

建议利用植物的超弱光辐射测量太空返回地面种子的生长状况

李克学^{1,2}

(1 中国科学院物理研究所 北京 100190)

(2 International Institute of Biophysics, Neuss 30559, Germany)

2013-03-20收到

DOI: 10.7693/wl20130809

目前,在我国航天领域,科技人员对经过太空环境处理过的植物种子返回地面后所显示的优质丰产的生长状况进行了研究,取得了丰硕的成果。

植物的超弱光辐射产生于植物细胞新陈代谢的光物理与光化学反应过程中,属于光能量参与植物细胞新陈代谢的多种产物中的一种^[1],可以利用这种植物的超弱光辐射作为表达生物体新陈代谢现象的特有信号,因而有关植物的超弱光辐射的科学研究可能受到国际生物学领域关注。测量从太空返回地面的植物种子在生长过程中的新陈代谢速率,并与地面上同类植物种子的新陈代谢速率进行比较,就可能为破解植物种子在太空的失重和宇宙射线辐射环境中产生既具有丰产、丰收能力又具有高品质的植物新品种提供科学参考。

已知的植物发光基本上可分为以下三种类型:

(1)生物光辐射(bioluminescence emission),这是大家最熟悉的一种现象。

(2)光合作用的延迟发光辐射(photosynthetic delayed light emission),也叫延迟性荧光或晚期发光(afterglow)。

(3)超弱光辐射(ultra weak light

emission),产生于植物细胞组织新陈代谢的光物理与光化学反应过程中,是光能量参与植物细胞新陈代谢的多种产物中的一种,它可以用来研究未被破坏的自然生长的生物体中的细胞内部发生的各种物理与化学反应的过程。只要生物的新陈代谢正常,这种超弱光辐射在夜间也同样存在。只有在这个生物体死亡因而停止新陈代谢之后,这种超弱光辐射才会全部自动消失。超弱光辐射具有的这种性质可以作为生物组织新陈代谢的信号。于是我们就可以利用植物的超弱光辐射来测量从太空返回地面的种子生长过程中新陈代谢速率,并与地面同类植物在同样环境中的新陈代谢速率进行比较,形成一种有确实数据的基本生长状况对照。

目前这方面的研究涉及面很广,如瑞士的hugo J. Niggli等^[2]对哺乳动物细胞超弱光的测量进行了大量研究;荷兰的Roeland Van Wijk等对人体各部位皮肤超弱光的测量和研究;德国F. A. Poop一直擅长于超弱光的相干性研究;不久前传出对人体经络的测量,但这是一项不够成功的测试。我国德州大学的Wei Z L组曾研究过玉米叶的超弱光辐射以及受破坏后的超弱光辐射情况。目前尚未见到有关地面种

子生长出幼芽(特别是食用植物)的相关测试的报道,特别是针对新陈代谢的研究报道。在有了从太空返回地面种子生长情况后,将它与地面原有同类种子生长进行对比研究,在这种情况下,测试它们超弱光信号成为有意义的研究和需求。原有的测试设备都不必改装更换,因为测试方法完全相同。重要的是数据处理,比如,对多个同时测量的结果进行平均处理,为此需要用数量稍多一些的同样的仪器在相同环境下同时进行测量。

但是,由于这种超弱光辐射能量极弱,需要采用非常精确的仪器设备来测量,这也是超弱光辐射长期被人们忽略的重要原因。目前已知植物的超弱光辐射的光谱范围是相当宽泛的(350—800 nm),这反映了在植物细胞组织新陈代谢中的光物理与光化学反应过程的复杂性,即使某种固定的植物的组织在不同的植物中,由于周围环境变化,它的谱线位置也不会完全相同。我们知道,所有的植物的组织内部为了进行光合作用都具有叶绿素(chlorophyll),但不同种类植物的叶绿素发射的超弱光辐射的谱线位置却不尽相同,有的波长在600 nm,有的波长则长一些。它内部的光物理及光

化学的具体过程至今尚不十分清楚。在这种情况下，我们只能对同样植物在相同条件下(温度、湿度、生长环境及测试空间等)的测试结果作相对的比较，给出相对的平均数据。这种局限性并不妨碍在相同环境和相同条件下，测试从太空返回底面的种子生长出的植物新陈代谢的平均速率，并与地表面同类植物新陈代谢的平均速率进行相对比较。看来工作量会是很大的，也会非常辛苦。

将植物的超弱光辐射看成是新陈代谢的一种信号是合理的，植物是信号的发射者。测量这种信号的仪器设备则是信号的接受者，它为测试人员提供信号的测试数据。超弱光信号在信号接收者那里可能比周围的无规则的干扰信号弱得多。但是它带着信号发射者的信息从固

定方向长时间不间断地传播，在测试仪器上表现出具有一定波长范围内的信号，肯定会超过干扰信号的作用，从而被测试者辨认。于是仪器上表现出的信号强弱就反映了正在生长的植物细胞组织内部新陈代谢的物理及化学反应速度。由于植物的超弱光辐射光谱分布很广，我们可以先选出某一波段区间，在仪器上最容易表现出的强度范围进行测试。甚至暂时不去考虑它所代表的是什么样的物理化学反应过程。对同类植物在相同条件下和相同谱区进行大量的测试，取其平均值，首先了解从太空返回地表的种子与地表同类植物种子的新陈代谢速率平均值的差异，这是一种客观的具体数据上的差异。如果与有关生物学家和生物化学家共同研究信号的具体反应机制，那将是非常

有意义的事。用同样方法，当然可以跟踪植物生长期新陈代谢的物理和化学反应的历史情况，研究新陈代谢过程在植物生长期的历史性变化。

以上是关于利用植物细胞自身发射的超弱光辐射测量细胞内的新陈代谢过程的建议。它的特点是发射者与接收者相互之间并没有直接的接触，相互独立工作。此外，还有一种既是信号的发射者同时又是信号的接受者的情况，由于与本文讨论主题无密切关系，暂不在这里讨论。

参考文献

- [1] Bjoern L O. Photobiology(2nd). Springer, 2008. 591
- [2] Lewerenz H J. Photons in Natural and Life sciences. Springer, 2012

物理新闻和动态

在实验室中显示 “狮身怪兽”体

在希腊神话中曾描述过许多怪兽，例如狮首、羊身、蛇尾的“组合体”，这种不一致的动物只能用雕塑来实现。从非线性动力学的角度来看，这类组合就是一个部分同步、部分相干的耦合振荡系统。从理论上至少可以证明，这类“组合体”状态是能够存在的，但在真实世界中却很难证实它的存在。最近，美国有两个研究组同时在实验室内证实了它的存在，一个是美国马里兰大学 R. Ray 教授领导的研究组，另一个是美国西弗吉尼亚大学 K. showalter 教授领导的研究组。马里兰大学的研究组是对激光束的波前进行空间调控，并以得到的图像为基础，利用反馈技术，将相邻的像素耦合到激光束上，使其产生相延迟的反馈，这种激光束就会出现部分被相干的部分不被相干的状态。而弗吉尼亚大学的研究组是使用振荡化学反应的方法来达到的，他们让覆盖着催化剂的粒子在橙色与绿色之间发生循环振荡。由于反应具有光敏效应，所以每次循环振荡周期的相位是可控的，再加上粒子间的耦合效应，在恰当的耦合下就会出现所需的“组合态”，即其中有一半的粒子处于同步状态。新观察到的这个现象引起人们极大的好奇心，因为它非常类似于神经网络中出现的动态变化性质。

(云中客 摘自 *Nat. Phy.*, 2012, 8: 658)