

黄土高原西部地区春小麦不同抗旱耐瘠生态类型的聚类分析

柴守玺 王德轩 王丽芝

(中国科学院西北水土保持研究所
水利部)

提 要

种植抗旱耐瘠、水分利用效率高的春小麦生态类型,是黄土高原西部地区实现粮食自给、退耕还林还草、恢复植被、减少水土流失的关键措施。本文通过对不同抗旱耐瘠类型春小麦的21个性状分析表明,引起不同类型间差异的主要性状是:穗部二粒、四粒和三粒小穗占穗部总小穗数的比率和穗粒数;其次为株高和株型率。抗旱耐瘠类型的基本特征为:没有(或很少)四粒小穗和二粒小穗数多,穗粒数少,株型率低,株高较高,旗叶面积小,穗节指数高;水肥类型则相反;中间类型介于二者之间。

春小麦是黄土高原西部地区的主要粮食作物。该地区包括甘肃、宁夏和青海的海东地区,处于干旱和半干旱气候类型地带。长期以来生产力水平低下,水土流失严重,大多数地区尚未解决温饱问题。这些地区地域辽阔,粮食需要量大,加之交通不便,靠外地供应困难很多,粮食必须实行自给。因此在退耕还林还草、恢复植被、减少水土流失和实行综合治理的同时,提高单产,走集约化经营的道路,在该地区就具有了特殊的意义。据调查,该地区土壤水分一般处于低储量、低利用率的状况,各地程度不同地保持着可供地面作物利用的土壤水分资源^[1],因此,选择种植抗旱、耐瘠和水分利用效率高的作物类型,是提高单位面积产量的一条经济有效的途径。

在长期的自然选择和人工培育下,形成了不同的春小麦抗旱耐瘠生态类型。在实践中,人们对不同生态类型的鉴别大多基于外部特征的模糊认识。如何通过有目的地选择,将抗旱、耐瘠和丰产特性结合起来,需对不同类型的基本特征有个比较明确的认识。本文根据外部特征选出比较公认的、地理来源上差异较大的和分属不同抗旱耐瘠类型的16个品种(系)进行多元统计分析,旨在探讨不同抗旱耐瘠类型的基本特征,同时对肉眼鉴定结果和遗传聚类进行印证。

一、试验及分析方法

(一) 自然背景及试验设计。该试验1984年于甘肃省会宁县农业科学研究所进行。该县属黄河支流祖厉河流域,多年平均降水量482.7毫米,蒸发量约为降水量的4倍,7—9三个月降雨量占总降水量的58%左右,且多暴雨;县境内水土流失面积占全县总面积94.7%,丘陵起伏,沟壑纵横,地形支离破碎。全县平均土壤侵蚀模数为615吨/平方公里,年平均输沙量3,420万吨,年平均流失地表肥土4.5毫米。平均化肥公顷用量37公斤,全县土壤有机质含量在1%以下,全氮0.047—0.11%毫克/公斤,有效磷3.2—11.2毫克/公斤,有效钾79—421毫克/公斤。

试验地选择在该地区有代表性的地块,随机区组设计,重复3次,每小区4行,行长6.67米,行距25厘米,株距10厘米。每小区取20株考种,测取性状25个,生长成熟正常。

(二) 分析步骤:

1、方差分析。

2、遗传距离的测定及聚类。主成分分析是将多个指标化为少数综合指标的一种统计方法。这些新的综合指标是标准化的,且互不相关。将品种(系)间这些综合指标间的几何距离称为品种(系)间遗传距离^[2,3],然后根据品种(系)间遗传距离的大小进行系统聚类,并作出聚类图。

3、对应分析。对应分析是一种将R型因子分析和Q型因子分析结合起来的分析方法。R型因子分析是研究样品性状间的背景原因,而Q型因子分析则以研究样品背景原因为目的。对应分析方法可由R型分析结果直接计算Q型结果而不需数据来直接计算Q型结果。对应分析可以将性状和样品同时反映到相同因子坐标轴的一张图上,便于生物学解译。对应分析在国内尚未见成功的报道。

二、结果与分析

对供试材料经方差分析品种(系)间有显著差异的21个性状,进行主成分分析和因子分析。分析结果表明:前四个主成分累计方差贡献率达85.24%,其中:第一主成分占36.97%;第二主成分占29.30%;第三主成分占12.94%;第四主成分占6.42%。比较因子载荷矩阵、斜交因子模型矩

