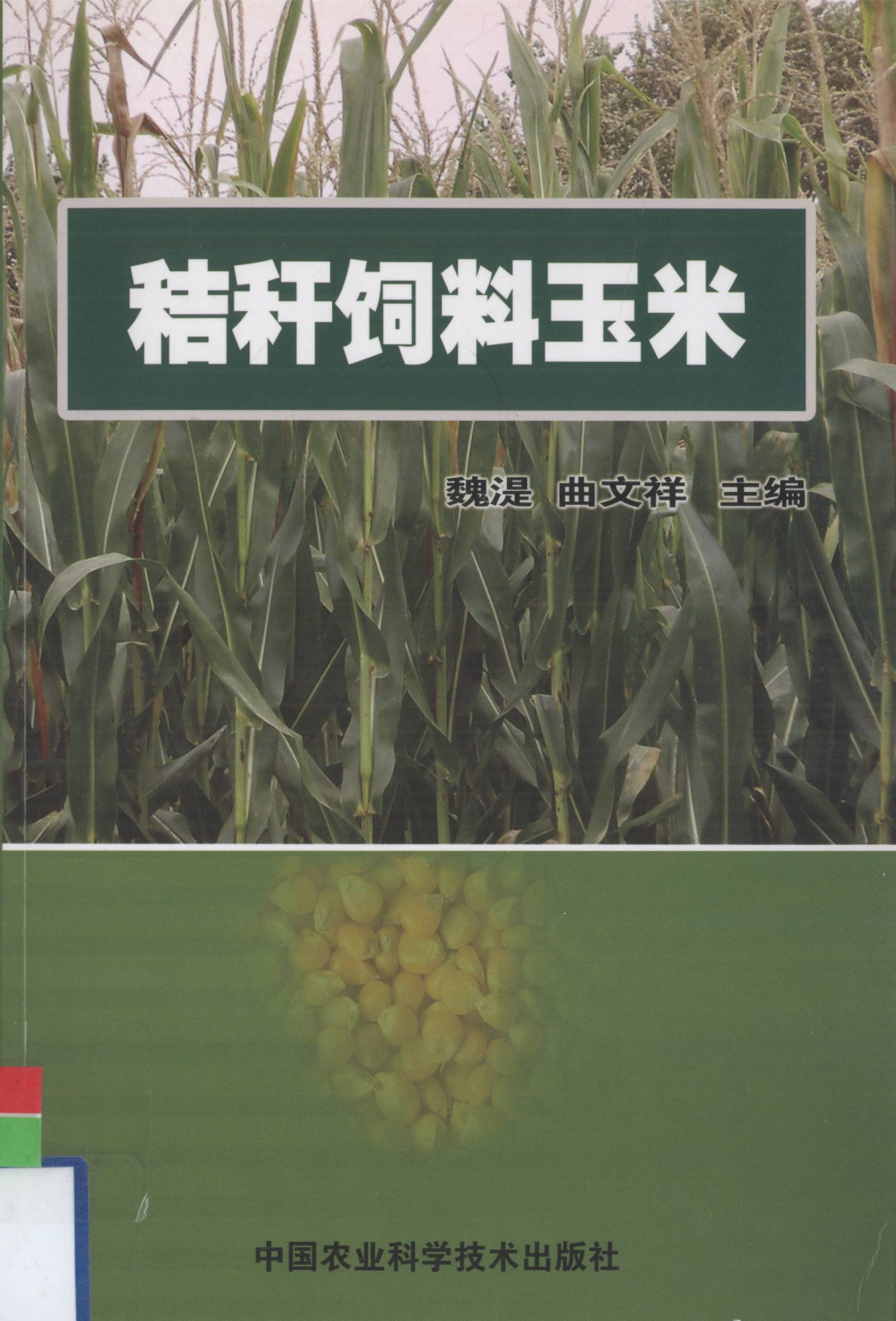




秸秆饲料玉米

魏湜 曲文祥 主编

中国农业科学技术出版社

秸秆饲料玉米

魏湜 曲文祥 主编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

秸秆饲料玉米/魏湜, 曲文祥主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2009. 2

ISBN 978 - 7 - 80233 - 743 - 5

I. 秸… II. ①魏…②曲… III. 玉米 - 饲料加工 IV. S816.413.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 162938 号

责任编辑 鱼汲胜 宋佳佳

责任校对 贾晓红 康苗苗

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)82109704 (发行部) 13671154890 (编辑室)
(010)82109703 (读者服务部)

