

崔绍平 吴 涛 编著

玉米杂交育种

YUMI ZAJIAO YUZHONG



河北科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

玉米杂交育种/崔绍平, 吴涛编著. —石家庄:
河北科学技术出版社, 2015. 9

ISBN 978 - 7 - 5375 - 8623 - 8

I. ①玉… II. ①崔… ②吴… III. ①玉米 - 杂交育
种 IV. ①S513.035.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 212548 号

玉米杂交育种

崔绍平 吴 涛 编著

出版发行 河北科学技术出版社

地 址 石家庄市友谊北大街 330 号(邮编:050061)

印 刷 石家庄燕赵创新印刷有限公司

经 销 新华书店

开 本 850 × 1168 1/32

印 张 5.75

插 页 32

字 数 133 000

版 次 2016 年 10 月第 1 版

2016 年 10 月第 1 次印刷

定 价 20.00 元

前 言

《玉米杂交育种与良种繁育技术》一书自从 2011 年出版以来，笔者在河北冀南玉米研究所主持的矮生玉米育种工作，已取得了较大的进展，新育成的 br-2 基因型矮生玉米杂交种“矮单 268”，2014 年 5 月通过河北省审定，2015 年 8 月获国家发明专利。其特点是秆矮、早熟高产、抗病抗倒、耐密植，果穗结实好、不秃尖，2012 年 0.98 亩，5500 株/亩，夏播亩产 889.2 千克；2013 年 1.73 亩，6000 株/亩，夏播亩产 903.5 千克，达到了当前河北省夏玉米的最高产水平；2014 年更上一层楼，6.6 亩 6500 株/亩，夏播亩产 973.46 千克；另有 0.5 亩，7000 株/亩，夏播亩产 1001.64 千克。受到河北省广大农民的欢迎和好评，并且业已引起有关领导的重视。表明玉米 br-2 基因型矮生玉米育种是一个很有希望的育种途径。此外，笔者还陆续发现原书也有一些不足之处。为此，我们在《玉米杂交育种和良种繁育技术》一书的基础上，编写了本书，并更名为《玉米杂交育种》。为便于同行、朋友们参考、研究、讨论，本书重点增加了有关玉米 br-2 矮生基因型育种的内容，同时对其他内容也作了必要的修改和补充：

1. “玉米 br-2 基因型矮生玉米杂交种选育”部分，增加了三个内容，其一是 br-2 基因型矮生玉米自交系选育的有关技术；其二是玉米 br-2 矮生基因研究利用的有关文献；其三是矮单 268 玉米的成果鉴定及其三年产量实收报告。

2. “玉米自交系选育”部分，其中“测定自交系配合力的方法”，增加一项笔者自创的“列表法”，此法简单而易行，笔者在玉米育种实践中，已应用多年，对选育配合力高的自交系及选配强优势玉米杂交种，都有一定的指导作用。

3. 新增一项常规玉米杂交种亲本自交系提纯技术，即“用选株测交法”提纯玉米自交系。

此外，在“玉米杂交种质创新”“不育化玉米杂交种选育技术”“黑玉米杂交育种”等部分，也有或多或少的修改或补充。

由于能力和水平所限，书中不妥之处，敬请同行、朋友们给予批评指正。

崔绍平

2016 年 6 月 6 日

作者简介

崔绍平，男，汉族，1937年1月生，河北省丰润县人，中共党员，副研究员。

1957年8月毕业于河北省昌黎高级农业学校，先后在农业部济南玉米育种培训班、北京农业大学育种函授班、南京农业大学遗传育种讲习班学习并结业。



1957年至1997年退休，在河北省农林科学院粮油作物研究所工作，历任玉米育种研究室技术助理、技术员、负责人、主任，河北省玉米攻关协作组副组长、河北省政府玉米重大科技攻关项目主持人。1997年至今任河北冀南玉米研究所首席专家。

自1963年至今，先后主持育成玉米杂交种石选1号、冀杂3号、太行白、冀单3号、冀单20（矮单88）、冀单23、冀单31、冀玉8号、冀玉9号（国审）、永玉1号、永玉2号、永玉3号（国审）、永玉6号（原名永99-5，国审）、永玉8号、永玉35、永玉39、永玉208、永玉66、矮单268等19项。其中冀

