作物杂志 Crops 2019（2）：15-19 DOI：10.16035/j.issn.1001-7283.2019.02.003

中国糯玉米产业优势及在“一带一路”发展中的机遇

史亚兴 徐 丽 赵久然 卢柏山 樊艳丽

（北京市农林科学院玉米研究中心/玉米 DNA 指纹及分子育种北京重点实验室，100097，北京）

摘 要 糯玉米起源于中国。20 世纪以来，中国在糯玉米育种及产业上发展很快，优势显著，目前已成为全球第一大鲜食玉米生产国和消费国。从种质资源丰富及特色明显、育种实力增强及审定品种数目增多、种植面积逐年攀升、自主创新能力增强并引领产业发展等 4 个方面详细论述了中国糯玉米的产业优势。从“一带一路”沿线国家农业经济发展现状、未来需求等方面分析了中国糯玉米产业在“一带一路”发展中的机遇，为我国糯玉米育种及产业发展提供支撑。

关键词 中国；糯玉米；产业优势；“一带一路”

糯玉米（*Zea mays* L. certaina Kulesh）是普通玉米传入我国后，在栽培种植过程中产生的一种自然变异类型。糯玉米子粒中的淀粉几乎 100% 为支链淀粉，且富含 E 类、B 类等维生素和赖氨酸等氨基酸，具有较高的营养保健价值及工业利用价值[1-3]。随着对糯玉米的不断研究、推广及开发，我国糯玉米发展速度很快，目前种植面积已达 80 万 hm^2，品种品质大幅提升，产业效益显著增加。为引领和满足糯玉米市场需求，我国育种家自主研发创制出双隐性甜糯玉米自交系，并选育出甜加糯鲜食玉米新品种，成为我国独树一帜的鲜食玉米新类型，具有显著中国特色[4]。近年来，逐步开展营养强化育种，在高叶酸种质鉴定筛选及品种选育方面取得创新性成果，中国鲜食糯玉米产业发展已处于国际领先地位。

1 糯玉米基本情况

从生物学角度（主要依据子粒形态和成分），玉米可分为马齿型、硬粒型、半马齿型、粉质型、甜质型、甜粉型、爆裂型、蜡质型和有稃型等 9 种类型[5]。糯玉米（蜡质型）则是 9 种类型之一，是玉米家族的重要成员。从收获物和用途上划分，玉米可分为子粒用玉米、青贮玉米、鲜食玉米三大类，其中鲜食玉米是指可以像水果蔬菜一样收获和食用鲜嫩果穗的玉米类型[6]，而糯玉米是鲜食玉米类型之一，是鲜食玉米的主力军。

1492-1496 年，哥伦布发现美洲大陆，将玉米从美洲带回欧洲，陆续传遍世界各地，现已成为全球及我国分布最广、总产量最大的第一大作物。糯玉米是在玉米于 16 世纪初传入中国后，因自然变异而形成的特殊玉米类型。据我国史籍记载，早在 1760 年，糯玉米就已经形成[7-8]。中国西南地区（云南、广西、贵州一带）是糯玉米的遗传多样性中心，也是公认的糯玉米起源中心。糯玉米的糯质特性由位于第 9 染色体短臂上的单隐性基因 *wx* 控制。*wx* 基因是一个包括至少 31 个异点等位基因的复合基因座，由编码颗粒凝结型淀粉合成酶的基因突变而来，如该基因活性被抑制，则不能合成直链淀粉，即表现为糯质[9-11]。

2 国外糯玉米研究概况

国外糯玉米以美国研究和利用最多。1908 年，美国传教士 J. M. W. Farnharm 通过上海领事馆从云南征集了几个糯玉米地方品种，寄交美国农业部国外引种处（the U. S. Office of Foreign Seed and Plant Introduction），并附言“这是一些特殊的玉米，有几种颜色。中国人说它们都是同一品种，比其他玉米要黏得多，可能会发现它有新的用途”。通过种植观察，他把起源于中国的糯玉米隐性突变基因定名为“*wx*”，并将此类玉米命名为“中国蜡质玉米”。但相当一段时间内，只是出于好奇在遗传试验中作为标记基因而利用，对糯玉米育种研究较少[11]。

