

秋白菜几种数量性状配合力分析

姚迎春

(吉林市农业科学研究所)

有关“配合力”早代测验,许多学者对不同作物进行了研究。早在1942年Sprague G·F·等提出一般配合力(GCA)与特殊配合力(SCA)概念,并首先采用双列杂交法对玉米进行了产量变异的遗传成分和配合力问题的研究。1954年Hyman B·I·等采用这种方法,对烟草进行了数量性状的遗传研究。1956年Griffing B·作了全面综合性整理和研究,提出了4种方法8种Griffing模型。之后许多人在这方面进行过研究。但国内在蔬菜方面报道较少,1980年谭其猛等和王永键等分别对大白菜(两用系)和秋黄瓜(自交系)配合力进行了轮配分析。本文利用秋白菜 F_1 资料对六种数量性状进行了配合力分析,目的在于比较各亲本系统的两种配合力,系统累积秋白菜主要数量性状变异及遗传规律资料,为进一步研究总结亲本选配原则和秋白菜一代杂种选育提供依据。

试验材料和方法

1981年春我们选用了材料来源不同并具有不同性状和特点的自交系:81—1(11—3—5—12)、81—2(12—2—4—6)、81—3(15—10—21—6)、81—4(18—7—14—9)、81—5(26—5—7)、81—6(21—1—5—4)等6个自交系,采用双列杂交法进行轮配(不包括反交),共15个组合。

同年秋将轮配的15个组合的杂交种子分别播种田间进行试验。

田间设计:采用随机区组排列,三次重复,二行区,小区行长5米,行距60厘米,株距40厘米,小区留苗24株。在生育期间,每小区随机选取5株进行调查。根据调查资料采用Griffing方法〔4〕模型I,对株高、株径、内叶数、总叶数、单株重、产量等六个数量性状进行配合力分析。在产量分析时,则以小区为单位。

双列杂交设计D₄配合力方差分析,见下表。

变异来源	自由度	方差	方差期望值	
			模 I	模 II
一般配合力	$P-1$	Mg	$\sigma^2 + \frac{P-2}{P-1} \sum_i g_i^2$	$\sigma^2 + \sigma_s^2 + (P-2)\sigma_g^2$
特殊配合力	$\frac{1}{2}P(P-3)$	Ms	$\sigma^2 + \frac{2}{P(P-3)} \sum_{i < j} S_{ij}^2$	$\sigma^2 + \sigma_s^2$
机误	模 I 模 II	$ab(c-1)M'e = Me/bc$ $(a-1)(b-1)M'_{bv} = M_{bv}/bc$	σ^2	σ^2

一般配合力平方和 $S_g = \frac{1}{P-2} \sum_i X_{i.}^2 - \frac{4}{P(P-2)} X_{..}^2$

特殊配合力平方和 $S_s = \sum_{i < j} X_{ij}^2 - \frac{1}{P-2} \sum_i X_{i.}^2 + \frac{2}{(P-1)(P-2)} X_{..}^2$

一般配合力效应 $\hat{g}_i = \frac{1}{P(P-2)} [PX_{i.} + 2X_{..}]$

各亲本特殊配合力方差 $\hat{\sigma}_{Si}^2 = \frac{1}{P-2} \sum_{i \neq j} \hat{S}_{ij}^2 - \frac{P-3}{P-2} \hat{\sigma}^2$

特殊配合力效应 $\hat{S}_{ij} = X_{ij} - \frac{1}{P-2} (X_{i.} + X_{j.}) + \frac{2}{(P-1)(P-2)} X_{..}$

上表和公式中，P为轮配亲本数目，a为轮配组合数目，σ为区组，C为调查株数，X_{i.}为某一亲本正交组合值，X_{..}为全部组合总值，X_{ij}为每一组合平均值，σ² = m'_e (模I) 或M'_{bv} (模II) 为机误方差。

我们的试验材料是自交系。因此：

加性方差 $\hat{\sigma}_a^2 = 2\hat{\sigma}_g^2 = \frac{2}{P-2} (M_g - M_s)$

遗传方差 $\hat{\sigma}_G^2 = 2\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_s^2 = \frac{2}{P-2} (M_g - M_s) + (M_s - M'_{bv})$

