

# 浅谈鲜食玉米种质资源创新

邹原东, 张海娇, 李志强, 李彦侠, 王 岩, 范继红, 韩振芹\*

北京农业职业学院, 园艺园林学院, 北京

收稿日期: 2024年11月15日; 录用日期: 2024年12月12日; 发布日期: 2024年12月20日

## 摘 要

鲜食玉米是指具有特殊风味和品质的幼嫩玉米, 因其营养价值高、口感好、附加值高等综合优点而受到消费者的青睐。鲜食玉米的种质资源创新是推动其产业发展的重要动力, 可以满足市场的偏好, 推动产业提质增效和持续健康发展; 是保障生产、提升种植规模的基础, 是农村经济发展和农民增收的保证。本文通过浅析鲜食玉米种质资源创新的特点和方法, 期望为推动相关产业的发展提供参考和借鉴。

## 关键词

鲜食玉米, 种质资源, 生物技术, 产业链

# Innovation of Fresh-Eating Corn Germplasm Resources

Yuandong Zou, Haijiao Zhang, Zhiqiang Li, Yanxia Li, Yan Wang, Jihong Fan, Zhenqin Han\*

College of Horticulture and Landscape Architecture, Beijing Vocational College of Agriculture, Beijing

Received: Nov. 15<sup>th</sup>, 2024; accepted: Dec. 12<sup>th</sup>, 2024; published: Dec. 20<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Fresh-eating corn refers to young corn with special flavor and quality. It is favored by consumers because of its high nutritional value, good taste and high added value. The innovation of germplasm resources of Fresh-eating corn is an important driving force to promote its industrial development, which can meet the market preference and promote the improvement of quality and efficiency and sustainable and healthy development of the industry. It is the basis for ensuring production and increasing the scale of planting, and is the guarantee for rural economic development and farmers' income increase. This paper analyzes the characteristics and methods of Fresh-eating corn germplasm resources innovation, hoping to provide reference for promoting the development of

\*通讯作者。

文章引用: 邹原东, 张海娇, 李志强, 李彦侠, 王岩, 范继红, 韩振芹. 浅谈鲜食玉米种质资源创新[J]. 农业科学, 2024, 14(12): 1426-1432. DOI: 10.12677/hjas.2024.1412180

related industries.

## Keywords

Fresh-Eating Corn, Fresh-Eating Corn, Biotechnology, Industry Chain

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

时下,人们可以通过多种渠道获取健康知识,但最为关心的当属饮食健康,平衡膳食的观念已经深入人心,鲜食玉米兼具以上特点满足了人们对于营养、健康和口感的多重需求,市场也抓住了消费者的饮食心理,开发多种规格、等级的鲜食玉米品种,例如低GI甜玉米[1]、高叶酸糯玉米、高花青素多彩玉米等。丰富的品种得益于种质资源的延续,种质资源是生物体得以将颜色、品质、抗病虫等优质性状延续给后代的遗传物质,保护并创新种质资源是提高品种产量、增加农民收入、保证鲜食玉米产业健康发展的根本[2];是将生物技术运用在鲜食玉米育种中并提升科技创新的重要途径;有利于培育具有生态适应性的鲜食玉米,从而促进农业的可持续发展[3];培育出具有国际竞争力的鲜食玉米新品种,提升本行业在国际的影响力[4]。作为玉米的一种重要类型,鲜食玉米种质资源创新可丰富玉米的整体种质资源库质量[5],在面临全球玉米种业的冲击下保障国家粮食安全。

通过对过往的研究基础梳理发现许多问题,也是鲜食玉米种质资源创新的难点所在,主要归纳如下:

