

ISSN 2095-9419 (网络) | ISSN 0023-074X (印刷)

科学通报

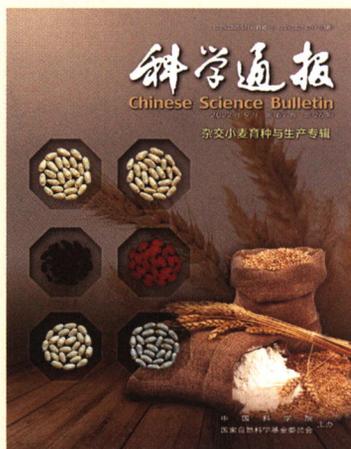
Chinese Science Bulletin

2022年9月 第67卷 第26期

杂交小麦育种与生产专辑



中国科学院
国家自然科学基金委员会 主办



封面说明

小麦是世界主要粮食作物之一,全球大量人口以小麦为主粮。提高小麦产量是解决粮食短缺问题、保证我国乃至世界粮食安全的迫切需要。杂种优势是指 F_1 杂种在生长、发育、产量和环境适应方面比其亲本表现更好的现象。杂种优势在自然界中普遍存在,利用小麦杂种优势、发展杂交小麦被认为是提高小麦产量的首选途径。为了交流杂交小麦研究的最新成果,梳理杂交小麦发展中的关键问题,汇聚解决思路和方案,推动我国杂交小麦的培育 and 高质量发展,特组织出版“杂交小麦育种与生产”专辑。小麦第三代杂交制种技术和4E-ms杂交小麦生产体系是两个以小麦隐性核雄性不育突变体为基础、分别利用小麦分子设计和染色体工程建立的杂交制种体系,两者均具有广阔的应用前景。封面图片分别为利用小麦第三代杂交制种技术和4E-ms杂交小麦生产体系繁育的不育系和保持系种子,前者用红色荧光作为保持系种子的标记,后者用蓝色作为保持系种子的标记。

目次

2022年9月20日,第67卷,第26期

香山科学会议专栏·杂交小麦育种与生产专辑

编者按

- 3097 道阻且长,行则将至;行而不辍,未来可期——杂交小麦的发展和展望

邓兴旺

评述

- 3100 小麦雄性不育基因的鉴定和杂种优势利用

刘琦,齐娟,吴佳洁,倪飞

雄性不育是杂种优势利用的重要性状。与水稻、玉米等作物相比,小麦雄性不育基因的研究进展较为滞后,仅有部分基因被定位或克隆。本文总结了小麦雄性不育基因的鉴定及其在杂交种生产中的应用情况,为后续麦类作物雄性不育基因的进一步研究与利用提供参考。

- 3110 小麦籽粒蓝色基因及应用研究进展

裴嘉伟,马力耕

小麦籽粒颜色是重要的农艺性状,可以作为育种的辅助标记,同时蓝粒小麦由于含有花青素营养价值更高。普通小麦不具有蓝粒性状,需要通过与麦族其他品种杂交来获得。控制麦族蓝粒性状的克隆将为理解麦族蓝粒性状的演化以及在育种中的应用打下基础。

- 3119 中国二系杂交小麦研究进展与展望

赵昌平

由于我国小麦光温敏不育种质的发现和利用,二系杂交小麦技术获得飞速发展,被认为是今后小麦杂种优势利用的主流技术。本文从我国二系杂交小麦全产业链创新角度,分析总结了产业链各环节的研究进展,并提出了中国二系杂交小麦今后发展的科技创新和产业化建议与展望。

- 3129 染色体工程在杂交小麦育种中的应用进展

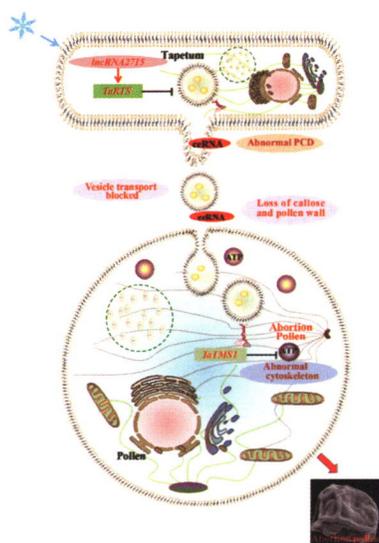
王青,何梓铭,王利彬,亓增军

杂交小麦是小麦育种的重要方向之一。染色体工程为研发第三代杂交小麦制种系统提供了重要的携带育性恢复和种子标记性状基因的外源染色体,与基因编辑技术结合,可以更有效地创制基于CMS和GMS的第三代杂交小麦制种系统。

3140 基于隐性核雄性不育系的杂交小麦制种技术研究进展、问题与展望

李健, 周宽基, 王峥, 周君莉, 邓兴旺

小麦是人类重要的口粮, 杂交小麦被认为是提高小麦产量的首选途径. 本文综述了基于小麦隐性核雄性不育突变体, 通过染色体操作建立的小麦杂交育种体系和利用分子设计育种建立的小麦第三代杂交育种体系的研究进展, 并讨论了提高小麦杂种优势、降低杂种生产成本和播种量的必要性和相应解决方案.



