

6-11

## V 型杂交小麦制种技术研究\*

刘宏伟 马学锋 杨天章

(西北农业大学小麦遗传育种研究所, 陕西杨陵·712100)

S512.103.5

**摘要** 对 6 个 V 型小麦不育系和两个恢复系进行了杂种小麦制种试验。初步研究了不同不育系的制种产量、柱头生活力延续时间、花期相遇情况、行比及人工辅助授粉方式等问题。结果表明, 一些优良组合制种产量可达 3 000~4 500 kg/hm<sup>2</sup> 以上; 母本群体柱头生活力可延续 15 d 左右, 大约可分为初、盛、后、末 4 个阶段; 父本盛花期相遇于母本盛花后期较好; 父母本行比以 1:2(6 行:12 行) 最佳; 人工辅助授粉对花期相遇不好的组合有明显提高结实率的作用。

**关键词** 不育系, 杂种小麦, 制种技术

**中图分类号** S512.032, S339.59, S512.035.1

大量试验证明, 杂种小麦优良组合可以比常规品种增产 20% 左右<sup>[1]</sup>。但要在生产上推广杂种小麦, 除了选育强优组合外, 还需研究配套的制种栽培技术。小麦是自花授粉作物, 播量大, 繁殖系数较低。因此在强优组合确定之后, 如何经济地生产大量的杂种种子, 是杂种小麦应用于生产的关键问题之一。利用 T 型不育系制种, 国内外已经做了一定研究, 也有较大面积的杂交种试种。但对 K 型和 V 型不育系来说, 还缺乏制种的研究资料<sup>[2,3]</sup>。本研究对 V 型不育系的制种问题做了一些初步探讨, 现报道如下。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验设计

试验于 1989~1991 年在西北农业大学试验农场进行。1989~1990 年采用 NR<sub>2</sub> 恢复系与 5 个不育系(V-149A, V-8222A, V-7859A, V-35A 和 V-8239-4A) 制种, 制种区面积 200 m<sup>2</sup>, 4 行区, 父母本行比为 1:1, 10 月 25 日播种。

1990~1991 年采用两个不育系(V-149A 和 V-6901A)、一个恢复系(NR<sub>11</sub>); 裂区设计, 3 次重复, 以行比为主区, 不同授粉方式为副区; 试验基本播幅为 1.4 m, 6 行区, 行长 50 m, 父母本行比分别为 1:1(6:6), 1:2(6:12), 1:3(6:18)。父本分两期播种(10 月 5 日和 10 月 15 日), 不育系 V-149A 播期为 10 月 15 日, V-6901A 为 10 月 5 日。授粉方式分自然授粉、人力鼓风、拉绳和棒推 4 种, 人工辅助授粉从开花之日起连续进行 8 d, 每天 2 次(10:00~11:00 和 17:00~18:00)。

### 1.3 不育系柱头生活力测定

选用同龄穗子, 在开花前套袋。从开花之日起每天选 5~10 个套袋穗子进行人工充分授粉, 次日再将纸袋取掉, 任其继续自然授粉。

收稿日期: 1992-04-15.

\* 由农业部专项研究和陕西省科委、农办、杨陵科学技术开发基金资助。

### 1.4 分析项目与方法

成熟后进行结实情况和产量调查,所得资料进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 1989~1990年试验结果

由表1可见,5个不育系的株高均较父本低,有利于授粉。除V-35A花期偏早、V-7859A和V-8239-4A花期略偏晚外,其他不育系花期均与父本花期相遇良好,而且父本的花粉量大,因此异交结实率较高,5个不育系中最低结实率为78.9%,最高的达到90%。在单位面积穗数较少的情况下,制种产量均达2500 kg/hm<sup>2</sup>以上,其中有3个不育系产量达3000 kg/hm<sup>2</sup>以上。产量最高的V-149A,每万平方米只有358.5万穗,产量达3450 kg/hm<sup>2</sup>(表1)。

表1 V型不育系与恢复系NR<sub>2</sub>制种产量结果(1989~1990年)

材 料	抽穗期 (日/月)	株高 (cm)	每穗粒数 (粒)	结实率 (%)	穗 数 (万/hm <sup>2</sup> )	产 量 (kg/hm <sup>2</sup> )	父+母产量 (kg/hm <sup>2</sup> )
NR <sub>2</sub> (♂)	7/5	112.0	39.2	100.0	370.5	5407.5	
V-149A	5/5	71.2	33.3	90.0	358.5	3450.0	4429.5
V-8222A	3/5	82.4	34.4	89.1	421.5	3373.5	4390.5
V-7859A	4/5	77.5	26.5	79.3	366.0	2599.5	4003.5
V-35A	1/5	73.3	20.9	80.2	445.5	2700.0	4054.5
V-8439-4A	10/5	79.1	31.8	78.9	250.5	3199.5	4303.5

