

摘译

外国自然科学哲学

2
1976



摘 译

外国自然科学哲学

上海外国自然科学哲学著作编译组编

2

1976

上海人民出版社

摘 译

外国自然科学哲学

一九七六年第二期(总第八期)

上海外国自然科学哲学著作编译组编

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海新华印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 6 字数 147,000

1976年4月第1版 1976年4月第1次印刷

定价: 0.47 元

国内发行

目 录

光合作用研究

努力做好光合作用的研究工作 李 平(1)

1924~1974 年光合作用在概念上的发展

.....[美] J·迈尔斯(6)

光合作用的化学演化途径

.....[苏] A·A·克拉斯诺夫斯基(24)

光合作用与生命:过去、现在与将来

.....[英] G·E·福格(33)

通过光合作用得到太阳能[美] M·卡尔文(49)

光合作用的生理[澳] F·L·米尔索普 J·穆尔贝(60)

高山生理

适应现象研究的历史背景.....[美] C·D·利克(77)

适应现象的一般特性[美] E·F·阿道夫(89)

生理适应的一般特性[美] E·F·阿道夫(105)

细胞水平上的适应[苏] З·И·巴尔巴绍娃(110)

计算机科学

关于人工智能的可能性和局限性专题讨论会的报告

.....[日] 渡边 慧(135)

不可知论关于人工智能的一种立场

.....[美] B·钱德拉塞克兰等(137)

人工智能的评价问题〔美〕 S·C·里德(153)

需要一个比较好的认识结构的理论

.....〔美〕 G·A·米勒(158)

苏修科技动态

结构主义概念中的人和自然

.....〔苏〕 M·H·格莱茨基(163)

外国自然科学家的哲学观

从柏拉图到马克斯·普朗克

——原子物理学的哲学问题〔德〕 W·海森堡(178)

努力做好光合作用的研究工作

李 平

光合作用,是目前国外自然科学界比较热门的研究课题之一。这样那样的理论模型接二连三地发表,各种类型的实验方案一个又一个地提出,关心这个问题的人也远远超出了传统的植物生理学界,同十几年前的冷清景象相比,恰成一个鲜明的对照。

为什么会发生这样的变化?怎样看待这种变化?我们应当怎样开展自己的光合作用研究工作?

揭示光合作用的机理,掌握光合作用的规律,有着重大的理论意义和实践意义。植物的光合作用,是地球上唯一能够大规模利用和贮存太阳能的自然过程,也是唯一能够大规模利用二氧化碳和水等无机物合成有机物并放出氧气的自然过程。迄今为止,人类生存和发展所需要的食物和能源,几乎都直接或间接地依赖于植物的光合作用;即使是人类生存所必需的空气、气候、土壤等自然环境,也和植物的光合作用有着密切的关系。因此,深刻地认识并能动地利用光合作用的客观规律,对发展农业生产、加强环境保护、探索大规模利用和贮存太阳能的新途径和开辟新能源,都有着重要的现实意义;对于揭示和弄清生命起源、物质转化与能量转化等自然过程的客观规律,也是十分重要的。

