

我国作物品种区域试验的精确度研究

张群远 孔繁玲

杨付新

(中国农业大学作物学院)

(中国农科院棉花所)

摘要 根据 1982 年以来我国部分作物品种区域试验的资料, 对比研究棉花、小麦、水稻和玉米区试的试验精确度(EP)和品种比较精确度(VCP)。结果表明, 棉花和玉米区试的 EP 及一年一点试验的 VCP 普遍低于小麦和水稻, 其试验误差有待降低; 棉花一点两年试验的 VCP 严重不足, 平均低于 25%; 各种作物一年多点试验的 VCP 控制得较好, 其平均均在 10% 以内或左右; 但多年多点试验的 VCP 在不同试验中差别较大, 其差异主要表现在同一种作物的不同组别间。最后, 针对区试中存在的精度问题, 总结提出了提高区试精度的各种途径。

关键词 区域试验; 误差; 试验精确度; 品种比较精确度

分类号 S114

Evaluation of the Precision of Regional Crop Trials in China

Zhang Qunyuan Kong Fanling

Yang Fuxin

(College of Crop Science, CAU)

(Institute of Cotton, CAAS)

Abstract Based on the parts of historical trials data since 1982, the experiment error precision (EP) and variety comparison precision (VCP) of regional crop trials of cotton and wheat and rice and maize were reviewed. The results showed: The EP and one-location-one-year experimental VCP of cotton and maize were widely lower than that of wheat and rice; the average VCP of cotton in one-location-two-year experiments was lower than 25% and seriously poor; the average VCP of each crop in multi-location-one-year experiments was higher than or around 10%, expressing relatively well controlled. However, the VCP of multi-location-two-year experiments varied considerably among different trial groups of the same crop. Finally, some precision-improving approaches for regional crop trials were proposed and summarized.

Key words regional trial; error; experiment precision; variety comparison precision

作物品种区域试验(简称区试)是鉴定作物新品种的特征特性、推广价值和适应地区的大规模农业试验。区试对品种的正确评价,很大程度上有赖于对品种间差异作出准确的鉴别,而区试的精确度是影响品种间差异鉴别准确性的主要因素。所以,精确度是区试的核心。

按统计学定义,精确度指试验中同一处理的重复观测值间彼此接近的程度,试验误差是衡量精确度的重要依据。所以,区试中普遍采用试验误差变异系数来表示试验精确度。然而,试验误差并不能直接反映试验鉴别处理间差异的能力。尤其区试这种多环境试验,影响其鉴别能力的因素很多,试验误差只是其中之一。Cochran 和 Cox 曾研究了试验误差大小与鉴别能力和试验重复数间的关系^[1];Lin 和 Binns 在 Cochran 和 Cox 的基础上研究了区试中的误差变异系数和可鉴别差异及试验重复数间的关系;我国俞世蓉和吴兆苏^[3,4],俞世蓉和陆作楣等^[5]曾采用与 Lin 相似的方法研究了我国江苏和山东的区试精度。这些研究注意到了区试精度与误

收稿日期: 2000-09-19

国家自然科学基金资助项目(39770430)

张群远,北京圆明园西路2号中国农业大学(西校区),100094



差的联系和区别,但仅限于单次(即一年一点)试验的情形。孔繁玲和张群远等^[6]提出了品种比较精确度的概念及其在4种试验层次上的统计指标($RLSD$)的计算公式;并根据这一指标,在品种和试点效应固定,年份效应随机的模型下,从一年一点,一点两年和两年多点共3个试验层次上研究了我国黄河流域春棉和夏棉区试的精度问题。本文在该研究的基础上,一方面把 $RLSD$ 扩展应用于试点随机的模型,另一方面利用更多的区试资料,在一年一点,一点多年,一年多点和多年多点共4个试验层次上对比研究我国棉花、小麦、水稻和玉米4种作物区试的精确度状况,以探讨试验中存在的问题及相应改进办法。

1 材料与方法

1.1 数据资料

数据取自1982年以来我国棉花、小麦、水稻和玉米区试分重复记载的部分历史资料(表1)。其中棉花数据为皮棉产量,小麦、水稻和玉米数据为子粒产量,单位均为 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

