

# 全球農業前沿分析

撰文/中國科學院科技戰略諮詢研究院·中國科學院文獻情報中心·科睿唯安

## 熱點前沿及重點熱點前沿解讀

### (一) 農業、植物學和動物學領域Top10熱點前沿發展態勢

農業、植物學和動物學領域居於前10的熱點前沿主要分佈在植物基因調控與基因組編輯、作物病蟲害防治、食品營養與安全、光合作用、植物根圈微生物群落、水產動物免疫、林木栽培等方向上(表一)。在植物基因調控與基因組編輯方向,「作物產量相關性狀的基因網分析」、「植物中藥用化合物生

物合成的基因調控」、「CRISPR/Cas9 基因編輯技術在作物基因組編輯中的應用」成為熱點前沿,其中基因編輯技術及其在農作物中的應用在去年也是前10熱點前沿之一。

作物病蟲害防治一直是農業領域關注的重要問題,以往的研究前沿每年都有相關研究進入前10熱點前沿,如2014年的「入侵病蟲害的捕食天敵生物防治」、2015年的「抗蟲性的 *Bacillus thuringiensis* (Bt) 基因轉殖作物」、2016年的「害蟲天敵蝙蝠的白鼻綜合症」和2017年的「斑翅果蠅的入侵生物學研

表一 農業、植物學和動物學領域Top10熱點前沿

排名	熱點前沿	核心論文	被引次數	核心論文平均出版年
1	作物產量相關性狀的基因網分析	18	1329	2014.8
2	斑翅果蠅的入侵生物學和防治策略	19	972	2014.8
3	葉綠素螢光遙感探測在植物初級生產量的應用	14	767	2014.8
4	CRISPR/Cas9 基因編輯技術在作物基因組編輯中的應用	14	1285	2014.6
5	植物中藥用化合物生物合成的基因調控	16	993	2014.6
6	飼料添加物對魚類免疫力的增益效應	14	814	2014.6
7	奈米乳化研發及其在食品工業中的應用	33	1561	2014.5
8	林木樹種混交對林分品質和生產力的影響	15	1092	2014.5
9	根圈微生物群落及其與植物間的相互作用	44	4983	2014.4
10	食品和動物飼料中真菌毒素污染及其毒性研究	27	1803	2014.4

究」。今年又有「斑翅果蠅的入侵生物學和防治策略」躋身前 10，並且擴展了防治策略的研究。

食品營養與安全也持續受到關注，繼 2014 年「美國食源性疾病的統計和經濟損失評估」，2015 年「高光譜影像和技術在食品加工與檢測中的應用」，2016 年「食品檢測中的高光譜影像技術」、「生鮮食品微生物污染的爆發與防控」和「奈米化乳遞送系統用在營養的吸收」等成為前 1 熱點前沿後，今年「食品和動物飼料中真菌毒素污染及其毒性研究」和「奈米乳化液研發及其在食品工業中的應用」進入前 10 熱點前沿。

光合作用和根圈土壤的微生物群落也一直是農業和植物學領域的研究重點，2014 年「C4 光合作用的演變及二氧化碳濃度對葉肉傳導度的影響」，2016 年「光合作用集光複合體的結構與功能」進入前 10 熱點前沿，今年該方向上亦有一個進入前 10 的熱點前沿「葉綠素螢光遙感探測在植物初級生產量的應用」。在植物根圈微生物群落研究方面，2014 年「利用 DNA 定序研究根圈真菌群落」，2017「叢枝菌根

的共生關係及營養與信號機制研究」是前 10 熱點前沿，今年「根圈微生物群落及其與植物間的相互作用」又成為前 10 熱點前沿之一。

另兩個前 10 熱點前沿「飼料添加物對魚類免疫力的增益效應」和「林木樹種混交對林分品質和生產力的影響」所屬的水產動物免疫研究、林木培育是新出現的熱點前沿研究方向(圖一)。

