

# 寒地苹果光合作用研究初探

黑龙江省农业科学院园艺研究所

张云廷



苹果光合作用的研究在本世纪三十年代后经历了几次起伏。最近十几年来,苹果光合作用的研究进展较快,但远落后于大田作物光合作用的研究进展。特别是研究撰写寒地苹果光合作用的文章更是寥寥无几。我省夏季昼长夜短,日照充足。研究寒地苹果光合作用和产量形成规律,探讨提高产量,增进品质是当代苹果栽培技术重要课题。本题结合苹果栽培方式和密度的研究试验,探索了寒地

苹果光合作用潜势,初步摸索出苹果较理想光能利用生态指标,为寒地苹果栽培方式、密度及树体管理提供了科学依据。

## 材料和方法

1983年以株行距 $2 \times 4(m)$ 单行栽植的五年生乔砧黄太平为试材。六月三十日用拉枝、牵引方法改变枝条角度、方向和密度,使树冠枝条有多次重复的五个密度,即枝叶上下间距为 $5cm$ 、 $10cm$ 、 $20cm$ 、 $30cm$ 、 $40cm$ 。每个小区处理15株,三次重复。七月十四日(I)与九月三日(II)每个密度随机选下方被全遮阴五十个叶片,用半叶法于上午九~十一两个小时光合时间进行光合效率测定。七月十五日上午十一点用KZ-1型照度计,在田间选全光照(A)、半遮阴(B)、全遮阴(C)三种状况

萝卜在发芽期虽然遇低温,但它在肉质根开始肥大期(8月17日)气温逐渐降低,光照时数减少(据气象资料14小时以下)昼夜温差大有利于养分的积累和运输,促使肉质根生长,不利于花芽分化与抽苔,为此,其抽苔率低(14—0%)。

## 二、秋萝卜先期抽苔的预防措施

### (一)要培育不抽苔的新品种。

种子是抽苔的内因。是先期抽苔的根本问题,要从种子选择入手。采用大母根繁殖和从群体当中连续选择不抽苔的个体进行采种,培育。

### (二)要掌握好播期

根据气象资料分析,一般七月上旬平均温度在 $18^{\circ}C$ 以下,是造成萝卜播种之后通过春化阶段的条件,尤其是陈种子更为严重。为此陈种子播期在七月十五日以后新种在七月十天左右,有利于肉质根的品质,增加产量。

### (三)如何利用陈种子:

试验得出陈一年种子适期播种,因抽苔影响失去食用价值仅占2~7%。为此,生产可用陈一年种子。对陈二年种子也可用或尽量不用。

### (四)改善萝卜种子的保管条件:

对易抽苔的萝卜种,在贮藏期的安全水分数值要在7%以下,仓库必须保持干燥。

### (五)对已出现萝卜抽苔挽救措施:

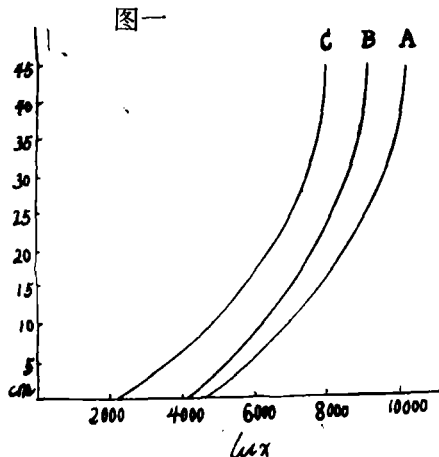
对已出现抽苔的萝卜出现及时从基部将抽苔部分割去,肉质根继续肥大,不降低食用价值。



叶片背下1cm、5cm、10cm、15cm、20cm、25cm、30cm、40cm、45cm 9个不同距离的叶影轨迹中心位置进行光强测定(单位Lux)。以株行距2×4(m)单行栽植的乔砧黄太平(五年生)用曲干栽培方法开张主枝角度(平均主枝角度在65度以上),每小区处理17株、三次重复,用同样密度单行直立栽黄太平(平均主枝角度在55度)做对照。1983年七月十八日上午十时处理与对照各三株树冠内从上到下30cm、60cm、90cm、120cm四个高度五个位置(东、西、南、北、中)进行相对照(%)和绝对照度(Lux)测定,同时用同样方法从7—17时10个时间(天顶角变化对曲干和直立树冠内光照强(Lux)测定。从1980年—1984年对曲干和直立栽进行了测定。