当然,这些问题,到目前为止,实际上大都还只是一些理论上的分析和推测,有的则是哗众取宠,要真正在实践中看出切实的效果,还需要付出极大的艰苦努力。

为了更好地开展光合作用的研究,力争多快好省地取得成果,为了加强和巩固无产阶级专政和加速社会主义建设事业,有必要回顾一下光合作用研究的曲折发展历程。

劳动人民在从事农业生产的长期实践中,在远古时代就已经认识到植物的生长发育和阳光、空气及水份有着密切关系,并逐渐积累了适当处理这些关系以促进作物增产的不少有益经验。人们对植物的光合作用进行实验研究,是从十八世纪七十年代开始的,至今已有二百多年的历史。到十九世纪初,即在几十年的时间内,人们已经弄清植物进行光合作用的基本过程,及阳光、二氧化碳和水等光合作用主要因子之间的关系。但是,此后差不多一百年的时间内,尽管研究手段有了很大的改进,人们对光合作用的认识却没有什么重大的突破。这种长期停滞现象,主要是由于形而上学的思想方法和研究方法造成的。当时的一些研究者,都只是着眼于寻找植物光合作用最适合的环境条件,搞所谓的单因子分析。为了揭示各种因子在光合作用中的不同作用,把它们分割开来,逐一考察分析,不仅是允许的,而且是一个必要的阶段。但是,当时的那些学者们却被单因子迷住了眼睛,把本来互相联系、互相制约的各种因素机械地分割开来,片面地、孤立地寻找光强、温度、二氧化碳等因子的单一作用。结果,实验数据虽然积累了一大堆,却如堕烟海,不仅抓不住主要矛盾,而且许多实验互相矛盾,前后打架,一片混乱。要寻找真理,却走进了远离真理的死胡同。这种现象,是轻视劳动人民的社会实践、理论至上、实验室万能的资产阶级学风的必然结果。光合作用研究史上的这段曲折,对当前科技界反对开门办科研的奇谈怪论,不也是一个有力的批判吗?

进入二十世纪以后,有些人综合分析了前人的研究材料,注意到影响光合作用速度的各种环境因素的相互联系和影响,从而找出了在不同条件下各种因素的不同作用,才把研究工作向前推进了一步。可是,由于他们仍然没有挣脱单因子分析方法所形成的陈

规旧套，以至刚刚迈出的一只脚就又被传统的框框拴住了，光合作用的机理究竟是什么，仍然是他们打不开的一个“黑箱子”。这表明，没有正确的哲学指导，没有敢于打破旧传统大胆创新的精神，是无法把认识推向一个新的高度的。

后来，经过许多人几经周折，包括对观测仪器的大力改进，一直到一九三九年，“黑箱子”总算打开了。在这个过程中，先是有些人采用比前人更为精细的分析，发现在不同的光强条件下，光合作用与温度的关系是不一样的，有人据此进一步把光合作用概括为“光化学反应”与“暗反应”两个步骤。三十年代初关于细菌光合作用的发现，对于打开“黑箱子”起了很大的推动作用。由于当时把放氧与否视为光合作用重要标志的观点占了统治地位，而细菌的光合作用是不放氧的，因此，细菌光合作用的发现就被一些权威们排斥、压制了十多年。四十年代初，从细胞分离出有活力的叶绿体，能在光下分解水而放氧，是一个重大的发现。但因为还不能还原二氧化碳，也曾被一些“正统”的光合作用专家认为是假象。在光合作用的研究历史中，这种曲折迂回的事例，对人们颇有教益：科学真理往往是那些开始并不出名的“外行”发现的，那些“内行”、权威们的口袋里倒可能有不少谬误；检验真理的标准是群众的实践，而不是风靡一时的某些条条框框。因此，盲目迷信所谓的大权威，跟着那些所谓的时髦学派随波逐流，难免上当受骗。

从所谓的“黑箱子”打开以后，人们对光合作用机理的探索，逐渐从生理领域进入到生化领域，六十年代以后，分析研究工作更进一步深入到分子水平。到目前为止，对于光合作用机理的揭示，从不少方面来看，可以说是越来越细致了，这无疑是一个很大的进展。但是，只见树木，不见森林的形而上学又蔓延开来了，许多人热衷于分子水平的分析，忘却了或者说忽略了植物体毕竟不等于一大堆分子。现在国外关于光合作用的相互矛盾的假说成堆，甚至同一个假说本身也自相矛盾，这就和这种形而上学有着很大的关

系。远离生产实践，搞所谓纯理论的学风，甚至把关在实验室里进行分析研究看得高于一切的不良倾向，所招致的后果必然是十分严重的。所以，新的见解虽然不断公布，对农业和工业生产中迫切需要解决的那些实际问题却几乎全都无能为力。

