

软 X 射线显微术活体材料成像的实验研究

蒋诗平 张新夷 阚 娅 付绍军 徐向东 单晓斌

(中国科学技术大学国家同步辐射实验室, 合肥 230029)

陈建文 徐至展 陈 敏

(中国科学院上海光学精密机械研究所, 上海 201800)

软 X 射线显微术可以研究完整的不染色的活体细胞显微结构, 它既能克服普通光学显微镜分辨率低的缺陷, 又能弥补电镜样品制备困难等种种不足。近年来随着同步辐射源和激光等离子体 X 射线源及 X 射线光学元件的迅猛发展, X 射线显微术成为 X 射线光学领域里一个活跃的分支, 国内也有许多学者从事这方面的研究工作, 取得了一些有意义的结果, 但样品皆放置在真空中, 很显然这将严重导致样品水分的散失, 要充分体现软 X 射线显微术的优势, 必须将软 X 射线引入大气中。最近作者在合肥国家同步辐射实验室软 X 射线显微站作了一些尝试, 取得了一些进展, 本文介绍这一研究工作的初步成果。由于合肥国家同步辐射源是第二代光源, 亮度较低, 加之目前国内的记录介质灵敏度较低, 因此, 即使样品放在大气中, 由于软 X 射线长时间辐照, 也将导致水份散失。为了弥补这种不足, 作者研制成一湿空气发生器, 通过它不断向样品室内输送新鲜而湿润的大气, 以保持样品的“活性”。

本实验所用的抗蚀剂为 PMMA, 样品是未作任何处理的活体材料。为了使软 X 射线单色化, 实验中用波带片作色散元件, 并在一级衍射焦点处置一直径为 $30\ \mu\text{m}$ 的光阑, 中心波长为 $3.2\ \text{nm}$, 平均束流为 $90\ \text{mA}$ 。“曝光”装置为自行设计的湿样品室, 样品室中用 $0.5 \times 0.5\ \text{mm}^2$ 大小的 Si_3N_4 膜(厚约 $100\ \text{nm}$)把大气与光束线内高真空隔开, 并将软 X 光引出。实验结果的复型照片如图 1、图 2 所示, T 为曝光时间, 放大倍数均为 200 倍。比较两者可以看出: 用湿样品室成像的照片中气孔结构清晰可见, 而在真空中成像则结构破坏严重。

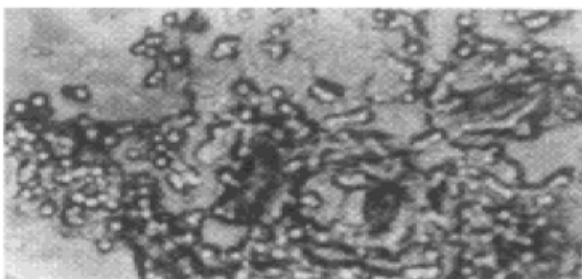


Fig. 1 Soft X-ray microgram of the lower epidermis of living tobacco in the wet sample chamber ($T = 5\ \text{hr}$)

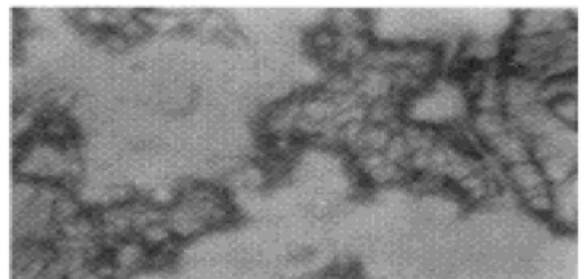


Fig. 2 Soft X-ray microgram of the lower epidermis of living tobacco in the vacuum chamber ($T = 50\ \text{min}$)

这个初步结果表明设计的湿样品室用于活体样品成像是可行的, 但仍然有不少问题有待进一步解决, 如“曝光”时间太长等, 作者正在进行实验改进工作。