阵和方差极大正交旋转矩阵,各主成分主要载荷因子基本一致,前两者更接近。利用各品种(系)前四个主成分值计算各品种(系)间遗传距离(D^2),并用最短距离法聚类^[3](见图1)。

聚类结果表明,在遗传距离达9.5时(最大遗传距离为89.13),分为4类:第I类为玉兰麦、东升10号和红农一号。这三个品种分别来自不同的生态地区,均系当地农家品种或经农家品种系统选育而来,外部鉴定为典型的抗旱耐瘠类型(草原生态型或旱薄型),表现为抗旱、耐瘠、丰产性差,生产上利用价值低,主要作为抗源;第II类包括6个品种(系),分别为各地七十年代以来杂交选育品种(系),外部观察鉴定为中间类型(旱肥型),在干旱地区为生产上主要种植品种,表现为抗旱耐瘠和生产性能均较好,水分利用效率高。这些品种(系)基本是抗旱耐瘠类型与水肥类型之间或中间类型之间杂交选育而来;第III类包括6个品种(系),均系各地水地种植品种(系),外部鉴定为水肥类型(水肥型),表现为抗旱、

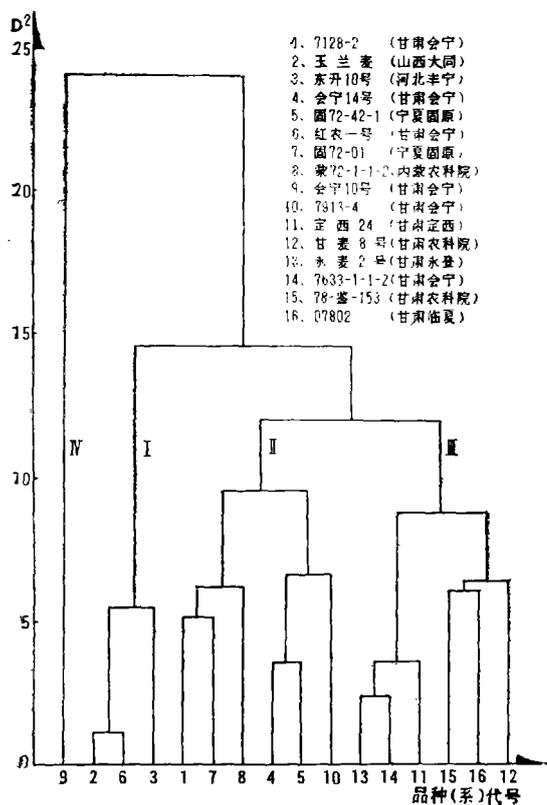
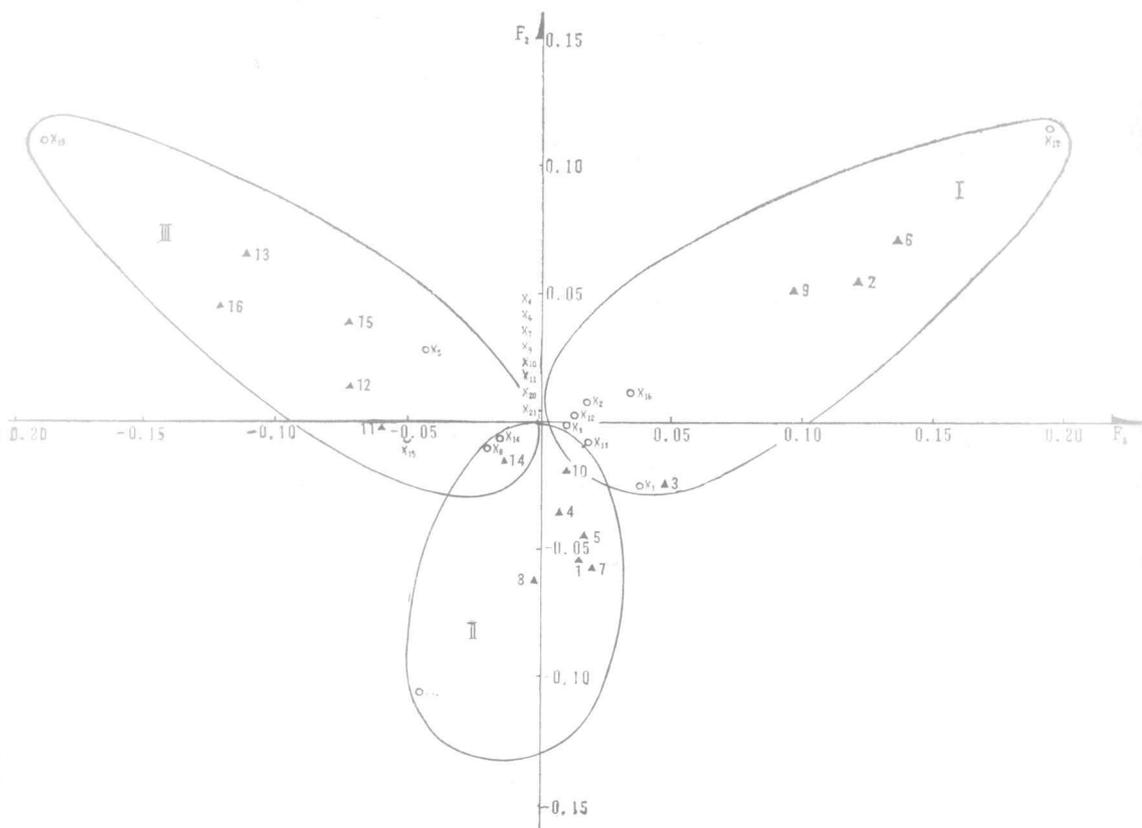


