

春黄瓜强优势早熟杂交组合亲本系的特征及早期产量预测

齐永涛*

崔鸿文

(北京蔬菜研究中心, 北京 100091)

(西北农业大学园艺系, 杨陵 712100)

摘 要

杂交组合是否具有强早熟杂种优势, 在很大程度上取决于双亲的结构特征。亲本越晚熟, F_1 越易产生早熟超均优势, 随着亲本熟性逐渐提早, F_1 早熟超均优势削弱, 超过某一极限则导致负向优势。但早熟超均优势与其亲本早期产量呈极显著正相关, 与双亲差值呈负相关。此外, 次级性状也存在类似现象, 客观上存在优势转折的极限。总之, 强早熟优势组合亲本系应具有如下特征: ①早期产量高, 采瓜数多; ②早期主蔓雌花数多; ③早期主蔓座果率高; ④瓜条发育速度快; ⑤无效分枝少; ⑥早期叶面积小; ⑦在营养生长正常的基础上初花期叶片数少; ⑧开花期早; ⑨第一雌花节位低。亲本系与 F_1 显著的相关为预测 F_1 早熟性奠定了基础。采用多元回归法, 由13个性状的双亲均值预测 F_1 早期产量, 多元决定系数高达98.34%, 具有很高的准确性。多元逐步回归将参与预测的自变量减少到6个性状, 多元决定系数达86.01%。

关键词 黄瓜 早熟杂种优势 亲本特征 预测

黄瓜早熟、丰产杂种优势国内外均有较多的报道[1, 2, 7, 8], 但在早熟杂种优势利用中, 如何高效率地培育亲本自交系及合理选配亲本, 理论上缺乏总结和探讨。培育强优势组合的亲本自交系, 是杂优利用的重要环节, 产生强优势组合的自交系是否有其特有的特征特性? 如果存在, 这种特征是什么? 它是否能够很大程度地决定 F_1 的早熟性? 这些问题的分析会使自交系的选择有明确的目标性及方向性, 也会对亲本系的合理选配提供依据, 建立起由亲本准确预测 F_1 产量的预测系统, 极大地提高早熟杂种优势利用的效率。

材料和方法

试验于1987~1989年在西北农业大学蔬菜试验站进行, 选用四个母本自交系: 粤82、津

4-3-1、西农58-5、7742;四个父本自交系:长密-1、章球M、平利M、黑235及由它们按照不完全双列杂交设计配制的16个杂种一代为材料。春地膜覆盖栽培。

田间采用随机区组设计,三次重复。每小区30株,株行距为1.33m×0.23m。

每小区随机取10株定株观测性状。为了便于分析,将观测的14个农艺性状分别用 $x_1 \sim x_{14}$ 表示:单株早期产量(x_1),单株早期采瓜数(x_2),早期主蔓座果率(x_3),早期主蔓雌花节率(x_4),早期主蔓雌花数(x_5),早期商品瓜日增重克数(x_6),总分枝数(x_7),早期有效分枝数(x_8),早期无效分枝数(x_9),早期单株叶面积(x_{10})(指早期产量结束时植株叶面积),开花时植株叶片数(x_{11}),播种至第一雄花开放所需日数(x_{12}),播种至第一雌花开放所需日数(x_{13})及第一雌花节位(x_{14})。

以全国早熟育种所采用的对照品种“长春密刺”为计算超标优势时的标准品种。

利用普通多元回归预测 F_1 的早期产量,进而采用多元逐步回归分析构造预测方程,标准多元决定系数 $R^2 \geq 80\%$ 。所有运算均在ANALYST软件包上进行。

结果与分析

一、杂种一代性状表现与双亲的相关性

1. 同一性状 F_1 优势表现与双亲的相关 杂交组合亲本最直接的特征就是性状双亲均值与双亲差值。表1分析了这种特征与 F_1 优势的相关,结果表明:任何一个性状的 双亲特征与该性状在 F_1 中不同优势指标的相关,无论在大小、方向上都是有差异的。相对而言,超均优势及超亲优势表现相近,但超标优势的相关在大小、方向上都表现了与前者有很大的差异(见表1)。