表1 本文所用的区试资料

作物	区试组别	年份	试点数	品种数	重复数	作物	区试组别	年份	试点数	品种数	重复数		
棉花	黄河流域春棉	1982	19	8	4	小麦	黄淮春水组	1987	7	7	4		
		1983	17	8	4			1988	7	7	4		
		1984	19	5	4			1989	9	8	4		
		1985	19	8	4			1990	12	9	4		
		1986	19	8	4			1991	12	8	4		
		1987	19	8	4		黄淮冬水组	1987	7	8	4		
		1988	19	8	4			1988	7	8	4		
		1989	24	8	4			1989	9	9	4		
		1990	24	8	4			1990	12	9	4		
		1991	24	8	4			1991	9	8	4		
	黄河流域夏棉	1992	23	8	4		水稻	北方中早粳晚熟组	1992	5	8	4	
		1993	19	9	4				1993	5	8	4	
		1994	18	9	4				1996	4	5	4	
		1995	14	9	4				1997	4	5	4	
		1996	13	9	4				1998	9	12	3	
		长江流域春棉	1986	14	4			4	北方中早粳中熟组	1993	6	8	4
			1987	13	4			4		1994	5	4	4
			1988	15	6			4		1995	5	4	4
			1989	13	6			4		1998	10	9	3
1990			17	7	4	南方中粳迟熟组		1991		19	8	3	
1991	17		7	4	1994		10	5		3			
1992	17		5	4	1995		16	8		3			
1993	16		5	4	1996		15	8		3			
1990	16		5	4	玉米		华北春玉米	1996		23	9	3	
1991	15	5	4	1997		22		10	3				
1992	15	5	4	1998		22		11	3				
1993	14	5	4	西北春玉米		1996	13	9	3				
1994	11	5	4			1997	13	9	3				
1995	11	5	4			黄淮夏玉米	1996	23	8	3			
1996	12	8	4	1997			12	8	4				
1998	13	8	4										

注:黄河流域春棉区试1985~1996年,黄河流域夏棉区试1986~1993年,长江流域春棉区试1990~1997年,每2年为一轮。其余均为“滚动式”方案。

1.2 统计方法

按照文献[6]的方法, 分别以试验误差变异系数(CEV)和相对最小显著差数($RLSD$)来表示试验精确度(EP , experiment precision)及品种比较精确度(VCP , variety comparison precision), 同时从这 2 方面来研究区试精度。

1.2.1 CEV 的计算公式
$$CEV = (\sqrt{MSe/\bar{Y}}) \times 100\% \quad (1)$$

MSe 为方差分析中的以小区为单位的误差项均方; \bar{Y} 为试验均值。 CEV 越小, EP 越高。一般来说, 田间试验的 CEV 若小于 10% 时, 说明试验误差控制得较好。

1.2.2 $RLSD$ 的计算公式
$$RLSD_{\alpha} = (LSD_{\alpha}/\bar{Y}) \times 100\% \quad (2)$$

或
$$RLSD_{\alpha} = (LSD_{\alpha}/\bar{Y}_{CK}) \times 100\% \quad (3)$$

式中, α 为显著水平; \bar{Y} 和 \bar{Y}_{CK} 分别为试验均值和对照均值, 考虑到区试的主要目的是新品种与对照进行比较, 本研究采用(3)式进行计算; LSD 即方差分析中品种间多重比较所采用的最小显著差数, 其计算因试验方案和方差分析模型的不同而异。文献[6]曾给出了品种和试点效应固定, 年份效应随机的模型下, 各种试验层次上的 $RLSD$ 计算公式。但鉴于区试中的多点试验还会采用试点效应随机的方差分析模型, 本研究对 2 种模型下的 $RLSD$ 均作分析。在此补充试点效应随机时 $RLSD$ 的计算公式(7)和(9), 一并列表 2。 $RLSD$ 越小, VCP 越高。由于区试中常常规定新品种需比对照显著增产 10% 才能推广, 故一般以 $RLSD = 10\%$ 作为 VCP 合格的标准。关于 CEV 和 $RLSD$ 其他方面的详述, 见文献[6]。

