

## 高粱新选不育系研究

李团银 李三棉 仪治本 柳青山 赵素萍 高儒萍

(山西省农业科学院高粱研究所, 榆次 030600)

**摘要** 采用不完全双列杂交、人工控制授粉和田间自然鉴定等方法, 对 6 个中晚熟不育系和 6 个早熟不育系进行了配合力、柱头生活力和其他主要农艺性状鉴定。结果表明, 中晚熟不育系中 V<sub>4</sub>A 的一般配合力、柱头生活力、育性、熟期、对丝黑穗病的抗性等综合农艺性状表现最好; 早熟不育系中 1105A 的一般配合力、穗长、千粒重、育性等性状表现较佳。这两个不育系可在我国高粱春播中晚熟区和早熟区加以利用。

**关键词** 高粱 不育系 杂交种 配合力 柱头生活力

目前, 我国高粱生产中应用的主要不育系仍是 80 年代初从美国引进的 Tx622A。由于用该系所配制的杂交种明显地表现出不抗叶病、抗倒伏能力差等弊端, 因此, 选育和引进配合力高 综合农艺性状优良的新不育系, 是高粱育种工作的重要课题之一。近年来我国高粱主产区辽宁、山西等育种单位先后选育出一批新的不育系, 但真正用于生产的材料还为数不多。究其原因, 主要是缺乏在全国范围内进行材料交换和异地鉴定, 使得一些材料受到地区限制, 未能在生产上发挥应有的作用。对此, 我们于 1989~1990 年对全国高粱育种单位提供的 12 个新不育系进行了研究, 为今后配制杂交种和选育亲本提供依据。

### 1 材料和方法

#### 1.1 参试材料与来源

材 料	名 称	符 号	供 种 单 位
中晚熟材料	V4A	(A)	山西省农科院高粱研究所
	21A	(B)	山西省农科院玉米研究所
	22A	(C)	山西省农科院玉米研究所
	232EA	(D)	辽宁省农科院锦州农科所
	Tx622A	(E)	辽宁省农科院高粱研究所
	421A	(F)	辽宁省农科院高粱研究所
早熟材料	西 A	(a)	陕西省宝鸡市农科所
	龙 185A	(b)	黑龙江省农科院作物研究所
	龙 11A	(c)	黑龙江省农科院作物研究所
	1105A	(d)	吉林省农科院作物研究所
	57A	(e)	吉林省农科院作物研究所
	沧 811A	(f)	河北省沧州地区农科所

## 1.2 试验方法

1.2.1 配合力研究 试验在山西省农科院高粱研究所(榆次)试验田进行,用恢复系( $P_2$ )晋粱五号(F)、HC356(G)和KS378(H)组成中晚熟材料测验种;用恢复系( $p_2$ )晋五y(g),晋7645(h)和35713(i)组成早熟材料测试种,分别与上述不育系进行不完全双列测交,共做33个组合(421A因晚熟未测交)。试验分两组进行,完全随机区组设计,重复两次,每个试材种植2行,行长5m,行距0.4m,留苗密度8 000株/亩。其他管理同生产田,于10月中旬收获。每个组合随机收5穗进行脱粒考种,采用Griffing法Ⅱ分别对两组材料进行统计分析。

1.2.2 柱头生活力 试验在山西省农科院高粱研究所进行。每个材料种植一小区,定苗250株,材料抽穗后分株(穗)套袋。当多数穗上部开花后,在同一天下午选抽穗和开花程度基本一致的植株整穗,即剪掉穗上部已开放的小花,套袋,次日下午剪掉穗下部未开放小花,保留开放小花,套袋,第三天开始授粉,每日授一穗为一个处理,挂牌标记,连续授粉10次,授粉后去掉套袋,使穗子处于田间自然状态下,以保证每个小花充分结实,成熟后收获,计算结实率。

1.2.3 主要农艺性状鉴定 采用田间自然鉴定。中晚熟材料和早熟材料分别以Tx622A和龙11A为对照,每份材料种植一个小区,定苗250株。4月下旬播种,亩施底肥:农家肥5000kg,过磷酸钙50kg,碳铵50kg。在各生长阶段实行严格的田间管理和田间调查。10月上旬收获考种。

## 2 结果与分析

### 2.1 配合力

2.1.1 中晚熟材料 1.组合间子粒产量的差异显著性 表1各组合子粒产量的差异分析结果表明,重复间差异不显著,组合间的差异达极显著水准,可见基因型效应间存在着显著差异。

表1 中晚熟组合子粒产量

(单位:g)

