

# 高粱数量性状的相关分析

朱振新 鄢锡勋 肖振德 王淑朵

(黑龙江省农科院育种所)

## 一、引言

为了尽快选出早熟、高产、质佳的新品种，必须研究高粱数量性状之间相关关系，以增加选种工作预见性，减少盲目性，提高高粱选种的工作效率。本文主要研究高粱产量方面的数量性状之间的相关关系。

统计上测定数量性状的相关性（即相关关系），有两种方法：其一是用相关系数  $r$  值的大小，来表示两种数量性状变化关系的密切程度，这种相互关系的测定称为相关；其二是利用回归系数 ( $b$ ) 来表示两性状间因果关系变化的理论比，并根据自变数  $x$  值来推测应变数  $y$ ，凡存在这种函数关系，即为回归。

我们进行此项工作的目的，只是利用相关系数和回归系数以及回归方程等数值的测定，分析各数量性状之间的相关关系和程度，并绘成各数量性状之间的相关、回归关系图，以供高粱的选种工作参考。

## 二、材料和方法

选自 1978 年所内育性鉴定试验中的部份资料。均以杂交种的父本恢复系：(7384 × 三尺三)、(早亨 × 洋)、恢 112、恢 109、恢 142、(三尺三 × 9127)、7384、恢 114、恢 77、恢 1、恢 20、七康千、(7313 × 159)、7321、幅忻 7、大同红、(159 × 7384)、明 71-2020-257、(7384 × 恢 29)、恢 76、克恢 3、齐 430、恢 5、克 8310、恢 111、(克恢 4 × 加)、(亨 × 米)、绥 6359、91022、7341 等 30 个品系或品种为材料，选用了 12 个数量性状的调查数据，进行了相关和回归

的测算，并进行了显著性测定。采用数理统计公式如下：

$$\gamma = \frac{\Sigma XY - \frac{\Sigma X \Sigma Y}{N}}{\sqrt{\left[ \Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{N} \right] \left[ \Sigma Y^2 - \frac{(\Sigma Y)^2}{N} \right]}} \dots\dots\dots (1)$$

$$t = \frac{\gamma \sqrt{N-2}}{\sqrt{1-\gamma^2}} \dots\dots\dots (2)$$

- $\gamma$ : 相关系数。
- $\Sigma$ : 为积加求总和符号。
- $X$ : 在相关系数计算中， $X$  为一个变数的实际观察值。
- $Y$ : 在相关系数计算中， $Y$  为另一变数的观察值。
- $N$ : 变数值的对数。
- $t$ : 差异显著值。

$$b = \frac{\Sigma XY - \frac{\Sigma X \Sigma Y}{N}}{\Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{N}} \dots\dots\dots (3)$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$
$$Y_c = bX + a \dots\dots\dots (4)$$

- $b$ : 回归系数。
- $X$ : 在回归分析中， $X$  为自变数的观察值。
- $Y$ : 在回归分析中， $Y$  为应变数的观察值。
- $a$ : 常数。
- $\bar{Y}$ : 应变数观察值的平均数。
- $\bar{X}$ : 自变数观察值的平均数。
- $Y_c$ : 应变数的理论修正值。

十二个数量性状资料,如按两个性状进行完全正交排列,共需分析 $\frac{1}{2}12(12-1)=66$ 对资料,分析量较大且意义也不大,所以我们选用单穗粒重、功能叶片面积和出苗至成熟天数等三个与产量关系密切的性状,为三个中心性状与其他性状作普遍的相关测定,并在相关系数差异显著的前提下进行回归分析。

### 三、结果

(一) 测算了单穗粒重、出苗至成熟天数、功能叶片面积、出苗至抽穗天数、穗长、千粒重、穗粒数、穗柄长度、茎粗、茎高、叶片数、和容重等12个数量性状的平均数,运用公式(1)测算了52对两性状之间的相关系数,并运用公式(2)进行差异显著性测定(详列于表1)。

