

• 星 • 火 • 计 • 划 • 丛 • 书 •

玉米综合利用

姚彝孙 等编著



玉米综合利用

姚彝孙 盛国华 张振环
丁雪伟 丁学励 编著

农业出版社

内 容 简 介

本书内容包括：国内外各种玉米专用品种与性状；玉米淀粉、环状糊精、玉米糖、玉米精炼油和玉米加工食品（膨化食品、方便食品、玉米啤酒、玉米生产红曲等）的国内外生产动向、工艺流程、主要设备、生产配方和加工方法。科学性、实用性强，通俗易懂。另外对我国发展玉米加工工业的规模和产品种类也进行了可行性分析。本书可为乡镇企业提供玉米新产品开发技术；为科学研究单位提供现代化玉米工业生产技术；为高校、中专、技校提供辅助教材；为领导部门提供玉米加工工业可行性分析资料。

玉米综合利用

姚舜孙等 编著

科学技术文献出版社出版

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行，各地新华书店经售

787×1092毫米 32开本 4.75印张 98千字

1987年10月北京第一版第一次印刷

印数：1—5000册

科技新书目：153-044

统一书号：16176·182 定价：1.00元

ISBN 7-5023-0028-7/S·3

前 言

玉米在农业生产上是一种很重要的粮食作物，从籽粒到茎、叶、穗、轴都有广泛的用途。可以说“一身无弃物，浑身全是宝”。玉米籽粒含淀粉65—70%，脂肪3—4%，蛋白8—10%。玉米可制各种淀粉、糖类。玉米秸秆可作燃料、饲料，还可作肥料。玉米苞叶编制的各种工艺品行销国外。玉米芯可提取木糖醇和糠醛。玉米籽粒可提胚芽，能制胚芽油，精炼后能加工成高级起酥油、人造奶油。胚乳可提取淀粉，淀粉经转化制取葡萄糖，异构化可制果葡糖浆。玉米碴还能代替部分大麦制啤酒、黄酒、酒精。生产淀粉过程中排出的浆液可培养单细胞蛋白作饲料。玉米还可以直接制作多种食品，既增加了食品的花色品种又补充了人体营养的需要。

玉米还是工业生产中的重要原料之一。随着我国现代化工业的发展，食品工业、医药工业、轻工业等的基础原料都离不开玉米。玉米工业发展的同时，开展综合利用是必然趋势。

我国乡镇企业正在兴起，玉米加工工业在某些地区较普遍的建立，然而在产品 质量提高，产品种类多样化，调节市场需求，适应人们家务劳动社会化，满足人体营养的需要以及生产中如何降低成本，增加经济效益等方面，尚待研究解决。本书介绍了玉米加工主要产品、工艺技术，以及生产产品的可行性分析。可为乡镇企业提供玉米新产品开发技

术；为科学研究单位提供现代化玉米工业生产技术；为高校、中专、技校提供辅助教材；为领导部门提供玉米加工工业可行性分析资料。

本书由姚彝孙、盛国华、张振环、丁雪伟、丁学励编著。

目 录

第一章 玉米生产现况	(1)
第一节 世界玉米生产的发展.....	(1)
第二节 我国的玉米生产.....	(8)
第二章 正在推广的几个玉米类型	(7)
第一节 高赖氨酸玉米的推广应用.....	(7)
第二节 甜玉米生产及发展趋势.....	(9)
第三节 高油玉米.....	(17)
第四节 爆裂玉米.....	(18)
第三章 玉米淀粉	(21)
第一节 概述.....	(21)
第二节 国内外玉米淀粉发展情况及趋势.....	(27)
第三节 玉米淀粉加工方法.....	(30)
第四节 建立玉米淀粉厂的可行性分析.....	(41)
第四章 环状糊精	(47)
第一节 概述.....	(47)
第二节 环状糊精的性质.....	(49)
第三节 环状糊精的制造.....	(53)
第四节 环状糊精的应用.....	(56)
第五章 玉米制糖	(64)
第一节 玉米饴糖及其加工技术.....	(65)
第二节 还原性麦芽糖饴糖加工技术.....	(71)
第三节 玉米生产葡萄糖工艺.....	(78)
第四节 新兴的果葡萄糖工业.....	(84)

