

冬小麦产量的基因型×环境互作效应分析

陈淑琴 蒋春志

(河北省农林科学院粮油作物研究所, 石家庄 050031)

摘 要 应用 Eberhart 和 Russell 的模式和 Tai 的模式分析了黄淮北片水地高肥组 1990~ 1991 年区域试验中 13 个小麦品种的基因型×环境互作效应, 结果表明, Eberhart 和 Russell 模式中, b_i 对品种稳定性的评价较为笼统, 而 Tai 的基因型×环境互作效应的分解, 对新品种的推广和利用提供了更多、更精确的信息, 用此方法分析区域试验的数据有助于更精确地评价品种, 使其得到合理的推广和利用, 同时在栽培管理方法上可以提供科学依据。

关键词 冬小麦 基因型 环境 互作

品种稳定性取决于品种的基因型×环境互作, 互作越大品种越不稳定。自 Mooers 1921 年用线性回归分析品种×环境互作, Jimmer 等 1934 年用联合方差分析法, 分析作物品种区域试验品种适应性以来, 作物品种×环境互作问题成为人们评价品种在不同环境条件下适应性的中心, 1963 年 Finlay 等引用回归系数 b_i 法, 很受人们的注意, 以后国内外学者又提出了许多测定品种稳定性的参数, 如 Plaisted 和 Peterson (1959)、Finlay 和 Wilkison (1963)、Eberhart 和 Russell (1966)、Shukla (1972) 及 Tai^[1] 等法, 并在国内外的一些研究中得到广泛应用, 但这些方法均是对产量自身性状进行分析, 不能指出基因型互作究竟是产量三因素中哪一因素引起, 三者各占比重如何? 本文用 Tai^[1] 的多元分析法研究品种产量基因型×环境互作及其产量三因子之间的关系^[1], 解决了用 Eberhart 和 Russell 法的不足, 剖析了品种对产量基因型×环境互作效应的组成, 对新品种的推广利用具有重要意义。

1 材料和方法

1.1 材料

试验材料为黄淮北片水地高肥组 1990~ 1991 年度联合区域试验结果, 该试验设在山东省的烟台、济南, 山西省的运城、临汾, 河南省的濮阳, 河北省的石家庄、安国、马头等 8 个省、市、县农科所, 各试点的试验均安排在所内土壤较肥沃, 地势较平坦, 灌溉条件较好的地块, 如石家庄试点的地力基础见表 1。各点整地质量较好, 均达到匀、平、细, 施足底肥, 在肥料种类上注意粗细结合, 氮、磷结合, 冬前均灌了冻水, 适期浇了返青、拔节、孕穗、灌浆水, 各试点均按统一方

案进行试验, 采用随机区组排列, 4次重复, 小区为长方形, 小区面积 12 0m²~ 16 3m², 供试材料有: 冀 87-4314 烟 8224-3496 济核 03 鲁临 85-14 莱州 953 郑州 891 石 87-5304 烟 881414 冀 87-5108 鲁 866014 临辐 51234等 13个品(系)种, 以冀麦 30为对照种, 田间调查项目包括产量、亩穗数、穗粒数及千粒重等。

1 2 方法

用 Eberhart和 Russell法求各品种产量的 b_i 和 S^2d_i 用 Tai法求各品种产量的基因型效应值 V_1, V_2, V_3 及环境效应值 r_1, r_2, r_3

表 1 石家庄试点地力基础情况

层次	有机质	全氮	全磷 (P ₂ O ₅)	碱解氮	有效磷	有效钾
(cm)	(g ⁺ kg ⁻¹)	(g ⁺ kg ⁻¹)	(g ⁺ kg ⁻¹)	(t ^t g ⁺ g ⁻¹)	(t ^t g ⁺ g ⁻¹)	(t ^t g ⁺ g ⁻¹)
0~ 20	22 9	1 52	2 37	97 0	111 6	235 8
20~ 40	16 2	1 08	1 85	61 8	55 4	169 9

