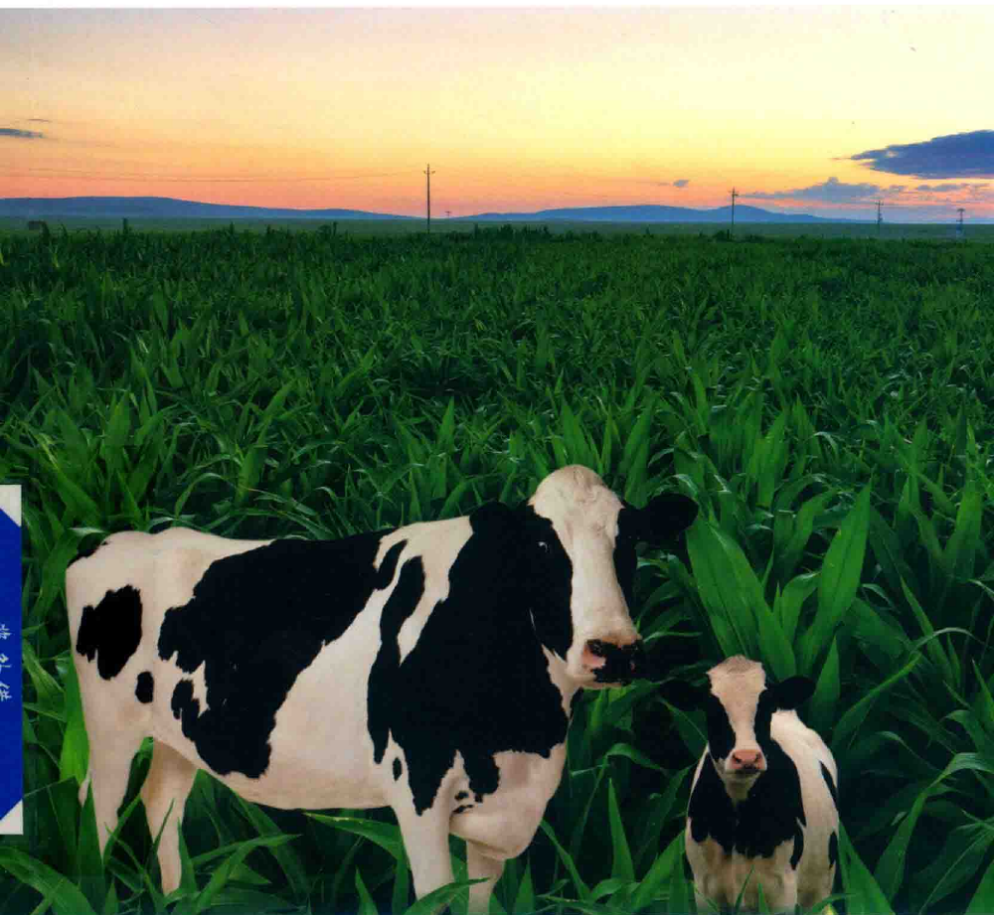


青贮玉米生产技术研究与应用

罗荣太 黎庶凯 黄世洋 等编著



广西科学技术出版社

青贮玉米

生产技术研究与应用

广西科学技术出版社

罗荣太
黎庶凯
黄世洋
等编著

撰写人员

陈 鸿	卢肇高	曾 俊	包熙旺	吴娇颖	刘伟燕	谢宗固
李叶红	梁 琼	黄文丽	黄华莉	黄静丽	郑自华	陈思业
张友泓	帕明秀	甘瑜萍	陆俊致	黄 恒	朱芝燕	刘 婕

图书在版编目 (CIP) 数据

青贮玉米生产技术研究与应用 / 罗荣太等编著. —
南宁: 广西科学技术出版社, 2019.1

ISBN 978-7-5551-1142-9

I. ①青… II. ①罗… III. ①青贮玉米—栽培技术
IV. ①S513

中国版本图书馆CIP数据核字 (2019) 第018708号

QINGZHU YUMI SHENGCHAN JISHU YANJIU YU YINGYONG

青贮玉米生产技术研究与应用

罗荣太 黎庶凯 黄世洋 等编著

责任编辑: 何杏华
责任印制: 韦文印
装帧设计: 梁 良

助理编辑: 陈诗英
责任校对: 黎 桦

出 版 人: 卢培钊
出 版 社: 广西科学技术出版社
社 址: 广西南宁市东葛路 66 号
网 址: <http://www.gxkjs.com>

邮政编码: 530023

印 刷: 广西壮族自治区地质印刷厂
地 址: 南宁市青秀区建政东路 88 号

邮政编码: 530023

开 本: 880mm × 1240mm 1/32
字 数: 116 千字
版 次: 2019 年 1 月第 1 版
印 次: 2019 年 1 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-5551-1142-9
定 价: 29.80 元