单 20 是我国第一个通过省级审定的 br-2 基因型矮生玉米杂交种；永玉 1 号是 S 型不育化玉米杂交种；永玉 2 号、永玉 3 号和永玉 8 号是 C 型不育化玉米杂交种；永玉 208 是籽粒、穗轴均为黑色的特用玉米。

冀单 3 号、冀单 31 和“改良玉米自交系黄早四-15”分获河北省科技进步三等奖，课题研究项目“玉米 br-2 矮生基因利用技术研究”和永玉 2 号分获河北省农林科学院和大北农农业技术研究院科技进步奖。发表论文 25 篇。2011 年编著出版《玉米杂交育种与良种繁育技术》一书。

目 录

一、玉米开花结实习性	(1)
(一) 雌雄花序构造	(1)
(二) 雌雄穗开花授粉结实习性	(3)
二、玉米杂交种质创新	(6)
(一) 单交种质	(6)
(二) 回交种质	(9)
(三) 三交种质	(10)
(四) 双交种质	(11)
(五) 复合杂交种质	(12)
(六) 综合品种种质	(13)
(七) 改良群体种质	(16)
三、玉米自交系选育技术	(17)
(一) 种质材料准备	(17)
(二) 自交方法	(19)
(三) 基本株自交果穗选留数量	(20)
(四) 一代自交系的鉴定筛选	(22)

(五) 看根选留一代自交系植株果穗	(23)
(六) 二代及其后各代自交系的群体选择重点	(24)
(七) 二代及其后各代自交系的系内选择	(28)
(八) 自交系配合力的测定	(34)
(九) 关于自交系配合力的早期测定问题	(40)
(十) 选育自交系的种植密度	(43)
四、选配玉米单交种	(47)
(一) 单交种亲本自交系的条件	(47)
(二) 单交种的选配	(48)
(三) 单交种的鉴定	(48)
(四) 单交种的正反交	(49)
(五) 改良单交种的利用	(50)
(六) 玉米杂交种的后代利用	(51)
五、不育化玉米杂交种转育技术	(53)
(一) 不育化玉米杂交种的组成	(53)
(二) 雄花不育系转育	(55)
(三) 雄花可育恢复系转育	(59)
(四) 现有自交系的育性表现	(65)
六、玉米 br-2 基因型矮生玉米杂交种选育	(67)
(一) br-2 基因型矮生玉米杂交种与常规玉米 杂交种的区别	(68)

(二) br-2 基因型矮生玉米杂交种选育成功的	
关键	(68)
(三) br-2 基因型矮生理理想株型自交系的选育	
途径	(69)
(四) br-2 基因型矮生自交系选育的有关技术	(70)
(五) 关于 br-2 基因型杂交组合的组配方式	(71)
七、玉米 br-2 基因型矮生玉米杂交种选育的有关文献 ..	(73)
(一) 玉米 br-2 矮生基因利用的研究	(73)
(二) 玉米 br-2 矮生基因型杂交种“矮单 268”的	
选育报告	(84)
(三) 河北省利用玉米 br-2 矮生基因获得成功 育成的	
矮单 268 创全省夏玉米高产纪录	(96)
(四) 玉米“矮状元”名扬河北	(98)
(五) 矮单 268 是玉米矮化育种的成功实践	(101)
八、黑玉米杂交育种	(103)
(一) 黑玉米种质创新	(103)
(二) 黑玉米自交各代的果穗籽粒颜色	(106)
(三) 黑玉米单交种选配	(107)
九、玉米自交系和单交种繁育技术	(108)
(一) 搞好隔离区	(108)
(二) 计算制种田和亲本繁殖田面积的方法	(109)

(三) 调节父母本的播种期	(111)
(四) 花期的预测和调整	(112)
(五) 制种田的去杂去劣	(113)
(六) 制种田的母本带苞去雄	(114)
(七) 玉米低截位带叶去雄	(117)
(八) 割除父本	(118)
(九) 收获与贮藏	(119)
十、用“选株测交法”提纯玉米自交系	(120)
(一) 材料和方法	(121)
(二) 结果和分析	(123)
(三) 讨论意见	(127)
十一、不育化玉米杂交种母本雄花不育系防杂保纯繁育	
技术	(129)
(一) 雄花不育系的杂株种类及产生原因	(129)
(二) 雄花不育系的防杂保纯方法	(131)
(三) “三田”面积	(133)
十二、玉米田间调查、室内考种项目及标准	(134)
(一) 物候期	(134)
(二) 生育期间植株性状	(135)
(三) 果穗性状	(137)
(四) 病虫害	(139)

