

· 特载 ·

与植物生理学有关的诺贝尔奖简介

邱念伟*, 王兴安

曲阜师范大学生命科学学院, 山东曲阜 273165

诺贝尔奖是当今科学界的最高奖励, 是科学研究中最杰出成就的象征。获得诺贝尔奖的科学家们都是科学界的精英, 他们做出的贡献在促进科学发展和社会进步中起着非凡的作用。本文介绍诺贝尔化学奖和生理学或医学奖中与植物生理学有关的奖项及其获奖者, 供植物生理学同行们参考。迄今为止, 与植物生理学有关的诺贝尔奖项有近30项, 逐一简要介绍如下。

1 与植物水分代谢有关的诺贝尔奖

(1) 范特·霍夫(Vant Hoff)。荷兰化学家, 1901年因研究化学动力学和溶液渗透压的有关定律, 成为第1位获得诺贝尔化学奖的科学家(杨建邺2001; 胡伶俐2001)。范特·霍夫提出的溶液渗透压的计算公式 $\psi_s = \psi_\pi = -iCRT$, 一直是植物生理学中研究、分析和测定植物细胞吸收和运输水分的基础。

(2) 彼得·阿格雷(Peter Agre)和罗德里克·麦金农(Roderick MacKinnon)。前者是美国生物化学家, 1988年, 他在鉴定人类Rh血型抗原时, 在细胞膜上发现了一种分子量为28 kDa的蛋白, 称为CHIP28。1991年, 他测定了CHIP28的cDNA序列, 并将CHIP28的mRNA注入非洲爪蟾的卵母细胞; 在低渗溶液中, 这种卵母细胞即迅速膨胀破裂, 从而揭示了细胞膜上水通道蛋白(亦称水孔蛋白)的存在。这一发现掀起了分离和鉴定水通道蛋白的高潮。此后的短短几年内, 人们从植物中也分离出了4种类型的水孔蛋白, 从而认识到水分进出细胞的主要途径是水通道蛋白。阿格雷因此获得2003年诺贝尔化学奖(于秋菊等2002)。在这一奖项中的另一位美国科学家麦金农的主要贡献是绘制出世界上第1张离子通道(K⁺通道蛋白)的三维结构图, 并阐明了离子通道的结构和工作原理。离子通道是矿质离子快速进出细胞的专一性通道, 在调节包括植物细胞在内的细胞生命活动

过程中非常重要。

2 与植物矿质营养有关的诺贝尔奖

除了前面提到的美国科学家麦金农阐明了K⁺通道蛋白的三维结构及工作原理和后面要提到的丹麦生物化学家斯科最早描述离子泵(如Na⁺、K⁺-ATPase)转运离子的机制以外, 还有2个诺贝尔奖项与植物矿质营养有关。

(1) 弗里兹·哈伯(Fritz Haber)。德国化学家, 人工合成氨的发明者, 他由于发明直接用氮气和氢气人工合成氨的化学(工)固氮法而于1918年获得诺贝尔化学奖(杨建邺2001; 胡伶俐2001; 岳桦1998), 使化学氮肥和其他含氮化合物得以批量生产, 从而使农作物产量得以大幅度提高。但是哈伯用他的这项发明帮助德国制造炸药和化学武器, 参加了第一次世界大战, 而成为一位最具争议的诺贝尔奖获得者, 曾受到世界科学家的谴责。

(2) 埃尔文·内尔(Erwin Neher)和伯特·萨克曼(Bert Sakmann)。两人都是德国马克斯·普朗克学会生物物理化学研究所的科学家, 他们发现细胞膜上存在着单一离子通道, 并对这些单一离子通道的功能作了研究; 而且据此发明了一种可以直接测定单个离子通道电流的“膜片钳技术”(patch clamp)。现在, 这项技术在植物生理学领域也广泛使用。由于离子通道在生命活动中有着广泛而深刻的作用, 二人共同获得1991年诺贝尔生理学或医学奖(傅杰青等2001; 于建荣等2001)。