印 张: 5.75

版权所有 侵权必究

质量服务承诺: 如发现缺页、错页、倒装等印装质量问题, 可直接向本社调换。

前 言

玉米是目前世界上种植面积最大的农作物，其优势在于具有“粮经饲”三元价值。而“粮经饲”中的“饲”即青贮玉米。青贮玉米是指在适宜收获期内收获包括果穗在内的地上全部绿色植株制作青贮饲料的一类玉米的通称，是按收获物和用途来进行划分的玉米三大类型（籽粒玉米、青贮玉米、鲜食玉米）之一。青贮玉米品种是指作为青贮饲料用途及将全株（包括果穗和茎叶）收获的玉米品种，它与粮食品种的区别在于粮食品种以收获籽粒为目的。作为青贮玉米品种，应具备植株高大、叶片茂盛、生物产量高，以及茎叶富含糖、蛋白质、优质纤维和胡萝卜素、维生素B₁、维生素B₂等微量元素的生物学特性；同时具备容易加工青贮，变成营养丰富、适口性好、能长期保存的优质粗饲料的特点。因此，玉米青贮饲料以其营养含量高、生产成本低、贮藏期长等优势成为世界公认的草食牲畜不可或缺的优质粗饲料，被誉为“饲料之王”。

当前，青贮玉米以其特有的优势，居于各国现代农业的重要位置。畜牧业发达的国家早已把全株玉米青贮饲料作为奶牛必备的基础饲料和肉牛羊的常规饲料，如在生产方式早已产业化、现代化的欧洲，其青贮



玉米种植面积约为 400 万公顷，其中多数国家青贮玉米种植面积占玉米种植面积的 30%~80%，个别国家高达 100%。而中国的生产方式、生产规模、生产水平与发达国家相比，仍然处于初级阶段，青贮玉米种植面积仅 100 万公顷左右，约占玉米种植面积的 2.5%。此外，中国粮食玉米生产收获的玉米籽粒的 70% 用于饲料，玉米籽粒及秸秆混合饲料与全株玉米青贮饲料相比，所提供的饲料总量、营养价值、消化吸收率，尤其是饲料回报率都相差甚远。

2004 年以来，中国粮食生产实现“十二连增”，特别是玉米产量从 2004 年的 1.16 亿吨增长到 2016 年的 2.25 亿吨，增长近 1 倍，阶段性库存压力巨大，迫切需要调整玉米种植和利用方式。与此同时，中国的牛羊肉、奶等草食畜禽产品生产供给不足，因此推进农业供给侧结构性改革势在必行。

2015 年以来，中国开始实施“粮改饲”战略。实施“粮改饲”就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。粮改饲的核心内容就是将籽粒玉米粮食利用生产改为全株玉米饲料化利用生产，也就是发展青贮玉米产业。党和国家非常重视青贮玉米产业，2015~2017 年连续三年的中央 1 号文件、国务院《关于加快转变农业发展方式的意见》（国办发〔2015〕59 号）和《国

民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》(2016年),以及农业部《关于进一步调整优化农业结构的指导意见》(农发〔2015〕2号)都明确提出,支持青贮玉米种植,扩大“粮改饲”工作,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。2018年,《中共中央 国务院关于实施乡村振兴战略的意见》下发,对实施乡村振兴战略进行了全面部署,为青贮玉米产业发展提供了广阔的空间。

2016年,农业部《全国种植业结构调整规划(2016—2020年)》提出,到2020年,籽粒玉米种植面积调减5000万亩*以上,而青贮玉米面积增加到2500万亩。目前,中国实施“粮改饲”区域布局,重点在北部、东北部、西北部、“镰刀弯”地区和黄淮海玉米主产区共17个省(市、自治区)。广西属于“镰刀弯”地区,是实施“粮改饲”工作的重要省区。

实施“粮改饲”发展青贮玉米产业需要科技支撑。然而,由于中国尤其广西青贮玉米产业尚处于初级阶段,生产技术水平还很落后,主要表现在品种选育、栽培技术、青贮制作、添加剂使用和标准制定等方面与发达国家相比还有较大差距。为此,广西壮族自治区牧草工作站作为广西饲草料技术推广单位,有责任、有义务、有必要就上述方面作进一步的研究和探讨。于是,我们通过开展调查研究、试验实验,查阅国内外资料,总结编写成此书。此书共8章,分别从青贮玉米概况,青贮原



