

# 玉米叶片生长及其对产量形成的作用

李维岳 田海云 尹枝瑞

(吉林省农业科学院玉米研究所)

叶片是玉米的主要同化器官,叶片的同化能力与叶片的部位、大小有密切关系。对叶片的生长及其与产量之间的关系了解得愈清楚,栽培技术措施的制定就能愈合理。为此,我们于1977~1981年结合施肥、密度及品种试验,对玉米叶片做了一些调查研究。

## 试验基本情况

试验是在吉林省中部地区公主岭(北纬 $43^{\circ}31'$ ,东经 $124^{\circ}48'$ )的高(速效磷含量为 $139.053\text{ppm}$ ,吉尔萨诺夫法测定,下同)、中(速效磷含量为 $74.632\text{ppm}$ )、低(速效磷含量 $10.529\text{ppm}$ )三种肥力的黑土上进行的。供试材料为吉单101,总叶片为20,属中晚熟种。小区长10米,6~10行区。调查株数为10~20株。叶片面积计算方法为全展叶的叶长 $\times$ 叶宽(最大宽度) $\times 0.75$ 。去叶试验是在大面积生产田中进行的,去叶时期为抽丝后(8月1日左右)。处理有:去上层叶(16叶以上)、去中层叶(穗位叶及穗上、穗下各1叶)、去下层叶(12叶以下)和对照(不去叶)。单株处理重复10~15株。1977年有一个重复为留上层叶、留中层叶和留下层叶,1979年在两个密度上做了处理。施肥处理,种肥施用量为每亩17斤过磷酸钙和17斤硝酸铵,追肥为每亩34斤硝酸铵。

## 试验结果

### 一、叶片数目及其变化

一株玉米能分化出多少叶片是由遗传型决定的,在我们试验条件下不受肥力和密度影响。能生长出的总叶数也是比较稳定的,它是一个品种的主要生物学特性之一,一般可用它来作为评定其生育期长短的指标。如吉单101为20~21片,吉单102为19~20片,吉双83为18~19片。但叶片出现数目受外界条件的影响在一定范围内变化。

#### 1、受肥力条件的影响

在高肥地上,叶片出现的数目有增加趋势,在低肥力地上则有减少的趋势。高肥地上的总叶片数比低肥地多1片左右,有的年份最多可相差2.4片。

#### 2、施肥能增加叶片数

施用肥料有促进玉米叶片数增加的趋势。土壤肥力不同,施肥方法不同,其效果也不一样。在高肥和中肥地上施用肥料,叶片数增加不明显,在低肥地上可增加1片左右。施用氮磷肥做种肥的吉单101品种,21片叶植株的比率明显增加。

### 3、干旱能使叶片数目减少

1979年，低肥区6~7月份降雨少，与高肥区相比，叶片数的差距从1978年的20.8—19.9片扩大为21.1—19.2片。

### 4、晚播叶片数减少

在晚播条件下，由于日照和温度的影响，玉米单株叶片数明显减少。从1978、1980和1981三年在高肥地上观察，5月25日以后播种的比正常（4月25日）播的单株叶片数减少1.0—1.5片。

解剖观察，叶片数减少是植株顶端的叶子少了。在低肥区经常看到，在雄穗轴基部着生一片主脉不明显（退化）带有长刺毛的“长舌”状物，此为分化出的叶片在生长过程中退化了。退化时间一般在6月中旬到7月中旬。

## 二、叶片的生长

### 1、叶片的分化

在发育饱满的籽实中已形成4~5片叶，其余叶片是在满足了所需温度、水分、光照、营养等条件逐渐分化、形成的。叶片的分化与见展叶、雌雄穗分化的关系如表1。在

表1 吉单101叶片分化与见展叶的关系

可见叶	全展叶	分化叶片数	穗分化阶段	
2—3	1	6—7	雌穗生长锥形成(I)	
4	2	8—9		
5—6	3	10—12		
7	4	13—14		
8	5	15—17		
9—10	6	18—19		
11—12	7	20—21		
13	8	21		雌穗生长锥形成(II)
14	9			
15—16	10			
17	11			
18	12			
19	13			
20	14~16	雌穗小花分化末期(IV <sub>3</sub> )		
20~21	17~20	雌穗性成熟(V <sub>1-3</sub> )		
21	21			

