

大豆生态研究*

IX. 温度动态与野生大豆(G. Soja)生长发育关系的研究

路琴华 庄炳昌 王玉民 高泉浦**

(吉林省农科院大豆所,公主岭 136100)

摘要 据公主岭,泉州试验结果:(1)气温 7.5℃以下停止营养生长。(2)气温 7.6~25.5℃之间,气温上升促进营养生长,气温下降抑制营养生长。(3)在长光和控制长光下,气温 25.6℃以上促进营养生长。在控制短光下,气温 25.6℃以上抑制营养生长。在短光下,气温 23.5~25.5℃促进生殖生长;气温 25.6~27.9℃促进营养生长>促进生殖生长;气温>28℃促进营养生长。(4)气温在自然光照线下抑制发育。(5)展开叶感光效应上递 3 节,气温持续 25.6℃以上,未展开叶生长速度加快,与展开叶感光效应上递 3 节失调,反应高温抑制营养生长。(6)累加逐日平均温度 28℃以上,反应超高温抑制发育。

关键词 大豆;生长发育;温度动态;感光效应

通过野生大豆(G. Soja)自然开花临界光周期⁽¹⁾,自然临界温度⁽²⁾,叶片感光效应的研究⁽³⁾。对 1991 年八个代表性纬度地点生态试验中,与各点同纬度野生大豆主茎生长速度与花荚形成,进行光温综合作用分析。公主岭生长期间 25.6℃以上高温只持续 4 天,叶片感光效应与主茎生长发育规律,符合生长期间光温动态规律⁽⁴⁾。北京、杭州、雅安、长沙和泉州生长期间气温>25.6℃持续期长,主茎停止营养生长在临界温度出现前。短光促进发育始期在当地野生大豆自然开花临界光周期出现前。在控制 12 小时昼夜温度 35/25,30/20,20/20 下,出苗到开花天数随处理温度下降而延长⁽⁵⁾。上述现象看出,温度影响野生大豆生长发育有一定范围和规律。本文通过 25°N 材料在同纬度地点分期播种试验,研究和探索这一规律,为深入研究大豆光温生态提供依据。

1 试验方法

采用原产广东连县(24°55' N)野生大豆,在福建泉州(24°55' N)逐月分期播种。连县野生大豆自然出苗期 3 月上旬,本文定 3 月上旬出苗为第一期。按月数推共 12 期。试验分两次进行,2~8 期于 1985 年 3 月至 12 月;1 和 9~12 期于 1986 年 3 月至 1987 年 10 月。每期播种 10 株,定株调查 3 株。调查项目,开花期、结荚期、成熟期均以第一个花、荚、成熟荚出现期为发育期。开花节位、成熟期主茎节数和分枝数。

绘制光温综合作用图:以各期出苗当天的自然光照,自然温度为起点,计算生长期间的累加逐日平均光照和累加逐日平均温度。计算公式, $L(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n$,其中 $i = \dots \dots n$, i 为天数。连县野生大豆自然开花临界光周期 13.01 小时,自然临界温度 23.77℃,制图时这两个值放在同一水平,称光温综合作用线。光温比 4:1。

收稿日期 1994-05-13

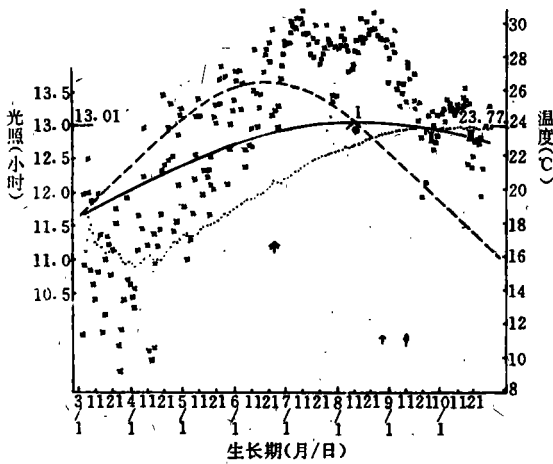
* 国家自然科学基金资助项目;

