

# 吉林省谷子高产栽培技术研究

董桂芳 孙彩霞

(吉林省农科院机械化耕作栽培研究所)

## 第一报：谷子个体生长发育观察\*

了解谷子个体生长发育和产量构成的关键时期，是研究高产栽培技术的依据。谷子个体生长发育观察，国内外都有一些报告，但在我省生态条件下，针对生产中有推广价值的品种进行观察研究，材料甚少。为此，1982~1983年我们分别在院内育种试验地（中上等肥力）和栽培试验地（高肥力）上对谷子个体生长发育做了观察。

### 一、材料与 方法

用吉林省主推品种公谷6号作供试材料，四月下旬播种。植株从三叶期起标记叶龄。三叶期至开花期，每2~3天定点调查10株叶片出现、定长和枯黄情况；拔节期至抽穗期，每2天选取植株长势一致、有标记叶片的6~7株记载生长状况，然后在双目解剖镜下剥除幼叶，观察幼穗分化进程；抽穗期至成熟期，每5天取有代表性的10个穗烘干称重，测籽粒灌浆速度；于抽穗、灌浆、成熟三期取有代表性的10株去根烘干，按器官分别测干重，了解光合产物的转移动态。

### 二、观察结果与讨论

#### 1、叶片消长规律

公谷6号植株一生有22~24片叶，开花始期最后一叶片定长。

1983年调查结果，3~10叶，叶片生长缓慢，叶面积较小，为1~28.3cm<sup>2</sup>，功能期也较短，为27~40天。11~15叶，叶片迅速增长，其面积为42.4~85.1cm<sup>2</sup>。功能期以11叶最长，达94天，12叶后功能期逐渐缩短。16叶~顶叶，各叶位叶片面积增减幅度不大，平均为88.7cm<sup>2</sup>。叶片功能期随叶位的上升而逐渐缩短，为73~53天。

通过1982~1983两年观察，公谷6号叶片消长趋势大体相同（表1），第3~10片叶的叶面积年间变化不大，其总叶面积1983年仅比1982年多5.1cm<sup>2</sup>。自第11叶起，植株对外界条件反应敏感，叶片年间变化较大。一是1983年比1982年多分化出2片叶，二是第11叶至顶叶的总叶面积，1983年比1982年多513.7cm<sup>2</sup>。其原因是1983年六、七月份的气温，比1982年分别低1.8℃、3.5℃，降水量分别多82mm、145.8mm（表2），加之1983年土壤肥力较高，有利于叶片分化，故叶片数多，叶面积较大。

\*参加此项工作的还有方向前同志。

表1 各叶位叶片消长趋势

叶位	1982年			1983年		
	出现~枯黄日期 (月、日)	功能期 (天)	定长面积 (cm <sup>2</sup> )	出现~枯黄日期 (月、日)	功能期 (天)	定长面积 (cm <sup>2</sup> )
3	5 22-6 23	31	1.4	5 23-6 22	29	1.0
4	5 24-6 27	33	2.7	5 27-6 24	28	2.3
5	5 28-6 29	31	5.1	5 30-6 29	30	4.6
6	5 30-7 5	35	8.0	6 2-6 29	27	8.4
7	6 5-7 17	42	11.0	6 6-7 9	33	13.7
8	6 7-7 25	48	15.7	6 10-7 16	36	17.0
9	6 9-8 3	54	20.5	6 15-7 22	37	20.9
10	6 12-8 5	53	26.7	6 17-7 27	40	28.3
11	6 14-9 20	96	36.9	6 18-9 22	94	42.4
12	6 17-9 20	93	46.9	6 22-9 22	90	54.5
13	6 19-9 20	91	53.0	6 27-9 22	85	65.4
14	6 21-9 20	89	56.0	6 29-9 22	83	75.8
15	6 27-9 20	83	55.1	7 1-9 22	81	85.1
16	6 29-9 20	81	54.4	7 4-9 22	78	87.5
17	7 1-9 20	79	54.2	7 9-9 22	73	88.1
18	7 5-9 20	75	52.5	7 11-9 22	71	86.2
19	7 7-9 20	73	52.8	7 13-9 22	69	87.2
20	7 11-9 20	69	50.5	7 16-9 22	66	91.2
21	7 15-9 20	65	54.2	7 20-9 22	62	94.5
22	7 17-9 20	63	49.9	7 22-9 22	60	95.8
23				7 25-9 22	57	93.1
24				7 27-9 22	53	83.3

