

小麦品种区域试验遗传型品种稳定性分析

刘 阳 春
(省农科院合江农科所)

遗传型品种稳定性实质反映了品种遗传型与环境互作的效应。

在品种区域试验中，主要依据试验中所获得的表型值决定取舍。然而表型值又包含遗传效应和环境效应两个方面，两者并非独立存在。因此，通过研究遗传型与环境互作关系，探讨遗传型品种稳定性对提高品种区域试验的科学性和准确性有重要意义。

关于遗传型与环境互作关系问题，六十年代就由 Comstock 和 Moll(1963)，Allord 和 Bradshaw(1964)，加以阐明和讨论。为了引进一个具有高度稳定的品种，使其适应于较广阔的新环境区域，因此发展了测定品种稳定性的统计参数，为品种稳定性分析提供了多种模式。G.O.O. Tai (1971) 引进稳定性

参数 $\hat{\alpha}$ 、 $\hat{\lambda}$ 方法来测定品种稳定性,为分析品种稳定性提供了另一种模式，他将 每一个品种的遗传型与环境互作效应分归两个组成部分：(1) 对环境效应的直线响应的离差，用统计值 $\hat{\lambda}$ 测定之。(2) 根据稳定性参数分析品种的稳定性。

本文应用 G.O.O. Tai 测定品种遗传型稳定性的方法结果回 归分析，试对 黑龙江省 1981年小麦品种区域试验部分资料初步进行了遗传型稳定性分析和讨论。

一、材料与方法

1981 年黑龙江省小麦区域试验，合江地区部分六个品种同时在八个不同地域种植、采取随机机组法，四次重复（见表 1）。

表 1 小麦区域试验小区四重复平均产量表									
品 种	合江所 (1)	宝清所 (2)	饶河所 (3)	富锦所 (4)	集贤场 (5)	桦南场 (6)	依兰所 (7)	富锦场 (8)	$\bar{X}_i \dots$
东农 120 (1)	9.1	7.8	5.4	8.9	5.4	5.3	11.4	9.5	7.85
克劳三号 (2)	8.9	7.9	5.1	10.3	5.7	5.6	11.7	8.4	7.95
克丰三号 (3)	9.1	8.3	8.3	8.5	6.6	6.8	10.6	10.9	8.6
克 76~230 (4)	7.3	6.1	5.4	8.1	4.6	5.9	11.3	9.4	7.3
富育 81~1810 (5)	6.0	6.2	4.8	10.5	4.6	5.4	8.0	9.7	6.9
克早六号 (6)	6.7	8.5	5.4	10.7	5.7	6.1	8.8	9.4	7.7
$\bar{X} \cdot j \cdot$	7.8	7.5	5.7	9.5	5.4	5.8	10.2	9.7	$\bar{X} \dots = 7.7$

依据 G.O.C. Tai 提出的模式，将区域中品种(m=6),环境(n=8)的资料进行方差分析。以确定品种对环境影响的线性效应及线性效应离差。方差分析模式、方差分析（见表 2）。

表 2 方 差 分 析 模 式			
变 异 来 源	df	MS	EMS
环 境	n-1	MSL	$\sigma_e^2 + m\sigma_s^2 + mp\sigma_t^2$
重 复	n(p-1)	MSB	$\sigma_e^2 + m\sigma_s^2$
品 种	m-1	MSV	$\sigma_e^2 + p\sigma_g^2 + \frac{mp}{m} \sum_{i=1}^m g_i^2 / (m-1)$
品种 × 环境	(n-1)(m-1)	MSVL	$\sigma_e^2 + p\sigma_{gi}^2$
线 性 效 应	m-1		$\sigma_e^2 + \frac{p}{m-1} \sum_{i=1}^m \sigma_{gi}^2 + \frac{p(n-1)}{m-1} \sigma_t^2 + \frac{p(n-1)}{m-1} \sigma_t^2 \sum_{i=1}^m \alpha_i^2$
线性效应离差	(m-1)(n-2)		$\sigma_e^2 + \frac{p}{m-1} \sum_{i=1}^m \sigma_{gi}^2$
误 差	n(m-1)(p-1)	MSE	σ_e^2

表 3 方 差 分 析 表				
变 异 来 源	自 由 度	标 准 差	方 差	F
总	191	2.227	4.96	
品 种	5	13.55	5.74	9.998 **
环 境	7	47.177	95.43	164.53 **
品种 × 环境	35		4.82	8.31 **
重 复	24	7.934	1.31	2.26
误 差	120		0.58	