二百年来光合作用研究的曲折历程又一次表明，自然科学是不能不受哲学支配的。不接受先进的、正确的哲学指导，就必然要当错误的甚至反动的哲学的俘虏。过去的所谓单因子分析法和当今某些把植物体归结为一大堆分子的研究活动，之所以会长期裹足不前，甚至越搞越混乱，不就是资产阶级形而上学毒害的结果吗？那些刮右倾翻案风的人污蔑广大科技工作者学习马克思主义哲学是什么用哲学代替自然科学，不过是为了推销曾经严重毒害过我国科学界、至今仍然毒害着一些人的乌七八糟的反动资产阶级哲学，把科技战线变成他们复辟资本主义的阵地。我们要通过对右倾翻案风的批判，认真学习马列和毛主席著作，自觉地用唯物辩证法指导科学研究工作，更快地发展我国的科学技术事业。

光合作用发展的曲折历史还告诉我们，搞任何研究工作的人，都必须坚持理论联系实际的马克思主义学风，积极投身到三大革命中去，和工农群众的革命实践同呼吸、共命运。实验室内的实验分析自然是不能忽视的，但是，实验室的天地毕竟有限，再先进的仪器也不万能。把实验与群众的实践隔绝开来，实验室本身也就失去了意义，置身于这样的环境之中，呼吸着发霉的空气，哪能有什么作为？这方面的教训实在多得很。那些刮右倾翻案风的人，大肆反对开门办科研，实际是企图把无产阶级的科研机构变成培育资产阶级精神贵族的温室，这是绝对不能容忍的。

开展我们自己的光合作用研究，还要深入批判爬行主义，洋奴哲学，坚持独立自主、自力更生的方针。对国外的资产阶级权威，绝不能盲目迷信，对于那些时髦的理论，更要以毛泽东思想为武器，采取批判分析的态度。比如，对至今影响很深、为不少人推崇

备至的“双光增益”说，我国年青的科研人员不迷信，采取批判分析的态度，就发现它在理论上不少地方存在着矛盾，有些实验事实也不能充分解释。这对那些见了洋东西就矮了一截的人来说，应该是一服清醒剂。

现在，不肯改悔的走资派邓小平的反动面目已经充分暴露在光天化日之下，邓小平所推行的那条反革命修正主义路线的罪恶目的，人们也更加清楚了。这将激励我们科技战线的同志，为巩固无产阶级专政做出更多的贡献。我们应当在毛主席革命路线指引下，以毛主席的一系列重要指示为武器，抓住阶级斗争这个纲，对准不肯改悔的走资派邓小平和他推行的那条反革命修正主义路线，穷追猛打，彻底肃清其流毒，进一步加强科技领域的无产阶级专政。当前的大好形势，一定能更加充分地激发工农群众和广大科研人员的革命积极性，我国的包括光合作用在内的各个科学技术领域，一定会展现出更加朝气蓬勃的崭新景象，一定能更快地赶上和超过世界先进水平。

1924~1974年光合作用在概念上的发展

〔美〕J·迈尔斯^①

〔内容提要〕 这是在美国植物生理学会成立五十周年纪念大会上的一篇总结性的报告。作者回顾了半个世纪以来光合作用研究的发展过程。从作者阐述这个发展过程所提供的材料中，我们可以看到人们对光合作用机理的认识是如何逐步加深的；一些概念是如何形成和发展的。

文章后一半讲到了问题积累的情况与Z方案的形成。然后又提出了六个假设，这就是现在正在集中研究的几个方面，可供参考。

我将采用历史的方式来谈光合作用的现代概念的建成。我本来不是一个历史学家，所以我得声明这并不意味着我这样做的结果将是一篇正确的历史。相反地，我只是根据在这段时期大部分时间中曾在这个领域里工作过的资格，作一项编辑性的叙述。

五十年前的光合作用概念，已由斯波尔和斯太尔斯所写的专书作了概括。斯波尔是一个有机化学家，他的书是美国化学学会出的一本专著，但是它只有一小部分会被今天的读者认为是化学。这个局限性并不是因为当时科学家靠想象造成的。斯波尔用了三十页的篇幅讲了根据又好又扎实的书本化学上的理论。这种局限性只是由于缺乏足够锐利的工具，对比叶绿素及其累积起来的最

