

# 水稻的穗型参数

尹凤有

(吉林农大农学系)

## 摘 要

用必要的穗型参数对穗部性状进行定量的数字表达具有精确而可比的特点。本文以水稻穗结构特性为依据,对与穗型有关的性状进行了分析,提出了有关穗部性状的9个参数公式,并用实际测得的数据进行了运算,结果证明这些参数公式合理,简便,实用,对水稻株型育种及栽培具有重要的理论意义和实用价值。

水稻的穗型与水稻的丰产性能有极为密切的关系<sup>[1]</sup>。穗型是指穗轴、枝梗、子粒在空间上的排列形式。穗部性状是构成产量的重要因素,合理的穗部结构不仅能增加单位面积总穗数,每穗的总粒数和成粒数,而且能使群体更好地利用光能,增强抗倒伏能力,从而提高单位面积产量和稻米的品质。

水稻的穗型是受多个穗部性状制约的。如穗长,穗的直立性,枝梗的长短与多少,枝梗上子粒着生的密度及子粒的大小等等。在过去对穗型的研究中,对穗长、穗粒数、结实率及千粒重的研究比较深入,而对其它性状的研究却较少,且多是文字上的描述。由于标准不一且没有具体的数字指标,从而使有些性状无法进行比较。随着生产的发展和研究工作的深入,与穗型有关的其它性状越来越引起了人们的兴趣,这就需要有统一的数理方面的具体参数指标对穗型加以综合评价。为此目的,我们在对7个典型品种的穗部性状进行了系统研究的基础上,提出了有关穗型的几个参数公式,供参考使用。

## 一、穗斜度

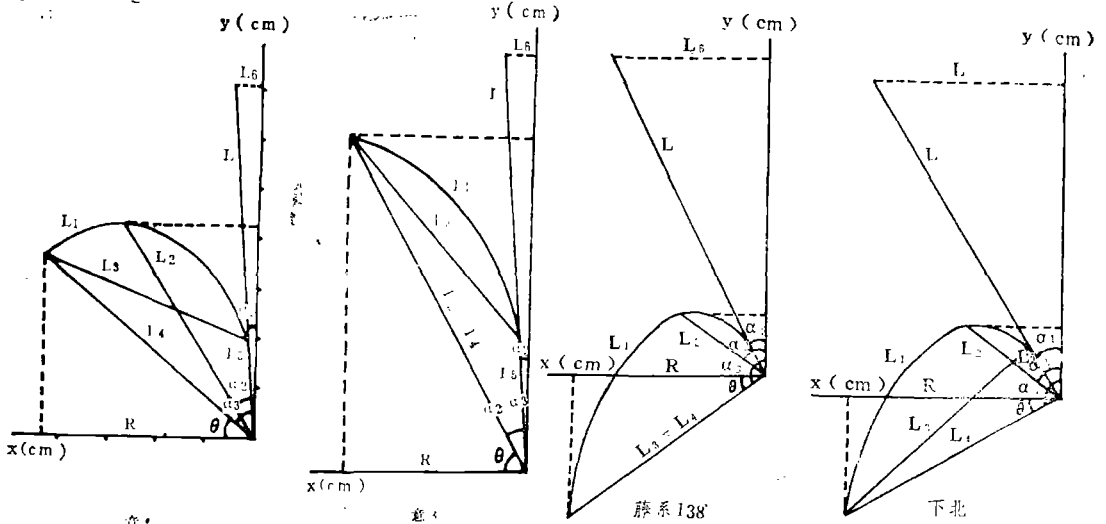
一般来说,水稻的穗轴与株茎的延长线并不重合,而是取一定的斜势状态。穗斜度就是用来鉴定穗倾斜程度的参数。如用穗轴基部与株茎延长线的夹角 $\alpha_1$ 的正弦值表示穗斜度,那么:

$$K = \sin \alpha_1 = \frac{L_0}{L}$$

K为穗斜度, L为穗长,  $L_0$ 为穗完全伸直时穗尖到株茎延长线的距离(见图)。当角 $\alpha_1 \rightarrow 0$ 时,  $L_0 \rightarrow 0$ ,  $K \rightarrow 0$ , 斜度最小; 当 $L \alpha_1 \rightarrow \frac{\pi}{2}$ 时,  $L_0 \rightarrow L$ ,  $K \rightarrow 1$ , 斜度最大。