表2 公谷6号叶片生长期气象条件 (单位: °C, 毫米)

年份	5月		6月		7月		5~7月份	
	平均气温	降水	平均气温	降水	平均气温	降水	平均气温	总降水量
1982年	15.2	28.8	21.8	15.4	25.7	47.8	20.9	92
1983年	16.4	75.3	20.0	97.4	22.2	193.6	19.5	366.3

由此可见, 公谷6号在我省生态条件下, 从11叶起即六月中下旬是增大或控制叶面积指数的关键时期。肥水不足的田块, 应在此时追肥灌水, 使之植株中、后期有较大的绿叶面积进行光合作用。反之要适当控制肥水, 防止叶面积过大, 造成后期田间通风透光不良, 以致倒伏影响产量。

## 2、穗分化与营养器官的关系

穗分化各期与营养器官的形成有一定的同伸关系(表3)。

从表3看: 公谷6号植株生长锥伸长是在出苗后45天左右即全展11片叶时开始的, 整个穗分化过程为35天。生长锥伸长前, 植株生长缓慢, 茎平均每日伸长0.43cm, 每3.9天

表 3 穗分化进程与外部形态的关系

分化阶段	各期开始日期 (月/日)	距出苗天 (天)	距抽穗天 (天)	外部形态						幼穗长 (cm)
				株高 (cm)	茎高 (cm)	可见叶 (片)	全展叶 (片)	次生根		
								根轮(层)	根数(条)	
I 生长锥伸长期	6/23	45	39	51.4	19.2	13.4	11.4	4.0	27.0	0.01
II 支梗分化期	7/1	54	31	85.1	33.5	16.2	13.8	5.0	39.2	0.07
III 小穗分化期	7/18	71	14	139.9	85.5	21.0	19.0	6.4	55.1	0.55
IV 小花分化期	7/24	77	8	159.7	110.5	22.7	20.8	6.1	48.5	5.82
V 雌雄蕊分化期	7/27	80	5	165.3	119.1	23.8	23.0	6.0	54.0	17.7

长出一片叶。此期绿叶面积不大，仅占总绿叶面积的11.3%。根少，故对肥水要求不多。进入生长锥伸长期以后，幼穗细胞开始强烈分化，同时营养器官也开始加速生长，叶面积的80%以上是在这期间形成的，茎平均每日伸长2.85cm，每3天长出一片叶。植株根数、根轮数都在这段达最高峰，此期间需大量的肥水供应才能满足营养生长与生殖生长并进对养分的需要。1983年穗分化期间气温低，雨水充足(表2)，土壤肥力高，延长了支梗分化和小穗分化的时间7~2天(表4)，这有利于形成小穗码数多、结实小花数多的产量结构。

表 4 公谷 6 号不同年份穗分化各期所需天数

年份	出苗期 (月/日)	穗分化各期始 (月/日)					抽穗期 (月/日)	穗分化各期所需天数					穗分化开始至抽穗所需天数
		I	II	III	IV	V		I	II	III	IV	V	
1982年	5/12	6/22	6/29	7/9	7/13	7/19	7/22	7	10	4	6	3	30
1983年	5/8	6/23	7/1	7/18	7/24	7/27	8/1	8	17	6	3	5	39

### 3、籽粒形成过程

公谷 6 号植株从开花至籽粒成熟约需51天，灌浆过程大致可分为三期(见图)：8月3日~8月12日(10天)为缓慢增长期，千粒平均每日增重30.5毫克，占籽粒总量的10.7%。8月13日~9月2日(21天)为灌浆高峰期，千粒平均每日增重103.1毫克，籽粒增重量占总量的76.2%。9月3日~9月22日(20天)为灌浆速度下降期，千粒平均每日增重18.5毫克，籽粒增重量占总量的13.0%。整个灌浆过程呈“S”曲线。