** 福建泉州农科所。

2 试验结果及分析

2.1 各播期生长期期间光温动态与临界光照、临界温度值

图1是1播期,图中I是自然光照和累加逐日平均光照交叉点,所示光照是累加逐日平均最长光照,代表1播期生长期期间的日照条件,称临界光照。图中II是自然温度(以下称气温)和累加逐日平均温度的交叉点,所示温度为累加逐日平均最高温度,代表1播期生长期期间的温度条件,称临界温度。图2、图3中2~4播期出苗期在夏至以前,累加逐日平均最长光照为临界光照。5~12期出苗期在夏至以后,出苗当天的自然光照为临界光照。2~8期生长期通过当地最高气温。累加逐日平均最高温度为临界温度。9~12期生长期通过当地最低气温,累加逐日平均最低温度为临界温度,各播期临界光照,临界温度值见表1。出现期见图1中“□”。



图例
 - - - 自然光照
 × × × 自然温度
 √ 出苗期
 ↑ 开花期
 ↑ 结荚期
 ——— 累加逐日平均光照
 ····· 累加逐日平均温度
 † 主茎停止营养生长期
 □ 临界温度出现期
 ※ 自然开花临界光照出现期

图1 1播期生长期期间光温动态

递3节。未展开叶生长速度只与气温有关。表2是未展开叶生长速度与温度范围。感光效应确定开花节位。展开叶感光效应是在气温和累加逐日平均温度相互作用中确定生长速度和节数。

表2 未展开叶生长速度与温度范围

| 温度范围 (°C) | 日生长未 展开叶数 | 生长速度 (天) |
|------------------|--------------|-------------|
| 7以上 | 0 | 0 |
| 8-12(7.6-12.5) | 0.1 | 10 |
| 13-16(12.6-16.5) | 0.2 | 5 |
| 17-20(16.6-20.5) | 0.25 | 4 |
| 21-23(20.6-23.5) | 0.33 | 3 |
| 24-25(23.6-25.5) | 0.40 | 2.5 |
| 26-28(25.6-27.9) | 0.43 | 2.3 |
| 28以上 | 0.43 | 2.3 |

表1 各播期光温条件

| 播期 | 出苗期 (月/日) | 临界光照 (小时) | 临界温度 (°C) |
|----|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 3/4 | 13.05 | 23.50 |
| 2 | 4/5 | 13.32 | 25.71 |
| 3 | 5/1 | 13.49 | 26.87 |
| 4 | 5/28 | 13.62 | 27.31 |
| 5 | 6/28 | 13.63 | 28.40 |
| 6 | 7/28 | 13.33 | 29.25 |
| 7 | 8/30 | 12.65 | 27.62 |
| 8 | 9/30 | 11.91 | 25.29 |
| 9 | 11/3 | 11.14 | 15.20 |
| 10 | 12/6 | 10.59 | 13.70 |
| 11 | 1/3 | 10.58 | 13.29 |
| 12 | 1/30 | 10.99 | 11.53 |

2.2 温度动态与营养生长的关系

叶片是感光部位。叶片在扩大生长中产生的感光效应上

2.2.1 温度动态与主茎停止营养生长期

成熟期节数顶节复叶发生始期为主茎停止营养生长期。各播期以出苗期为起,根据表2未展开叶生长速度与温度范围,计算的累加未展开叶数中,整数与成熟期节数相同值出现期为停止营养生长期(见表3)。图中“†”为主茎停止营养生长期,其中1~4播期主茎停止营养生长在临界温度