图1 品种(系)聚类图

耐瘠性差（即对水肥条件需求高），丰产性好；第Ⅳ类只有会宁10号，该品种在生产上表现突出，经久不衰，说明各优良性状有机结合，形成了一种高度协调的稳态机体，遗传聚类结果和肉眼鉴定结果吻合性很好，前者更具有客观性。

对应分析结果表明（见图2），前两个主成分方差累计贡献率达90.58%，其中第一主成分（ F_1 ）占65.14%。从因子载荷坐标图上，16个品种（系）基本划分为三个大的类型，这与遗传



注：▲—品种（系）；○—性状。 X_1 —株高； X_2 —穗节指数； X_3 —单株穗数； X_4 —单株粒重； X_5 —株型率； X_6 —旗叶长； X_7 —旗叶宽； X_8 —旗叶面积； X_9 —倒二叶长； X_{10} —倒二叶宽； X_{11} —倒二叶面积； X_{12} —倒三叶长； X_{13} —倒三叶面积； X_{14} —三叶面积之和； X_{15} —穗粒数； X_{16} —一粒小穗百分率； X_{17} —二粒小穗百分率； X_{18} —三粒小穗百分率； X_{19} —四粒小穗百分率； X_{20} —拔节期叶绿素含量； X_{21} —抽穗期叶绿素含量。

图2 对应分析主因子载荷平面聚点图

聚类、肉眼分类基本一致。从各性状在坐标图上分布来看，引起不同抗旱耐瘠类型差异的性状主要是：穗部二粒小穗（ x_{17} ）、四粒小穗（ x_{19} ）、三粒小穗（ x_{18} ）占穗部总小穗数的百分率和穗粒数（ x_{15} ）；其次为株高（ x_1 ）及株型率（ x_5 ）；其余各性状在坐标轴上载荷较小且很接近，其中单株粒重（ x_4 ），旗叶长（ x_6 ）、旗叶宽（ x_7 ），倒二叶长（ x_9 ）、倒二叶宽（ x_{10} ）、倒二叶面积（ x_{11} ），拔节期（ x_{20} ）和抽穗期叶绿素含量（ x_{21} ）等在两主成分向量上载荷为零，表

明这些性状在抗旱耐瘠类型的分类上价值不大，这亦与实践相符合。

从聚类分析和对应分析的结果，我们可以确定出不同抗旱耐瘠类型的一些基本特征(见表1)：

表1 春小麦不同抗旱耐瘠生态类型的比较

类型	二粒小穗百分率 (%) X_{17}	四粒小穗百分率 (%) X_{19}	穗粒数 X_{15}	三粒小穗百分率 (%) X_{18}	株型率* (%) X_5	株高 (厘米) X_1	一粒小穗百分率 (%) X_{16}	旗叶面积 (平方厘米) X_8	上部三叶面积之和 (平方厘米) X_{14}	穗节指数* X_2
抗旱耐瘠类型 (早薄型)	4.09—84.7	0	21.7—32.2	11—55.7	26—34	93.3—99.1	0.9—1.1	9.8—11.0	25.7—30.1	15.2—16.3
中间类型 (早肥型)	21.1—31.3	0.5—6.9	34.5—38.7	60.9—70.1	29—53	93.1—109.1	0.3—1.0	12.5—20.3	35.2—46.5	13.7—19.2
水肥类型 (水肥型)	13.2—28.3	25.6—47.0	39.9—43.9	38.1—59.6	38—57	64.8—90.4	0.6—1.0	14.9—21.6	29.1—44.7	11—13.2