抽穗后测地上部各器官的干重得知，籽粒灌浆过程即籽粒增重过程的养料来源有二：一是营养器官贮存物质的转移；二是开花后叶片生产的光合产物。

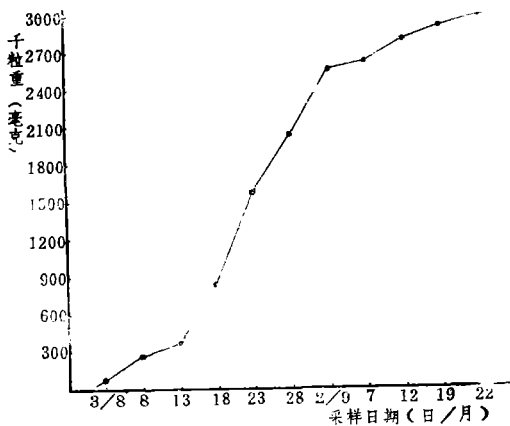


表 5 抽穗后地上部各器官重量的变化

器 官	烘 干 重 (克/株)			干物质移动量 (克/株)		
	抽穗期 ( 8 / 3 )	灌浆期 ( 8 / 23 )	成熟期 ( 9 / 22 )	抽穗—灌浆	灌浆—成熟	抽穗—成熟
穗	2.11	9.61	17.35	7.50	7.74	15.24
茎	7.28	9.64	9.59	2.36	-0.05	
叶	5.63	6.37	5.06	0.74	-1.31	
鞘	3.11	3.32	3.31	0.21	-0.01	
合计	18.13	28.94	35.31	10.81	6.37	

营养器官干物质移动总量

-1.37

从表 5 看到：从 8 月 23 日灌浆期起，营养器官的一部分贮存物质开始向穗部移动，移动量最大的是叶；为 1.31 克；其次是茎，为 0.05 克；鞘极小，为 0.01 克。总移动量是 1.37 克，仅占穗部总增重量的 9%，穗的干重 91% 是抽穗后叶片进行光合作用形成的。为此，防止植株封垄过早，保证一定数量的养分供应，是改善抽穗~成熟期的株间光照条件，维持足够的绿叶面积进行光合作用的必要条件，它有利于提高籽粒的灌浆速度，特别是灌浆高峰期的速度，这是不可忽视，极为重要的增产措施之一。

### 三、小 结

1、公谷 6 号植株从出苗到成熟总生育日数为 130~136 天。一生有 22~24 片叶，开花始期最后一叶定长，第 11 叶功能期最长，达 94~96 天。在我省生态条件下，六月中下旬是增大或控制叶面积指数的关键时期。

2、幼穗分化是在出苗后 45 天左右即全展 11 片叶时开始的，整个穗分化过程为 35 天。同一品种不同年份穗分化开始的时间大体相同，肥水条件好，气温低，可延长支梗分化和小穗分化的时间，利于形成大穗、多粒。

3、籽实产量 91% 取决于抽穗后叶片制造光合产物的多少。为此，改善抽穗~成熟期的株间光照条件，维持和延长一定数量的绿叶面积进行光合作用，是获得高产的关键。

## 第二报：氮肥的施用时期

谷子不同生育阶段对氮肥的需要量不同，摸清其施肥的最佳时期，是提高谷子单产的关键。为此，我们结合吉林省生态条件，对谷子施氮时期进行了研究。

### 一、材 料 与 方 法

试验设在院内栽培试验地和怀德县刘房子乡，供试土壤的基本肥力特性如表 1。

此外，还在榆树县新庄乡、大坡乡，永吉县五里河乡设副点，作为辅助试验。供试品种：公谷 6 号（院内、怀德、榆树）；211（永吉）。试验处理如表 2。

表 1

土壤的基本肥力特性

试验地点	土壤肥力	腐植质 %	全氮 %	全磷 %	全钾 %	碱解氮 ppm	速效磷 ppm	速效钾 ppm	pH值
院 内	高	3.0040	0.1645	0.1626	1.784	123.6	21.35	119.1	7.8
刘房子乡	中	2.0147	0.1081	0.0820	2.005	124.3	3.45	133.3	6.84

注：分析方法：全氮为凯氏法；全磷为碱溶—钼锑抗比色法；全钾为碱溶法；碱解氮为扩散法；速效磷为欧尔申法；速效钾为醋酸铵法；腐植质为重铬酸钾法；pH为电测法。

表 2 试 验 处 理

试验处理	硝酸施用时期及数量(斤)			重过磷酸钙 口肥用量 (斤)
	口肥	拔节肥	孕穗肥	
1(对照)	0	0	0	0
2	0	0	0	15
3	30	0	0	15
4	20	10	0	15
5	20	0	10	15
6	10	20	0	15
7	10	0	20	15