注:不育系的结实率是以相应保持系的结实率为100%计算求得的。

### 2.2 1990~1991年试验结果

#### 2.2.1 不育系柱头生活力测定

不育系柱头生活力的高低、持续时间以及父母本花期相遇情况对杂交种制种产量高低起决定性的作用<sup>[3,4]</sup>。为了对父母本花期调节提供依据,对两个不育系的柱头生活力进行了测定,其结果列于表2。

由表2可见,两个不育系柱生活力均为15d左右,前7d的生活力强于后7d;通过对大小花比较可知,小穗两侧大花的柱头生活力明显强于中间小花,且大花的柱头生活力在前10d的时间里比较稳定,而小花的生活力则较短,并在6~8d后急剧下降。两个不育系相比,V-149A的小花寿命较短,而V-6901A则较长。依据两个不育系柱头生活力的试验结果,以结实率大小,大致可以将花期划分为以下4个阶段:①初花期 开花开始的前3d左右。此期以小穗两侧的大花结实为主,中间小花为辅。因为小穗两侧大花柱头在这3d内大部分成熟,花先开放,而中间小花柱头还没有完全成熟,开花时间较迟;②盛花期 约持续3~4d。此期大小花的柱头均已成熟,结实能力最强,结实率达到高峰。在制种时,花期就应该相遇在柱头生活力最高的时期,但由于在实践中初期开花量较少,盛花期所开的花,开后颖壳即合,未受精的花颖壳再次开张还有一个过程,因此父本的盛花期应比母本稍晚为宜<sup>[3]</sup>;③后期 持续时间约5~7d,大小花都已开过,但未受精花的颖壳一直开张着,这时小花柱头生活力迅速衰退,而大花衰退的速度则比较慢,仍有较高的结

实率。在制种时,与父本花期如果相遇在这个阶段,则小花结实率很差,大花结实率也不太高。如果父母本花期相遇较好,后期且有足够的父本花粉量,就可以大大提高制种的结实率;④末期 这个阶段约有 3~4 d,大花柱头生活力迅速衰退<sup>[5]</sup>,小花柱头基本上已经没有生活力,这个时期结实率很低。

表 2 V-149A 和 V-6901A 柱头生活力测定(1991 年)

授粉日期 (日/月)	V-149A				授粉日期 (日/月)	V-6901A			
	大花结实 (粒)	小花结实 (粒)	穗粒数 (粒)	结实率(%)		大花结实 (粒)	小花结实 (粒)	穗粒数 (粒)	结实率 (%)
29/4	21.4	6.2	27.6	77.7	4/5	28.5	2.0	30.5	79.5
30/4	22.9	7.1	30.0	84.5	5/5	30.5	3.2	33.4	87.0
1/5	23.8	7.6	31.4	88.5	6/5	30.4	3.4	33.8	88.0
2/5	23.4	8.5	31.9	89.9	7/5	32.0	4.0	36.0	93.8
3/5	25.0	9.8	34.8	98.0	8/5	30.0	6.0	36.0	93.8
4/5	24.8	10.7	35.5	100	9/5	32.0	6.4	38.4	100
5/5	23.4	4.2	27.6	77.7	10/5	30.2	7.2	37.4	97.4
6/5	23.2	3.4	26.6	74.9	11/5	29.4	6.8	36.2	94.3
7/5	23.8	5.0	28.8	81.1	12/5	23.6	1.4	25.0	65.1
8/5	23.6	2.8	26.4	74.4	13/5	22.0	2.2	24.2	62.5
9/5	17.8	4.2	22.0	62.0	14/5	20.0	5.0	25.0	65.1
10/5	18.8	2.4	21.2	59.7	15/5	15.0	4.0	19.0	49.5
11/5	16.0	3.6	19.6	55.2	16/5	12.8	2.2	15.0	39.1
12/5	7.2	2.6	9.8	27.6	17/5	4.2	0	4.2	10.9
13/5	4.4	0.8	5.2	14.6	18/5	2.2	0.2	2.4	6.3
14/5	0	0	0	0	19/5	0.2	0	0.2	0.5
15/5	0	0	0	0	20/5	0	0	0	0

小穗两侧大花柱头生活力延续时间长,中间中花延续时间短,这是因为在一个小穗中,与大花相比,小花营养物质供应少,在营养上处于劣势,且柱头形成时间晚,发育差,从而导致柱头生活力较强,衰退快<sup>[5]</sup>。因此父本的盛花期应与小花的盛花期相遇可能制种效果最好。