- 1) 我国地域广阔,生态多样性丰富,不同地方的消费差异较大,消费者对鲜食玉米的加工需求不同。需要加大研发投入和资源创新,提高品种的适应性和品质,以满足消费者多元化的需求。
- 2) 地方品种具有产地适应性,改良难度较大。外国种质资源与本土资源具有良性结合的可能性,可开展持续的轮回选择,但也增加了资源背景的不确定性。现代生物技术种质资源创新上的应用仍有继续提升的空间,但通过此技术筛选的品种也有劣势的风险。
- 3) 种植较为零散,相关的配套种植技术不规范,品种的产量和质量存在较大差异,与品种相匹配的检测技术有待落实。需要结合生产实际,制定以种质资源为核心,涵盖鲜食玉米的育种、种植、包装、贮藏、运输等多环节的生产技术标准。
- 4) 随着我国鲜食玉米的消费升级,其产业呈迅猛发展趋势,但各地产业化水平仍然偏低,机械化在种植收获上的应用还处在较低水平。不断壮大生产规模,提高种植大户的辐射带动作用,加强产业化程度高的合作社和龙头企业的合作,提升种质资源的转化效率。
- 5) 不同地区的鲜食玉米往往集中上市,导致很多品种滞销,农户的鲜食玉米收购价格被大幅度压低,积极性受挫,给市场行情带来波动。很多地区种植较为分散,不同区域未能形成连片种植,农户和包地种植大户盲目跟风,在不掌握市场行情下大面积规模种植鲜食玉米,未对种质资源进行筛选,加大了鲜食玉米销售的不确定性和积压、滞销的风险。
- 6) 目前市场上的鲜食玉米品种单一、很多包装的产品在市场上的反响不大,消费者可选择的余地较小。加大对鲜食玉米加工设备及工艺流程的升级,推进种质资源在深加工产业中的成果转化,加快满足不同消费者群体的品种研发速度。

本文通过对鲜食玉米种质资源创新的重要性、特点进行浅要分析,对种质资源创新的方法进行梳理,

从遗传改良与种质资源创新、高效智能育种技术的应用、产业链延伸与品牌建设及国际合作与交流等方面种质资源创新进行了展望，希望能为鲜食玉米的育种及产业开发提供一些借鉴。

## 2. 鲜食玉米的营养特性

随着人们生活水平的提高，大家越来越关注平衡膳食，富含多重营养价值的鲜食玉米因口味独特，营养品质优良正成为家庭餐桌上的常见食物。鲜食玉米籽粒中的氨基酸含量要比普通玉米高出 4 成，维生素一微量元素的含量也较高[6]，他们不但能提高人体的新陈代谢，还能增强免疫力。鲜食玉米的另一个特性就是其中含有较为丰富的膳食纤维，其含量可达 2.9%。膳食纤维不仅能促进消化，还能一定程度上缓解人体的肠道问题。鲜食玉米的脂肪含量较低，而亚油酸，亚麻酸等不饱和脂肪酸含量可高达 60%，常吃对于保护心脑血管疾病降、低胆固醇具有积极作用[7]。鲜食玉米矿物质含量比普通玉米高出三倍以上，其中钙的含量更高达 100 毫克每克，有利于保护骨骼的健康，镁的含量也较高，有利于降低血压。另外鲜食玉米含有花青素，谷胱甘肽等多种抗氧化剂，有利于保持肌肤的光泽，延缓衰老。最新的研究也表明，鲜食玉米属于低 GI 食品，作为主食适量食用，可丰富糖尿病患者的食物来源。

## 3. 市场对鲜食玉米的需求

近年来，鲜食玉米市场规模不断扩大[8]，2023 年鲜食玉米在电商平台销售额达到 2700 亿，同比增长近 5 个百分点。而销售的增长也从侧面反映了大家对健康的追求，对鲜食玉米高膳食纤维，低热量等营养性的普遍认可。

中国目前参与种植鲜食玉米的企业超过 2100 家，这些企业分布在东北、山西、河北以及甘肃等地[9]。而这些地区的气候和土壤条件适合鲜食玉米的生长。更多参与到生产加工鲜食玉米的企业在很大程度上拉动了产业链的延伸和发展。

随着国内政策的持续调控，农业科技不断进步以及种植环境的改善和加工标准的迭代更替，致使鲜食玉米的品质得到较快提升，增强了其加工产品在国内外市场的认可度，尤其是甜玉米受到欧洲各国的普遍认同，出口呈逐年上涨态势，不仅为企业带来了可观的收益也赢得了难得的口碑声誉，提高了企业在国际市场的竞争力。市场需求旺盛，上下游产业链也进一步得到扩大。