1.2.3 各种 CEV 和 $RLSD$ 的计算 把表 1 的资料按一年一点试验形式(共 851 点次)依公式(1)和(4)计算 CEV 和 $RLSD$, 结果见表 3; 按一点两年试验形式(仅棉花, 共 220 次; 小麦、水稻和玉米由于是滚动式试验, 每年都更替品种, 同一地点 2 年中共同的品种很少, 故未作计算和分析)依公式(1)和(5)计算 CEV 和 $RLSD$, 见表 4; 按一年多点试验形式(共 61 年次)依公式(1)、(6)和(7)计算 CEV 和 $RLSD$, 见表 5; 按 2 年多点试验形式(小麦、水稻和玉米由于是滚动式试验, 2 年中的品种不全相同, 故只选取了其中共同品种数 3 个的少数轮次进行计算, 共 26 轮次)依公式(1)、(8)和(9)计算 CEV 和 $RLSD$, 见表 6。由于棉花资料较多, 其计算结果分别按黄河春棉、黄河夏棉和长江春棉 3 种类型列出。

2 结果与分析

2.1 试验精确度(EP)

从表 3~ 6 可看出, 各种试验层次上, 棉花和玉米的平均 CEV 均为 8% 左右, 小麦和水稻的均为 5% 左右, 小麦和水稻的 EP 高于棉花和玉米的; 棉花中黄河春棉、黄河夏棉和长江春棉的平均 CEV 分别为 9%, 8% 和 7% 左右, 所以相对而言, 棉花区试中长江春棉的 EP 较好, 黄河夏棉、春棉次之, 但差别不是非常大。总的来看, 棉花和玉米的精度较低, 可能是因为它们属于稀播作物且不具分蘖, 故试验小区内群体调节能力较低所致。

就一年一点试验而言, 在棉花 531 点次, 小麦 91 点次, 水稻 113 点次和玉米 116 点次的试验中, $CEV = 10\%$ 的分别占 71.0%, 96.7%, 97.3% 和 78.4%。棉花和玉米的精度较低虽然与其自身的作物特点有关, 但也有相当比例试验的精度控制得很好, 这 2 种作物一年一点试验的 EP 有进一步提高的必要和可能。棉花中黄河春棉 290 点次, 黄河夏棉 122 点次和长江春棉 119 点次的试验中, $CEV = 10\%$ 的分别占 63.8%, 70.5% 和 89.1%。相对而言, 黄河春棉和夏棉的 EP 更应注意提高。

表2 4种试验层次和3种模型下RLSD的计算公式

试验类型	模型	RLSD的计算式	df	公式编号
一年一点	固定模型	$\sqrt{\frac{2MSe/r}{\bar{Y}_{CK}}} \times 100 \times t_{\alpha}$	$(r-1)(v-1)$	(4)
一点多年	年份随机	$\sqrt{\frac{2MS_{vy}/r_y}{\bar{Y}_{CK}}} \times 100 \times t_{\alpha}$	$(y-1)(v-1)$	(5)
一年多点	I: 地点固定	$\sqrt{\frac{2MSe/rs}{\bar{Y}_{CK}}} \times 100 \times t_{\alpha}$	$s(r-1)(v-1)$	(6)
	II: 地点随机	$\sqrt{\frac{2MS_{vs}/rs}{\bar{Y}_{CK}}} \times 100 \times t_{\alpha}$	$(s-1)(v-1)$	(7)
多年多点	I: 地点固定年份随机	$\sqrt{\frac{2MS_{vy}/r_{sy}}{\bar{Y}_{CK}}} \times 100 \times t_{\alpha}$	$(y-1)(v-1)$	(8)
	II: 地点随机年份随机	$\sqrt{\frac{2(MS_{vs}+MS_{vy}-MS_{vsy})}{r_{sy}/\bar{Y}_{CK}}} \times 100 \times t_{\alpha}$	df	(9)

注: 以上各种模型中, 品种效应均为固定; MS_{vs} 、 MS_{vy} 和 MS_{vsy} 分别表示品种×试点、品种×年份和品种×试点×年份的互作均方; v 、 y 、 s 、 r 分别为区试的品种数、年份数、试点数和重复数; t_{α} 为一定显著水平 α 和自由度 df 所对应的 t 值, 文中取 $\alpha=0.05$; df 为平均数差数标准误的自由度, 其中 df 为多年多点试验按模型 II 作方差分析时, 品种均值标准误的矫正自由度, 其计算式为:

$$df = \frac{(MS_{vy} + MS_{vs} - MS_{vsy})^2}{\frac{MS_{vsy}^2}{(y-1)(v-1)} + \frac{MS_{vs}^2}{(s-1)(v-1)} + \frac{MS_{vy}^2}{(y-1)(s-1)(v-1)}}$$