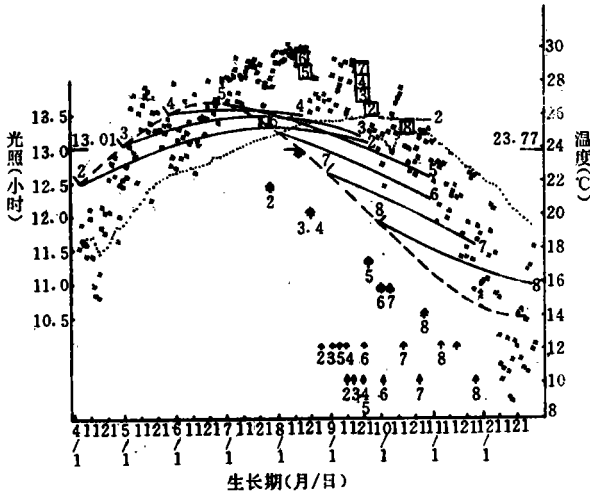


图2 2~8播期生长期光温动态

出现之前,5~12播期主茎停止营养生长在临界温度出现之后。
 2.2.1.1 25.6°C以上高温与主茎停止营养生长的关系。展开叶每天以感光效应中10%的营养用于扩大叶片生长(有专题报道,待发表)。气温25.5°C以下(见表2),未展开叶生长速度与展开叶感光效应上递3节协调,结果随累加逐日平均温度上升,主茎复叶面积逐节增大,鼓粒期后开始逐节缩小,临界温度出现期为主茎停止营养生长。气温25.6°C以上,未展开叶生长速度快,与展开叶感光效应上递3节失调,结果

逐节抑制叶片扩大生长,提前出现叶片逐节缩小的规律,当气温下降一定温度范围,展开叶停止营养上输而停止复叶发生。高温抑制营养生长与当时的光照条件有关。图中“*”是25°N材料自然开花临界光照出现期,“*”的出现期是固定的,恰好在光温综合作用线上。自然光照在“*”以上称长光,

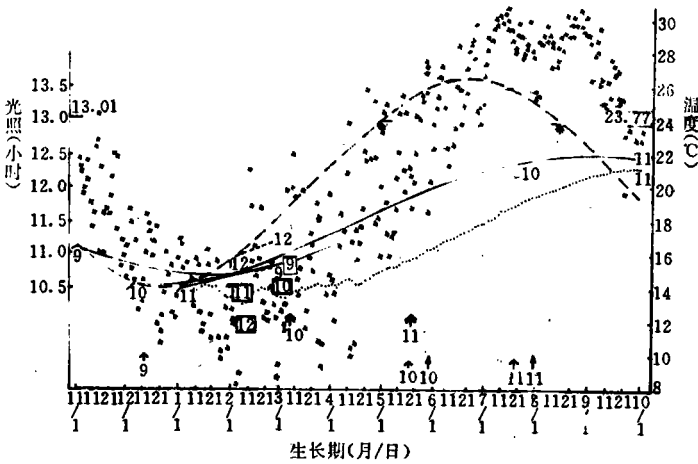


图3 9~12播期生长期光温动态

在“*”以下称短光。累加逐日平均光照<自然光照,称控制短光,>自然光照称控制长光。根据图1、图2和表3分析1~7期。

(1)1~2播期临界温度<25.6°C。在控制短光下,遇第一次气温由28°C以上,降至25.5°C以下,主茎停止营养生长。因降温过程累加逐日平均温度上升,反应在控制短光下,气温25.6°C以上抑制营养生长。

(2)3~4播期临界温度>25.6°C。第一次降温是控制长光,因累加逐日平均温度上升,主茎不停止营养生长,反应控制长光下,气温在25.6°C以上促进营养生长。第二次降温是短光,气温由28°C以上,降至28°C以下,主茎停止营养生长,降温过程累加逐日平均温度上升,反应在短光下,气温27.9°C促进发育,>28°C促进营养生长。