理及青贮饲料特点，青贮机械、设施及添加剂，青贮玉米品种，种植管理收获，青贮制作，青贮品质评定和饲喂管理 8 个方面进行了阐述，可供从事青贮玉米产业的工作者参考。

囿于编者水平，书中难免有不足之处，敬请同行专家及广大读者批评指正。

编著者

2019 年 1 月

* “亩”为市制非法定计量单位，为方便阅读，本书仍保留“亩”。1 亩=1/15 公顷
≈ 666.67 平方米。

目 录

第一章 概述 / 1

第一节 青贮玉米发展简史 / 2

第二节 产业发展现状、存在问题及发展趋势 / 3

第二章 青贮原理及青贮饲料特点 / 11

第一节 青贮原理 / 12

第二节 青贮饲料特点 / 20

第三章 青贮机械、设施及添加剂 / 23

第一节 青贮机械 / 24

第二节 青贮设施 / 39

第三节 青贮添加剂 / 44

第四章 青贮玉米品种 / 63

第一节 品种选育 / 65

第二节 品种介绍 / 66

第三节 品种适宜区域 / 74

第五章 种植管理收获 / 77

第一节 品种选择 / 78

第二节 土地选择 / 79





第三节 播种 / 80

第四节 田间管理 / 84

第五节 收获 / 92

第六章 青贮制作 / 97

第一节 窖贮青贮制作 / 98

第二节 非固定容器青贮制作 / 109

第三节 青贮制作技术要点 / 121

第七章 青贮品质评定 / 125

第一节 感官评定 / 126

第二节 理化评定 / 129

第三节 微生物毒素消化率及综合评定 / 136

第八章 饲喂管理 / 141

第一节 青贮取用 / 142

第二节 奶牛饲喂技术 / 149

第三节 肉牛饲喂技术 / 155

第四节 肉羊饲喂技术 / 160

参考文献 / 171



第一章 概述





青贮是指把多汁的青贮原料（青绿植物、农副产品、食物残渣及其他植物材料）在厌氧的条件下保存起来的方法。

青贮玉米是指在适宜收获期内收获包括果穗在内的地上全部绿色植株，并用青贮发酵的方法制作青贮饲料的一类玉米的通称。它与一般普通（籽粒）玉米相比，具有生物产量高、纤维品质好、持绿性长、干物质和水分含量适宜制作青贮的特点。青贮玉米是按收获物和用途来进行划分的玉米三大类型（籽粒玉米、青贮玉米、鲜食玉米）之一。

第一节 青贮玉米发展简史

人类利用青贮的方法保存饲料有着悠久的发展历史。据考证，“青贮”起源于古埃及文化鼎盛时期，后传至地中海沿岸。在古罗马帝国时代已应用于青绿饲料的贮藏，但实际应用于生产是在 18 世纪初期。1885 年德国人库英发表了青贮饲料技术方面的文章，之后青贮技术由北欧传到美国。英国晚于美国，1901 年英国人史密斯从美国考察返回后，才由卢梭着手研究。日本的“青贮”始于明治维新时期，但大力推广“青贮”则是在 1938 年后。

据史料记载，中国早在约 1500 年前的南北朝时期就出现了很完备的粗饲料的调制和贮存技术。而 600 多年前的元代《王祯农书》和 300 多年前的清代《豳风广义》中记载的有关苜蓿和马齿苋等青饲料的发酵方法，其实就是青贮原理的应用（图 1-1）。