1936 年，衣阿华州立大学研究发现糯玉米支

作者简介：史亚兴，副研究员，主要从事鲜食玉米遗传育种研究；徐丽为共同第一作者，助理研究员，从事鲜食玉米育种研究
赵久然为通信作者，研究员，主要从事玉米遗传育种研究；卢柏山为共同通信作者，推广研究员，从事鲜食玉米育种研究

基金项目：北京市农林科学院青年科研基金（QNJJ201723）；北京市科技计划课题（Z171100001517013）；北京市粮经作物产业创新团队（BAIC09-2018）
收稿日期：2018-09-27；修回日期：2018-12-19

链淀粉特性与当时进口日益困难的木薯块根淀粉相似，遂开始大规模商业杂交育种计划。随着研究深入，发现糯玉米和普通玉米有相近的产量，且糯玉米的抗病性也与普通玉米相似。20 世纪 70 年代初，美国玉米带遭受小斑病重创后，由于糯玉米的优良抗性和独特品质，使其更成为一个研究重点[12-13]。

目前，美国有多家种子公司从事糯玉米种子销售推广工作，种植面积达 30 万 hm^2 以上，且稳中有升，单产约 8.3t/hm^2。其中绝大部分用于淀粉加工，糯玉米淀粉产量占整个湿磨淀粉产量的 8%~10%，年生产能力为 160 万~203 万 t。随着糯玉米用途的不断扩大，加拿大和欧洲的部分地区目前也有较稳定的糯玉米种植面积。在泰国、越南、韩国等东南亚国家，糯玉米受到越来越多的关注和认可，种植面积逐渐增加，越南糯玉米种植面积已超过 20 万 hm^2[6,14]。

3 我国糯玉米产业发展优势

3.1 种质资源丰富、中国特色明显

糯玉米起源于我国，在云南、贵州、广西一带保存有大量的地方农家种，种质资源丰富。《全国玉米种质资源目录》中收集的糯玉米种质有 900 多份，且有较明显的 3 种生态区分布，不同生态区种质各具特色。杭嘉湖平原早熟生态区糯玉米特点为早熟、耐湿、品质较好，较典型的有宝山白糯、南汇花糯、川沙紫糯等一系列不同色泽类型的地方农家品种。长江上游滇、黔、川、贵高地生态区糯玉米特点为耐雨雾、耐荫蔽、耐瘠薄、产量稳、品质好，据田孟良等[15]、董海合等[16]、雍洪军等[17]的研究，该地区是糯玉米的遗传多样性中心。北方高产生态区糯玉米地方品种马齿类型较多，特点是产量高、植株高大。不同类型及特色的种质资源为我国糯玉米种质的改良创新和利用，杂种优势类群划分以及新品种的选育提供了宝贵种质基础[18]。

3.2 品种数量多，育种优势强

我国虽有较长糯玉米种植历史，但糯玉米现代育种起步较晚。1975 年山东烟台市农业科学研究所育成我国第一个糯玉米单交种烟单 5 号，1989 年山东省农业科学院玉米研究所育成黄糯品种鲁糯玉 1 号。20 世纪 90 年代，糯玉米育种逐渐加快，选育出苏玉糯 1 号、中糯 1 号、垦黏 1 号等品种。21 世纪以来，特别是在京科糯 2000 等品种的选育及示范推广带动下，我国糯玉米育种和产业发展明显加快。近年来，随着我国科技水平提升、政府对科技创新的关注以及供给侧结构性改革等相关政策的实施，糯玉米在我国促进农村产业结构调整、增加农民收入的地位和作用得到充分认识，不仅开展育种研究的科研机构和企业增多，而且科技人员科研环境得到改善，自主创新能力不断增强，在育种的广度和深度上有了极大提高，科技成果层出不穷。尤其在科研育种方面，优势明显。全国有 300 多个科研院校、种子企业投入到糯玉米新品种选育中，选育和审定的品种数量显著增加，品质提高，种类增多。

