

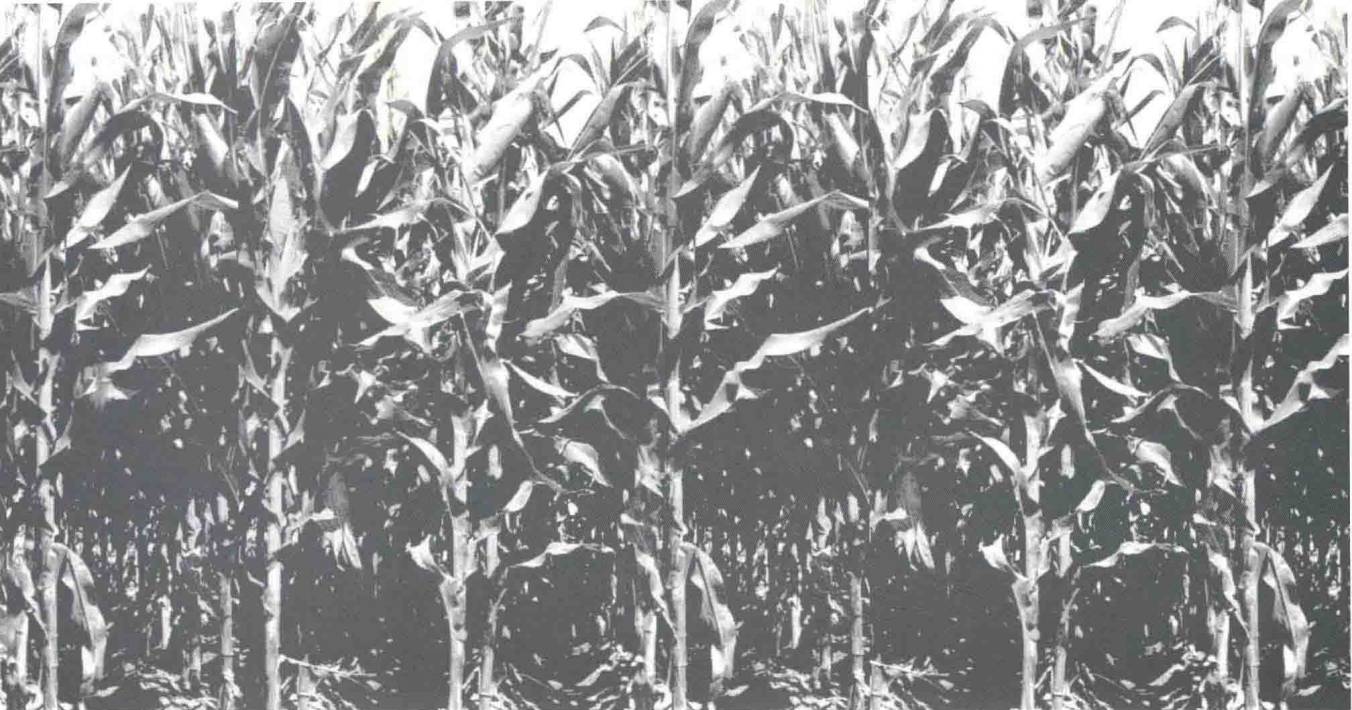


全株玉米青贮制作与质量评价

孟庆翔 杨军香 主编



中国农业科学技术出版社



全株玉米青贮制作与质量评价

孟庆翔 杨军香 主编



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

全株玉米青贮制作与质量评价 / 孟庆翔, 杨军香主编.
—北京: 中国农业科学技术出版社, 2016.4
ISBN 978-7-5116-2532-8

I. ①全… II. ①孟… ②杨… III. ①青贮玉米—研究 IV. ①S513

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 044807 号

责任编辑 闫庆健

责任校对 马广洋

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) 82106632 (编辑室) (010) 82109704 (发行部)