## 4. 鲜食玉米种质资源的特点

根据中国农业行业标准 NY/T-523，鲜食玉米从品质上分为甜玉米、鲜食糯玉米、甜加糯玉米和笋玉米四种。甜玉米在采收期籽粒的可溶性糖含量不低于 6.0%，口感脆甜，引领休闲食品新时尚。糯玉米的籽粒中直链淀粉含量不高于 5.00%，口感粘软细，是家庭餐桌常备。甜加糯玉米则兼具了甜玉米和糯玉米的特点，口感更加甜糯醇厚。笋玉米则以鲜嫩玉米幼穗为食用部分，形似竹笋，口感清脆[10]。

鲜食玉米的种质资源还呈现出明显的地域性特征。作为东北三省种植面积最大的吉林省，本土糯玉米的种质资源较为丰富，具有较为成熟的鲜食玉米加工体系，也为培育口感好、品质优的鲜食玉米品种提供了良好的基础。广东、广西作为全国鲜食玉米种植面积最大的区域，近九成为甜玉米，高产栽培标准化生产技术较为成熟，礼品、包装产品等附属产品的开发也为鲜食玉米开拓了广阔的市场，保鲜、冷链技术的发展带动了鲜食玉米产业的生产效益。同时，广东省的农业科研机构还通过不断引进和更新种质资源，提高了甜玉米的抗逆性、抗病性水平，为广东省的甜玉米种业创新提供了有力的支撑[11]。

鲜食玉米的种质资源还具有创新性。近年来，随着大数据及生物育种技术的不断发展，通过基因标记、基因编辑、人工智能及现代基因组培养[12]等手段，培育出了一批高产、优质、多抗的鲜食玉米新品种。例如，白甜 333、雪甜 7401、华耐甜玉 23 号[13]等，这些新品种不仅保留了传统鲜食玉米的风味和

营养价值,还在抗斑病、锈病、茎腐病、纹枯病等病害方面具有较为明显的提升。还有一些品种在口感和商品性上表现优良,在2024年中国种子大会(东阳)上,经过层层选拔,京甜糯807、万糯188,吉甜玉430、金玉良甜205获得金奖[14][15]。脆甜89更是以其优异的品质和产量表现,连续四年入选甜玉米金奖品种。

## 5. 鲜食玉米种质资源创新的重要性

鲜食玉米之所以能受到市场的青睐,其优质特性并非天然形成,而是与品种本身的特性和人们长期选择的结果。一方面得益于其自身具有独特的口味、丰富的营养,满足消费者对健康食品的需求;另一方面根据鲜食玉米的遗传特性,广大科研工作者在优质种质资源基础上定向培育口感好、抗性强、营养成分功能多样化等优良品种来满足市场的偏好。

鲜食玉米因其自身特性不可避免地会在种植过程中会遭受到病虫害和气象灾害的威胁,而通过对种质资源的筛选及改良对于提高鲜食玉米的抗逆性更具有实际意义。通过选择具有抗旱,抗虫、抗病的种质资源,可以更大程度上保证鲜食玉米的植株生长健壮,培育出产量稳定、果穗健康的优良品种,这对于保障生产,提升种植规模,扩大制种范围等具有重要意义。

鲜食玉米产业发展的核心竞争力是种质资源。通过种质资源创新,培育出适宜当地气候条件及土壤状况的品种,解决高产不优质、功能性营养元素缺乏、育种周期长、生产效率低下等品种自身及生产上的实际问题,从本质上推动鲜食玉米产业提质增效。例如,北京农林科学院玉米研究所,搭建品种示范平台,将科学研究和人才培养与成果转化紧密衔接,取得了实质性效果,先后育成了京科甜183、京科甜158、京科糯2016、京科糯625等多个优质鲜食玉米品种[16],并在黄淮海地区乃至全国范围内示范推广,不但形成了地方特色的健康品种,带动了产业的发展,更取得了很好的社会效益。

生物辅助育种及生物信息及技术的应用有利于鲜食玉米种质资源科技含量的提升,可加速种质资源的更新换代。例如,通过多基因聚合改良,可以培育出兼具多种优点的鲜食玉米新品种;通过分子标记辅助选择、基因编辑等育种技术的研究,可以提升育种的效率和精准度。这些科技创新不仅推动相关产业的高质量发展,还促进了农业科技成果的转化,提升了农业生产的科技含量和附加值。