表1 同一性状杂一代优势表现与亲本系的相关

性 状	超 均 优 势		超 亲 优 势		超 标 优 势	
	双亲均值	双亲差值	双亲均值	双亲差值	双亲均值	双亲差值
x_1	-0.831**	0.347	-0.174	-0.473*	0.693**	-0.286
x_2	-0.461	0.028	-0.308	-0.628**	0.776**	-0.183
x_3	-0.967**	0.810**	-0.524*	-0.003	-0.326	0.150
x_4	-0.529*	0.056	0.091	-0.610**	0.751**	-0.027
x_5	-0.543*	0.046	-0.102	-0.424	0.737**	0.053
x_6	-0.886**	0.821**	-0.395	0.184	0.193	-0.134
x_7	-0.538*	-0.685**	-0.380	-0.713**	0.670**	-0.047
x_8	-0.595**	-0.604**	-0.582*	-0.615**	-0.083	-0.001
x_9	-0.407	-0.628**	-0.478*	-0.676**	0.529**	-0.029
x_{10}	-0.285	-0.376	-0.168	-0.172	0.613**	-0.080
x_{11}	-0.739**	-0.801**	-0.824**	-0.836**	0.699**	0.474*
x_{12}	-0.477*	-0.429	-0.551*	-0.740**	0.856**	0.368
x_{13}	-0.647**	-0.524*	-0.653**	-0.815**	0.828**	0.369
x_{14}	-0.616**	-0.677**	-0.700**	-0.781**	0.724**	0.424

分析早期产量的亲子相关, F_1 超均优势与双亲均值呈极显著负相关, 与双亲差值具一定程度正相关, 表明 F_1 早期产量是否能高于双亲均值取决于两个方面: ①亲本系的熟性: 亲本系越晚熟, F_1 早期产量越易超越双亲均值, 随着亲本熟性逐渐提早, 其 F_1 早熟性越难超过双亲。这里存在一个极限值, 当双亲早期产量均值大于该极值时, F_1 不会具有早熟超均优势, 若利用早熟杂种优势, 这时杂一代没有任何利用价值。当然, 在不同组合中这个极值会有一定变异范围。②双亲熟性差异: F_1 早期产量超均优势与双亲差值表现一定程度的负相关, 故亲本系熟性差异越大, 越有利于产生 F_1 超均优势。

超标优势与超均优势表现完全不同 ① F_1 早熟超标优势与双亲均值具极显著的正相关, 为了追求早熟超标优势, 必须提高亲本早熟性。当然, 超过一定极限时, F_1 反而比亲本晚熟, 这时可直接利用自交系。②与双亲差值有一定程度的负相关, 但不显著。也在某种程度上说明, 要使 F_1 具有强早熟超标优势, 既要保证亲本良好的早熟性, 也应一定程度地缩小双亲的熟性差异。

早期产量次级构成性状 ①早期采瓜数的超标优势与早期产量表现出类似的结果。②早期主蔓雌花数及雌花节率也具有同样的特点, 所不同的是这两个性状超均、超标优势与双亲差值几乎没有相关。③亲本分枝越多, F_1 分枝数越不易超过双亲均值, 如亲本分枝少, 则 F_1 又往往多于双亲均值。另外, F_1 分枝表现与双亲差值关系密切, 双亲分枝性差异越大, F_1 越不易产生分枝超均优势。然而, 超标优势与超均优势表现不同, 早期有效分枝能否在 F_1 中产生超标优势, 与双亲几乎无关, 但总分枝及早期无效分枝数其 F_1 超标优势与双亲均值表现出极显著的正相关, 故为了保证 F_1 没有或少有无效分枝, 亲本应分枝少。④双亲开花晚, 第一雌花节位高, 开花时叶片数多, 则 F_1 往往比其双亲开花早, 雌花节位低, 且开花时叶片少。但随着亲本系花期的提早、节位的降低以及开花时叶片数的减少, 其 F_1 也就难以比双亲开花更早, 雌花节位更低及开花时叶片更少。这里同样存在一个极限问题。另外, 配组的双亲在这些性状上差异越大, 就越易得到具比双亲均值花期更早及雌花节位更低的 F_1 。但这四个性状超标优势与双亲均值呈极显著正相关。故为了寻求这四个性状的负向超标优势, 改善 F_1 早熟性, 亲本系必须具备开花早、雌花节位低、开花时叶片数少的特点, 并且应保证双亲在这些性状上不应有太大的差异。