研究中发现, 穗斜度与穗长, 株高, 穗颈节间长度和粗度等许多性状有关。但是, 在实际中, 穗并不总是直立的。由于穗较长或成熟时较重等原因, 往往造成下垂弯曲。加之弯曲的程度及部位不同, 很难用斜度完全控制各种穗型。这时, 我们必须采用其它参数, 与斜度一起对穗型做出综合评价。

\* 本文承何绍桓、王福荣副教授审阅, 特此致谢。



水稻不同品种穗轴形状图

## 二、穗直度

穗直度是鉴定穗伸直程度的一个参数，是确定穗部形态的重要参数之一。根据穗轴弯曲的形状，部位及研究目的的不同，可以采用“绝对直度”和“相对直度”两个不同参数来鉴定穗的直度。相对直度是指整个穗的平均弯曲程度。用S表示相对直度，L表示穗长， $L_4$ 表示穗尖到穗颈节的直线距离，则：

$$S = \frac{L_4}{L}$$

当 $L_4 \rightarrow L$ 时， $S \rightarrow 1$ ，此时穗子伸直挺拔；当 $L_4$ 变小时，S也变小，表明穗的伸直性变差。

我们观察到，穗发生弯曲的时期和速度随品种而异，如藤系138在开花期就开始弯曲，发展速度较快，到乳熟期基本上达到最大弯曲。而象意4，弯曲发生很晚，到乳熟期以后，才逐渐表现弯曲。研究中还发现，穗长，穗轴粗，穗轴的倾斜角及穗轴分生枝梗的能力与直度有显著的相关关系。穗轴一斜就容易弯曲，导致直度下降。而枝梗密度与直度的正相关，主要是穗轴粗壮，维管束发达的缘故。

有些穗子并不是整个都弯曲的，而是某一部位发生了弯曲。当弯曲点发生的位置接近穗尖时，再单独用相对直度描述穗的弯曲状态就显得不够完美了。这就需要引入另一个鉴定穗弯曲程度的参数“绝对直度”同它共同评价穗的伸直程度的大小。绝对直度用 $S_0$ 表示，则：

$$S_0 = \frac{L_3}{L_1}$$

$L_1$ 是弯曲发生点到穗尖的穗轴长度， $L_3$ 是弯曲点到穗尖的直线距离。对那些从基部就开始弯曲的穗来说， $S_0 = S$

## 三、穗立度

严格地说，我们通常所说的穗的直立性包含两个不同的概念，即直性和立性。直只是

为立创造了先决条件，并不等于立。我们所规定的立性是指穗在直角坐标系中，在纵坐标上分量的大小。用E来表示穗立度，则：

$$E = \frac{\cos \alpha_2 L_2}{L}$$

角 $\alpha_2$ 是穗轴的最高部位与穗颈节的连线同株茎延长线的夹角。 $L_2$ 是穗轴的最高部位与穗颈节的连线长度， $L$ 是穗长。此公式表明，穗立度与 $\cos \alpha_2$ 和 $L_2$ 成正比，与 $L$ 成反比，所以当角 $\alpha_1$ 越小，穗越伸直时，角 $\alpha_2$ 就越小， $L_2$ 就越大，立度也就越大。当角 $\alpha_2 \rightarrow$ 角 $\alpha_1 \rightarrow 0$ ， $L_2 \rightarrow L$ 时，立度最大。当角 $\alpha_2 \rightarrow$ 角 $\alpha_1 \rightarrow \frac{\pi}{2}$ 时， $L_2 \rightarrow 0$ ， $\cos \alpha_2 \rightarrow 0$ ， $E \rightarrow 0$ 。

