

细胞中的能量转换器——线粒体和叶绿体

王宇欣

(湖南省长沙市第一中学, 湖南长沙, 430100)

【摘要】众所周知,任何生物的基本单元都是细胞,而根据细胞结构以及功能复杂的程度,能够将其归纳成原核细胞与真核细胞两种。其中,原核细胞属于地球上出现最早的细胞,其构造十分简单,且在细胞内部不存在细胞核,而遗传物质则是环状分子,且始终游离于细胞质当中。两种细胞最大的差异就是真核细胞具有线粒体亦或是层具有线粒体。在高中生物学学习的过程中,线粒体与叶绿体是学习的重点,在细胞中发挥着能量转换器的作用。为此,有必要正确认知线粒体与叶绿体。

【关键词】细胞;能量转换器;线粒体;叶绿体

从本质上来讲,生命系统就是能够与外界环境完成物质与能量转换的一种开放性系统。在教材内容中,已经涉及到线粒体的有氧氧化过程与叶绿体光合作用,但笼统性明显,即便是学习起来也具有较大的难度。所以,下文将以线粒体与叶绿体为研究重点,阐述其能量转换的相关内容,希望有所帮助。

1 质子驱动力与三磷酸腺苷生成研究

一般来讲,三羧酸循环的结果就是实现葡萄糖内部活泼性不强的化学能还原为物质 $NADH$ 化学能。为了将 $NADH$ 化学能有效地释放出来,就一定要借助电子传递链,使其具有较强活泼性的电势能逐渐被释放出来,并在电子传递链末端与氧相互结合而形成水^[1]。需要注意的是,释放电势能属于渐进性的过程,所释放能量一定要在线粒体当中具备特定蓄能池,而这也正是线粒体的内膜腔。而 $NADH$ 所释放出的能量则是通过氢离子电化学梯度能量在内膜腔内部保存。受到质子泵的影响,由 $NADH$ 所释放出来的电势能就会出现氢离子电化学梯度。然而,中间能量的状态具有不稳定的特征,仍然应当借助定位途径在线粒体内膜实现三磷酸腺苷合成酶的有效转化,最终形成具有较强稳定性的三磷酸腺苷。

而对于氢离子跨膜运动而言,其内膜内部和外部氢离子浓度与其所受电场力存在紧密的联系。通常,离子的扩散会由浓度较高的位置向浓度较低的位置扩散,而氢离子则会跟随电势梯度降低方向而移动。而在线粒体的内膜两侧会生成电势化学梯度,所以氢离子才会跟随电势化学梯度向其基质返回,也就是所谓的质子驱动力。由此可见,质子驱动力在三磷酸腺苷和氢离子合成酶作用之下,是向基质返回并形成三磷酸腺苷不可或缺的动力来源。

2 线粒体能量的转换效率

电势梯度与质子浓度梯度是组成质子动力势的重要部分。其中,线粒体的质子动力势的组成部分就是电势梯度,且内膜的内侧与外侧差异不超过 0.3。以图一相关内容可以了解到,电子传递链复合物不仅能够对 $NADH$ 电子进行传递,同样具备了质子泵功能^[2]。而此能量保存效率也被称之为质子泵效率,可以将其定义成 η 。在此基础上,质子驱动力会对质子进行驱动,在三磷酸腺苷合成酶的作用下会向基质返回,并且形成三磷酸腺苷。需要注意的是,三磷酸腺苷合成酶能量转换的实际效率就是自由能与质子驱动力能量的比值,可以将其定义成 η_s 。除此之外,三磷酸腺苷整体自由能与 $NADH$ 化学能之间的比值则被当作是线粒体电子传递链中整体能量的转化效率,可以将其定义成 η_t 。然而,质子泵与三磷酸腺苷合成酶从本质上来讲就是相互独立且能够实现能量转换的装置,所以了解到, η 是前两者的乘积。

根据上文研究与分析发现,呼吸链当中的电子载体具备了一定的排列顺序与方向,并且以氧化还原定位为标准,由低向高不断排列。与此同时,电子还会按照氧化还原电位,由低向高的位置传递并移动,实现自由

能释放的目标。

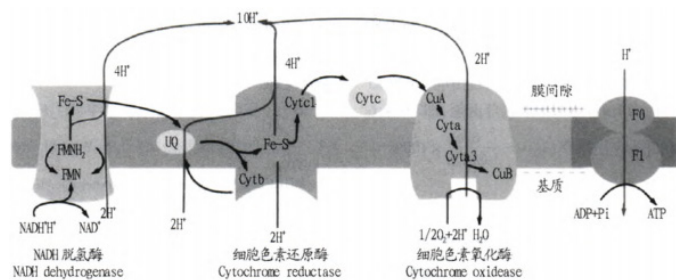


图1 线粒体内膜的电子链与电子、质子的有效转移

3 叶绿体光合作用中的能量转换

通常,自养生物能量代谢不可或缺的细胞器就是叶绿体,最基本的功能就是光合作用。在整个过程中,自然光将会逐渐转变为化学能,而从本质角度分析,则属于线粒体呼吸作用的一种逆向流程。对于线粒体电子传递链而言,其中的有氧氧化则是降低自由自发的过程,但必须有太阳光能作为重要保障并提供充足的能量。其中,高等植物光合作用要求相互协同,具体包括了光反应与碳同化反应。对于循环光合作用而言,水光解所形成的电子经历光系统 I 与 II 会向 $NADP^+$ 传递,并且还原成为 $NADPH$ 。正是受到光能的作用影响,使得两种光系统实现了能量的转变。但是,各电子能量的提升,都需要有光子消耗^[3]。当电子经历光系统 II 首次实现能量提升的情况下,借助“下山”这一方式经由电子传递链,使得水分子裂解并且形成质子,将其放置于内囊体腔的内部,形成质子驱动力,最终受到三磷酸腺苷合成酶的作用之下,最终形成了三磷酸腺苷。

4 结束语

综上所述,在生命系统当中,线粒体与叶绿体在能量代谢方面发挥着不可替代的作用。在文章中,针对质子驱动力相对于三磷酸腺苷合成酶并形成三磷酸腺苷而言,阐述了线粒体与叶绿体当中的能量转换问题,使我们在学习生命系统的时候,能够正确认知能量代谢本质以及基本原理,进而站在能量层面对于生命系统存在的普遍性规律予以进一步探究。

参考文献

- [1] 魏和平,曾德二,许远等.线粒体和叶绿体中能量转化问题研究[J].安徽农业科学,2016,(1):40-42.
- [2] 朱钦士.线粒体、叶绿体与细胞演化[J].生物学通报,2015,50(6):14-17.
- [3] 黄丹,宋丽莎.“观察叶绿体和线粒体”实验的分层递进设计[J].生物学教学,2016,41(5):55-56.