第六章 玉米油	(97)
第一节 玉米油的营养价值.....	(97)
第二节 玉米油的制取方法.....	(99)
第七章 玉米食品的配方和加工工艺	(116)
第一节 特制玉米粉.....	(116)
第二节 廉价蛋白资源“八一三”粉.....	(117)
第三节 人造米.....	(118)
第四节 玉米膨化粉.....	(120)
第五节 膨化玉米面包.....	(121)
第六节 膨化粉压缩饼干.....	(122)
第七节 膨化粉凉糕.....	(123)
第八节 膨化粉烧饼.....	(124)
第九节 膨化粉面茶.....	(125)
第十节 膨香酥.....	(125)
第十一节 玉米、小麦粉面包.....	(127)
第十二节 玉米片.....	(128)
第十三节 新型玉米片.....	(129)
第十四节 甜玉米罐头.....	(130)
第十五节 玉米啤酒.....	(132)
第十六节 玉米黄酒新产品的发展.....	(135)
第十七节 脱胚玉米粉制格瓦斯.....	(136)
第十八节 玉米胚芽油饼制酒.....	(136)
第十九节 玉米生产红曲.....	(137)
第二十节 玉米淀粉制肉.....	(140)
第二十一节 人造塑料鸡蛋.....	(141)

第一章 玉米生产现况

第一节 世界玉米生产的发展

玉米在世界上是重要的粮饲兼用作物。多年来,随着玉米杂交种的推广、化肥施用量的增加、各项增产技术措施的推广应用,玉米面积扩大了0.6倍,单产增加1.1倍,总产增加2.1倍。玉米已发展成为仅次于水稻和小麦的第三大作物,单位面积产量居第一位。80年代以来,全世界玉米种植面积近二十亿亩,而美国(4.5亿亩)和中国(3亿亩)的种植面积就占去了40%左右。这两个国家玉米生产和科学技术的发展状况对世界玉米生产具有举足轻重的作用。1980年世界玉米播种面积为19.3亿亩,总产达7881.1亿斤,单产408.3斤。和1970年相比,十年间玉米播种面积增加3.2亿亩,增长20.1%;总产增加2654.9亿斤,增长50.8%;单产增加83.1斤,增长25.6%。近年来,玉米在全世界范围内处于不断扩大的趋势。鉴于世界人口的急剧增长对粮食需求量的增加,以及玉米综合利用新技术的迅速发展,玉米在人类经济生活中的重要地位将与日俱增。玉米是左右粮食总产量的重要作物之一。发展玉米生产具有广阔的前景。

从全世界的发展情况来看,玉米生产发展仍处在一个高峰期。有利于进一步促进发展玉米生产的条件很多。一是国际市场对玉米需求量俱增,供不应求;二是玉米价格看涨,经

经济效益较高；三是综合利用的迅速发展，用途很广；四是种植玉米和其它作物相比，投资少、省工、成本低；五是玉米增产潜力大，美国玉米平均亩产达到960斤，大面积达到1800斤，高产纪录亩产2951斤。长期以来，玉米作为人们赖以生存的粮食，直到本世纪50年代，玉米才开始大量作为发展畜牧业的饲料。全世界生产的玉米，有75—80%作为饲料，有10—15%供人们食用，有10%左右作为工业原料。随着科学技术的发展，扩大玉米综合利用的新技术，为发展玉米生产找到了出路。大致说来，北美洲和欧洲一些国家玉米主要作为发展畜牧业的饲料。亚非拉一些国家主要作为粮食，如墨西哥、秘鲁、智利、朝鲜等国，几乎终年都食用玉米。