2.2 品种比较精确度(VCP)

2.2.1 一年一点试验 从表3可看出, 棉花531点次, 小麦91点次, 水稻113点次, 玉米116点次一年一点试验的平均RLSD分别为12.71%、7.82%、7.31%和14.91%; RLSD 10%的(即能鉴别出距对照10%的差异)分别占39.9%、83.5%、81.4%和30.2%。所以, 小麦和水稻的VCP较好, 棉花和玉米的VCP则较差。棉花中黄河春棉、黄河夏棉和长江春棉的平均RLSD分别为13.99%、12.18%和10.14%, 其VCP大小顺序为长江春棉>黄河夏棉>黄河春棉。以上各种作物一年一点试验VCP的相对高低与EP的趋势相同, 这是因为该试验层次上CEV和RLSD具有相对一致性^[6]。由此也可看出, 该试验层次上棉花和玉米的VCP较差, 主要是因为其CEV较大(即试验误差较大), EP较低所致。

2.2.2 一点两年试验 从表4可看出, 棉花220次一年两年试验中的平均RLSD为25.01%; RLSD 10%的只占11.0%。其中黄河春棉113次, 黄河夏棉55次和长江春棉52次试验中, 平均RLSD分别为26.43%、28.93%和17.76%; CEV 10%的分别只占7.1%、5.4%和25.05%。说明棉花一点两年试验的VCP均较差, 需予改善。与一年一点试验相比, 一点两年试验的RLSD要大得多。这是因为, 除试验误差之外, 一点两年试验还考虑了品种与年份互作对品种比较精度的影响。

2.2.3 一年多点试验 从表5可看出, 棉花32年次, 小麦10年次, 水稻13年次, 玉米6年次一年多点试验, 在模型I下的平均RLSD分别为2.92%、2.48%、2.97%和3.67%, 模型II下平均RLSD分别为7.88%、7.49%、10.30%和8.40%。说明若把地点效应看作固定(模型I)时, 4种作物一年多点试验的VCP都控制得很好。若把地点效应看作随机(模型II)时, 小麦的RLSD均在10%以内, 控制得较好; 棉花和玉米有少量试验超过10%, 应稍作改善; 水稻有38.5%的试验高于10%, 需注意加强改进。

2.2.4 两年多点试验 从表6可看出, 两年多点试验中, 同一次试验的模型I和模型II下的RLSD差别不大, 不同次试验的RLSD则参差不齐(变幅从2.81%到35.98%), 其差异主要表现在同一种作物的不同组别间。例如, 棉花中长江春棉普遍比黄河春棉和夏棉低; 小麦中冬水组普遍比春水组低。另外, 同一组别的各轮区试间也有较大差别。如黄河春棉和夏棉, 其RLSD的变幅均较大。总的来说, 除长江春棉和冬水组小麦区试以外, 其他一些区试中均出现了RLSD较大的情况, 其VCP需予改善。由表6的最后4列均方值可看出, 不同试验RLSD的差异, 主要是由品种×年份互作大小不一所致。

