

黄瓜种子低温发芽能力的配合力和遗传力分析

纪颖彪^①

(中国农科院蔬菜花卉研究所)

蔡洙湖

(北京市农业技术推广站)

朱其杰

(园艺系)

摘要 确定了评价不同生态型黄瓜品种低温发芽能力的适宜温度为 13℃。相关分析表明低温发芽能力与苗期耐冷性呈显著正相关。利用 8 个低温发芽能力不同的品种配制完全双列杂交组合 ($P^2=64$) 进行低温(13℃)发芽试验。对其结果按 Griffing 方法 I 进行配合力分析和遗传力估计,结果表明长春密刺、农大春刺、农大春光具有较高的一般配合力,CG×NCG 组合特殊配合力较强,多数组合正反交效应差异不显著。遗传分析表明低温发芽能力的广义遗传力为 87%,狭义遗传力为 31%,说明低温发芽能力主要由非加性效应决定,宜从优势育种角度利用低温发芽能力这一性状进行耐冷性品种的选育。

关键词 黄瓜; 低温发芽能力; 配合力; 遗传力

中图分类号 S642.2; Q346.1

Analysis of Combining Ability and Heritability for Low-Temperature Germination Ability in Cucumber

Ji Yingbiao

(Institute of Vegetables and Flowers, CAAS)

Cai Zhuhu

(Beijing Agricultural Technology Extension Station)

Zhu Qijie

(Dept. of Horticulture)

Abstract The suitable temperature(13℃) to evaluate low-temperature germination ability of different ecotype cucumber cultivars is determined. There's significant difference among eight cultivars for germination ability at 13℃. Low-temperature germination ability is positively correlated with cold-tolerance indexes of cucumber seedling. According to Griffing's method I, combining ability and heritability for low-temperature germination ability were analysed. The results reveals that general combining ability (G. C. A.) of Chunguang, Chunci and Mici cultivar is higher, special combining ability (S. C. A.) of NCG (non-cold germinable lines)×CG(cold germinable lines) is greater and reciprocal effects are low. Meanwhile, it is determined that the broad sense heritability is 87% and the narrow sense heritability is 31% for low-temperature germination ability.

Key words cucumber; low-temperature germination ability; combining ability; heritability

许多作物研究表明种子低温发芽能力(low-temperature germination ability)是一遗传

收稿日期: 1996-03-22

①纪颖彪,中国农科院蔬菜花卉研究所,北京 100081

性状,并且可作为逆境下田间出苗状况有效的预测指标^[1~4]。黄瓜是一种喜温蔬菜,其种子适宜的发芽温度是25~30℃,在低温下(13~17℃)种子的发芽率、发芽速度明显降低。但不同生态型品种的低温发芽能力有显著差异。国外从利用低温发芽能力提高逆境下田间出苗率这一角度对黄瓜低温发芽能力进行了一些研究^[5~8],但国内对这一性状的研究利用一直未受到重视。如能利用黄瓜低温发芽能力进行品种耐冷性的鉴定并且结合苗期表现,选育耐冷力强的品种必将推动黄瓜生态育种工作的进一步开展。本研究的目的在于选择评价黄瓜低温发芽能力的适宜温度、探讨低温发芽能力与苗期耐冷性的相关,并且进行配合力分析和遗传力估计,为今后利用低温发芽能力这一性状进行黄瓜耐冷性育种提供一些理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

试验于1992~1993年进行。选用8个不同生态型的黄瓜品种(系):农大春光(春光)、农大春刺(春刺)、农大夏光(夏光)、农大秋光(秋光)、农大冬光(冬光)、北京刺瓜(京刺)、长春密刺(密刺)、津研四号(津四)。1992年在北京农业大学科学园春大棚内利用以上8个品种作亲本(P1-春刺,P2-春光,P3-夏光,P4-秋光,P5-冬光,P6-京刺,P7-密刺,P8-津四),配制完全双列杂交组合,共64个。

