



中国科协生命科学学会联合体  
China Union of Life Science Societies

TOP 10  
SCIENTIFIC  
ADVANCES IN LIFE  
SCIENCES OF CHINA  
2015

中国生命科学十大进展  
2015

中国科协生命科学学会联合体 编



中国科学技术出版社  
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

# 中国生命科学十大进展 2015

中国科协生命科学学会联合体 编

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

中国生命科学十大进展 2015 / 中国科协生命科学学会联合体编. —北京:  
中国科学技术出版社, 2016.12

ISBN 978-7-5046-7414-2

I. ①中… II. ①生… III. ①生命科学-科学进展-中国-2015

IV. ①Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 327061 号

---

选题策划 赵 晖 符晓静

责任编辑 符晓静

责任校对 杨京华

责任印制 徐 飞

---

出版发行 中国科学技术出版社

地 址 北京市海淀区中关村南大街 16 号

邮 编 100081

发行电话 010-62173865

传 真 010-62179148

网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>

---

开 本 787mm×1092mm 1/16

字 数 135 千字

印 张 11.25

版 次 2017 年 3 月第 1 版

印 次 2017 年 3 月第 1 次印刷

印 数 1-5000 册

印 刷 北京盛通印刷股份有限公司

---

书 号 ISBN 978-7-5046-7414-2/Q·200

定 价 58.00 元

---

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)

## 本书编委会

中国科协生命科学学会联合体主席团

(按学会代码排序)

- |     |                  |
|-----|------------------|
| 孟安明 | 中国动物学会           |
| 武维华 | 中国植物学会           |
| 康 乐 | 中国昆虫学会           |
| 邓子新 | 中国微生物学会          |
| 李 林 | 中国生物化学与分子生物学学会   |
| 陈晔光 | 中国细胞生物学学会        |
| 陈晓亚 | 中国植物生理与植物分子生物学学会 |
| 饶子和 | 中国生物物理学会         |
| 张亚平 | 中国遗传学会           |
| 秦 川 | 中国实验动物学会         |
| 段树民 | 中国神经科学学会         |
| 高 福 | 中国生物工程学会         |
| 王晓民 | 中国生理学会           |
| 张绍祥 | 中国解剖学会           |
| 曹雪涛 | 中国生物医学工程学会       |
| 杨月欣 | 中国营养学会           |
| 田志刚 | 中国免疫学会           |
| 陈 霖 | 中国认知科学学会         |

中国科协生命科学学会联合体（简称“学会联合体”）是中国科协首个学会联合体，是非法人联合组织，由中国科协所属生命科学领域的11家全国学会联合发起，于2015年10月15日在北京召开成立大会。中国科协党组书记、常务副主席、书记处第一书记尚勇出席成立大会并讲话，重点阐述了学会联合体的地位作用和重要意义。



学会联合体的成立不仅是科技体制改革的重要举措，更是群团工作改革的创新举措，也是顺应现代科技发展规律的具体举措。生命科学领域是体现学科高度交叉融合的典型学科，也是目前我国在国际上最有影响力的学科领域，最有可能实现从跟跑转为并跑、领跑。学会联合体重在创建学科和人才间有机互动、协同高效、资源开放共享的长效机制，形成共谋发展、联合攻关、协同改革的稳定体系，其所提供的大平台能够进一步突出科学家在科学研究及科技创新中的主体性，能够更好地发挥科技社团的组织和引导作用，促进成员之间的信息交流与资源共享，营造出一个很好的创新环境。学会联合体通过开展大学科交流，促进学科间融合合作，通过合作，使更多的资源共享、共用，引导和促进协同创新。充分发挥学会联合体平台、集成优势，通过开展重大评估、设立重大奖项、提出重大计划、承担重要职能，凝聚各方科学家和广大科技工作者，提升国际话语权。