注：株型率 = $\frac{\text{穗粒重}}{\text{单株成穗}} \times 100\%$ ； 穗节指数 = $\frac{\text{穗节长}}{\text{穗颈直径}} \times 10$

从表1看出，抗旱类型没有四粒小穗，二粒小穗数多，穗粒数少，株型率低，植株较，旗叶面积小，穗节指数高；而水肥类型则相反；中间类型介于二者之间。

从对应分析坐标图上，亦可以看出供试品种(系)在主因子轴上由一种类型过渡到另一类高的演变趋势，例如：在第一主成分(F_1)轴上，随水肥类型经中间类型向抗旱耐瘠类型的过渡，二粒小穗数逐渐增多，四粒小穗数和穗粒数逐渐减少，株高逐渐增高等。

三、结 语

1、黄土高原西部春小麦种植区水土流失严重，肥力的不足限制了有限降水的利用。因此，选择种植抗旱、耐瘠性能较好和水分利用效率高的早肥型品种是解决粮食自给、退耕还林还草、恢复植被和减少水土流失的主要措施。

2、在一定范围内，地理来源上的远近并不完全反映遗传差异的大小。这一方面说明了生态因子(如水肥因子)的自然选择和人工选择的定向作用，同时也为选育抗逆性强、适应性广和丰产性好的作物生态类型提供了基础。

3、如何将抗旱耐瘠品种的选育工作从定性走向定量，须针对各地自然条件提出一个综合选择指数。同时需要各学科分工协作，在探讨抗旱、营养机制的同时，加强土壤—植物—大气统一体中水分运行的研究。

4、分析结果表明，上述多元统计分析方法有相当高的灵敏度。我们建议在数量性状的遗传分析时，采用表现型的均值作为基因型值的估计值^[4](本文即如此)。基因型值是指具有同一基因型的总体的期望。用常规的方差—协方差分析而得到的遗传相关系数，误差很大，并且经常在一些研究报告中见到遗传相关系数大于1的情况。传统的遗传协差阵及由标准化而得的遗传相关阵，会给多元统计方法用于多数量性状的遗传分析带来根本性的困难。在遗传相关阵的基础上对多数量性状作主成分分析时，有可能得到负的特征根。这不仅难于给出生物学解释，并且使得本来可以继续进行的遗传距离及相应的聚类分析、因子分析等项目都丧失了数学基础。

参 考 文 献

- [1] 韩仕峰等：“黄土高原西部地区土壤水分亏缺及提高途径”，《水土保持通报》，1988年第2期。
[2] 刘来福：“作物数量性状的遗传距离及其测定”，《遗传学报》，1979年第6卷第3期。
[3] 高之仁：《数量遗传学》，四川大学出版社，1986年，236—313页。
[4] 刘垂瑜，刘来福：“多数量性状分析的数据结构”，《遗传》，1985年，第4期，12—14页。

Cluster analysis of different drought resistances and sterility tolerance ecotypes of spring wheat in western area of the loess plateau

Chai Shouxi Wang Dexuan Wang Lizhi

*(Northwest Institute of Soil and Water Conservation,
Academia Sinica and the Ministry of Water Conservancy)*

Abstract

Cultivation of the spring wheat ecotypes with different drought resistances, sterility tolerance and high water use efficiency is an important approach to realize self-supplying of grain food, returning farmland into grassland and woodland, recovery of vegetation, reduction of water loss and soil erosion. Through the study on 21 characters of spring wheat ecotypes with different drought resistances and sterility tolerance, the results show that the major characters of causing variances of different ecotypes, firstly were the ratios of the number of two-grain spikelets, the number of four-grain spikelets and the number of three-grain spikelets to the total spikelets number of an ear respectively; secondly were plant height and the ratio of plant pattern. The basic characters of ecotypes with drought resistances and sterility tolerance were no (or few) four-grain spikelets, a lot of two-grain spikelets, a low grain count, low ratio of plant pattern, relatively plant height great, small flag area and high index of ear-internode. It was contrary to the ecotypes adapted to growing in wet and fertile soil. And it was the two aspects above that intermediated ecotypes.