

国际工程科技发展战略高端论坛
International Top-level Forum on Engineering Science
and Technology Development Strategy

中國工程院
CHINESE ACADEMY OF ENGINEERING

作物杂种优势利用

UTILIZATION OF
HETEROSIS IN CROPS

国际工程科技发展战略高端论坛

International Top - level Forum on Engineering
Science and Technology Development Strategy

作物杂种优势利用

zuowu zazhong youshi liyong

UTILIZATION OF HETEROSIS IN CROPS



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书收集了2012年8月21日国际工程科技发展战略高端论坛——作物杂种优势利用的国内外19位专家的报告。书中以杂种优势利用为主题,讨论了农作物杂种优势利用对未来农业可持续发展的重要性;探讨了不同作物杂种优势利用面临的主要技术障碍和科技问题;展望了主要农作物杂种优势利用前景。在统稿过程中,编委会尽量保持了各篇论文原有的内容、观点和风格,为了方便更多读者阅读,以中、英文两种文字出版。

本书适合科技和农业行政管理部门的官员以及从事种业科技的专业技术人员阅读,也可供农业大学农学专业和从事作物杂种优势理论与利用研究的专家参考,以熟悉该领域学科发展的方向。

图书在版编目(CIP)数据

作物杂种优势利用:汉英对照/中国工程院编著.

—北京:高等教育出版社,2014.1

(国际工程科技发展战略高端论坛)

ISBN 978-7-04-038893-0

I. ①作… II. ①中… III. ①杂种优势—研究

汉、英 IV. ①S334.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第176号



总策划 樊代明

策划编辑 王国祥 黄慧靖

责任编辑 沈晓晶

封面设计 顾斌

责任印制 韩刚

出版发行 高等教育出版社

社址 北京市西城区德外大街4号

邮政编码 100120

印刷 北京汇林印务有限公司

开本 850 mm × 1168 mm 1/16

印张 16

字数 250千字

购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598

网址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

网上订购 <http://www.landaco.com>

<http://www.landaco.com.cn>

版次 2014年1月第1版

印次 2014年1月第1次印刷

定价 80.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 38893-00

编辑委员会

主 任： 盖钧镒

副主任： 戴景瑞 李建生 孙其信

编 员： 刁现民 邓华凤 孙 寰 朱英国

赵昌平 傅廷栋 喻树迅 谢华安

冷畅俭 Reid G. Palmer

编委会工作人员名单

郭东伟 李海峰 王军卫 黄 镇

黄 伟 王国辉 田秀红 廖允成

目 录

第一部分 综述

综述	3
----------	---

第二部分 参会专家名单

参会专家名单	7
--------------	---

第三部分 主题报告及报告人简介

QTL 分析在作物杂种优势中的利用	Hiroshi Ikehashi	11
中国水稻杂种优势利用实践与展望	谢华安	15
中国杂交水稻发展的成就、问题与对策	袁隆平	21
杂交水稻的研究与发展	朱英国	28
玉米杂种优势利用的前景与挑战	Kendall R. Lamkey	33
中国玉米杂种优势利用现状与发展方向	李建生	37
杂种优势:挑战与机遇	Patrick S. Schnable	42
玉米-摩擦禾-四倍体多年生类玉米三元多倍体合成与遗传研究	荣廷昭	44
关于作物杂种优势利用的工程科学及技术研发策略国际高端论坛	Thomas A. Lumpkin	49
我国杂交小麦研究进展与展望	孙其信	53
中国杂交小麦研究与应用	赵昌平	58
中国杂交油菜的发展与思考	傅廷栋	62
利用系谱信息提高作物杂种优势利用的展望	Wallace A. Cowling	71
棉花杂交优势的利用	Richard G. Percy	74
中国棉花杂种优势利用现状及发展趋势	喻树迅	77
杂种大豆产业化前进之路	盖钧镒	81
杂种优势在作物上的利用	Reid G. Palmer	84
杂交大豆开发的进展与问题	孙寰	88
谷子杂种优势利用研究的问题和发展前景	刁现民	94
后记		244

CONTENTS

Part I Summary of the Top-level Forum

Summary of the Top-level Forum _____	101
--------------------------------------	-----

