

AC 药剂在桑树上的应用研究^{*}

牛志电¹ 郭金华² 唐庆华³ 涂传林² 王义彰¹

(1 安徽师范大学生物系 芜湖 241000)

(2 安徽芜湖师范专科学校 芜湖 241008) (3 安徽屯溪茶校 黄山 245031)

提 要 在桑树上喷施 AC 药剂, 有显著增加叶片的叶绿素含量, 提高光合速率和比叶重, 加快光合产物输出进程, 增加可溶性糖和粗蛋白含量等效应; 从而获得桑叶增产、优质的作用。研究指出: AC 药剂增强光合速率与减小硝酸还原酶活性和适当抑制光呼吸有关。

关键词 桑叶, AC 药剂, 产量, 品质

提高桑园单位面积桑叶的产量和质量, 是栽培桑树的目的, 也是多养蚕、养好蚕、多产蚕和提高茧丝质量的物质基础。本研究从生理机制入手, 运用化学调控手段, 试用 AC 药剂(自制药剂, 经科学精选的几种化学试剂的配方) 改善桑树生理功能。因 AC 药剂中含有桑树生长必需的矿质营养元素及光呼吸抑制剂, 通过促进营养生长和减少光呼吸对营养物质的消耗, 来达到提高桑叶产量和品质的目的, 进而影响蚕茧的产量和茧丝的质量(将有另文报道)。这方面的研究尚未见他人报道。

1 材料与方法

1.1 材料

湖桑 32, 树龄 5 年, 种植于安徽屯溪茶校和南陵县峨岭乡, 栽植密度为 $1\,000\text{株} \cdot 667\text{m}^{-2}$ 。

1.2 方法

试验于 1996、1997 年春季在安徽省屯溪茶校和南陵县峨岭乡进行。试验设 AC 药剂($200\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NaHSO_3 、0.5% $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 、0.2% KH_2PO_4) 和清水作对照 2 个处理。选取长势基本一致的桑树, 每小区 150 株, 每处理为 3 个重复小区, 并在相邻小区间设一保护行。处理时, 将药液和清水均匀地喷洒到桑叶的正反面, 以滴水为度。每 666.7m^2 用药量为 50kg 。每年的 5 月中旬(3 龄蚕前期) 喷第 1 次, 相隔 8 d 喷第 2 次。于第 2 次喷施后的第 2 d, 每隔 2 d 对同向同一节位新梢倒四叶进行如下生理测定和品质分析, 每次测定每小区取 10 片叶, 计算平均值, 重复 3 次。

(1) 叶绿素含量的测定: 采用二甲基亚砩在 65°C 温箱(6 h) 浸提, 日本产品津 UV-265 型分光光度计测定光密度, 按 Arnon 公式计算叶绿素含量。

(2) 光合速率测定: 采用改进干重法测定^[1]。用 5% 三氯乙酸涂叶柄基部。光照 5 h, 求得单位面积、单位时间光暗干物质之差。

(3) 光合产物输出速率测定: 以叶片光合产物输出受阻与不受阻情况下单位时间、单位面积干重增

收稿日: 1998-09-23, 修回日: 1999-03-26。第一作者: 女, 1964 年 9 月出生, 讲师, 从事植物生理学和生物学教学法方面的研究。

^{*} 安徽省教委自然科学基金资助课题。

长之差表示。

(4) 比叶重测定: 用铜模于叶片(照光和不照光) 同一部位打孔, 温箱中(85 ℃, 5 h) 烘至恒重, 求得单位叶面积的干物重。

(5) 硝酸还原酶的活性采用磺胺比色法测定^[2]。

(6) 氮含量和可溶性糖含量分别采用硫酸消化法和蒽酮比色法测定^[3]。

(7) 桑叶产量调查: 每小区选 10 株, 结合养蚕用叶在第 4 龄到第 5 龄蚕盛食期, 2 次收获称量, 重复 3 次求得平均值。

2 结果与分析

2.1 AC 药剂对桑树的生理效应

2.1.1 AC 药剂对光合速率的影响

1996 年 5 月 20 日第 2 次喷施后, 每隔 2 d 测定 1 次, 连续 10 d 试验结果表明: AC 药剂对桑树光合作用有明显地促进作用, 22 日提高的幅度达 21. 3%, 统计分析显示, 处理与对照差异显著(见表 1) 。此外, 动态分析表明: AC 药剂提高光合速率的效应第 2 d 达最高, 以后渐降, 至第 10 d 接近对照, 说明其时间效应约为 10 d (见图 1A) 。