(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82106625

网 址 <http://www.castp.cn>

经销者 各地新华书店

印刷者 北京华正印刷有限公司

开 本 787 mm × 1092 mm 1/16

印 张 9.25

字 数 219 千字

版 次 2016 年 4 月第 1 版 2016 年 4 月第 1 次印刷

定 价 39.80 元

❖ 版权所有 · 侵权必究 ❖

《全株玉米青贮制作与质量评价》

编委会

主任：石有龙

副主任：罗健 黄庆生 刘长春 杨军香

委员：孟庆翔 曹志军 杨红建 钟瑾 张养东

主编：孟庆翔 杨军香

副主编：曹志军 杨红建 钟瑾 张养东 陈绍江

编者：孟庆翔 杨军香 曹志军 杨红建 钟瑾

张养东 陈绍江 陈明 吴浩 陆健

田雨佳 张振威 王芳芳 赵圣国 张鹭

黄萌萌

前言

玉米既是重要的粮食作物，也是支撑我国畜牧业发展的饲料作物和食品工业的原料，是集粮食、经济作物和饲草料于一体的重要作物。随着我国规模化和标准化畜牧业的发展，饲料短缺问题日趋突出，这就要求玉米在饲用功能上有进一步的提高。我国玉米70%以上用作饲料原料，其中，玉米青贮是将果穗和茎叶等通过青贮加工方式调制成为可供牛羊等采食的饲料，是反刍动物的主要粗饲料之一。青贮玉米饲料生产周期短、种植密度大、生物学产量高，正在逐渐成为玉米种植业的一个主导方向。青贮玉米营养物质丰富，可利用能量相当于普通籽实玉米的50%~60%，而其产量却相当于普通玉米的4~5倍，具有更高经济效益。

发展青贮玉米产业，是推进农业结构调整、加快发展草牧业、促进粮经饲三元种植结构协调发展的重要举措，是落实粮改饲战略、构建种养循环、产加一体、粮饲兼顾、农牧结合的新型农业生产结

构的具体体现。

为了进一步推广青贮玉米饲料标准化制作和质量评价技术，全国畜牧总站组织有关专家编写了《全株玉米青贮制作与质量评价》一书。该书涵盖了全株玉米青贮制作和质量评价的各项技术，先进实用，可操作性强，适合于畜牧技术人员、畜牧场（小区、大户）和基层生产管理人员在生产实践中参考。

编者

2016年1月

目录

第一章 概 述	001
第一节 青贮饲料发展简史	001
第二节 青贮饲料特点	003
第三节 存在问题及发展趋势	005
第二章 青贮玉米品种	008
第一节 青贮专用型玉米	009
第二节 粮饲兼用型玉米	024
第三节 粮饲通用型玉米	032
第三章 青贮制作流程	043
第一节 青贮原理	043
第二节 青贮机械	048
第三节 青贮添加剂	054
第四节 青贮制作	059
第五节 注意事项	066
第四章 青贮品质评定	069
第一节 感官评定	069
第二节 理化评定	070



全株玉米青贮 制作与质量评价

第三节 微生物评定	076
第四节 霉菌毒素安全评价	083
第五节 消化率评定	085
第五章 青贮饲喂	089
第一节 奶牛饲喂技术及推荐量	089
第二节 肉牛饲喂技术及推荐量	094
第三节 肉羊饲喂技术及推荐量	096
附录 A 干物质测定方法	105
附录 B 有机酸（乙酸、丙酸、丁酸）测定方法	108
附录 C NDF、ADF、ADL、CF 的测定方法	110
附录 D 淀粉测定方法（GB/T5009.9-2008 酶水解法）	113
附录 E 粗蛋白测定方法——凯氏法	115
附录 F 青贮微生物的分离培养及活菌计数	117
附录 G 变性梯度凝胶电泳（DGGE）法的操作步骤	120
附录 H 饲料中黄曲霉毒素 B1 的测定 胶体金法（NY/T2550-2004）	123
附录 I 消化率评定	126
参考文献	136

第一章 概述

全株玉米青贮饲料是将蜡熟期带穗的整株玉米切碎后，在密闭无氧环境下，通过微生物厌氧发酵和化学作用，制成的一种适口性好、消化率高、营养丰富的饲料。它是保证常年均衡供应反刍动物饲料的有效措施。全株玉米青贮不仅能够很好的保持饲料原料的青绿多汁特性，而且具有特殊的酸香气味，质地柔软，营养价值高。

第一节 青贮饲料发展简史

青贮饲料是将新鲜的青绿饲料经过适当的加工处理后，在厌氧条件下经过微生物发酵作用而调制保存的多汁饲料，整个发酵过程称为青贮 (*ensilage*)。常见的青贮方式有窖式青贮、塔式青贮和地面青贮等。用窖式容器储藏牧草或粮食的方法已经有几个世纪的历史。青贮窖一词最早来源于希腊语 *siros*，意思是指用于贮藏玉米的地窖或者凹洞。青贮饲料在世界各地有着悠久发展历史。据考证，青贮饲料起源于古埃及文化鼎盛时期，后传到地中海沿岸 (图 1-1-1)。约 2 000 年前日耳曼人在田地里储藏青绿饲料，并用厩肥覆盖；在意大利，将枯萎的牧草青贮至少有 700 年的历史；瑞典及苏联波罗的海沿岸一些地区，自 18 世纪开始就使用青贮牧草；德国北部 19 世纪也有将甜菜根和甜菜叶混合青贮的记载。