穗立性不仅受直性的影响，受斜度的制约还与穗长及弯曲的部位有关，同时还受内部解剖结构的影响，是多个因素共同作用的结果。维管束多的，机械组织厚的，弯曲点发生位置越向上的，穗轴斜角越小的，穗越直立。立度还与成熟时穗轴枯死度及穗轴截面形状有关。

穗直性和立性是控制穗型的两个重要性状，在水稻栽培和育种工作中引起了研究者的广泛重视。沈阳农大在这方面作了大量工作，形成了多个直立穗型系统。杨守仁教授认为，水稻穗的直立性问题是一个值得重视的问题，并把选得长穗型的半直立穗型看成是一种实质性进展<sup>(2)</sup>。

#### 四、离心距

在研究穗部形状对植株倒伏作用和群体冠层消光作用的影响时，计算穗的离心距离是十分必要的。离心距是指穗在直角坐标系横轴上的投影长度，用R表示：

$$R = L_4 \cos \theta = L_4 \cos (90^\circ - \alpha_3)$$

$L_4$ 是穗颈节与穗尖的连线长，角 $\theta$ 是穗颈节到穗尖的连线与横坐标的夹角。

R值受穗斜度、直度、穗长等性状的影响。R值越大，植株的重心越偏离中心，越易倒伏，同时也影响群体冠层结构，减少通风透光量，不利于生活后期茎叶的发育及影响收获质量和速度。所以，有人提出理想型水稻的穗部表现应当是多穗、小穗型<sup>(3)</sup>，其中就有这方面的因素。

上述4个参数是确定穗轴形状的。用角尺器（圆形量角器中心固定一个能够绕圆周运动的刻度尺）在自然状态下很容易量取各所需数据见表1。经计算，可准确得出上述各参数。不同穗型的品种穗型参数值有明显差异见表2。根据这些参数，可以精确地画出与实际情况符合的各水稻品种的穗轴形状图（见图）。

#### 五、枝梗强度参数

穗的枝梗强度是表示穗轴上产生枝梗能力的指标。通过对其研究分析，可以了解枝梗状况对穗型的影响程度及枝梗与穗轴之间的相互关系。在枝梗强度中，主要包括枝梗的密度强度和长度强度两个方面。

### 1. 支梗密度强度

$$I_1 = \frac{\Sigma \text{一次枝梗数}}{L} / \text{穗}$$

表1 水稻不同品种穗部性状值

项目 品种	角 $\alpha_1$	角 $\alpha_2$	角 $\alpha_3$	L (cm)	L <sub>2</sub> (cm)	L <sub>3</sub> (cm)	L <sub>4</sub> (cm)	L <sub>5</sub> (cm)	L一次 (cm/穗)	L二次 (cm/穗)	一次枝数 (个/穗)	粒数 (个/穗)
意 1	2.6°	28.4°	28.4°	14.02	12.58	8.4	12.58	4.44	59.93	22.23	12.33	194
意 3	3.44°	28.6°	28.6°	16.74	15.5	10.9	15.5	5.36	81.88	53.86	13.3	213.16
意 4	4.6°	32.2°	49.8°	14.26	9.86	9.2	11.34	3.94	70.2	33.98	11.33	157
意 5	16°	41°	88.6°	18.40	7.4	13.2	13.7	3.18	65.57	19.13	11.0	178.89
下北	31°	53.2°	120°	17.18	5.44	12.17	11.47	2.9	40.89	13.5	7.83	102.5
藤系138	26°	54.6°	127°	16.8	4.94	11.62	≈L <sub>3</sub>	≈0	49.5	16.3	9.2	110.0
花培142	21.4°	47.4°	73.8°	14.58	8.94	10.0	11.26	2.4	40.38	10.34	7.83	75.5