目前，学会联合体成员包括中国动物学会、中国植物学会、中国昆虫学会、中国生物化学与分子生物学学会、中国细胞生物学学会、中国生物物理学会、中国遗传学会、中国生物工程学会、中国生理学会、中国生物医学工程学会、中国免疫学会、中国微生物学会、中国植物生理与植物分子生物学学会、中国神经科学学会、

中国实验动物学会、中国营养学会、中国认知科学学会、中国解剖学会共18家全国学会。



## 成立背景

---

### 学科发展需求

生命科学是一门发展迅速、多学科交叉的前沿学科，它与人民健康、经济建设和社会发展有着密切关系，是当今世界最受关注的基础自然科学之一。近年来，中国生命科学学界取得了举世瞩目的成就，这与生命科学领域各学会在推动学科发展中所发挥的积极关键性的作用分不开的。

### 学会发展需求

加强各学会之间的沟通与资源共享，提升中国生命科学的国际影响力，更好地承接政府职能转移，加速学会的自身发展。

### 中国科协支持

在中国科协的倡议下，先由生命科学领域的11家学会作为发起单位，正式成立“生命科学学会联合体”，逐步邀请、吸纳中国科协所属生命科学领域全部全国学会加盟，使联合体能够成为切实为各家学会服务，进一步加强与中国科协联系，大力推进我国生命科学发展的纽带。

## 宗旨与使命

学会联合体由中国科协所属全国生命科学领域各学会按照“自愿、平等、合作”的原则发起成立，各与生命科学相关学会可自愿申请加入学会联合体。学会联合体在不干涉各学会自身工作的前提下，为更好地适应国家科技创新发展总体要求，探索科技社团的管理创新模式，促进资源互补和共同进步，推动科学普及、学术交流、咨询培训、合作开发、人才培养，加强生命科学与人类健康知识与文化传播，为国家经济与社会全面发展作贡献。学会联合体接受各成员学会的监督。

### 学会联合体的宗旨

—— 公平 · 合作 · 责任 · 发展

### 学会联合体的使命

—— 团结生命科学工作者，促进我国生命科学的繁荣和发展

—— 建立和完善学术和人才资源共享机制，促进科技人才的成长和提高，加速青年人才培养

—— 增强与政府职能部门的沟通以促进政府职能向学会转移，促进成员学会的协同发展，增强学会承接政府转移职能能力

—— 促进科学技术的普及和推广，加强产学研用相结合

—— 促进国内外合作交流，提升我国生命科学社团的整体竞争力，更好地为国家经济建设，全民科学素质提高，及广大从事生命科学研究的科技工作者服务

—— 联合成员学会协同合作，完成单个学会无法开展的工作

# 前言 | Preface

生命科学是一门探索生命奥秘的科学，探索多彩的生命世界发生和演进的规律。生命科学的研究与人类健康、生态文明、经济建设和社会发展有着密切关系，是当今及未来最受关注的基础学科之一。以生命科学为基础的生物技术被认为是 21 世纪最具发展前景的研究领域。

生命科学是一门多学科交叉的前沿学科。随着 DNA 双螺旋的发现和分子生物学的迅猛发展，生命科学与其他学科如化学、物理、医学和工程等学科有越来越密切的联系。我国与生命科学有关的学科分别成立了近 20 个学会。近年来，我国生命科学界取得的举世瞩目的成就与各学会的努力工作密不可分，生命科学相关学科也在学科的交叉和融合中发挥了积极和关键性作用。

为了进一步推动生命科学领域的交叉融合和创新性发展，中国科协推动各生命科学相关的 18 个学会于 2015 年成立了中国科协生命科学学会联合体。生命科学学会联合体以饶子和院士为首任主席，各学会理事长为联合体主席团成员，积极开展国内外学术交流和学术融合，向世界展示中国生命科学的整体形象和高水平研究成果。