环境方差 $\hat{\sigma}_e^2 = M_e$ (随机区组方差分析机误)

表型方差 $\hat{\sigma}_P^2 = \hat{\sigma}_G^2 + \hat{\sigma}_e^2$

广义遗传力 $\hat{h}_B^2 = \hat{\sigma}_G^2 / \hat{\sigma}_P^2$

狭义遗传力 $\hat{h}_N^2 = \hat{\sigma}_a^2 / \hat{\sigma}_P^2$

从育种实践出发，σ²_g和σ²_s可分别作为衡量一般配合力和特殊配合力的指标，这样，可用σ²_g或σ²_s占σ²_g+σ²_s的百分比来衡量两种配合力的相对比重。即

$$V_g \cdot c(\%) = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_s^2}, \quad V_s \cdot c(\%) = \frac{\hat{\sigma}_s^2}{\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_s^2}.$$

试验结果与分析

秋白菜株高、株径、内叶数、总叶数、单株重、产量等六个数量性状随机区组方差分

析表明, 组合间F值达到 $P=0.01$ 显著平准, 说明组合间遗传效应存在明显差异, 可进行配合力分析(表1)。

表1 六种数量性状随机区组方差分析

变异来源	自由度	株高		株径		内叶数		总叶数		单株重		产量	
		方差	F值	方差	F值	方差	F值	方差	F值	方差	F值	方差	F值
组合	$a-1=14$	86.50	42.82**	8.36	25.30**	55.20	2.69**	63.88	3.28**	8.81	6.62**	203.36	14.23**
区组	$b-1=2$	3.23	1.60	0.07	0.21	36.12	1.76	32.08	1.64	0.11	0.08	0.79	0.05
组合×区组	$(a-1)(b-1)=28$	2.49		0.79		19.21		21.66		0.91		14.29	
机误(模I)	$ab(c-1)=180$	2.02		0.33		20.53		19.49		1.33		24.40	

注: **表示F值达到 $P=0.01$ 的显著平准。产量F值对模I机误。

一、亲本对杂种性状变异的效应

表2 六种数量性状的配合力方差分析

性状	均方和		F值		显著性对机误	
			模I	模II	模I	模II
株高	Mg	6.17	47.46	36.29	**	**
	Ms	5.51	42.38	32.41	**	**
	M'e	0.13				
	M'bv	0.17				
株径	Mg	0.82	41.00	16.40	**	**
	Ms	0.40	20.00	8.00	**	**
	M'e	0.02				
	M'bv	0.05				
内叶数	Mg	6.12	4.50	4.78	**	**
	Ms	2.36	1.73	1.84		
	M'e	1.36				
	M'bv	1.28				
总叶数	Mg	4.38	3.97	3.04	**	*
	Ms	2.90	1.7	1.60		
	M'e	1.30				
	M'bv	1.44				
单株重	Mg	0.74	8.22	12.33	**	**
	Ms	0.53	5.89	8.83	**	**
	M'e	0.09				
	M'bv	0.06				
产量	Mg	418.42		422.65		**
	Ms	295.46		298.45		**
	M'bv	0.99				

注: *, ** F值分别达到 $P=0.05$ 或 0.01 的显著平准。

从表2可见, 双列杂交6个亲本在株高、株径、内叶数、总叶数、单株重、产量六个数量性状上的主要效应(Mg)十分显著。对机误(模I、II)显著性(F值)除总叶数模II外均达到P=0.01显著平准, 说明不同亲本对杂种性状变异的影响程度有着明显差异。另外, 不同亲本间的互作, 即特殊配合力方差(Ms)在多数性状上也十分显著, 对机误(模I、II)显著性(F值)除内叶数、总叶数外均达到P=0.05、0.01显著平准。结果说明同一亲本在不同组合中杂种各性状的表现有明显或一定程度的变化。这种亲本在杂种性状上的效应, 主要是由于显性作用和上位性作用(这里主要是显性作用)的差异导致秋白菜一代杂种优势, 而促成不同组合间株高、株径、内叶数、总叶数、单株重、产量等数量性状差异显著, 为秋白菜一代杂种优势利用提供可靠依据。