近三十年来，世界上有很多国家依靠扩大玉米面积和提高单产获得较高的经济效益，特别是美国、法国、阿根廷、泰国等，都是依靠发展玉米而把农业搞起来的。玉米不仅成为转化奶肉蛋及其加工制品的重要原料，而且依靠玉米出口扩大外贸而大发其财。美国1982年把玉米总产的80%以上供作发展畜牧业转化为奶肉蛋，每年还大约有4500万吨左右进入国际市场，占世界玉米贸易总量的75%以上。三十年前法国还是一个谷物进口国，由于调整农业结构，发展玉米生产，种植面积从1950年的480万亩扩大到1984年的2584.5万亩，亩产从165.3斤提高到786.6斤，总产从8.1亿斤增加到206.4亿斤。法国不仅奶肉蛋产品自给有余，并一跃成为世界第二大玉米出口国。泰国，50年代还是一个单种水稻的国家，玉米面积仅有50多万亩，70年代实行水旱轮作，1984年玉米面积扩大到2490万亩，玉米出口额居世界第五位，成为亚洲仅有的一个出口粮食的国家。

第二节 我国的玉米生产

我国地域辽阔，地跨寒温带、亚热带和热带，从北向南一年四季都可以种植玉米，有春玉米、夏玉米、秋玉米和冬玉米，可称为“四季玉米之乡”。我国玉米分布是从东北斜向西南形成一个狭长的“玉米带”。我国是世界上第二大玉米生产国，常年播种面积和总产量均占世界玉米播种面积和总产量的15%以上。1952年玉米种植面积1.88亿亩，单产179.2斤，总产336.9亿斤，占全国粮食总产量的10.5%；1984年玉米面积增加到2.78亿亩，单产528斤，总产1467.3亿斤，占全国粮食总产量的18.0%。三十三年来玉米播种面积增加了47.9%，单产提高194.9%，总产增加335.4%。是我国粮食作物中种植面积发展最快、单产提高最多的作物。1984年玉米总产突破1400亿斤，单产超过500斤，创造了历史最高水平。据有关部门预测，到2000年，我国粮食总产达9,600亿斤，其中玉米总产达到2000亿斤。单产从500多斤提高到650斤。纵观现状，预测将来，我国的玉米生产必将有一个大发展的趋势。

近年来，随着农村产业结构的调整，农作物布局趋向合理，重视粮食、饲料和经济作物的合理搭配，适当压缩一部分低产地区玉米种植面积，增加经济作物的面积，以适应发展商品的需要。在党中央一靠政策，二靠科学的方针指引下，调动了农民的生产积极性，实行科学种田，增加投资，为玉米增产奠定了物质基础。全国有80%的玉米种植面积采用了优良杂交种，施肥面积占70%以上，一般大田每亩施用

氮素化肥30—40斤，有些地区100—150斤。基本控制了病虫害的危害。显著提高了玉米单产，尽管1984年比1978年全国玉米播种面积减少了2.137万亩，但单产增加154斤，总产量增加了348.4亿斤。1978—1984年玉米单产和总产的增长速度，显著超过了1957—1978年二十年的增长速度（表1-1）。

表1-1 1952—1984年我国玉米生产的发展

年 份	面 积 (万亩)	总 产 (亿斤)	单 产 (斤/亩)
1952	18849	337.0	179
1957	22415	428.8	191
1970	23747	650.6	278
1978	29942	1118.9	374
1984	27805	1467.3	528
1984年比1952年增(%)	47.5	335.4	195

资料来源：国家统计局农业统计司

三十多年来我国发展玉米生产取得的成绩表现在以下三个方面。

第一、发展速度快。和稻麦相比，由于玉米有良好的食用品质和高产能力，特别是它的广泛的适应性，在400多年里迅速遍植于我国南北各地，近30年玉米发展速度最快。1983年和1952年相比，玉米播种面积增加0.94亿亩，增长50%；而水稻种植面积增加7194万亩，增长14.5%；小麦播种面积增加7194万亩，增长16.2%。玉米在农作物播种面积组成中从1952年的8.9%增加到1983年的13.1%，增加了4.2%，水稻增加了2.9%，小麦增加了2.7%，玉米的面积扩大是最多的（表1-2）。

表1-2 玉米在农作物播种面积构成中的变化

项 目 \ 年 份	1952	1957	1970	1978	1983
农作物面积	100	100	100	100	100
粮食总计	87.8	65.0	83.1	80.3	79.2
其中：稻谷	20.1	20.5	22.5	22.9	23.0
小麦	17.5	17.5	17.7	19.4	20.2
玉米	8.9	9.5	11.0	13.3	13.1
薯类	6.2	6.7	7.1	7.9	6.5
大豆	8.3	8.1	5.8	4.8	5.3