表1 数量性状之间相关、回归数值表

编号	X 性状	Y 性状	变对数	相关系数 r	计算 t 值	显著程度	回归系数 b	回归方程 $Y_e = bx + a$
1	出苗至抽穗天数	单穗粒重	30	0.510	3.137	极显著正相关	1.584克/天	$Y_e = 1.584x - 50.45$
2	出苗至成熟天数	单穗粒重	30	0.6036	4.006	极显著正相关	1.58克/天	$Y_e = 1.58x - 117.7$
3	穗长	单穗粒重	30	0.7145	5.410	极显著正相关	4.04克/OM	$Y_e = 4.04x - 26.68$
4	千粒重	单穗粒重	30	0.373	2.127	显著正相关	1.482克/克	$Y_e = 1.482x + 24.6$
5	穗粒数	单穗粒重	30	0.764	6.268	极显著正相关	1.589克/百粒	$Y_e = 1.589x + 14.33$
6	穗柄长度	单穗粒重	30	-0.676	4.855	极显著负相关	-1.158克/OM	$Y_e = -1.158x + 108.73$
7	茎粗	单穗粒重	30	0.4592	2.736	显著正相关	28.43克/OM	$Y_e = 28.43x + 16.33$
8	功能叶片面积	单穗粒重	30	0.715	5.412	极显著正相关	2489.87克/米 <sup>2</sup>	$Y_e = 2489.87x + 34.29$
9	茎高	单穗粒重	30	0.347	1.957	不显著		
10	叶片数	单穗粒重	30	0.530	3.311	极显著正相关	4.88克/片叶	$Y_e = 4.88x - 20.83$
11	出苗至成熟天数	叶片数	30	0.6047	4.017	极显著正相关	0.1365片叶/天	$Y_e = 0.1365x + 0.84$
12	出苗至抽穗天数	出苗至成熟天数	30	0.6876	5.014	极显著正相关	1.03天/天	$Y_e = 1.03x + 40.31$
13	出苗至抽穗天数	穗长	30	0.4226	2.468	显著正相关	0.305OM/天	$Y_e = 0.305x + 2.54$
14	穗长	千粒重	30	0.2090	1.131	零相关		
15	穗粒数	千粒重	30	-0.300	1.663	弱负相关		
16	穗柄长度	穗粒数	30	-0.687	5.001	极显著负相关	-0.523百粒/CM	$Y_e = -0.523x + 50.79$
17	茎粗	穗柄长度	30	-0.280	1.540	弱负相关		
18	茎粗	功能叶片面积	30	0.305	1.695	弱正相关		
19	茎高	功能叶片面积	30	-0.09126	0.4849	零相关		
20	茎高	叶片数	30	0.0091	0.048	零相关		
21	功能叶片面积	穗粒数	30	0.485	2.935	极显著正相关	673.4百粒/米 <sup>2</sup>	$Y_e = 673.4x + 2.69$
22	叶片数	功能叶片面积	30	0.235	1.317	弱正相关		
23	功能叶片面积	穗长	30	0.090	0.480	零相关		
24	功能叶片面积	容重	30	0.170	0.332	零相关		
25	功能叶片面积	穗柄长度	30	-0.963	18.937	极显著负相关	-2485CM/米 <sup>2</sup>	$Y_e = -2485x + 14.408$
26	出苗至抽穗天数	功能叶片面积	30	0.529	3.297	极显著正相关	0.000737米 <sup>2</sup> /天	$Y_e = 6.000737x + 67.47$