二、不同性状变异系数、方差分量和遗传力

表3 不同性状变异系数、方差分量和遗传力

性 状	\bar{X}	C.V (%)	Gc.v (%)	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_G^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	\hat{h}^2	\hat{h}_N^2
株 高	47.18± 2.71	5.74	9.95	2.02	0.33	5.67	7.69	73.73	4.29
株 径	14.38± 0.94	6.54	8.42	0.33	0.21	0.56	0.89	62.92	23.60
内 叶 数	37.41± 4.76	12.72	7.59	20.53	1.88	2.99	23.49	12.60	8.00
总 叶 数	46.66± 4.76	10.20	5.04	19.49	1.04	1.90	21.39	8.88	4.86
单 株 重	6.40± 1.32	20.63	22.34	1.33	0.11	0.58	1.91	30.37	5.76
产 量	153.32±19.28	12.58	23.53	14.29	61.48	355.95	370.24	96.14	16.61

注: 平均数株高、株径单位为厘米, 内、外叶数为个数, 单株重、产量为斤。

标准差 $d=224$, 产量由于以小区为单位计算 遗传力有偏高趋向。

由表3可见, 单株重受环境影响最大, 表型变异系数(C.V)在20%以上, 其次为内叶数和产量, 而以株高为最小, 仅为5.74%。各性状环境变异由大到小的顺序是: 单株重>内叶数>产量>总叶数>株径>株高。

而遗传变异系数(Gc.v)则以产量为最大达23.53%, 单株重次之, 最小的是总叶数为5.04%。小区产量表型变异系数(C.V)和所有组合遗传变异系数(Gc.v)位次不同, 说明环境变异对产量变化的影响在一定程度上小于对单株重的影响, 而小区产量的变异虽然也受一定的环境条件影响, 但在群体状态下遗传变异起主导作用。

表3列出六种性状各种方差分量, 并由此导出两种遗传力, 就 $\hat{\sigma}_G^2$ 与 $\hat{\sigma}_P^2$ 的比值广义遗传力(h_B^2)来看, 六种性状高低不一, 变动在8.88~96.14%之间, 其顺序由大到小是: 产量>株高>株径>单株重>内叶数>总叶数。

就 $\hat{\sigma}_d^2$ 与 $\hat{\sigma}_p^2$ 的比值狭义遗传力(h_N^2)而言, 六种数量性状均较低, 都没有超过30%, 表明F₁杂种优势表现加性作用较小, 主要是非加性作用的结果。

三、一般配合力和特殊配合力比较

广义和狭义遗传力其差异决定于一般配合力($\hat{\sigma}_g^2$)与特殊配合力($\hat{\sigma}_s^2$)方差占遗传方差的比例, 亦即二者间的相对比重大小。从杂交资料分析, 虽内叶数由于人为扒叶误差使一般配合力和特殊配合力几乎相近, 但诸性状在遗传方差中均以特殊配合力为主。

从表4中可以看出, 特殊配合力方差在遗传方差中的比重以株高、单株重和小区产量

表4 几个主要产量性状的一般配合力和特殊配合力

性 状	$\hat{\sigma}_g^2$	$\hat{\sigma}_s^2$	Vg.c (%)	Vs.c (%)
株 高	0.17	5.94	3.09	96.91
株 径	0.11	0.93	23.91	76.09
内 叶 数	0.94	1.03	46.53	53.47
总 叶 数	0.52	0.86	37.68	62.32
单 株 重	0.05	0.47	9.62	90.38
产 量	30.74	291.47	9.45	90.55

较高，Vs.c在90%以上，而株径、内叶数、总叶数虽然特殊配合力方差在遗传方差中占较高比例，但一般配合力方差也具有一定作用，尤其是总叶数和内叶数的Vg.c接近或超过40%。