2016 年以前，全国通过国家及各省审定的糯玉米品种有 811 品次（图 1），占全国审定玉米总数的 9.15%，占全国鲜食玉米审定总数的 60.52%。2017 年以来，随着国家品种审定政策调整，国家品种试验联合体、绿色通道等试验渠道的增加，2017 年我国玉米品种审定呈现“井喷元年”之势，仅一年通过国家及各省审定的糯玉米品种就达 77 品次，占全国审定玉米总数的 7.20%，占全国鲜食玉米审定总数的 53.10%。其中，国审糯玉米品种 7 个，占糯玉米审定总数的 9.09%。我国审定的糯玉米品种实现了多样化、多用途，如颜色上有黄色、白色、花色、紫色、黑色、红色等，熟期上有早、中、晚熟，用途上有鲜食专用型、果穗速冻专用型、子粒加工专用型等。优良糯玉米新品种的持续出现，为市场提供了丰富的玉米种类，改善了膳食结构，极大满足了我国市场对鲜食糯玉米品种的不同需求，在我国促进农村产业结构调整、增加农民收入过程中发挥了重要作用，并且糯玉米品种均为我国自主选育，具有明显的中国特色。

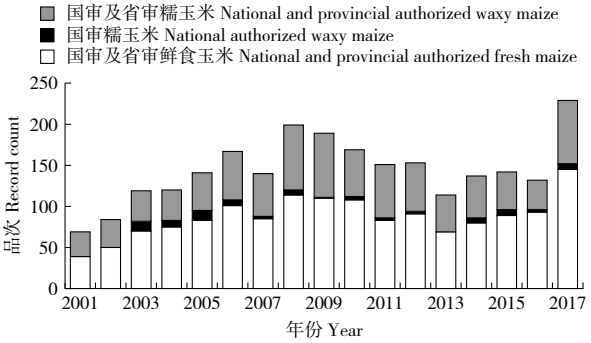

图 1 国家及各省市审定鲜食玉米及糯玉米总品次的年际变化

Fig.1 Inner-annual variations of record count of national and provincial authorized fresh maize and waxy maize

糯玉米子粒淀粉为分支型，糯玉米在子粒特

性、用途以及育种材料、目标、方法等方面明显不同于普通大田玉米，属于一类重要的特用玉米。鲜食糯玉米不仅要像大田玉米一样具有高产稳产、多抗、广适等优良性状，更重要的是还要具备营养品质高、口感风味好，以及在子粒颜色、成熟期、果穗加工等方面多样化的特点。因此，选育优良糯玉米品种比普通玉米育种难度更大。在糯玉米长期选育过程中，我国育种家将不同种质的优良性状聚合，重点选择具有产量高、品质优、抗性强、口感好等特点的优良材料，同时根据市场需求，选育专用化品种，用于加工、鲜食、速冻等不同用途。经过长期选择和创新，我国糯玉米育种形成了鲜明的中国特色，在全球范围具有明显的领先优势。

3.3　种植面积逐步攀升，已居世界第一

品种和市场是推动糯玉米产业发展的两个决定性因素，品种是创新驱动，市场则起创新拉动和引领作用。进入 21 世纪以来，一方面随着我国对糯玉米科研投入的加大，育成的品种数量和品质得到极大提高，品种更新换代加快；另一方面，随着我国经济发展，城镇居民生活逐步提高，我国糯玉米市场由一线城市逐渐渗透扩大到二三线城市，市场需求量急剧增加，我国糯玉米种植面积快速攀升。据中国种子协会统计，我国糯玉米种植面积已由 21 世纪初的不足 7 万 hm^2 发展至目前的 80 万 hm^2 左右，目前已成为全球糯玉米种植面积最大的国家；糯玉米速冻加工企业也呈现磅礴发展之势，由 21 世纪初的几十家发展至目前的上千家，年加工量由几百万穗达到目前的 100 亿穗，使得我国糯玉米种植面积和鲜食玉米总面积均已成为世界第一。我国糯玉米产业的快速发展得益于此阶段大批优良种质资源的创新和一批优良糯玉米品种的选育及推广。特别是优良糯玉米品种京科糯 2000 的出现，实现了我国糯玉米高产与优质的结合，极大提升了我国糯玉米品种水平，促进了糯玉米产业发展。