2.1.2 AC 药剂对光合产物输出速率的影响

在测定光合速率的同时, 还进行了光合产物输出速率的测定。试验结果表明: 经 AC 药剂处理的桑树光合产物输出速率比对照提高 23. 3% (1996 年 5 月 22 日) 。但从光合产物输出速率与光合速率的比值看, 两者较为接近(见表 1) , 说明其叶片在进行光合作用的同时, 约 2/ 5 新生的光合产物在光合器官中保持一定的动态平衡, 剩余的 3/ 5 及时输出。这表明, AC 药剂在提高光合速率的同时, 也有使光合产物输出增强的生理效应。

2.1.3 AC 药剂对叶绿素含量的影响

由表 2 可知, 经 AC 药剂处理的桑树, 其叶片叶绿素含量高于对照 12. 3% (1996 年 5 月 24 日) 。此结果与田间观察到的叶色加深现象相吻合。连续 10 d 的测定结果表明: AC 药剂在桑树体内的效应也有一定的动态变化, 其规律与它提高光合速率的时间效应近似, 唯其作用高峰出现在处理后的第 4 d (见图 1B) 。

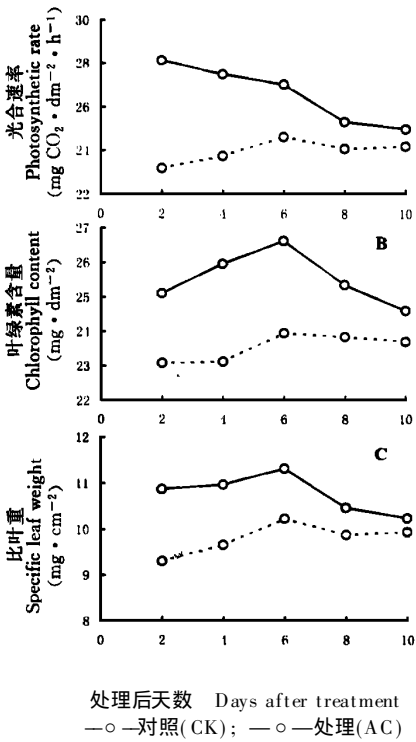
表 1 AC 药剂对桑叶光合速率、光合产物输出速率的影响
Table 1 The effect of AC reagent on the photosynthetic rates and the rates of photosynthetic products export in mulberry leaves

处理 Treatment	光合速率(A) Photosynthetic rates (mg CO ₂ •dm ⁻² •h ⁻¹)	光合产物输出速率(B) Rates of photosynthetic products export (mg CO ₂ •dm ⁻² •h ⁻¹)	B/A %
CK	23. 21(100)	13. 93(100)	60
AC	28. 15(121. 3)	17. 17(123. 3)	61

$t_{(A)} = 5. 960 > t_{0. 01} = 4. 604$; $t_{(B)} = 3. 125 > t_{0. 05} = 2. 776$

注: 表中数据为 30 片叶片的平均值。

Note: The data are mean value of 30 leaves.



处理后天数 Days after treatment
—○—对照(CK); —●—处理(AC)

图 1 AC 药剂对桑叶光合速率、叶绿素含量、比叶重的时间效应

Fig. 1 Time effects of AC reagent on photosynthetic rate, chlorophyll content and specific leaf weight of mulberry leaves

2. 1. 4 AC 药剂对比叶重的影响

比叶重之高低不但影响桑叶的产量,而且对桑叶的品质也有重要的意义。试验发现,经 AC 药剂处理的桑树,其叶片的比叶重与对照相差明显,提高幅度为 16.9%(1996 年 5 月 22 日)(见表 2)。进一步研究发现,AC 药剂提高比叶重的时间效应与它提高光合速率的时间效应近乎完全吻合(见图 1C),这与 AC 药剂提高光合强度,增加同化产物积累有关。由图 1 作相关分析,光合速率(Y)和比叶重(X)存在着显著的正相关,其回归方程为:

$Y = 2.547 + 0.649X, r = 0.969, P < 0.05。$

由此可见,桑叶光合速率每提高 1 $\text{mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$,单位面积积累的干物质可达 0.649 $\text{mg} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。这表明,AC 药剂提高光合速率的多少,直接影响比叶重积累干物质的多寡,对促进叶片光合同化产物向新梢芽、叶运转,积累和分配具有十分重要的意义。