四、不同亲本两种配合力效应值的比较

本试验前述各性状的一般配合力小于特殊配合力，但不同亲本间相差较大。

表5 六个亲本不同性状的一般配合力效应值 (g_i) 和特殊配合力方差 (σ_{si}^2)

亲本号	株 高		株 径		内 叶 数		总 叶 数		单 株 重		产 量	
	\hat{g}_i	$\hat{\sigma}_{si}^2$	\hat{g}_i	$\hat{\sigma}_{si}^2$	\hat{g}_i	$\hat{\sigma}_{si}^2$	\hat{g}_i	$\hat{\sigma}_{si}^2$	\hat{g}_i	$\hat{\sigma}_{si}^2$	\hat{g}_i	$\hat{\sigma}_{si}^2$
81-1	-0.78	3.55	-0.16	0.17	-0.81	1.07	-0.64	1.32	-0.19	0.34	-4.61	210.67
81-2	0.08	4.95	0.34	0.43	1.32	2.46	0.76	1.84	0.01	0.44	-6.36	272.58
81-3	0.85	0.03	0.47	0.19	0.13	1.79	1.11	1.34	0.81	0.06	19.49	94.56
81-4	1.45	0.28	-0.43	0.24	-0.58	0.17	-1.22	0.88	-0.39	0.12	-9.06	55.21
81-5	-2.03	4.17	0.37	0.14	1.67	-0.18	0.93	-0.87	0.01	0.48	0.74	205.75
81-6	0.43	3.68	-0.58	0.35	-1.46	1.09	-0.94	-0.63	-0.29	0.64	-6.29	302.75
SE($\hat{g}_i - \hat{g}_j$)	0.29		0.16		0.80		0.85		0.17		0.70	

从表5一般配合力效应 (\hat{g}_i) 和特殊配合力方差 ($\hat{\sigma}_{si}^2$) 可以看出，81-2、81-3两个自交系除81-2在产量上一般配合力效应值为负值外，其余所有性状均为正值，特别是在内叶数和总叶数两个性状上，其特殊配合力方差较大，而其狭义遗传力也相对较高。因此，不仅是一代杂种优势利用的良好亲本，也是获得诸性状优良后代的亲本，尤其可作为选育多叶数的杂交后代的亲本。在株高方面81-4、81-6，在株径、单株重、产量方面81-5都是可取的亲本材料。

表4已经明确，诸性状的特殊配合力方差在整个遗传方差中起主导作用，但诸性状特殊配合力效应值 (\hat{S}_{ij}) 在不同组合中表现不同。从表6轮配的15个组合中可以看出，81-2 × 81-6、81-1 × 81-5、81-2 × 81-4、81-1 × 81-3、81-1 × 81-4、81-3 × 81-4、81-5 × 81-6等七个杂优组合产量特殊配合力效应值为正值，但前四个组合产量特殊配合效应值均在10以上，比较显著。在四个组合中，81-2 × 81-4叶数较多，另外三个组合叶重较重，主要由于亲本株高、株径的特殊配合力效应的结果。试验结果表明，一个特定组合的优势，不仅取决于一般配合力，更重要的是取决于特殊配合力效应值。如一般配合力效应值高的81-3和81-6杂交后F₁产量并不是第一位。81-1一般配

合力效应值比较低, 但和81-3杂交后F₁产量则居首位, 这主要是81-1产量特殊配合力方差较大的结果。

表6 六种数量性状特殊配合力效应值 (\hat{S}_{ij})