3 与植物光合作用有关的诺贝尔奖

植物光合作用是自然界中最重要、最普遍的化学反应过程, 也是植物生理学中最受关注的研究领域之一。与植物生理学有关的诺贝尔奖中以与光合作用

收稿 2006-10-20 修定 2006-12-05

资助 曲阜师范大学博士科研启动基金(2004)和山东省高等学校实验技术研究项目(2005421)。

* E-mail: nianweiqiu@163.com; Tel: 0537-4456415

用有直接或间接关系的诺贝尔奖项为最多, 有8个之多。

(1) 威尔斯泰特(Richard M. Willstätter)。德国化学家, 叶绿素晶体结构的发现者, 他发明了萃取植物色素的方法, 并查明绿色植物细胞中存在着2种类型的叶绿素, 即叶绿素a和叶绿素b, 二者大约以3:1的比例存在于绿色细胞中, 都是镁的络合物。威尔斯泰特因此获得1915年的诺贝尔化学奖(杨建邺2001; 胡伶莉2001; 岳桦1998)。

(2) 汉斯·费歇尔(Hans Fischer)。德国化学家, 他确定了整个叶绿素的结构, 并且证实叶绿素和血红素在化学结构上有许多相似之处, 叶绿素和血红素的活性核心部位都是由卟啉构成的, 这项工作为人工合成叶绿素铺平了道路。费歇尔因此获得1930年诺贝尔化学奖(杨建邺2001; 胡伶莉2001)。

(3) 卡尔文(Melvin Calvin)。美国生物化学家, 在上世纪50年代, 他发现了植物光合作用中后来人们称之为“卡尔文循环”的二氧化碳同化途径, 即叶绿体如何通过光合作用把二氧化碳转化为机体内碳水化合物的循环过程。卡尔文因此获得1961年诺贝尔化学奖(杨建邺2001; 胡伶莉2001)。

(4) 伍德沃德(Robert Burus Woodward)。美国化学家, 他以极其精巧的技术, 合成了胆固醇、维生素B₁₂和叶绿素等多种有机化合物。同时, 他对有机化学合成和结构分析都有独到的见解和杰出的贡献。1965年, 他提出了有机反应的基本规律“分子轨道对称守恒原理”, 所以他被誉为“现代有机合成之父”。他因为在合成甾醇和叶绿素等复杂有机化合物方面有杰出的贡献而荣获1965年诺贝尔化学奖(杨建邺2001; 胡伶莉2001; 岳桦1998)。

(5) 彼得·米切尔(Peter Dennis Mitchell)。英国生物化学家, 他提出了化学渗透学说, 并用以解释光合和氧化磷酸化的作用机制。这个学说认为, 光合作用和呼吸作用过程中跨膜形成的质子动力(proton motive force, pmf), 又称质子电化学势差, 是促使ATP合成所需的能量, 并制定了化学渗透理论的公式: $\Delta P(\text{pmf}) = \Delta \psi - 2.3RT\Delta\text{pH}/$

F 。米切尔因研究生物系统中的能量转变过程而获得1978年诺贝尔化学奖(杨建邺2001; 胡伶莉2001; 岳桦1998)。

(6) 戴森霍弗(Johan Deisenhofer)、休伯尔(Robert Huber)和米歇尔(Hartmut Michel)。三人都是德国马普学会生物物理所的科学家, 他们因阐明紫色光合细菌反应中心的空间结构而共同获得1988年的诺贝尔化学奖(叶济宇1989)。通过这项工作, 人们对光合作用过程中光能的吸收、传递和转化机制遂有了更为直观的认识。