表3 温度动态与主茎停止营养生长期

| 播期 | 主茎节数 | 累加未展开叶数 | 主茎停止营养生长期(月/日) | 主茎停止营养生长前 | | 降温期间 | | 临界温度 | | 展开叶感光效应 | 主茎节数 |
|----|------|---------|----------------|-----------|-------|--------------|------|----------|---------|------------------|------|
| | | | | 气温(°C) | 降温范围数 | 累加逐日平均温度(°C) | 自然光照 | 控制光照(°C) | 日期(月/日) | | |
| 1 | 35 | 35.54 | 6/27 | >28 | 2 | 20.12 | 长 短 | 23.50 | 10/17 | 气温 25.6°C 以上抑制生长 | 12 |
| 2 | 42 | 42.41 | 7/25 | >28 | 2 | 24.49 | 长 短 | 25.71 | 9/23 | 气温 25.6°C 以上抑制生长 | 15 |
| 3 | 46 | 46.29 | 8/23 | >28 | 1 | 26.74 | 短 长 | 26.87 | 9/19 | 气温 27.9°C 抑制生长 | 16 |
| 4 | 36 | 36.42 | 8/23 | >28 | 1 | 27.27 | 短 长 | 27.31 | 9/19 | 气温 27.9°C 抑制生长 | 8 |
| 5 | 36 | 36.43 | 9/22 | >28 | 1 | 28.00 | 短 短 | 28.43 | 8/19 | 气温 27.9°C 抑制生长 | 12 |
| 6 | 30 | 30.32 | 9/30 | >28 | 2 | 27.28 | 短 短 | 29.25 | 8/13 | 气温 25.5°C 以下抑制生长 | 11 |
| 7 | 15 | 15.41 | 10/7 | 25.6—27.9 | 1 | 26.27 | 短 短 | 27.62 | 9/19 | 气温 25.5°C 以下抑制生长 | 4 |
| 8 | 10 | 10.65 | 10/26 | 25.6—27.9 | 2 | 24.72 | 短 短 | 25.29 | 10/16 | 气温 23.5°C 以下抑制生长 | 3 |
| 9 | 死 | — | — | — | — | — | — | 15.20 | 3/4 | — | — |
| 10 | 16 | 16.46 | 3/7 | 13.0—11.5 | 0 | 13.70 | 短 短 | 13.70 | 3/4 | 低温抑制生长 | 4 |
| 11 | 16 | 16.43 | 5/21 | 12.0—16.0 | 2 | 15.79 | 长 短 | 11.53 | 2/6 | 气温 25.5°C 以下抑制生长 | 8 |
| 12 | 死 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

(3)5~6播期临界温度 $>28^{\circ}\text{C}$ 。5播期遇第一次降温是长光。主茎不停止营养生长,反应在长光下,气温 25.6°C 以上促进营养生长。第二次降温在两播期临界温度出现后,短光。降温后累加逐日平均温度虽下降,但 $>28^{\circ}\text{C}$,分别为 28.34°C 和 28.85°C 。主茎不停止营养生长。反应在短光下,累加逐日平均温度 $>28^{\circ}\text{C}$ 抑制发育,称超高温抑制发育。第三次降温,其中5播期累加逐日平均温度降至 28°C ,同时气温降至 28°C 以下,主茎停止营养生长,反应在短光下,气温 27.9°C 抑制营养生长。6播期第三次降温过程,累加逐日平均温度 28.03°C ,继续反应超高温抑制发育,主茎不停止营养生长。待累加逐日平均温度降至 28°C 以下时,又与气温 $25.6\sim 27.9^{\circ}\text{C}$ 同一温度范围,因未展开叶生长速度不变,主茎不停止营养生长。由于累加逐日平均温度下降,反应在短光下,气温 $25.6\sim 27.9^{\circ}\text{C}$ 促进营养生长 $>$ 促进生殖生长。直到气温降至 25.5°C 以下,主茎停止营养生长,反应在短光下,气温 25.5°C 促进发育,抑制营养生长。