杂交组合	株高	株径	内叶数	总叶数	单株重	产量
81-1×81-2	0.62	-0.07	2.08	2.45	-0.32	-7.51
81-1×81-3	0.84	0.30	0.23	-0.60	0.48	10.19
81-1×81-4	-1.76	0.10	-1.42	-1.78	0.18	5.24
81-1×81-5	2.92	0.40	-1.27	-0.23	0.68	18.74
81-1×81-6	-2.68	-0.75	0.98	-0.15	-0.92	-21.86
81-2×81-3	-1.01	0.69	-2.79	-2.80	-0.12	-2.31
81-2×81-4	0.59	-0.90	0.16	0.33	0.48	10.34
81-2×81-5	-3.53	-0.40	1.11	-0.52	-0.92	-21.76
81-2×81-6	3.32	0.75	-0.57	0.05	0.88	21.24
81-3×81-4	1.62	0.18	1.41	1.78	0.18	5.04
81-3×81-5	-0.51	-0.52	0.06	0.25	-0.22	-4.75
81-3×81-6	-0.96	0.43	1.08	0.50	-0.32	-8.16
81-4×81-5	0.19	0.28	0.41	0.65	-0.32	-8.21
81-4×81-6	-0.66	0.43	-0.57	-0.98	-0.52	-12.41
81-5×81-6	0.92	0.23	-0.32	-0.18	0.68	8.58
SE ($\hat{S}_i - \hat{S}_{ik}$)	0.26	0.05	1.92	2.16	0.09	1.49
SE ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{kl}$)	0.17	0.05	1.28	1.44	0.06	0.99

轮配分析与我们以往杂优组合选育结果是相符的。如轮配分析中的81-1×81-3、1-2×81-6两组合是我们1975年、1976年一代杂种优势利用选育的高产、抗病、质佳组合“九杂7511”、“九杂7623”亲本品种的自交系杂交的组合。“九杂7511”经1980~1981年全省两年联合区域试验, 产量在多点居首位, 具有高产, 抗病等特点。因此, 轮配分析对评定亲本材料和杂交组合的育种价值有重要参考价值。

结 语

根据上述6个亲本15个组合的轮配分析结果, 尽管少数性状两种配合力差比值相近, 但总的趋向是特殊配合力大于一般配合力, 这对评定秋白菜亲本和杂种组合的育种价值无疑具有实际意义。尤其是通过一般配合力和特殊配合力效应值的估算, 对亲本和杂种组合的估价更能切合实际。这里值得提出的是, 秋白菜一代杂种优势利用的育种实践, 使轮配分析的结果得到令人满意的印证, 使我们在育种工作中减少了盲目性, 显著地提高了对杂种组合及杂交后代的选择效率。

参 考 文 献

- (1) 庄巧生等: 1983, 冬小麦亲本选配的研究, 作物学报2(2): 117~129.
- (2) 谭其猛等: 1980年, 大白菜几种数量性状遗传规律的轮配分析, 遗传学报7(3): 215~222.
- (3) 李家文: 1978年, 杂交亲本配合力的遗传原理和提高方法, 山东农业科学(1): 5~15.
- (4) 王永健: 1980年, 秋黄瓜配合力的初步分析, 中国农业科学(3): 52~57.

- (5) Griffing, B.: 1976年, 双列杂交系统的一般配合力与特殊配合力概念(莫惠栋译)影印本。
- (6) Sprague G.F. et al. 1942. General vs specific combining ability in single cross of corn Jour. Agrom. 34: 923.
- (7) Hayman B. I. 1960, The theory and analysis of diallel cross genetics 45: 155—172.
- (8) Webber C. R. 1970. Heterosis performance and Combining ability of two-way F₁ soybean hybrids crop sci. 10: 159—160.
- (9) 姚迎春: 1980, 谈大白菜杂种一代优势利用的几个问题, 油印本(吉林省园艺学会学术会议交流)。
- (10) 姚迎春: 1980, “九杂7511”白菜一代杂种选育报告, 油印本(吉林省园艺学会学术会议交流)。

《中国油料》1985年征订启事

本刊是中国农业科学院油料作物研究所主办的油料作物专业科学技术刊物, 主要报道国内油菜、芝麻、花生、大豆、胡麻、向日葵等油料作物科研成果、先进技术和理论探讨, 介绍油料作物科学实验分析的现代测试手段和应用方法, 以及宣传油料作物基础知识, 反映国外油料作物科技动态。读者对象为油料作物科技工作者和院校师生及农业生产战线干部。

本刊为季刊, 逢季末月出刊, 每期定价0.50元, 全年2.00元。全国各地邮局均可办理订阅, 代号: 38—13, 欢迎读者订阅。