重复	AF	AG	AH	BF	BG	BH	CF	CG	CH	DF	DG	DH	EF	EG	EH	重复 总和
I	99.4	88.6	91.4	91.6	83.6	99.2	76.4	90.8	95.6	67.0	63.6	90.4	60.8	63.4	96.4	1258.2
Ⅱ	96.6	99.8	104.4	96.2	78.6	100.4	70.2	85.2	93.6	70.6	70.4	87.6	73.6	75.4	92.6	1295.2
组合总和	196	188.4	195.8	187.8	162.2	199.6	146.6	176.0	189.2	137.6	134.0	178.0	134.4	138.8	189.0	2553.4
组合平均	98.0	94.2	97.9	93.9	81.1	99.8	73.3	88.0	94.6	68.8	67.0	89.0	67.2	69.4	94.5	85.11

2 配合力分析 在模型1(固定模型)下 $P_1$ 和 $P_2$ 的一般配合力效应对子粒产量的影响达到了极显著水准,说明两组亲本均对子粒产量的影响有明显的差异; $P_{12}$ 的特殊配合力效益对子粒产量的差异亦有明显的影响,可进一步作配合力效应值的估算。

从表2可知,不育系中以A的一般配合力最高,其 $\hat{g}A'$ 为13.62,其次是B,其 $\hat{g}B'$ 为7.63,最差的是D亲本,其 $\hat{g}D'$ 为-11.96;恢复系中以H的一般配合力最高,其 $\hat{g}H'$

为 11.81, 其余两个比较相近, 分别为 -5.72 和 -6.07。从特殊配合力看, 则以 CG 为最高, 其  $\hat{SCG}'$  为 9.25, 依次为 EH、BF 和 AF, 其  $\hat{S}_{ij}$  分别为 8.72、8.42 和 7.25。

表 2 中晚熟材料配合力相对效应值

亲本	F	G	H	$\bar{g}_i$
A	7.25	3.14	-10.4	13.62
B	8.42	-6.26	-2.17	7.63
C	-8.38	9.25	-0.88	0.23
D	-1.48	-3.24	4.72	-11.96
E	-5.83	-2.89	8.72	-9.49
$\bar{g}_j$	-5.72	-6.07	11.81	

在模型 II (随机模型) 下,  $P_1$  和  $P_2$  的一般配合力方差分别达到 0.05 显著水准;  $P_{12}$  达到极显著水准。因此, 可进一步作基因型方差和遗传力的估算。

表 3 早熟组合籽粒产量

(单位:g)

重 复	ag	ah	ai	bg	bh	bi	cg	ch	ci
I	48.4	57.0	62.2	54.5	62.3	69.4	74.2	43.8	56.4
II	81.0	56.5	70.8	61.0	57.5	66.0	65.0	48.0	57.5
组合总和	99.4	113.5	133.0	115.5	119.8	135.4	139.2	91.8	113.9
组合平均	49.7	56.75	66.5	57.75	59.9	67.7	69.6	45.9	56.95

续 表

重 复	dg	dh	di	eg	ch	ci	fg	fh	fi	重复总和
I	75.0	92.5	76.0	61.8	64.7	68.6	51.6	65.6	36.2	1120.2
II	81.6	89.0	71.8	62.5	71.2	53.6	46.0	61.0	40.5	1110.5
组合总和	151.6	181.5	147.8	124.3	135.9	122.2	97.6	126.6	76.7	2230.7
组合平均	78.3	90.75	73.9	62.15	67.95	61.1	48.8	63.3	38.35	61.96

3. 遗传分析 一般配合力和特殊配合力的基因型方差 ( $\hat{\sigma}_1^2 = 64.95$ ,  $\hat{\sigma}_2^2 = 327.32$ ,  $\hat{\sigma}_{12}^2 = 41.01$ ) 大于环境方差 ( $\hat{\sigma}_e^2 = 25.78$ ), 表明它们的变异主要受基因控制。又知一般配合力方差 ( $V_g = 90.53\%$ ) 明显大于特殊配合力方差 ( $V_s = 9.47\%$ ), 表明子粒产量性状在遗传表现中的差异, 加性基因效应占主导地位。

2.1.2 早熟材料 1. 方差分析 根据表 3 作方差分析, 结果表明, 重复间方差不显著, 而组合间的方差极显著, 可进一步计算两组亲本的一般配合力和特殊配合力。

2. 配合力分析 对于固定模型,  $P_2$  的一般配合力效应对籽粒产量的影响没有达到显著水准,  $P_2$  的一般配合力和  $P_{12}$  的特殊配合力效益对籽粒产量的差异有明显影响。

从表4可知,亲本 $P_1$ 中以D的一般配合力为最高,其 $\hat{g} \cdot D'$ 为30.70,其次是c,最差的是f,其 $\hat{g}f'$ 为-19.11;从特殊配合力看,则以cg为最高,其 $\hat{S}cg'$ 为21.03,最差的是ch,其 $\hat{S}ch'$ 为22.03.