在全球一体化的时代背景下,种质资源的创新对于提升国内鲜食玉米的国际影响力,扩展海外市场,深化国际合作与交流,推动产业向深度、广度发展具有重要意义。种质资源的创新可以带动产业链的延伸和加工技术的融合,提升鲜食玉米的利用效益;扩展高附加值的鲜食玉米品种离不开优良种质资源,种质资源是农村经济发展和农民增收的保证,更是中国鲜食玉米依此可以走向世界的“名片”。例如,国际玉米小麦改良中心(简称CIMMYT)与上海市农业科学院通过合作,建立了CIMMYT-中国特用玉米研究中心;与山东农业大学合作共建的CIMMYT-中国山东小麦玉米研究中心,积极参与鲜食玉米新品种的品种示范和技术推广,优化产业布局,加强国际合作。

## 6. 鲜食玉米种质资源创新的方法

1) 遗传育种法。是鲜食玉米种质资源创新最基本的方法,也是最常用的方法。这种方法主要是先选出性状优良的亲本,并将亲本通过人工授粉的方式进行杂交,再从杂交后代群体中选出高产、抗病、品质好等性状的植株。可通过群体组配、不同基因型玉米杂交、多基因重新组合、国外优质杂合体双隐基因重组等途径获得遗传稳定、抗性较好、品质优良的新品种。上述方法能成功选出杂交种的关键是需要对亲本进行严格的筛选和鉴定,充分挖掘内在的基因互补优势,以便能真正将其优良遗传特性传递下去。

2) 分子标记辅助选育和基因工程技术的应用提高了鲜食玉米种质资源创新的效率。分子标记手段在筛选优良性状可以将目标性状进行连锁,定位,加速了育种进程。基因工程技术则可以通过转基因手段,

将抗病虫、抗外源基因导入亲本中,选育出遗传特点优异,配合力高的优质自交系。基因重组、分离选择等方法 and 手段的运用在杂交植株优势性状的表现上更为突出,对目的性状的真伪鉴别操作更为直观。双单倍体育种、基因编辑、智能育种等多种生物育种技术的融合与创新,促使了种质资源的多基因聚合改良,将不同品种具有的优势性状转移至一个品种中,提升了鲜食玉米育种的高效性。

3) 群体改良方法。在鲜食玉米种质资源创新中较为普遍使用。对于配合力高、抗病性好的优良自交系可以通过群体优良基因频率的提高来进行,为理想的基础群体选择提供了解决办法。群体改良有一般轮回选择和交互轮回选择之分,改良了基因的加性及显性效应,有更大的机会培育出具有优良综合性状的鲜食玉米新品种。

4) 利用野生近缘种进行种质创新也是一条可供选择的途径。鲜食玉米的野生近缘种蕴含着丰富的优良基因,通过远缘杂交,变异点位提取等方式,可以将这些优良基因导入栽培种中,从而扩大鲜食玉米的遗传基础,提高其本地适应性和抗逆性。但是,野生近缘种在利用过程中也存在杂交不亲和、后代分离严重,遗传变异不稳定等问题,需要在选育实践中加以克服。

5) 化学和物理诱变等手段在鲜食玉米种质资源创新中也有利用。这些方法可随机诱发基因突变,产生新的遗传变异,通过筛选可从中选育出优良遗传材料。然而,诱变方法具有随机性和不可预测性,需要科研人员对诱变后代进行大量的筛选和评价工作。

生产实践中,鲜食玉米种质资源创新不仅限于使用一种方法,而是综合运用多种方法及手段,在前人研究基础上不断总结经验和实践创新,可多方位、高效率的获得遗传稳定以及消费者满意的优质品种。例如,上海市农业科学院利用分子育种和常规育种相结合技术培育的“沪红糯1号”、“申科糯601”、“申科甜811”等品种<sup>[17]</sup>就是很好的实例。

## 7. 鲜食玉米种质资源创新的展望

### 1) 遗传改良与种质资源创新

鲜食玉米种质资源的创新还是要在遗传改良的基础上向更深更广的水平上持续展开。依托基因编辑、分子标记辅助选择等现代生物技术手段,培育出高产、优质、多抗、功能性更强的鲜食玉米升级换代新品种。建立鲜食玉米种质精准鉴定技术,开展种质资源的精准鉴定、改良与扩增工作,构建表型和基因型大数据库,为育种提供丰富的遗传材料和基因资源。

