

水分亏缺条件下冬小麦几个抗旱性状的应用价值

柴守奎

王德轩

(甘肃农业大学农学系, 兰州 730070)

(中国科学院 水利部西北水土保持研究所, 陕西杨陵 712100)

柴守诚

(西北农业大学农学系, 陕西杨陵 712100)

摘要 在盆栽水分亏缺条件下, 以15个抗旱性不同的冬小麦品种(系)为材料, 对其8个抗旱性状的应用价值进行了研究。结果表明, 通过乳熟期旗叶气孔阻力和蒸腾速率、两种用水效率(分别用干重和粒重表示)对单株粒重进行选择, 其效率比通过3个农艺性状(单株干重、株高、顶部3叶总面积)的要低得多, 说明前者在抗旱育种中的应用价值不大。

关键词 冬小麦 水分亏缺 抗旱性状 单株粒重 选择效率

本研究以冬小麦为材料, 测定几个被认为与抗旱性关系较密切的农艺性状和生理性状, 采用指数选择分析法, 分析各性状对个体产量(单株粒重)的间接选择效率, 从而评价各抗旱性状在抗旱育种中的应用价值。

1 材料和方法

1.1 试验设计

1987年9月至1988年6月于中国科学院西北水土保持研究所进行盆栽试验。出苗后按一般大田密度定苗(折合260株/m²)。土壤取自0~20cm耕层, 粉碎, 过筛, 装盆。装盆时根据测定的土壤基础肥力施入足量的复合肥, 以保证其矿质营养不受限制。盆底装300g石子(直径0.5~1.5cm), 石子上覆盖两层中央打一圆孔的滤纸, 从滤纸圆孔中插一根玻璃管, 供浇水用。

根据专家经验鉴定、数学分类和多年生产实践表现, 选用抗旱性不同的冬小麦品种(系)15个, 它们分属于3个比较明显的抗旱生态型(旱薄型、旱肥型、水肥型)。每品种

两次重复(种两盆)拔节前正常供水(土壤相对含水量维持在饱和持水量的75%~70%),拔节期开始轻微干旱(65%~55%),抽穗期开始后一直处于严重干旱状态(35%~25%)。水分控制采取称重法,每日依耗水情况确定灌溉次数。

1.2 测定项目

乳熟期用LI-1600型稳态气孔计于晴天13~15时测旗叶相同部位的气孔阻力和蒸腾速率。水分利用效率(WUE)用群体水平表示。 $WUE = DW(\text{Yield})/ET$,式中DW(或Yield)为成熟时收获的每盆地上部干物重(或子粒重);ET为蒸腾蒸发用水量。单株干重、单株粒重、株高、顶部3叶面积、收获指数用常规法测定。

1.3 分析方法

指数选择法是遗传育种领域一种研究性状的间接改良的分析方法,目前已在不少植物的遗传育种研究中应用。在作物育种中,由于种种原因不便直接对产量进行选择,而是通过与之有关的副性状的间接选择达到最终目标性状(产量)的改良。根据性状或性状组合对产量间接选择效率的高低,判断该性状或性状组合在育种上价值的大小^[1]。

本文在进行指数选择分析时,遗传和表现型方差、协方差的求得采用小区(重复)均值法^[2],选择指数的计算方式采用刘定富^[1]介绍的一种简单快速的扫描算法。

在抗旱育种上,在后代的选择和为亲本选配而进行的抗旱基因型的鉴定筛选中,人们总是希望在保证对产量的高效率选择前提下,所考虑的抗旱性状越少越好,也就是要求建立一个最优选择方程。事实上,由于生物性状间复杂的相关,某一抗旱性状对产量的作用效应往往可以通过其他抗旱性状来反映,因此在建立一个对产量选择效率较高、而又包含尽可能少的抗旱性状(自变量)的最优选择方程之前,可以对所研究的抗旱性状进行筛选。在挑选性状的方法上,Gai等人(1982)提出了逐步回归法,简单表型相关法和部分表型相关法等挑选建立产量选择指数性状的有效方法^[3]。本文采用逐步回归分析法进行性状的挑选。根据刘垂瑜、刘来福^[4]的观点,本文的逐步回归分析建立在普通相关阵的基础上,即以表现型值的均值(本文采用二重复均值的平均值)作为基因型值的估计值建立的相关阵。