试验小区随机排列，3~4次重复，小区面积13~14平方米(行长5米，行距0.65~0.7米，4行区)。四月下旬播种，5~6叶期定苗，每亩保苗4万株。铲耨3次，九月中下旬收获，正点每处理采点面积为6平方米，副点每处理采点面积各地不一。

## 二、试验结果

### (一) 不同时期施氮肥对谷子生育的影响

#### 1、在谷子播种时施入氮肥，可促进苗壮。

表 3 口肥对谷子生长发育的影响 (单位：cm、片、克/株)

试验地点	处 理	5月28日 (苗期)			6月20日 (拔节期)			
		株 高	可见叶	叶 色	株 高	所见叶	根 数	地上部干重
院 内	P+N口30	9.3	6	深绿	50.6	11.8	19.8	1.05
	P+N口20	8.2	6	绿	40.1	11.9	23.4	0.83
	P+N口10	8.5	6	淡绿	42.7	11.1	18.1	0.65
	P	6.5	5.2	黄绿	31.5	10.8	13.3	0.49
刘 房 子	P+N口30	12.8	6.5	深绿	50.7	12.3	18.7	1.10
	P+N口20	11.6	6.5	绿	48.9	11.7	19.2	0.95
	P+N口10	12.7	6.6	淡绿	37.5	11.2	15.4	0.80
	P	8.6	5.7	黄绿	32.7	11.0	15.6	0.37

从表3调查结果看，用氮肥做口肥处理的植株，从苗期至拔节期长势始终优于没施氮肥处理的植株。表现叶色绿，可见叶、次生根数多，地上部干重大。并看出施氮量越大，植株生长速度越快，苗越壮。

#### 2、在谷子拔节期施入氮肥，可增大植株中部叶面积和植株节数。

在口肥量相同的基础上，6月20日追拔节肥，7月19日在中肥地上调查看到，氮能明显地增加植株中部14~19片叶的叶面积，比不施拔节肥的叶面积指数增加7.7~14.4%，而且拔节肥用氮量多，效果越明显，见表4。

**表 4 拔节肥对叶面积指数的影响**

处 理	14~19叶叶面积 (cm) <sup>2</sup>	叶面积指数
口20拔10	367.44	2.99
口20 (ck)	324.63	2.76
口10拔20	425.20	2.71
口10 (ck)	368.91	2.32

从收获调查结果看到，不同时期施氮肥对植株节间长短影响不大，但追施拔节肥与否及土壤肥力的高低对节数的多少却有明显的影响（表5）。

从表5看到，在同一肥力条件下，追拔节肥处理的节数较多的植株占的比例

**表 5 不同时期施氮肥对植株节数的影响** (9月24日调查)

土壤肥力	处 理	株 高 (cm)	不同节数植株占总株数的 %					
			12节	13节	14节	15节	16节	17节
高	无 肥	150.3				64.7	35.3	
	P+N口10拔20	153.8				38.9	50.0	11.1
	P+N口10孕20	153.6			13.0	43.7	43.3	
	P+N口20拔10	155.9			10.0	45.0	45.0	
	P+N口20孕10	157.3			10.6	36.8	52.6	
	P+N口30	156.7			11.8	47.1	41.1	
中	无 肥	121.9	36.8	47.4	10.5	5.3		
	P+N口10拔20	131.2		42.1	47.4	10.5		
	P+N口10孕20	134.0		30.0	50.0	20.0		
	P+N口20拔10	141.5			47.1	47.1		
	P+N口20孕10	133.9		41.2	41.2	11.8	5.8	
	P+N口30	135.7		17.7	58.8	23.5		

大。如高肥区：追拔节肥20斤的，具有15~16节的植株占88.9%，17节植株占11.1%。而追孕穗肥20斤的，具有15~16节的植株占87%，没有17节植株，14节植株却占13.0%。中肥区与上述情况相同，前期土壤肥力状况好（有口肥20斤的基础），再追拔节肥10斤处理的，具有15~16节的植株占52.9%，不追拔节肥而追孕穗肥10斤的，具有15~16节的植株只占17.6%，13~14节植株却占82.4%。

3、在谷子孕穗期施入氮肥，可增加每穗粒数。

在口肥量相同的基础上，于7月19日追孕穗肥，有增加每穗粒数的作用（表6）。

**表 6 孕穗肥对每穗粒数的影响**

处 理	每穗粒数 (个)	增加的 %
P+N口10拔20	2569	0
P+N口10孕20	3009	17.1
P+N口20拔10	2842	0
P+N口20孕10	3008	5.8