(4)7播期临界温度 $>25.6^{\circ}\text{C}$ 。气温降至 25.5°C 以下,反应低温抑制营养生长,主茎停止营养生长。

2.2.1.2 气温 25.5°C 以下与主茎停止营养生长的关系(见图2、图3和表3中8~12播期)。

(1)8播期短光,临界温度 25.29°C ,临界温度后,气温 $22\sim 25^{\circ}\text{C}$ 间变化,直到累加逐日平均温度降至 24.71°C 持续平衡达4天,主茎停止营养生长。反应在短光下,气温 25.5°C 以下促进发育。

(2)9~12播期短光,出苗后气温 23.5°C 以下。累加逐日平均温度持续下降。展开叶感光效应 $>$ 未展开叶生长速度,反应低温抑制营养生长。其中9~10播期临界温度出现期,为主茎停止营养生长期。11播期临界温度出现后,气温上升,主茎继续生长,反应气温 7.6°C 以上促进营养生长。直到5月中旬气温由 25.4°C 下降两个温度范围达6天,控制短光主茎停止营养生长。由于累加逐日平均温度上升,反应在控制短光下气温 25.5°C 以下抑制营养生长。

(3)气温在自然光照线下抑制发育。在短光条件下气温上升促进现蕾、结荚。9播期出苗到12月5日,气温在自然光照线上,现蕾期在12月1日(见表4)。现蕾后气温上升过程开花,开花后出现气温在自然光照线下,反应低温抑制结荚。

2.3.1.1 1~4 播期开花节位比未展开叶和开花期确定的开花节位低(A : B, B : C), 开花节位复叶发生始比短光促进发育始期早(D : E), 反应高温促进发育, 第一朵花是开花节位定形叶感光效应发生的次生花序。

2.3.1.2 5~6 播期开花节位比未展开叶和开花期确定的开花节位高, 反应 28℃ 以上高温促进营养生长, 提高开花节位, 所以开花节位复叶发生始在短光促进发育期之后, 7~8 播期的开花节位比未展开叶确定的开花节位高, 是 25.6~27.9℃ 促进营养生长, 提高开花节位。因为开花节位和开花期测定的开花一样, 所以开花节位复叶发生始和短光促进发育始期同一天(D : E)。5~8 播期第一朵花是开花节位展开叶感光效应发生的初生花序。

2.3.1.3 10~11 播期开花节位比未展开叶确定的开花节位高, 反应低温抑制发育提高开花节位。比开花期确定的开花节位低, 说明, 短光促进发育始在开花节位复叶发生之后, 反应气温在自然光照线以下, 促进营养生长 > 促进生殖生长。第一朵花是开花节位定形叶感光效应发生的次生花序。

图中“↑”是开花期, 各播期发育期符合生长期光温动态变化规律。

2.3.2 温度动态与花荚形成的关系

短光促进发育始期后, 气温下降, 叶片感光效应反应抑制营养生长而现蕾、结荚。根据温度范围现蕾, 结荚过程降温度见表 5。

表 5 温度范围与现蕾, 结荚过程降温幅度

| 温度范围 | 现 蕾 | 结 荚 |
|------------|------------------|--------------------------|
| 28℃ 以上 | 气温下降或平衡达两天 | 气温由 28℃ 以上, 降至 28℃ 以下达两天 |
| 25.6~27.9℃ | 气温下降或平衡达两天 | 累加逐日平均温度下降或平衡达两天 |
| 7.6~25.5℃ | 累加逐日平均温度下降或平衡达两天 | 累加逐日平均温度下降 0.02℃ 达两天 |
| 气温在自然光照线下 | 不 现 蕾 | 不 结 荚 |