2. 极限值的粗略估计 上述分析已涉及到早期产量等性状存在一个极值问题。当双亲均值超过这一极限时, 其 F_1 就不能产生所期望的那种正向或负向的超均优势。为此, 利用回归分析法, 可粗略地对这一极限值进行估计。

从表 2 的结果看出, 在本试验的范围内得出如下结论: 当双亲的早期产量大于 0.395 公斤/株, 早期主蔓座果率、雌花节率、雌花数分别大于 73.385%、30.021% 及 2.594 个, 果实增重克数大于 16.790 克/日, 早期有效分枝数大于 0.153 个, 所对应的杂种一代不会产生上述性状的正向超均优势。

当双亲的总分枝数、开花时叶片数、播种到第一雄花、第一雌花开放日数、第一雌花节位的双亲均值依次分别小于 2.915 个、6.989 个、38.779 天、43.805 天及 2.474 节时, 其所对应的 F_1 不会产生各性状负向超均优势。

以上极限值为本试验所得出的初步结论, 尽管极限值会受到试材、取样、试验地点、年

表2 各性状 F_1 超均优势(Y)与双亲均值(x)的回归及极限值的估计

性 状	回归截矩 (a)	回归系数 (b)	极限值 (即 $x_y = 0$)
x_1 (公斤)	183.25	-436.51**	0.395
x_3 (%)	294.65	-4.02**	73.385
x_4 (%)	81.33	-2.71*	30.021
x_5 (个)	68.12	-26.26**	2.594
x_6 (克/日)	257.30	-15.33*	16.790
x_7 (个)	46.29	-15.83*	2.915
x_8 (个)	4714.29	-30774.67**	0.153
x_{11} (个)	22.67	-3.25**	6.989
x_{12} (日)	19.07	-0.49*	38.779
x_{13} (日)	27.08	-0.62**	43.805
x_{14} (节)	9.88	-3.99**	2.474

份等因素的影响,但这种趋势具有普遍性。

二、早熟强优势组合亲本系的特征

分析杂交组合诸性状的优势强弱与亲本系相应性状的相关,特别是杂一代早期产量优势与双亲诸性状,对深刻认识强早熟优势组合亲本系的特征特性具有重要意义(见表3)。

表3 杂种 F_1 早期产量超标优势与双亲诸性状的相关

性 状	双 亲 特 征	
	双亲均值 相关系数	双亲差值 相关系数
x_1	0.693**	-0.286
x_2	0.605**	-0.236
x_3	0.656**	-0.362
x_4	0.528**	-0.281
x_5	0.597**	-0.193
x_6	0.473**	-0.377
x_7	-0.708**	-0.303
x_8	-0.189	0.300
x_9	-0.695**	-0.345
x_{10}	-0.582*	-0.013
x_{11}	-0.579*	-0.386
x_{12}	-0.548*	-0.227
x_{13}	-0.670**	-0.330
x_{14}	-0.626**	-0.464

表3说明,除早期有效分枝外,诸性状双亲均值与 F_1 早期产量超标优势均存在显著或极显著相关,相比之下,没有一个个性状的双亲差值与 F_1 早期产量超标优势存在显著相关。因

此,在选择选配自交系时,必须重视双亲所达到的平均水平,而它们的差值大小则是次要的。

若性状双亲均值与 F_1 早期产量超标优势达显著相关而差值无显著相关时,要获取强早熟优势组合,必须重视自交系本身性状的表现。试验结果表明,必须选用早期产量高、采瓜多、早期主蔓座果率及雌花节率高、果实发育速度快的自交系作亲本,而且在配组时,双亲的相应性状不应有太大的差异。此外,还应使亲本系具备分枝少、叶面积小、开花时叶片数较少、开花期早及第一雌花节位低的特征。同样,在配组时双亲在这些性状上也不应有太大的差距。