2. 1. 5 AC 药剂对硝酸还原酶活性的影响

1996 年 5 月 24 日测定结果表明,经 AC 处理后,处理比对照的硝酸还原酶活性降低 17.1%(见表 2)。已有研究表明:光呼吸抑制剂 NaHSO_3 在抑制光呼吸的同时,对硝酸还原也有部分抑制^[7],本研究与之吻合。暗示桑叶叶片光呼吸可能与其硝酸的还原有关。

2. 2 AC 药剂对桑叶产量和品质的影响

连续 2 年试验的结果表明:AC 药剂对桑叶具有明显的增产效果,1996 年的增产率为 18.9%,1997 年增产率为 17.9%(见表 3)。1997 年 5 月 21 日喷第 2 次,5 月 25 日测定的结果表明:AC 药剂还能使桑叶可溶性糖的含量提高 16.8%,全氮含量提高 12.7%,粗蛋白含量提高 13.6%(见表 3)。

表 3 AC 药剂对桑叶产量和品质的影响(春季)

Table 3 The effect of AC reagent on the yield and quality of mulberry leaves (spring)					
处 理 Treat- ment	株 产 量 (g) Yield per plant		叶 品 质 (%) Q uality of mulberry leaf		
	1996	1997	可溶性糖* Soluble sugar	全氮** Total N	粗蛋白*** Crude protein
CK	992. 43(100)	931. 38(100)	14. 30(100)	3. 85(100)	24. 05(100)
AC	1 179. 97(118. 9)	1 098. 32(117. 9)	16. 70(116. 8)	4. 34(112. 7)	27. 32(113. 6)

$t_{1996} = 7.238; t_{1997} = 7.119; * t = 4.981; ** t = 5.623; *** t = 5.239 > t_{0.01} = 4.604。$

注:表中产量数据为 30 株的平均值,品质数据为 30 片叶片的平均值。

Note: The Data of yield are mean value of 30 plants, and data of quality are mean value of 30 leaves.

3 讨论

桑叶产量的高低、品质的优劣直接影响蚕的生长以及产茧量和蚕丝的品质。本研究结果表明,AC 药剂对桑树的高产优质具有良好的作用。它既可提高叶绿素含量,增强光合速率,增加比叶重,加快同化产物的运转;又能抑制光呼吸,减少光呼吸对同化产物的消耗。其结果是促进了同化产物在叶片中积累、分配和转化,使叶片增重,叶片中的可溶性糖和粗蛋白的含量明显增加,最终取得增产、改善品质的目的。

关于 AC 药剂生理调控的机理可能是多方面的。① C_3 植物桑树在高温强光的环境下光呼吸较强, AC 药剂进入植物体后, 与光呼吸底物乙醛酸生成 α -羟基磺酸, 从而抑制光呼吸关键酶乙醇酸氧化酶活性^[4,5], 使光呼吸受抑, 光合强度提高。同时, AC 药剂在提高叶片光合速率的同时, 硝酸还原酶活性下降, 这表明它与适当抑制光呼吸有关^[6,7]。② AC 药剂具有促进光合作用的循环和非循环光合磷酸化, 提高卡尔文循环起始酶 1,5-二磷酸核酮糖羧化酶之活性, 使光合机构的碳素同化能力增强^[8], 其结果是使同化产物积累增加, 输出增强, 此乃桑叶高产优质之生理基础。③ AC 药剂提高桑树叶绿素含量, 可能是由于它缓解了高等植物叶绿素合成中硫的匮乏^[8]。④ N 素代谢和 C 素代谢是桑树生命活动中最主要的二项基本生理活动, 与桑叶产量、质量的关系也最为密切。N 素代谢中 N 的还原以及含 N 化合物的合成是一个需能和需 C 原的过程, 它与 C 素代谢(碳水化合物代谢)关系密切。本研究结果表明: AC 药剂能提高光合速率及叶绿素含量, 因而加强了碳水化合物的积累, 为桑叶内含氮化合物(粗蛋白)含量的提高奠定了物质基础。⑤磷直接参与光合作用的光合磷酸化和碳同化, 它也是碳素同化的一些酶的效应剂。叶绿体是耗磷的细胞器, 每同化 3 分子 CO_2 就同化 1 分子 P_i , 所以随着 CO_2 的同化, 叶绿体间质的 P_i 含量不断下降, 如果没有 P_i 的及时补充, 光合作用就不能正常进行^[9]。近期已有研究发现, 缺磷时光呼吸增强, 提高光呼吸有回补叶绿体内进行光合作用所需磷的作用^[9], 即磷也可抑制光呼吸。故增施 P 肥, 能抑制光呼吸利于同化产物的积累, 提高桑叶的产量和质量。⑥钾在植物体内常以离子状态存在, 它是起着某些酶的辅助酶或活化剂的作用。如蛋白质的合成、碳水化合物的合成和运转都需要钾, 这些物质都是光合作用之所以能正常进行所必需的。由此可见, 钾素营养对桑叶产量、质量的提高尤为重要。此外, 钾还具有一种不能被其它元素或离子所代替的专一功能, 即在光照条件下, 钾离子进出影响保卫细胞的膨压, 从而调节气孔开关^[11]。王义彰等^[6]发现 $NaHSO_3$ 在短时间内(约喷后 1 d)能使气孔开度减小。这样增施钾肥, 利于提高光合, 促进桑叶增产、增质。总之, 氮、磷、钾矿质元素能明显地提高桑叶光合作用的生理机能。至于 AC 药剂对氮代谢及次生代谢影响到桑叶品质生化过程的调控机理, 有待进一步研究。AC 药剂对蚕、桑树无毒无害, 加之成本低廉, 效果显著, 它的应用为蚕桑高产优质找到了一条有效而简捷的途径。