2.3.3 温度动态与荚粒生长的关系

荚粒生长速度只与当天的气温有关。

表 6 温度动态与荚粒生长的关系

| 播 期 | 开花期 (月/日) | 结荚期 (月/日) | 成熟期 (月/日) | 开花到结荚 | | 结荚到成熟 | |
|-----|--------------|--------------|--------------|-------|-----------------|-------|------------|
| | | | | 天数(天) | 气温变化(℃) | 天数(天) | 气温变化(℃) |
| 1 | 8/28 | 9/10 | 10/4 | 13 | >28→25.5 | 24 | 25.5→23.5 |
| 2 | 8/26 | 9/10 | 10/10 | 15 | 25.6→28 以上 | 30 | >28→25.5 |
| 3 | 9/2 | 9/14 | 10/14 | 12 | 25.6→28→25.6 | 30 | >28→25.5 |
| 4 | 9/10 | 9/20 | 10/17 | 10 | >28→25.6 | 27 | 25.5→23.5 |
| 5 | 9/6 | 9/20 | 10/17 | 14 | 25.6→28 以上→25.5 | 27 | 25.5→23.5 |
| 6 | 9/23 | 10/1 | 10/26 | 8 | 27.9→25.5 | 25 | 25.5→23.5 |
| 7 | 10/14 | 10/22 | 11/22 | 8 | 25.6→25.5 | 31 | 25.5→22.2 |
| 8 | 11/4 | 10/25 | 12/28 | 21 | 21.7→17.2 | 33 | 19.2→10.5 |
| 9 | 12/12 | — | — | >23 | — | — | — |
| 10 | 5/16 | 5/28 | 6/30 | 12 | 20.2→28 以上 | 33 | 20→25.6 |
| 11 | 7/18 | 7/29 | 10/1 | 10 | 25.6→28 以上→25.6 | 64 | 25.6→28 以上 |
| 12 | — | — | — | — | — | — | — |

2.3.3.1 温度范围与开花到结荚天数。鲜花持续期两天, 开花两天后的温度范围确定结荚速度。从表 6 看: ①6~7 播期开花后气温由 25.5℃ 降至 23.5℃, 反应抑制营养生长, 促进生殖生长, 开花到结荚 8 天, 第一朵花结第一个荚。②1, 3~4 和 10~11 播期开花后气温 25.6

~27.9℃,反应促进营养生长>促进生殖生长,开花到结荚10~13天。第一朵花不一定结第一个荚。③2和5播期开花到结荚气温>28℃持续期长,反应高温抑制生殖生长。8播期开花后,气温由21.7℃再降两个温度范围;9播期开花后,气温在自然光照线下,均反应低温抑制生殖生长,上述四个播期开花到结荚大于14天,称迟结荚⁽⁹⁾,第一朵花不结荚。

2.3.3.2 温度范围与结荚到成熟天数。从表6看:①1和4~6播期,结荚后气温25.5~23.5℃,结荚到成熟24~27天。②2~3播期,结荚后气温由>28℃降至24.4℃,其中有4天>28℃,有3天<25.5℃,平衡后,反应25.6~27.9℃结荚到成熟30天。③7~8播期,结荚后气温25.5℃以下,再降两个温度范围,反应低温抑制生殖生长。10播期,结荚后,气温由20℃上升至25.6℃,因累加逐日平均温度上升,反应高温抑制生殖生长,结荚到成熟31~33天。④11播期结荚第4天,气温上升到28℃以上,反应高温抑制生殖生长,结荚到成熟64天。如果按结荚到成熟33天计算,该播期7月29日到8月30日间的荚全部脱落。根据以上几点分析,提出气温25.5~23.5℃是生殖生长的最佳温度。

综上所述得出三点结论:第一,温度对野生大豆生长发育,反应由量变到质变的规律。引发质变的条件是短光。这一点恰好反应了短日性植物对温度的适应性。也为在我国气候条件下野生资源自然分布面广、数量多提出理论依据。第二,根据本文研究结果和分析方法,可对杂交后代进行对温度适应性测定,从而选出稳产高产品种。第三,由于气温25.6℃以上,在控制短光下定形叶先开花,在短光下出现迟结荚。据调查,上述两种情况下荚脱落率分别达90%和70%左右。由此认为杂交工作在开花后,适当延长一段时间,待上升气温稳定一点后进行,可提高成活率。例如公主岭气温下,开花后一周进行较好。