4月25日播种，5月13日出苗的玉米地里，到6月20日左右叶片可全部分化完，历时38天，待叶片全部展开，则需到7月20日，历时68天。在叶片分化出15~17片，即可见叶8片、全展叶5片时，雄穗生长锥已经形成；在叶片全部分化完，即可见叶13片，全展叶8片时，雌穗生长锥开始形成；在叶片全部展开时，雌穗正值性成熟阶段。

### 2、叶片的生长和衰亡

对叶片的生长是从两方面调查的：一是某叶片从可见（叶尖刚露出）到全展所需日数，可以概括说明这片叶生长时间的长短；一是某片叶从全展到下片叶全展的间隔日数，可以看出全部叶片生长的差异。

一个叶片从可见到全展所需要的天数与本叶片面积大小有关（表2），基本上以11叶为中线，呈常态分布，即叶面积大所需日数多。用某叶片从可见到全展日数去除叶面积，可得出该叶平均每日的生长量—即该叶片生长速度（厘米<sup>2</sup>/日）。这样，我们可以看出，从第5片叶到第11片叶生长速度呈直线增长，第5叶为7厘米<sup>2</sup>，6叶11厘米<sup>2</sup>，7叶18厘米<sup>2</sup>，8叶26厘米<sup>2</sup>，9叶30厘米<sup>2</sup>，10叶35厘米<sup>2</sup>。从12叶到19叶这8片叶平均每天生长10厘米<sup>2</sup>左右，呈平稳状态。20~21叶下降为35厘米<sup>2</sup>左右。叶片生长速度除与温度高低有关外，植株的不同发育阶段也是有影响的。吉单101品种11叶全展期为雌

表2 叶片从可见到全展所需要的日数 (1980~1981年, 高肥区)

叶片数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
日数	4.0	7.5	8.8	10.6	10.5	11.2	11.3	12.3	14.2	16.1	17.0
叶面积 (cm <sup>2</sup> )	5.0	11.2	23.7	41.5	75.5	127.0	204.9	317.3	421.1	558.8	664.7
叶片数	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
日数	19.0	20.2	21.4	21.0	20.2	16.7	16.3	15.0	11.8	7.5	
叶面积 (cm <sup>2</sup> )	757.8	825.4	829.5	810.9	775.6	738.0	659.7	572.3	419.7	261.5	

穗小穗分化中期, 时间在7月5日左右, 在这之前, 是以营养生长为主的, 此后一直到21叶全展, 为营养生长和生殖生长并行期, 叶片生长出现一个平稳阶段。

玉米叶片的生长在同一气候条件下受土壤肥力影响很大。在同一日期高肥地上的全展叶片数比低肥地上的多(两块地上的出苗期相同)。第5片叶全展后, 肥力间的差异逐渐加大。施肥能促进叶片的生长, 尤其是用氮磷肥做种肥的较为明显。三年试验结果, 施氮磷种肥的, 到6月中旬以后全展叶数差异逐渐加大, 到7月中旬左右可相差1.5片, 抽丝提早4~5天。

表3 土壤肥力对玉米叶片生育速度的影响 (1978—1980年)

调查日期(月.日)		5.30	6.3	6.8	6.13	6.19	6.24	6.29	7.4	7.11	7.17
全展叶数											
高肥		2.6	3.7	4.7	5.8	7.2	8.6	10.0	11.8	14.4	18.4
低肥		2.2	3.1	4.0	5.0	6.0	7.4	8.5	9.7	11.0	13.2
相差	全展叶数	-0.4	-0.6	-0.7	-0.8	-1.2	-1.2	-1.5	-2.1	-3.4	-5.2
	日数	-2	-3	-4	-4	-7	-7	-8	-9	-12	-14

密度对叶片的生长也有一定的影响。密度大的叶片生长慢。7月中旬前后, 高肥区每百3000株的全展叶数比1333株的多0.5—1.0片, 最多可相差1.5片。在低肥区影响不大。