2 结果与分析

方差分析结果表明,9个性状在品种(系)间差异均显著或极显著,因此可以继续进行分析。

用9个性状构造对单株粒重的选择指数方程,共构造方程511个(设有N个性状,则共有 $2^N - 1$ 个方程)。表1列出了一些较重要的方程的有关数据。从表1可以看出,就单个性状的相对效率(RGS)而言,其大小顺序依次为(见方程1,17~21):单株粒重 x_9 (100%)>株高 x_2 (73.27%)>单株干重 x_1 (70.01%)>顶部3叶总面积 x_3 (65.21%)>WUE x_8

(48.91%)>WUE x_7 (46.62%)>收获指数 x_4 (45.67%)>蒸腾速率 x_6 (10.32%)>扩散阻力 x_5 (3.67%)。4个生理性状($x_5 \sim x_8$)的单性状RGS比3个农艺性状($x_1 \sim x_3$)的单性状RGS明显的低。用4个生理性状共同构造的方程13($x_5 + x_6 + x_7 + x_8$),其RGS也只有52.64%,还不如用株高、单株干重、顶部3叶总面积单性状的RGS高。以上结果说明,与

表1 采用各种选择指数后所得单株产量的预期遗传进度与相对效率

方 程 编 号	单 株 干 重 X_1	株 高 X_2	顶部三 叶总 面积 X_3	收 获 指 数 X_4	扩 散 阻 力 X_5	蒸 腾 速 率 X_6	WUE ₁ (粒重) X_7	WUE ₂ (千重) X_8	单 株 粒 重 X_9	遗 传 进 度 (ΔG)	相 对 效 率 (RGS) (%)
1	0.5283									0.2700	70.01
2	0.3384	0.0160								0.3202	83.03
3	0.3470	0.0108	-0.0224							0.3607	93.51
4	0.7105	0.0078	-0.0220	0.0478						0.3688	95.61
5	0.8175	0.0081	-0.0206	0.0625	-0.0246					0.3743	97.03
6	0.7862	0.0079	-0.0216	0.0577	0.0054	0.0629				0.3778	97.96
7	0.3210	0.0150	-0.0184	0.0075	0.0065	0.0815	0.2829			0.4064	105.37
8	0.3635	0.0125	-0.0173	-0.0221	0.0395	0.1583	0.7392	-0.2941		0.4171	108.14
9	-0.3825	0.0100	-0.0158	-0.0546	0.0361	0.1067	0.2379	-0.0334	0.5103	0.4290	111.22
10	-0.4243	0.0100	-0.0158	-0.0543	0.0337	0.0983	0.1810		0.5577	0.4289	111.20
11	0.8496				0.0476	0.1863	0.9705	-0.4795		0.3691	95.69
12	0.0871				0.0195	0.0831	0.1503	-0.0380	0.6428	0.3950	102.40
13					0.0078	0.0583	0.1882	0.0767		0.2030	52.64
14					0.0161	0.0710	0.0593	0.0138	0.7011	0.3947	102.33
15					0.0230	0.0612				0.0531	13.77
16							0.1057	0.1156		0.1918	49.72
17		0.0229								0.2826	73.27
18			-0.0318							0.2515	65.21
19				-0.0450						0.1761	45.67
20					-0.0050					0.0142	3.67
21						0.0260				0.0398	10.32
22							0.2812			0.1798	46.62
23								0.1671		0.1886	48.91
24									0.7329	0.3857	100.00
25	0.0071								0.7281	0.3857	100.00
26	0.7239		-0.0217		0.0537	0.1806	0.7895	-0.3757		0.4034	104.59
27	0.5165	0.0158			0.0181	0.1355	0.7508	-0.2929		0.3975	103.07
28	0.9415			0.0166	0.0397	0.1739	0.9054	-0.4457		0.3697	95.86
29	0.0642	0.0091	-0.0156			0.0589	0.1682		0.4181	0.4236	109.83
30		0.0091	-0.0156			0.0534	0.0965	0.0407	0.4613	0.4236	109.82
31		0.0081	-0.0162	0.0001		0.0454		0.0830	0.4826	0.4227	109.59
32	0.4589	0.0130	-0.0164			0.0941	0.6134	-0.2173		0.4140	107.33
33	0.3346	0.0150	-0.0180	0.0094		0.0721	0.2827			0.4063	105.34
34	0.2619	0.0155	-0.0184		0.0085	0.0836	0.2914			0.4063	105.34

