

# 玉米叶片衰老田间因素的分析 及其与产量的关系

罗瑶年 张建华

(山东省农业科学院玉米研究所, 济南 250100)

## Investigation on Field Factors of Leaf Senescence and Their Relation to Yield in Maize

Luo Yaonian Zhang Jianhua

(Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100)

**Abstract:** The experiment was conducted in the east suburb of Jinan from 1993 to 1994. The result showed that the treatment of Yedan No.12+5000 plants/mu+75kg/mu fertilizer+fertilizing at elongation stage had the highest grain yield. The senescence of leaves from plant base up to Leaf 10 was little related to variety maturity. But the senescence of the leaves above Leaf 10 was positively related to variety maturity. The increase in plant density (from 4000~6000 plants mu) caused earlier senescence of Leaf 1~10, no significant influence on Leaf 11~15, but retarded the senescence of Leaf 16~20 of a plant. The analysis on sugar content in a leaf tissue showed that from the leaf unfold to maturity, the concentration of sugar in Leaf 5 kept almost unchanged, Leaf 10 had its highest sugar level in the middle of the duration and no less at maturity than at the leaf unfold Leaf 14, Leaf 18 had their highest levels at maturity. But the influence of population density on sugar content of the leaves corresponded well with its influence on leaf senescences.

**Key words:** Summer corn; Yield; Leaf senescence.

**摘要** 本试验研究了品种、密度、追肥量和追肥期对夏玉米子粒产量和叶片衰老的影响。研究发现,在本试验条件下,品种对产量的影响最大,其次是密度。追肥期和追肥量对子粒产量无明显影响。以处理组合掖单12号+密度5000株/亩+每亩追肥量75公斤+拔节期追肥产量最高。进一步分析品种间和密度间植株叶片衰老的差异发现,玉米1~5和6~10叶组叶片的衰老与品种的生育期长短无明显关系,但是11叶以上叶组叶片的衰老与品种的生育期长短是一致的,即早熟品种叶片衰老早,晚熟品种衰老晚。试验密度条件下(4000~6000株/亩),较高密度主要使1~5和6~10叶组叶片的衰老提早,对11~15叶组的衰老无十分明显的影响,但使16~20叶组衰老变晚。

对玉米植株第5、第10、第14和第18叶叶片组织生育期内可溶性糖含量的分析发现,从叶片展开至衰老后期,第5叶的含糖量基本上没有变化,第10叶组织中的含糖量中期较高,但叶片衰老后期与展开时相比没有降低。第14叶和第18叶的含糖量在衰老后期则明显升高。从密度的影响看,第5叶和第10叶的可溶性糖含量随群体密度的增加而降低。第14叶受密度影响的变化趋势不明显,而第18叶可溶性糖含量随密度的增加有所增高。这一变化趋势与密度对叶片衰老的影响基本是一致的。

**关键词** 夏玉米 产量 叶片衰老

收稿日期 1995-03-14

叶片是植物最重要的光合作用器官。玉米叶片的衰老影响着群体对光的截获和叶片的光合速率,从而影响着玉米生产潜力的发挥。以往对玉米叶片衰老的生理生化研究大多采用离体叶片为材料<sup>[1]</sup>,所以难以分析叶片衰老与玉米生长发育的关系问题。但也有大田试验证实玉米品种和矿质元素对叶片寿命有明显的影响<sup>[3]</sup>。本研究以大田玉米为材料,其主要目的是研究不同田间因素对玉米叶片衰老和籽粒产量的影响,以期作为大田管理的理论依据。

## 1 材料和方法

该试验分两年进行。1993年以掖单4号为试验材料,测定了不同叶片生育期内可溶性糖含量的变化。6月22日播种,种植分4个密度3500、4500、5500、6500株/亩,行距0.67m,小区面积为32m<sup>2</sup>。每7天取样一次。取植株的第5、第10、第14和第18叶分别测定可溶性糖含量。样品先在烘干箱105℃下烘2小时,然后使温度降至80℃,再继续烘干48小时,粉碎备用。以费林试剂滴定法测定可溶性糖含量<sup>[2]</sup>。