据史料记载，我国远在南北朝时期 (距今约 1500 年) 就具有很完备的粗饲料的调制和贮存技术。早在 600 多年前的元代《王祯农书》和清代《豳风广义》中记载着有关苜蓿和马齿苋等青饲料发酵方法，其实就是青贮原理的应用 (图 1-1-2)。我国最早关于青贮饲料的试验研究报道是 1944 年发表



图 1-1-1 青贮饲料发展简史



全株玉米青贮 制作与质量评价

在《西北农林》的“玉米窖贮藏青贮料调制试验”。1943年西北农学院首次进行全株玉米窖藏青贮研究，并向陕西及其他省区推广。此后，在20世纪50年代初期，我国开展了大量的关于青贮饲料的研究和推广工作。



图 1-1-2 《幽风广义》和《王禎农书》

我国玉米青贮的制作与应用推广工作主要开始于新中国成立以后，一些大型牛场和种畜场广泛采用青贮饲料饲喂奶牛、役牛和羊。在广大农村主要推广收获玉米籽实后的秸秆进行青贮，在解决牲畜饲草不足和改善冬春饲养条件方面，曾经发挥了重要作用。改革开放后，随着粮食生产形势的根本好转，玉米青贮逐渐在玉米产区扩大种植，面积达到300万公顷左右。主要的优势区位于黑龙江、内蒙古自治区（以下简称内蒙古）、河北、宁夏回族自治区（以下简称宁夏）、山西、北京、天津等地。其中，在内蒙古、黑龙江等部分地区，由于积温不能满足玉米籽粒发育要求，以无穗或者弱穗全株青贮为主。吉林省玉米青贮推广工作始于20世纪50年代初期。一些国营种畜场，从国外引进一些种马、种牛、种羊，按照饲料配方，玉米青贮是不可缺少的重要饲料，从而曾大面积种植。农民种植青贮玉米，主要是在1990年以后，随着粮食丰收和畜禽饲养水平提高，一些牛、羊饲养专业户开始种植青贮玉米。目前青贮玉米播种面积已接近50万公顷，且仍在不断增加。

青贮过程使用添加剂工作始于20世纪60年代，至今世界上有65%的青贮饲料使用添加剂。早在1930年，芬兰化学家A. L. Virtantn教授开始尝试把硫酸和盐酸作为青贮饲料添加剂。现在无机酸作为饲料添加剂已不多见，但有机酸仍在广泛使用，如甲酸、乙酸在青贮料中添加3%，可以提高青贮发酵乳酸的含量，减少丁酸产生，提高消化率，使家畜食欲增加。这类添加剂在英国、法国、日本等国家都在推广使用。虽然甲酸、乙酸应用较多，效果也比较好，但其使用仍有争议。苏联学者研究认为，甲酸、乙酸、甲醛等只能使青贮发酵的氨态氮、pH值稍有降低，而没有其他有利的作用。在我国，比较普遍采用的青贮添加剂是非蛋白氮（尿素等）和微生物类，前者使用的不利方面是成本高，饲喂不当容易造成氨中毒，而且同农业争化肥，而后者存在添加效果不稳定、对动物产生的直接效果不明显等问题。

第二节 青贮饲料特点

全株玉米青贮饲料的发酵主要依靠乳酸菌作用，迅速将原料中的可溶性碳水化合物转化为有机酸（主要是乳酸），使青贮饲料 pH 值迅速下降，抑制其他好氧微生物对青贮玉米营养成分的降解作用，从而使饲料营养成分得以保存（图 1-2-1）。全株玉米青贮饲料的特点分述如下。

（一）营养物质损失少

按照常规全株玉米青贮饲料的加工调制方法调制，如果物料的干物质含量和淀粉含量均在 30% 以上，其发酵后的营养物质损失量不会超过 8%。经过发酵的全株玉米青贮饲料中还会含有微生物发酵产生的生物活性物质，从而增加饲料的附加值。