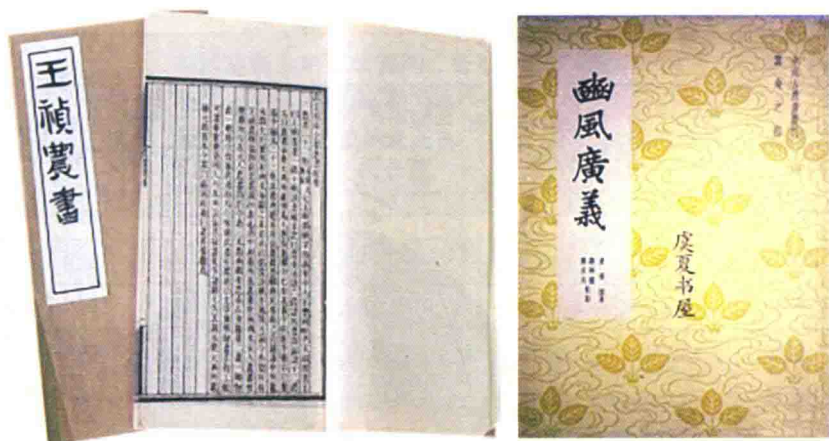


图 1-1 《王禎农书》和《幽风广义》

至于青贮玉米是否与青贮历史同样悠久则有待考证。中国最早关于青贮玉米饲料的试验研究报道是 1944 年发表于《西北农林》的关于《玉米窖贮藏青贮料调制试验》的文章。1943 年西北农学院教授王栋、助教卢得仁首次进行带穗玉米窖贮藏青贮料的试验,并向陕西及全国推广。

第二节 产业发展现状、存在问题及发展趋势

一、产业发展现状

(一) 国外现状

玉米是世界三大粮食作物之一。发达国家畜牧业非常重视青贮玉米生产,青贮玉米在玉米生产中占据了重要的位置。近年来,美国青贮玉米年播种面积约 460 万公顷,占玉米播种总面积的 12%;欧洲青贮玉米种植面积约 400 万公顷,多数国家青贮玉米种植面积占玉米种植总面积的 30%~80%,其中法国种植面积约 157.8 万公顷,占玉米种植总面积



的48%（表1-1）。

表1-1 欧洲十二国青贮玉米生产状况

国家	青贮玉米种植面积 (万公顷)	玉米种植总面积 (万公顷)	青贮玉米种植面积 占玉米种植总面积 百分比(%)	青贮玉米产量 (万吨)	青贮玉米平均 产量(吨/公顷)
奥地利	8.5	18.1	47.0	391.8	46.1
比利时	17.3	19.7	87.8	664.8	38.4
丹麦	4.2	4.2	100.0	154.1	36.7
德国	132.6	170.0	78.0	5765.7	43.5
希腊	3.0	300.0	1.0	—	—
西班牙	10.9	57.4	19.0	511.6	46.9
法国	157.8	328.8	48.0	5281.9	33.5
意大利	30.2	131.3	23.0	—	—
卢森堡	1.0	1.0	100.0	47.6	47.6
荷兰	22.3	23.5	94.9	898.2	40.3
葡萄牙	12.2	30.5	40.0	—	—
英国	11.0	11.0	100.0	416.2	37.8

（二）国内现状

2013年，中国青贮玉米种植面积达69.8万公顷，约占玉米种植总面积的2%（玉米种植总面积约为3632万公顷），产量约3504万吨（表1-2，图1-2）。

表1-2 中国青贮玉米栽培概况

应用类型	种植面积 (万公顷)	平均产量 (吨/公顷)	最低产量 (吨/公顷)	最高产量 (吨/公顷)	总产量(万吨)
粮饲兼用玉米	20.2	52.5	37.8	98.4	1058
专用玉米	13.8	61.5	42.5	104.6	850

续表

应用类型	种植面积 (万公顷)	平均产量 (吨/公顷)	最低产量 (吨/公顷)	最高产量 (吨/公顷)	总产量(万 吨)
粮食玉米	35.8	45.5	35.6	66.0	1596
合计	69.8				3504

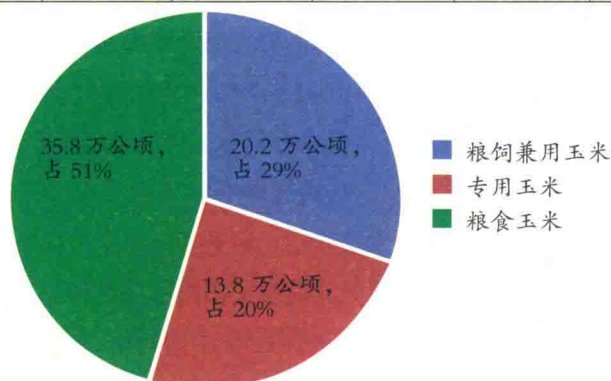


图 1-2 2013 年中国各类型青贮玉米种植面积占比

2016 年，全国青贮玉米种植面积为 1390 万亩，占玉米种植总面积 56530 万亩（其中粮食玉米 55140 万亩）的 2.46%，同比增长 40.97%。从总产量来看，2014～2016 年基本呈逐年上升的趋势；2016 年青贮玉米总产量为 5977 万吨，同比增长 47.83%；2016 年青贮玉米单产量为 4.3 吨/亩，同比增长达 7.5%。