Part II List of Experts Attending the Forum

List of Experts Attending the Forum _____	107
---	-----

Part III Keynote Speech and Speaker Introduction

QTL Analyses for Innovation of the Concept of Heterosis _____	Hiroshi Ikehashi	111
Practice and Prospect of Chinese Rice Heterosis Utilization _____	Hua'an Xie	117
Hybrid Rice Development in China: Achievements, Problems and Countermeasures _____	Longping Yuan	122
Progress and Prospect of Hybrid Rice Research _____	Yingguo Zhu	133
Perspective and Challenge of Utilization of Heterosis in Maize _____	Kendall R. Lamkey	140
Current Status and Development Orientation on Utilization of Maize Heterosis in China _____	Jiansheng Li	147
Heterosis: Challenges and Opportunities _____	Patrick S. Schnable	154
Research on Synthesis and Inheritance of Maize-Genus <i>Tripsacum</i> -Tetraploid Perennial Teosinte Ternary Hybrid _____	Tingzhao Rong	159
Development Strategy-Utilization of Heterosis in Crops _____	Thomas A. Lumpkin	166
Progress and Prospect of Hybrid Wheat in China _____	Qixin Sun	174
Research and Utilization of Hybrid Wheat in China _____	Changping Zhao	182
Progress and Future Development of Hybrid Rapeseed in China _____	Tingdong Fu	188
The Outlook of Improving Heterosis by Using Pedigree Information _____	Wallace A. Cowling	199
Utilization of Heterosis among Cotton Species _____	Richard G. Percy	204
Utilization Status and Development Trend of Cotton Heterosis in China _____	Shuxun Yu	210
Further Steps to the Industrialization of Hybrid Soybean _____	Junyi Gai	215
Utilization of Heterosis in Crops _____	Reid G. Palmer	220
Progress and Problem of Hybrid Soybean Development _____	Huan Sun	227
Problems and Development Perspectives on Heterosis Utilization in Foxtail Millet _____	Xianmin Diao	237

第一部分

综 述

综 述

杂种优势利用是大幅度提高作物产量、增强抗逆性和改善品质的有效途径。经过作物育种学家坚韧不拔的努力,水稻、玉米、油菜等主要农作物杂种优势已得到了广泛应用,取得了举世瞩目的成就。近年来,在小麦、棉花、谷子、大豆、亚麻等作物的杂种优势研究与利用方面也取得了重大突破。基因组技术的应用,为作物杂种优势利用的基础研究提供了新的手段。随着世界人口的持续增长,对粮食需求的不断增加,以作物杂种优势研究和利用为基础的作物育种技术仍将是未来促进作物增产、推动农业发展、保障粮食安全的重要手段。为了更好地推动世界范围内作物杂种优势的研究与利用,在“作物杂种优势利用国际学术大会”期间,特举办了“作物杂种优势利用”高端论坛,希望通过业内高层专家的研讨为国际社会及有关国家制定农业产业和科技发展政策提供利用作物杂种优势方面的信息和依据。

本次论坛于2012年8月21日在陕西宾馆召开,由中国工程院院士盖钧镒教授和国际玉米小麦研究中心主任 Thomas A. Lumpkin 博士共同主持。25位国内外专家出席了本次论坛,其中,6位中国工程院和中国科学院院士,以及9位来自美国、德国、日本、澳大利亚和墨西哥的知名国际专家。有21位专家分别做了水稻、玉米、小麦、油菜、大豆、棉花和谷子杂种优势利用的报告。与会代表就杂种优势对未来农业可持续发展的重要性开展了深入讨论;探讨了不同作物杂种优势利用面临的主要技术障碍和科技问题;展望了主要农作物杂种优势利用前景。本次论坛有三个特点:第一,汇集了全世界顶级的科学家共同讨论作物杂种优势利用战略;第二,聚焦杂种优势利用的前沿问题展开讨论;第三,进一步探讨未来的农作物杂种优势利用的发展前景。

经过与会代表各抒己见,达成以下三方面共识。

第一,在理论方面,杂种优势不仅利用加性效应,而且可以更有效地利用显性效应,因此对未来的发展来讲,杂交种可利用更多效应来增加农作物生产,具有广阔利用前景。

第二,从国内外的情况看,玉米、水稻、油菜等已经有了比较好的杂种优势利用的基础,小麦、大豆、棉花、谷子等作物正在开拓发展。在杂种优势利用中,两个关键问题是必须解决的:一是高效低成本的杂种种子生产技术;二是提高杂种优

势利用效率。对于玉米、水稻、油菜等已经有了比较好的杂交种子生产技术的作物,主攻方向是解决提高杂种优势利用效率的问题;但是对于小麦、大豆、棉花等作物,目前更重要的问题是要解决有效的杂交种子生产技术问题,包括不育系等种子生产技术。在提高杂种优势利用效率方面,首先要考虑的是发掘优良作物种质资源,特别是在杂种优势资源方面要做更多的工作,比如建立亲本的杂种优势群,通过遗传改良来累积重组的基因,进一步提高杂种优势利用水平。在分子生物学及生物技术的应用方面,需要更进一步地与实际育种计划紧密结合。发展分子标记辅助选择的技术,改进选择的效率,实现杂种优势理论与利用的紧密结合。为了加强这方面的工作,与会的中国代表建议国家设立一个新的研究项目,开展作物杂种优势理论的应用基础研究。

第三,在利用农作物杂种优势优良等位基因方面,还要充分考虑基因与环境的相互作用,即农作物杂交种的生理与栽培的技术问题。不仅仅要提高作物的产量,还可以扩展到营养品质优势的利用,以及抗旱、逆境、适应性的杂种优势利用等。在杂交水稻方面,籼粳稻杂种优势利用,以及早稻杂种优势利用还有待进一步的研究。