叶片衰亡过程与土壤肥力有关。拔节期前后, 贴近地面的叶片开始枯黄, 如高肥区拔节期第1片叶枯黄, 抽雄期5~6叶、授粉期7~9叶枯黄, 灌浆中后期10~12叶枯黄; 低肥区拔节期有2~3叶枯黄, 抽雄期7~8叶枯黄。施肥能延长叶片寿命。如低肥区8月8日调查的枯叶数, 氮磷种肥区为7.1片, 无肥区9.8片; 8月27日氮磷种肥区为9.2片, 无肥区10.1片。密度不同叶片衰亡期也有差异, 如高肥区抽丝后30天的枯叶数为: 每百2333株的为8.3片, 3000株的为9.0片, 3666株的为9.2片, 4333株的为10.1片。13—19叶是功能期最长的叶片, 往往由于霜冻而死。

### 3、叶片定长及其与叶数的关系

以叶片长度固定70%以上(从叶尖端向基部量)做为基本定长计算, 初步看到7~9叶全展时, 9—12叶基本定长, 相隔2—3叶; 10—11叶全展时, 13~15叶基本定长, 相隔3—4叶; 12~13叶全展时, 16~18叶基本定长, 相隔4—5叶; 14叶全展时, 所有叶

表4 各叶片定长与叶数的关系

植株外部叶片数		各叶片定长百分率 %													
可见叶	全展叶	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
12	7	85.1	62.7	49.8	29.7	15.8	9.4	4.7							
13	8		87.6	70.8	52.3	33.2	21.1	6.6	2.6						
15	9			89.3	73.9	59.8	46.1	33.4	23.4	—	—				
17	10				87.9	77.4	67.8	54.8	44.8	36.0	21.5				
18	11						86.0	77.9	67.7	54.4	38.8	23.0	16.1		
18	12							89.7	76.3	65.8	56.5	44.2	36.1	14.1	
19	13								89.2	83.3	72.0	65.5	50.2	—	
20	14									96.0	91.0	82.0	77.0	73.0	

片全部定长，见表4。此时，高肥区为7月8日左右，中肥区为7月13日左右，低肥区为7月20日左右。

### 三、叶片与雌穗分化

玉米雌穗发育的各阶段与外部叶片数有一定的对应关系，我们的观察结果与已报导的资料基本一致。吉单101品种在可见叶为13全展叶为9时，雌穗生长点开始伸长（Ⅱ）；可见叶15全展叶为10时，小穗分化开始（Ⅲ）；可见叶19全展叶13时，小花分化开始（Ⅳ）。雌穗生长点开始伸长时的叶龄指数为45%，中熟种吉双83 7叶全展时雌穗生长点伸长，叶龄指数为40%。为了弄清楚叶数与雌穗发育的这种对应关系是否受土壤肥力的影响，在1978年观察了高、低两种肥力地上的雌穗发育情况。低肥力区在7月18日可见叶为18全展叶13时，雌穗处于小穗分化（Ⅲ。）末期，这与高肥力区7月1日的可见叶19全展叶12的阶段相同，说明肥力的影响不大。但是，可见叶数与全展叶数之间的关系在不同肥力条件下可能不完全一致，把可见叶与全展叶结合起来推断雌穗分化可能更准确一些。

### 四、叶片对产量形成的作用

玉米籽实产量主要来自于灌浆期间的 光合产物。抽穗后绿色叶面积大小及保持时间的长短对产量影响很大。

#### 1、叶面积对产量的关系

分析叶面积和产量的关系时，应考虑单株叶面积和叶面积指数这两个因素。四年试验

表5 叶面积和产量的关系

(1978~1981年)

产量水平 (市斤/亩)	单株叶面积 (cm <sup>2</sup> )	叶面积指数
1100—1200	8500—9500	3.5—4.5
900—1000	7000—8500	3.0—3.5
600—800	6000—7000	2.5—3.0
300—500	4000—6000	2.0—2.5

结果表明：产量水平随着单株叶面积和叶面积指数的增加而提高；不同产量水平和单株叶面积、叶面积指数是衡量群体结构是否合理的重要指标之一，它主要取决于单株叶面积和种植密度两个因素。在合理密度范围内通过提高单株叶面积达到相应的叶面积指数，从而提高产量水平是制定栽培技术措施的基本出发点。