1994年以掖单4号、掖单12号和掖单13号为试验材料,研究了品种、密度、追肥量和追肥期对玉米叶片衰老和籽粒产量的影响。见因素水平表(表1)。本试验为四因素三水平试验,以正交表L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)设计试验,设二次重复。小区面积为32m<sup>2</sup>,收获中间4行统计产量。6月14日播种。玉米拔节期前后雨量偏多,土壤持水量达到饱和,并出现2~4天的地面积水(播种后10~20天间降雨量为205mm,20~30天间降雨量为189mm),玉米植株有不同程度的涝害表现。播种前土壤速效N、P、K含量分别为96.8、42.5和368.6mg/kg;收获后土壤速效N、P、K含量分别在60、34和310mg/kg以上。

每一处理标记10株,定期观察植株叶片的衰老进程。将单一叶片的衰老过程分为四级,当叶片枯黄部分占叶片总面积的1/4以

下时定为一級;1/4~1/2为二级;1/2~3/4为三级;叶片全部枯黄为四级。于抽丝期每一处理取6株测量最大叶面积。

表1 因素水平

| 水 平 | 因 素   |      |      |       |
|-----|-------|------|------|-------|
|     | 品 种   | 追肥量* | 密 度  | 追肥期   |
| 1   | 掖单4号  | 25   | 4000 | 拔节期   |
| 2   | 掖单13号 | 50   | 5000 | 大喇叭口期 |
| 3   | 掖单12号 | 75   | 6000 | 抽雄期   |

\* 复合肥(N:P:K=20:10:10)。

## 2 试验结果

### 2.1 不同栽培措施对籽粒产量的影响

试验结果表明,在试验的4个因素中,品种对籽粒产量的影响最大,其次是密度,但追肥期和追肥量对籽粒产量无显著影响。以处理组合掖单12号+每亩追肥量75公斤+密度5000株/亩+拔节期追肥为产量最高(见表2)。从追肥量的三个水平的比较可以看出,该试验条件下追肥量对籽粒产量无显著性影响,因此从经济角度考虑可采用低追肥量,即每亩25公斤。从追肥期看,以拔节期籽粒产量较高,抽雄期较低,但追肥期三水平的籽粒产量之间无明显差异(见表3)。

表2 正交试验的产量比较 (kg)

| 区号 | 处 理  |      |      | 组 合  | 重 复 1 | 重 复 2 | 合 计   | 位 次 |
|----|------|------|------|------|-------|-------|-------|-----|
| 1  | 1    | 1    | 1    | 1    | 8.87  | 7.62  | 16.49 | 8   |
| 2  | 1    | 2    | 2    | 2    | 10.37 | 10.02 | 20.39 | 4   |
| 3  | 1    | 3    | 3    | 3    | 9.27  | 8.84  | 18.11 | 6   |
| 4  | 2    | 1    | 2    | 3    | 9.77  | 8.27  | 18.04 | 7   |
| 5  | 2    | 2    | 3    | 1    | 7.49  | 6.87  | 14.36 | 9   |
| 6  | 2    | 3    | 1    | 2    | 10.52 | 7.92  | 18.44 | 5   |
| 7  | 3    | 1    | 3    | 2    | 11.27 | 10.37 | 21.64 | 3   |
| 8  | 3    | 2    | 1    | 3    | 10.62 | 11.77 | 22.39 | 2   |
| 9  | 3    | 3    | 2    | 1    | 13.22 | 11.37 | 24.59 | 1   |
| T1 | 54.9 | 56.2 | 57.3 | 55.4 |       |       |       |     |
| T2 | 50.8 | 57.1 | 63.0 | 60.5 |       |       |       |     |
| T3 | 68.6 | 61.1 | 54.1 | 58.5 |       |       |       |     |
| R  | 17.8 | 4.9  | 8.9  | 5.1  |       |       |       |     |