编号	X 性状	Y 性状	测定数	相关系数 r	计算值 t	显著程度	回归系数 b	回归方程 $Y_e = bx + a$
27	功能叶片面积	千粒重	30	0.636	4.366	极显著正相关	358.73 克/米 <sup>2</sup>	$Y_e = 358.73x + 7.665$
28	叶片数	穗粒数	30	0.680	6.69	极显著正相关	3.017百粒/片叶	$Y_e = 3.017x - 21.27$
29	叶片数	穗长	30	-0.0195	0.10	零相关		
30	茎高	穗长	30	0.0052	0.0275	零相关		
31	茎高	容重	30	0.0083	0.0439	零相关		
32	穗柄长度	容重	30	0.2534	1.386	弱正相关		
33	出苗至抽穗天数	穗柄长度	30	0.0634	0.3361	零相关		
34	出苗至抽穗天数	千粒重	30	-0.150	0.803	零相关		
35	茎粗	千粒重	30	0.078	0.414	零相关		
36	茎粗	单穗粒重	30	0.599	3.958	极显著正相关	18.85百粒/CM	$Y_e = 18.85x + 1.76$
37	茎高	出苗至成熟天数	30	-0.0085	0.045	零相关		
38	茎粗	出苗至成熟对数	30	0.6698	4.6565	极显著正相关	0.022CM/天	$Y_e = 0.022x - 1.003$
39	出苗至成熟天数	穗长	30	0.0611	0.3239	零相关		
40	出苗至成熟天数	穗粒数	30	0.5734	3.7036	极显著正相关	0.573百粒/天	$Y_e = 0.573x - 36.2$
41	出苗至成熟天数	容重	30	0.2161	1.171	零相关		