（三）中国青贮玉米分布

中国青贮玉米在各省（区、市）均有不同程度的发展，但优势区主要位于黑龙江、内蒙古、新疆、辽宁、河北、北京、山西、宁夏、甘肃、天津、四川、江苏等地。

二、存在问题

中国虽是农业大国，但与欧美发达国家相比，中国畜牧业发展相对



落后，青贮玉米产业也相对落后。青贮玉米遗传育种、种植制度、栽培技术、贮藏技术及饲喂技术等方面均未得到深入系统的研究，还有很多亟待解决的问题。主要表现为以下几方面。

（一）品种少、种植普及率低

由于受传统粮食观念和饲养方式等因素的影响，人们仍习惯种植粮食型品种或其他玉米作青贮饲料，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，中国还没有专门化的青贮玉米品种。20世纪60年代中国开始了饲料玉米的育种研究工作，直到1985年第一个青贮玉米专用品种“京多1号”才通过审定。21世纪以来，虽然中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够多，尤其适应中国南方的品种少，青贮玉米种植普及率很低。据有关资料统计，2011年中国约1500万头奶牛中，只有2%的奶牛能吃上青贮玉米饲料。

（二）品质不高

一是由于国产青贮料的加工机械不够精密。加工出来的青贮料长度大于2厘米，则影响压实密度；籽粒不破碎或者破碎不够细，则影响发酵质量和消化率。二是现行的青贮玉米质量标准要求低。中国青贮玉米审定标准主要包括丰产性、稳产性、抗倒性、品质和抗病性等方面。要求丰产性指标生物产量平均比普通玉米品种增产5%以上，水分含量为60%~80%，品质指标规定青贮玉米整株中性洗涤纤维（NDF）含量不能高于55%、酸性洗涤纤维（ADF）含量不能高于29%、粗蛋白（CP）含量不能低于7%、淀粉含量不能低于15%。依据这个标准，截至目前，中国审定的专用青贮玉米品种已有100多个，但却遭到业内专家不少的质疑，他们认为育种标准低，突出表现在干物质产量和淀粉含量过低，

而中性洗涤纤维含量过高。前者制造高产假象，最终被企业拒绝；后者虽有利于提高品种的抗倒伏能力，但牺牲了饲料品质。由于质量标准要求低，种植推广的青贮玉米品种品质普遍较差、能量较低，2010年青贮玉米品质分级及指标（国标）、中国与美国青贮技术水平的差距分别见表1-3、表1-4。

表 1-3 2010 年青贮玉米品质分级及指标（国标）

等级	NDF (%)	ADF (%)	淀粉 (%)	CP (%)
一级	≤ 45	≤ 23	≥ 25	≥ 7
二级	≤ 50	≤ 26	≥ 20	≥ 7
三级	≤ 55	≤ 29	≥ 15	≥ 7

注：CP、淀粉、NDF 和 ADF 为干物质（60℃下烘干）中的含量。

表 1-4 中国与美国青贮技术水平的差距

指标名称	中国	美国
收获时期乳线位置	1/3	1/2
铡切长度	> 2 厘米	< 1 厘米
籽粒	大部分未破碎	基本破碎
干物质	20% ~ 27%	30% ~ 35%
淀粉	10% ~ 25%	25% ~ 33%
NDF	55% ~ 60%	45% ~ 53%
ADF	30% ~ 40%	25% ~ 30%
CP	7% ~ 9%	8% ~ 9%

（三）种植技术缺乏

普遍的观念认为，只有玉米种子播种量大才能保证高产，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，因此直接影响植株的高度和粗壮度，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，造成作底肥的家畜粪便施用量不足，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。

（四）青贮设施陈旧

一些养牛户多数使用青贮壕、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，靠近窖壁处的青贮料质量较差，或由于透水造成青贮料全部腐烂，发出难闻的臭味。这样的青贮料不但感官品质差，营养成分损失也很大，有毒有害物质反而增加，导致家畜不愿采食，青贮利用率显著降低。

（五）青贮机械设备价格高

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，大部分时间处于闲置状态，不能充分利用其功能。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是偏高。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，甚至更大，而当前农户使用的大多是10～20千瓦小型四轮拖拉机，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，影响机具功能的发挥，以及技术培训跟不上影响新机具的使用等问题。

（六）相应的配套技术普及率低

青贮品质控制、饲喂和评价方法不完善等相应的配套技术普及率低，导致青贮玉米产业发展尚有很长的道路要走。

三、发展趋势

目前，中国籽粒玉米总产量的70%以上用作饲料，预计到2020年将占到总产量的89.5%。近几年，全株青贮玉米利用率逐年提高，但还