表 3 不同因素水平的产量比较 (kg)

| 品种  | 产量   | 差异 | 肥量 | 产量   | 差异 | 密度   | 产量   | 差异 | 肥期   | 产量   | 差异 |
|-----|------|----|----|------|----|------|------|----|------|------|----|
| Y12 | 11.4 | a  | 75 | 10.2 | a  | 5000 | 10.5 | a  | 拔节期  | 10.1 | a  |
| Y4  | 9.2  | b  | 50 | 9.5  | a  | 4000 | 9.6  | ab | 大喇叭口 | 9.8  | a  |
| Y13 | 8.5  | bc | 25 | 9.4  | a  | 6000 | 9.0  | b  | 抽雄期  | 9.2  | a  |

se=0.9963(P=0.05), Y12 为掖单 12 号, Y13 为掖单 13 号, Y4 为掖单 4 号。

2.2 不同处理对植株叶片衰老的影响

2.2.1 品种: 以上分析结果表明, 品种对籽粒产量的影响最为明显。品种掖单 4 号成熟期较早, 当该品种叶面积达到最大后其植株叶片的衰老较早而且较快。掖单 13 号当叶面积达到最大时开始衰老较早而快, 但 30 天后植株叶片的衰老反而减慢。掖单 12 号与掖单 13 相比, 成熟期早 3 天, 当植株叶面积达到最大时, 开始衰老较慢, 30 天后衰老加快(见图 1)。

- 4.  $\text{Log}Y=0.3389+0.0340X$   $r=0.9833^{**}$
- 5.  $\text{Log}Y=0.4649+0.0241X$   $r=0.9659^{**}$
- 6.  $\text{Log}Y=0.2030+0.0360X$   $r=0.9731^{**}$
- 7.  $\text{Log}Y=0.2207+0.0382X$   $r=0.9983^{**}$
- 8.  $\text{Log}Y=-0.5136+0.0580X$   $r=0.9954^{**}$
- 9.  $\text{Log}Y=-0.6669+0.0633X$   $r=0.9609^{**}$

这样看来似乎是抽丝期以后叶片衰老速度愈快籽粒产量愈高, 其实则不然, 图 2 显示了不同叶组叶片的衰老情况, 1~5 叶的衰老为掖单 13 号最早, 其次为掖单 12 号, 掖单 4 号最晚; 6~10 叶以掖单 4 号和掖单 13 号较早, 掖单 12 号最晚; 11 叶以后则以掖单 4 号衰老最早, 其次为掖单 12 号、掖单 13 号。这表明, 植株 11 叶以上的叶片的衰老早晚与成熟期的早晚一致, 成熟期早这些叶片衰老也早, 反之就晚。掖单 13 号群体植株的空秆率高(平均为 27.3%), 其叶片在生育后期衰老较慢的原因可能也与群体空秆植株较多有关。可以推论, 玉米品种生育期长短可能主要影响着植株中上部叶片衰老的早晚, 而植株下部叶片则主要受其抗涝性等品种特性的影响。

下面我们再来分析籽粒产量的构成因素。从表 4 中我们可以发现, 穗行数是比较稳定的品种性状, 品种间差异明显, 品种间行粒数的差异不大, 穗粒数和千粒重的差异较大, 品种间在空株率上差异很大。结合上面我们对不同叶组叶片衰老的分析可以推测, 掖单 13 号 1~10 叶衰老较快可能对雌穗的分化产生了不良的影响, 这可能是空株率较高的重要原因。

2.2.2 密度: 从密度对不同叶组叶片的衰老看, 1~5 和 6~10 叶的衰老以密度为 6000 株/亩的处理衰老较早, 随密度的降低这两组叶片的衰老推迟。密度对 11~15 叶的衰老无明显影响, 16~20 叶则随密度的提高衰老略