图 1-2-1 乳酸菌厌氧发酵可以防止营养流失

全株玉米青贮的营养物质含量丰富，以鲜样计，每千克含粗蛋白质 20g，粗脂肪 8g，粗纤维 59g，无氮浸出物 141g，粗灰分 15g。更为可贵的是，全株玉米青贮中维生素和微量元素含量较高。与其他青贮饲料原料相比，全株玉米植株生长速度快，茎叶茂盛，生物产量高，一般生物产量不低于 $60\text{t}/\text{hm}^2$ ，即 4t/亩，干物质含量 200g/kg 以上。

（二）青贮保存时间长

一旦全株玉米青贮完成青贮发酵过程，保持良好的厌氧环境（密封严密、不开封、不透气），全株玉米青贮饲料就可以长期保存，时间可以达到数年或数十年（图 1-2-2）。通过青贮方式制作全株玉米青贮饲料，可解决冬春季节反刍动物饲草料缺乏的问



图 1-2-2 青贮饲料可以延长饲料保存期



全株玉米青贮 制作与质量评价



图 1-2-3 全株玉米青贮饲料营养丰富

题。如果全株玉米青贮饲料的管理恰当，可保持其饲料的水分、维生素、颜色青绿和营养丰富等优点，可以保证一年四季为反刍动物供给优质的粗饲料。

(三) 营养丰富采食量

经过青贮发酵过程，全株玉米青贮饲料营养丰富，特别是能量、蛋白质和维生素含量丰富，而且质地柔软，具有特殊的酸香味，可增进动物的食欲和采食量，是反刍动物的良好粗饲料来源（图 1-2-3）。

(四) 作物病虫害减少

很多危害玉米的虫害和病害的虫卵或病原菌多寄生在秸秆上越冬，而把这些植株切碎制作成全株玉米青贮，通过青贮过程中的厌氧发酵酸度提高，可以将这些幼虫或虫卵以及病原微生物杀死。同时一些杂草种子经过青贮调制后也会失去发芽能力，因此青贮调制还有一定除杂草的作用（图 1-2-4）。



图 1-2-4 全株玉米青贮可以减少作物病虫害

(五) 秸秆焚烧逐渐减少

全株玉米青贮方式是将玉米整个植株进行收割后青贮，将占玉米籽粒 1.2~1.5 倍的秸秆制成反刍动物可以利用的饲料，既减少了秸秆焚烧带来的环境污染问题，有利于生态环境保护，又解决了反刍动物饲料供应问题，可谓一举两得（图 1-2-5）。



图 1-2-5 全株玉米青贮可以减少环境污染

第三节 存在问题及发展趋势

发达国家的玉米青贮技术已经达到成熟阶段，从种植到收获利用都有一套完整的配套体系，而我国在全株玉米青贮的研究与生产应用方面，还有很多尚待完善的地方。随着我国牛羊等反刍动物养殖业的快速发展和畜牧业规模化养殖方式的转变，全株玉米青贮在促进反刍动物养殖业的发展方面，将发挥越来越重要的作用。

一、存在问题

我国全株玉米青贮从种植到制作和利用的全过程，尚处于初级阶段，与发达国家相比，还有很多亟待解决的问题。

（一）青贮专用玉米品种过少

由于受传统粮食观念和饲养方式等因素的影响，我国长期以来一直以籽实高产作为品种选育推广的主要目标。20世纪80年代之前，我国还没有专门化的青贮玉米品种。20世纪60年代我国开始了饲料玉米的育种研究工作，直到1985年才通过审定第一个青贮玉米专用品种“京多1号”。21世纪以来，虽然我国青贮玉米生产和加工利用产业发展较快，但是与玉米主产区条件相适应的青贮玉米专用品种还不多。

（二）栽培种植技术缺乏

普遍的观念认为，只有玉米种子播量大才能保证高产，而实际上由于种植密度大，导致幼苗之间对营养、水分需求的竞争而不能满足生长需要，因而直接影响植株的高度和粗壮度，实际上植株的产量不但没有上升反而下降。再者，由于近几年家畜饲养数量的减少，造成做底肥的家畜粪便施量不足，再加上田间管理跟不上，丛生的杂草与青贮玉米竞争水肥等问题，也成为导致玉米低产的一个重要原因。



（三）青贮制作方式陈旧

在一些养牛户中多数是青贮壕、青贮窖等，虽然能达到不透气的要求，但是由于多数都不是砖和水泥的结构，在青贮过程中，靠近窖壁处青贮料质量较差，或由于透水造成青贮全部腐烂，发出难闻的臭味。这样的青贮不但感官品质差，营养成分损失也很多，有毒有害物质反而增加，家畜不愿采食，青贮利用率显著降低。