## (二) 重點熱點前沿—作物產量相關性狀的基因網分析

在糧食安全需求壓力下，高產始終是農業生產不懈追求的目標。在近代育種歷史上，矮化育種和雜交育種技術曾使作物有過兩次大豐收。當前，隨著生命科學領域的不斷突破，生物育種成為變革性的育種新技術，因此，要使單產水準進一步突破，需對產量相關性狀的基因網進行解析，發現和利用其中的關鍵基因，挖掘有作物產量的潛力基因，從而提出新的育種途徑和方法。近十幾年來，作物基因組定序的完成、基於 PCR 技術的分子標記的應



圖一 農業、植物學和動物學領域 Top 10 熱點前沿的引用論文

用、各類突變體庫和資料庫的建立、次世代定序技術的發展等，促使產量的分子機制及其基因調控網正成為熱點研究前沿。

該前沿共有 18 篇核心論文，其中大部分在研究水稻穀粒大小、寬度、形狀、重量或株型等相關特性的關鍵基因及其基因網的控制。主要研究成果包括，2016 年在水稻中鑒別出了一個負責穀粒大小和重量的數量性狀基因座 GS2，其編碼轉錄因子 OsGRF4，並發現該因數受到 OsmiR396 的調控。同年還發現了另一個控制水稻穀粒大小的數量性狀基因座 GLW7，其編碼的轉錄因子 OsPLS13 對穀粒大小進行正向調控。此外，還發現了穀粒的其他調控因子 GL2 和 GW5 及調控水稻株型的 IPI1 蛋白等。

有少量核心論文涉及水稻基因組重定序，這些研究為水稻基因資源挖掘提供了重要基礎。另有一篇 2012 年發表在《植物科學趨勢》上的回顧性文章指出，植物生長與器官大小的基因網解析正在成為植物科學的高度優先領域。

統計分析核心論文產出的國家和機構（表二），18 篇核心論文來自 13 個國家，其中中國是核心論文的最主要來源國，共有 12 篇，占論文總數的 66.7%；美國和日本各有核心論文 4 篇和 3 篇，占比分別是 22.2% 和 16.7%；其他國家的核心論文數較少大多數只有 1 篇。機構中，中國科學院、中國農業科學院和日本的國家農業生物科學研究所的核心論文數最多，分別有 9 篇、8 篇和 3 篇。

表二 「作物產量相關性狀的基因網分析」研究前沿中 18 篇核心論文的 Top 產出國和機構

排名	國家	核心論文	比例	排名	機構	國家	核心論文	比例
1	中國	12	66.7%	1	中國科學院	中國	9	50.0%
2	美國	4	22.2%	2	中國農業科學院	中國	8	44.4%
3	日本	3	16.7%	3	National Institute of Agrobiological Sciences - Japan	日本	3	16.7%
4	菲律賓	2	11.1%	4	Ghent University	比利時	2	11.1%
4	比利時	2	11.1%	4	International Rice Research Institute - Philippines	菲律賓	2	11.1%

從引用論文的來源國家和機構來看（表三），中國也是引用論文的最大來源國，有 450 篇，占引用論文總數的 43.6%；美國排第 2 位，有 205 篇，占 19.9%，日本排第 3 位，有 130 篇，占 12.6%；印度、德國、比利時和法國引用論文數量相近，介於 61-68 篇，占比在 6% 左右。引用論文機構中，中國農業科學院和中國科學院的引用論文最多，分別有 125 篇和 111 篇，比利時的 Ghent University 有 51 篇，排第 3 位，其餘機構引用論文在 50 篇以下。

### （三）重點熱點前沿—根圈微生物群落及其與植物間的相互作用

根圈是指位於植物根系周圍、受根系影響的狹窄（幾毫米寬）土體，其中包含難以計數的微生物和無脊椎動物，是地球上最活躍的介面之一。在農業生態系統中，存在於根圈的微生物群對作物生長、營養和健康有很大的影響。自 1904 年由德國微生物學家 Lorenz Hiltner 首次提出根圈以來，受到了研究者的廣泛關注，100 多年來根圈研究方興未艾。

