

江苏科学技术出版社

玉米良种
苏玉(糯)1号
选育及加工利用

● 谢孝颐 杨 明等 编著

玉米良种

苏玉(糯)1号选育 及加工利用

谢孝颐 杨 明等 编著

江苏科学技术出版社

编写人员:

江苏省沿江地区农科所

谢孝颐 石明亮 薛 林 蔡志飞

黄晓兰 唐明霞 颜开琴 陈国清

江苏农学院食品科学系 杨 明

玉米良种

苏玉(糯)1号选育及加工利用

谢孝颐 杨 明等 编著

出版发行:江苏科学技术出版社

经 销:江苏省新华书店

照 排:南京金花园印刷中心

印 刷:扬州印刷总厂

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 3 字数 60,000

1996 年 1 月第 1 版 1996 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—2,000 册

ISBN 7—5345—2026—6

S·312 定价:3.90 元

责任编辑 钱路生

我社图书如有印装质量问题,可随时向承印厂调换

序

玉米的营养价值很高,现已逐步成为人们的日常保健食品。而糯玉米又因其独特的风味及其淀粉组成,跻身于日常消食与食品加工的行列。

多年来糯玉米的发展一直处于平缓的状态,主要原因是以往的糯玉米品种大都是果穗小、粒色紫、产量低的农家品种,品质也不够理想。近年来,江苏省沿江地区农业科学研究所(南通市农业科学研究所)谢孝颐等经过近10年的艰辛,育成了大果穗、白粒、风味佳、产量高的糯玉米新品种——苏玉(糯)1号,并以此品种在食品加工上作了有益的尝试,取得了较好的效果。

一个优良农作物品种的育成,对农业生产的贡献、人们生活水平的改善是显而易见的。但育种工作的艰辛又常为人们所不知。本书作者谢孝颐,在工作条件十分困难的情况下,为了科研出成果,在已过天命之年,特别是1991年冬,因公腿骨折断后仍自强不息,经过近10年的艰苦奋斗,终于育成了我国第一个亩产超500公斤的白粒糯玉米杂交种苏玉(糯)1号。苏玉(糯)1号是一个株型紧凑,抗大、小斑病,抗倒伏,春夏播种皆宜,且易种植,中秆中穗型,果穗商品性好,具有甜、粘、香风味,适于青果穗上市和加工利用的高产稳产的白粒糯玉米杂交种。目前已在国内许多大中城市郊区种植,其果穗成了人们的一种物美价廉的消闲食品和旅游食品。

为了更好地推广这一优质良种,育种者们把有关的科研

资料,加以系统整理,并交付出版,以进一步促进我国的糯玉米生产。本书还毫无保留地介绍了以糯玉米为原料的加工制品、加工工艺的研究成果,它将为我国现代玉米加工业的发展起到积极的推动作用。

育种家们勤奋学习,自己动手,不畏艰难,以百折不挠的毅力和勇气从事科学研究,这种精神是永远值得发扬光大和学习的。

茅鸣皋

1995年7月1日

于南京

前 言

近年来,在一些发达国家,为了提高玉米的商品价值,通过开展以多种用途为目标的玉米品质改良工作,创造了适合深度加工和综合利用的玉米类型。借鉴国外对特种用途玉米的利用和研究经验,对促进我国玉米生产更好地为经济建设服务,具有重要的意义。

我国是糯玉米的原产地,有着极其丰富的品种资源。这些品种资源既是生产资料,又是宝贵的育种原始材料。但对它的研究和利用却很少见到报道。至于开展深度加工,以提高糯玉米的经济价值,则更未引起重视。

作者自 80 年代以来,在充分挖掘我国糯玉米种质资源的基础上,通过品质分析,筛选出一批能适应不同加工用途的优良种质资源,最大限度地使其应用于品质育种,以育成适应不同加工用途的专用化糯玉米杂交种。同时,通过加工试验,为应用专用化工业原料品种于食品、酿造、淀粉和淀粉糖等工业领域提供科学依据和方法。本书即以苏玉(糯)1 号品种为依托,概述了我们在这些方面所作的一些尝试和初步结果。

作为利用糯玉米品种资源的前提,作者在书中撮要介绍了利用糯质自然授粉品种选育自交系的思路和方法;在育成高产优质多抗糯玉米杂交种有了成功事例的基础上,指出在我国发展糯玉米的条件已经成熟,从而提出了现代糯玉米加工工业的概念;在长达七年之久的试验研究基础上,提出了新型糯玉米罐藏制品和以糯玉米为辅料的新型啤酒等糯玉米加工