表 3 4 种作物一年一点试验的 *CEV* 和 *RLSD* 值的次数分布

作物	精度指标	不同精度范围中的试验次数(频率/%)					总次数	平均	变幅
		5%	> 5%, 10%	> 10%, 15%	> 15%, 20%	> 20%			
黄河春棉	<i>CEV</i>	40(13.8)	145(50.0)	79(27.2)	19(6.6)	7(2.4)	290	9.24	0.51~36.23
	<i>RLSD</i>	18(6.2)	71(24.5)	104(35.9)	54(18.6)	43(14.8)	290	13.99	0.83~70.26
黄河夏棉	<i>CEV</i>	38(31.2)	48(39.3)	28(22.9)	5(4.1)	3(2.5)	122	8.04	0.80~43.33
	<i>RLSD</i>	9(7.4)	45(36.9)	32(26.2)	23(18.8)	13(10.7)	122	12.18	1.15~66.84
长江春棉	<i>CEV</i>	36(30.3)	70(58.8)	11(9.2)	2(1.7)	—	119	6.74	2.37~19.31
	<i>RLSD</i>	8(6.7)	61(51.3)	37(31.1)	7(5.9)	6(5.0)	119	10.14	3.24~28.28
棉花(总)	<i>CEV</i>	114(21.5)	263(49.5)	118(22.2)	26(4.9)	10(1.9)	531	8.41	0.51~43.33
	<i>RLSD</i>	35(6.6)	177(33.3)	173(32.6)	84(15.8)	62(11.7)	531	12.71	0.83~70.26
小麦	<i>CEV</i>	49(53.8)	39(42.9)	3(3.3)	—	—	91	5.20	2.43~12.02
	<i>RLSD</i>	9(9.9)	67(73.6)	11(12.1)	4(4.4)	—	91	7.82	3.35~19.44
水稻	<i>CEV</i>	82(72.5)	28(24.8)	2(1.8)	—	1(0.8)	113	4.35	0.92~20.02
	<i>RLSD</i>	33(29.2)	59(52.2)	16(14.2)	4(3.5)	1(0.9)	113	7.31	1.66~33.51
玉米	<i>CEV</i>	33(28.4)	58(50.0)	17(14.7)	6(5.2)	2(1.7)	116	7.57	0.64~21.13
	<i>RLSD</i>	5(4.3)	30(25.9)	40(34.5)	17(14.7)	24(20.7)	116	14.91	1.20~40.80

表 4 棉花一点两年试验的 *CEV* 和 *RLSD* 值的次数分布

作物	精度指标	不同精度范围中的试验次数(频率/%)					总次数	平均	变幅
		5%	> 5%, 10%	> 10%, 15%	> 15%, 20%	> 20%			
黄河春棉	<i>CEV</i>	8(7.1)	66(58.4)	34(30.1)	4(3.5)	1(0.9)	113	9.25	1.57~20.19
	<i>RLSD</i>	—	8(7.1)	8(7.1)	18(16.9)	79(69.9)	113	26.43	6.41~71.13
黄河夏棉	<i>CEV</i>	14(25.4)	22(40.0)	18(32.7)	1(1.8)	—	55	8.15	1.49~19.01
	<i>RLSD</i>	1(1.8)	2(3.6)	8(14.55)	8(14.55)	36(65.5)	55	28.93	4.54~133.7
长江春棉	<i>CEV</i>	10(19.2)	37(71.2)	4(7.7)	1(1.9)	—	52	6.82	2.86~16.12
	<i>RLSD</i>	2(3.85)	11(21.2)	10(19.2)	13(25.0)	16(30.8)	52	17.76	4.68~74.10
总计	<i>CEV</i>	32(14.6)	125(56.8)	56(25.4)	6(2.7)	1(0.45)	220	8.40	1.49~20.19
	<i>RLSD</i>	3(1.4)	21(9.6)	26(11.8)	39(17.7)	131(59.5)	220	25.01	4.54~133.7

3 讨论

3.1 提高区试精度的途径

总结以上分析, 可看出各区试中存在的主要精度问题是: 棉花和玉米的试验误差较大, *EP* 较低; 棉花和玉米一年一点试验的 *VCP* 较低; 棉花一点两年试验的 *VCP* 十分不足(其他作物因数据所限, 未作分析); 地点效应随机时, 棉花、玉米和水稻一年多点试验的 *VCP* 稍嫌不足; 各种作物多年多点试验的 *RLSD* 波动较大, 均有 *VCP* 不足的情况。

由 *CEV* 和 *RLSD* 的计算公式可知, 影响区试 *EP* 的因素主要是试验误差的大小; 而影响区试 *VCP* 的因素, 除试验误差外, 还包括基因型与环境互作, 试验重复数, 试点数, 年份数和参试品种数等。在此根据影响区试精度的各种因素总结各种提高区试精度的方法, 见表 7。根据表 7, 针对区试中存在的精度问题提出具体的改进措施如下:

表5 4种作物一年多点试验的CEV和RLSD值的次数分布

作物	精度指标	不同精度范围中的试验次数(频率/%)					总次数	平均	变幅
		5%	> 5%, 10%	> 10%, 15%	> 15%, 20%	20%			
黄河春棉	CEV	—	11	4	—	15	9.34	6.27~13.66	
	模型 I: RLSD	15	—	—	—	15	2.99	2.19~4.18	
	模型 II: RLSD	—	12	3	—	15	7.77	5.14~13.99	
黄河夏棉	CEV	—	7	1	—	8	8.47	7.09~11.22	
	模型 I: RLSD	8	—	—	—	8	3.00	2.46~4.30	
	模型 II: RLSD	—	6	2	—	8	9.72	7.04~13.64	
长江春棉	CEV	—	9	—	—	9	7.16	5.56~9.36	
	模型 I: RLSD	9	—	—	—	9	2.71	1.87~3.42	
	模型 II: RLSD	1	8	5	—	9	6.45	4.33~8.14	
棉花(总)	CEV	—	27	5	—	32	8.51	5.56~13.66	
	模型 I: RLSD	32	—	—	—	32	2.92	1.87~4.30	
	模型 II: RLSD	1	26	5	—	32	7.88	4.33~13.99	
小麦	CEV	4	6	—	—	10	5.28	4.12~6.69	
	模型 I: RLSD	10	—	—	—	10	2.48	2.15~3.31	
	模型 II: RLSD	—	10	—	—	10	7.49	6.23~8.73	
水稻	CEV	7	5	1	—	13	5.09	3.45~10.62	
	模型 I: RLSD	12	1	—	—	13	2.97	1.29~6.84	
	模型 II: RLSD	1	7	3	2	13	10.30	4.28~19.85	
玉米	CEV	—	4	2	—	6	8.72	6.02~11.84	
	模型 I: RLSD	5	1	—	—	6	3.67	2.15~5.51	
	模型 II: RLSD	—	5	1	—	6	8.40	6.37~11.80	

要提高棉花和玉米的EP,就要减小试验误差,这包括精选和培养试验地,合理进行区组划分,增加操作管理测量的一致性;另外,供试种子的纯度和质量在很大程度上也会影响试验精度,应注意使用纯度高、活力均匀一致的种子进行试验。当然,实践中尚需进一步对这两种作物区试误差偏大的主要原因做具体的调查分析,从而更有针对性的采取上述措施。

提高棉花和玉米一年一点试验的VCP可通过降低试验误差和增加重复数来实现。表3中棉花的平均CEV比玉米大,平均RLSD却反而较小,就是因为其试验重复数($r=4$)比玉米的($r=3$)多的缘故。不过,增加试验重复数要消耗更多的资源,是较为消极的做法。一年一点试验应主要依靠降低试验误差,提高试验EP来提高VCP。

与一年一点试验一样,降低试验误差和增加重复数也可提高一点多年试验(如棉花的一点两年试验)的VCP;不过,提高一点多年试验VCP的主要途径是增加年份数。当然,增加试验年份数会降低试验效率,需要我们根据具体情况在试验精度和效率之间进行平衡。此外,适当控制和减小品种 \times 年份互作也是一个有效的途径。

对于棉花、玉米和水稻一年多点试验的VCP稍不足的情况,可通过减少试验误差和品种 \times 试点互作,增加重复数和试点数等手段来改善。但对棉花和玉米来说,由于其误差较大,试点数已经不少,故应以减小试验误差为主;水稻则相反,其误差并不大,但试点数偏少(尤其北方区试),故应以适当增加试点数为主。

对于多年多点试验,减少试验误差和品种 \times 环境互作,增加重复数、试点数和年份数等多种措施均有利于提高其VCP,而其中以增加年份数和减少品种 \times 环境互作最为有效。所以,在条件允许的情况下,应尽可能把目前各种作物的区试延长1~2年(滚动制区试中是指把有希望的品种的参试年份延长1~2年),这样可有效的提高多年多点试验的VCP,增加区试联

合分析的可靠性; 此外, 还应适当控制和减小区试中的品种 × 环境交互, 尤其是品种 × 年份交互。交互是客观存在的, 其大小由参试品种和参试环境共同决定, 区试正是通过正确估计和利用交互来分析评价品种, 所以一般不应故意地限制参试品种和环境来减小交互。这里所说的“控制和减小交互”, 是指应避免试验中可能出现的极端品种和环境(如各种灾害)对交互的夸大, 其实质是“正确估计交互”。具体做法是, 确保同一试验组别同一轮参试品种的特性差异不宜太大(例如抗虫与不抗虫); 加强田间管理, 防止各种异常情况的发生; 对确有异常的数据, 分析时应予识别和剔除。