1.2 方 法

1.2.1 低温发芽试验 首先对所选用的8个品种(系)进行正常温度下(28℃)的发芽试验,保证正常温度下所选材料发芽指数相同。然后每一品种取50粒,二次重复。放入培养皿中,每个培养皿中加吸水纸7层放置于自动调温的LRH~150G光照培养箱(黑暗条件)中,调节温度到11℃。用同样方法把以上品种分别放入调温到13℃和15℃的培养箱中。双列杂交后代的低温处理按上述方法置入13℃的培养箱中。逐日统计发芽粒数(当显露胚根即为发芽),至第15d。计算发芽指数(50粒) $Gi = \sum Gt / Dt$ [Gt ——在时间 t 日的发芽数, Dt ——相应的发芽日数]。

1.2.2 苗期耐冷性鉴定 将上述8个品种(系)(同一批材料)种植于白天22.5℃/夜间13.5℃的低温区,自然光强,光照时数每日平均8.5h。随机区组设计,重复3次,南北小区,每小区20株,株行距15cm×30cm,催芽直播,5叶期(长春密刺)时,测定植株生长量(叶面积,全株干物重)。同期,将8个品种(系)播于冷胁迫区,试验设计同上,仅在播种后10d开始进行白天22.8℃/夜间10.3℃的偏低温处理。在对照品种长春密刺达3.5叶期时,各供试材料间出现明显的冷害差异。冷害症状及分级标准为:5级——全株枯死,4级——叶缘枯死或严重萎焉,3级——生长量小、叶缘变褐、叶脉间黄化,2级——生长量小、叶色稍黄、叶身下垂,1级——生长量小、叶片肥厚坚挺、长势健壮。计算冷害指数= $[\sum(\text{次数} \times \text{级数}) / \text{调查株数} \times \text{最高级}] \times 100$,冷害指数愈小,表示耐冷性愈强。

1.2.3 相关分析 利用上面测定的低温发芽指数与苗期耐冷性鉴定指标(叶面积、干物重、冷害指数)进行相关分析,相关系数 $r = \text{CoV}_{x,y} / \sigma_x \cdot \sigma_y$,用Basic语言程序^[9]。

1.2.4 配合力分析和遗传力估计 按照Griffing方法I,用Basic语言程序,在CST微机上进行处理^[9]。

2 结果与分析

2.1 评价不同生态型黄瓜品种低温发芽能力适宜温度的确定

由表 1 知在 11℃ 下除春刺、密刺有一定的发芽外,其他均不发芽。在 15℃ 下,除春刺、密刺发芽指数较大,夏光不发芽外,其余两类不同生态型的品种(冬春型:京刺、冬光、春光,夏秋型:秋光、津四)发芽指数大致相同,这说明 11℃ 和 15℃ 不适于评价不同生态型品种的低温发芽能力。在 13℃ 时,方差分析表明不同生态型的品种的低温发芽能力差异极显著。以发芽指数表示的低温发芽能力多重比较结果是:春刺、密刺 > 冬光、春光、京刺 > 津四、秋光 > 夏光,基本上可分为二类:一类是低温发芽能力强的品种(cold-germinable, CG 品种),包括春刺、密刺、冬光、春光、京刺,另一类是低温发芽能力弱品种(noncold-germinable, NCG 品种),包括津四,秋光,夏光。总的趋势是耐冷性品种低温发芽能力大于冷敏性品种。因此 13℃ 可以作为评价不同生态型黄瓜品种低温发芽能力的适宜温度。

表 1 不同温度下不同生态型黄瓜品种低温发芽指数

温度 $t/^\circ\text{C}$	品 种							
	春刺	密刺	冬光	春光	京刺	津四	秋光	夏光
11	3.10	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	9.68	8.55	6.28	6.16	6.04	3.26	2.85	0.00
15	12.44	10.50	8.27	7.58	7.44	8.36	7.79	0.00