表4 早熟材料配合力相对效应值

亲本	g	h	i	$\hat{g} \cdot j$
a	-11.36	-4.89	16.24	-6.96
b	-5.04	-6.47	11.51	-0.29
c	21.03	-22.13	1.10	-7.23
d	-2.86	12.33	-9.47	30.70
e	-1.08	3.37	-2.29	2.86
f	-0.71	17.79	-17.09	-19.11
$\hat{g}i$	-1.47	3.44	-1.95	

对随机模型, $P_1$ 的一般配合力和 $P_{12}$ 的特殊配合力方差分别达到显著和极显著水准,可进一步作基因型方差和遗传力估算.

3.遗传分析  $P_1$ 的一般配合力和 $P_{12}$ 的特殊配合力基因型方差( $\hat{\sigma}_1^2 = 77.59$ 、 $\hat{\sigma}_{12}^2 = 83.31$ )大于环境方差( $\hat{\sigma}_e^2 = 19.66$ ),表明它们的变异主要受基因控制;又知一般配合力方差( $V_g = 43.98\%$ )小于特殊配合力方差( $V_s = 56.02\%$ ),表明非加性基因占主导地位.

## 2.2 柱头生活力

从表5可知,12个不育系在开花同一天内授粉,其结实率不尽相同,说明不同材料间的柱头生活力存在着差异.

表5 参试材料开花授粉日数与结实率

材 料		开 花 授 粉 天 数									
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
中晚熟材料	V4A	98.6	97.8	97.8	97.0	91.3	87.6	80.0	71.1	60.0	54.9
	21A	96.5	91.5	88.3	70.8	59.2	42.5	36.5	30.5	15.0	8.0
	22A	95.0	93.0	90.3	82.0	70.5	48.0	40.0	38.6	26.5	14.0
	232EA	98.2	98.2	97.5	96.2	85.0	79.0	76.0	67.5	48.3	43.0
	421A		92.4	89.2	86.6	76.6	63.3	52.0	55.0	30	15.0
	622A(ck)	94.7	92.8	87.8	83.3	78.3	69.0	62.7	60	51.0	32.7
早熟材料	西 A	90	85	80	66.7	50	38.3	14.2	2	1	0
	龙 188A	70	60	55	40	30	20	15	5	0	
	龙 11A(ck)	85	80	75	65	61	40	20	5	0	
	1105A	85	80	65	40	25	5	0	0	0	
	57A	95	90	70	45	30	17	10	5	1	
	沧 811A	95	90	62	30	5	3	1	0	0	

2.2.1 中晚熟材料 在开花最初几天(3~5天)内授粉,各材料均具有较高的结实率,可见此时期的柱头生活力最强;当开花后第8天授粉,结实率迅速下降,材料间表现出明显的

差异 (42.5%~87.6%); 当开花后第 12 天授粉, 大多数材料的结实率已低于 50%, 且差异更加明显 (8.0%~54.9%)。

本试验中以 V4A 的柱头生活力最强, 从授粉开始至结束, 均保持了较高的结实率, 直到第 12 天授粉, 其结实率仍有 54.9%, 比对照 Tx622A 高 22.2%; 232EA 也表现了较强的柱头生活力, 在开花后 5~10 天授粉, 结实率均明显高于对照 Tx622A; 421A 在开花后 3~7 天内的授粉结实率与 Tx622A 基本相近, 但 8~12 天内的结实率明显低于 Tx622A, 说明该系的柱头生活力较弱; 柱头生活力最差的是 21A, 从第 6~8 天的授粉结实率看, 结实率下降比较明显, 第 8 天只有 42.5%。因此, 制种中要十分注意调节恢复系的开花期与该不育系相吻合, 以免影响制种产量。

**2.2.2 早熟材料** 在开花 3~4 天内授粉, 各材料均有较强的结实率 (66.7%~90%); 开花后 5~6 天授粉结实率迅速下降 (66.7%~30.0%), 材料间表现明显差异; 当开花后 7~8 天授粉, 结实率急骤下降, 有两个材料结实率下降到 3%~5%, 说明其柱头生活力已基本丧失; 到 11 天授粉, 6 个材料的柱头生活力完全丧失。

