鲜重、叶干重、地上部鲜重共计 11 个苗期性状，均达到极显著差异；各性状的一般配合力(GCA)和特殊配合力(SCA)的方差均达到极显著水平，说明加性效应和显性效应对各性状的遗传起同等重要的作用。

朱其杰<sup>[1]</sup>研究表明，通过耐冷×耐冷的方法提高杂交一代的耐冷性，其效果是有限的，即使用耐冷性亲本回交一次对耐冷性提高也不大。冷敏×冷敏组合中，各指标均表现出较强的杂种优势，但其实际值未达到耐冷性水平而对耐冷性育种无实际意义。耐冷×冷敏组合中多数 F<sub>1</sub> 的耐冷性表现离中优势，个别有超亲优势。用耐冷性亲本回交一次，BC<sub>11</sub> 耐冷性提高不大；而冷敏型亲本回交一次，BC<sub>12</sub> 的耐冷性却显著降低。这说明通过不同生态型的亲本配组可显著提高子一代的耐冷性，但应该避免用冷敏型亲本回交。由此提出：育种中，在综合考虑抗病性、丰产性等性状的同时，只要保证亲本之一(一般为父本)的耐冷性较强，就有可能保证 F<sub>1</sub> 耐冷力强且具有优良的综合性状。

### 1.2.2 黄瓜苗期生理指标耐冷性的配合力分析

李建吾等<sup>[6]</sup>对低温弱光逆境条件下，黄瓜苗期叶片中丙二醛(MDA)含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性、叶绿素(Chl)含量、可溶性糖含量、电导率诸性状的配合力变化进行了深入研究。结果表明，组合(包括自交组合)间 5 个性状差异均达到显著水平，MDA 含量的 GCA 方差极显著，占总方差的 87.18%，其遗传以加性效应为主；可溶性糖含量和电导率的 GCA 方差达到显著水平，分别占总方差

的 62.15% 和 66.12%，其遗传以加性效应为主；SOD 活性和 Chl 含量的 SCA 方差和 GCA 方差均达到极显著水平，加性和非加性效应同等重要。

沈文云<sup>[7]</sup>在研究了低温对杂交一代黄瓜幼苗某些生理特性的影响后指出，耐冷性组合的双亲及 F<sub>1</sub> 叶片的电导值都较低，且 F<sub>1</sub> 低于双亲，耐冷性表现出超亲优势。不耐低温的组合中，亲本及 F<sub>1</sub> 都偏高，而且 F<sub>1</sub> 高于双亲，耐冷性无超亲优势。在对 MDA 的检测中，同样发现耐冷性组合具有超亲优势，而冷敏型组合没有。因此认为，虽然黄瓜 F<sub>1</sub> 在一些生理特性上与母本有一定关系，但是要获得具有超亲耐冷性的杂交种，双亲都必须耐低温。这与朱其杰<sup>[1]</sup>的结果有一定的出入，需要我们进一步鉴定。

## 2 黄瓜耐冷性育种研究

### 2.1 常规育种

采用传统的育种方法选育耐冷品种，曾经是有效提高黄瓜耐冷性的方法，而且在生产上已经发挥了一定的作用。我国“八五”期间提出的耐低温育种目标，并且育成了津绿 3 号、津优 20 和山农 5 号等一批耐低温的品种。但由于瓜类作物遗传变异小(3%~8%)<sup>[8]</sup>，黄瓜上很难获得与耐冷有关的突变体，而耐冷性又是数量性状，以加性效应和显性效应为主，因此以种内变异为基础的黄瓜育种难以取得根本性突破，迄今还没有获得十分理想的品种。