2.2 黄瓜低温发芽能力与苗期耐冷性相关分析

利用上述品种苗期耐冷性 3 个鉴定指标(X_1 -叶面积, X_2 -干物重, X_3 -冷害指数)与低温发芽指数进行相关分析(表 2),结果表明低温发芽指数与叶面积呈极显著正相关,与干物重呈显著正相关,与冷害指数呈极显著负相关,可见黄瓜低温发芽能力与苗期耐冷性呈显著正相关,表明低温发芽能力是黄瓜耐冷性的一个方面,可作为耐冷性的一个鉴定指标。

表 2 黄瓜低温发芽能力与苗期耐冷性鉴定指标的相关表

	X_1 叶面积	X_2 干物重	X_3 冷害指数	X_4 发芽指数
X_2	0.932**			
X_3	-0.921**	-0.888**		
X_4	0.802**	0.714*	-0.873**	1.000

* 表示 0.05 水平显著

** 表示 0.01 水平显著

2.3 黄瓜低温发芽能力的配合力分析

不同组合的低温发芽指数方差分析表明重复间差异不显著,组合间差异极显著,有必要进行配合力分析,结果见表 3。在固定模型和随机模型下,一般配合力方差和特殊配合力方差均达极显著水平,而且正反交效应方差也达显著水平。

2.3.1 亲本发芽指数的一般配合力效应值及其相互比较 由表 4 知,8 个亲本的低温发芽

指数一般配合力效应值差异显著,其中密刺、春刺、春光的一般配合力效应值最高,其次是津四、秋光,再次是冬光、京刺,最低的是夏光,这说明某些亲本本身的低温发芽能力与其低温发芽能力的一般配合力表现有所不同;津四、秋光虽然它们本身的低温发芽能力较弱,但其一般配合力却较高,与它们配组的组合低温发芽能力较强;冬光和京刺虽然它们本身低温发芽能力较强,但其一般配合力却相对较低。而另一些亲本这两方面是一致的,密刺、春刺、春光其本身低温发芽能力强,其一般配合力也很高,夏光的低温发芽能力极弱,其一般配合力也很弱。因此进行亲本的选择与选配时,不仅要考虑其自身的低温发芽能力,而且要考虑其一般配合力的大小。

表3 配合力方差分析表

来源	自由度	平方和	方差	F 值	
				固定模型	随机模型
一般配合力	7	169.76	24.2	55.77**	3.40**
特殊配合力	28	203.63	7.87	16.72**	8.36**
正反交效应	28	61.76	2.21	5.07*	
误差	63		0.44		

* 表示 0.05 水平显著

** 表示 0.01 水平显著

表4 一般配合力效应值及其相互比较

亲本	一般配合力效应值	显著性	
密刺	1.3805	a	A
春刺	0.9249	ab	AB
春光	0.8805	b	AB
津四	0.6330	b	B
秋光	-0.161	c	C
冬光	-0.625	d	C
京刺	-0.625	d	C
夏光	-2.427	e	D

注:小写字母表示 0.05 显著水平

大写字母表示 0.01 显著水平

2.3.2 组合的特殊配合力效应值及其相互比较 由表5知除 P2×P5(春光×冬光), P5×P7(冬光×密刺), P6×P7(京刺×密刺) 3个组合特殊配合力效应值为正值外,其余 CG(低温发芽能力强的品种, cold-germinable lines)×CG 组合的特殊配合力效应值均为负值,但从其发芽指数的绝对值看,仍然表现一定的离中优势,部分组合还表现超高亲优势,仍可选择出低温发芽能力强的组合。CG×NCG(低温发芽能力弱的品种, noncold-germinable lines)的组合普遍表现较大的特殊配合力效应值,如 P4×P7(秋光×密刺), P1×P4(春刺×秋光),这说明不同生态型低温发芽能力不同的亲本配组表现较高的特殊配合力,特殊配合力由显性基因效应决定,宜通过杂种优势利用这部分效应。