注: 各项皆是直接测得的一级数据的平均值, 即10穗数据的平均结果。角 $\alpha_1$ 、角 $\alpha_2$ 、角 $\alpha_3$ 、L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>、L<sub>3</sub>、L<sub>4</sub>、L<sub>5</sub>是乳熟期在田间测定的; L一次、L二次、一次枝梗数、粒数是成熟期室内测定的。

表2 水稻不同品种穗型参数值

项目 品种	穗斜度 $K = \sin \alpha_1$	穗直度		穗立度 $E = \frac{\cos \alpha_2 L_2}{L}$	离心距 (cm) $R = L_4 \cos \theta = L_4 \cos(90^\circ - \alpha_3)$
		相对直度 $S = \frac{L_4}{L}$	绝对直度 $S_0 = \frac{L_3}{L_1}$		
意 1	0.04536	0.897	0.876	0.789	5.98
意 3	0.0600	0.925	0.957	0.812	7.419
意 4	0.0891	0.795	0.893	0.585	8.661
意 5	0.2756	0.744	0.867	0.303	13.69
下北	0.5150	0.667	0.852	0.189	9.93
藤系138	0.4383	0.691	$S_0 \approx S$	0.170	9.28
花培142	0.3648	0.772	0.821	0.415	10.81

项目 品种	枝梗强度		穗粒密度	
	密度强度 (个/cm)	长度强度 (cm/cm)	$D = \frac{\Sigma \text{粒}/\text{穗}}{\Sigma L_{\text{一次}} + \Sigma L_{\text{二次}}}$	$D_2 = \frac{\Sigma \text{粒}/\text{穗}}{L}$
意 1	0.879	5.860	2.361	13.837
意 3	0.794	8.109	1.570	12.733
意 4	0.795	7.305	1.507	11.009
意 5	0.597	4.603	2.109	9.711
下北	0.455	3.165	1.885	5.966
藤系138	0.546	3.916	1.671	6.547
花培142	0.537	3.476	1.488	5.178

注: 各项数值是由穗部性状平均值算得。

此公式的含义是用穗长去除此穗的一次枝梗数的和, 所得数值是单位穗长所含的一次枝梗数。一般枝梗密度强度较大的穗, 穗型较紧, 单位穗长内结粒较多。测验结果表明, 一次枝梗密度强度与单位穗长内结粒密度的相关系数为0.9876。但枝梗密度过大往往造成穗内部环境恶化, 降低结实率和子粒质量。如意3和下北穗长基本相同, 由于枝梗密度相差较大, 使意3每穗粒数比下北多110.66个, 秕粒率(22.05%)比下北的11.54%增加了许多。

## 2. 枝梗长度强度

子粒主要着生在穗的一、二次枝梗上, 所以计算出每穗枝梗的长度, 进而计算出单位穗长内所能产生的枝梗长度是非常必要的。枝梗长度强度就是用来表示单位穗长内所能产生结粒空间多少的一个参数。

$$I_2 = \frac{\Sigma L_{\text{一次}}}{L} + \frac{\Sigma L_{\text{二次}}}{L}$$

式中  $\frac{\Sigma L_{\text{一次}}}{L}$  表示单位穗长内所产生的一次枝梗的长度;  $\frac{\Sigma L_{\text{二次}}}{L}$  是单位穗长内所产生二次枝梗长度。通过对  $I_2$  的分析, 不仅可以看出  $I_2$  对穗结实数, 穗直径有影响, 也可以看出一、二次枝梗在结粒空间上各占组分的大小。

目前, 穗的直立性被认为是一个优良性状, 但它与穗长有矛盾, 穗长了易弯曲; 但穗太短时, 虽然直立性好, 可结实数太少或枝梗密度太大, 穗内环境严重恶化。有人提出用选择长穗半直立型来解决这一矛盾。我们研究中发现, 另一有效途径是在保持穗长中等的前提下, 适当加大枝梗密度强度, 选择穗轴粗壮、枝梗长度(特别是一次枝梗)较长的品种, 具有即保持穗的立性和不减少结粒空间, 又不至于恶化穗内环境之一举三得的作用。