(7) 马库斯(Rudolph Arthur Marcus)。美国化学家, 加州理工大学教授。他因阐明包括光合作用和呼吸作用在内的化学系统的电子传递机制, 获得了1992年的诺贝尔化学奖(杨建邺2001; 胡伶莉2001)。他提出的电子转移模型认为: 电子转移反应速度取决于电子供体与受体之间的距离、反应中自由能变化以及反应物与周围溶剂重组能的大小。电子转移过程可发生在很多体系中, 其中包括生命体系。这一理论模型促进了人们研究和认识包括光合和呼吸作用在内的很多生物化学过程。

(8) 博耶(Paul Delos Boyer)、沃克(John Ernest Walker)和斯科(Jens Christian Skou)。博耶是美国生物化学家, 他根据彼得·米切尔提出的化学渗透学说, 提出了ATP合成酶合成ATP的“结合转变机制”, 这一机制解释了ATP合成酶催化特点。英国生物化学家沃克确定了构成ATP合酶的蛋白质亚基的氨基酸序列, 澄清了ATP合酶的三维结构, 他的工作支持了博耶的“结合转变机制”。丹麦科学家斯科则发现了离子泵(如Na⁺、K⁺-ATPase)利用ATP逆浓度梯度转运离子的机制。三人都是因研究ATP酶而共同获得1997年诺贝尔化学奖(杨建邺2001; 胡伶莉2001)。他们的研究成果使人们认识了生物产生能量的方法以及能量在离子跨膜转运中的作用机制。

4 与呼吸作用有关的诺贝尔奖

(1) 毕希纳(Eduard Buchner)。德国生物化学家, 他于1897年发表的《非细胞的发酵》一文, 证明离体酵母提取物可像活体酵母细胞一样将葡萄糖转变为酒精和二氧化碳。这一转变并不依赖于

酵母细胞, 而是依赖于无生命的酶。这一成果结束了长达半个世纪之久的有关发酵本质的生命力论和机械论的争论, 从而推动了微生物学、生物化学、发酵生物学和酶化学的研究。因此, 他被授予1907年度诺贝尔化学奖(杨建邺2001; 胡伶俐2001; 岳桦1998)。

(2) 哈登(Arthur Harden)和奥伊勒-凯尔平(Hans von Euler-Chelpin)。人们研究新陈代谢是从查明酵母细胞是怎样把糖变成乙醇开始的。毕希纳曾指出: 发酵可在含有酶(酒化酶)的酵母无细胞提取物中发生。英国生物化学家哈登进一步证明酒化酶是酶的复杂混合物, 其中每一组都催化蔗糖转化为乙醇的分阶段降解; 并指出磷在新陈代谢中起重要作用, 蔗糖转化的第一阶段实际上是糖的磷酸化, 磷酸酯是反应的关键性中间体。他分离出糖发酵过程中的代谢中间产物二磷酸果糖, 是人们确认的第1种代谢中间物。瑞典生物化学家奥伊勒-凯尔平第1个揭示出酶和底物可通过羧基和氨基连接; 他在研究辅酶结构和性质中指出酶分子中除蛋白质外, 还有非蛋白质即辅酶, 并提纯出酒化酶的辅酶, 证明此辅酶是糖与磷酸生成的特殊脂。哈登和奥伊勒-凯尔平因阐明糖发酵的过程和辅酶的作用而共同获得1929年诺贝尔化学奖(杨建邺2001; 胡伶俐2001; 岳桦1998)。

(3) 克雷布斯(Hans Adolf Krebs)和李普曼(Fritz Albert Lipmann)。前者是英国生物化学家, 他发现了生物体内营养物质糖类、脂肪、蛋白质等分解代谢的最终途径——三羧酸循环以及排尿素动物合成尿素的鸟氨酸循环。后者是美籍德国人, 生物化学家, 他证明泛酸是一种新的辅酶, 命名为辅酶A, 并发现辅酶A在调节新陈代谢中, 可以打通糖酵解和脂肪酸氧化的最终产物, 进入三羧酸循环的通道。他与克雷布斯共获1953年诺贝尔生理学或医学奖(傅杰青等2001; 于建荣等2001)。