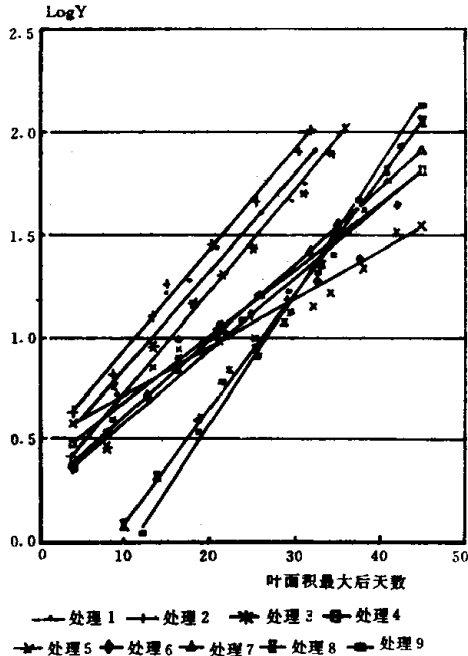


图 1 不同处理叶片衰老的动态表现

- Y 为植株叶片枯黄面积占总叶面积的百分数。
- 1.  $\text{Log}Y=0.3489+0.0477X$   $r=0.9664^{**}$
  - 2.  $\text{Log}Y=0.4250+0.0494X$   $r=0.9830^{**}$
  - 3.  $\text{Log}Y=0.2094+0.0509X$   $r=0.9765^{**}$

晚。就是说密度对玉米群体内植株叶片衰老的影响并非是植株本身的所有叶片,而主要是6~10和1~5叶,即中下部叶片(见表5)。

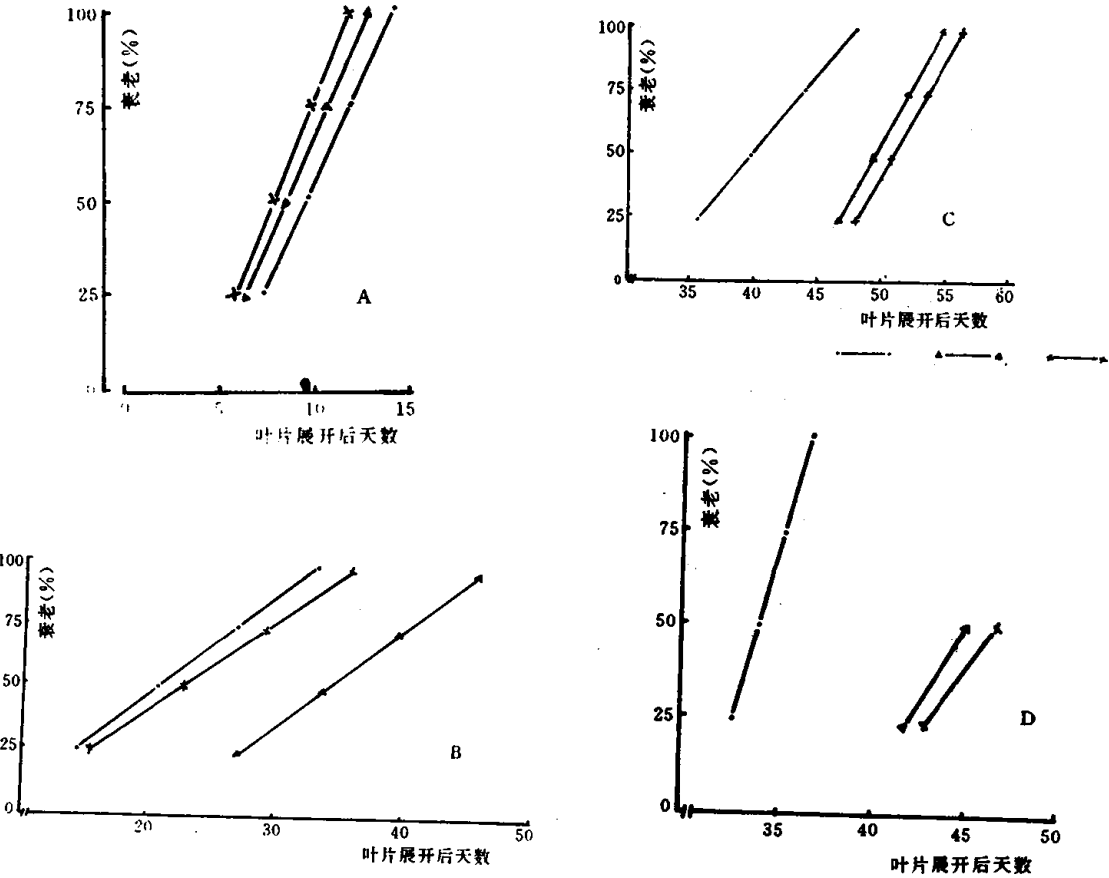


图2 不同叶组叶片衰老百分数的变化  
A 为1~5叶组,B 为6~10叶组,C 为11~15叶组,D 为16~20叶组。  
· ▲ × 分别表示掖单4号、掖单12号和掖单13号。