### 结果与分析

1. 叶片遮阳距离、遮阳程度与光的关系将所得数据点图,由图I散点勾绘



三条匀滑向上曲线,可知叶片遮阴距与光强之间呈正指数曲线相关,其曲线可用下数学方程拟合:

$$ye = ax^b$$

ye—光强指数理论值

X—叶影中心轨迹测距

b—指数

a—回归系数

对数曲线方程式用配合法改换为  
 $T = Lgx \quad W = Lgy$  即  $W = Lga + bT$

此方程用最小二乘方法得正则联立方程式来求解:

$$\begin{cases} nlg a + b \sum T = \sum W \\ lga \sum T + b \sum T^2 = \sum TW \end{cases}$$

并据以下公式计算相关系数(r)和剩余回归标准差(SO):

$$r = \sqrt{1 - \frac{s^2 yx}{s^2 y}}$$

$$\text{式中: } s^2 yx = \frac{\sum (y - ye)^2}{n - 3},$$

$$s^2 y = \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n - 1}$$

$\bar{y}$ —y的平均值

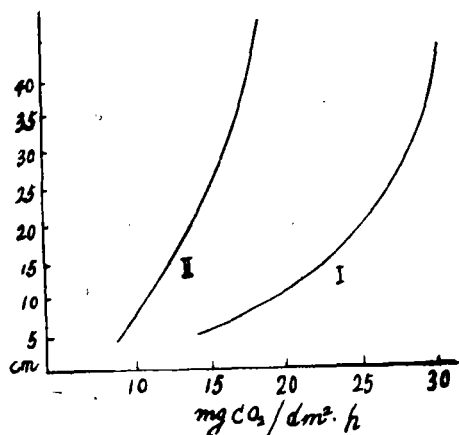
ye—按方程求算y的理论值

$$\text{所以 } SD = \sqrt{\frac{(1 - r)^2 \cdot s^2 y}{n - 1}}$$

计算结果如表I所示。

2. 叶片遮阴距离与光合效率的关系

由图2中散点勾绘二条匀滑向上曲线,可知叶片遮阴距离与光合效率之间



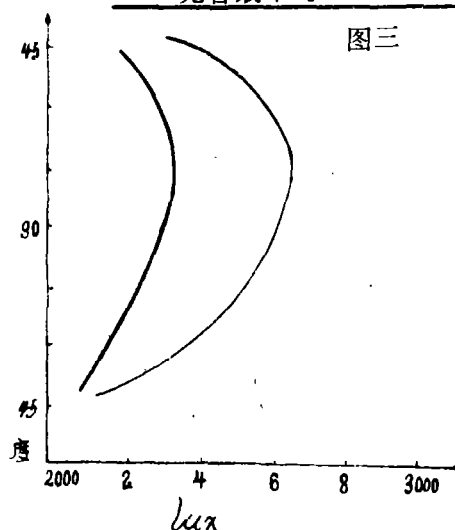
也正指数曲线相关按  $ye = ax^b$  数学方程计算,结果如表2所示。

表1 叶片遮阴距 (A、B、C) 与光强的关系 单位  $Lux \cdot cm$

关 系	方 程	样数(n)	相关系数(r)	剩余回归误差(SD)
遮阴距(A)—光强	$ye = 4457X^{0.216}$	10	0.9834	0.3080
遮阴距(B)—光强	$ye = 4306X^{0.2054}$	10	0.9869	0.511
遮阴距(C)—光强	$ye = 2307X^{0.357}$	10	0.9828	0.3804