早熟材料中, 以龙 11A 的柱头生活力最强, 在开花后 3~7 天内结实率下降不明显, 到第 9 天仍有 20%, 制种繁殖能获得较高的产量; 西 A 也表现了较强的生活力, 其结实率与龙 11A 基本接近。柱头生活力最差的是沧 811A, 在 3~6 天内授粉, 结实下降明显, 其柱头生活力到第 7 天就基本丧失, 在生产上难以利用。

## 2.3 主要农艺性状

**2.3.1 生育期** 中晚熟材料, 以 V4A 的生育期最短 (表 6), 比对照 Tx622A 早 4 天, 在无霜期较短的地区制种, 可避免或减少霜冻危害; 21A、22A、232EA 的生育期在 124~125 天, 与对照基本相同, 在山西大部分地区都可正常成熟; 最晚的是 421A, 生育期达 134 天, 采用一般栽培方式, 在山西多数地区难以直接利用。早熟材料, 以对照种龙 11A 的生育期最长, 达 115 天, 其他 5 个材料基本接近, 在山西北部、东部高寒地区均可种植。

表 6 参试材料主要农艺性状

材 料		生育期 (天)	株高 (cm)	穗长 (cm)	穗宽 (cm)	穗粒重 (g)	千粒重 (g)	结实株 (%)	结实粒数	败育株 (%)	株败育率 (%)	丝黑穗病 (%)	倒伏率 (%)	叶斑病	穗形	粒色	壳型
中晚熟材料	V4A	121	133.1	26.0	7.0	61.0	26.5	0	0	0	0	0	0	无	筒	白	硬
	21A	124	130.0	28.5	6.0	59.3	18.8	10	4	0	0	0.4	0	无	筒	红	硬
	22A	125	127.8	26.8	5.0	55.0	26.0	5	4	0	0	0	0	无	筒	红	硬
	232EA	125	134.7	22.6	5.0	50.0	30.8	0	0	20	3	0	0	无	筒	红	硬
	Tx622A	125	141.3	33.8	6.5	64.5	25.0	0	0	0	0	0	0	无	纺	白	硬
	421A	134	127.1	24.2	6.0	45.0	22.0	0	0	0	0	0	0	无	筒	白	硬
早熟材料	西 A	113	119.2	25.8	6.0	34.0	29.6	0	0	0	0	1.5	0	无	筒	橙	硬
	龙 88A	112	100.8	22.5	6.5	50.0	20.8	0	0	70	20	3.7	0	中	纺	红	软
	龙 11A	115	121.2	24.1	6.5	40.5	20.8	0	0	65	15	1	0	无	筒	红	软
	1105A	113	111.8	26.8	5.0	40.5	24.4	0	0	70	15	3.4	0	无	筒	橙红	软
	57A	113	137.0	23.1	7.0	38.3	20.0	3.5	13	0	0	7.3	0	无	纺	红	硬
	沧 811A	112	95.9	24.8	5.0	30.0	23.6	10	3	0	0	1.6	0	无	筒	白	硬

2.3.2 株高 中晚熟材料以对照 Tx622A 最高 (141.3cm), 其他 5 个材料在 127.1~134.7cm 之间。早熟材料除 57A 比对照龙 11A 高 15.8cm 外, 其他 4 个材料均低于对照。说明两组材料近年在株高上的育种选择水平有很大提高。

2.3.3 穗部性状 从穗长, 穗宽, 千粒重和穗粒重综合分析, 中晚熟材料以对照 Tx622A 最佳, 其中穗长, 穗粒重位居第一, 但千粒重较低; 其次是 V4A, 虽然穗长较对照短 7.8cm, 但穗宽、千粒重均高于对照, 穗粒重 61.0g, 与对照相差 3.5g, 其他材料的穗粒重均未超过 60g。早熟材料以龙 188A 的穗粒重最高 (50.0g), 比对照龙 11A 高 9.5g, 千粒重与对照相仿; 1105A 穗粒重与对照相当, 千粒重高于对照, 其他材料虽在穗长、穗宽和千粒重诸方面各具特色, 但穗粒重均比对照低。

2.3.4 育性表现 中晚熟材料 21A 煌 22A 分别有 10% 和 5% 的植株有自交结实现象; 232EA 有 20% 的植株败育, 败育程度为 3%; 其他材料的育性正常。早熟材料, 57A 煌 沧 811A 分别有 35% 和 10% 植株有自交结实现象, 单株结实率 13% 和 3%; 龙 188A、龙 11A、1105A 分别有 70%、65%、70% 的植株表现败育。败育率分别为 20%、15% 和 15%, 其他材料育性正常。