### 2.2 杂种优势育种

Chen 等<sup>[9]</sup>首次成功地实现了野生黄瓜(*C. hystrix*)(2n = 24)与栽培黄瓜(2n = 14)之间的远缘杂交，随后从野生种为母本的杂种体细胞变异中获得了有育性的双二倍体植株，定名为 *Cucumis hytivus* Chen et Kirkbride (2n = 4x = 38)<sup>[10]</sup>，这是黄瓜育种史上首次获得成功的杂交，拓宽了黄瓜的遗传基础，为利用野生种的优良耐低温性状提供了可能。由于亲本染色体组间功能的不协调，杂种一代的耐冷指数较高，而回交后代的耐冷指数则较低。这表明通过染色体工程将野生黄瓜中的耐冷基因导入栽培黄瓜，并对其后代进行选择，是培育耐冷性强的黄瓜品种的有效途径<sup>[11]</sup>。其后通过杂种优势利用研究，陆续育成一些保护地专用品种，其中也有部分较耐低温的杂交品种在生产中应用，李家旺等<sup>[12]</sup>利用辐射诱变和杂种优势相结合育成一代杂种津优 2 号，前期 10~13℃夜温及弱光条件下可正常生长，刘桂军<sup>[13]</sup>等育成越冬温室专用品种 202。之后天津黄瓜所相继育成津优 3 号、5 号、21、31 等系列耐低温黄瓜品种，辽宁、吉林、黑龙江三省也育成本地保护地专用耐低温品种，但耐冷性好的品种，综合性状较差，而且其耐冷性及综合性状均有待于进一步提高。

2.3 生物技术育种

生物技术是现代农业改良作物品种的关键技术之一,在农业生产中有着广泛的应用前景。“十五”期间,黄瓜育种研究首次被列入国家“863”项目,育种方法和技术得到了快速发展。广大科研工作者利用生物技术结合常规育种方法,创新了一大批含有优异基因的育种材料。生物技术在黄瓜遗传育种上的应用更加广泛,分子标记辅助育种、单倍体育种以及黄瓜基因工程改良取得了重要进展。

康国斌等<sup>[14]</sup>克隆了一个低温锻炼中特异表达的基因 *CCR18*,与拟南芥染色体 III BAC 库中的 *F14P3* 基因组序列具有 88% 的同源性,但是其具体的生物学功能还不清楚。逮明辉<sup>[15]</sup>经 15℃低温诱导,采用 cDNA—AFLP 技术从耐冷黄瓜品种长春密刺中分离了一条特异片段,命名为 *cctr132*,与赖氨酸脱羧酶密切相关。邓小燕等<sup>[16]</sup>将拟南芥冷诱导转录因子 *CBF3* 基因,与 *CaMV35S* 启动子和 *Nos* 终止子融合后构建成植物表达载体 *Phinp—35S—CBF3*。通过农杆菌介导转化黄瓜子叶,获得了具有卡那霉素抗性的黄瓜再生植株。

邵长文<sup>[17]</sup>将冷诱导启动子 *RD29A* 分别控制下的拟南芥菜 *CBF3* 冷调控转录因子基因和 *cor15a* 抗寒基因构建植物表达载体,分别构建成携有 *RD29A—cor15a—Tnos* 表达盒的植物表达载体 *pVCT2016* 和携有 *RD29A—cor15a—Tnos*、*RD29A—CBF3—Tnos* 串联双表达盒的植物表达载体 *pRD29A—CBF3*。通过农杆菌介导,导入黄瓜基因组,获得 2 株双基因表达的耐寒新材料,开辟了黄瓜耐寒转基因育种新途径,但对转基因植株及后代的耐寒性未作深入研究。

3 黄瓜耐寒性育种存在问题及发展方向

通过上述文献研究,我们发现黄瓜耐冷性育种机理研究,在低温发芽能力、苗期植物性状及生理指标等方面研究较多,但是对于黄瓜定植后遭遇低温冷害,植株遭受的生理损害及生长受抑,瓜条不膨大或膨大速度慢等具体指标的遗传却尚未见研究,而此类伤害是近年气候异常情况下的多发灾害。黄瓜苗期均在温室中生长,满足幼苗正常生长基本能保障,近年在生产中低温冷害多发于定植后,且损失巨大,无法弥补。因此黄瓜耐寒性育种应侧重于定植后植株伤害。

近 10 a,黄瓜的生物技术育种发展较快,对白粉病、霜霉病基因进行了分子标记;张海英<sup>[18]</sup>等构建了包含 9 个连锁组群,共有 234 个分子标记的连锁图谱;开展了黄瓜杂种纯度及品种指纹图谱分析研究;利用分子技术鉴定黄瓜病毒种类;“十五”期间,

研究建立了黄瓜高效遗传转化体系,并通过农杆菌介导将 *CMV—CP*、*CBF3*、*Cor15A*、*Chi*、*Glu*、*CTB/CS3*、*RS*、*t—PA* 等基因导入黄瓜基因组。