2.3.3 正反交效应分析 虽然配合力方差分析表明正反交效应方差达显著水平,但从表5知,绝大多数组合的正反交效应未达到显著水平,这说明黄瓜种子低温发芽能力组合间的正反交效应并不是很大,母性遗传效应微弱。因此,在今后制定双列杂交试验,进行低温发芽能力配合力分析时,可不必采用完全双列杂交,而可采用 Griffing 方法 II,只选用亲本自交及其 F₁ 代正交组合,这样可以显著减少配制正反交组合时耗费的人力、物力,减少工作量,同时可取得好的效果。

2.3.4 亲本特殊配合力方差估计 亲本特殊配合力方差值的大小,反映各亲本性状传递能力的整齐性。亲本特殊配合力方差值愈小,其向子代传递性状的整齐性愈大。各亲本整齐性大小关系为:春刺>津四>京刺>春光>冬光>夏光>秋光>密刺。春刺、津四一般配合力较高,它们向子代传递的整齐性也较大,如果要获得低温发芽能力较强而又较稳定的后代,

宜选用春刺,津四为亲本。密刺虽然它向子代传递的整齐性较差,但由于它的一般配合力较高,它与其他亲本组配的后代中可选择出低温发芽能力特别强的组合,因此如要获得发芽能力特别高的组合应选用密刺为亲本。

2.4 黄瓜低温发芽能力的遗传力估计

按 Griffing 方法 I 随机模型估计黄瓜低温发芽能力(以发芽指数表示)的遗传力。在随机模型下, σ_a^2 (加性方差) = $2\sigma_g^2$ (一般配合力方差) = $2 \times 0.995 = 1.99$, σ_d^2 (显性方差) = σ_g^2 (特殊配合力方差) = 3.86 , σ_e^2 (遗传方差) = σ_a^2 (加性方差) + σ_d^2 (显性方差) = $2\sigma_g^2 + \sigma_g^2 = 5.85$ 。 σ_p^2 (表型方差) = $\sigma_g^2 + \sigma_e^2$ (误差) = $5.85 + 0.88 = 6.73$, 广义遗传力 $h_B^2 = \text{遗传方差} / \text{表型方差} = (2\sigma_g^2 + \sigma_d^2) / \sigma_p^2$, 狭义遗传力 $h_N^2 = \text{加性方差} / \text{表型方差} = 2\sigma_g^2 / \sigma_p^2$ 。根据以上公式得出黄瓜低温发芽能力的广义遗传力(即遗传决定度)达 87%, 说明低温发芽能力受环境的影响较小, 主要由遗传因素决定。其狭义遗传力为 31%, 说明黄瓜低温发芽能力主要由基因的非加性效应决定, 基因加性效应所占比重较小, 因此宜通过优势育种利用这一效应。

表5 组合特殊配合力效应值及其正反交效应值

组合	S. C. A. 效应值	显著性	正反交效应值	
P1×P2	-0.459 3	c	C	0.649 9
P1×P3	1.249 7	b	B	-0.65
P1×P4	1.849 4	b	B	-1.067 5
P1×P5	-0.062 1	c	C	-0.56
P1×P6	-0.538 6	c	C	0.105
P1×P7	-0.229 3	c	C	-0.325
P1×P8	0.857 0	b	BC	-1.047 5
P2×P3	1.842 2	b	B	-0.389 9
P2×P4	1.361 3	b	B	-0.314 9
P2×P5	1.154 7	b	B	-1.052 5
P2×P6	-0.481 8	c	C	-0.832 5
P2×P7	-2.224 9	d	D	0.550 0
P2×P8	1.402 6	b	B	0.034 9
P3×P4	-1.656 5	d	D	2.700 0**
P3×P5	2.371 9	b	B	-1.152 5
P3×P6	0.057 9	c	BC	-1.34*
P3×P7	-2.960 2	de	DE	-1.612 5*
P3×P8	0.737 3	b	B	1.767 5**
P4×P5	-3.268 9	e	E	-1.142 5
P4×P6	-0.228 0	c	C	-0.190 0
P4×P7	4.176 3	a	A	0.550 0
P4×P8	0.728 8	b	B	0.650 0
P5×P6	-1.839 6	d	D	0.400 0
P5×P7	0.402 2	bc	C	-0.815 0
P5×P8	0.242 1	c	C	0.617 5
P6×P7	1.053 2	b	B	2.262 5**
P6×P8	1.185 7	b	B	-0.612 5
P7×P8	1.487 6	b	B	-0.324 9