① 作者在美国得克萨斯大学植物系和动物系工作。

后产物更进一步的东西进行解剖。那就势必只能把其机构当做一只黑箱对待,靠测什么东西收进去和什么东西放出来,而推定它的特性。

毫无疑问,二十年代最大的冲击是沃伯格做的。但是说也奇怪,冲击并不是在生物化学方面;事实上我将建立这样的论点,即它是反生物化学的。但是,首先我们应当注意到沃伯格的主要贡献是技术性的,而不是理论性的。他在1919年引进气压计方法来测量气体交换和一个新的实验生物——小球藻。五十五年后,这个方法和这个实验生物还被人应用。为了体会这个贡献的重要性,我们必须谈谈在这以前测量光合作用速度的几种方法。

最能说明情况的是那些多少能测量气体交换的方法。这些都是宏观方法,灵敏度是以毫升气体来计算的。这就意味着要使用大的样品,叶子或整株植物,照光的面积很大,实验的时间很长,经常要好多小时。沃伯格的新方法一下子把灵敏度提高到测量微升的气体交换,因而相应地减小了样品的体积和观测的时间。实验材料是一个藻类细胞的悬浮液,可以定量分离抽取。取样问题变为次要了。较小的和较易控制的光束都使用得上。

附带谈一下沃伯格的方法在缩短试验测定的时基方面的主要进展。后来的技术进展在时间分辨方面提供了巨大得多的改进。我们能分辨和测量生物化学过程,较快的光化学过程和更快的光物理学过程。沃伯格的方法把时基从以小时计算改进到以分计算,从而使我们摆脱了只能测量与生长结合的或是全部代谢的束缚。

如果我们要了解象光合作用这样的—个特殊的细胞过程,从测量植物的全部或概括的代谢只能得到模糊的和不肯定的资料。所有早期的光合作用研究都受这个严重的束缚,特别是早期把碳水化合物认为是光合作用产物。

早期用整体植物测定气体交换肯定了光合商($AQ = \Delta CO_2 / \Delta O_2$)接近于一。这个想当然的结论,即碳水化合物是光合作用的

产物,更被长时间照光后所观测到的淀粉的累积而增强了力量。由于所有的测定都是在很长时间中做的,只能描述全部代谢过程,所以不可能得出别的结论。高等植物的组成预示全部代谢必然反映植物以碳水化合物为主的经济。碳水化合物就是光合作用本身的产物,这个受人尊敬的概念(不论在今天这是否是一个恰当的提法)只是个科学神话。

在人们考虑到小球藻及其他藻类的事例(在这里气体交换可以在短时实验中测定)之前,上面所说的可能被认为是学术界的琐事。很多年来小球藻都被认为是高等植物的一个缩影。这是一个误解。小球藻和其他微藻类是微生物。它们的代谢任务是合成新细胞,含有50~60%蛋白质和大约只有30%碳水化合物。沃伯格引入小球藻是一个古怪的不合常规做法。一个主要是合成蛋白质的生物变成研究光合作用的标准生物,而光合作用则被认为完全是合成碳水化合物的一个过程。假使光合产物的原来证据不是获自高等植物,而是从藻类的长时间实验中获得的,我们或许会从蛋白质是主要产物的这样一个结论开始。所幸的是,我们比较容易促使小球藻在短期内主要合成碳水化合物,而这个办法就成了标准实验技术的一部分。

沃伯格的其他一些贡献记录了他对二十年代科学思想的冲击。他对温度效应的极其简洁的数据,建立了在低光强下有低的 Q_{10} ①(大约为一),在高光强下有高的 Q_{10} (≥ 2),从而证实了布莱克曼的意见,包含有光和暗两种反应。他的闪光实验为后来的埃默森和阿诺德的实验打下基础。他观察到氧的抑制作用。这在生物化学上一直到最后都解释不了,尽管田宫及藤茂后来指出 O_2 与 CO_2 浓度的相互影响,而且影响的轨迹是在羧化酶上。沃伯格是不受生理学必须在生理条件下研究的陈词滥调束缚的。他把pH

① Q_{10} 为温度系数,即温度增高 10° 时反应速度增加的倍数。——译者

降低到 3, 得到一种无调节的硝酸还原, 并证明了有一个硝酸的光化学还原和一个当量的氨的产生。回想起来, 这可以认为是希尔反应^①的早期证据, 但是当时的科学家, 更不要说沃伯格是没有这样的思想准备的。