传 真 (010) 82106624

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 新华书店北京发行所

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 850 mm × 1 168 mm 1/32

印 张 11.625

字 数 250 千字

版 次 2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月第 1 次印刷

定 价 19.00 元

编 委 会

策划:

曹广才 (中国农业科学院作物科学研究所)

顾问:

侯立白 (沈阳农业大学农学院)

主编:

魏 湜 (东北农业大学农学院)

曲文祥 (赤峰市农业科学研究所)

副主编:

陈学珍 (北京农学院植物科学技术系)

刘晓丽 (辽宁省农业科学院作物研究所)

李 刚 (辽宁省农业科学院作物研究所)

谢 皓 (北京农学院植物科学技术系)

编委: (以姓名的汉语拼音顺序为序)

曹 霞	陈学珍	慈艳华	崔 斌	霍剑锋
李 刚	李红光	李尽朝	李 晶	李茉莉
李伟忠	刘晓丽	那桂秋	宁生全	曲文祥
谭丽萍	王明琳	王清军	王英杰	魏 湜
夏常颖	谢 皓	徐 明	杨 亮	杨 猛
杨 镇	张 林	张 雯	赵洪亮	赵宏伟

内容简介

本书论述的主体是青贮玉米和其他可利用秸秆作饲料的玉米类型。围绕品种选育、栽培技术、饲用秸秆的加工利用等方面，设置了八章内容。是一本理论与实际相结合的科技书籍。分章节先后介绍了秸秆饲料玉米的品种类型、品质特点、生产现状和发展趋势；种质资源、育种目标、品种选育方法；生育过程的碳代谢、氮代谢、水分代谢；生长发育与环境效应；栽培技术包括品种选用、选地与整地、播种技术、田间管理等内容；主要病虫害的防治与防除；饲料秸秆的贮藏加工原理、青贮的加工利用方法、秸秆的其他加工方法；秸秆饲料玉米品种简介。

此书面向广大农业科技工作者、农业管理干部和技术员、畜禽养殖企业家，也可作为农业院校相关专业师生的教学参考书。

作者分工

- 前 言** 魏湜 (东北农业大学农学院)
- 第一章**
- 第一节 李晶、张林、赵宏伟(东北农业大学农学院)
- 第二节 魏湜 (东北农业大学农学院)
李伟忠 (黑龙江省农垦科研育种中心)
- 第三节 魏湜、赵宏伟、杨亮(东北农业大学农学院)
- 第二章**
- 第一节 谢皓、陈学珍(北京农学院植物科学技术系)
- 第二节 杨猛 (哈尔滨市农科院)
李伟忠 (黑龙江省农垦科研育种中心)
李晶 (东北农业大学农学院)
- 第三节 张林、李晶 (东北农业大学农学院)
- 第四节 李伟忠 (黑龙江省农垦科研育种中心)
李晶 (东北农业大学农学院)
- 第三章**
- 第一节 张雯 (沈阳农业大学农学院)
夏常颖 (丹东市金山镇农科站)
宁生全 (丹东市五龙背农业中心)
- 第二节 赵宏伟、杨亮 (东北农业大学农学院)
- 第三节 赵洪亮 (沈阳农业大学农学院)
徐明 (丹东市农业科学院)
- 第四章**
- 第一节 李刚、王英杰 (辽宁省农业科学院作物研

究所)

那桂秋 (辽宁省农业科学院科技情报信息研究所)

第二节 李刚、王英杰 (辽宁省农业科学院作物研究所)

那桂秋 (辽宁省农业科学院科技情报信息研究所)