▲ 赵昌平 p3119

3152 小麦杂种优势群的创制

朱献文, 徐云碧, 李健, 张兴平

小麦杂种优势群构建是提高小麦杂种优势利用效率的有效手段. 杂种优势的构建基础是利用系谱、表型、配合力、遗传距离或基因组预测等方法对遗传广泛的优良物质资源进行杂种优势潜力分析与分类. 杂种优势的构建过程包括优势群初级分类、杂种优势预测、杂种优势群性状改良以及杂交组合选配四个阶段.

3165 渗入杂交与小麦杂种优势

郝明, 张连全, 黄林, 甯顺踪, 袁中伟, 姜博, 颜泽洪, 伍碧华, 郑有良, 刘登才
商业化优势不突出是限制小麦杂种优势利用的一个重要因素. 本文聚焦渗入杂交在小麦杂种优势利用中的价值意义进行评述, 提出通过渗入杂交重塑小麦基因组遗传结构, 从而提高小麦杂交种生产优势的想法.

3175 杂交小麦制种技术及除草剂在杂交制种提纯中的应用进展

曹光宇, 单天雷, 刘江, 姜宗敏, 朱志锋, 吕建

杂交技术可以提高小麦稳产性和丰产性, 是保障粮食安全的重要策略. 制种成本过高制约了杂交小麦的推广, 通过引入抗除草剂性状并与授粉后除草剂喷施配套使用, 可以降低父本自交种子的比例和大小, 提高制种纯度, 降低制种成本. 本文总结了除草剂在杂交制种中应用的研究进展, 同时展望了新的杂交制种技术, 以期进一步加速杂交小麦的推广.

3185 四川杂交小麦研究进展及展望

罗江陶, 刘仲齐, 任勇, 陶军, 肖子泉, 饶世达, 田宁, 郑建敏, 刘培勋, 邓清燕, 李生荣, 蒲宗君

论述了四川杂交小麦的研究历程, 从三系法尤其是T型三系, 到温光敏两系法、化杀两系法, 再到蓝标型矮秆不育系法等进行深入地阐述. 四川杂交小麦研究应用成果显著, 培育出通过国家审定的绵阳32和绵杂麦168、四川省审定的绵杂麦512、绵杂麦638、川麦59和川麦69等杂交小麦品种并生产应用. 同时, 针对四川小麦生产实际, 对杂交小麦的发展提出了展望.

3197 云南温光敏两系杂交小麦研究进展与思考

李绍祥, 丁明亮, 李宏生, 刘琨, 杨忠慧, 顾坚, 杨木军

实现杂交小麦规模化应用是个世界性难题. 过去30年云南省利用C49S研究建立了温光敏两系杂交小麦技术体系, 育成审定了3个杂交小麦品种并大面积应用, 但同时存在不少育种、技术和科学问题需要研究解决.



▲ 李健等 p3140

论文

3207 一个小麦强优势组合的杂种优势遗传基础解析

关攀锋, 逯腊虎, 刘刚, 汪永法, 辛明明, 胡兆荣, 姚颖垠, 倪中福, 孙其信, 彭惠茹

普通冬小麦农大3338与京冬6号组配的杂交 F_1 代, 在株高和千粒重方面表现出明显的中亲杂种优势. 本文利用双亲构建的DH系衍生的永久 F_2 群体进行遗传位点分析, 结果表明超显性、显性和上位性效应共同调控该组合杂种优势的形成.