资料来源：国家统计局农业统计司

第二、玉米单位面积产量高。1984年和1952年相比，单产从179斤提高到528斤，每亩增长349斤，增长190.0%。需要说明的是，我国玉米有三分之二种植在丘陵旱地，且多以间套复种为主，因此不能和发达国家一年一熟制的玉米单产相比。1984年我国玉米亩产超过世界平均水平。

第三、玉米在国民经济中的地位日趋重要。民以食为天，长期以来，玉米是我国玉米产区农民的主要粮食，只有少部分供作发展畜牧业的饲料，近年来玉米作为口粮的比例显著减少，相当一部分玉米富余出来，我国玉米真的多了吗？不多。据有关部门预测，到2000年，我国畜牧业产值将从现在的15%提高到30%，那时将需要提供3000亿斤粮食供作发展畜牧业的饲料，全部玉米供作饲料仍嫌不足。从世界上畜牧业比较发达的国家来看，几乎都与人均占有玉米数量有直接关系。如1983年美国人均玉米480.9公斤，法国

188.8公斤，巴西336.6公斤，罗马尼亚517.0公斤，南斯拉夫479公斤。而人均玉米较少的国家，如苏联（52.8公斤）和日本，都努力从国际市场进口玉米。我国人均玉米仅67.0公斤，比全世界人均玉米78.0公斤还要低。当前我国畜牧业仅占总产值的14%左右，若把畜牧业产值发展到30%，无疑还需要提供大量的饲料。

第二章 正在推广的几个玉米类型

第一节 高赖氨酸玉米的推广应用

玉米是重要的能量饲料，它的缺点是在蛋白质中缺少动物体内所需的必需氨基酸——赖氨酸和色氨酸。目前除配合饲料加入添加剂外，培养高赖氨酸玉米也是一条重要途径。

1. 选育出一批新自交系并扩大了原有自交系的利用范围 北京农大选育出武野/ O_2 、43052/ O_2 、511/ O_2 等8—10个自交系。中国科学院遗传所选出了4个自交系。中国农科院作物所在已发放8个高赖氨酸玉米自交系的基础上，又选育出了014/ O_2 、中系022/ O_2 等9个稳定的自交系。以往向各单位提供的自交系，陆续在育种上得到利用并配制出优良组合，内蒙古赤峰农科所用中系017/ O_2 与他们自己的一个选系配成的高单3号杂交种，比普通玉米对照种吉单101增产10.4%，赖氨酸含量为0.46%，比吉单101高一倍。辽宁本溪用中系017/ O_2 ，选配了“本高10号”单交种。比丹育6号增产5.6%，他们还利用中系039/ O_2 配成了“本高14号”。新疆农科院粮作所用中系091/ O_2 和中系012/ O_2 配制了单交种。两年平均亩产比双交种156增产6.9%。

2. 杂交种的选育及试验结果 北京农大组配的农大102、农大103。1984年又从180个品比鉴定材料中，选出6—8个杂交组合。丹东市农科所选配的较好组合是

171-1/0₂ × 161/0₂, 定名为丹育301, 赖氨酸含量为0.42%, 比丹育6高61%。中国农科院选育的中单201、中系091/0₂ × 中系017/0₂、中系017/0₂ × 中系030/0₂。同时又初步鉴定出3个组合的籽粒产量高于对照种中单2号。新疆农垦科学院农业所组合的武105/0₂ × M017/0₂ 和武112/0₂ × 选52-6/0₂, 连续三年试验, 产量比双交156平均高16.21%。

3. 生产示范和种子繁殖 农大102、农大103、中单201、中系019/0₂ × 中系017/0₂、中系017/0₂ × 中系030/0₂ 分别在北京、河北、山东、四川、内蒙古、湖南、新疆等地进行生产示范, 为适应生产上大面积示范的需要, 1985年自交系繁殖和制种约900亩。广西玉米研究所1983年引进一个硬粒优质蛋白高赖氨酸玉米群体墨白102, 已加速繁殖示范推广。