## 2、不同层次叶片对产量形成的作用

通过去叶试验看到，在抽丝后上层叶片对产量形成作用最大（表6）。去上层叶的产量为对照的60%左右，去中层和去下层叶的为对照的85%左右。种植密度大的，上层叶片

表6 去叶对产量的影响

处 理	3000株/亩		4333株/亩		穗 长 (cm)	每穗行数	每行粒数	百粒重 (克)
	市斤/亩	%	市斤/亩	%				
去 上 层 叶	729.6	57.4	455.8	32.9	9.6	14.8	19.8	30.3
去 中 层 叶	1082.2	85.1	1100.7	79.5	15.3	17.0	30.9	30.5
去 下 层 叶	1108.9	87.2	1198.6	86.6	16.0	17.8	34.0	31.0
对 照	1271.7	100.0	1384.0	100.0	17.0	16.8	39.5	32.3

对产量的作用则更大些。1977年不同层次留叶处理也证实了这一点。上层叶片能生产全部产量的80%，中层叶50%左右，下层叶40%左右。去叶对穗部性状的影响主要是每行粒数减小，对行数和百粒重影响较小。

由于各层叶片的面积不同，需要进一步分析在面积相同条件下对产量的作用。计算方法是以每层的叶面积（以100平方厘米为单位）除以去叶后的减产数量（以克为单位）。三年平均结果为：上层叶每100平方厘米生产2.94克籽实，中层叶为1.25克。

对不同产量水平的玉米植株上、中、下三层叶面积比率的分析，也可看出上层叶对产量形成的作用较大。即在同一年份，上层叶片面积占全株叶面积百分比大的其产量也高。如1979年亩产400、300、1000、1200斤水平的玉米，其上层叶面积百分比分别为：27.9、30.2、35.2、39.9。

上层叶片对产量形成作用较大的原因主要是受光条件好，光合效率高。1980年对中上层各片的光合强度做了测定，从8月19日到9月16日测定了5次，其结果列于表7。到9月4日（籽粒干物质积累已达70%以上），16~18叶的光合强度明显高于13~15叶；到9月16日，16叶的光合强度仍是最高的；17叶与13—15叶相差无几。

表7 中上层各叶片光合强度 (mg/dm<sup>2</sup>·小时)

测定时期	13	14	15	16	17	18	19	20
8月19日	7.567	—	10.783	20.316	15.200	15.883	11.433	26.400
9月4日	6.167	13.016	10.567	12.916	10.016	26.516	4.670	5.700
9月16日	9.398	4.904	8.250	17.635	7.038	2.654	1.000	

## 五、施肥对叶片的作用

### 1、施肥能增加叶面积

玉米施用肥料能增加叶面积。三年试验结果表明：（1）在中肥力区用氮磷做种肥，单株叶面积增加16.81%，拔节期追施氮肥增加7.6%；在低肥力区施用氮磷种肥的增加31.52%，拔节期施氮的增加11.98%。（2）用氮磷做种肥主要增加了上层叶面积。在中肥力区，上层增加27.82%，中层增加10.49%，下层增加11.07%。在低肥力区，上层增加47.42%，中层增加21.09%，下层增加24.20%。

## 2、施肥能增加叶绿素含量

1979年玉米抽丝期和乳熟期测定了叶干重和叶绿素含量(表8)。种肥对增加叶干重和叶绿素含量有明显效果,低肥区效果更大,而乳熟期大于抽丝期这一效果,对提高产量是很有意义的。

表8 氮磷种肥对叶片干重和叶绿素含量的影响

处理	项目	抽 丝 期		乳 熟 期	
		叶 干 重 (mg/100cm <sup>2</sup> )	叶 绿 素 含 量 (mg/100cm <sup>2</sup> )	叶 干 重 (mg/100cm <sup>2</sup> )	叶 绿 素 含 量 (mg/100cm <sup>2</sup> )
中 肥	NP种肥	408	6.154	540	6.122
	CK	408	5.848	504	5.268
低 肥	NP种肥	468	6.529	564	6.064
	CK	432	5.020	492	4.156

## 讨 论

据 Tollenaar (1978年) 和 Junichi Yamaguchi (1974年) 的研究,认为“库”的大小是栽培于低纬度玉米产量的限制因素,在高纬度地区,“源”成为限制因素。“源”包括绿叶面积及其保持时间两个方面,增加单株叶面积或在开花后延长绿色叶面积时间可以提高籽实产量。本地区玉米的产量(在合理密度条件下)和叶面指数(在一定范围内)是呈正相关的。大体是,亩产900—1000斤的为3.0—3.5,亩产600—800斤的为2.5—3.0,亩产400—500斤的在2.0—2.5。绿叶面积稳定时间的长短与产量关系也很密切。亩产千斤的抽丝后叶面积指数稳定在3.0以上的尚间需要有35天左右。