42	出苗至成熟天数	千粒重	30	-0.4633	2.7666	极显著负相关	-0.242克/天	$Y_e = -0.242x + 47.97$
43	出苗至成熟天数	穗柄长度	30	0.1882	1.0143	零相关		
44	茎粗	茎高	30	-0.0592	0.3138	零相关		
45	茎粗	穗长	30	-0.0052	0.0275	零相关		
46	穗长	穗粒数	30	0.512	3.154	极显著正相关	1.203百粒/CM	$Y_e = 1.203x + 1.37$
47	穗粒数	容重	30	-0.2719	1.4953	弱负相关		
48	千粒重	容重	30	0.3337	2.20	显著正相关	0.0508克/公升/g	$Y_e = 0.0508x + 17.81$
49	穗柄长度	千粒重	30	0.1090	0.580	零相关		
50	叶片数	穗柄长度	30	-0.1931	1.0412	零相关		
51	出苗至抽穗天数	叶片数	30	0.837	8.07	极显著正相关	0.282片叶/天	$Y_e = 0.282x - 2.35$
52	出苗至抽穗天数	茎高	30	0.294	1.1028	零相关		

自由度 =  $N - r - 2 = 28$  时

$t_{0.05} = 2.048$  显著相关  
 $t_{0.01} = 2.763$  极显著相关  
 $t_{0.2} = 1.313$  弱相关

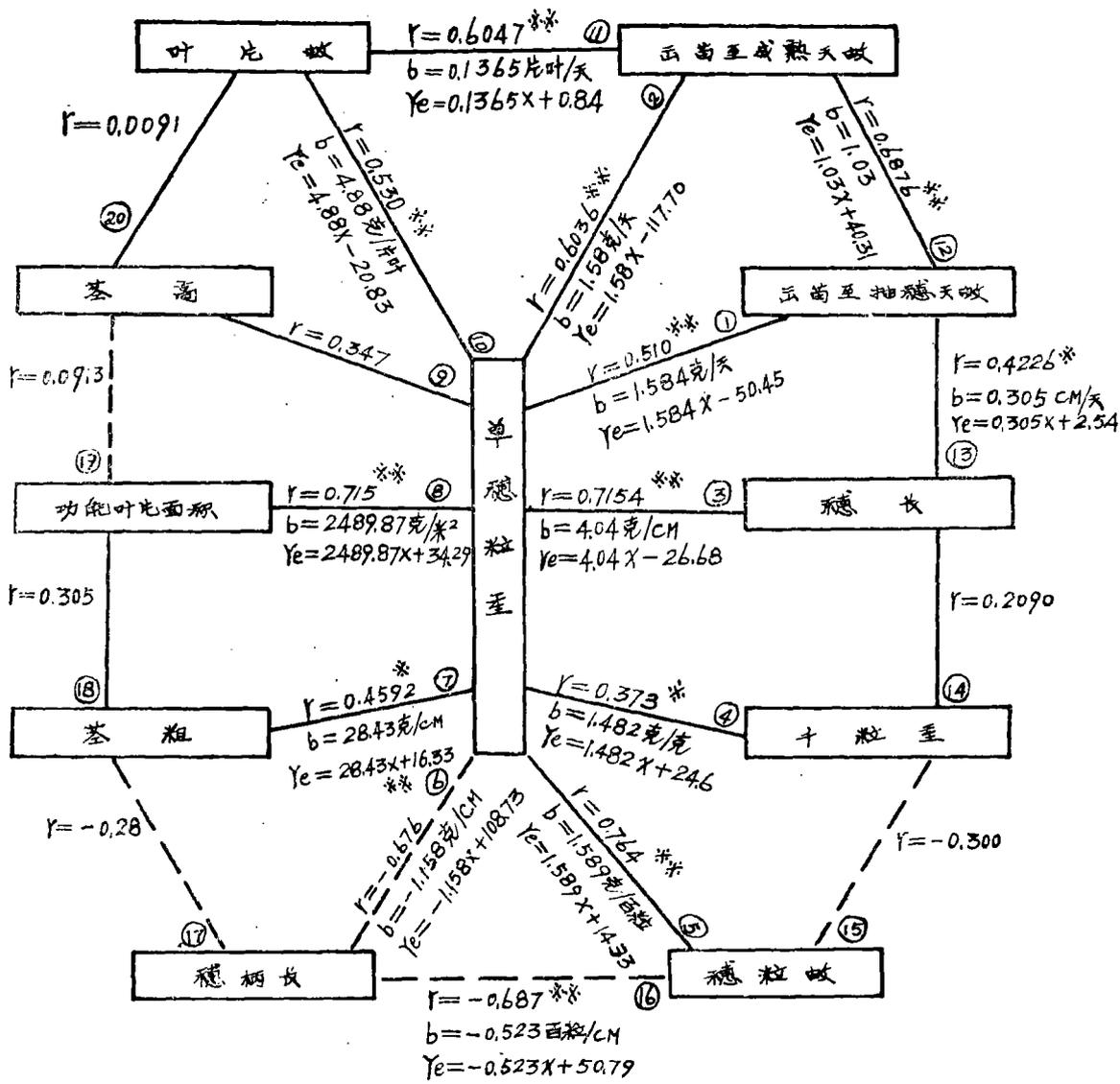
(二) 在相关系数差异显著情况下, 运用公式(3) 测算了上述 12 个性状的 24 对资料的回归系数, 并列出了回归方程式, 利用回归方程, 根据自变数(X) 可估测出应变数的理论值(亦详列于表1)。