Tai法有两个假设^[1]: (1)产量构成因素 X, Y, Z 是随时间顺序依次发育的, 首先决定亩穗数 (X), 继而决定穗粒数 (Y)和千粒重 (Z), 产量 (W)是一系列发育过程的最后综合产物, 即 $W = X \times Y \times Z$; (2)环境资源可按着 X, Y, Z 的发育而分解为三个独立的组 R_1, R_2, R_3 , 各环境组维持各相应产量组成的发育, 依此可得产量及构成因素途径图(附图)。由附图可导出下列公式:

$$I_j + (gl)_i = V_{1i}r_{1j} + V_{2i}r_{2j} + V_{3i}r_{3j} + e_j$$

式中 I_j 为第 j 环境效应值, $(gl)_i$ 为第 i 基因型与第 j 环境的互作值

因此, Tai法将环境与基因型× 环境交互作用合并, 而重新分割成三个相乘项, 每一相乘项由一基因型效应 (V_1, V_2, V_3)及一环境效应 (r_1, r_2, r_3)组成, 其中 V 值表示基因型在产量形成的三个阶段对变动环境 R 的使用效率, r 值 (r_1, r_2, r_3)为各环境效应估计值, 可通过最小二乘法原理求得。

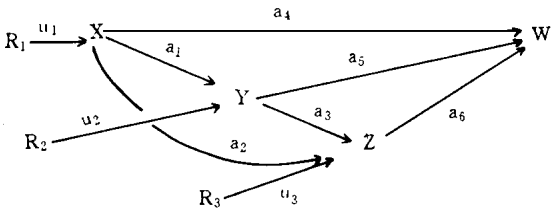


图 1 小麦三个环境 R_1, R_2, R_3 对产量组分 X, Y, Z 和产量 W 的途径

2 结果与分析

用 Eberhart和 Russell法估计稳定性参数 b_i 和 S^2d_i 及用 Tai法估算基因型效应 V_1, V_2, V_3 值列于表 2 由表 2看出, 小麦各基因型效应值 V_1, V_2, V_3 有明显的差异, 说明各基因型对三类环境资源 R_1, R_2, R_3 的利用效率是互不相同的。在参试的 13个品种中, 烟 2149 冀 87-5108等两个品种其 V_1 值大于 V_2 和 V_3 值, 说明其对亩穗数资源敏感, 亩穗数资源的改善对其产量影响最大, 因此, 这两个品种只有增加亩穗数才能达到增产的目的, 而郑州 891 石 87-5304 鲁 866014等三个品系的 V_2 大于 V_1 和 V_3 , 说明其对穗粒数资源敏感, 穗粒数资源的改善对其产量作用最大, 要想增产只有增加穗粒数; 烟 881414品种的 V_1, V_2, V_3 三个值基本相同, 说明其对三期资源反应均敏感, 利用效率也基本相同。因此, 只有三个环境条件均得到改善, 增产作用才最大, 其它 7个品种中 3个表现为 $V_3 > V_1 > V_2$, 另外 4个为 $V_3 > V_2 > V_1$, 说明这类品种对增加千粒重的环境资源利用效率较高, 在管理上增加千粒重, 促进灌浆, 增产作用