2.3.5 抗病性 中晚熟材料除 21A 的丝黑穗病发病率为 0.4% 外, 其他材料的发病率为 0。早熟材料均不抗丝黑穗病, 其中 57A 发病率最高 (7.3%), 龙 188A 煌 1105A 次之 (3.7% 和 3.4%), 龙 11A、西 A 煌 沧 811A 发病较轻 (1%~1.6%); 龙 11A 煌 龙 188A 叶部有紫斑病。

### 3 讨论

本试验中 V4A 的一般配合力、柱头生活力、株高、千粒重均优于对照 Tx622A, 根据近年来在生产上大面积制种种植观察结果, V4A 具有幼芽顶土能力强, 出苗快, 抗旱能力强, 子粒灌浆速度快等特点。用该系组配的杂交种晋杂 87-1 (V4A × 1383-2) 在三年省区域试验中, 23 个点次平均亩产 645.9kg, 比对照晋杂 4 号增产 12.1%, 2 年生产试验 19 个点次, 平均比对照增产 18.4%。山西省第十八次品审会议上通过审定, 是名为晋杂 5 号。因此, V4A 可作为目前高粱生产中的一个重要亲本加以利用。

柱头生活力研究结果表明, 早熟材料的结实率较中晚熟材料低; 柱头接受花粉能力的极限时间 (结实率为 0) 也较短。主要是早熟材料本身生育期较短, 其柱头生活力维持的时间也相应缩短; 加之早熟材料异地反应敏感, 温度、湿度、光照等环境因子对其柱头生活力, 结实率产生了重要影响。败育也是造成部分材料结实率下降的原因之一。

柱头生活力试验中, 不同年份的结实率存在差异, 主要是开花、授粉时期的气温和相对湿度不同所致。1989 年的气温为 21.6℃、相对湿度为 73.4%, 中晚熟材料平均结实率 85.5%; 1990 年气温为 24℃, 相对湿度 72.5%, 结实率为 72.5%, 两年结实率相差 19%。V4A 煌 Tx622A 的适应能力较强, 2 年的结实率只相差 11.2% 和 11.7%; 232EA 煌 21A 分别相差 16.4% 和 36.6%。说明这两个材料对气象条件反应比较敏感。

## 参 考 文 献

- 1 王富德等.新引进高粱雄性不育系配合力分析.作物学报,1983,9(1):1~6
- 2 姜杨等.黄瓜早期产量的配合力初报.河北农业大学学报,1991,14(2): 84~88
- 3 刘来福等.作物数量遗传.北京:农业出版社,1984,250~261

## Studies on the New Sorghum Sterile Lines

Li Tuanyin    Li Sanmian    Yi Zhiben    Liu Qingshan

Zhao Suping    Gao Ruping

(Sorghum Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Yuci 030600)

**Abstract** Partial diallel cross, controlled pollination and natural field evaluation were adopted in this study to evaluate six middle-late and six early sorghum sterile lines for their combining ability, stigma vigor and other major characters. The results indicated that, of all the middle-late lines, V4A performed best so far as the general combining ability, stigma vigor, sterility, mature period and resistance to head smut were concerned. Among the six early lines, 1105A gave the best performance in general combining ability, head length, 1000-grain weight, and sterility. It is hereby recommended that both the above-mentioned lines can be utilized for spring sowing in the middle-late mature and early mature areas.

**Key words:** Sorghum; Sterile line; Hybrid; Combining ability; Stigma vigor

## 《河北渔业》1994 年征订

《河北渔业》是水产学科的科学技术与情报交流的综合性刊物,其特点是倡导增殖型渔业。设有渔业策论、科学研究、技术开发、科技小品、专题讲座、专访、渔政管理、渔业经济、供销市场、渔业史、丰泽园、信息苑等 12 个栏目。立足河北,面向全国,全方位地为水产业服务。国内外公开发行人。国内统一刊号:CN13—1145;国际标准连续出版物号:ISSN 1004—6755。1991 年当选为全国水产、渔业类核心期刊;1992 年获河北省和全国水产系统优秀期刊奖。

本刊为双月刊,16 开本,52 页,定价 1.65 元,全年收费 9.9 元。凡订阅者,请通过邮局将订费汇寄秦皇岛市东山《河北渔业》编辑部(邮政编码:066002)。如通过银行信汇,请写明开户银行:中国农业银行秦皇岛分行河北大街办事处,帐号:405310040。