参 考 文 献

- 1 徐 豹,路琴华.大豆科学.1991,10(2),85-96
- 2 路琴华.吉林农业科学.1993,1,77-83
- 3 路琴华,徐 豹.吉林农业科学.1990,1,95-96
- 4 路琴华.吉林农业科学.1994,1,1-8
- 5 庄炳昌,徐 豹,路琴华.大豆科学.1986,5(4),23-32
- 6 徐 豹,路琴华,庄炳昌.中国农业科学.1987,20(5),29-32(8-14)

STUDY ON SOYBEAN ECOLOGY

K. RELATIONSHIP BETWEEN TREND OF TEMPERATURE AND GROWTH AND DEVELOPMENT OF WILD SOYBEAN (*Glycine soja*)

LU Qinghua, ZHUANG Bingchang, and WANG Yumin et al.

(Jilin Academy of Agri. Sci. Gongzhuling 136100)

ABSTRACT

Based on the result of experiment in Gongzhuling and Quanzhou, it was found that:

1. The vegetative growth stops when temperature is below 7.5℃.
2. When temperature is between 7.5-25.5℃, the increase of temperature promotes the vegetative growth, while the decrease temperature restrains the vegetative growth.
3. Under long daylength and controlled long daylength, the vegetative growth is promoted.

(下转第85页)

3.4.5 主枝或果枝组的更新

本品种是多主枝层式树形,不强调侧枝和副侧枝培养,主枝即是大型果枝组。结果1~2年老化后,必须更新。更新的方法之一是利用其基部发生的强壮枝;二是重短截促其发生新的主枝;三是利用内膛发生的其它强壮枝,另外,也要注意随时进行局部的小更新工作,利用已形成的预备枝或重短截造成更新枝。

3.4.6 疏花、疏果

本品种花序和花朵坐果率过高,果枝发生量很大,所以应注意疏花、疏果措施的应用。对于过于细弱的果枝应疏除花芽(序);营养状态较差的应保留2~3个花(果);花芽过多的树,应在萌芽后复剪,保留适量的花序;每果台中不正常的果应尽早疏掉,以获优质、高产高效益。

3.5 增施肥料

本品种结果早、增产快、产量高,为保证优质高产、稳产,应加强施肥管理措施。一方面要及时保证树体的各种营养供应;另一方面应增施钾肥和磷肥,以提高果品质量和树体的抗逆性。

3.6 病虫害防治

本品种抗病力较强,主要应注意各种虫害的防治及幼树越冬保护。

4 结语

本品种是我国北方适栽的最早熟优质梨新品种。具有优质,适口性好,抗逆性强,适宜栽培范围广等特点。可填补水果市场早期梨供应的空白,丰富我国优质梨品种资源。它的结果早、丰产快、产量高的特点对生产者和消费者也十分有利。

(上接第7页)

when temperature is over 25.6°C; Under controlled short daylength, the vegetative growth is restrained when temperature is over 25.6°C, Under short daylength, the temperature of 23.5-25.6°C promotes reproductive growth; when temperature is 25.6-27.9°C, vegetative growth > reproductive growth; vegetative growth is promoted when temperature is over 28°C, and 28°C is the temperature restrains development. 4 Development is restrained when temperature is below the line of natural light. 5. The response to photoperiod of unrolled leaf goes up three nodes. When temperature is continuously over 25.6°C, the growth speed of rolled leaf accelerates, the response to unrolled leaf is imbalanced, this reflects that high temperature restrains vegetative growth. 6. Development is restrained when accumulated average temperature is over 28°C, this reflects that super high temperature restrain development.

Key words: Soybean, Growth and development, Trend of temperature.

* This project was supported by NNSF of China