(三) 根据测算的结果, 为便于分析, 绘成单穗粒重、功能叶片面积、出苗至成熟

天数三个中心性状的相关、回归关系图。即: 单穗粒重与其他性状的相关、回归关系图(图1);

功能叶片面积与其他性状的相关、回归关系图(图2);

出苗至成熟天数与其他性状的相关、回归关系图(图3)。



$r$  相关系数  
 $b$  回归系数  
 $Ye$  回归方程  
 $*$  差异显著  
 $**$  差异高度显著  
 ①② ..... 资料编号

————— 为正相关  
 - - - - - 为负相关

图1 单穗粒重与其他数量性状的相关、回归关系图

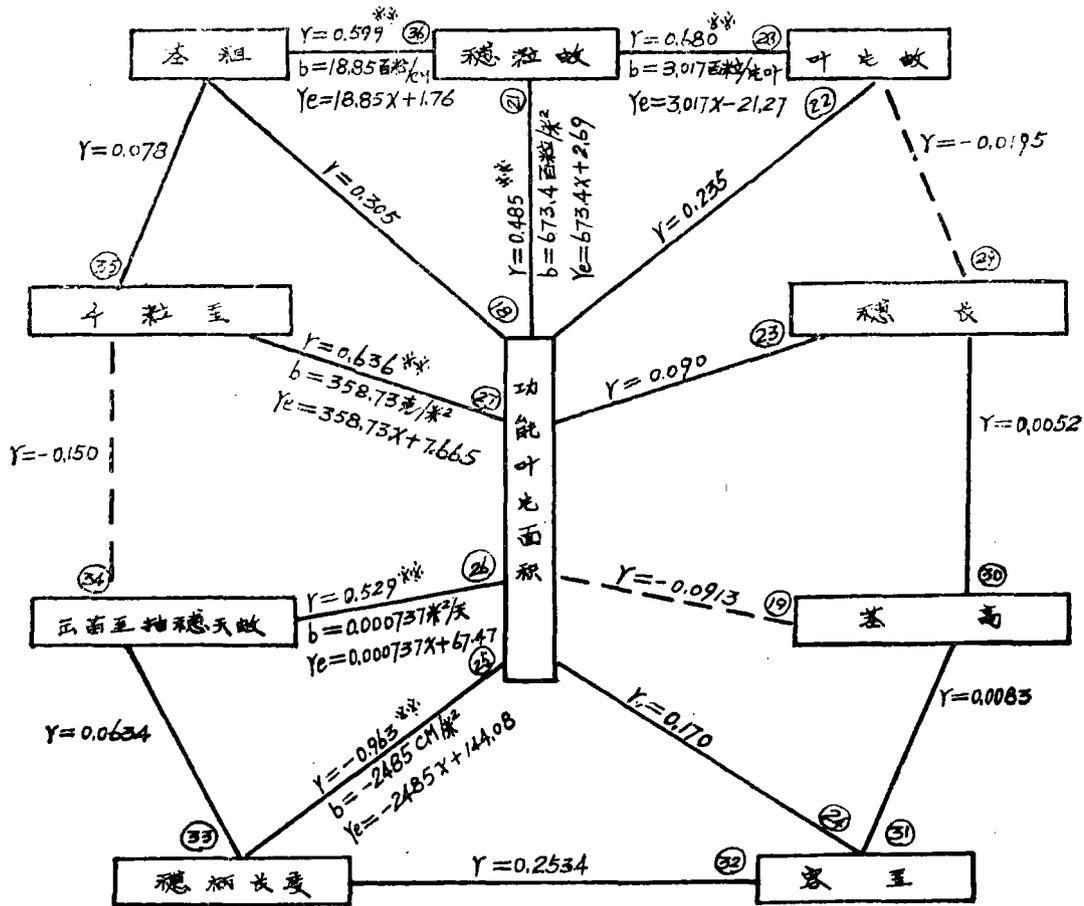


图2 功能叶面积与其他数量性状的相关、回归关系图

#### 四、结果分析

##### 1. 单穗粒重的相关关系 (见图1)

在密度和栽培水平一致条件下, 可把单穗粒重看作是一个品种的产量性状, 是高粱选种主要目标之一。所以我们将单穗粒重作为中心性状与其他数量性状的相关性绘成图1进行分析: (1) 产量 (即单穗粒重) 与叶片数、生育日期 (即出苗至成熟天数)、抽穗日期 (即出苗至抽穗天数)、穗长、穗粒数和功能叶片面积等六个数量性状都呈极显著地正相关。与穗柄长度呈极显著地负相关; 与千粒重、茎粗呈显著正相关, 相关系数  $r$  值由 0.373~0.764。且都存在着回归关系, 可用相应的回归方程来估算各应变数的理论值。单穗粒重与茎高呈不显著弱相关。所以, 在选种实践中, 在生育期间可根据这些性状与

单穗粒重的相关关系进行针对性的选择, 是可以较有成效地选出高产 (即单穗粒重大的) 的品系或品种。(2) 产量、生育日期、抽穗日期和叶片数等四个数量性状, 互相间均呈极显著的正相关。相关系数  $r$  值由 0.510~0.837, 且都存在着回归关系, 并有相应的回归方程, 可用来估计它对应性状 (应变数) 的理论值。(3) 穗长与抽穗日期呈显著正相关, 其回归系数  $b$  值为 0.305CM/天, 意思是抽穗日期延长 1 天, 其穗长度增加 0.305 CM, 回归方程为  $Y_e=0.305x+2.54$ 。穗长与千粒重呈零相关。穗粒数与穗柄长度呈极显著的负相关, 回归系数  $b$  值为 -0.523 百粒/CM, 可用回归方程  $Y_e=-0.523x+50.79$  来估算应变数的理论值, 在选种工作中, 从穗柄短的材料中, 容易选出大穗、穗粒数多