从图1和图2可明显地看出上述规律。

图1中,多数组合第一雌花节位的双亲均值与 F_1 早期产量超标优势具有明显地反向变化规律,只有第9个组合(长春密刺-1×西农58-5)具有特殊性。图2中第一雌花节位的双亲差值与 F_1 早期产量超标优势变化也表现异向性,但第9、第13及第16个组合表现出不同的规律。这里存在的较多特殊组合是导致双亲差值与 F_1 相关不显著的原因之一。其它性状也存在类似现象,故在选配亲本时,必须考虑到特殊性的存在,即双亲差值大不一定是都不利的。

综上所述,早熟强优势组合亲本系要具备以下相应的特征:①具有优良早熟性,

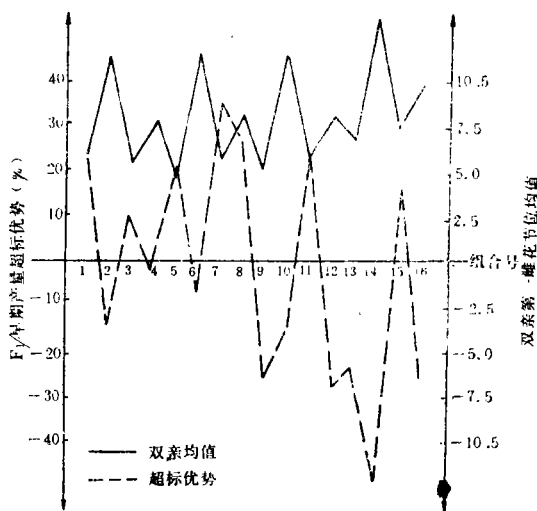


图1 不同杂交组合早期产量超标优势与第一雌花节位双亲均值的相关表现

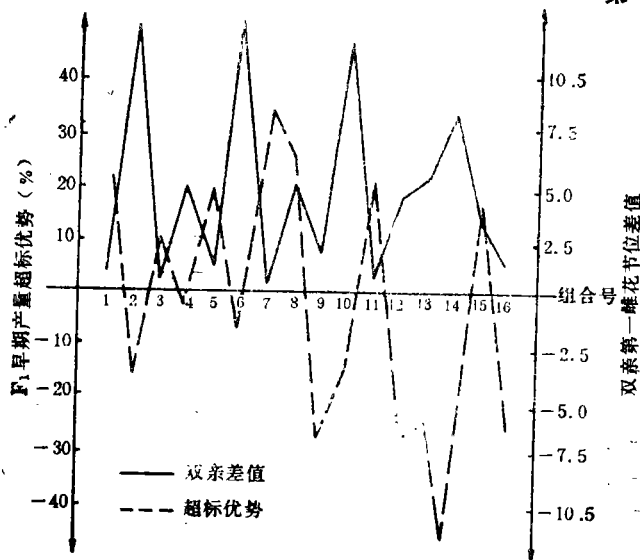


图2 不同杂交组合早期产量超标优势与第一雌花节位双亲差值的相关表现

早期产量高; ②早期采瓜数多; ③早期主蔓座果率高; ④早期主蔓雌花节率高; ⑤早期主蔓雌花数多; ⑥果实发育速度快; ⑦分枝少, 主要指无效分枝少; ⑧早期叶面积小(在保证营养生长的基础上); ⑨开花时植株叶片数少(包括主侧蔓); ⑩开花期早(包括雌雄花); ⑪第一雌花节位低。

三、亲一代早期产量预测

双亲许多性状均值与 F_1 早期产量具有显著或极显著的相关, 为依据亲本均值预测 F_1 早期产量奠定了基础。

1. 多元回归分析

以 F_1 早期产量 Y 作为因变量, 以与 F_1 早期产量紧密相关的诸性状双亲均值 M_i 为自变量, 进行多元回归计算。

$$Y = 13.689 + 59.787M_1 - 1.523M_2 + 0.0065M_3 - 0.011M_4 + 1.25M_5 + 3.35M_6 \\ + 69.82M_8 - 1.64M_9 + 2.57M_{10} + 0.22M_{11} + 2.54M_{12} - 5.57M_{13} + 12.25M_{14}$$