为充分展示和宣传我国生命科学领域的杰出科研成果，中国科

协生命科学学会联合体在成立之初,秉承公平、公正、公开的原则组织开展 2015 年度“中国生命科学领域十大进展”的评审工作。学会联合体以 18 家成员单位为依托,着重推荐 2015 年度在国内<sup>①</sup>或以国内工作为主完成并公开发表的研究成果。各学会在广泛征求理事和专业分会意见的基础上,在众多优秀成果中推荐 3~5 个本领域相关的重大进展。其中 15 个学会共推荐了 35 个项目(不含交叉申报项目)提交评审专家委员会评审。各评审专家严格执行相关评审制度,实行回避原则,独立评审。评审结果依照票数排序提请学会联合体主席团核定,报请中国科协批准,确定了今年生命科学领域十大进展。它们是(排名不分先后):(1)中国科学院植物研究所种康研究员和中国水稻研究所钱前教授的水稻感受和抵御低温的机制研究,揭示水稻从热带和亚热带地区迁移到温带地区(如中国的东北地区)的关键机制,有可能为全球的粮食匮乏找到新的出路;(2)武汉大学宋保亮研究团队揭示细胞内胆固醇运输的新机制,为治疗过氧化物酶体紊乱疾病提供新的可能;(3)北京大学邓宏魁教授化学重编程中间状态的鉴定和化学重编程新体系的建立揭示小分子化合物诱导体细胞重编程的新机制,为再生医学提供新的可能;(4)第三军医大学邹全明,中国食品药品检定研究院曾明和江苏省疾病预防控制中心朱凤才三位教授经过 10 多年的不懈努力开发出口服重组幽门螺杆菌疫苗,为慢性胃炎和胃癌的防治提供新的手段;(5)清华大学施一公教授剪接体的三维结构以及 RNA 剪接的分子结构基础研究,阐述了剪切体工作原理,为进一步了解 RNA 剪接过程提供了基础;(6)北京大学谢灿教授有关磁受体蛋白 MagR 的发现,揭示生物体感受磁场变化的分子机理,可为促进磁场控制生物大分子的性质提供可能,并有助于揭示生物迁徙之谜;(7)中国科学院植物研究所匡廷

---

① 不含中国香港、澳门特别行政区和台湾地区资料。

云教授和沈建仁教授合作解析高等植物光系统 I 光合膜蛋白超分子复合物晶体结构，为提高作物光能利用效率、仿生模拟、开辟太阳能利用提供理论依据和重要途径；（8）北京生命科学研究所以邵峰教授和厦门大学韩家淮教授分别独立揭示细胞炎性坏死新机制，为自身免疫和炎症疾病提供新的理论依据；（9）北京大学汤富酬教授和乔杰教授合作分析发育过程中人类原始生殖细胞基因表达网络的表观遗传调控，为人类早期胚胎发育的基因和表观遗传调控提供了新理论和新方法；（10）浙江大学张传溪教授发现的昆虫稻飞虱长、短翅可塑性发育的分子“开关”，在害虫防治中具有极为重要价值。

这十项成果不仅代表了中国生命科学领域在 2015 年取得的重大进展，也是世界生命科学领域的重要成果。这些研究成果不仅揭示生命的新奥秘，同时也为生命科学新技术的开发、医学新突破和生物经济的发展打开了新的希望之门。祝贺取得这些重要科学进展的科学家和他们的研究团队，对他们敢为天下先的勇气表示钦佩。

**中国科协生命科学学会联合体主席团**

**2016 年 1 月**

# 目录 | Contents

|    |                                          |     |
|----|------------------------------------------|-----|
| 1  | 植物是如何感知季节变换的                             | 1   |
| 2  | 胆固醇的代谢调控与细胞内运输机制                         | 19  |
| 3  | 小分子化合物诱导体细胞重编程的新机制                       | 35  |
| 4  | 幽门螺杆菌疫苗                                  | 39  |
| 5  | 剪接体的三维结构及基因剪接的分子机理研究探索                   | 63  |
| 6  | 磁受体蛋白 MagR 的发现和动物迁徙导航的分子机理               | 77  |
| 7  | 光合作用及光合膜蛋白 PSI-LHCI 超分子复合体高分辨率<br>晶体结构解析 | 85  |
| 8  | 免疫系统——人类与大自然抗争的武器                        | 105 |
| 9  | 人类原始生殖细胞的转录组和 DNA 甲基化组概观                 | 121 |
| 10 | 稻飞虱发育为长翅或者短翅的分子“开关”                      | 141 |