第三节 刘晓丽、李茉莉、杨镇 (辽宁省农业科学院作物研究所)

第五章

第一节 曲文祥、谭丽萍 (赤峰市农业科学研究所)

第二节 曲文祥、谭丽萍 (赤峰市农业科学研究所)

第三节 曲文祥 (赤峰市农业科学研究所)

崔斌 (赤峰市松山区岗子乡农站)

第四节 霍剑锋、李红光 (赤峰市农业科学研究所)

第六章

第一节 曹霞 (丹东市蔬菜研究所)

王明琳 (丹东市振安区种子管理站)

第二节 李尽朝 (赤峰市农业科学研究所)

王清军 (赤峰市松山区岗子乡农站)

第三节 李尽朝、慈艳华 (赤峰市农业科学研究所)

第七节 谢皓、陈学珍 (北京农学院植物科学技术系)

第八节 李茉莉、杨镇、李刚 (辽宁省农业科学院作物研究所)

统稿 曹广才 (中国农业科学院作物科学研究所)

前 言

玉米是中国第二大粮食作物，是中国主要饲料粮和部分地区的主要口粮，在粮食生产中占有重要地位。2008 年全国玉米种植面积已超过 0.29 亿 hm^2 ，与水稻持平；玉米产量占粮食总产的 30% 左右，仅次于水稻。中国又是世界上仅次于美国的第二大玉米生产国和消费国，对世界玉米市场供需产生重要影响。

进入 21 世纪，随着生物技术和世界能源危机加剧，玉米已被用来开发新能源、新材料及各种化工产品，已由粮、饲兼用作物发展成为名副其实的三元作物，即粮食作物、饲料作物、经济作物，并成为开发用途最广、附加值最高的作物。而其需求的热点排序，恰恰与过去相反，变成了经济作物、饲料作物和粮食作物的顺序。生物能源政策和高速上涨的油价将进一步推动玉米乙醇的发展，世界玉米供需总体已呈偏紧状态。

玉米生产直接关系到国家粮食安全和畜牧业的稳定发展。玉米消费结构的变化，既带来了玉米种植业本身的挑战，也带来了对国家玉米消费政策的挑战。面对挑战进行玉米种植业发展的评估及发展政策的选择已迫在眉睫。在大力发展玉米产业经济的今天，其在整个国民经济中有着十分重要的作用。

中国玉米播种面积和玉米总产量都处于世界第二位，但玉米单产同世界其他农业发达国家相比仍处于中游水平。未来中国播种面积扩大的可能性较小，因此依

靠农业科技,努力提高玉米单产将是中国未来玉米生产的方向。在国际市场玉米贸易量缩减的背景下,中国将进一步提升玉米在国家粮食安全问题上的战略地位。为此,农业部在2007年4月9日,公布了旨在提高玉米生产能力的一揽子措施,提出到2010年玉米播种面积不低于0.27亿 hm^2 ,单产达到375kg/667 m^2 以上,总产量超1500亿kg的规划目标。“十一五”期间中国将增加玉米播种密度,改种耐密品种,改套种为平播,改粗放用肥为配方施肥,改人工种植为机械化作业,以此来加快玉米生产发展。

玉米秸秆为玉米生产的副产品,是一种重要的生物资源,近几年随玉米总产量的增加而增加,数量越来越大。1995年以前,60%左右的玉米秸秆被用作生活燃料,20%左右的用作畜牧业的粗饲料,有8%左右用作工业原料,有2%左右用作还田。近年来,随着耕作方式、生活方式的转变,玉米秸秆剩余过多,焚烧现象十分普遍,严重污染了环境。而全国畜牧业的快速发展,人畜争粮的矛盾日益突出。国际市场粮价上涨,又增加了饲养成本,饲料用粮不足将是畜牧业扩大发展的严重制约。中国的草场多处于生态脆弱地区,载畜量低,中国饲草产量远远满足不了饲养草食动物的需要。中国不像欧美国家有充足的粮食发展畜牧业,也不能走新西兰、澳大利亚草地型畜牧业之路。中国人均粮食只有300多千克,扣除商品粮、工业用粮,留给畜牧业的饲料量并不充足。解决饲草不足的着眼点应放在玉米等作物秸秆利用上。