表 6 4 种作物两年多点试验的 *CEV* 和 *RLSD* 值以及各种均方值

作物	区试类别	年份	年份数	试点数	品种数	重复数	<i>CEV</i> /%	<i>RLSD</i> / %		M Se	M Svs	M Svy	M Svsy	
								模型 I	模型 II					
棉花	黄河春棉	1985~ 1986	2	19	8	4	9.92	10.00	10.11	9.009	40.391	130.926	30.640	
		1987~ 1988	2	19	8	4	8.97	13.45	13.57	7.073	42.778	187.819	39.591	
		1989~ 1990	2	24	8	4	9.28	5.80	5.95	7.796	47.695	60.955	36.166	
		1991~ 1992	2	23	8	4	10.01	12.87	12.78	5.462	30.860	149.232	25.167	
		1993~ 1994	2	17	9	4	9.23	16.34	16.65	4.596	68.296	185.819	47.063	
		1995~ 1996	2	11	9	4	9.00	8.01	9.54	5.234	58.060	39.354	30.469	
	黄河夏棉	1986~ 1987	2	13	4	4	7.84	19.29	17.56	4.424	42.164	149.900	28.400	
		1988~ 1989	2	11	6	4	10.58	7.00	12.40	3.841	65.612	11.110	21.971	
		1990~ 1991	2	15	7	4	8.22	5.47	7.00	4.019	46.008	18.627	23.105	
		1992~ 1993	2	16	5	4	7.42	10.47	10.35	1.722	24.416	29.200	16.880	
		1990~ 1991	2	15	5	4	7.41	5.04	5.16	8.132	36.962	32.545	22.545	
		1992~ 1993	2	14	5	4	7.26	5.27	6.43	7.108	74.596	25.990	36.917	
长江春棉	1990~ 1991	2	15	5	4	7.41	5.04	5.16	8.132	36.962	32.545	22.545		
	1992~ 1993	2	14	5	4	7.26	5.27	6.43	7.108	74.596	25.990	36.917		
	1994~ 1995	2	11	5	4	6.63	2.81	4.74	7.606	60.847	7.847	39.996		
	1996~ 1997	2	12	8	4	6.37	4.72	5.95	7.073	61.528	35.141	23.358		
	水稻	中早粳晚熟组	1996~ 1997	2	4	5	4	5.23	10.61	12.62	124.779	1.703.525	944.435	926.743
			1994~ 1995	2	5	4	4	7.88	2.35	20.00	352.526	1.444.253	67.925	1.201.379
1994~ 1995			2	10	5	3	3.94	3.07	5.30	95.305	1.586.843	273.149	1.240.552	
中粳迟熟组	1996~ 1997	2	15	4	3	3.45	3.88	3.77	73.440	764.213	488.425	415.366		
	小麦	黄淮南片春水组	1987~ 1988	2	5	3	4	4.52	25.76	25.40	77.596	1.647.455	2.824.175	1.725.444
			1988~ 1989	2	8	4	4	5.47	13.48	12.81	114.944	786.066	2.122.155	384.980
1990~ 1991			2	11	5	4	4.85	12.62	12.82	80.860	467.439	3.090.562	364.592	
黄淮南片冬水组	1988~ 1989	2	7	4	4	4.84	4.85	5.44	99.149	630.450	279.381	372.501		
	1989~ 1990	2	8	4	4	4.92	8.10	8.38	89.523	1.368.728	769.600	645.340		
	1990~ 1991	2	7	4	4	4.95	7.94	8.25	76.806	890.137	518.339	554.132		
玉米	西北春玉米	1996~ 1997	2	11	3	3	9.45	35.98	33.82	591.955	2.551.070	13.154.780	4.086.980	
	华北春玉米	1997~ 1998	2	17	3	3	8.44	9.66	7.79	533.651	3.494.895	1.784.892	2.032.800	

表 7 不同试验层次上提高区试精度的途径

精确度	试验层次	模型	提高途径
试验精确度 (EP)	所有层次	—	A
品种比较精确度 (VCP)	一年一点	固定模型	A, B1, D
	一点多年	年份随机	A, B1, B3, C2, D
	一年多点	I: 地点固定	A, B1, B2, D
		II: 地点随机	A, B1, B2, C1, D
	多年多点	I: 地点固定, 年份随机	A, B1, B2, B3, C2, D
		II: 地点随机, 年份随机	A, B1, B2, B3, C1, C2, D