(4) 瓦尔堡(Otto Heinrich Warburg)。德国生物化学家, 他设计了可以精确测定组织耗氧速度的检压计, 认为在细胞中存在激活氧的酶(末端氧化酶), 揭示正铁血红素在生物氧化呼吸链中起呼吸酶的作用。这些工作都是研究生物氧化的基础。为此, 他获得1931年诺贝尔生理学或医学奖(于

建荣等2001)。

5 与植物有机物代谢有关的诺贝尔奖

(1) 埃米尔·费歇尔(Emil Hermann Fischer)。德国化学家, 在糖类化学和含氮有机化合物——嘌呤的研究中有突出的成就。他阐明了糖的结构, 从而解决了长期以来有机化学领域中糖结构的问题; 发明了用苯肼鉴定糖类的方法, 并合成了近30种葡萄糖及其他糖类化合物。他认为生物学领域中糖类分子的形状比他们结构的作用更重要。他还合成了150多种嘌呤化合物, 并首次合成了18个氨基酸的多肽。他因成功地解决了糖的结构以及在嘌呤衍生物和肽合成等方面的成果, 荣获1902年诺贝尔化学奖(杨建邺2001; 胡伶俐2001; 岳桦1998)。

(2) 瓦拉赫(Otto Wallach)。德国化学家, 他最早制备纯化了萜烯类化合物并对萜烯加以命名。他测定出萜烯类化合物的结构都是由含5个碳原子的异戊二烯单位构成的聚合物, 并指出在强酸和高温作用下, 萜烯能从一种类型转变成另一种类型, 这是尔后人工合成萜烯的基础。他还最早人工合成了香料, 在脂环族化合物的研究中做出了贡献。他是脂环族和萜烯化学研究以及人造香精和合成树脂工业的奠基人。因此, 他获得1910年诺贝尔化学奖(杨建邺2001; 胡伶俐2001; 岳桦1998)。

(3) 卡雷(Paul Karrer)和哈沃斯(Norman Haworth)。前者是瑞士化学家, 1926年开始研究植物色素, 尤其是黄色的类胡萝卜素, 并阐明了其化学结构, 证明其中数种在动物体内可以转变为维生素A, 并确定了维生素A的分子结构。他还研究了维生素B, 证明了核黄素是维生素B的一部分。后者是英国化学家, 他发现糖的碳原子不是排列成直线而是环状, 此结构称为“哈沃斯结构式”。此后, 他转而研究维生素C, 并发现其结构与单糖相似。1934年, 他成功合成了维生素C, 这是人工合成的第1种维生素。这一成果不仅丰富了有机化学的知识内容, 而且还可人工合成廉价的医药用维生素C(即抗坏血酸)。为此, 卡雷和哈沃斯于1937年共同获得诺贝尔化学奖(杨建邺2001; 胡伶俐2001)。

(4)库恩(Richard Kuhn)。德国生物化学家,曾在威尔施泰特的指导下研究酶化学,后来发现了8种胡萝卜素,制备出纯品并确定了它们的化学结构。他还与卡雷共同阐明了核黄素的结构,并首次提纯出1 g核黄素。他还分离出维生素B₆,先后人工合成核黄素、维生素A和维生素B₂等。库恩由于对类胡萝卜素和维生素的研究成果而获得1938年诺贝尔化学奖(杨建邺2001;胡伶俐2001)。

(5)罗宾逊(Sir Robert Robinson)。英国化学家,主要从事有机化合物结构和合成的研究,他系统阐述了有机化合物分子结构稳定性的电子理论。1955年,他在《天然产物的结构关系》一书中提出了著名的生源学说。这一学说对天然产物的结构的阐明和化学合成都有很大的促进作用。由于他对生物碱分子结构的研究成果,使得多种抗疟药物的生产能得以成功。罗宾逊因在生物碱和其他植物次生产物研究中的贡献而获得1947年诺贝尔化学奖(杨建邺2001;胡伶俐2001;岳桦1998)。