2007年玉米总产已达到1.48亿t,如按谷草比1:2、收集系数0.9计算,玉米秸秆总量可达到2.66亿t。每

年秋季玉米收获后大量的玉米秸秆剩余，每年生产的特用玉米在收获完利用部位后也有大量秸秆未能很好利用，有资料表明，秸秆有效开发量不到 20%。围绕玉米秸秆综合开发利用，开展了秸秆气化、固化、生物饲料和利用秸秆生产可降解材料的研究和推广工作。玉米秸秆深层次利用，有着广阔的开发潜力，尤其可为解决草食动物饲料不足提供了途径，对推动农业实现可持续发展具有重要意义。

近年来围绕玉米秸秆的综合利用也开展了大量科研工作，在秸秆型饲用玉米的育种、生理代谢、生长环境、栽培管理、植物保护、加工利用等方面都取得了大量科研成果，也育成了一批粮饲兼用型和专用型的玉米品种。为及时反映这些成果和成就，为有关领域科研和生产提供参考，由中国农业科学院作物科学研究所曹广才研究员策划，汇集东北农业大学农学院、赤峰市农业科学研究所、北京农学院、辽宁省农业科学院作物研究所、沈阳农业大学农学院等单位有关研究人员编撰此书。通过编委会的集体讨论确定了写作提纲、各章节的编写范围和内容，分头撰写，按期汇总统稿。

全书共分八章，以青贮玉米为主，分章节介绍了秸秆饲料玉米的品种类型、品质特点、生产现状和发展趋势、秸秆饲料玉米品种选育、生长特点与物质代谢、生长发育与环境效应、主要栽培管理技术和饲用秸秆的加工利用，还介绍了近年种植面积较大的秸秆饲用品种。

此书是集体编著的科技著作，在统稿过程中尽量做到全书体例的统一。

参考文献按章编排。以作者姓名的汉语拼音字母顺序和国外作者的字母顺序排列，同一作者的文献则按发

表或出版年代先后为序。

希望此书的出版能对推动玉米生产和促进玉米秸秆的饲料利用起到积极作用。

此书面向广大农业科技工作者、农业管理干部和技术员、畜禽养殖企业家，也可作为农业院校相关专业师生的教学参考书。

由于编著者水平有限，书中可能还存在疏漏和谬误之处，望同行专家和读者指正。

编 者

2008 年 12 月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 秸秆饲料玉米的品种类型	(1)
第二节 秸秆饲料玉米的品质特点	(8)
第三节 秸秆饲料玉米的生产现状和发展趋势	(12)
第二章 秸秆饲料玉米品种选育	(27)
第一节 青贮玉米种质资源	(27)
第二节 青贮玉米育种目标	(37)
第三节 青贮玉米品种选育方法	(51)
第四节 其他秸秆饲料玉米品种选育	(73)
第三章 物质代谢	(90)
第一节 碳代谢	(90)
第二节 氮代谢	(105)
第三节 水分代谢	(124)
第四章 生长发育与环境效应	(147)
第一节 饲用玉米的生育期和生育阶段	(147)
第二节 自然生态条件对生长发育的影响	(153)
第三节 环境胁迫	(163)
第五章 栽培技术	(189)
第一节 品种选用	(189)
第二节 选地与整地	(195)
第三节 播种技术	(200)
第四节 田间管理技术	(206)
第六章 病虫害防治与防除	(235)

第一节 主要病害及其防治	(235)
第二节 主要虫害及其防治	(248)
第三节 主要杂草与防除	(263)
第七章 饲料秸秆的加工利用	(288)
第一节 饲料秸秆贮藏加工原理	(288)
第二节 青贮的加工利用方法	(294)
第三节 其他加工方法	(311)
第八章 优良新品种简介	(338)
第一节 青贮玉米品种	(338)
第二节 其他秸秆饲料玉米品种	(353)