京科糯 2000 是由北京市农林科学院玉米研究中心于 2000 年育成的糯玉米单交种，具有高产、优质、多抗、广适、易制种等优点，并具有果穗适采期长、鲜售及加工均可、穗型周正、子粒洁白、口感绵软、营养和风味俱佳、凉置后不回生等突出优点 [19]。京科糯 2000 陆续通过国家审定，并通过福建、吉林、北京、上海、新疆等近 20 个省市区审定，并且也是我国第一个通过国外审定的玉米品种。据中国种子协会鲜食玉米分会统计，京科糯 2000 自通过国家审定十多年来，一直是我国鲜食玉米种植面积最大、范围最广的主导品种，常年种植面积在 30 万 hm^2 左右，占我国糯玉米总面积的一半，最大时曾达总面积的 2/3。京科糯 2000 深受种子企业、种植农户、果穗加工和广大消费者的欢迎和喜爱，成为参照标杆品种，对我国糯玉米产业链延伸和产业整体发展起到了极大的推动作用。

此外，糯玉米生长周期短，且能陆地 + 温室设施全年种植，实现周年供应，种植效益高，已成为现代家庭农场、种植观光园等现代农业发展形式的主要角色之一。我国物流体系发展日渐完善，冷链物流运输使用范围加大，使得我国糯玉米在全国范围内流通加快，这均促进了我国糯玉米种植面积的增加。

3.4　创新品种类型，引领市场发展

糯玉米和甜玉米是鲜食玉米的主要类型，二者在营养品质、口感风味上各有特点，创制兼具二者优点的鲜食玉米新类型不但可丰富鲜食玉米种类，还将满足消费者需求，引领产业发展。甜加糯型鲜食玉米即是我国育种家近年来创制出的聚合了甜玉米、糯玉米二者优点的一种新类型。该类型的果穗同时含有甜粒和糯粒，且根据不同选育原理可对甜粒和糯粒数目之比进行调节，以达到不同口感和品质，满足不同消费者需求 [20–21]。近年来，随着双隐性甜糯玉米种质资源逐渐丰富，种质适应性的改良，甜加糯型品种也逐渐增多。目前生产上的主推品种有农科玉 368[22]、京科糯 928[4]、彩甜糯 6 号、美玉 16、都市丽人等。其中农科玉 368 口感上甜糯相宜，香味浓郁，同时具有高产、多抗、适应性广的优点，可在全国 20 多个省市种植，深受种植户和消费者喜欢。

随着我国玉米新品种的不断研发和推广，我国鲜食玉米在类型上形成以糯玉米为主，甜加糯型玉米和甜玉米为辅的“三驾马车”；在种植区域上，形成“南甜北糯”、“城市周边”、“加工厂 + 种植基地”环绕的三大特点，实现了产业向多样化、全面化发展。

通过作物营养强化育种来提高玉米营养价值已成为一个新亮点。北京市农林科学院玉米研究中心近年来开展了鲜食玉米营养强化育种，创制出双隐性甜上位高叶酸型自交系，并且还选育出叶酸含量达到 300μg/100g 左右的高叶酸甜加糯型玉米品种，高于目前已经报道的菠菜 [23–24] 等作物的叶酸含量，

可作为叶酸强化补充食品。作为生物营养强化中一个重要部分，开展高叶酸鲜食糯玉米种质创制及新品种选育，将有极大的开发和利用价值。

4 我国糯玉米在“一带一路”发展中的机遇

“一带一路”是我国首次提出的重大倡议。新时期，农业发展仍然是“一带一路”沿线国家国民经济发展的重要基础。在“一带一路”倡议下，开展农业“走出去”和“引进来”对扩展中国农业发展空间，营造良好国际环境，促进农业增收、农民致富，增强农产品竞争力具有十分重要的意义。

2017 年 5 月，我国发布《共同推进“一带一路”建设农业合作的愿景与行动》，从政策协同、政府服务、市场运作等多方面为“一带一路”农业建设保驾护航。从经济发展角度来看，“一带一路”沿线国家多为新兴经济体，国家经济向稳向好发展，必定拉动消费，市场空间大。从农业发展需求来看，玉米是目前全球总产量最大的粮食作物[25]，是我国，以及非洲、东南亚等国家的主粮之一，在经济发展中都发挥着重要作用，但近年来也出现了价格低、效益不明显等问题，亟需优质品种来实现农业提质增效。鲜食玉米与普通玉米相比，具有生长周期短、种植效益高、节水节肥等优点，是促进农民增收、种植业结构调整的新兴产业，在“一带一路”农业建设中大有潜力。