已测得互作方差达到了显著水平，继而估测每一品种的遗传型稳定性参数。依据公式：

$$\hat{\alpha}_i = \frac{S_{t(e) i}}{(MSL - MSB) / mp}$$
$$\hat{\lambda}_i = \frac{S_{(g) i}^2 - \hat{\alpha}_i \cdot S_{t(e) i}}{(m-1) \cdot MSE / mp}$$
$$S_{t(e) i} = \sum_{j=1}^n \hat{L}_i \cdot (g\hat{1})_{ij} / (n-1)$$
$$S_{(g) i}^2 = \sum_{j=1}^n (g\hat{1})_{ij}^2 / (n-1)$$

$S_{t(e) i}$ ——环境效应与互作效应的样本协方差（见表 4）

$S_{(g) i}^2$ ——i 品种互作效应的样本方差

L_{ij} (环境效应值) = $\bar{x}_{.j.} - \bar{x} \dots$

(j = 1, 2, ..., 8)

$$(g\hat{1})_{ij} \text{ (互作效应值) } = \bar{x}_{ij} - \bar{x}_{.j.} - \bar{x}_{i.} + \bar{x}$$

表 4 环境效应(L _i)和互作效应(g1)间协方差 S _{t(e) i}						
品 种	1	2	3	4	5	6
协方差	0.4499	0.416	-1.116	0.2817	0.359	-0.395

由 $\hat{\alpha}$ 度量第 i 品种 环境效应的线性特性，依据线性效应离差 $\hat{\lambda}$ ，来度量误差大小。得出 6 个品种的遗传稳定性统计值（见表 5）。

表 5 稳定性参数估计表				
品 种	平均产量	$\hat{\alpha}_i$	$\hat{\lambda}_i$	
东农 120	7.85	0.115	4.78	
克涝三号	7.95	0.110	5.90	
克丰三号	8.60	-0.284	6.23	
克 76~230	7.30	0.072	5.70	
富育 81~1810	8.90	0.091	8.04	
克早六号	7.70	0.088	5.37	

根据公式

$$\lambda_i = \frac{(MSL - MSB)(n-2)MSL - (t_0^2 + n-2)MSB\alpha_i^2}{(m-1)MSB + MSL \cdot t_{\alpha}^2}$$

当取概率水准 P = 0.95 $t_{\alpha} = 2.447$

• 3 5 •

则 $\lambda = 31.85\alpha_0^2$ 。
当取概率水准 $P = 0.90$ ，则 $\lambda = 50.78\alpha_0^2$ 。
由方程 $\lambda = 31.85\alpha_0^2$ 和方程 $\lambda = 50.78\alpha_0^2$ 分别绘出 $P = 0.95$ 时、 $P = 0.90$ 时的双曲线（见图1）。
取 $\lambda_0 = 1$ ，概率水准 $P = 0.90$ 的区间为 $0.46 \leq \lambda_0 \leq 2.17$ [F0.05(6,120) \approx 2.17]。
取 $\lambda_0 = 3$ ，概率水准 $P = 0.90$ 的区间为 $0 \leq \lambda_0 \leq 5.6$ 。
取 $\lambda_0 = 5$ ，概率水准 $P = 0.90$ 的区间为 $0 \leq \lambda_0 \leq 8.5$ 。
将表5中 $\hat{\alpha}$ ， $\hat{\lambda}$ 估测值及 λ_0 值绘于同一图上。