从表6看，追孕穗肥增粒的效果好于拔节肥，特别是孕穗期氮肥用量大的，增粒效果更显著。

(二) 不同时期施氮肥对谷子产量的影响 产量结果见表7~12。

从表7~12看出：谷子无论在那种生态条件下种植，施氮肥均有一定的增产效果。

同一肥力条件下，一定数量氮肥因施用时期及搭配比例不同，其增产幅度也不同。

表 7

氮肥不同施用期试验产量结果

处理	地点 产量 (斤/亩)	院 内 (高 肥)					刘房子 (中 肥)				
		I	II	III	平均	增减产 (%)	I	II	III	平均	增减产 (%)
1、无肥(对照)		365.1	379.4	306.4	350.3		331.7	355.0	423.4	370.0	
2、P+N0		414.3	444.5	425.4	428.1	22.2	286.7	485.0	378.4	383.4	3.6
6、P+N口10拔20		438.1	492.1	409.5	446.6	27.4	456.7	421.7	513.4	463.9	25.4
7、P+N口10孕20		578.0	503.2	592.1	556.1	58.8	453.4	546.7	600.0	533.4	44.2
4、P+N口20拔10		450.8	366.7	376.2	397.9	13.6	505.0	495.0	563.4	521.1	40.8
5、P+N口20孕10		388.9	487.3	508.0	461.4	31.7	461.7	510.0	466.7	479.5	29.6
3、P+N口30		430.2	511.1	525.4	488.9	39.6	376.7	471.7	501.7	450.0	21.6

表 8 变 异 分 析

试 验 地 点	变 异 原 因	自 由 度	变 量	F	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>
院 内	处 理 间	6	12993.1	5.60**	3.00	4.82
	重 复 间	2	568.6		3.88	6.93
	机 误	12	2319.5			
刘房子乡	处 理 间	6	15328.16	6.80**	3.00	4.82
	重 复 间	2	12564.95	5.57*	3.88	6.93
	机 误	12	2255.56			

表 9 产 量 差 异

试验地点	处 理	平均产量	差 异						
院 内	P+N口10孕20	556.1							
	P+N口30	488.9	67.2						
	P+N口20孕10	461.4	94.7*	27.5					
	P+N口10拔20	446.6	109.5*	42.3	14.8				
	P+N0(ck)	428.1	128.0**	60.8*	33.3	18.5			
	P+N口20拔10	397.9	158.2**	91.0	63.5	48.7	30.2		
	无 肥	350.3	205.8	138.6**	111.1*	96.3*	70.8	47.6	
	LSD	0.05	85.7						
	0.01	120.1							
刘房子乡	P+N口10孕20	533.4							
	P+N口20拔10	521.1	21.3						
	P+N口20孕10	479.5	53.9	41.6					
	P+N口10拔20	463.9	69.5	57.2	15.6				
	P+N口30	450.0	83.4	71.1**	29.5	13.9			
	P+N0(ck)	383.4	150.0**	137.7	96.1*	80.5	66.6		
	无 肥	370.0	163.4**	151.1**	109.5*	93.9*	80.0	13.4	
	LSD	0.05	84.5						
	0.01	118.5							

注: L.S.D<sub>0.05</sub>为产量显著所需最小差数, L.S.D<sub>0.01</sub>为产量极显著所需最小差数。

表10 氮肥不同施用期试验产量结果

处理	地点 产量(斤/亩)	榆树县新庄乡		榆树县大坡乡		永吉县五里河乡	
		产量	增产(%)	产量	增产(%)	产量	增产(%)
无肥		234.2		255.4		372.2	
P+N口10拔20		542.7	131.7	364.9	42.9	674.6	81.2
P+N口10孕20		491.1	109.7	381.4	49.3	668.7	79.7
P+N口20拔10		461.8	97.2	308.5	20.8	593.7	59.5
P+N口20孕10		497.6	112.5	388.0	51.9	598.1	60.7
P+N口30		431.0	84.0	345.0	35.1	565.4	51.9

表11 氮肥不同施用期试验结果变异分析

地点	变异原因	自由度	变 量	F	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>
永吉县五里河乡	处理间	5	26.45	14.65**	3.33	5.64
	重复间	2	0.3	0.17	4.10	7.56
	机 误	10	1.81			