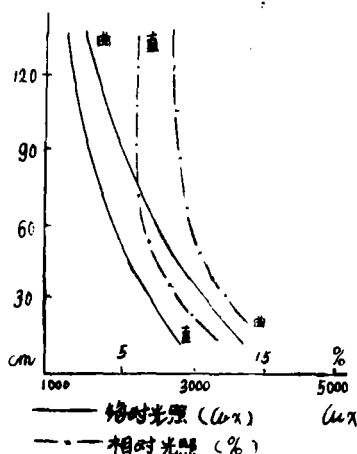
表2 叶片遮阴距与光合效率的关系 单位  $mgCO_2/dm^2 h, m$

关 系	方 程	样数(n)	相关系数(r)	剩余回归误差(SD)
叶片遮阴距— 光合效率 <sub>(1)</sub>	$ye = 15.78 \times 0.93$	5	0.9649	0.1165
叶片遮阴距— 光合效率 <sub>(2)</sub>	$ye = 11.07 \times 0.95$	5	0.9618	0.2996



图三

图四



### 3. 天顶角与树冠内光强的关系

由图3中散点勾绘二条平滑抛物线, 可知天顶角(时间的转换值)与树冠内光强之间均呈二次曲线相关。该曲线可用以下数学方程拟合:

$$ye = c + bx + ax^2$$

$ye$ —冠内光强指数理论值

$X$ —天顶角变化值(7—17时)

$C$ —常数

此方程可按以下联立方程求解:

$$\begin{cases} nc + b\sum x + a\sum x^2 = \sum y \\ c\sum x + b\sum x^2 + a\sum x^3 = \sum xy \\ c\sum x^2 + b\sum x^3 + a\sum x^4 = \sum x^2y \end{cases}$$

结果如表3所示:

表3 天顶再与冠内光强的关系 单位: 度· $Lux$

关 系	方 程	样数(n)	相关系数(r)	剩余回为误差(SD)
天顶角— 冠内光强(曲)	$ye = 1698 + 10X - 0.021X^2$	7	0.9113	0.2634
天顶角— 冠内光强(直)	$ye = 1913 + 5.5X - 0.0034X$	7	0.8647	0.3603

4. 主枝角度大小高度与冠内光强的关系

强之间呈负指数曲线相关。计算结果如表4所示

由图4可知主枝大小、高度与冠内光

表4 主枝角度·高度与冠内光强关系 单位: % .Lux

关 系	方 程	样数(n)	相关系数(r)	剩余回归误差(SD)
主枝角度·高度(曲) — 冠内相对光强	$y_c = 5.047X^{-0.887}$	4	0.9581	0.0921
主枝角度·高度(直) — 冠内相对光强	$y_c = 14.9X^{-0.161}$	4	0.9645	0.0899
主枝·高度角度(曲) — 冠内绝对光强	$y_c = 1520X^{-0.433}$	4	0.9557	0.7726
主枝角度·高度(直) — 冠内绝对光强	$y_c = 3963X^{-0.173}$	4	0.9766	0.0826

将1980年—1984年曲干栽培和直立栽培小区产量统计分析列表如下:

表5 1980年—1984年曲干与直立栽小区产量比较表 单位: 斤

年 分	1980—1981		1981—1982		1982—1983		1983—1984	
小区差异值	二年小区 平均产量	差异值	二年小区 平均产量	差异值	二年小区 平均产量	差异值	二年小区 平均产量	差异值
曲 干	52.7	20.3*	114.0	48.0*	285.5	79.9*	442.1	119.3**
直 立	32.4		66.0		205.6		322.8	
5%LSD	$t_{0.05} = 19.92$		$t_{0.05} = 31.1$		$t_{0.05} = 57.9$		$t_{0.05} = 64.7$	
1%LSD	$t_{0.01} = 36.56$		$t_{0.01} = 57.1$		$t_{0.01} = 106.3$		$t_{0.01} = 118.9$	

## 讨论

经数理统计分析表明: 上述各回归方程相关程度较紧密, 剩余回归标准差较小, 都能较好的拟合各变量的函数关系。现据这些数学关系讨论苹果枝叶生态状况对冠内光强、光合效率和产量的影响:

1. 由图1、2看出叶片遮阴距离与光强、光合效率之间呈正指数曲线相关。叶片遮阴距离越远光强逐渐增强, 当叶片遮阴距离超过30cm以后无论全日照、半遮阴和全遮阴叶片叶影轨迹光强基本保持恒定。光合效率也是随叶片遮阴距离增大光强增强而逐渐增高。当叶片遮阴距离超过30cm光合效率也基本保持恒定。这说明光强, 光合效率的指数函数的极大值在