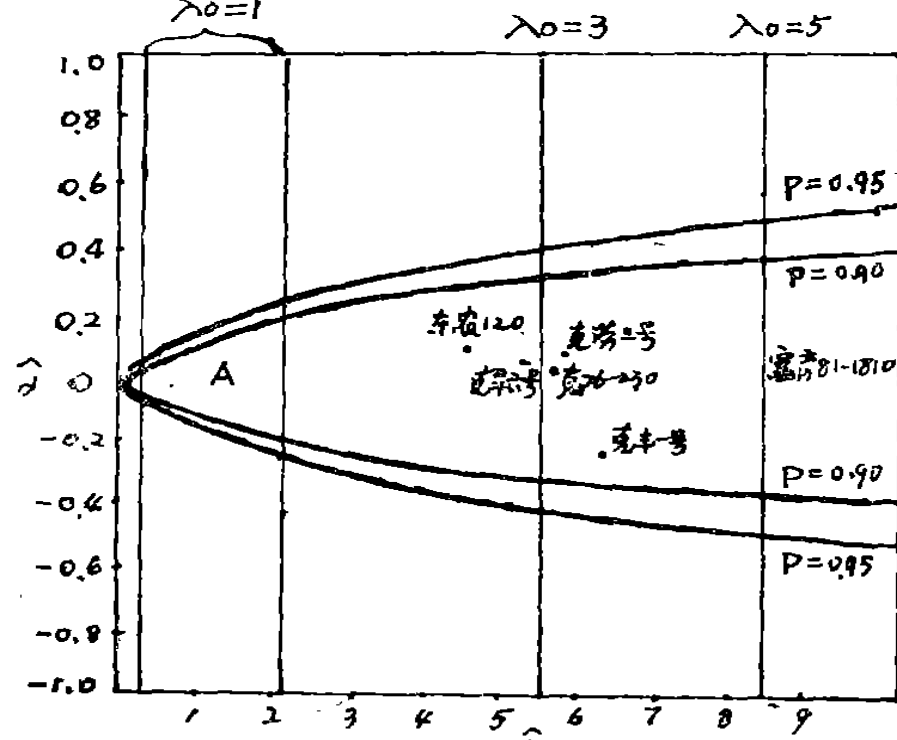


图1 六种水稻稳定性分布
为了研究遗传型品种稳定性与表现型稳定性之间的联系与差异，可通过对环境指数回归估计稳定性参数。根据回归系数

$$b = \frac{\sum x \cdot y - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}$$

求得各品种回归系数（表6）。并根据公式

$$r^2 = \frac{b \left[\sum x \cdot y - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n} \right]}{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}$$

求出决定系数 r^2 。 r^2 直趋接近1，说明用回归系数估计稳定性可靠性越大。表6中 r^2 都达到了0.7以上，说明所求的回归系数是可

靠的。
表6 六个品种回归系数表

品种	回归系数 (b)	决定系数 (r^2)
东农120	1.12	0.91
京研8号	1.14	0.87
克丰三号	0.69	0.74
克丰二号	1.07	0.87
青育81~1810	1.03	0.79
克丰六号	0.89	0.75

根据直线回归方程 $y = a + bx$ ，分别估算出每个品种的回归方程：

$$\begin{aligned} Y_1 &= -0.77 + 1.12x_1 \\ Y_2 &= -0.83 + 1.14x_2 \\ Y_3 &= 3.28 + 0.69x_3 \\ Y_4 &= -1.07 + 1.07x_4 \\ Y_5 &= -1.03 + 1.03x_5 \\ Y_6 &= 0.85 + 0.89x_6 \end{aligned}$$