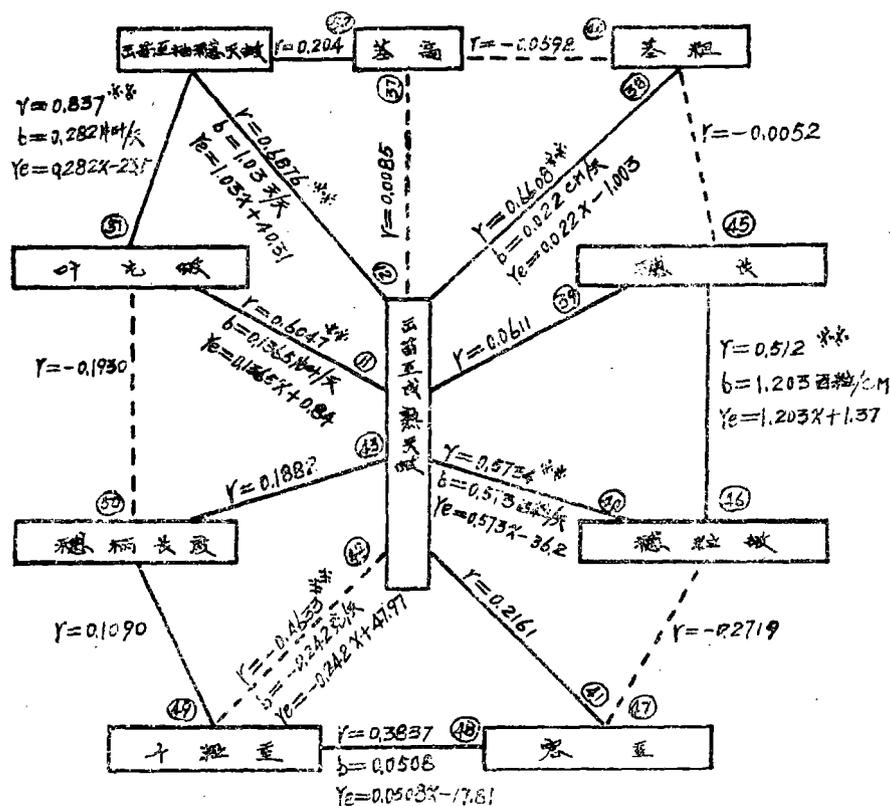


图3 出苗至成熟天数与其他数量性状的相关、回归关系图

的材料来。而穗粒重与千粒重呈弱的负相关。  
 (4) 茎粗与穗柄长度呈弱的负相关，与功能叶片面积呈弱的正相关。茎高与叶片数和功能叶片面积两个性状均呈零相关。

了解和掌握单穗粒重和其他数量性状的相关关系，在苗期和收获前的各个时期，可根据其他性状进行有针对性的选择，对尽快地选育出高产的品系，是容易见成效的。

## 2. 生育日期的相关关系 (见图2)

黑龙江省地处我国最北部，是我国高粱栽培区域的北限，早熟性状在高粱选种目标中尤显重要。在杂种优势利用的研究工作中，杂种  $F_1$  的熟期多数介于双亲之间的遗传传递规律已在育种工作普遍应用，对双亲的熟期进行合理选配，从而达到选出早熟、高产杂交种的目的。

生育日期与其他性状的相关关系：(1) 生育日期与抽穗日期、叶片数的相关关系前已叙述，与茎粗和穗粒数呈极显著地正相关。

$\gamma$  值为 0.5734—0.6608。可用  $Y_e = 0.022x - 1.003$  和  $Y_e = 0.573x - 36.2$  的回归方程来估计其相应性状的理论值；生育日期与千粒重呈极显著负相关，相关系数  $\gamma$  值为 -0.4633，回归方程  $Y_e = -0.242x + 47.97$ 。(2) 穗长与穗粒数、抽穗日期与叶片数呈极显著正相关，其  $\gamma$  值为 0.512~0.837。可用  $Y_e = 1.203x + 1.37$  和  $Y_e = 0.282x - 2.35$  回归方程估算其相应性状的理论值；千粒重与容重呈显著正相关，回归方程为  $Y_e = 0.0508x - 17.81$ ；穗粒数与容重则呈弱的负相关；(3) 生育日期与茎高、生育日期与穗长、生育日期与容重、生育日期与穗柄长度、茎高与茎粗、茎粗与穗长、穗柄长度与千粒重、叶片数与穗柄长度、抽穗日期与茎高等 9 对数量性状均呈零相关。