无疑地, 沃伯格的最重要的理论贡献是在于量子产量的测定。别的人搞过力能学, 而沃伯格则把量子认作适用于光化学过程。他训练他的小球藻并安排测定的方案, 使他每量子能得到最多的氧。他寻找的不是对所有植物都适用的平均值。他要知道这套机器能有多大效力。他得到一个每氧为 4.3 量子的实验数据。自然, 在概念上这个数值成为四, 也就是人们所能期望的最爽快利落的数值。

往后年代中对于四这个量子值所开展的解释也是同样的利落和简单的。测出来的输出是 112 千卡。测出的四个量子在 660nm 的输入是 172 千卡。这就为稳定中间物的热力损失只留下一个令人不安的低数值 60 千卡。因此, 必需有种特殊的光物理机能, 能使碳通过四个还原步骤而不留下任何稳定的中间产物的痕迹。显然这里没有生物化学插足的余地。维尔斯坦特的想象被保持下来。这种特殊的光化学过程必然是在一个叶绿素- CO_2 复合体上进行的。

直到三十年代后期, 这个四量子教条没有被怀疑过。第一个实验挑战来自威士康辛大学的曼宁、斯托弗、达格尔和丹尼尔一伙人。他们用大量的小球藻, 以老式的体积方法测定较长时间内的气体交换。他们的量子数目没有一个接近于四, 有些则是数以百计; 他们从一类实验所估计的量子数是 20。继之而来的量子产量工作的风气持续了将近二十年。量子数是低(≤ 4)呢, 还是高(≥ 8)呢? 科学界其他的人对这上面花费的人力、时间和在讨论会上的

^① 希尔反应: 离体叶绿体照光时能氧化水放氧, 同时还原一个外加的电子受体。——译者

激烈争吵，必然感到过惊异。直到沃伯格死时，争论方才停止。但是对于量子数的关心的理由到那时已经消失了。已经证明了的生物化学过程和生物物理过程所要求的能量损耗，不可能由每 O_2 四个量子来推动。

三十年代初期的一个突出的事件是范·尼尔斯的理论；这个理论我将按 1935 年所提出的形式来谈。有人已作过详细的评述。用加夫伦的话来说：“紫色细菌给范·尼尔斯提供一个线索，用现代代谢概念为光合作用提供第一幅普遍有说服力的图画”。范·尼尔斯的论证从三个步骤出发：

1. 绿色和紫色硫细菌把 CO_2 还原为有机物要照光，所以它们进行了一种光合作用。

2. 细菌的代谢过程最好理解为一系列脱氢反应： $H_2A + B \longrightarrow A + H_2B$

3. 在细菌的与植物的光合作用间有一个形式上的相符： $CO_2 + 2H_2A \xrightarrow{\text{光}} (CH_2O) + H_2O + 2A$

这个普遍化的方程式意味着不同的有光合活力的生物可能需用不同的氢供体使 CO_2 最后还原。

比较生物化学的需要迫使范·尼尔斯在他的论述中迈出第四个步骤。在一个可以用普遍的总方程式描述的各种类型的光合作用中，必须有一个共同的分母。对于一个微生物学家说来， CO_2 还原好象并不怎样特殊。据悉有些自养细菌在黑暗中也可以进行，所以他提出在所有的光合作用中，光化学反应是在一个 $Chl \cdot H_2O$ 复合体上，供应一个 (H) 去还原 CO_2 ，而留下一个氧化的部分。光合作用的差别起于所用的 H 供体（例如 H_2O ， H_2S 有机底物）去除那个氧化的部分。

加夫伦表明即使光化学反应在一个 $Chl \cdot CO_2$ 复合体上进行，我们也必需考虑代谢式的供体。但是他还继续做到“通过实验改变绿藻的行为，使它们在光合作用上变成紫细菌”。加夫伦比较快

地接受了范·尼尔斯第四条命题的逻辑精神，从而避免了一场现在回想起来似乎是无用的争论。尽管这条命题的普遍性后来证明是错的，我们现在在光合作用的词汇中仍保存了代谢的和 H_2 供体这些字眼。而且我们有理由把水设想为邻近光化学过程。