3221 基于SNP遗传距离和配合力的小麦杂种优势预测

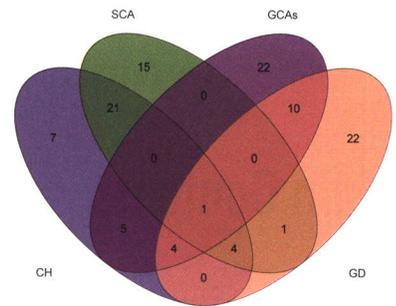
陈向东, 吴晓军, 方方, 宋林通, 董娜, 胡铁柱, 茹振钢

基于不育系BNS和BNS366构建双列杂交群体, 结合660K SNP分型和产量构成性状的配合力和杂种优势分析, 发现SNP遗传距离和配合力可预测杂种优势, 初步构建了小麦杂种优势类群, 为我国杂交小麦的亲本选配和遗传改良提供重要参考。

3233 二系杂交小麦混播制种技术与利用

赵昌平, 马锦绣, 高建刚, 廖祥政, 叶志杰, 陈现朝, 杨卫兵, 张凤廷

我国二系杂交小麦技术体系研究与应用实践表明, 高效制种是杂交小麦产业化发展的关键技术。本文通过光温敏不育系和恢复系异交性状与制种产量相关性研究, 系统建立了二系杂交小麦高效混播制种技术体系, 为杂交小麦大面积应用奠定了重要基础。



▲ 陈向东等 p3221

i 《科学通报》投稿指南

Science Bulletin 文章推荐

理性设计牻牛儿苗基焦磷酸合酶(GGPPS)能够显著增强模式植物烟草类胡萝卜素合成及光合作用效率

Rational design of geranylgeranyl diphosphate synthase enhances carotenoid production and improves photosynthetic efficiency in *Nicotiana tabacum*

董臣, 曲戈, 郭敬功, 位芳, 高书文, 孙周通, 金立锋, 孙旭武, Jean-David Rochaix, 苗雨晨, 王燃

Sci Bull, 2022, 67(3): 315-327, <https://doi.org/10.1016/j.scib.2021.07.003>

植物品种培育的关键是寻找优良基因。通过理性设计对植物关键酶进行改造, 有望为植物品种培育提供新的优良基因。NtGGPPS1是烟草类胡萝卜素合成途径的限速酶, *ntggpps1*突变体类胡萝卜素含量显著降低。对NtGGPPS1进行理性设计, 重塑酶与底物的结合口袋, 构建单点饱和突变体文库。通过高通量的细菌颜色实验进行筛选, 获得5个可以显著提升酶活性的氨基酸位点, 进一步对以上位点进行迭代组合突变获得酶活性最高的5突变体d-NtGGPPS1(V154A/I161L/F218Y/I209S/V233E)。相对于NtGGPPS1, 理性设计的d-NtGGPPS1可以将底物IPP和共同底物DMAPP转化为GGPP的效率提高约1995.5倍, 能够将GPP或FPP转化产生GGPP的效率提高约25.9或16.7倍。将d-NtGGPPS1回补到*ntggpps1*突变体可以显著提升叶片类胡萝卜素含量, 生物量及光合作用效率。该研究表明理性设计GGPPS可以提升植物的产量和品质性状, 并为未来通过理性设计获得植物优良基因提供新的突破口。

拟南芥自噬相关蛋白ATG3通过增强ATG8e的液-液相分离促进细胞自噬

Arabidopsis AUTOPHAGY-RELATED3 (ATG3) facilitates the liquid-liquid phase separation of ATG8e to promote autophagy

管彬, 薛红卫

Sci Bull, 2022, 67(4): 350-354, <https://doi.org/10.1016/j.scib.2021.10.012>

相分离(phase separation)通过形成相对独立的空间域, 选择性地富集分子并形成独特结构, 在动植物细胞的各种生理和信号传导过程中发挥重要作用。自噬(autophagy)是真核细胞中一种高度调节的降解机制, 研究表明自噬可以降解液态凝聚物, 且前自噬体结构(pre-autophagosomal structures, PAS)也经历液-液相分离以调节自噬体形成。泛素样蛋白ATG8在修饰自噬体和将特定货物招募到自噬体的过程中起核心作用, 但目前尚不清楚ATG8是否发生相分离以调节自噬体的生物合成。该研究通过系统的细胞学观察发现拟南芥ATG8e能在体内和体外发生相分离, 其N端的固有无序结构(intrinsically disordered regions, IDR)参与相分离的形成。利用相分离抑制剂处理和对遗传材料的观察表明ATG8e的液-液相分离在自噬中发挥重要作用。进一步的研究表明自噬相关蛋白ATG3增强了ATG8e的相分离, 并进而促进细胞自噬。有意思的是, ATG8e在酵母和哺乳动物中的同源蛋白Atg8和LC3(三个成员)的N末端区域也为IDR, 表明哺乳动物LC3和酵母Atg8可能存在相分离, 且相分离参与了哺乳动物细胞的自噬调节。该研究证明了相分离在细胞自噬中的存在和重要性, 为深入研究自噬的分子调控机制提供了重要线索。