制品的生产工艺。所有这些,虽然不够成熟,但可为从事这方面研究的科技工作者提供借鉴。

本书的出版,如能对利用我国丰富的糯玉米品种资源于品质育种,以发展我国的现代糯玉米加工业起到抛砖引玉的作用,则作者写作此书的目的即已达到。

在筹划出书过程中,本所徐少安副研究员相助甚多,特志于此,以表谢忱。

作 者

1995 年 5 月

目 录

一、糯玉米的生产概况	1
二、我国发展糯玉米生产的前景	3
(一)糯玉米的营养品质和特种用途	3
(二)开创现代糯玉米工业	5
三、糯玉米育种现状	10
(一)国内外糯玉米育种发展趋势	10
(二)我国糯玉米地方品种资源及其利用	12
(三)我国糯玉米育种的发展和成就	14
四、苏玉(糯)1号的选育和高产稳产性能	15
(一)育种的遗传型设计	15
(二)育种设计思想和技术路线	16
(三)苏玉(糯)1号的高产稳产性能	17
五、苏玉(糯)1号的生物学特点	19
(一)形态特征	19
(二)生育特性	26
六、苏玉(糯)1号的栽培技术	38
(一)高产栽培特点	38
(二)苏玉(糯)1号对环境条件的要求	39
(三)间作、套作和复种	40
(四)播种	41
(五)种植密度和种植方式	42
(六)施肥	45
(七)特殊栽培措施	48

(八)成熟度和采收适期	49
(九)早熟高产栽培技术	49
(十)春(秋)玉米配套高产栽培技术	52
七、苏玉(糯)1 号的制种技术	55
(一)通系 5 和衡白 522 的开花、吐丝习性	55
(二)通系 5 的授粉特性	56
(三)制种花期的调节	58
(四)通系 5 的主要栽培技术要点	60
(五)苏玉(糯)1 号的主要制种技术要点	61
八、苏玉(糯)1 号的加工利用	62
(一)苏玉(糯)1 号的品质特点和加工性能	62
(二)苏玉(糯)1 号的加工技术	64
(三)展望	86
参考文献	87

一、糯玉米的生产概况

据考证,哥伦布在完成环球航行后返回西班牙时随身带有玉米种子,从而在 15 世纪整个欧洲都有玉米种植。以后葡萄牙人将其传入亚洲、非洲。而在中国文字记载中,首次提及玉米是在 1516 年。糯玉米(Zea mays Sinensis)是玉米传入中国后形成的一个新类型,故称为中国糯型玉米(Chinese Waxy Corn)。约在数世纪之后的 1908 年,能保留遗传特性的糯玉米相继传入美国和欧洲,从此各国开始广泛种植糯玉米。

1908 年 5 月 9 日,美国植物学家柯令斯(Collins, G. N.)在华盛顿附近种植了这种玉米,并作了全面观察,其结果在 1909 年 9 月出版的美国农业部杂志上发表。这篇文章描述了糯玉米的几种特殊性状,如一些特殊的结构特性,可以使植株在花期避免花丝被风吹干,顶部的四、五片叶在茎秆的同一侧生出;顶部叶片直立,而下部叶片平展或下披等。最主要的是报道了糯玉米胚乳组成的特异性,即将籽粒切开或打碎时,胚乳类似蜂蜡状,故有蜡质玉米之称,同时,证实胚乳的糯性是由一个单独的隐性基因控制的,并命名 wx 基因(Waxy endosperm)为蜡质的标志。

由于柯令斯的研究成果,糯玉米引起了西方各国的注意,并作为宝贵的遗传资源加以利用。1936 年国际上开始了对糯质特性商业玉米变种的培育工作,在出人意料的短时间内将一个商品杂种马齿玉米改变为糯玉米。1937 年在伊阿华州立大学首先开始进行一项规模宏大的糯玉米杂交育种计划,大

约在 1942 年,金肯斯(Jenkins, E. H.)育成了第一个糯玉米杂交种。1944 年以后,糯玉米自交系比早期培育的有很大改良,又相继育成一批抗倒性强的糯玉米杂交种。目前,糯玉米已成为美国盛行的工业原料用种。

国外在栽培糯玉米的初期,杂交种的利用并不普遍。未经改良的糯玉米品种,由于抗病性差,根茎倒伏也较严重,因而产量很低。这样,就必须从经济效益上鼓励农民采用杂交种。

在美国,糯玉米是作为一种直接用于加工糯淀粉以取代木薯粉而发展起来的特种作物。这是因为糯玉米制得的糯淀粉不仅比木薯粉更适宜于工业用途,而且在制粉过程中还可将胚中的油提取出来,副产品仍可作为牲畜饲料。由于使用糯玉米的数量逐年增加,从而促进了糯玉米育种的发展。