第一章

概 述

第一节 秸秆饲料玉米的品种类型

一、青贮玉米

青贮玉米是指在玉米乳熟期至蜡熟期期间，收获包括果穗在内的整株玉米，经切碎加工或贮藏发酵，调制成饲料，饲喂以牛羊为主的草食家畜。青贮玉米秸秆营养丰富，非结构性碳水化合物（主要是淀粉和可溶性碳水化合物）含量高，木质素含量低，收获时具有较多的干物质产量，与其他青贮饲料相比具有较高的能量和良好的吸收率。

在欧美畜牧业发达国家中，玉米青贮饲料早已成为肉牛育肥的强化饲料。美国青贮玉米播种面积已达 355 万 hm^2 ，占玉米种植面积的 12% 以上。法国青贮玉米种植面积已超过 144 万 hm^2 ，占玉米播种面积的 80% 以上，在全国 28.6 万个农场中，有 36% 的农场制作玉米青贮饲料。匈牙利全国每年制作青贮饲料 700 万 t，其中 85% 以上是玉米青贮饲料。俄罗斯青贮饲料中有 80% 是由玉米加工而成，在粗饲料和多汁饲料的日粮组成中，玉米青贮饲料占 40% 的饲料单位。青贮玉米不仅在冬季气候较寒冷的国家广泛应用，而在气候温暖的西欧和北欧等一些国家也受欢迎。意大利青贮玉米的面积已发展到 50 万 hm^2 ，年制作青饲料 1 500 万 t，占各种饲料总量的 18%。荷兰用于种植青贮玉米的土地已达到 17.7 万 hm^2 ，占各类饲料总量的 30% 以上。日本奶牛和肉

牛饲养业过去是以青饲料为主，近年来逐渐改变为常年利用青贮饲料，主要原因是青贮玉米产量高，提高了土地利用率，玉米青贮饲料年产量达 630 万 t，其次是全年饲料和养分稳定平衡供给，有利于家畜产品的增产。青贮玉米机械化程度高，集中调制，常年喂用，大大降低了饲料成本，提高了养牛业的经济效益。1954 年中国研究出利用玉米籽粒收获后的秸秆进行青（黄）贮，在全国“三北”地区大面积推广，为中国草食家畜的发展起到了重要的推动作用。青贮玉米多年来一直在国营种畜场、奶牛场和养羊场里种植，已成为冬春家畜不可缺少的重要饲料。近年来，随着国内粮食形势的好转，许多牛、羊饲养专业户也纷纷种植玉米，制作全株玉米青贮饲料。但中国专用的青贮玉米品种还比较少，生产上种植的面积也不大，在相当长一段时间内，尚不能达到欧美发达国家的种植比例。

现阶段生产上应用的品种有辽青 85、京多 1 号、晋单 28、科多 4 号、科多 8 号、沪青 1 号、华农 1 号、新多 2 号、龙牧 3 号、黑饲 1 号等。目前新育成品种有：中北青贮 410、奥玉青贮 5102、辽单青贮 625 等。

青贮玉米按植物形态特征又可分为单株单穗型、单株多穗型和多枝多穗型（即分蘖型）。单株单穗型如龙单 24、龙单 26、龙辐单 208、中原单 32 等，此类品种在生产上应用较多；单株多穗型如科多 4 号等，此类品种较少；多枝多穗型玉米比普通玉米具有更高的总干物质产量，具有较高的青贮饲料利用价值。近年加拿大开始选育专用的分蘖型玉米杂交种，育成品种含有大量的可消化蛋白质。中国已有分蘖型品种如京多 1 号、华农 1 号、科多 8 号、新多 2 号、龙牧 3 号、龙牧 5 号等。

（一）青贮玉米的特点

1. 较高的生长优势及较强的持绿性 青贮玉米与普通玉米相比，一般都具有较好的持绿性及较高的生长优势。青贮型品种

在成熟期叶片含水量和叶绿素含量均较高；生育后期植株生长健壮，叶面积功能期长，灌浆期延长，植株衰老延缓，抗逆能力强。环境因素对保绿性影响较大。

2. 生物产量高 青贮玉米具有植株高大、茎叶繁茂、抗倒伏、抗病虫和不早衰等特点。青饲料产量春播可达到 $67.5 \sim 120\text{t}/\text{hm}^2$ ，夏播可达到 $45 \sim 60\text{t}/\text{hm}^2$ 。