30cm处左右, 所以苹果较理想光合效率是树冠枝条空间间距在30cm左右的光—光曲线段上。初步探索出了苹果冠内光能利用较优化的生态指标。

2. 由图3可知天顶角与树冠内光强之间呈二次曲线相关。冠内光强最高值在13点左右。上午光强增强速度慢, 在13点冠内光照强度才达峰值。下午光强减弱速度慢, 下午冠内光强大于上午光强。曲干冠内光强全日均高于直立栽。1983年9月3日经测定曲干光合效率( $15.94mgCO_2/dm^2 \cdot h$ ) 高于直立栽 ( $13.42mgCO_2/dm^2 \cdot h$ )。说明曲干主枝着生角度大, 冠内枝条间距适宜, 冠内有效叶幕层大, 光能利用率较多。

3. 从图4可知, 主枝开张角度大

小、高度与冠内光强之间呈负指数曲线相关。这与Monsi和Sacki (1953) 提出的光通量( $I$ )与叶面积( $F$ )的负指数成正比( $I_F = I_0 \cdot e^{-kF}$ ) 基本理论相一致的。苹果主枝角度开张大小决定枝叶的生态状况, 枝叶的生态又决定树冠内光照状况, 光照状况又决定叶的型态和光合效率大小。因此开张主枝角度是提高苹果光合效应和产量的关键。lakso和seeleg (1978) 指出苹果光合作用适宜外界温度在20—30℃之间, 气温超过30℃以后光合作用明显下降。我省夏季白天最高气温超过30℃天数较少。苹果光合“午睡”现象可能性小, 增加了净光合率时间。1983年6月—8月苹果光合效率经测定在15.94—34.28mgco<sub>2</sub>/dm<sup>2</sup>.h之间, 9月5日测定光合效率还在8.78—16.75mgco<sub>2</sub>/dm<sup>2</sup>.h之间, 可见我省苹果光合潜势很大。在栽培上密度适宜, 改进行株型、树体结构合理, 正确运用修剪技术、充分利用我省光照充足条件, 提

高群体光能利用效应, 我省苹果产量可倍增。从表5很明显看出苹果通过曲干栽培, 主枝角度开张, 冠内风光条件好于直立栽, 产量显著高于直立栽。证明改善苹果冠内光照条件是苹果丰产的基本条件之一。

总之, 我们可视苹果树体是一个动态的光合系统。苹果叶片的光合效率高、除了受温度、水分、二氧化碳气等外界条件影响外、主要取决于叶片本身光照状况, 而苹果群体光能利用高低, 不仅取决于叶量的多少, 更主要的取决于枝叶空间分布状况、相距置位、互相遮阴程速。所以改善树体光照条件, 提高叶群体光合能力, 增加光合物质积累, 乃是果树丰产的物质基础。

※本试验我所综合化验室助理研究员徐华和艾秋娜老师给予大力协助, 谨表谢意。

(上接第5页)

从表2看出: 鸡西市试验得出DT对黄瓜细菌性角斑病的防治效果为92.25%, 链霉素的防治效果为95.6%。其他8个点的防治效果均以DT为最好, 链霉素次之, 9个点平均发病依次为23.28%和30.36%, 病情指数依次为6.21和8.72%, 防治效果依次为86.16%和70.91%, 依次增产28.64%和11.51%。DT比链霉素提高防治效果15.25%, 多增产17.13%, 但连续喷药次数不宜超过3次。

哈尔滨红旗公社有20亩露地黄瓜发病严重后才进行试验, 喷药2次后, DT防治区, 完全控制了病害, 亩产2,000斤, 链霉素防治区则没有控制住病害, 全部无收。

上述各点在5月份见效以后, 都为当地进行了大面积生产防治, 很多农民不顾千里之遥来哈尔滨取药, 由于备药不多, 所以远没有满足农民要求。12个市县的防治面为1,100亩。很多技术干部和农民都高兴地说: “角斑病这个不治之症, 现在能治得很好了”。

经济效益:

1. 投资: 用链霉素防治三次, 每亩需药费15元, DT只需1.8元, 节支88%。

2. 增收: 大棚黄瓜用DT防治增产28.64%, 每亩增收2004.8斤, 折价401元。链霉素防治每亩增收805.7斤, 折价161.1元, 比DT少收239.9元。