表12 产 量 差 异 (地点: 永吉县五里河乡)

处理	项目 小区平均产量(斤)	差 异				
P+N口10拔20	18.2					
P+N口10孕20	18.1	0.1				
P+N口20孕10	16.2	2	1.9			
P+N口20拔10	16	2.2	2.1	0.2		
P+N口30	15.3	2.9*	2.8*	0.9	0.7	
无 肥	10.1	8.1**	8.0**	6.1**	5.9**	5.2**
L.S.D	0.05	2.45				
	0.01	3.48				

1、薄地：施氮量以前重处理增产幅度大。如榆树县新庄乡：口<sub>10</sub>拔<sub>20</sub>、口<sub>20</sub>孕<sub>10</sub>处理比无肥区增产131.7~112.5%。大坡乡：口<sub>20</sub>孕<sub>10</sub>处理比无肥区增产51.9%，其次是口<sub>10</sub>孕<sub>20</sub>处理比无肥区增产49.3%，这里要说明一点的是该试验地属沙性土壤，保肥性能差，故口<sub>10</sub>孕<sub>20</sub>处理的效果略好于口<sub>10</sub>拔<sub>20</sub>的处理效果。

2、中等肥力地：氮肥分施的效果好于集中施的效果，不同搭配比例产量之间差异不显著。如怀德县刘房子乡、永吉县五里河乡，氮肥分施四个处理（口<sub>10</sub>拔<sub>20</sub>、口<sub>10</sub>孕<sub>20</sub>、口<sub>20</sub>拔<sub>10</sub>、口<sub>20</sub>孕<sub>10</sub>）之间产量差异均没达到显著水准。

3、高肥地：施肥量以前轻后重增产效果好，在生育期间降雨多，易倒伏地区不能施拔节肥。如院内：口<sub>10</sub>孕<sub>20</sub>处理比无肥区增产58.8%；口<sub>20</sub>拔<sub>10</sub>处理因倒伏严重，其增产效果不显著。

### 三、小结与讨论

1、氮素化肥不同施用期对谷子生长发育起着不同的作用。作口肥施用，能促进幼苗生长，增加植株茎节数；作拔节肥施用，可提高叶面积指数和增加茎节数；作孕穗肥施用，能增加每穗粒数。

2、谷子不同生育阶段施用氮肥的原则是，口肥：无论土壤肥力高低都要施，其量多少有别。因为谷粒小，其胚乳里的养分仅能维持幼苗长出二片半至三片叶，自三叶起谷苗幼根开始从土壤里吸收养分，此时我省土壤温度较低，微生物活动甚弱，土中的有机养料难以被分解利用，为此必须施一定量速效氮肥作口肥，才能满足幼苗健壮生长的需要。高肥力地，氮量可小些。中低肥力地，氮量可大些。拔节肥：主要取决谷苗的强弱和此期间降雨量的多少。苗壮色正可不施或少施拔节肥，否则应多施拔节肥，使植株长得够高，有一定数量的绿叶面积进行光合作用。常年五月中旬至六月底降雨较少的地区，因干旱施拔节肥难以发挥作用，可将拔节肥的一部分播种时作口肥施入，另一部分作孕穗肥。追孕穗肥能改善小穗分化期的营养状况，减少小穗原基转为刚毛的数量，明显地增加每穗粒数。加之七月份我省已开始进入雨季，施入氮肥后可马上被植株吸收利用，氮肥损失率低。

3、在农村现有施氮水平不高的情况下，一定数量的氮素化肥最好分二次施入。在薄地、干旱、冷凉地区，影响产量的主要原因是植株前期长不起来，光合面积太小和易于早衰，此类地块应重施口肥和孕穗肥；在中等肥力地，可将一半氮素化肥作口肥，另一半根据谷苗长势、生育期间降雨情况及土壤保肥性能的好坏，酌情追拔节肥或孕穗肥；在肥地、湿润、温暖地区，影响产量的主要原因是植株前期营养体生长过旺，中层叶面积大，后期田间通风透光不良，使之倒伏影响产量的提高。这类田块可适当施口肥，不追拔节肥，重施孕穗肥。

### 参 考 文 献

- 〔1〕郑广华：1982，植物栽培生理。
- 〔2〕古世禄：1981，谷子（粟）产量形成及其生理基础。
- 〔3〕丁则环：1982，谷子穗分化进程及与营养器官形成的关系。内蒙古农业科技，1。