## 植物是如何感知季节变换的

郭晓玉 徐云远 许淑娟 刘栋峰 罗 伟 种 康

小时候我们吟诵的古诗词中经常有描述四季的诗句，“碧玉妆成一树高，万条垂下绿丝绦。不知细叶谁裁出，二月春风似剪刀”，描绘春天来了，柳树开始发芽，长出新的叶片；“接天莲叶无穷碧，映日荷花别样红”又把我们带入了夏日一片别样的花海之中；“停车坐爱枫林晚，霜叶红于二月花”，你又能看到秋天满山的枫叶变红了的美好景象；“墙角数枝梅，凌寒独自开”，傲骨的梅花在寒冷的冰雪天气中独自盛开，也是一番美景。此外，我们耳熟能详的民间谚语“春雨惊春清谷天，夏满芒夏暑相连。秋处露秋寒霜降，冬雪雪冬小大寒”以及中原地区的“寒露至霜降种麦莫慌张，霜降至立冬种麦莫放松”是描述我国古代历法中二十四节气，其中包含了四季中不同的节气，例如立春、清明、谷雨、立夏、芒种、大暑、小暑、秋分、霜降、立冬、大寒、小寒等。二十四节气是根据太阳在黄道（即地球绕太阳公转的轨道）上的位置来设置的，反映的是太阳运行周期，可用于指导农业生产。

而自古以来就被人赞颂的四季，是如何更迭变换的呢？这其中最关键的因素之一是温度。春天气温回升，树叶开始萌芽，庄稼也开始播种；夏天温度最高，促进植物的开花，所以才有了百花齐斗艳的景象；而秋天，温度逐渐降低，果实逐渐成熟，是收获的季节；冬天温度较低，大部分植物处于休眠的状态，新陈代谢较慢。我们人类可以通过穿着不同厚度的衣

物来适应外界温度的变化,而植物不能移动,也不能像人一样穿着衣服,它们又是通过怎样的机制来适应外界温度变化的呢?本文我们将从季节变换的标志、植物的进化起源、作物的进化、植物对高温以及低温的响应、水稻对低温的响应以及前景与展望等几个方面进行介绍。

## ■ 温度是季节变换的重要标志

季节更迭的根本原因是地球的自转轴与其公转轨道平面不垂直,在不同的季节,由于南北半球所受到的光照的不等,导致了不同纬度地区温度的差异。太阳直射的纬度地区,温度高,相反温度低。

春分时,太阳直射赤道,全球昼夜几乎等长(除极点附近以外),全球无极昼极夜现象,之后太阳直射北移。春分之后,北极附近开始极昼,范围渐大;南极附近极昼结束,极夜开始,范围渐大。

夏至太阳几乎直射北回归线,北半球白昼最长,北极圈及其以北的地区太阳整日不落,形成面积最大的极昼区。此日过后,阳光直射位置向南移动,北半球白昼逐渐缩短,日出、日落的方位也开始往南移动。在北回归线及其以北地区,正午太阳高度亦日渐降低,日影逐渐被拉长。但由于太阳辐射到地面的能量仍比地面向空中发散的多,所以在短时间内气温继续升高。阳光几乎直射赤道,此后太阳直射点继续南移。

秋分时,全球昼夜等长。秋分之后,北半球各地昼渐短夜渐长,南半球各地昼渐长夜渐短。秋分时,全球无极昼极夜现象。秋分之后,北极附近极夜范围渐大,南极附近极昼范围渐大。

冬至时太阳几乎直射南回归线,北半球白昼最短,北极圈呈永夜状态,南极圈呈极昼状态,其后阳光直射位置向北移动,北半球白昼时数日渐增长,正午太阳高度也日渐升高,日影逐渐缩短。由于太阳辐射到地面