A 减小试验操作管理的误差; B1 增加重复数; B2 表示增加试点数; B3 表示增加年份数; C1 表示减小品种 × 试点交互; C2 表示减小品种 × 年份交互; D 表示适当增加参试品种数。

在参试品种数较少(如5~6个以下)时,也可通过适当增加品种数(如增至10个左右;但品种也不能太多,以免削弱田间局部控制的效果,使误差增大),以增加误差估值的自由度来提高各种试验层次上的VCP。表4中虽然黄河春棉的CEV(9.25%)大于黄河夏棉(8.15%),但其RLSD(26.43%)却小于黄河夏棉(28.93%),就是由于黄河春棉的参试品种数(5~9个)普遍比夏棉(4~7个)多,增大了(5)式中 M_{Svy} 的自由度df,使得公式中t值减小,故VCP有所提高。

3.2 区试各种试验层次的相对重要性

区试实质上是一种大规模的系统性试验,可划分为不同层次,本研究之所以分为一年一点,一点多年,一年多点和多年多点4种层次,是因为这些形式都有其实践意义。一年一点和一点多年试验属单点试验,通过其分析,可以评价品种在某特定地点的适应性,其中一点多年比一年一点试验的结果更为可靠。一年多点和多年多点则属多点试验,通过其分析,可以评价品种在广泛区域上适应性,其中多年多点比一年多点试验的结果更为可靠。由于区试对品种的评价多以多年多点试验的联合分析为基础,所以实际中应更加重视多年多点试验的精度,综合利用上述提及的各种措施来改进之。

3.3 区试分析中的模型问题

区试中的模型问题,最初源于试验中对不同因素的各水平(如具体年份、试点和品种等)的确定是否属随机抽样的问题。然而,从统计分析的角度看,区试中的不同模型的主要差别在于其统计推断是否可以外推到其他环境中。所以,不同模型下得到的RLSD,其统计含义是有差别的;固定模型的结论仅适用于试验环境本身,随机模型下的结论则是可以外推的。目前区试中对品种固定和年份随机的看法基本一致。但对于试点,实践中则随机和固定2种观点和做法都有。一般来说,试点效应固定的模型下得出的品种差异显著的结论不宜推广到其他地点;试点效应随机的模型下的结论则可推广到其他类似的地点。因此,建议区试中原则上还是采用地点随机的模型,但如果区试的限定范围较小(如地区一级的区试),而试点数又相对较多(足以代表整个区域内的各种环境条件),则也可以采用试点固定的模型。就2.2.4的分析看,2年多点点试验中,地点随机和固定这两种模型下的RLSD差别并不大。

由于玉米区试资料比较分散,目前只搜集到了少量的几组资料进行分析,尚应进一步搜集更多的资料。此外,区试精度的分析并不限于历史资料,应把它纳入到每次区试汇总的常规统计分析中,建立试验评价的观念^[7],以便及时发现和改善试验中存在的问题。

致谢:赵虹、王磊、王洁、葛知男和孙世贤等同志提供了大量区试数据,在此表示感谢!

参 考 文 献

- 1 Cochran W G, Cox G M. Experimental Designs 2nd ed. London: John Wiley, 1957
- 2 Lin C S, Inns M R. The precision of cultivar trials within eastern cooperative tests. Can J Plant Sci, 1984, 64(3): 587~ 591
- 3 俞世蓉, 吴兆苏. 小麦品种区域试验上几个问题的探讨. 中国农业科学, 1986, 19(3): 20~ 25
- 4 俞世蓉, 吴兆苏. 品种区域试验的精确度问题. 中国农业科学, 1987, 20(6): 10~ 16
- 5 俞世蓉, 陆作楫, 周敏珍, 等. 小麦品种审定中品种的合理评价问题. 中国农业科学, 28(3): 87~ 93
- 6 孔繁玲, 张群远, 杨付新, 等. 棉花品种区域试验精确度探讨. 作物学报, 1998, 24(5): 602~ 607
- 7 张群远, 孔繁玲, 廖琴, 等. 作物品种区域试验的评价体系和评价方法. 农业系统科学与综合研究, 2000, 16(2): 81~ 86