注:小写字母表示 0.05 显著水平,大写字母表示 0.01 显著水平

* 表示 $P=0.05$ 显著水平, ** 表示 $P=0.01$ 显著水平

3 讨论

进行黄瓜品种的耐冷性鉴定是黄

瓜耐冷性育种的一个重要方面。人们也提出了一些耐冷性鉴定指标,如低温下叶片的电导度值、生长量参数(叶面积、干物重)、表观光合及呼吸速率以及同工酶标记等。但这些指标多数由于仪器和环境条件等诸因素限制,在实际应用中有一定困难。本研究证实黄瓜种子低温发芽能力与苗期耐冷性呈显著正相关,所以可利用低温发芽能力进行耐冷性鉴定。由于评价低温发芽能力的方法快速、简单并且可同时鉴定大批材料,因此很有实用意义。

Nienhuis & Lower 以半同胞家系(half-sibs)为基础估算在 13℃ 下低温发芽率的狭义遗传力为 0.17^[6], Wenner 以亲子回归法估算 15℃ 下低温发芽率的狭义遗传力为 0.15~0.20^[8], Wenner 在 17℃ 以半同胞家系为基础估算的 3 个低温发芽参数(实际发芽天数,

50%发芽的天数发芽,发芽百分率)的狭义遗传力分别为 0.64, 0.41 和 0.47^[10]。本研究按 Griffing 方法 I 估算 13℃ 下低温发芽指数的狭义遗传力为 0.31。可见不同温度下黄瓜种子低温发芽能力的狭义遗传力不同。但综合看,黄瓜种子低温发芽能力狭义遗传力较低,主要由基因的非加性效应决定。

不同生态型的品种低温发芽能力在遗传上具有很大的差异,这一点是不容置疑的。但在评价不同的品种低温发芽能力时,应注意的一个问题是种子活力对低温发芽能力的影响。种子成熟度,种子年龄,处理过程,种子生产环境和贮藏条件都影响种子对低温的反应^[7,8]。因此在评价不同品种的低温发芽能力时应考虑种子活力的因素,建议采用本研究所用的方法,首先在正常温度下(28℃)下对所选用的材料进行种子活力测定,选用种子活力基本相同的材料,然后进行低温发芽试验,这样可以有效地克服种子活力的影响。

参 考 文 献

- 1 Heyarly T W. A relation between field emergence and lab germination in carrots. *J Hort Sci*, 1971, 46: 299~302
- 2 Hutton M G. Genetics and physiology of cold tolerance in muskmelon (*Cucumis melo* L.). Ph D Diss, Univ of New Hampshire. Durham, 1988
- 3 Kallo. Vegetable breeding. Florida: CRC Press, 1988, 2: 176~179
- 4 Neal P N. Breeding of corn for tolerance to cold. Proc In Ann hybrid corn ind Res Conf, 1949, 4: 68~78
- 5 Lower R L. Measurement and selection for cold tolerance in cucumber. *Pickle Pak Sci*, 1975, 4: 8~11
- 6 Nienhuis J, lower R L. The effects of fermentation and storage time on germination of cucumber seeds at optional and suboptional temperature. *Cucurbit Genet Coop Rpt*, 1981, 4: 13~16
- 7 Wehner T C. Screening for low-temperature germination ability in cucumber. *Hortscience*, 1981, 16 (3): 379
- 8 Wehner T C. Genetic variation for low-temperature germination ability in cucumber. *Cucurbit Genet Coop Rpt*, 1982, 5: 16~17
- 9 黄金龙等. 电子计算机在遗传育种中的应用. 北京: 农业出版社, 1991
- 10 Wehner T C. Estimates of heritabilities and variance component for low-temperature germination ability in cucumber. *J Amer Soc Hort Sci*, 1984, 109(5): 664~666