的能量仍比地面向空中发散的少，所以在短时间内气温继续降低。<sup>①</sup>

## ■ 植物的进化与起源

随着地球上自然地理环境的变迁，植物界自身在不断的矛盾中运动和发展着。在一定的地质时期中占支配地位的类型，其优势在发展过程中被较为进化的另一类植物所取代，这时植物界就发生了质的变化，进入了一个新的发展阶段。一些类群的自然绝灭常伴随着新类群的形成，植物界的发展过程就是这样从低级向高级、从简单到复杂，不断地变化。

菌藻植物时代是指从 35 亿年前开始到 4 亿年前（志留纪晚期）近 30 亿年的时间，地球上的植物仅为原始的低等的菌类和藻类。其中从 35 亿年前至 15 亿年前为细菌和蓝藻独霸的时期，常将这一时期称为细菌—蓝藻时代。从 15 亿年前开始才出现了红藻、绿藻等真核藻类。

蕨类植物时代指的是从 4 亿年前由一些绿藻演化出原始陆生维管植物，即裸蕨。它们虽无真根，也无叶子，但体内已具维管组织，可以生活在陆地上。裸蕨植物在泥盆纪末期已绝灭，代之而起的是由它们演化出来的各种蕨类植物。裸子植物时代是从二叠纪至白垩纪早期，历时约 1.4 亿年。

被子植物是从白垩纪迅速发展起来的植物类群，并取代了裸子植物的优势地位。直到现在，被子植物仍然是地球上种类最多、分布最广泛、适应性最强的优势类群。纵观植物界的发生发展历程，可以看出整个植物界是通过遗传变异、自然选择（人类出现后还有人工选择）而不断地发生和发展的，并沿着从低级到高级、从简单到复杂、从无分化到有分化、从水

---

<sup>①</sup> 参考自维基百科。

生到陆生的规律演化。新的种类在不断产生,不适应环境条件变化的种类不断死亡和绝灭,这条植物演化的长河将永不间断,永远不会终结。<sup>①</sup>

## ■ 作物的进化

目前世界上被人们所栽培的植物约 1500 种,包括食用作物、特用作物、杂用作物等。农作物是由野生植物经过人类不断的选择、驯化、利用、演化而来的具有经济价值的被人们所栽培的一切植物。

人类栽培作物推测可能有一万多年。据 Helbaek 在 1959 年发表,伊拉克北部 Jarmo 所发现的素烧陶罐等所附着的谷类种子或小穗痕迹,经放射性碳同位素测定其年代在 7000 年以前。

西欧地区借由花粉分析的方法,推断西欧大部分地区在冰期后期,即距今 8000 年前,才开始有人类迁入。由湖泊沉积物的花粉图谱显示,新石器时代,最晚在青铜器时代中期之前(西元前 1600 年)已有谷类栽培的证据。

现今世上所栽培的作物均由野生植物逐渐演进而来。《栽培植物的起源》(De Candolle, 1882 年),记录了共 247 种作物的发祥地。其后,在 1951 年, Vavilov 以遗传学及植物地理学的方法,发展出遗传中心说(Gene center hypothesis),提出 8 个原始中心,其后修正为 10 个起源中心。一般认为,玉米起源于北美洲南部,马铃薯和番茄起源于南美洲,橄榄起源于欧洲,大麦、小麦起源于西亚,大豆和水稻起源于中国等。