表三 「作物產量相關性狀的基因網分析」研究前沿中引用論文的TOP 產出國和機構

排名	國家	引用論文	比例	排名	機構	國家	引用論文	比例
1	中國	450	43.6%	1	中國農業科學院	中國	125	12.1%
2	美國	205	19.9%	2	中國科學院	中國	111	10.8
3	日本	130	12.6%	3	Ghent University	比利時	51	4.9%
4	印度	68	6.6%	4	南京農業大學	中國	44	4.3%
5	德國	64	6.2%	5	National Institute of Agrobiological Sciences - Japan	日本	39	3.8%
6	比利時	62	6.0%	6	華中農業大學	中國	35	3.4%
7	法國	61	5.9%	7	United States Department of Agriculture (USDA)	美國	29	2.8%
8	菲律賓	56	5.4%	8	Cornell University	美國	26	2.5%
9	韓國	50	4.8%	9	French National Institute for Agricultural Research (INRA)	法國	25	2.4%
10	英國	42	4.1%	10	中國農業大學	中國	24	2.3%

根圈微生物生態過程受植物生理過程影響的同時，其對植物生長也產生了不同程度的影響，根圈微生物既可以經由養分競爭、拮抗作用和誘導系統抗病性等機制抑制土壤病原菌促進植物生長，也可以經由病原菌的積累導致植株大量死亡，這使得根圈微生物與植物間的相互作用成為研究熱點之一。

該熱點前沿有核心論文 44 篇，主要在研究植物根圈微生物群落的界定、結構、變異、組成機制、多樣性、遺傳力及功能等，植物種類涉及阿拉伯芥、水稻、大豆、玉米、大麥、葡萄、毛白楊、龍舌蘭等。其中有 2 篇論文利用宏基因組分析方法揭示了水稻根圈內生菌群落的功能特性，1 篇論文闡述了根圈微生物群落與植物健康之間的關係。另有論文分析了玉米根圈微生物群的多樣性和遺傳力，在大豆根圈分類與功能微生物群落選擇，根圈微生物驅動磷脅迫與免疫的直接整合等。

統計分析核心論文產出的國家和機構（表四），美國是核心論文的最主要來源國，共有 16 篇，占

論文總數的 36.4%；德國排第 2 位，有 14 篇，占 31.8%；荷蘭和瑞士各有核心論文 6 篇和 5 篇，占比分別是 13.6% 和 11.4%。機構中，德國的 Max Planck Society 和美國 the US Department of Energy 的核心論文數最多，分別有 8 篇、7 篇。

從引用論文的來源國家和機構來看（表五），美國仍是引用論文的最大來源國，有 606 篇，占引用論文總數的 24.9%；中國核心論文數量未進入 Top10，但引用論文數量排第 2 位，有 364 篇，占 15.0%，德國排第 3 位，有 291 篇，占 12.0%。引用論文機構中，法國 French National Institute for Agricultural Research (INRA) 的引用論文數量最多，有 105 篇；中國科學院、法國 National Center for Scientific Research (CNRS) 和西班牙 Spanish National Research Council (CSIC) 排 2-3 位，均超過 90 篇。

表四 「根圈微生物群落及其與植物間的相互作用」研究前沿中 44 篇核心論文的Top 產出國和機構

排名	國家	核心論文	比例	排名	機構	國家	核心論文	比例
1	美國	16	36.4%	1	Max Planck Society	德國	8	18.2%
2	德國	14	31.8%	2	United States Department of Energy (DOE)	美國	7	15.9%
3	荷蘭	6	13.6%	3	University of North Carolina	美國	6	13.6%
4	瑞士	5	11.4%	3	Howard Hughes Medical Institute	美國	6	13.6%
5	法國	4	9.1%	5	Helmholtz Association	德國	5	11.4%
5	義大利	4	9.1%	6	Heinrich Heine University Dusseldorf	德國	4	9.1%
5	巴西	4	9.1%	6	University of Bremen	德國	4	9.1%
5	英國	4	9.1%	6	Cornell University	美國	4	9.1%
9	澳洲	3	6.8%	6	University of California Davis	美國	4	9.1%
9	西班牙	3	6.8%	6				