上述几个农艺性状相比,这4个生理性状在抗旱育种中应用价值不大。

为建立最优指数选择方程,用8个抗旱性状进行对单株粒重的逐步回归分析,结果见表2。

表2 逐步回归分析 ($F_1 = F_2 = 2 \sim 3.23$)

逐步回归方程	剩余平方和 (Q)	剩余标准差 (S)	复相关系数(RR)	回归方差与剩余方差之比(F)				
$Y = -1.179 + 1.358X_1 - 0.006$								
$X_3 + 0.074X_5 + 0.257X_6 +$ $1.727X_7 - 0.97X_8$	0.0422	0.0726	0.9936**	103.5428**				
自 变 量	单株干重 X_1	株 高 X_2	顶部3叶面 积 之 和 X_3	收 获 指 数 X_4	扩 散 阻 力 X_5	蒸 腾 速 率 X_6	WUE ₁ (粒重) X_7	WUE ₂ (干重) X_8
各自变量t检验值	19.2211**	-0.9111	-1.8894	-0.7051	5.1025**	8.7709**	14.2643**	-12.65**
各自变量偏相关系数	0.9894**	-0.3066	-0.5555	-0.2419	0.8746**	0.9517**	0.9809**	-0.9759**

从表2可见,单株干重(x_1)、乳熟期旗叶气孔扩散阻力(x_5)和蒸腾速率(x_6)、两种水分利用效率(x_7, x_8)与单株粒重的偏相关系数分别达极显著;而株高(x_2)、顶部3叶总面积(x_3)、收获指数(x_4)与单株粒重的偏相关则不显著。单株粒重变异的98.72% (RR^2)可由逐步回归方程中的6个性状($x_1, x_3, x_5 \sim x_8$)共同决定。

考虑到逐步回归方程,在所有6性状组成的指数选择方程中,其GRS最高者为方程22(109.83%);在不包括单株粒重(x_8)的所有6性状方程中,其RGS最高者为方程39(107.33%),由逐步回归方程中6性状所组成的选择方程26($x_1 + x_3 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8$)排列第4(104.59%),而在包括5个偏相关极显著性状($x_1, x_5 \sim x_8$)的所有6性状组合方程中,方程26的RGS最高。

由上述分析结果可看到,在逐步回归分析中与单株粒重偏相关极显著的性状,单性状的RGS并非最高,即单性状的RGS并不严格按照偏相关系数的大小排序;由逐步回归方程中6性状组成的选择方程26的RGS,在除单株粒重外的所有6性状组合方程中也并不最高(名列第4),这主要是因为:

1. 逐步回归分析是一种确定最优回归方程的多元分析方法,由于自变量之间复杂的相关,一个自变量的作用效应往往通过另一自变量来反映,因此在建立逐步回归方程的过程中,与方程内自变量相关密切的自变量往往被剔除掉。

2. 本文进行逐步回归分析时,根据刘垂瑜、刘来福的观点,采用的是普通相关阵。而在进行指数选择分析时,遗传型和表现型方差、协方差阵的建立,采用的是数量遗传分析中常规的方差、协方差分解分析法。由于两种方法依据的数据结构不同,其结果略不一致。

3 讨论

目前在作物抗旱性研究中,提出了一系列与抗旱性有关的形态、发育及生理生化等方面的性状(或指标)[5, 6, 7],而究竟这些性状在抗旱性研究中应用价值如何,目前尚未提出一个统一的、合适的评价方法。这主要是由于目前还没有发现一个性状可以作为唯一的、可靠的抗旱性鉴定性状。而要确定一个综合指标作为衡量抗旱性高低的最终标准,也有许多困难,

它牵扯到选用性状的种类、数目、各性状的权重以及抗旱机制等一系列复杂的问题。Levit^{〔8〕}指出,在测定植物对各种环境的抗性中,抗旱性最难测定,而且没有一种方法能测出植物的不同抗旱性。