### 2.2.2 花期测定结果

从表 3 可以看出,V-149A 盛花期与第一期父本正好相遇,与第二期父本盛花期相遇于晚后期至末期,花期相遇比较好,结实率 62.7%,若与第二期父本盛花期相遇于早后期,即适当延长父本的盛花期,估计结实率还会提高;V-6901A 的盛花期与第一期父本盛花期不遇,虽与第二期父本盛花部分相遇,但由于阴雨影响,雨后盛花期已过,结实率较低,仅 39.6%。

表 3 父母本花期测定结果

材 料	播 期	抽穗期	开 花 期				结实率 (%)
			初 期	盛 期	后 期	末 期	
			日/月				
NR <sub>14</sub>	5/10	25/4	1/5~3/5	4/5~6/5	7/5~12/5	13/5~15/5	
	15/10	30/4	7/5~9/5	10/5~12/5	13/5~18/5	19/5~20/5	
V-149A	15/10	19/4	29/4~1/5	2/5~4/5	5/5~11/5	12/5~15/5	62.7
V-6901A	5/10	28/4	4/5~7/5	8/5~11/5	12/5~16/5	17/5~20/5	39.6

注:1)以保持系为对照计算结实率;2)4/5~7/5 为阴雨天气。

## 2.2.3 不同行比、不同授粉方式比较

表4的资料说明了行比变化对异交结实率的影响。对V-149A来说不管采用何种人工辅助授粉方式,1:3的结实率显著小于1:1和1:2,而1:2与1:1结实率间则无显著差异;而V-6901A三种行比的结实率均有显著差异。这显然是由于这两个不育系与父本花期相遇的情况不同造成的。这说明在父母本花期相遇较好的情况下,1:1和1:2行比之间异交结实率差异不大;但若花期相遇不好,由于花粉量大小的差异,自然造成行比越小结实率越高,行比越大结实率越低的结果。至于人工辅助授粉方式,由于该年所用方法不够理想,特别是人工鼓风所用风机太小,作用不大,因此所得结果只能仅供参考。但从表4也可以看出,对于V-149A来说,各种授粉方式之间差异不显著,而V-6910A则相反,其原因是V-149A花期相遇好,花粉量充足,人工辅助授粉对提高结实率的作用较小。反之,在花粉量不足的情况下,加强人工辅助授粉可以显著地提高结实率,V-6901A人工辅助授粉的结果充分说明了这一点。究竟采用何种人工辅助授粉方式较好还需进一步研究。

表4 不同行比和授粉方式对不育系结实率的影响 %

不育系	行比	授粉方式				平均	F	SSR 测验		
		自然授粉	人力鼓风	拉绳	棒推			0.05	0.01	
V-149A	1:1	64.5	64.8	65.7	65.5	65.1	141.4*	a	A	
	1:2	64.0	64.2	64.5	64.6			64.4	a	A
	1:3	57.7	57.8	59.0	59.7			58.5	b	B
	平均	62.1	62.3	63.1	63.3					
	F			2.8						
V-6901	1:1	49.2	50.5	50.8	52.3	50.7	757.27*	a	A	
	1:2	34.8	39.9	43.6	43.4			40.4	b	B
	1:3	23.2	26.9	29.1	31.5			27.7	c	C
	平均	35.7	39.1	41.2	42.4					
	F			35.97*						
SSR 测验	0.05	c	b	a	a					
	0.01	C	B	A	A					

注:行比: $F_{0.05}=4.26, F_{0.01}=8.02$ ;授粉方式: $F_{0.05}=4.07, F_{0.01}=7.59$ 。

## 2.2.4 制种产量及经济效益

从制种产量来看,若单独按母本实际播种面积或父母本合计产量计算,两个不育系均以1:1产量最高,若以父母本合计制种区面积计算,只以母本产量计算单产,V-149A以1:3最高,V-6901A以1:2最高(见表5)。

表5 不同行比制种产量与产量构成因素比较

不育系	行比	穗数 (万/hm <sup>2</sup> )	穗粒数 (粒)	千粒重 (g)	不育系区 (kg/hm <sup>2</sup> )	制种区产量(kg/hm <sup>2</sup> )		
						不育系	恢复系	总产量
V-149A	1:1	345	27.9	50.0	4 813.5	2 407.5	3 217.5	5 625.0
	1:2		27.6		4 761.0	3 174.0	2 145.0	5 319.0
	1:3		25.1		4 330.5	3 247.5	1 609.5	4 857.0
V-6901A	1:1	405	19.4	40.0	3 142.5	1 572.0	3 217.5	4 789.5
	1:2		15.5		2 511.0	1 749.0	2 145.0	3 819.0
	1:3		10.6		1 717.5	1 288.5	1 609.5	2 898.0

