



Editorial

作物遗传改良——农业可持续发展的保证

万建民

Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China



作物生产提供了我们日常生活的食物、饲料和其他营养物质。谷类作物包括小麦 (*Triticum aestivum*)、水稻 (*Oryza sativa*)、玉米 (*Zea mays*)、大麦 (*Hordeum vulgare*)、粟类作物 (*Setaria* spp.)、高粱 (*Sorghum bicolor*)、黑麦 (*Secale cereale*)、

燕麦 (*Avena sativa*) 等, 是人类消费最重要的食物来源 [1]。2017—2018年, 全球粮食产量约为 $2.613\ 50 \times 10^{13}$ t, 消耗 $2.593\ 20 \times 10^{13}$ t, 粮食和饲料的利用率分别为 43.1% 和 35.0% [2]。虽然大豆 (*Glycine max*)、油菜 (*Brassica napus*)、向日葵 (*Helianthus annuus*) 和花生 (*Arachis hypogaea*) 是最重要的传统油料作物, 但是一些非传统的油料植物, 如油棕榈 (*Elaeis guineensis*), 已经展示出作为新兴油料作物的巨大潜力。

科学技术可以为粮食安全做出重大贡献。新的“绿色革命”包括作物改良、更加环保的作物保护方法和水肥高效利用等 [3]。作物遗传改良促进作物的可持续生产, 因此, 新品种的培育是作物育种的主要目标。遗传增益是作物育种带来的益处。例如, 1901—2014年间, 澳大利亚新南威尔士的小麦产量以每年 $26\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的速度增长 [4], 而中国 1950—2012年小麦主产区每年产量增加 $57.5\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ [5]。然而, 作物产量持续受到不同生物和非生物胁迫的挑战 [6,7], 这种情况可能会因气候变化而恶化。某些病害的发生区域已经扩大。例如, 过去

一直认为小麦赤霉病是我国南方麦区危害最大的真菌性病害, 而在北方很少发生, 但是现在已经向北蔓延, 成为我国小麦最大生产区——黄淮冬麦区生产威胁最大的病害之一。作物遗传改良的目的除了要保持产量和品质外, 还必须解决这些新出现的问题。作物遗传育种的新技术, 如分子育种、基因组学和基因编辑技术, 可以在提高作物育种效率方面发挥作用。

“作物遗传与育种”专题的编委感谢中国工程院 (CAE) 在 *Engineering* 期刊中组织了这个专题。我们也感谢所有作者、审稿专家和编辑。本专题包括 7 篇关于作物遗传育种研究方面的综述论文。

随着基因组学和分子育种等生物技术的发展, 植物育种也发生了革命性的变化。然而, 由于一些重要的限制因素, 通过国际合作取得的成功案例无法在中小规模育种计划中得到复制。作为新的国际农业研究磋商小组 (CGIAR) 投资组合在 2017—2022 年的新研究计划和平台的一部分, CGIAR 卓越育种平台是针对发展中国家的主要农作物和动物育种项目开发的, 并为全球范围内的小规模育种项目提供了获得现代基因分型、生物信息学和表型评价的工具。这个育种平台还提供了一系列关键研究领域所需要的培训计划。

提高遗传增益取决于不断增加的遗传潜力以及缩小遗传潜力与实际产量之间的差距 [8], 后者在很大程度上是通过提高生物和非生物胁迫抗性来解决的。生物胁迫的挑战不仅来自气传真菌, 如引起小麦白粉病的 *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*, 而且还有一些侵染作物根

系的土传病原。在这方面本专题包括3篇综述文章，一篇关于气传病害，两篇关于土传病害。以白粉病抗性为例，四川农业大学的科学家展示了*Pm40*替代*Pm21*培育可持续抗病品种的潜力。由于质量遗传基因在生产上使用一段时间之后会失去抗性，因此挖掘抗病新基因以便不断提供抗病基因来代替无效基因非常重要。美国北达科他州立大学的Guiping Yan和Baidoo博士总结了抗大豆胞囊线虫(*Heterodera glycines*)的育种进展，介绍了病原线虫分子生物学及相关研究如何帮助常规育种工作的一个实例。加拿大阿尔伯塔大学的科学家回顾了*Aphomyces euteiches*引起的豌豆根腐病的发生和控制措施，这种土传病害对加拿大豌豆生产构成严重威胁。

由于温室气体排放造成的全球气候变化对气温和降雨产生了很大的不利影响。全球变暖(即干旱)对作物生产造成的一个显著影响是可能导致许多作物大幅度减产。培育能够适应气候变化的作物是作物遗传育种专家的一项重要任务。澳大利亚的Nazim Ud Dowla博士和他的同事报道了通过改变控制春化(*Vrn*)、光周期(*Ppd*)和矮秆(*Rht*)性状的关键基因，使小麦适应干旱胁迫。

为了满足日益增长的全球人口的需求，同时保护自然环境，培育高产和环保作物(包括那些具有改良性状、新型作物或新品种)是至关重要的。作物新物种、新类型和新品种可以通过培育合成作物或显著改变生产模式(例如从一年生变为多年生)来产生[9]。本专题包括3篇涉及这项植物育种工作的综述论文。中国和美国的科

学家报道了多年生小麦的培育，这一直是一些国家育种的目标。这篇文章总结了通过小麦与多年生偃麦草杂交产生多年生小麦及其潜在的应用价值。中国和国际玉米小麦改良中心(CIMMYT)的专家总结了合成六倍体小麦在小麦育种中的潜在应用。新培育的合成小麦为小麦改良提供了有用的遗传资源。澳大利亚联邦科学和工业研究组织(CSIRO)的科学家报道了非经典油料植物的遗传操作，以增强其作为生产植物油的主要形式——三酰甘油的生物反应器的潜力。作者总结了当前利用基因工程策略增加三酰甘油在植物中积累方面的研究结果。

References

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food and nutrition in numbers 2014. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2014.
- [2] Bedford D, Claro J, Giusti AM, Karumathy G, Lucarelli L, Mancini D, et al. Food outlook: biannual report on global food markets. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2017.
- [3] Beddington J. Food security: contributions from science to a new and greener revolution. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2010;365(1537):61–71.
- [4] Flohr BM, Hunt JR, Kirkegaard JA, Evans JR, Swan A, Rheinheimer B. Genetic gains in NSW wheat cultivars from 1901 to 2014 as revealed from synchronous flowering during the optimum period. *Eur J Agron* 2018;98:1–13.
- [5] Gao FM, Ma DY, Yin GH, Rasheed A, Dong Y, Xiao YG, et al. Genetic progress in grain yield and physiological traits in Chinese wheat cultivars of southern Yellow and Huai Valley since 1950. *Crop Sci* 2017;57(2):760–73.
- [6] Dai AG. Drought under global warming: a review. *WIREs Clim Change* 2011;2(1):45–65.
- [7] Singh RP, Singh PK, Rutkoshi J, Hodson DP, He XY, Jørgensen LN, et al. Disease impact on wheat yield potential and prospects of genetic control. *Annu Rev Phytopathol* 2016;54:303–22.
- [8] Xu Y, Li P, Zou C, Lu Y, Xie C, Zhang X, et al. Enhancing genetic gain in the era of molecular breeding. *J Exp Bot* 2017;68(11):2641–66.
- [9] Glover JD, Reganold JP, Bell LW, Borevitz J, Brummer EC, Buckler ES, et al. Increased food and ecosystem security via perennial grains. *Science* 2010;328(5986):1638–9.