黄瓜转基因技术虽然发展较快,但还停留在研究阶段,与实际应用还有相当差距,今后尚需进一步研究。黄瓜的耐寒性是多基因控制的数量性状,而且在发芽期、苗期、成株期可能由不同基因控制,通过单一基因导入很难从根本上解决问题,因此应对不同时期耐寒控制基因做深入研究,借助分子标记,从耐寒诱导基因转化上切入,通过诱导基因的作用提高黄瓜不同生长期的耐寒性。

参考文献:

[ 1 ] 朱其杰. 黄瓜耐冷性鉴定指标及遗传规律研究[ C ] // 陈树德. 中国主要蔬菜抗病育种进展. 北京: 科学出版社, 1995: 457-462.

[ 2 ] 纪颖彪, 蔡洙湖, 朱其杰. 黄瓜种子低温发芽能力的配合力和遗传力分析[ J ]. 中国农业大学学报, 1997, 2(5): 109-114.

[ 3 ] 顾兴芳, 封林林, 张春震, 等. 黄瓜低温发芽能力遗传分析[ J ]. 中国蔬菜, 2002(3): 5-7.

[ 4 ] Cai Z H, Zhu Q J, Xu Y. Studies on inheritance of chilling tolerance in cucumber seedling stage[ J ]. Acta Hort, 1995, 402: 206-213.

[ 5 ] 李建吾, 毛光志, 余纪桂, 等. 保护地逆境黄瓜苗期性状配合力分析[ J ]. 河南农业科学, 2004(12): 56-59.

[ 6 ] 李健吾, 毛光志, 余纪桂, 等. 逆境苗期黄瓜叶片几个生理生化性状的配合力分析[ J ]. 河南农业大学学报, 2005, 39(1): 59-61.

[ 7 ] 沈文云, 侯锋, 吕淑珍. 低温对杂交一代黄瓜幼苗生理特性的影响[ J ]. 华北农学报, 1995, 10(1): 56-59.

[ 8 ] Staub J E, Fredric L, Marty T L. Electrophoretic variation in cross compatible wild diploid species of Cucumis[ J ]. Can J Bot, 1987, 65: 792-798.

[ 9 ] Chen J F, Staub J E, Tashiro Y, et al. Successful interspecific hybridization between Cucumis sativus L and Cucumis hystrix Chakr[ J ]. Euphytica, 1997, 96: 413-419.

[ 10 ] Chen J F, Kirkbride J H Jr. A new synthetic species of Cucumis (Cucurbitaceae) from interspecific hybridization and chromosome doubling[ J ]. Brittonia, 2000, 52: 315-319.

[ 11 ] 庄飞云, 陈劲枫, 钱春桃, 等. 甜瓜种间杂交新种及其后代对低温的适应性反应[ J ]. 南京农业大学学报, 2002, 5(2): 27-30.

[ 12 ] 李加旺, 孙仲魁, 张文珠. 日光温室冬春茬黄瓜新品种津优 2 号的选育[ J ]. 中国蔬菜, 1999(1): 28-30.

[ 13 ] 刘桂军, 王秀峰, 尚涛. 越冬温室黄瓜专用品种 202 号的选育[ J ]. 吉林蔬菜, 2007(2): 59-60.

[ 14 ] 康国斌, 许勇, 雍伟东, 等. 低温诱导的黄瓜 *CCR18* 基因的 cDNA 克隆及其表达特性分析[ J ]. 植物学报, 2001, 43(9): 955-959.

[ 15 ] 逮明辉. 黄瓜耐冷生理机制、分子标记及相关基因分离的研究[ D ]. 南京: 南京农业大学博士学位论文, 2005.

[ 16 ] 邓小燕, 张兴国, 井鑫, 等. 冷诱导转录因子基因 *CBF3* 转化黄瓜的研究[ J ]. 西南农业大学学报(自然科学版), 2004, 26(5): 603-605.

[ 17 ] 邵长文. 抗寒相关基因导入黄瓜的研究[ D ]. 雅安: 西南农业大学硕士学位论文, 2004.

[ 18 ] 张海英, 葛风伟, 王永健, 等. 黄瓜分子遗传图谱的构建[ J ]. 园艺学报, 2004, 31(5): 617-622.