（四）青贮收贮设备价格高

自走式青贮收获机虽然生产率高，但售价高，农民难以承受。另外，自走式收获机一年只能作业1~2个月，最多3个月，大部分时间闲置，其功能不能充分利用。牵引或侧悬式青贮收获机售价虽然比自走式的低，但与当前农民收入水平相比还偏高。另外这些机型要求配套的拖拉机功率大，一般需要40~60千瓦或更大。而当前农户这种功率的轮式拖拉机，大多是10~20千瓦小四轮拖拉机，无法满足青贮机的配套要求。此外还存在农户青贮玉米种植地块小且分散，影响机具生产率的发挥，以及技术培训跟不上，影响新机具的使用等问题。

（五）青贮技术水平滞后

我国是农业大国，与欧美发达国家相比，我国畜牧业发展相对落后，尤其青贮专用玉米技术水平研究整体滞后。青贮专用玉米品种少，种植规模小，收贮运设备以及相应的配套技术还很缺乏，青贮品质控制、饲喂和评价方法不完善，青贮玉米标准还难以满足生产的需要等，我们尚有很长的发展道路要走。

二、发展趋势

（一）青贮玉米品种专门化

优良青贮玉米品种，必须兼顾产量与营养成分两个方面，最理想的品种必须具有“生物产量高、采食量高、消化率高、营养物质含量高，以及保绿性强、抗性强”的“四高二强”特点。在育种技术路线与育种方法上，要充分利用各种资源，通过常规育种与先进实验室分析技术相结合的方式，选育出适合各个地区生长的专门化青贮玉米品种。

（二）青贮收贮过程专业化

针对我国青贮收贮机械技术基础差、生产效率低、机械成本高、配套动力不足等一些问题，要通过政府主导、企业投资，科研院所与企业紧密合作，开发出拥有自主知识产权，适合中国国情的青贮玉米收贮机械产品。另外，要加强青贮收获机关键零部件基础性技术研究工作，主要包括切割喂入装置、切碎动定刀等，使得全株青贮玉米收贮过程向规模化、快速化方向发展。

（三）配套饲喂技术科学化

由于青贮玉米具有营养价值高、非结构性碳水化合物含量高、木质素含量低、单位面积产量高等优点，青贮玉米将成为我国最重要的栽培饲草之一，并得到大面积的推广。如何充分利用这些青贮饲料，我国应该制定一套科学化的饲喂技术，以防止在饲喂过程中出现二次发酵、霉变以及动物厌食和酸中毒等问题。

（四）青贮制作技术普及化

我国畜牧业发展要借鉴发达国家的成功经验，大力发展牛、羊等反刍动物生产，走“节粮型”畜牧业发展道路。目前，我国每年需种植 166.7 万公顷的青贮玉米才能满足草食家畜的需要。预计今后十年内，我国每年对青贮玉米的需求将达到 400 万公顷。随着我国经济的快速发展，人民收入和生活水平日益提高。为满足人们对高营养、高品质、多样化的需求，养殖业将实现规模化、现代化的生产模式，所有这些都需要将青贮制作技术普及到千家万户。



第二章 青贮玉米品种

青贮玉米，又称饲料玉米，它不指具体的玉米品种，而是指基于玉米用途分类的概念。青贮玉米是指将新鲜的包含全部可用茎叶的整株玉米（一般还包含完整果穗）存放到青贮容器中，经发酵工艺制成青贮饲料的一类玉米的总称。

青贮玉米品种是指可作为青贮玉米制作的玉米品种。可分为3种类型，即青贮专用型玉米、粮饲兼用型玉米和粮饲通用型玉米。青贮专用型玉米品种是指只适合制作青贮的玉米品种，在乳熟期至蜡熟期内收获包括果穗在内的整株玉米；粮饲兼用型玉米品种是指在成熟期先收获玉米籽粒用作粮食或配合饲料，然后再收获青绿的茎叶制作青贮饲料的一类玉米品种；粮饲通用型玉米品种是指既可作为普通玉米品种种植，即在成熟期收获籽粒用作粮食或配合饲料，又可作为青贮玉米品种种植，在乳熟期至蜡熟期内收获包括果穗在内的整株玉米作青饲料或青贮饲料的一类玉米品种。

选用青贮玉米品种首要考虑的因素是获得更高的饲料生物产量。虽然可以把普通玉米提前收割用于制作玉米青贮饲料，但其生物产量往往较低。一般在中等地力条件下，专用青贮玉米品种生物产量亩（1亩 \approx 667m²，全书同）产可达4.5~6.3t，而普通籽粒型玉米品种的生物产量只有2.5~3.5t。一般种植2~3亩地青贮玉米即可满足一头高产奶牛全年青粗饲料的供应需要。