4. 用高赖氨酸玉米进行食品加工和养猪养鸡试验取得新的进展 高赖氨酸玉米不仅营养价值高而且适口性好, 在食品加工上是有前途的新兴原料。山东省用中系091/0₂ × 中系017/0₂ 的杂交种子加工成饼干, 食味酥脆香甜。新疆农垦科学院用高赖氨酸玉米加工蛋糕, 具有松软体积大的优点。用高赖氨酸玉米粉作粥, 食味香甜, 而作为青嫩玉米食用也具有独特风味。

北京、四川、新疆、湖南、广西等地, 用高赖氨酸玉米进行养猪、养鸡和养兔试验, 效果显著。与国外报道的结果相同, 用高赖氨酸玉米养猪的经济效益表现为日增重高。料肉比低, 不仅优于普通玉米饲料, 还优于普通玉米添加赖氨酸饲料, 也显著好于稻谷饲料。新疆的饲养结果是这样的, 以高赖氨酸玉米产量为普通玉米的95%来估算一亩玉米的

养猪效益，如普通玉米亩产700斤，高赖氨酸玉米亩产665斤，则两种玉米养猪效益对比如下：高赖氨酸玉米每亩可养毛猪241.9斤，亩净收入167.86元；普通玉米每亩可养毛猪215.8斤，亩净收入147.18元，每亩高赖氨酸玉米养猪比每亩普通玉米多收入20.68元。按此产量水平和饲养结果计算，种植高赖氨酸玉米100万亩用来养猪比100万亩普通玉米增加经济收益2068万元。

第二节 甜玉米生产及发展趋势

一、甜玉米的生产概况

甜玉米起源于美国，早在哥伦布发现新大陆以前，美洲印第安人已经知道用甜玉米制糖做点心和酿造原始的啤酒。1834年世界上出现了第一个取名为“达林斯早熟”的甜玉米品种。世界上广泛食用甜玉米的历史还比较短，1924年第一个甜玉米杂交种育成。1931年加工出了第一筒甜玉米罐头。特别是到了40年代以后，随着甜玉米杂交种的发展，栽培地区迅速扩大。1959年出现了第一个超甜玉米杂交种，但到目前为止，世界上主要栽培类型仍以普通甜玉米为主，栽培甜玉米的面积在450万亩左右。美国、日本、加拿大、新西兰、泰国、我国的台湾种植面积较大。美国甜玉米生产发展较快（见表2-1）。从60年代起甜玉米的产量大约每隔五年就增长一倍，1980年仅美国就种植甜玉米110万亩，以新鲜果穗在市场销售，另外还对大约230万亩甜玉米进行了加工。美国甜玉米罐头产量仅次于西红柿罐头和西红柿汁罐头，而速冻甜玉米所占比重在全部冷冻蔬菜中也名列第三。甜

玉米在美国作蔬菜食用，对甜度要求不很高，

表2-1 美国甜玉米生产发展概况

年 份	产 量
1950—1960	1400万磅(1271.2万斤)
1965	5000万磅(4540 万斤)
1970	10000万磅(9080 万斤)
1975	20000万磅(18160 万斤)
1982	37900万磅(34413.2万斤)

日本食用甜玉米只有20多年历史，最初是专供儿童吃的，现在已成为广泛食用并深受欢迎的食品。日本甜玉米种植面积45万亩，一半在北海道，其次在长野县。甜玉米在日本作点心食用，对甜度要求较高。主要食用商品规格有整型、段状、粒状、糊状等四种。从目前来看，新鲜甜玉米及其加工产品愈来愈成为全世界人民所欢迎的蔬菜和食品。

我国对甜玉米的引种和研究工作开展较早，早在抗日战争时期甜玉米就已引入我国，由于病害严重、产量低、繁种难等原因，只有少数科研单位曾保留一些种子，而后各单位又陆续开展这方面的研究工作。1963—1964年，李竞雄、郑长庚教授对甜玉米作过系统的选育研究并试做甜玉米罐头外销。1968年北京农业大学首次育成取名为“北京白砂糖”的甜玉米品种。70年代以来，我国外贸部门依据外商希望中国提供甜玉米的要求，曾从国外引进一些甜玉米种子，在部分省市进行试种，准备加工出口。北京、上海、青岛引进了甜玉米速冻加工设备，由于国外甜玉米不适应我国的气候特点，