中国与南亚、东南亚等国家所处地理位置相近，在饮食习惯上也有相似之处。糯玉米是东南亚国家消费者易接受的食品，在东南亚国家推广开发难度小，潜力大。越南、韩国、泰国、老挝、缅甸、斯里兰卡等国家均有糯玉米种植，且作为蔬菜进行食用。越南是东南亚糯玉米种植较为集中的国家，常年种植面积在 17 万 hm^2 以上，果穗主要以鲜售为主，加工较少。我国糯玉米品种京科糯 2000 的速冻果穗等加工产品在早年间就出口至越南，深受当地消费者青睐。近几年，京科糯 2000、京花糯 2008 等品种在越南示范种植，田间表现突出，不仅产量高，并且品质优良，口感好，产品深受当地消费者青睐。其中京科糯 2000 在越南种植生育期仅 65d 左右，产量达 19 500kg/hm^2，效益在 16 500 元/hm^2 以上，是当地种植水稻的 2~3 倍。并且在越南当地热带气候条件下，京科糯 2000 可周年连续种植，显著提高了种植户收益。目前京科糯 2000 在越南种植面积占到该国糯玉米总面积的 64% 以上，预计种植面积会进一步上升。

糯玉米在韩国十分畅销，年消费量约在 2.4 万 t。京科糯 2000 于 2005 年通过韩国审定，是我国第一个通过国外审定的玉米品种。韩国本土糯玉米种植面积小，且主要用于鲜食，只有在韩国国内生长季节有供应，其他时间极缺。中国加工企业则将加工好的糯玉米果穗出口至韩国，填补了韩国市场的空缺。在长期的贸易往来中，韩国市场普遍认同京科糯 2000，在供不应求的状况下，从中国大量进口，且呈现逐年增长趋势。近年来，我国彩糯玉米也实现出口，在韩国消费者中深受欢迎。随着绿色、营养消费观念的普及，糯玉米在韩国将有大市场。

另外，在欧美国家，甜玉米是其主要蔬菜之一。1908 年，美国引入我国糯玉米，之后开始种植和利用，主要是用于淀粉加工，而用作鲜食较少。近年来，我国糯玉米果穗产品有部分向美国等欧美国家输出，经推广深受当地欢迎。目前美国一些中餐馆已开始推出糯玉米食品。经调研发现，欧美国家农业有关专家、留学生及游客等在品尝糯玉米尤其是甜加糯玉米以后均对其赞不绝口。例如，2016 年在北京举行的国际作物科学大会期间，来自欧美不同地区的来宾对我国鲜食玉米大会展示品种进行了田间参观考察，并品尝了糯玉米及甜加糯鲜食玉米，均对我国创制出的甜加糯新类型表示认可和赞赏。因此，我国糯玉米在欧美国家也大有发展潜力。

5 具有中国特色的鲜食糯玉米正传遍世界

中国是糯玉米起源中心，目前是全球第一大糯玉米及鲜食玉米生产国和消费国，生产上使用的所有糯玉米品种全部是我国自育品种，具有自主产权和创新性，中国特色显著。并且我国糯玉米品种和加工产品均实现了向国外输出和出口，从品种到产品都具有国际市场竞争力。据中国种子协会鲜食玉米分会不完全统计，我国鲜食糯玉米种子及产品已出口至全球 50 多个国家，我国每年鲜食玉米种子输出达 2 500t。糯玉米加工产品（鲜果穗、速冻果穗、速冻子粒等）更是受到国外消费者欢迎。以唐山鼎晨食品有限公司、张家口禾久农业开发集团有限公司、河北德力食品有限公司等为代表的鲜食玉米加工出口型龙头企业，每年出口鲜食玉米果穗上亿穗。我国鲜食玉米在“一带一路”建设中具有良好发展