最大

表 2 稳定性参数

品种名称	亩产量 (kg)	b	S ² d _i	V ₁	V ₂	V ₃	V ₁ + V ₂ + V ₃	R ²
冀 87- 4314	376 24	0 9541	530 9673	- 2 6029	16 4190	31. 3637	45 1798	0 8727
烟 8224- 3496	408 51	0 7316	607 3041	- 9 6707	- 3 1841	23 9115	11 0567	0 5912
济核 03	410 20	1 6007	166 3861	22 4825	11 7152	43 4580	77 6557	0 8926
鲁临 85- 14	383 35	0 8593	862 1426	1 4891	- 1 0772	16 4911	16 9030	0 1755
莱州 953	405 08	0 6997	134 2501	2 4488	- 2 5408	10 4732	10 3812	0 1769
郑州 891	423 27	1 2727	86 9183	5 2212	33 0096	19 4956	57 7264	0 8295
石 87- 5304	399 36	1 0908	46 1640	18 7797	26 5585	9 1142	54 4524	0 8635
烟 2149	416 93	0 8160	142 5594	23 4804	0 8412	14 9644	39 2860	0 8844
烟 881414	415 04	0 7476	470 6193	14 8767	14 8781	14 2983	44 0531	0 6166
冀 87- 5108	427 39	1 4389	52 6117	28 1005	2 8134	24 0625	54 9764	0 6157
鲁 866014	388 14	1 6192	579 0915	- 8 0786	31 4574	27 8267	51 2055	0 9376
临辐 51234	409 92	1 2122	909 9718	8 6940	25 8829	32 6303	67 2072	0 7683
冀 84- 5418	417 67	0 5572	218 2486	6 3376	8 8120	9 0214	24 1710	0 3439

比较表 2 中 V 和 b 值不难看出, b 与 V₁+ V₂+ V₃ 并不完全吻合, b 值大的品种 V 值并不一定大, 如鲁 866014 b= 1. 6192 而 V₁+ V₂+ V₃= 51 2055 并且 V= - 8 0786 这是因为 b 是以品种在各地的平均产量为依变量, 环境指数为自变量而求得的回归系数, b> 1 则说明品种对环境敏感, 其稳定性差, b< 1 则说明该品种对环境反映迟钝, 稳定性好, 而 b= 1 时, 说明该品种产量稳定性中等, 这一结论比较笼统, 它不能说明品种不稳定的原因, 如有些品种对三期资源的改善出现了负向效应, 综合考察品种对环境资源的敏感性, 就会出现负效应与正效应的抵消, 这样 b 值也就不真实了, 不能反映品种稳定性的本质。而 T_a 法则克服了以上缺点, 其根据品种产量构成三因素将环境分为前中后三部分, V₁ V₂ V₃ 反映了品种对三个时期资源即亩穗数、穗粒数和千粒重资源的敏感性, 据 V₁ V₂ V₃ 的数值可说明品种稳定性的原因, 并为栽培管理提供科学依据。如冀 87- 5108 其 V 值表现为 V₁> V₃> V₂, 可见, 增加亩穗数增产作用最大, 其次是增加千粒重, 穗粒数的增产作用最小, 在管理上, 应在增穗和增粒重上下功夫。而冀 87- 4314 其 V 值表现为 V₃> V₂> V₁, V₁ 为负值, 说明其对亩穗数资源的改善为负向效应, 所以要增产只有在增加千粒重上做文章, 郑州 891 已通过了黄淮区试, 并由全国品种审定委员会审定定名, 其 V₁ V₂ V₃ 值分别为 5 2212 33 0096 和 19 4956 可见穗粒数资源的改善对产量影响较大, 增加穗粒数, 增产作用最大。

表 2 中所列 R² 值是每个品种的决定系数, 其值大部分在 0. 5 以上, 说明表中所列结果是可靠的, 能够将品种稳定性特点真实地反映出来。

表 3 列出了各试验点的环境指数及环境效应值 r₁ r₂ r₃。综合分析看出, 各点的环境效应是不均等的, 即使同一地点各期环境效应也不一样, 从各点总的表现看, 马头、临汾、烟台三点的环境效应值较大, 运城、济南、濮阳等地环境效应值较小。从某一试验点的环境效应 r₁ 值看, 有的 r₁ 为负值, 如石家庄试点 r₁= - 0. 4731, 济南试点 r₁= - 0. 54679 说明此期的环境资源增加对产量无作用, 有时甚至减产。分析 r₁ r₂ r₃ 的绝对值大小可得出, 除个别点外, 均有 r₁<

r^2 或 r_3 , 而且一般以 r_3 最大。可见, 亩穗数资源对产量的增加作用最小, I 与 r_1 、 r_3 的简单相关系数分别是 0.5633、0.3187、0.7668, 说明第三组环境资源与环境指数相关密切, 即千粒重资源的改善对产量的提高作用最大。