参 考 文 献

- 1 薛应龙. 植物生理学实验手册. 上海: 上海科技出版社, 1985. 98 ~ 100
- 2 华东师范大学生物系植物生理教研室. 植物生理学实验指导. 北京: 高等教育出版社, 1986. 73 ~ 76
- 3 薛应龙. 植物生理学实验手册. 上海: 上海科技出版社, 1985. 138
- 4 Zelitch I. α -Hydroxysulfonates as inhibitors of the enzymic oxidation of glycolic and lactic acids. *Biol Chem*, 1957, **224**: 251 ~ 260
- 5 Zelitch I. Increased rate of net photosynthetic carbon dioxide uptake caused by the inhibition of glycolate oxidase. *Plant physiology*, 1966, **41**: 1623 ~ 1631
- 6 王义彰, 柏新付. 亚硫酸氢钠生理效应的探讨. 安徽师大学报, 1986, **4**: 61 ~ 67
- 7 陈锦祥, 李明启. 不同氮素营养对黄麻叶片光合作用、光呼吸的影响及光呼吸与硝酸还原的关系. 植物生理学报, 1983, **9**(3): 251 ~ 258
- 8 高煜珠, 冯瑞云, 朱恩仪. 关于光呼吸的化学抑制的研究. 江苏农学院学报, 1984, **5**(1): 17 ~ 21
- 9 周开勇, 陈升枢, 李明启. 不同磷营养水平对烟草叶片光合作用和光呼吸的影响. 植物生理学报, 1993, **19**(1): 3 ~ 8
- 10 Lilley R M, Chou C J, Mosbach A *et al.* The distribution of metabolites between spinach chloroplasts and medium during photosynthesis *in vivo*. *Biochem Biophys Acta*, 1977, **460**: 259
- 11 潘瑞炽, 董恩得. 植物生理学(第 2 版). 北京: 高等教育出版社, 1995. 18 ~ 20

APPLIED STUDIES OF AC REAGENT IN MULBERRY

Niu Zhidian¹ Guo Jinhua² Tang Qinghua³ Tu Chuanlin² Wang Yizhang¹

(1 *Department of Biology, Anhui Normal University* Wuhu 241000)

(2 *Wuhu Teacher's College* Wuhu 241008)

(3 *Tunxi Tea's School*, Huangshan, Anhui 245031)

Abstract Sprayed AC reagent ($200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHSO}_3$, 0.5% $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, 0.2% KH_2PO_4) upon mulberry leaves, it was shown that AC reagent could obviously increase chlorophyll content, raises photosynthetic rate and specific leaf weight, quicken export of photosynthetic products, and enhance the content of soluble sugar and crude protein, etc. Therefore, AC reagent increase the yield of mulberry and improve quality of mulberry leaves. AC reagent raises photosynthetic rate was related to decrease of nitrate reductase activity and appropriate inhibition of photorespiration.

Key words Mulberry leaf, AC reagent, Yield, Quality