表4 不同处理穗部性状的比较

| 区 号    | 穗 行 数 | 行 粒 数 | 穗 粒 数 | 千粒重(g) | 空株率(%) |
|--------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 1      | 11.5  | 31.3  | 360   | 258    | 4.5    |
| 2      | 11.4  | 29.5  | 337   | 252    | 2.5    |
| 3      | 11.8  | 26.8  | 316   | 249    | 15.5   |
| 4      | 14.4  | 29.5  | 425   | 260    | 22.0   |
| 5      | 14.0  | 30.2  | 423   | 255    | 34.5   |
| 6      | 14.1  | 32.3  | 456   | 261    | 25.5   |
| 7      | 12.5  | 28.3  | 356   | 256    | 3.0    |
| 8      | 12.4  | 29.8  | 370   | 265    | 1.0    |
| 9      | 13.1  | 30.5  | 399   | 268    | 3.0    |
| Y4+    | 11.5  | 29.2  | 338   | 253    | 7.5    |
| Y13    | 14.2  | 30.7  | 435   | 259    | 27.3   |
| Y12    | 12.7  | 29.5  | 375   | 363    | 2.3    |
| 4000++ | 12.6  | 31.1  | 395   | 261    | 10.3   |
| 5000   | 13.0  | 29.8  | 387   | 260    | 9.2    |
| 6000   | 12.8  | 28.4  | 365   | 253    | 17.7   |

+Y4为掖单4号,Y12为掖单12号,Y13为掖单13号;  
++表示密度,单位为株数/亩。

表 5 密度对不同叶组叶片衰老的影响(至衰老时的天数)

| 密 度<br>株/亩 | 叶 组 |    |    |    |      |    |    |    |       |    |    |   |       |    |   |   |
|------------|-----|----|----|----|------|----|----|----|-------|----|----|---|-------|----|---|---|
|            | 1~5 |    |    |    | 6~10 |    |    |    | 11~15 |    |    |   | 16~20 |    |   |   |
|            | 1   | 2  | 3  | 4  | 1    | 2  | 3  | 4  | 1     | 2  | 3  | 4 | 1     | 2  | 3 | 4 |
| 4000       | 8   | 10 | 12 | 14 | 19   | 27 | 32 | 40 | 43    | 47 | 49 | — | 38    | 40 | — | — |
| 5000       | 7   | 9  | 11 | 14 | 22   | 28 | 33 | 39 | 43    | 46 | 48 | — | 40    | 42 | — | — |
| 6000       | 8   | 10 | 12 | 13 | 18   | 23 | 28 | 35 | 44    | 48 | 49 | — | 38    | —  | — | — |

\* 该行数字为叶片衰老级数。表中“—”表示收获时叶片尚未进入该衰老期。

2.3 可溶性糖的变化

通常认为,光照不足造成光合产物亏缺是玉米群体中下部叶片早衰的原因。从密度对植株不同叶位叶片可溶性糖含量的影响来看,随着密度的提高,第 5 叶和第 10 叶的可溶性糖含量有下降的趋势,第 14 叶受密度的影响不明显,第 18 叶中可溶性糖含量则随密度的提高反而有所增加。其结果与密度对叶片形态衰老的影响趋势是一致的(见图 3)。但对衰老过程第 5、第 10、第 14 和第 18 叶叶片组织含糖量的分析发现,叶片从展开至衰老后期,第 5 叶的含糖量基本上没有变化,第 10 叶的含糖量中期较高,但叶片衰老后期与展开时相比没有降低,第 14 叶和第 18 叶的含糖量则在衰老后期明显升高(见图 4)。