三十年代的第二件大事是埃默森和阿诺德的研究工作，这些实验在设计上、在技术成就上，和在最后结果的理论价值上都是伟大的。如果光合作用需要兼有快的光化学反应和慢的酶反应，而且如果这些反应是循环地和一连串地进行的，那就应该能够在时间上把它们分开。人们必须用强度足够的闪光，使所有的光化学活跃单位在一闪中都能起作用，但是短得使一个光化学活跃单位在每一闪中只能作用一次；而且中间隔开的黑暗时间长得足以完成必要的酶反应循环。根据他们的一篇论文，埃默森和阿诺德有理由认为他们在实验中达到了这些要求。最高的闪光产量（实际上是几千闪的总和）是不受温度影响的。只是达到最高的闪光产量所需要的黑暗时间（大约即是布莱克曼酶反应所需要的时间）受温度的影响。

打乱了所有以前想法的是第二篇文章。在一个每一闪光产生 n 分子 O_2 的小球藻样品中，叶绿素分子的数目约为 $2000n$ 。显然这里有一种机制使 $2000Chl$ 能合作去还原一个 CO_2 。

我将不多谈光合单位概念的早期曲折历史。反对这个概念的一部分理由是技术性的（闪光是确实饱和了么？），一部分是由不相符的实验所提出的（常常是用的长闪光），一部分是因为看来可能找到一些比一个 Chl 分子合作集体不那么骇异的解释。光合作用还没有摆脱溶液光化学的桎梏。

三十年代的第三个显著的进展是光电光谱光度计的发展和色谱层析为了纯化植物色素的重新发展。这就有可能去做 $Chl\ a$ 与 b 及其他植物色素的快速和定量分析。

到四十年代初期人们才把光合作用是水的光解看成是合法

的。一个证据是由下述观察得来的，即放出的氧的 O^{18}/O^{16} 比例与水中的一样。原始的数据非常明确，简直没有什么误差，但是后来却有人要重新估价，因为与 H_2O 比起来，碳酸盐和大气中的氧都有一个可以测量出的较高的 O^{18}/O^{16} 比例。到了 1945 年，重新估价肯定了原始解释具有高度的正确性，并得到结论说大气中 O^{18} 的增多很可能是其他的(二级的)交换反应所导致的。

同位素比例的资料对光合作用放出的 O_2 来自于水(非来自 CO_2)的设想提供了高度可能性。它并没有说明 O_2 产生的机制(现在也还不知道)。它并不要求假定 $H_2O \rightarrow O_2$ 的转化邻近于光化学反应，但使这个假设能被接受。这个可能性由于同时的希尔的研究而更加说得过去了。不过当时并没有立刻就见分晓，坎曼和希尔相互都没有提到对方的工作，虽则他们的论文在时间上是交叉的。

希尔在 1937~1940 三年间的四篇文章(后两篇与斯卡里斯布里克合写)提供了一个科学发现的历程，值得每一个科学工作者的思考。叶绿体显然是光合作用的细胞器官，它们包含这些色素，而且它们在光中积累淀粉。叶绿体从细胞分离出来以后，可以看出暂时产生少量的氧气，但是不能测量。希尔认识到肌肉血红蛋白对氧的高亲和力和可用来做为一个极为敏感的测氧根据。

在他第一次报道的实验里，希尔对野芝麻的叶绿体生产 O_2 的过程做了两分钟的实验，在这个时间内 O_2 的总产量达到 0.3 微升。即使为了得到这么少的 O_2 ，他还必须加回叶子的提取液。草酸铁发现与叶子提取液同样有效。这种打问号的实验也做了。答案是肯定的。但是希尔在这些实验与光合作用的关系上的结论是保守的。他的确认识到离体的叶绿体为“把生化方法应用到绿色植物上‘提供了’新的可能性”。

过了三年和发表了两篇文章之后，又作了些深思熟虑的实验，希尔和斯卡里斯布里克才容许自己作出结论说：“植物光合作用中