据各品种回归方程做出各种的回归线（见图2）。

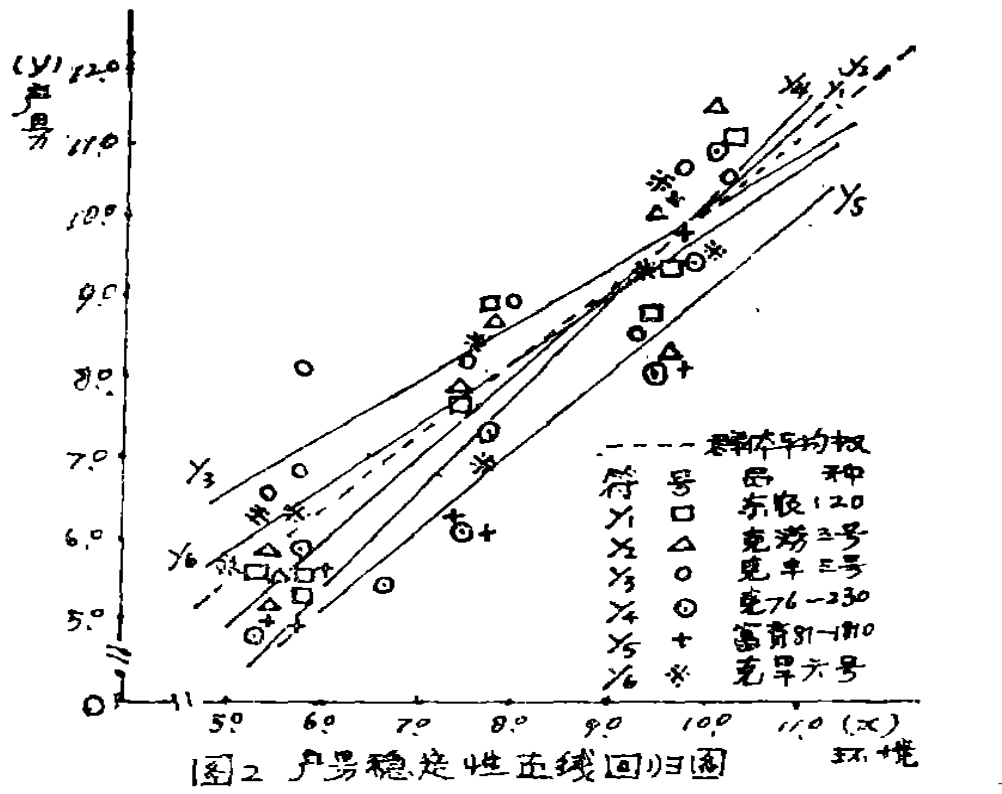


图2 六种水稻稳定性回归线(图)

二、结果分析和讨论
1. 根据方差显著性测定表明：互作方差达到了显著水准，说明品种与环境之间互作效应十分明显，品种对环境影响的线性效应也十分明显。因此通过测定稳定性参数方法

对准确地鉴定品种的适应性，恰当的选用品种具有十分重要的意义。

2. 按照遗传型稳定性品种含义。 $\hat{\alpha}=0$, $\hat{\lambda}=1$ 具有平均稳定性; $\hat{\alpha}=-1$, $\hat{\lambda}=1$ 具有完全稳定性。由图 1 中可以看出: $\alpha=0$, 双曲线的图形包含 $\hat{\alpha}$ 予测值为 95%。 $\lambda_0=1$ 两条垂直线及双曲线之间构成平均稳定性区域范围(A)。(B) 为完全稳定性区域范围(完全稳定性品种实际是不存在的)。由此可看出: 对照品种“克早 6 号”产量等于平均产量, $\hat{\alpha}=0.09$, 接近等于 0, 但 $\lambda=5.37$, 未达到平均稳定区域范围, 只能为接近平均稳定性。同理“东农 120”、“克涝 3 号”“克 76~230”也可认为接近平均稳定性。“克丰 3 号”产量最高, $\hat{\lambda}$ 值比“克早 6 号”的大, 而 $\hat{\alpha}=-0.284<0$, 所以仍然为接近平均稳定性。“富育 81~1810”产量最低, $\hat{\alpha}=0.091$, 接近 0, 但 $\hat{\lambda}$ 值比对照品种大的多($\hat{\lambda}=8.04$), 因此认为平均稳定性稍差。

3. 通过对回归系数的测定, 可以对稳定性作出分析: “克早 6 号”“东农 120”“克涝 3 号”三个品种回归系数都接近 1。表明具有平均稳定性。从回归直线位置看, 前述三个品种回归线接近群体平均线, 具有平均较好的适应性。“克 76~230”(b=1.07)回归线位置接近群体平均线, 但与 x 轴角度逐渐

变大, 随环境改变, 产量逐渐增加, 在水肥充足条件下产量较高。属于对优良环境特殊适应的品种。“富育 81~1810”(b=1.03) 回归直线位于群体平均线以下, 在所有的环境中产量都低, 属于低产稳定性品种。“克丰 3 号”(b=0.69)b<1, 回归线位于群体平均线以上, 具有超平均稳定性。

4. 遗传型品种稳定性是估计品种在变化环境下稳定性表现的遗传型潜力。它与表现型稳定性理应是一致的, 但在本文中, 对“克丰 3 号”的测定, 按遗传型品种稳定性分析, 具有接近平均稳定性。而按表现型稳定性分析都具有超平均稳定性。这种差异, 陆氏认为可能是估测表现型稳定性参数时, 环境数或品种数太少, 以及其他不可靠因素产生的差异所引起的。本试验除了品种及环境数目少外, 试验当年的自然条件也可能是引起差异的一种因素。1981 年由于降水充足, 对小麦生育有利, 尤其为“克丰 3 号”喜肥水产品种提供了优良的生育条件, 因而当年各点均表现增产, 但连续几年试验产量时上时下, 保持在对照品种水平上, 接近平均稳定性。这与遗传型品种稳定分析结果是相符合的。因此, 如果通过重复多年多地区的试验来分析品种稳定性, 两种分析方法的结果可能就会更接近些。