随着糯玉米杂交种抗病性和抗倒性的不断改进,使糯玉米的产量大为提高。事实上,近年在明尼苏达(Minnesota)进行的产量试验证明,糯玉米与普通玉米不仅产量相近,且抗病性亦不逊色,而品质则优于普通玉米。品种上的突破,又反过来促进了糯玉米加工的发展。故国外发展糯玉米生产,始终与糯玉米作为工业原料用种紧密联系在一起。

糯质玉米起源于我国。目前,全国各地均有零星种植。在南方,特别是广西、贵州、云南、四川等地的山区,主要作为糯米的代食品被广泛种植,而这些地区的少数民族则常以此作为主食。

自推广玉米杂交种以来,糯玉米农家品种因产量低而被大量淘汰。与此同时,由于我国的糯玉米选育工作起步较晚,生产上可供利用的自交系和杂交种不多,难以满足群众日常生活的需要。

试验表明,我国目前生产上种植的为数不多的糯玉米杂

交种,还很难达到既能春播、又适宜夏播,既能抗旱耐瘠、又能抗病耐涝,能适应各种条件的产量高而稳的要求。因此,在我国欲使糯玉米杂交种迅速推广,首先要了解现有育成品种的特性的基础上,扬长避短,合理布局,使之得到充分利用;其次,在进一步开展高产育种的同时,尤应着力于品质育种,以使我国的糯玉米生产逐步向工业原料用种的高层次发展。

二、我国发展糯玉米生产的前景

(一)糯玉米的营养品质和特种用途

据中国科学院遗传研究所分析,中国糯质玉米籽粒的蛋白质、氨基酸含量介于普通玉米与高赖氨酸玉米的中间,但蛋白质含量变幅较大(7.0%~14.5%),其中,有含量达14.5%的种质资源。特别是中国糯质玉米中不乏高赖氨酸的种质资源,如四路糯、紫秆糯,其籽粒胚乳中赖氨酸含量高达2.5~3.3克/100克蛋白质,比普通玉米白马牙品种增高31.6%~73.7%,有的接近迈尔兹(Mertz, E. T.; 1964, 1970)筛选到的赖氨酸含量水平。预示通过遗传改良,还可进一步提高糯玉米的蛋白质、氨基酸含量。

据中国农科院作物育种栽培研究所分析,我国普通玉米籽粒中平均含脂肪4.37%,而江苏省沿江地区农科所育成的糯玉米品种糯综1号籽粒含脂肪达7.01%。国外试验表明,食用动物脂肪后食用玉米油,具有控制胆固醇上升的奇特功效。原因可能是多价不饱和脂肪酸、植物固醇类及未探明的有效成分的共同效果。故玉米油对动脉硬化症、冠心病、心肌梗塞及血液循环障碍等疾病,有特殊疗效。

糯玉米具有甜、粘、香的特点,风味优于普通玉米,其可溶性糖高于普通玉米而低于甜玉米,更适合当前发达国家人们对清淡口味的追求。故目前日本和欧美各国由普遍食用甜玉米转为食用糯玉米的趋势。可以预料,随着人们生活水平的

迅速提高,以及对糯玉米的营养特点的认识,用糯玉米作原料加工的产品,一定会以独特的风味加入到人们日益丰富的食谱中去。

我国普通玉米籽粒中平均含淀粉 72%,而江苏省沿江地区农科所育成的苏玉(糯)1 号籽粒含淀粉达 76%~77%,其中支链淀粉含量达 95%~97%。糯性淀粉消化率高,所以糯玉米的饲料单位高于普通玉米和其他多种作物(表 2-1)。国外饲养试验表明,糯玉米的增重速度和饲料转化效率超过普通玉米,故国外多用来饲喂乳牛。又因籽粒较小,用来饲喂家禽也很普遍。

表 2-1 几种作物 100 公斤籽粒折合饲料单位

作物	糯玉米	普通玉米	燕麦	高粱	大麦
饲料单位	139	135	100	112.5	103.9

(二)开创现代糯玉米工业

由于糯玉米所含支链淀粉的独特性质(表 2-2),在深加工上显示出它的广泛用途。其中,用量最大的是淀粉糖工业。近年来,随着现代玉米加工业的发展,糯玉米已作为纺织、造纸、医药工业的极佳原料。据估计,欧洲每年大约要生产 20 万吨支链淀粉用于纺织和造纸工业。此外,支链淀粉通过交联剂的作用制备成交键淀粉,用来制成薄膜,作药物胶囊、糖果内包装纸和可食用食品包装纸。

谢孝颐等(1988)首次倡导在国内开展糯玉米的深度综合利用研究,并就糯玉米深加工的几个方面提出了一些设想和探讨性建议,要点如下:

表 2-2 直链淀粉和支链淀粉的性质比较

性 质	直 链 淀 粉	支 链 淀 粉
分子形状	直链分子	支叉分子
平均链长(葡萄糖残基)	100~10000	20~30
聚合度	100~6000	1000~3000000
尾端基	分子的一端为非还原尾端基,另一端则为还原尾端基	具有一个还原尾端基和许多非还原尾端基
碘着色反应	深蓝色	红紫色
碘配合物的最大吸收光波长(λ 最大)	~650nm	~540nm
吸附碘量	19%~20%	<1%
凝沉性质	溶液不稳定,凝沉性强	易溶于水,溶液稳定,凝沉性很弱
络合结构	能与极性有机物和碘生成络合结构	不能
X 线衍射法分析乙酰衍生物	高度结晶结构能制成很强的纤维和薄膜	无定形结构制成的薄膜脆薄
在结晶 β -淀粉酶作用下麦芽糖转化程度	~70%	~55%
淀粉团粒大小($\times 10^{-6}\text{m}$)	7.99~8.53	8.61~9.41
双折射终点温度(BEPT)	70.3	74.3

1. 罐藏和冷冻贮存

我国人民没有食用甜玉米罐头的习惯,加之由于原料价格的昂贵,势必造成甜玉米罐头制品价格偏高,限制了消费者的购买力。如能育成高产优质的糯玉米杂交种,用此种廉价原料加工成罐头产品,必能降低成本。且不仅能使国内市场供应,也将为外贸部门提供新型外销产品。再者,万吨罐仅需种植2万亩糯玉米就绰绰有余,冷冻贮存所需种植面积也很有限,这对于发展农村经济是可行的。

研制糯玉米罐藏新产品并开发成功,在技术关键上应攻克:①探索适应罐藏的糯玉米品质的具体指标;②通过研究罐藏过程中的淀粉老化与糯玉米品种的品质、原辅料配比和工艺流程的相关,从根本上解决或减缓罐藏过程中的淀粉老化问题;③解决糯玉米籽粒外表皮的口感问题;④试制干籽粒粒状罐头,解决常年制罐问题。

至于冷冻贮存,应分冷藏保鲜和速冻贮藏两步,主要研究解决:①确定青果穗的最佳采收期;②通过选取不同的温湿度,以保证最终产品的品质更能接近鲜果品质而成本又最低。

2. 淀粉和淀粉糖

淀粉是食品工业的基础原料,也是医药、化工等其他工业发展的重要基础。我国目前淀粉年产量不足100万吨(包括薯类淀粉),按全国人口平均,年人均不足1公斤,而美国年人均超过30公斤,日本年人均超10公斤。我国如此低的数量,竟达到饱和程度。这一方面是由于我国工业生产水平较低,使淀粉生产直接受食品、造纸、纺织及其他化工工业发展的钳制;另一方面是由于我国工艺技术落后,致使淀粉质量低劣,出现

滞销现象。在国产淀粉滞销的同时,还需从国外进口一定量的工业用优质淀粉,说明我国淀粉生产须从增加淀粉品种及提高淀粉质量入手求发展。

从糯玉米杂交种问世以来,糯玉米淀粉加工业也随着迅速发展。目前,仅美国糯玉米种植面积已达 600 万亩,年生产糯玉米淀粉 80 多万吨,占玉米淀粉产量的 8%~10%。世界各国淀粉用量最大的是淀粉糖工业,如美国就有 70% 的淀粉用于淀粉糖的生产。

在用普通玉米生产淀粉糖的过程中,液化阶段会产生不溶性淀粉颗粒,据 X 线衍射法分析,这些颗粒呈现 V-型衍射图样,为直链淀粉与脂肪酸生成络合物。这种络合物具有组织紧密的螺旋结构,在下一步糖化工序中不能被糖化酶水解,降低了糖化液过滤速度,因而降低了淀粉糖产率。糯玉米不含直链淀粉,所以液化阶段不会产生不溶性淀粉颗粒。况且糯玉米淀粉比普通玉米淀粉性质优良,即淀粉糊的透明度高,糊丝长,糊化温度低。而且普通玉米中的杂质——游离脂肪酸,常为直链淀粉分子吸附而不易除去,因而对淀粉糊性质有影响(表 2-3)。

表 2-3 普通玉米和糯质玉米淀粉糊的性质比较

性质	蒸煮难易程度	粘度峰值	蒸煮稳定性	冷却中的逆转	冷糊稠性	增稠力	抗剪切性	透明度	糊丝长度	糊化温度(℃)
普通玉米	慢	中等	好	极高	高稠度易凝固	中等	良	不透明	短	73
糯质玉米	迅速	极高	优	极低	粘附性不凝固	中等	劣	半透明	长	69

糯玉米不含直链淀粉,游离脂肪酸极易除去,这样,用糯玉米代替普通玉米进行酶法生产淀粉糖,可简化工艺流程,