附录	(147)
附录一 玉米 br-2 基因型矮生玉米矮单 268 的成果鉴定及 产量实收报告	(147)
附录二 玉米杂交种简介	(159)
附录三 玉米自交系简介	(167)

一、玉米开花结实习性

玉米的开花结实习性，是开展玉米杂交育种及自交系和杂交种繁育的最基本知识。

（一）雌雄花序构造

玉米的雄花聚集成为雄花序，通常称为雄穗，着生于植株的顶端（图1、图2）；玉米的雌花聚集成为雌花序，通常称为雌穗，它发育于茎秆中部的叶腋内，着生在穗柄的顶端（图3）；即雌雄穗生长在同一植株的不同部位。因此，玉米称为雌雄同株异花授粉作物，异花授粉率在95%以上。

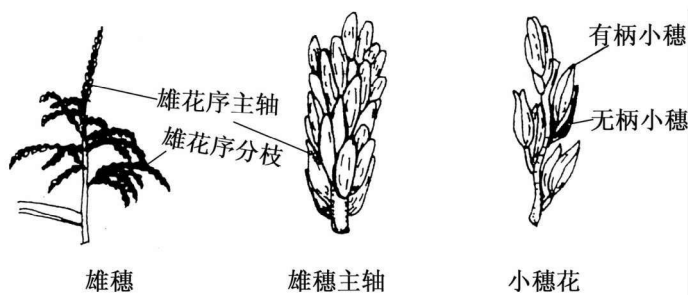


图1 玉米的雄花



图2 雄穗中的小穗花

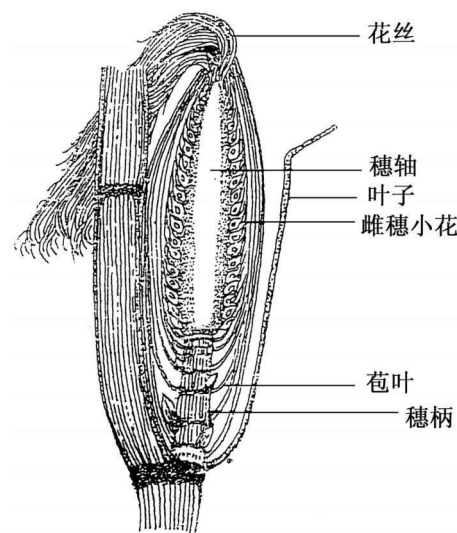


图3 玉米雌穗的纵切面

1. 雄穗构造

雄穗有一根主轴，主轴上有很多分枝，分枝多少因品种而异，少的1~2个，多的几十个。主轴和分枝上长着成对的雄性小穗，位于上方的是有柄小穗，位于下方的是无柄小穗，每个小

穗有两朵小花，外有两片护颖包着，每一小花又有内外颖各一，小花内有三个雄蕊，它的顶端生着花药。每个花药有 2 室（图 2），每室约有花粉 2500 粒，一株玉米雄穗一般有 5000 ~ 7000 个花药，共可散出 2000 万 ~ 3000 万粒花粉。开花时花药开裂，散出花粉，随风飘落到雌穗花丝上，授精结实。花药的颜色因品种而异，有黄色、红色、紫色等多种。

2. 雌穗构造

雌穗的外面有几层苞叶包着，里面有一个穗轴，周围生许多成对纵向排列的小穗，每个小穗中都有两朵小花，但其中一朵退化，不结实，所以玉米果穗的粒行数均呈双行。果穗上的籽粒行数因品种而异，一般为 12 ~ 20 行。雌花由子房和花丝组成，花丝上长满茸毛，并分泌黏液，有黏着花粉和刺激授粉的作用。花丝颜色亦因品种而异，一般呈青、红、淡红等色。