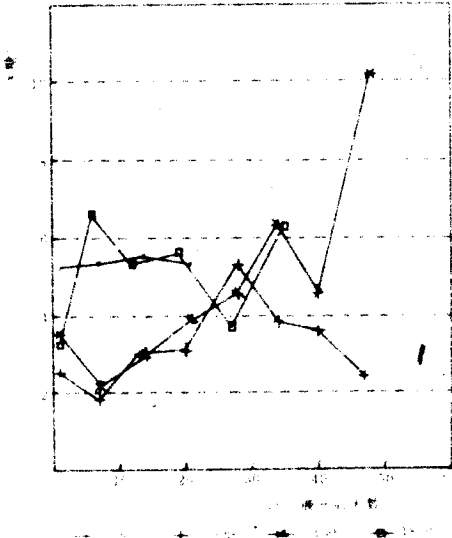


图 4 不同叶位叶片含糖量的变化(1993)

图中数字为 3500~6500 株/亩 4 个处理的平均数,品种为掖单 4 号。

现,1~5 叶以掖单 13 号衰老开始较早,其次为掖单 12 号和掖单 4。6~10 叶以掖单 4 号衰老较早,其次为掖单 13 号,以掖单 12 号衰老最晚。11~15 和 16~20 两组叶片衰老的早晚顺序则与品种的生育期长短的顺序一致。即:掖单 4 号>掖单 12 号>掖单 13 号。可以推论玉米植株基部叶片的衰老主要受抗逆性等品种特性的影响,而中上部叶片则主要受品种生育期长短的影响。

掖单 13 号虽然在生育后期保持了较大的叶面积,可是从籽粒产量的构成因素分析可以发现,由于其群体库性能较小(27.3%空秆率),最终的籽粒产量较低。(下转第 52 页)

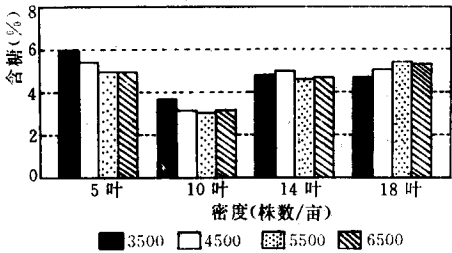


图 3 密度对不同叶位叶片糖含量的影响(1993)

第 5 叶为 4 个时期测定平均数;10 叶和 14 叶为 8 个时期平均数;18 叶为 6 个时期平均数。

3 讨 论

在试验条件下,玉米叶片的衰老受品种的影响较大,当群体叶面积达到最大后,就衰老速度而言,以掖单 12 号衰老较快,其次是掖单 4 号、掖单 13 号。如果从全生育期来看,并将植株的所有叶片分为四组进行分析发

(上接第38页)

有试验指出,库源比例的失调是玉米叶片衰老的原因<sup>[4]</sup>。结合以上对不同叶组叶片衰老的分析可以发现,该品种的1~5叶组叶片衰老较早。这种早衰现象是否影响着植株的雌穗的分化导致产生较多的空株有待于今后进一步研究。

从密度对植株不同叶位叶片可溶性糖含量的影响来看,密度对叶片可溶性糖的影响与密度对叶片形态衰老的影响趋势是一致的。但从叶片展开至衰老后期整个过程看,第5叶的含糖量基本上没有变化,第10叶的含糖量中期较高,但叶片衰老后期与展开时相比没有降低,第14叶和第18叶的含糖量则

在衰老后期明显升高,似乎叶片的衰老与其可溶性糖含量的变化无关,因此这一问题有待今后进一步研究。

### 参 考 文 献

- [1]北京植物生理学会编辑,植物生理生化进展(第二期),科学技术出版社,北京,1983,20—52
- [2]中国预防医学科学院标准处编,食品卫生国家标准汇编,1988,354—360,中国标准出版社,北京。ISBN7—5066—0107—9/R. 003
- [3]Eik K. and Hanway J. J. Some factors affecting development and longevity of leaves of corn. *Agronomy Journal* 1965, 57: 7—12
- [4]Tollenaar M. and Daynard. Effect of source-sink ratio on dry matter accumulation and leaf senescence of maize. *Canadian Journal of Plant Science*. 1982, 62: 855—860