这里复相关系数 R 高达0.9916, 多元决定系数 R^2 高达98.335%, 充分体现出利用以上回归方程预测杂种一代早期产量具有很高的准确性。表4列举了参试的16个杂交组合的早期产量的预测结果。

表4 由13个性状双亲均值预测 F_1 早期产量结果

组 合	观测值 (公斤/株)	预测值 (公斤/株)	预 测 误 差 分 布		
			$-2 \times \text{STD. ERR}$	0.0	$2 \times \text{STD. ERR}$
1 × 1	0.430	0.476		*	
1 × 2	0.327	0.303		I	*
1 × 3	0.430	0.434		^	
1 × 4	0.380	0.405	*	I	
2 × 1	0.470	0.475		* I	
2 × 2	0.360	0.383	*	I	
2 × 3	0.530	0.523		I *	
2 × 4	0.490	0.49		I	*
3 × 1	0.280	0.279		*	
3 × 2	0.330	0.328		*	
3 × 3	0.477	0.483		* I	
3 × 4	0.283	0.280		*	
4 × 1	0.300	0.302		*	
4 × 2	0.260	0.203		*	
4 × 3	0.460	0.457		*	
4 × 4	0.287	0.287		*	

2. 多元逐步回归分析

利用多元回归预测 F_1 早期产量具有很高的准确性, 但其缺点在于所用自变量过多, 给具体应用带来过大的工作量。而采用多元逐步回归, 可以达到用较少的自变量仍具较高预测准确性的目的。

多元逐步回归方程为:

$$Y = 2.42 - 0.21M_1 - 0.048M_2 - 0.357M_5 - 0.572M_7 + 0.028M_{11} + 0.568M_{14}$$

在此, 复相关系数 $R = 0.8945$, 多元决定系数 $R^2 = 80.01\%$ 。由此可见, 仅用双亲早期产量、早期采瓜数、早期主蔓雌花数、总分枝数、开花时植株叶片数及第一雌花节位6个性状进行预测, 虽与多元回归相比准确性受到一些影响, 但工作量小。多元决定系数 $R^2 > 80\%$ 以上, 是一种较准确易行的方法。其预测的结果如表5所示。

表5 利用6个性状均值预测 F_1 早期产量结果

组 合	观测值	预测值	预 测 误 差 分 布		
	(公斤/株)	(公斤/株)	$-2 \times \text{STD,ERR}$	0,0	$2 \times \text{STD,ERR}$
1 × 1	0.480	0.490		I	*
1 × 2	0.327	0.326		*	
1 × 3	0.430	0.496	*	I	
1 × 4	0.380	0.385		*	
2 × 1	0.470	0.469		*	
2 × 2	0.360	0.382		* I	
2 × 3	0.530	0.554	*	I	
2 × 4	0.490	0.446		I	*
3 × 1	0.280	0.349	*	I	
3 × 2	0.330	0.267		I	*
3 × 3	0.477	0.434		I	*
3 × 4	0.283	0.326	*	I	
4 × 1	0.300	0.303		*	
4 × 2	0.200	0.244	*	I	
4 × 3	0.460	0.413		I	*
4 × 4	0.287	0.282		*	

讨 论

本试验表明, F_1 是否具有较好的早熟性,重要的是取决于双亲早熟性的平均表现,在一定的极限范围内,双亲早熟性同 F_1 早期产量超标优势呈正相关,在选配强早熟优势 F_1 时,双亲许多性状不应有过大的差异,故强优势组合不一定要要求双亲具有较大的形态差异。但研究者在以往的黄瓜早熟杂种优势分析中,观察到地理远缘的重要性。张永良根据对300多个杂交组合的分析表明,凡双亲原产地相同或距离相近时,或生态型相似者,其一代杂种无优势,甚至为负势。双亲原产地愈远,形态差异愈大,则优势愈显著〔1〕。这是因为亲本来自不同的生态地区,可增大杂种内部的矛盾性所致。

高凤兰等在进行大豆超早熟育种研究中指出,最佳杂交组合方式是:当地极早熟品种同外地引入的极早熟品种杂交,或者是当地早熟、丰产品种同外地引入早熟、丰产品种杂交〔5〕。本试验表明,黄瓜最佳早熟杂交组合方式与大豆类似。