各层次叶片对产量形成的作用,从已发表的研究报告来看,结果并不一致。许光大等(1963年)、鲍巨松(1980年)在山东、陕西试验,中层叶片对产量作用较大。姚南瑜等(1980年)在辽宁试验,认为上层叶片对产量作用大。这可能是层次划分、品种生态的差别,以及未能按单位面积来计算的原因。Hoyt 和 Bradfield (1962年)报告谈到,从籽粒生长开始到成熟期间,每平方米叶面积所生产的干物质数量,上层与中层的比值大致为2:1。我们的试验结果和他们基本一致。在做去叶试验时,还应注意去掉的叶面积是否超出为保证结实器官正常发育所必需的绿叶面积最低值这一问题。

如何使叶片生长速度快一些,尤其是中、上层叶,使它们能在较短的时间内形成一个较大的营养体,这个时间大约是七月上、中旬,正是我省中部地区水热同步时期。在土壤肥力较高的地块上,玉米叶片分化生长快,抽丝早,成熟早,产量高。提高地力是玉米增产的基本途径,而提高地力需要花费较多时间、劳动或投资,是一项比较长期的农田基本建设工作。当前中、下等肥力土地较多,施用种肥也能起到促进叶片生长、早抽丝、早成熟的作用。

种肥能增加单株叶面积,这在 Eik和Hamway (1965年)的报告中做过叙述。我们的研究结果看出,种肥对增加玉米上层叶面积的作用显著,这一点在北方玉米早熟栽培技术中是值得重视的。追肥对增加叶面积效果较小且不稳定,一个是由于六月份降水少,一个是到6月中、下旬,大部分叶片已定长。做追肥施用的这一部分肥料做攻穗肥可在6月

上旬施用，攻粒肥可在月中追施。

### 参 考 文 献

- (1) 丁希泉：玉米叶片生长及其在产量形成中的作用。吉林农业科学 1979, 2 期
- (2) 许尤大方：玉米开花后干物质的积累与分配，中国植物生理学会第一周年会论文集（摘要），1963年。
- (3) 鲍巨谈：玉米不同叶层叶片对籽粒产量的影响及其生理特性（铅印本），1980年。
- (4) 魏南瑜等：不同叶位叶对玉米结实的影响，辽宁师院学报，1980年2期
- (5) M. Thenaar and T. B. Daynard: Leaf Senescence in Short—Season maize hybrids. Can. J. Plant Sci. 58: 869—874 (1978)。
- (6) International Potash Institute: Mineral Nutrition of maize P. 157—192, 287—315, (1974)。
- (7) В. П. Терасенков: ЧИСЛО Листьев—Надежный Показатель Кукуруза, 1962, 11。

## 《吉林农业科学》征稿简则

一、《吉林农业科学》是吉林省农业科学院主办的报道我省农业科研成果的综合性学术性农业科技刊物，主要刊登我省农业科研单位、农业院校的研究报告、学术论文、科研工作总结、文献综述述评等，欢迎我省农业科技人员踊跃投稿。

二、来稿要用原稿纸书写清楚，文字通顺，数据准确，篇幅应力求简短。请勿一稿两投。

三、作者署名和所属单位要写在题目之下。本刊附有英文目录，请将文章题目译成英文写在稿件后。

四、文中图表、照片要少而精。附图要用绘图纸和黑墨水精绘，图中文字请用铅笔写，以便改站印刷体字。照片必须黑白清晰。

五、稿中外文字母、符号等一律按印刷体书写，要分清大、小写，正、斜体。上下角的字母或符号，其位置高低要写正确。年、月、日及数据，请用阿拉伯数字。

六、参考文献要引用主要的，并按下列顺序书写：“杂志”按作者、年份、题目、期刊名、卷期、页次；“书籍”按作者、年份、书名、页次、出版社。

七、来稿请寄“吉林省农业科学院《吉林农业科学》编委会”收。有时间性的稿件，必须提前一个季度寄到。

八、本刊对来稿有权作文字删改，不愿接受删改的请注明。稿件利用后按规定付稿酬，不赠送抽印本。有需要抽印本的作者，请直接与印刷厂联系，印刷费自负。