### 2) 高效智能育种技术的应用

随着信息技术和生物技术在育种行业的广泛使用,以大数据、人工智能为代表的高效智能育种技术势必将在鲜食玉米种质资源创新中发挥重要作用。通过智能化育种平台的建设和应用,可以实现育种过程的全自动智能化和过程精准化,提高育种效率和准确性。并且可以利用大数据和人工智能技术对育种数据进行预测,对植株生长模式进行筛选和分析,以达到优化基因模型,为育种决策提供科学依据的目的。

### 3) 产业链延伸与品牌建设

种质资源创新会增加新的育种材料,提升遗传品质,市场的需求势必会带动鲜食玉米产业链的延伸。优化“鲜食玉米高效茬口”及高效生态模式的种植和技术的推广;进一步提升鲜食玉米采后保鲜与精深加工技术,构建鲜食玉米采收、产地预冷及冷链储运技术体系。完善育种、种子繁育、栽培、加工到销售推广等各个环节。打造和提升高端鲜食玉米产品品牌,提升市场影响力和知名度。根据市场需要,调整产业结构,增加科技投入,提升加工技术,研发更多鲜食玉米深加工产品,如玉米汁、玉米罐头、甜糯玉米、水果玉米等,满足消费者多样化的需求<sup>[18]</sup>。加强当地的品牌建设,融入农村文化和乡村振兴等主题元素,进一步提升企业的区域影响力,推动农业、工业、服务业的融合发展,通过合作社、联合体及技能培训,带动农民致富。

#### 4) 国际合作与交流

加强与国际知名学校、科研院所、企业及民间团体进行多层次、多渠道的鲜食玉米种质资源创新合作交流。借此可以引进先进的育种技术和优质种质资源,丰富我国鲜食玉米种质资源库,并可以共同开发具有优良品质及丰富品级的品种,提高我国鲜食玉米的育种水平和国际竞争力。通过参与国际论坛及会议交流,可以展示我国最新的科研成果,将我国的优质鲜食玉米品种推向国际市场,扩大我国鲜食玉米的国际影响力。

## 8. 结论

随着科技的不断进步,鲜食玉米的种质资源创新更多地依赖于科技创新,而现代种业又是一个多学科紧密衔接的综合体,是推动产业高质量发展的必然结果。

本文从多个角度对种质资源创新进行了评述,在前人研究基础上,较多地关注市场对产业的需求,只有将创新的主体交给市场,才能准确地判断并有效地研发相关品种。鲜食玉米作为营养丰富的食品被消费者广泛关注,而更多的消费者也对鲜食玉米的品质功能性提出了更高要求,市场的需求是种质资源创新的源泉,激发了品种的创新活力。研究机构也根据市场的需要对鲜食玉米不同性状进行优化,搜集市场对产品的认可度和消费评价,对品种的地区适应性进行筛选,推广新品种的选育和推广,加大上下游产业链的融合,整合资源,提升产品质量和市场竞争力,以满足消费者的多样化需求。

现代生物技术是一门实用技术,更是国家未来提倡的主要发展领域,例如分子标记辅助优良性状选择、单倍体育种、基因编辑等技术的应用,提升了鲜食玉米种质资源创新效率,丰富了选择手段,更加有效地及有针对性地进行遗传物质的改良和优良性状的定向培育,在病虫害的抵御及不良环境的抵抗方面可通过目标性状的连锁快速准确的进行个体筛选,与鲜食玉米种质资源创新相结合,通过精准修改基因序列,实现对植株性状的定向改良。现代生物技术的利用加大了种质资源的挖掘力度,提升了种质资源的保存效率,为丰富品种选育材料提供了有利的技术支持。通过对种质资源的遗传分析和评价,可详细并且深入窥视其内在的特性和遗传价值,为种质资源的长久开发及创新提供更为高效、专业的支持。现代生物技术在高产、优质、多抗的鲜食玉米种质资源的创新及品种开发中贡献良多,不仅可以提升种植效率和土地集约化利用水平,降低农户生产成本并提高收入,还可以提高植物保护、农业机械化等相关产业的可持续发展,大大地提高了生产效率。