6 与植物细胞信号转导研究有关的诺贝尔奖

(1)萨瑟兰(Earl Wilbur Sutherland)。美国生物化学家。上世纪50年代初期,他发现肝细胞组织中加入肾上腺素后肝糖原分解为葡萄糖加速;以后证实,肾上腺素首先作用于细胞膜,促使膜上的腺苷酸环化酶活化,于是在有Mg²⁺的条件下细胞内的ATP转变为cAMP,而cAMP可再促使胞浆中的磷酸化酶b转变为磷酸化酶a。由于肾上腺素并不进入细胞,其作用是通过细胞内cAMP传递的,因此将cAMP称为细胞内信使。据此,萨瑟兰提出了“第二信使学说”,cAMP作为第二信使广泛存在于包括植物在内的生物体中。这一学说的提出,推动了整个细胞信号转导的研究。萨瑟兰由于发现细胞内信使cAMP而获得1971年诺贝尔生理学或医学奖(傅杰青等2001;于建荣等2001)。

(2)吉尔曼(Alfred Goodman Gilman)和罗德贝尔(Martin Rodbell)。分别是美国得克萨斯大学和英国国立环境卫生研究所的科学家,他们提纯了G蛋白,并阐明G蛋白是耦联膜受体和效应器蛋白

(酶或离子通道)的膜蛋白,它能将从外界接受的信息进行调整、集合和放大,从而控制最基本的生命过程,起信息换能器的作用。G蛋白的发现是细胞信号转导研究中的又一重大成就,它普遍存在于动植物细胞中,参与细胞的信号跨膜转导过程。他们因此获得1994年诺贝尔生理学或医学奖(傅杰青等2001;于建荣等2001)。

(3)费希尔(Edmond H. Fischer)和克雷布斯(Edwin G. Krebs)。都是美国华盛顿大学的科学家,他们提纯出第1种磷酸化和去磷酸化酶,并发现可逆性的蛋白磷酸化过程是生物体内最基本的自身调节机制。一个细胞内含有的数千种蛋白质是机体生命活动的基础,这些蛋白质之间是相互作用的,其中一个重要的调节机制就是可逆性的蛋白磷酸化过程。二人由于这一发现而获得1992年诺贝尔生理学或医学奖(傅杰青等2001;于建荣等2001)。

7 与植物生长生理有关的诺贝尔奖

获得2001年诺贝尔生理学或医学奖的3位科学家分别是美国国家科学院院士利兰·哈特韦尔(Leland Hartwell)、英国帝国癌症研究基金会主席保罗·纳斯(Paul Nurse)和基金会下属的细胞周期控制实验室负责人蒂莫西·亨特(Timothy Hunt),以表彰他们在细胞周期研究中做出的贡献(兰蕾和赫荣乔2001)。

细胞周期严格按照G₁→S→G₂→M的顺序运转是与相关调控基因的有序表达分不开的。利兰·哈特韦尔在上世纪70年代提出“细胞周期检验点”(cell cycle checkpoint)的概念,并在细胞周期研究中成功引入和构建了酵母模型,从而证实此类检验点的存在。其中尤其值得一提的是,他进一步提出了细胞分裂周期基因(cell division cycle gene, CDC gene)的概念,并与其同事们相继发现一系列的此类基因。后来保罗·纳斯将这类基因统称为周期蛋白依赖性蛋白激酶基因(cyclin-dependent kinase, CDK),并证明了CDK的作用。据此,他提出:从酵母到无脊椎动物一直到人类所有一切真核细胞中均存在一个共同的“M期启动调节机制”。蒂莫西·亨特的贡献则是首次从海胆受精卵中发现了CDK的“伴侣”周期蛋白

(cyclin)。这类蛋白因其含量在细胞周期中呈周期性变化而得名。这些开创性的成果为细胞周期调控机制的研究奠定了基础。

8 与植物衰老有关的诺贝尔奖

2002年, 诺贝尔生理学或医学奖的获奖者是英国的约翰·苏尔斯顿(John Sulston)、悉尼·布雷内(Sydney Brenner)以及美国的罗伯特·霍维茨(Robert Horvitz), 他们发现了器官发育和“细胞程序性死亡”过程中的基因规则(陈忠 2004)。