国内外提出了许多指标反映育种材料间的遗传差异,以指导亲本选择选配。如许多人研究表明用遗传距离 D^2 指导亲本选配和预测杂种优势不失为一种较有前途的方法〔6〕。但也同时指出了它的局限性,如田佩占指出,遗传距离理论对亲本选配的作用值得怀疑。在黄瓜早熟杂种优势利用中,能否用遗传距离来指导亲本的选配?从本试验可以看出,许多与早熟性相关的性状, F_1 超均优势及超亲优势与该性状双亲差值有显著相关,由这些性状导致的遗

传距离必然与 F_1 超均及超亲优势有一定关系,对此,有待进一步研究。但是,我们的目标是超标优势,除个别性状处,双亲差值并不与 F_1 早熟超标优势有显著相关。要培育出具有超标优势的杂一代,双亲自交系应具有优良的早熟构成性状,而且在进行选配时,各性状间不应有太大的差异。这样就不会出现遗传距离与 F_1 早期产量超标优势间的显著正相关。由此看来,在黄瓜早熟杂种优势利用中,用遗传距离来指导亲本选配是值得怀疑的。

参 考 文 献

- [1] 张永良:早熟、丰产春黄瓜“早丰一代”选育成功,《大连农业科技》,1981(4):13~18
- [2] 吕淑珍,侯峰:黄瓜杂一代几个性状的探讨,《天津农业科学》,1981(1):43~47
- [3] 田福占:大豆育种的分类、良性循环及其控制论,《大豆育种“七五”攻关,东北片经验交流论文摘要汇编》,1986:16~17
- [4] 崔鸿文,邓军琦:黄瓜亲本自交系几个数量性状配合力及其遗传分析,《西北农业大学学报》,15(3) 1987:63~71
- [5] 高凤兰:大豆超早熟育种研究,《大豆育种“七五”攻关,东北片专题经验交流会议论文摘要汇编》, 1986:23~24
- [6] Chaderi, A., M.W. Adams and A.M. Nassib: Relationship between genetic distance and heterosis for yield and morphological traits in dry edible bean and faba bean, *Crop Sci.*, 24(1) 1984: 37~42
- [7] Hutchins, A.E.: Some example of heterosis in the cucumber (*Cucumis Sativus* L.), *Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1938(39): 990~994
- [8] Haribabu, K., Reddy, V.P.: Heterosis in cucumber, *Andhra Agri. Journal*, 30(1) 1983: 43~46

The Characteristics of Parental Line of Cucumber Hybrid Combination with Strong Early Maturity Heterosis and the Forecast of F_1 Early Fruit Yield

Qi Yongtao

(Beijing Vegetable Research Center, Beijing 100081)

Cui Hongwen

(Department of Horticulture, Northwestern Agricultural University, Yangling)

Abstract

Early maturity heterosis of F_1 hybrid mainly depends upon the component characteristics of the parental lines. The later the parental maturity is, the higher the significance will be for the F_1 positive superiority. The earlier the parental maturity is, the weaker the positive superiority will become. When beyond the critical value, it will lead to the negative superiority. There is a significant correlation between F_1 early yield superiority to ck and parental early yield, and there is also a negative correlation between F_1 superiority and difference values of the parental pair. There are similar phenomena for other sub-component traits.

The parental lines of a single hybrid with strong early maturity heterosis should be characterized by: (1) High early yield of fruits and more fruits harvested. (2) More early female flowers and high fruit set on the main stem. (3) Fast fruit growth. (4) Less branches, especially less non-effective early branches. (5) less early leaf area. (6) Less leaves at the first flowering stage on the basis of normal plant growth. (7) Early anthesis. (8) Lower node height for the first female flower.

Early fruit yield could be predicted from the mean values of yield-component traits of the parental pair by multiple regression analysis. The multiple correlation coefficient was $R=0.9916$, while the stepwise regression coefficient was $R=0.8945$.

Key words: Cucumber; Early maturity heterosis; Parental characteristics; Forecast