## 六、结粒密度

结粒密度直接影响穗的生产性能和穗型。过去曾有人提出过结实密度的概念及其相应的参数<sup>[1]</sup>, 但我们认为其中有的较繁杂, 不太适用。随着研究问题的着眼点不同, 我们认为下面两个表达式简便易行:

$$1. \quad D_1 = \frac{\Sigma \text{粒数} / \text{穗}}{\Sigma L_{\text{一次}} / \text{穗} + \Sigma L_{\text{二次}} / \text{穗}} \quad 2. \quad D_2 = \frac{\Sigma \text{粒数} / \text{穗}}{L}$$

$D_1$  是单位枝梗长度内着生粒数;  $D_2$  是单位穗长内所含粒数。

粒密度只是一个说明单位长度内结粒数多少的量, 在某些情况下不能完全说明穗的紧密度。单独使用任何某个参数都很难对穗型作出准确评价。只有对穗型的各个参数作详细研究与综合分析, 才能对不同品种的不同穗型作出较全面正确的鉴别。表2表明, 这些穗型参数值能明显地体现品种间穗部性状的差异, 这就使对穗部性状的描述具有了精确而统一的特性。因此, 这些参数的建立, 将为株型育种和株型栽培提供有效工具。

## 参 考 文 献

- [1] 李继开: 水稻的株型参考数, 《农业科技》(辽宁)1981。
- [2] 杨守仁: 水稻理想株型育种向何处去, 《水稻理想株型座谈会论文集》, 沈阳农业大学稻作研究

室印, 1985.

〔3〕松岛省三: <水稻栽培新技术>, 1973, 吉林人民出版社.

## PARAMETER OF EAR TYPE OF RICE

Yin Fengyou

(*Department of Agronomy, Jilin University of Agriculture*)

### ABSTRACT

Quantitatively numerical descriptions on the characters of rice panicle using panicle type parameter were both accurate and comparable. Based on the characteristics of rice panicle structure, the study analyzed the characters relating to panicle types and proposed nine parametric formulae concerning panicle characters. Operations on data from experiments showed that apart from logical, simple and practical. These parametric formulae also have great theoretical significance and practical value in plant type breeding and cultivation of rice.

### 《黑龙江农业科学》1988年征订启事

本刊是黑龙江省农业科学院主办的中级综合性农业科技期刊。报道内容突出北方寒地的特点, 主要报道科研成果、丰产经验和新技术, 以及国内外科技动态和科技简讯。内容丰富, 是科研单位、农业院校、各级农业干部的良好益友。本刊为双月刊, 刊号14—61, 定价0.53元, 全国各地邮局均可办理订阅手续。欢迎您订阅!

### 《国外生物科技》(季刊)1988年征订启事

生物技术是当代三大前沿科学之一, 被誉为“今天的热门科学, 明天的技术, 后天的产业”。本刊自1985年创刊并在全国公开发行以来, 深受广大用户的好评, 三年来它已成为引进先进生物技术的桥梁, 传播生物学知识的纽带, 有力的促进了我国生物学科研究、教学及其应用技术的开发。主要栏目有: 基础理论、研究动向、应用技术、研究报告、文摘简介及国外生物技术书刊简介等。主要读者对象为从事农、林、医药、食品、卫生及生物科研部门的领导和研究技术人员、有关大专院校师生以及有关生物技术厂家的技术人员。本刊为16开横排本, 正文56面, 全国公开发行, 自办收订, 每期定价0.90元, 全年3.60元(含邮费), 可全年订阅或破季订阅。欢迎邮汇或信汇订阅。地址: 河南省郑州市花园路28号《国外生物科技》编辑部; 开户银行: 中国人民银行郑州支行花园路办事处; 帐号: 06088237—85。