Volume 67 Number 26 September 20 2022

Main Contents

- 3097 Hybrid wheat: The road is long and treacherous, we keep on going and will accomplish it in the end
Xing Wang Deng
- 3100 Progress in identifying male sterility genes and utilizing heterosis in wheat
Qi Liu, Juan Qi, Jiajie Wu & Fei Ni
- 3110 Recent advances in understanding the genes conferring blue-colored grains in common wheat and their use in wheat breeding
Jiawei Pei & Ligeng Ma
- 3119 Research progress and prospects of two-line hybrid wheat in China
Changping Zhao
- 3129 Advances in chromosome engineering for hybrid wheat breeding
Qing Wang, Ziming He, Libin Wang & Zengjun Qi
- 3140 Research progress, problems, and prospects in hybrid wheat seed production technology based on recessive nuclear genetic male sterile lines
Jian Li, Kuanji Zhou, Zheng Wang, Junli Zhou & Xing Wang Deng
- 3152 Establishment of heterotic groups for hybrid wheat breeding
Xianwen Zhu, Yunbi Xu, Jian Li & Xingping Zhang
- 3165 Introgressive hybridization and wheat heterosis
Ming Hao, Lianquan Zhang, Lin Huang, Shunzong Ning, Zhongwei Yuan, Bo Jiang, Zehong Yan, Bihua Wu, Youliang Zheng & Dengcai Liu
- 3175 Progress in hybrid wheat seed production technologies and implication of herbicide solutions in hybrid wheat purity improvement
Guangyu Cao, Tianlei Shan, Jiang Liu, Zongmin Jiang, Zhifeng Zhu & Jian Lü
- 3185 Progress in hybrid wheat research in Sichuan and future prospects
Jiangtao Luo, Zhongqi Liu, Yong Ren, Jun Tao, Ziquan Xiao, Shida Rao, Ning Tian, Jianmin Zheng, Peixun Liu, Qingyan Deng, Shengrong Li & Zongjun Pu
- 3197 Research progress and reflection of two-line hybrid wheat based on thermo-photo sensitive genic male sterility in Yunnan
Shaoliang Li, Mingliang Ding, Hongsheng Li, Kun Liu, Zhonghui Yang, Jian Gu & Mujun Yang
- 3207 Genetic basis of heterosis in a common wheat cross with strong-heterosis
Panfeng Guan, Lahu Lu, Gang Liu, Yongfa Wang, Mingming Xin, Zhaorong Hu, Yingyin Yao, Zhongfu Ni, Qixin Sun & Huiru Peng
- 3221 Heterosis prediction of wheat based on SNP genetic distance and combining ability
Xiangdong Chen, Xiaojun Wu, Fang Fang, Lintong Song, Na Dong, Tiezhu Hu & Zhengang Ru
- 3233 Research and utilization of mixed seed production technology for two-line hybrid wheat
Changping Zhao, Jinxiu Ma, Jiangang Gao, Xiangzheng Liao, Zhijie Ye, Xianchao Chen, Weibing Yang & Fengting Zhang



科学家交流的平台

国际科学研究的展台

向世界展示的窗口

科学通报

CHINESE SCIENCE BULLETIN

第 67 卷 第 26 期 2022 年 9 月 20 日出版 (旬刊)

(版权所有, 未经许可, 不得转载)

主 管	中 国 科 学 院	出 版	《 中 国 科 学 》 杂 志 社
主 办	中 国 科 学 院		北 京 (100717) 东 黄 城 根 北 街 16 号
	国 家 自 然 科 学 基 金 委 员 会	印 刷 装 订	北 京 科 信 印 刷 有 限 公 司
编 辑	中 国 科 学 院	总 发 行 处	北 京 报 刊 发 行 局
	《 科 学 通 报 》 编 辑 委 员 会	订 购 处	全 国 各 邮 电 局
主 编	高 福		《 中 国 科 学 》 杂 志 社 发 行 部

为加强版权保护, 本刊自2020年起在封面加贴《中国科学》杂志社防伪标签。每个防伪标签上均有编号, 验伪请拨打010-64019709。凡未贴防伪标签为盗版, 违法必究。



《科学通报》官方
微信订阅号

万方数据

CN 11-1784/N ■ ISSN 0023-074X ■ eISSN 2095-9419

国内邮发代号: 80-213

广告发布登记: 京都市监广登字20170194号

每期定价: 160.00元 全年定价: 5760.00元

ISSN 0023-074X



9 770023 074227