Turner (1979) 指出^{〔9〕},作物的抗旱性应为在干旱环境下,作物进行良好生长并获得较高经济产量的能力。在水分亏缺条件下,用作物最终所获得的经济产量高低来衡量抗旱性的大小。这一观点既具有生产实践意义,也得到许多人的赞同。水分亏缺条件下产量的高低,是机体对干旱环境的一个最终协调结果,它反映了抗旱性通过多性状表现在总体意义上的差异,因而也是一个综合指标。由于产量的遗传力低等种种原因,不便于对产量直接进行选择,常常是在干旱环境下通过各抗旱性状的间接选择而达到最终目标——产量的改良。由此笔者认为,在水分亏缺条件下,用所获得经济产量的高低作为衡量抗旱性强弱的最终标准,把各抗旱性状的应用价值最终落实到产量上,这样评价是比较合理的。

本文是从大群体的角度研究抗旱性问题的。抗旱机制不同的两种品种类型,在一系列抗旱特征特性上可能表现不一致。例如高需水量(低蒸腾效率)的耗水型品种和低需水量(高蒸腾效率)的节水型品种,两者的抗旱机制不同,前者靠开拓水源,发展根系等抵御干旱,后者靠减少蒸腾,维持较低代谢活动抵御干旱,两者最终的经济产量可能相同,但水分利用效率不同。从个别品种的特殊表现研究品种群体,从中总结出一般性规律,为抗旱育种的亲本选配和后代选育提供依据,既是生物学研究中常用的方法,也是抗旱性研究的目的所在。同一抗旱机制类型和不同类型的研究结论不可能一致。常规抗旱育种的亲本选配,往往面对的不是同一抗旱机制类型的品种,而是在不同抗旱机制类型的品种间进行选配。因此,在抗旱性研究中,研究的样本一定要选用多种抗旱机制类型才能得出可靠而实用的结论。

本文是以个体产量(单株粒重)为研究对象的。而在作物生产中最有实际意义的往往是群体产量。但个体产量是形成群体产量的基础。实践证明,一般只有具备了良好的个体生产力,才有可能形成群体的高产,育种上早代产量的选择,也主要是针对个体产量。

群体产量涉及到很多复杂的因素,且有些因素很难控制。例如在品种比较研究中,为在同质的基础上进行比较,往往采取同一播种密度,但在大田试验研究中,即使采取很严格的精量播种,也很难准确地将不同品种控制在同一密度水平上(本文盆栽条件下,采用的是出苗后定苗的方法)。而每一作物品种在理论上又都存在一个达到最高群体产量时的最适密度问题。

关于小麦抗旱性研究中如何采用群体产量问题,有待于进一步的探讨。

参 考 文 献

- 1 高之仁.数量遗传学.成都:四川大学出版社,1986,283~241
- 2 刘定富.选择指数的快速算法及其程序.华中农业大学学报,1987,6(1):1~7
- 3 江庆芬.选择指数在育种上的应用.河北农业大学学报,1986,9(2):148~155
- 4 刘垂瑜,刘来福.多数量性状遗传分析的数据结构.遗传,1985,7(4):12~14
- 5 龚明.作物抗旱性鉴定方法与指标及其综合评价.云南农业大学学报,1989,4(1):73~81
- 6 柴守玺,王宗义.小麦外部性状与抗旱性的关系.甘肃农业大学学报,1990,25(2):214~226

- 7 王韶唐.植物的水分利用效率与旱地农业生产.干旱地区农业研究, 1987, (2): 67~80
- 8 Levitt J. Response of plant to environmental stress. New York: Academic Press, 1980, 1~211
- 9 Turner N C. Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants. In: Mussel
II and Staples R C eds. Stress Physiology in Crop Plants. New York: John Wiley and
Sons, 1979, 333~372

Use Value of Some Characters Concerning Drought Resistance in Winter Wheat Under Water Stress

Chai Shouxi

(Department of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070)

Wang Dexuan

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica
and the Ministry of Water Conservancy, Yangling, Shanxi 712100)

Chai Shoucheng

(Department of Agronomy, Northwestern Agricultural University, Yangling,
Shanxi 712100)

Abstract Under water stress in pot culture, use value of eight characters concerning drought resistance on fifteen winter wheat varieties (lines) with different drought resistance were studied. The analysis results showed that selection efficiency for grain weight per plant through four physiological characters—the stomatal diffusion resistance and the rates of evaporation of flag leaf in milk stage, two kinds of water use efficiency (calculated by grain weight or dry matter weight) were much lower than that through three agronomical characters—dry matter weight per plant, plant height, total area of upper three leaves. This indicated that they had less use value in breeding for drought resistance.

Key words: Winter wheat; Water stress; Drought-resistant character; Grain weight per plant; Selection efficiency