3. 饲用品质好 青贮玉米在成熟时茎叶仍然青绿，汁液丰富，适口性好。青贮玉米品种要求干物质含量为 $30\% \sim 40\%$ ，粗蛋白含量大于 7.0% ，淀粉含量大于 28% ，中性洗涤纤维含量小于 45% ，酸性洗涤纤维含量小于 28% ，木质素含量小于 3.0% ，离体消化率大于 78% 和细胞壁消化率大于 49% ；果穗一般含有较高的营养物质。蜡熟期的青贮玉米与其他青饲料作物相比，无论鲜喂还是青贮，都是牛、羊的优质饲料。

4. 操作简单、机械化程度较高 青贮玉米既可以做青贮饲料，又可以晒制干草。贮存条件和设施比较简单，营养物质保存时间长，节省大量建库资金。青贮玉米连作危害小，且易于机械化栽培。

（二）青贮玉米的主要性状指标

1. 整株干物质产量 整株干物质产量高低是青贮玉米的一个重要性状。干物质含量低于 $200\text{g}/\text{kg}$ ，玉米青贮发酵不稳定，牲畜对饲料的消化吸收率显著降低。青贮玉米育种的重要指标之一一是选育推广种植整株干物质产量高的杂交种。在一定密度范围内，随种植密度的增加，整株干物质产量也增加，但密度过高，会导致干物质含量降低，降低了果穗率及果穗的成熟度。因此，生产中常选用耐密植品种来提高青贮玉米干物质产量。

2. 非结构性碳水化合物含量 整株青贮玉米非结构性碳水化合物含量高，纤维素和木质素含量相对小，从而使整株玉米干物质消化率提高，是青贮玉米的另一个重要品质性状。纤维素与

木质素的含量通常与农艺性状密切相关。过去认为玉米纤维素和木质素含量降低的同时伴随着大量根倒伏现象。茎秆中木质素含量低会导致茎秆强度下降；纤维素和木质素含量低的植物更容易受到虫害，提高叶片和茎秆中的纤维素和木质素，能显著增加植株对玉米螟的抵抗能力。因此，在育种上要求解决高产、高营养价值和抗倒伏、病虫害之间的矛盾。研究青贮杂交种后发现，根倒和秸秆纤维素、木质素含量在遗传上并不相关。因此，可以选育出抗倒伏和高营养价值的青贮玉米新品种。

3. 成熟度 收获时的成熟度是评价青贮玉米品质的另一个重要指标。青贮玉米获取整株干物质最大产量时期是籽粒乳线下移至籽粒的3/4处，此时损失的营养物质较少。随着成熟度的提高，茎秆纤维素含量和木质化程度都增加。在权衡整株干物质产量和营养品质之后，青贮玉米的收获应当在乳线下移1/4~3/4时期最佳。

4. 籽粒/茎秆 籽粒与茎秆的比值对青贮玉米的整体干物质产量和营养品质的影响也有不少研究。品种间籽粒与茎秆的比值变异范围为0%~60%以上（不育或空秆植株籽粒/秸秆=0）。有研究表明，籽粒与茎秆的比值与大多数营养性状的相关不大，以此作为育种目标对于提高青贮饲料的品质并不合适，这会导致整体干物质产量下降。

二、其他类型秸秆饲料玉米

（一）粮饲兼用玉米

粮饲兼用型玉米有两种用途：一是果穗成熟时茎叶仍保持鲜绿，果穗收获后，秸秆可作青贮用。二是指品种既有较高的籽粒产量，还有较高的全株生物产量，可根据玉米市场价格情况，来决定整株青贮还是收籽粒。粮饲兼用型玉米研究在中国起步较晚，目前在生产上大面积推广应用的品种如辽原1号、农大