## 3. 功能叶片面积的相关关系 (见图3)

注：功能叶片面积是指从上至下数第三片叶面积，叶面积是用长 × 宽 × 3/4 的估算值。

高粱是属于四碳植物，其功能叶片面积的大小与其对光能利用率的高低是直接相关的，功能叶片面积大的，在光合作用过程中形成的干物质就多，籽实的产量也能得到相应的提高，这一点在单穗粒重与功能叶片面积的相关和回归分析中已证实。相关系数  $r$  值为 0.715，回归系数  $b = 2489.87$  克/米<sup>2</sup>，回归方程  $Y_c = 2489.87x + 34.29$ 。功能叶片与其他数量性状的相关、回归关系是：(1) 功能叶片面积与穗粒数、抽穗日期和千粒重等 3 个数量性状均呈极显著正相关，相关系数  $\gamma$  值为 0.485~0.636，并都存在着回归关系，可用  $Y_c = 673.4x + 2.69$ 、 $Y_c = 0.000737x + 67.47$ 、 $Y_c = 358.73x + 7.665$  等回归方程来估算其相应性状的理论值。功能叶片面积与穗柄长度呈极显著地负相关， $\gamma = -0.963$ ，回归系数  $b = -2485$  CM/米<sup>2</sup>，回归方程  $Y_c = -2485x + 144.08$ 。(2) 功能叶片面积与叶片数呈弱的正相关，功能叶片面积与穗长、茎

高、容重等 3 个数量性状呈零相关。(3) 穗粒数与茎粗、叶片数 2 个性状呈极显著正相关，相关系数  $r$  值各为 0.599 和 0.680，其回归方程  $Y_c = 18.85x + 1.76$  和  $Y_c = 3.017x - 21.27$ 。(4) 穗柄长度与籽实的容重呈弱的正相关；叶片数与穗长、茎高与穗长、茎高与籽实容重、穗柄长度与抽穗日期、千粒重与抽穗日期、茎粗与千粒重等 6 对数量性状均呈零相关。

### 五、结语

育种工作者可参考上述高粱主要数量性状间的相关关系，对相关显著的成对性状，在实践工作中，根据一个性状来推论另一些性状，利用间接性状的选择，可以及早而有效地选育出符合选种目标的品种。而对相关关系较低（即两性状间的相关系数值较小）或不呈相关关系（即零相关）的性状，再利用一个性状来选择推论另一性状，其选择效果必然是很微观的。

## 农 业 小 知 识

农作物在其生长发育期间，对土壤水分的要求不是固定不变的。例如各种农作物种子的膨胀、发芽和幼苗形成期，水分供应主要来自 0—10 厘米耕作层。若该层有效水分含量仅在 5—10 毫米，则种子的发芽、出苗就大受抑制；若有效水分含量大于 20 毫米，就能保证农作物的正常出苗。在穗和花的形成期，100 厘米土层的有效水分含量低于 80 毫米，就不能保证农作物的正常生长和发育；只有当有效水分含量为 100—200 毫米时（占田间最小持水量的 60—100%），农作物才能获得正常的生长和发育。

粘质土壤的大田作物，其最适宜的土壤湿度下限为田间最小持水量的 70—75%；蔬菜作物的最适宜土壤湿度下限为田间最小持水量的 75—80%。壤质土壤上的各类作物，其最适宜土壤湿度下限一般在 65—70% 之间。砂质土壤上的各类作物，其最适宜的土壤湿度下限比较低，约为 50%。

各种主要农作物总需水量分别为：春小麦 200—370 立方米/亩；玉米 200—300 立方米/亩；高粱 200—300 立方米/亩；谷子 170—200 立方米/亩；大豆 330—400 立方米/亩；马铃薯 200—300 立方米/亩。

种子出苗对土壤水分的要求与土壤温度有关，温度高需水较多，温度低需水较少。

一般作物种子出苗前适宜的土壤含水量：粘土 22—30%、壤土 20—23%、砂壤土 16—20%、砂土 12—16%。玉米出苗最低土壤含水量界限为：粘土 16—18%、壤土 14—16%、砂壤土 11—13%、砂土 10—11%；高粱出苗最低土壤含水量界限为：粘土 14—15%、壤土 12—13%、砂壤土 10—11%、砂土 7—8%；谷子出苗最低土壤含水量界限为：粘土 14—15%、壤土 12—13%、砂壤土 9—10%、砂土 6—7%；小麦出苗最低土壤含水量界限为：粘土 16—17%、壤土 13—14%、砂壤土 11—12%、砂土 9—10%。

（董静芬 整理）