在上世纪60年代初期, 人们就开始探索“细胞程序性死亡”问题。对此, 英国的悉尼·布雷内选择线虫作为新颖的实验模式生物, 此模型可以将基因分析与细胞的分裂、分化以及器官的发育联系起来, 并可用显微镜追踪其中的过程, 这为其他相关研究打下了基础。布雷内因此被誉为“分子细胞学之父”。罗伯特·霍维茨在此项工作中的贡献是他发现了线虫中控制细胞死亡的关键基因, 并阐明了这些基因的特征。约翰·苏尔斯顿则是最早描述了可以对细胞每一个分裂和分化过程进行跟踪的细胞图谱, 证明特定细胞的程序化死亡是器官正常演变的一部分, 并发现了参与细胞死亡过程的第1个突变基因。基因相互作用并控制细胞正常死亡的现象普遍存在于动植物细胞中。这3位获奖者的工作为“细胞程序性死亡”的研究奠定了基础。

9 与植物生理学其他内容相关的诺贝尔奖

除上述诺贝尔奖项外, 生物化学、分子生物学、生理学及医学等学科中获诺贝尔奖的研究成果也大大推动了植物生理学相关问题的研究, 有些奖项也是植物生理学研究中的常用手段。如脂肪酸和胆固醇的合成、DNA双螺旋结构研究、PCR技术、核磁共振技术、泛素参与的蛋白质降

解、真核细胞转录的分子机制(2006年诺贝尔化学奖)、RNA干涉机制(2006年诺贝尔生理学或医学奖)等等, 在此不再赘述(杨建邺 2001; 焦姣和姚祝军 2005)。

总之, 迄今为止, 诺贝尔奖中与植物生理学有密切关系的奖项达26项之多, 获奖人数达40多人。说明包括植物生命活动在内的生命科学研究越来越受到人们的重视。虽然其中大多数获奖者并不是植物学家或植物生理学家, 大多数奖项中的研究对象也并不是植物, 但这些奖项中有些是属于植物生理学的内容, 有些奖项则与植物生理学有直接或间接的关系, 并对植物生理学研究起了并还将继续起着推动作用。

参考文献

- 陈忠(2004). 揭示程序性细胞死亡的分子机理. 生物学杂志, 21(6): 8~10
- 傅杰青, 赵家业, 傅纛, 熊跃斌(2001). 百年诺贝尔奖——生理学或医学卷. 上海: 上海科学技术出版社, 1~255
- 胡伶俐(2001). 1901~2001诺贝尔化学奖部分与生命科学有关的获奖项目. 生命科学, 13(6): 286~287
- 焦姣, 姚祝军(2005). 泛素调节的蛋白质降解——2004年诺贝尔化学奖成果简介. 科技导报, 23(2): 22~25
- 兰蕾, 赫荣乔(2001). 细胞周期分子机制的成功探索——2001年诺贝尔生理及医学奖部分工作介绍. 生物化学与生物物理进展, 28(6): 773~777
- 杨建邺(2001). 20世纪诺贝尔奖获得者. 武汉: 武汉出版社, 1~964
- 叶济宇(1989). 光合作用反应中心研究的一个重大成就——1988年度诺贝尔化学奖获奖项目简介. 植物生理学通讯, (3): 63~65
- 于建荣, 胡伶俐, 伍宗韶(2001). 1901~2001年诺贝尔生理学或医学奖统计与分析. 生命科学, 13(6): 288~290
- 于秋菊, 吴琦, 林忠平(2002). 植物水孔蛋白研究进展. 北京大学学报(自然科学版), 38(6): 855~866
- 岳桦(1998). 诺贝尔化学奖获得者百年录. 国外科技动态, 4: 20~22