注:恢复系产量为6 435.0 kg/hm<sup>2</sup>。

从经济效益分析,以 V-149A 为例,若杂交种价格是粮价的 2~7 倍,则以行比 1:2 的经济效益较高;杂交种价格若是粮价的 8 倍以上时,1:3 的效益才比较高,故 V-149A 的制种以 1:2(6 行父:12 行母)的行比安排为佳。而 V-6901A 因花期相遇不好,应再作试验才能做出经济效益评价。

### 3 小 结

通过 6 个 V 型不育系和 2 个恢复系两年制种试验的初步结果,在父母本行比比较恰当、花期相遇较好的情况下,制种产量可达 3 000 kg/hm<sup>2</sup> 以上;高者可达 4 500 kg/hm<sup>2</sup> 以上;以播量 75 kg/hm<sup>2</sup> 计算,繁殖系数可达 40~60 倍。说明在生产上推广杂种小麦是可行的。同时,随着杂种小麦制种技术的进一步提高,相信单位面积制种产量还会大幅度提高。

本研究结果表明,在生产条件下,V 型小麦不育系柱头群体生活力可以延续 15 d 左右,70% 以上柱头具有受精能力的时间约为 10 d。按柱头生活力的情况,大致可以将开花期分为初期、盛期、后期和末期 4 个阶段。根据母本初期开颖情况较差,小穗中部小花尚未完全成熟,且小花寿命较短的特点,父本的盛花期比母本稍晚 2~3 d 为宜。为了争取在母本开花后期有足够的花粉量补充授粉,父本最好分两期播种,其播期差异能以父本第一、二期盛花期相连接为佳。关于父母本行比安排,根据本地条件、所用组合、经济效益以及机械化种植要求综合考虑,以父母本行比 1:2(6 行父:12 行母)为宜。看来,花期相遇和父母本行比是小麦制种的关键。在花期相遇良好,父母本行比适宜时,人工辅助授粉作用较小;否则相反。究竟何种人工辅助授粉方式最好,还有待进一步研究。

杂种小麦制种产量的高低是一个十分复杂的问题,与具体组合、母本的开颖情况、柱头寿命长短、柱头外露情况、父本的花药外挂、花粉量、父母本的株高、开花集中状况、花期相遇情况、行比以及温度、风力、风向和降水等多种因素有关。有关其他问题今后还需进一步深入研究。

### 参 考 文 献

- 1 杨天章、小麦新型不育系研究。见:杂种小麦研究。北京:北京农业大学出版社,1990,110~135
- 2 张改生,杨天章。偏型、粘型和易型小麦雌性不育系的初步研究。作物学报,1989,15(1):1~10
- 3 郭志远,刘录祥,弓陆身。杂种小麦繁殖制的研究与实践。见:杂种小麦研究。北京:北京农业大学出版社,1990,137~163
- 4 李正德。小麦柱头生活力研究初探。作物学报,1964,3(2):217~219

## Techniques of Hybrid Wheat Reproduction with V-Type CMS Lines

Liu HongWei    Ma Xuefeng    Yang Tianzhang

(Wheat Research Institute Northwestern Agricultural University, Yangling Shaanxi, China 712100)

**Abstract** Six V-type of CMS lines and two R lines were to carry out experiments of hybrid wheat reproductions. The yields of hybrid wheat seed reproduction of various sterile lines, sustainable duration of stigma viabilities, the mating conditions of flowering stages, ratios between rows and artificial assistance pollinations were also studied. The results indicated that the yields of hybrid wheat reproduction of some fine combination reached over 3000~4500 kg/hm<sup>2</sup>. The stigma viabilities of maternal plant population could last 15 days, being divided into four stages such as the initial flowering stage, full lowering stage, late flowering and the ending flowering stage. The meeting of full lowering stage of father plants with that of maternal plants was much better. The best row ratio between maternal and father plants was 1 : 2 (6 rows : 12 rows). Also, pollination by artificial assistance has the obvious effects upon the improvement of fruit bearing percentage of poor meeting of maternal and rather plants by artificial assistance pollination.

**Key words** Sterile lines, hybrid wheat, hybrid wheat reproduction technique

### 欢迎订阅

#### 1994 年《中国农业文摘——植物保护》

本刊是全国农业科技文献检索刊物,1985年2月创刊。它收集报道了国内300余种刊物中有关植物保护学发展水平、动态、趋势和最新成就。内容包括:粮食作物、经济作物、园艺作物和桑树病虫害、储粮病虫害、鸟兽害、生物防治、农药、杂草、病虫分类与分布、植保机械等。本刊是植物保护科研人员、基层植保工作者、农业院校植保系师生不可缺少的参考资料。

本刊为公开发行,双月刊,16开本,72页,每期报道400余条,年终附年度主题索引,定价3.50元,全年21.00元。全国各地邮局均可订阅,邮发代号18-82,欢迎单位和个人订阅。

《中国农业文摘——植物保护》编辑部