生物育种是一种方法也是一种手段,是以生物学原理、遗传学、生物工程、细胞生物学等多学科为基础,利用种质资源本身具有的潜在优势并进行分类、鉴定、筛选和评价,从中选择出具有优良性状的鲜食玉米群体,为创新品种提供遗传材料和选择依据。而植株的性状表现来自于栽培种植、信息技术等多学科交叉融合,而栽培种植被看作是种质资源创新的基础保障。鲜食玉米种质资源创新和生物育种互为手段,二者融合发展。鲜食玉米种质资源的创新为生物育种提供了丰富的材料;而生物育种的不断创新和进步也加快了种质资源创新进程,二者的融合创新及利用也相继推动了鲜食玉米产业的整体提升和科技的进步。

种质资源创新是推动鲜食玉米产业的持续、高质量发展的根本保证,是高效栽培、绿色经营、机械化采收、采后深加工等技术具体实施的关键,是市场对鲜食玉米品质的不断追求。

## 基金项目

北京农业职业学院首席专家团队项目:鲜食玉米新品种选育及配套生产技术研究与应用(XY-TD-22-02)。

## 参考文献

[1] 李紫琪,古艳婷,郭燕枝,等.我国鲜食玉米标准体系及营养标准研究[J].食品安全质量检测学报,2022,13(18):

5964-5973.

- [2] 陈圆菊, 吴怡玲. 黔南州大豆玉米带状复合种植技术推广现状及建议[J]. 种子科技, 2024, 42(11): 79-81.
- [3] 方思杨, 张晓梅, 安瞳昕. 夏秋两熟复种对不同甜玉米品种产量和品质的影响[J]. 热带作物学报, 2022, 43(11): 2316-2323.
- [4] 甘阳英, 陈夏莉, 甘玉虾, 等. 国内外甜玉米产业发展现状与分析[J]. 热带农业科学, 2023, 43(11): 128-133.
- [5] 邹成林, 黄开健, 莫润秀, 等. 190 份广西鲜食玉米自交系叶酸、维生素 E、锌含量分析与评价[J]. 江苏农业科学, 2024, 52(16): 134-140.
- [6] 安林, 程乙, 罗上轲, 等. 鲜食糯玉米营养品质及其影响因素研究进展[J]. 山地农业生物学报, 2023, 42(5): 40-45.
- [7] 傅爱华. 鲜食玉米种植技术的推广要点思考[J]. 种子科技, 2024, 42(14): 155-157.
- [8] 刘东悦, 陈俊红. 北京市鲜食玉米产业高质量发展的路径研究[J]. 天津农业科学, 2023, 29(2): 80-85.
- [9] 韩学伟, 郭丽华, 马宁. 河北省鲜食玉米产业发展现状及对策[J]. 合作经济与科技, 2019(13): 58-59.
- [10] 王彩波, 赵慈清, 朱天华, 等. 甜糯型鲜食玉米新品种彩甜糯 2020 [J]. 长江蔬菜, 2024(13): 24-26.
- [11] 杨皓森. 我国鲜食玉米产业发展分析[J]. 新农业, 2024(7): 75-77.
- [12] 杨兴姚, 任兆昌. 乡村振兴战略视角下对农业“芯片”的思考——以玉米种业为例[J]. 农村经济与科技, 2024, 35(15): 21-24, 197.
- [13] 俞琦英. 2024 年优秀鲜食玉米品种(上) [J]. 新农村, 2024(10): 20-23.
- [14] 黄国梁. 鲜食糯玉米品种筛选试验初报[J]. 上海蔬菜, 2024(3): 20-22, 50.
- [15] 谈红艳, 徐燕, 杨胜海. 不同鲜食糯玉米品种在黔东南州的种植表现[J]. 农技服务, 2024, 41(4): 1-5.
- [16] 卢柏山, 董会, 赵久然, 等. 不同鲜食玉米品种适采期氨基酸含量分析[J]. 中国农业科技导报, 2023, 25(11): 132-142.
- [17] 卢媛. 鲜食玉米种源创新 助推上海农业高质量发展[J]. 上海农村经济, 2023(12): 35-36.
- [18] 薛万新, 赵秋菊, 钱海忠. 中国甜玉米产业现状与发展对策[J]. 中国蔬菜, 2023(8): 14-22.