水稻(*Oryza sativa*)是世界上最古老的农作物之一,同时也是极多样性的作物,在全球有成千上万个品种。水稻有 2 个主要的亚种,籼稻

---

<sup>①</sup> 参考自维基百科。

(*Oryza Sativa* ssp. *indica*) 和粳稻 (*Oryza sativa* ssp. *japonica*)。籼稻米粒细长,煮熟后容易分开,大多种植在亚热带、热带、低海拔的温暖地区,即不耐低温,需要较高的年积温;粳稻米粒粗短、煮熟后有一定黏性,大多种植在亚热带和热带的高海拔地区以及温带,粳稻对低温有较强的耐受能力,所以它的种植需要较低年积温。印度栽培的水稻几乎都是籼稻,中国却既有籼稻又有粳稻,南方多种籼稻而北方多种粳稻,籼稻和粳稻在中国都培育出了大量品种。比如我们熟知的东北大米稻花香为粳稻,而泰国香米和超级杂交稻为籼稻。“扬州炒饭新标准”中更是明确规定要用特等籼米为主要原料,这样才能保证炒饭中米粒完整、互不粘连。

多起源理论认为:粳稻起源于中国,籼稻起源于印度、之后再引种到中国南方。单一起源理论认为:籼稻和粳稻都是起源于中国的野生稻,虽然一开始所有的栽培稻都是粳稻,但在它向印度传播的过程中,不断和野生稻发生无意的杂交,这样便把野生稻中的籼型基因转移到了栽培型粳稻中,最后就形成了籼稻起源于印度的假象。有 2 个基因的功能研究支持单一起源的理论:控制水稻落粒性的 *SH4* 基因和控制水稻茎直立生长的 *PROGI* 基因,它们在籼稻和粳稻中非常相似,说明水稻只被驯化了 1 次。

美国多个单位的科学家联合,通过对水稻基因组重测序,追踪其进化的历史。来自纽约大学基因组学和系统生物学中心和生物系、华盛顿大学圣路易斯分校生物系、斯坦福大学大遗传学系和珀德尤大学农学系的基因组研究人员共同从事研究,并于 2011 年 5 月在美国科学院院刊发表论文,公开他们对 630 个基因片段重测序后的分析结果,更支持水稻的单一起源理论;认为驯化水稻可能最早出现在大约 9000 年前的中国长江流域,粳稻和籼稻大约在 4000 年前发生进化分歧而将彼此区别开来。研究者发现籼稻和粳稻的血缘关系要比它们与任何野生稻间的关系都要近。从而推翻了之前“驯化水稻可能有印度和中国 2 个起源地”的观点。

## ■ 动植物对高温的响应

当天气变热，我们会通过排汗等方式使得体温降低，以维持正常的体温水平。动物细胞感知外界刺激后，突触前神经元负责合成神经递质，并将其包裹在突触小泡内，在神经元发生冲动时，突触小泡通过胞吐作用，将其中的神经递质释放到突触间隙中。通过扩散作用神经递质分子抵达突触后细胞膜，并与其上的一系列受体通道结合，起到改变通道蛋白构象、激活第二信使（ $\text{Ca}^{2+}$  等）系统等作用，进而导致突触后神经元的电位或代谢等变化。

植物也有着与动物类似的信号转导机制，对外界的温度变化做出相应的反应。由于植物生长是固定的不能移动，这使得植物必须迅速和有效地去应对环境中不同的胁迫。温度作为主要的环境因素，对植物的生长、发育和代谢起到非常重要的作用，陆地植物经常暴露在变化幅度较大的环境温度中，所以植物感知和抵御极端环境温度对其正常生长发育起着至关重要的作用。

植物为了生存，进化出了积极应对环境高温伤害的一系列的防御反应，产生对热的耐受能力。植物同时具有基础耐热性和获得耐热性两种能力，基础耐热性是没有经过特殊耐热锻炼而具备的耐热能力。获得耐热性是经过耐热锻炼后自身通过一系列生理适应和物质积累后获得的耐热能力，这种能力一般是受不致死的高温所诱导。在自然环境下，植物不仅经历昼夜温差改变、也要经历一年四季内温度的大尺度改变，同时也要适应全球气候变化带来的逐渐升温过程，否则就面临死亡。由此可见，植物的获得耐受性对于个体的生存至关重要。

科学家们对植物的耐热性有了很广泛的研究，早期对植物体内多个热