（二）雌雄穗开花授粉结实习性

同株玉米一般雄穗先开花，雌穗后开花。雄穗开花是指散粉；雌穗开花是指花丝伸出苞叶，通常叫吐丝。在正常情况下，抽雄比吐丝早 2 ~ 4 天，在干旱情况下，抽雄和吐丝时间间隔可达 10 天以上，导致不结实或结实很少。

1. 雄穗开花授粉习性

雄穗从玉米顶叶抽出 1 ~ 3 天，开始开花散粉；散粉时，雄穗的中上部先开，然后向上向下同时开放。一个雄穗的花，从开始

散粉到结束一般需 5~8 天，散粉后的第 2~5 天为盛花期。玉米雄穗于每日上午露水干后（9 点左右）开始开花散粉，午前散粉量大，午后散粉很少；雨天散粉时间向后推迟，若夜间阴天，散粉时间一般提前 1~2 小时。雄穗在 20~28℃ 时开花最多，温度高于 38℃ 或低于 18℃ 时，雄花一般不开放。相对湿度 65%~90% 和温度 25℃ 左右，可加速雄穗散粉。花粉的生活力在夏季田间气候条件下，一般可保持 1~6 小时，最多可保持 7~8 小时。作者实践表明，将新鲜花粉放在试管内密封，在温箱（7℃）放 24 小时后授在雌穗花丝上，还可正常授精结实。但是，花粉若遇炎热（32~35℃）、干燥（相对湿度低于 30%）或遇湿吸水，即很快死亡，不能授精结实。所以人工杂交或进行辅助授粉时，要注意授粉时间与天气条件，最好一边采粉一边授粉，随采随授，确保授粉质量。

2. 雌穗吐丝受精结实习性

雌穗开花时，花丝吐出苞叶，中上部花丝先吐出，然后向上向下同时吐出；顶部花丝最晚吐出。因此，往往由于这部分花丝得不到花粉，不能授粉结实，造成穗秃尖。花丝长 20 厘米左右，如不能及时授粉，则可伸长到 50 厘米左右。一穗花丝从开始吐出到结束需 5~7 天。花丝吐出苞叶之后，任何部位都有接受花粉的能力，这种能力可保持 10~15 天，但从花丝吐出后 1~3 天最强。花粉落到花丝上叫授粉，落在花丝上的花粉即行发芽并长出花粉管，在花丝内伸长，进入子房与卵子结合完成授

精，这一过程大概在 24 小时内完成。授精后 2~3 天，花丝逐渐干枯呈深褐色，授精的子房逐渐膨大，慢慢发育成玉米种子。

参考文献

- [1] 刘仲元. 玉米育种. 上海: 上海科学技术出版社, 1959. 23 - 25.
- [2] 刘纪麟主编. 玉米育种学. 2 版. 北京: 中国农业出版社, 2002. 34 - 35.
- [3] 李竞雄. 玉米双交种. 北京: 北京出版社, 1966. 5 - 7.
- [4] 河北省农作物研究所. 主要农作物育种技术. 石家庄: 河北人民出版社, 1977. 65 - 67.
- [5] 北京农业大学主编. 作物育种及良种繁育学 (高等农业院校试用教材). 北京: 农业出版社, 1961. 224 - 225.
- [6] H. A. 华莱士, 等. 玉米及其栽培. 邬桐, 等译. 北京: 科学出版社, 1958. 64 - 65.

二、玉米杂交种质创新^{*}

玉米杂交种质又称玉米育种的原始材料或基础材料，它是玉米杂交育种工作的主要物质基础。所谓玉米杂交种质创新，就是采用各种杂交方法创造玉米新种质，这是搞好玉米杂交育种最主要、最基本的工作。

目前，玉米杂交种质的种类很多，作为育种原始材料的单交种、三交种、双交种及其越代种（各类杂交种的 F_2 及其后各代种子）、复合杂交种、综合品种，以及改良群体等等，均可称其为玉米杂交种质。

自从玉米杂种优势利用问世以来，为了不断提高玉米杂交种的生产力，几乎所有玉米育种工作者，都在不断地创造玉米杂交新种质。

（一）单交种质

早在 20 世纪 90 年代前，单交种作为种质，曾被育种工作者广泛利用。据文献报道，1984 年美国的自交系有 41.8% 是用单

^{*} 注：该文曾发表在 2009 年《中国农业信息》第七期。本书稍有增改。