为了进一步表达对杂种优势利用的必要性和重要性的高度关注,争取有关部门,包括政府部门以及国际社会的进一步支持的愿望,与会专家向政府和社会有关方面提出以下建议:①在“863”主要农作物强杂种优势利用项目中,除了包括原有的作物以外,还应把谷子列入该项目。今后如有可能,还应扩展到更多的作物。②希望强化集体协作的功能,加强单位之间、研究人员之间的合作,形成一个比较统一的计划。③推动研究部门与产业部门,特别是与种子公司的合作,实施产学研的有效结合,使杂种优势利用成为中国农业科学研究的重要特色。④建立一个国际的合作计划,其中包括建立一个国际会议的制度,定期举办国际会议,通过国内外的学术交流,推动全球农作物杂种优势的利用研究。

现代农业已经进入到一个高科技、高产出的新时代,需要全球的科学家团结协作,综合地、全面地、有效地改良农作物杂交种,同时包括社会指数的改良,共同开创农作物杂种优势利用的新局面。

第二部分

参会专家名单

参会专家名单

- Hiroshi Ikehashi** 京都大学,教授
- Patrick S. Schnable** 爱荷华州立大学,主任/教授
- Frank Technow** 霍恩海姆大学,博士后
- Wallace A. Cowling** 西澳大利亚大学,教授
- Reid G. Palmer** 爱荷华州立大学,教授
- Thomas A. Lumpkin** 国际玉米小麦改良中心,主任
- Kendall R. Lamkey** 爱荷华州立大学,主任/教授
- Richard G. Percy** 美国农业部农业研究局,教授
- 张勇飞** 孟山都(中国)公司,育种总监
- 袁隆平** 国家杂交水稻工程技术研究中心,院士/研究员
- 盖钧镒** 南京农业大学国家大豆改良中心,院士/教授
- 傅廷栋** 华中农业大学,院士/教授
- 戴景瑞** 中国农业大学,院士/教授
- 荣廷昭** 四川农业大学玉米研究所,院士/教授
- 朱英国** 武汉大学生命科学学院,院士/教授
- 官春云** 湖南农业大学油料作物研究所,院士/教授
- 谢华安** 福建省农业科学院,院士/研究员
- 喻树迅** 中国农业科学院棉花研究所,院士/研究员
- 孙其信** 西北农林科技大学,校长/教授
- 孙 寰** 吉林省农业科学院,研究员
- 李建生** 中国农业大学,主任/教授
- 邓华凤** 国家杂交水稻工程技术研究中心,主任/研究员
- 刁现民** 中国农业科学院作物科学所,研究员
- 赵昌平** 北京市农林科学院杂交小麦中心,主任/研究员
- 周永明** 华中农业大学,主任/教授
- Z. Jeffrey Chen** 德州大学,教授

第三部分

主题报告及报告人简介

QTL 分析在作物杂种优势中的利用

Hiroshi Ikehashi

日本京都大学

当一个群体比较小或者是由自交系组成,那么这个群体随着自交繁殖的进行,其遗传多样性会随之变小,遗传背景变窄,从而丧失它的适应性。而且随着自交系的重组,一些不利适应的性状、甚至致死的隐性基因纯合,而出现性状衰退。而杂种优势则是利用远缘杂交后代在适应性等方面具有超过亲本的表现。遗传学家提出了关于杂种优势两个经典理论假说和其他新型解释。

显性假说认为,多数显性基因有利于个体的生长和发育,而相对的隐性基因则一般不利于生长和发育。例如,来自某一个亲本的显性基因表达可以遮盖来自另一亲本的隐性基因的表达,而 F_1 中具有亲本的显性基因,从而增加了杂合子代的生长优势。依照这个假说,杂合个体进行自交或近交就有可能增加子代纯合体出现的机会,暴露出隐性基因所代表的不利性状,因而造成自交衰退。该假说还认为:具有杂种优势的性状,如产量等,均为数量性状,涉及多基因,并且有害的隐性基因和有利的显性基因难免相连锁,所以要把为数较多的有利基因全部以纯合体状态集中到一个自交后代个体中的概率是微乎其微的,因而不可能获得一个同杂种生长优势一样的自交系。显性假说强调显性基因作用对作物杂种优势的贡献,得到了部分实验结果的支持。

超显性假说认为杂种优势是基因型不同的配子结合后产生的一种促进效应。例如, A_1 和 A_2 是某个基因座上的两个等位基因,其杂合体 A_1A_2 比纯合体的双亲 A_1A_1 和 A_2A_2 显示出更大的生长优势,优势的程度与等位基因间的杂合度有密切的关系。超显性效应在有些单基因控制的性状中得到证实。显性假说强调显性基因的作用,超显性假说则强调基因间的相互作用,它们虽然不相互排斥,但也不能概括一切。而根据作物数量性状的遗传分析,杂种优势的遗传实质应是显性效应、加性效应以及超显性效应等各种基因效应的综合。在某一组合中可能以某一作用为主;不同的性状,基因作用方式也可能不一样。