3 讨论

本文对基因型效应 V_k 、 V_2 、 V_3 和环境效应 r_1 、 r_2 、 r_3 值的综合分析表明, 每个品种对亩穗数、穗粒数和千粒重三类资源的利用是不同的, 即 V_k 、 V_2 、 V_3 之间有差异, 有的甚至出现负值。这样将三类资源区别开来看, 可得出每个品种稳定性的特点。如济核 03 的 V_3 值最大, 增粒重可增加产量, 而对于冀 87-5108, $V_1 > V_3 > V_2$, 表明应在增加亩穗数上下功夫, 而对郑州 891 增粒数才能增产。

各点的环境效应值变幅较大, 特别是 r_2 和 r_3 , r_2 的变幅为 0.0297~1.7917, r_3 的变幅为 0.2907~1.8335。可见影响该区参试品种产量的主要因素是穗粒数和千粒重。如运城的 I 为 -46.4100, 其 r_2 与 r_3 均为负值, 其产量低主要是穗粒数和千粒重不足造成的。濮阳、烟台也有类似情况。由此得出, 亩穗数对产量影响不大, 主要问题在于如何增加穗粒数, 提高千粒重。

用 Tai 方法估算环境效应 r_1 、 r_2 、 r_3 和各品种的基因型效应值, 即按小麦生长的三个时期(前、中、后)将环境分成三部分, 根据三个时期的基因型效应值估算各环境效应值, 反映了各品种稳定性的实质, 为栽培管理措施的制定提供信息, 为新品种的推广应用提供科学依据, 在生产实践中具有实际的指导意义。

鸣谢 本文撰写过程中, 本所刘爱群同志参加了计算。

表 3 环境指数 (I) 及环境效应 r_1 、 r_2 、 r_3 值					
地 点	I	r_1	r_2	r_3	
石 家 庄	- 10.3400	0.15798	- 0.4731	0.2907	
安 国	- 1.1800	0.65029	- 0.8109	0.4103	
济 南	- 28.3600	0.54679	0.0297	- 0.6426	
烟 台	16.6000	1.54850	- 0.7639	- 0.4815	
马 头	55.2000	1.18740	0.2282	0.6377	
运 城	- 46.4100	0.81830	- 0.1406	- 1.8335	
临 汾	25.3900	1.12780	1.7917	0.2184	
濮 阳	- 10.9000	1.02720	- 0.1742	- 0.4281	
标准差	31.9655	1.03840	0.8261	0.8364	
I 与 r_1 、 r_2 、 r_3 相关	1.0000	0.56330	0.3187	0.7668	

参 考 文 献

- 1 Tai GCC. Analysis of genotype-environment interaction of potato C rop Science, 1979, 19(7): 434- 438
- 2 黄冰艳. 作物品种稳定性分析方法综述. 河南农业科学, 1991(8): 20- 23
- 3 Eberhart Russel Stability parameter for comparing varieties C rop Science, 1966(5): 36- 40
- 4 余淑君等. 滇中地区旱地小麦品种产量稳定性探讨. 西南农业学报, 1990(3): 33- 38
- 5 余世蓉, 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(3): 20- 24

Analysis of Genotype \times Environment Interaction for Yield of Winter Wheat

Chen Shuqin

Jiang Chunzhi

(Cereal and Oil Crops Institute, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050031)

Abstract Thirteen varieties of winter wheat and sites in the northern part of Huang-Huai Plain were involved in this study. These varieties were grown in a four-replicate randomized block layout at each site during growing season in 1990–1991. Two methods were used to study genotype-environment interaction for winter wheat yield. They included two parameters: genotype stability parameters proposed by Eberhart and Russell in 1966 and genotypic components V_1 , V_2 and V_3 proposed by Tai in 1979. The results showed that the method proposed by Tai for analysing genotype \times environment interactions was better and should be used more accurately in evaluating new varieties.

Key words Winter wheat; Genotype; Environment interaction