表五 「根圈微生物群落及其與植物間的相互作用」研究前沿中引用論文的TOP 產出國和機構

排名	國家	引用論文	比例	排名	機構	國家	引用論文	比例
1	美國	606	24.9%	1	French National Institute for Agricultural Research (INRA)	法國	105	4.3%
2	中國	364	15.0%	2	中國科學院	中國	93	3.8%
3	德國	291	12.0%	2	CNRS	法國	93	3.8%
4	法國	201	8.3%	4	Consejo Superior De Investigaciones Cientificas (CSIC)	西班牙	91	3.7%
5	義大利	199	8.2%	5	United States Department of Energy (DOE)	美國	81	3.3%
6	西班牙	190	7.8%	6	Max Planck Society	德國	71	2.9%
7	英國	161	6.6%	7	United States Department of Agriculture (USDA)	美國	57	2.3%
8	荷蘭	159	6.5%	8	University of California Davis	美國	56	2.3%
9	澳洲	118	4.9%	8	Utrecht University	荷蘭	56	2.3%
10	巴西	108	4.4%	10	Helmholtz Association	德國	50	2.1%

## 新興前沿及重點新興前沿解讀

### (一) 新興前沿概述

農業、植物學和動物學領域有 1 個方向入選新興前沿，即「新型 CRISPR 基因編輯技術在植物基因組編輯中的應用」(表六)。

### (二) 重點新興前沿解讀 — 新型 CRISPR 基因編輯技術在植物基因組編輯中的應用

CRISPR 基因組編輯技術是繼 ZFN 和 TALEN 基因編輯技術之後的第三代基因編輯技術，與前兩代技術相比，設計構建容易、甲基化敏感程度低、標靶精準、切割效率高，在基礎研究、基因治療和作物遺傳改良等方面展現出巨大的潛力，因此在生物技術領域掀起了研究熱潮。2013 年，CRISPR/Cas9 系統被發現可高效編輯基因組，並被美國麻省理工學院的研究人員成功用於人類和小鼠細胞的基因編輯，同年 CRISPR/Cas9 技術被 Science 列入年度十大科學進展。2016 年，中國科學院研究人員首次利用 CRISPR/Cas9 系統在水稻、小麥等植物上實現基因組編輯，且成果入選 2016 年《麻省理工科技評論》十大技術突破。

CRISPR 基因編輯技術自 2014 年入選《研究前沿》的新興前沿，已連續 5 年每年均有該主題的研究入選熱點前沿或新興前沿，其中該技術在農業的應用在 2017 年和今年均入選本領域熱點前沿，而該新興前沿所包含的 15 篇核心論文主要是在研究 CRISPR 的一種新型編輯系統 CRISPR/Cpf1 在植物基因組編輯中的應用，研究內容主要集中在對水稻、棉花、玉米、小麥、番茄等作物進行定點突變，產生標靶突變體。該系統是 2015 年由美國麻省理工大學的張鋒實驗室首先發現的。與 Cas9 相比，Cpf1 有多種優勢，包括引導 RNA 更短，但引導序列更長；特異性高，脫靶效應低；更容易實現多位點編輯；可極大地擴充基因組編輯的範圍；高效率的基因剔除等。因此 CRISPR/Cpf1 系統成為目前最具潛力的基因編輯工具，被認為是新一代基因組編輯工具中的佼佼者，並被迅速用於水稻和阿拉伯芥等模式生物的基因組編輯和標靶基因轉錄調控中。

AqBIO

中國科學院科技戰略諮詢研究院  
中國科學院文獻情報中心  
科睿唯安

表六 農業、植物學和動物學領域的1個新興前沿

序號	新興前沿	核心論文	被引次數	核心論文平均出版年
1	新型 CRISPR 基因編輯技術在植物基因組編輯中的應用	15	271	2016.7

本文轉載自科睿唯安 (Clarivate Analytics) 與中國科學院聯合發佈之《2018研究前沿》，全文下載網址如下：

<https://clarivate.com.tw/research-fronts>