机遇，市场潜力巨大。

参考文献

[1]张莉，孙迷平. 浅谈糯玉米在中国的产业化发展. 农业科技通讯，2009(3)：5-6.
[2]孙祎振，赵淼，吴洪婕，等. 糯玉米营养品质和风味品质的鉴定分析. 大麦与谷类科学，2011(4)：1-5.
[3]杨玉娜，侯清娥，马文娟，等. 糯玉米淀粉改性聚乙烯醇啤酒商标胶的研制. 中国胶粘剂，2018，27(2)：170-174.
[4]卢柏山，史亚兴，赵久然，等. 甜糯玉米新品种京科糯928. 园艺学报，2015(S2)：2933-2934.
[5]刘纪麟. 玉米育种学. 北京：中国农业出版社，2002：250-251.
[6]赵久然，卢柏山，史亚兴，等. 我国糯玉米育种及产业发展动态. 玉米科学，2016，24(4)：67-71.
[7]唐祈林，荣廷昭. 玉米的起源与演化. 玉米科学，2007，15(4)：1-5.
[8]王义发，汪黎明，沈雪芳，等. 糯玉米的起源、分类、品种改良及产业发展. 湖南农业大学学报（自然科学版），2007(8)：97-102.
[9]Mason-Gamer R J，Weil C F，Kellogg E A. Granule-bound starch synthase：structure，function，and phylogenetics utility. Molecular Biology and Evolution，1998(15)：1658-1673.
[10]陈亭亭. 玉米籽粒淀粉合成酶关键基因的研究. 泰安：山东农业大学，2013.
[11]王慧，于典司，施标，等. 糯玉米种质*waxy*基因的Eco-TILLING分析. 分子植物育种，2017(4)：1177-1183.
[12]Collins G N. A new type of Indian corn from China. U. S. Department of Agriculture，Bureau of Plant Industry，1993.
[13]Crookston R K. The story of waxy corn. Crops and Soils Magazine，1979(8)：11-13.
[14]佟屏亚. 世界蔬玉米生产概况. 世界农业，2001(11)：23-24.
[15]田孟良，黄玉碧，谭功燮，等. 西南糯玉米地方品种*waxy*基因序列多态性分析. 作物学报，2008，34(5)：729-736.
[16]董海合，李凤华，杨兆顺，等. 糯玉米种质资源的种质类群划分. 天津农业科学，2005，11(1)：19-21.
[17]雍洪军，张世煌，张德贵，等. 利用SSR荧光标记分析90个糯玉米地方品种的遗传多样性. 玉米科学，2009，17(1)：6-12.
[18]邢政. 东北地区主要糯玉米自交系聚类分析及杂种优势的利用. 长春：吉林农业大学，2017.
[19]赵久然，卢柏山，史亚兴. “京科糯2000”等系列糯玉米品种选育及种质创新. 中国科技成果，2011，12(11)：72-73.
[20]吴子恺，张慧英，韦家川，等. 双隐性基因甜玉米纯合体的选育. 广西农业大学学报，1997(5)：171-174.
[21]郝小琴，吴子恺. 鲜食甜糯玉米营养品质性状的相关分析. 河南农业科学，2007，36(3)：32-36.
[22]卢柏山，史亚兴，徐丽，等. 新型甜加糯鲜食玉米品种农科玉368的选育. 种子，2016，35(12)：106-107.
[23]梁颖，张毅，李艺，等. 烹饪及贮藏对八种常见叶菜中叶酸含量的影响. 现代食品科技，2018(3)：1-6.
[24]邵丽华，王莉. 粮食及果蔬中叶酸含量分析. 食品科学，2014，35(24)：290-294.
[25]赵久然，王帅，李明，等. 玉米育种行业创新现状与发展趋势. 植物遗传资源学报，2018，19(3)：435-446.

Waxy Maize Industry Advantages in China and Opportunities in the Development of the Belt and Road

Shi Yaxing, Xu Li, Zhao Jiuran, Lu Baishan, Fan Yanli

(Maize Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences / Beijing Key Laboratory of Maize DNA Fingerprinting and Molecular Breeding, Beijing 100097, China)

Abstract　China is the origin country of waxy maize. Since the beginning of this century, the waxy maize breeding industry has been in the state of rapid development generating significant advantages and has made China become the world's largest fresh maize producer and consumer. In this paper, industry advantages of China waxy maize were discussed in 4 aspects: featuring of the abundance of waxy maize germplasm; superb scientific research ability and growing number of approved varieties; rising of planting area; strong independent innovation ability and the leading of the industry development. Opportunities of Chinese waxy maize development in the Belt and Road were analyzed by discussing current status of agriculture and future requirement of waxy maize in countries along the Belt and Road in order to provide supports for the future breeding and industrial development of waxy maize in China.

Key words　China; Waxy maize; Industrial advantages; The Belt and Road