青贮玉米品种与普通玉米品种的主要区别是：

株型不同：青贮玉米品种植株高大，一般在2.5~3.5m，最高可达4m，以生产鲜秸秆为主，而普通玉米则以生产玉米籽粒为主。

收获期不同：青贮玉米的最佳收获期为籽粒的乳熟末期至蜡熟前期，乳线达到籽粒的1/2至3/4（或1/2乳期至1/4乳期）时期，此时生物产量最大，营养价值也最高；而普通玉米必须在完熟期以后，乳线完全消失、黑层出现后收获。

用途不同：青贮玉米主要用于饲料，普通玉米除用于饲料外，还是重要的粮食和工业原料。玉米青贮营养丰富、气味芳香、消化率较高，鲜样中含粗蛋白质可达3%以上，同时还含有丰富的糖类、维生素和矿物质等。用玉米青贮料饲喂奶牛，每头奶牛一年可多产鲜奶500kg，而且还可节省约1/5的精饲料。

本章介绍各类青贮玉米品种都是近年来在全国各地广泛栽培，性能表现良好的玉米品种。生产上选用玉米品种时，应认真考虑品种审定公告所规定的适宜区域。在选择跨区品种前，必须做好引种试验，不可盲目引入不合适的品种种植，以免造成不必要的经济损失。

第一节 青贮专用型玉米

青贮专用型玉米品种，是指只适合于制作青贮饲料的玉米品种，在乳熟期至蜡熟期内，收获包括果穗在内的整株玉米。在畜牧业发达国家，青贮专用型玉米品种在饲料种植中占有很大比重。法国、英国、德国、荷兰等欧洲国家青贮玉米种植面积占到整个玉米播种面积的30%~40%，有的地区甚至超过50%；美国青贮玉米一般年播种面积达335万公顷，占玉米种植面积的12%以上。我国青贮玉米起步较晚，发展较慢，青贮品种的播种面积占玉米总播种面积的比例也很低，虽然这一情况近年来有所改观。近年来我国反刍动物饲养业的快速发展，将拉动青贮玉米产业的快速发展。

青贮专用型玉米品种与普通玉米不同，一般籽粒产量较低，植株高大，在北方果穗多发育不良，分单秆或多秆，多数属于单秆品种。一般生物产量高，可获得较高的可用饲料量。目前，我国青贮专用型玉米品种主要分布在内蒙古、甘肃、山东、新疆维吾尔自治区（以下简称新疆）等地。

发展青贮专用型玉米品种的种植和加工利用有如下优点：①易于机械化作业，有利于提高机械化水平，节约人力成本；②有利于促进种植业结构调整，大幅度提高农牧民收入，实现粮饲经三元结构的有机结合；③对畜牧业生产起到积极的促进作用，有利于实现农业由数量型增长向优质高效型转变。

由于作物育种单位长期重视不足，我国青贮玉米品种的选育工作基础较薄弱，多数育种专家都是在粮用玉米选育过程中，将生物量较高的组合转做青贮玉米品种，很少有专家将主要精力放在青贮专用型品种的选育上。随着我国社会经济的的发展和人民生活水平的提高，畜牧业进入快速发展的阶段，对青贮专用型玉米品种的需求快速增长，青贮专用型玉米的选育工作也受到越来越多的关注，已经选育出一批专用型品种。目前主要品种有：豫青贮23、京科青贮516、真金青贮31、真金青贮32、新青1号、曲辰19号、郑青贮1号、北农青贮208、新饲玉15号、京科青贮301、西蒙青贮707、桂青贮1号和金岭17等13个品种。现将上述品种分别介绍如下。

一、豫青贮23

豫青贮23（国审玉2008022）由河南省大京九种业有限公司选育（图2-1-1），母本9383，来源于丹340×U8112；父本115，来源于78599。适宜在北京、天津、河北、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江等北方区域种植（图2-1-1）。

1. 特征特性

东北、华北地区出苗至青贮收获期117天。幼苗叶鞘紫色，叶片浓绿色，叶缘紫色，花药黄色，颖壳紫色。株型半紧凑，株高330cm，成株叶片数18~19片。经中国农业科学院作物科学研究所两年接种鉴定，高抗矮花叶病，高抗丝黑穗病，中抗大、小斑病和