

# 玉米遗传资源的评价与利用

宋 波

( 沈阳农业大学附属实验场 辽宁沈阳 110866 )

**摘 要:** 玉米是世界上重要的粮食作物之一, 种植面积占世界总种植面积的 1/3, 玉米产量占全球粮食总产量的 1/2 以上, 我国是世界最大的玉米生产国和消费国。我国玉米生产和消费历史悠久, 玉米育种工作起步较晚, 但随着我国农业产业结构调整 and 农业现代化进程的加快, 特别是近年来国家大力发展现代种业和建设种业强国战略的实施, 我国玉米育种事业取得了长足的进步。下面我将从资源评价、选育方法、种质创新等方面介绍一下我国玉米遗传资源现状。

**关键词:** 玉米、遗传资源、评价与利用

## 一、玉米资源的分类与分布

目前, 玉米种质资源主要分为野生资源、栽培资源和半野生资源。我国是玉米栽培种起源地之一, 最早发现的野生玉米品种已有约 8000 年的历史。据统计, 我国现已收集到野生玉米品种和栽培品种约 20 个, 包括中国、美国、印度、墨西哥等国家。我国玉米种质资源主要分布在黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古等省区, 此外, 山东、河南等省也有丰富的玉米种质资源。近几年来, 随着玉米育种工作的快速发展, 我国玉米种质资源丰富度不断提升。截至 2018 年底, 我国已收集到栽培种野生自交系 19 个, 半野生自交系 2 个, 半栽培自交系 13 个。

我国收集的野生玉米种质资源主要分布在东北、华北和西南三大玉米带。东北地区以野生大苞米为主要栽培种, 分布在黑龙江、吉林和辽宁等省区。东北和华北地区的野生资源均为玉米重要的亲本资源, 西南地区的野生资源大部分为二倍体, 仅少数为三倍体。另外, 我国还从墨西哥、美国、印度、土耳其等国家收集到了一些优质的玉米栽培种的野生品种。

栽培玉米种质资源是指可以直接用于生产的玉米栽培种资源, 包括普通玉米、甜玉米和双穗玉米等。普通玉米是我国主要的农作物, 其种植范围广泛, 栽培历史悠久, 已有几千年的栽培历史。甜玉米是由野生甜玉米种通过人工杂交后经筛选育成的新品种, 具有鲜食品质好、食用纤维含量高、淀粉含量高和商品性好等特点, 目前在我国大面积种植。双穗玉米是一种新型的杂交品种, 由野生双穗型和地方品种杂交而成, 具有高产、多抗、耐密型等特点, 在我国种植面积较广。此外, 我国还有一些地方特色品种, 如山东莱阳地区的玉米种质资源、辽宁锦州地区的玉米种质资源等, 这些地方品种在生产上发挥了重要作用。

## 二、资源收集保存情况

我国是世界上玉米种质资源最丰富的国家, 保存着全世界近 1/3 的玉米种质资源, 目前已经收集保存了 2000 多份优异种质资源。20 世纪 70 年代初, 国家粮油中心在云南建成了西南作物种质库, 收集保存了云南、四川、贵州、广西和湖南等 5 个省区市的近 700 份地方品种、地方农家种、野生资源和人工驯化材料等。20 世纪 90 年代, 国家粮油中心在四川建立了西南作物种质库, 收集保存了来自四川、云南、贵州和广西 4 省(区)的玉米种质资源近 2000 份。2003 年以来, 国家粮油中心又在东北建立了国家玉米种质资源圃, 收集保存了来自东北三省的 416 份地方品种和部分野生资源。这些种质资源不仅具有较高的遗传多样性, 而且丰富的遗传变异为深入开展玉米育种工作奠定了良好的基础。

随着农业科技的进步和生产对育种材料需求的增加, 国家粮油中心于 2010 年开始建设玉米种质库, 收集保存了来自全国 22 个省

(区)市及美国、澳大利亚等地的玉米种质资源 1000 多份。这些资源已成为我国重要的遗传材料资源库和玉米育种工作的战略资源。

## 三、资源评价与鉴定

由于不同生态区、不同类型种质资源的遗传背景差异较大, 为了挖掘优良玉米自交系、杂交种的优异基因, 同时也为了评价和鉴定其在不同生态区或不同环境下的适应性和抗病性, 近年来玉米种质资源研究和开发利用主要集中在遗传多样性、农艺性状和抗病虫等方面。

遗传多样性资源评价是指从众多玉米种质资源中筛选出优良的种质资源, 并对其有效利用, 这是育种家进行育种创新的重要基础。目前, 玉米种质资源的鉴定和评价工作主要是基于传统的室内和田间鉴定, 为了更好地对我国玉米种质资源进行分析和评价, 我国自 2000 年起就开始了种质资源鉴定工作。

农艺性状评价是指通过田间试验或者室内分析手段, 对玉米种质资源的株高、穗位高、叶片数、叶片角度、穗长、穗粗等性状进行研究, 是选择优良自交系或杂交种的重要基础。在对玉米种质资源进行农艺性状评价时, 应同时考虑多个环境下的产量、抗倒性等农艺性状指标。在玉米自交系或杂交种选育过程中, 可以通过农艺性状的观测、比较分析, 进而筛选出符合育种目标的材料。近年来, 随着分子标记技术和数量遗传学在作物遗传改良中的广泛应用, 鉴定玉米种质资源农艺性状也成为了一项重要研究内容。

抗病虫鉴定是指对玉米种质资源抗病虫性进行鉴定和评价, 以发掘具有重要育种价值的抗病自交系或杂交种。我国一直以来都非常重视玉米抗病育种工作, 为了更好地挖掘抗病优异种质资源和提高其利用效率, 在玉米抗病虫遗传改良方面开展了大量研究工作。

20 世纪 90 年代初, 我国就开始了玉米抗病虫分子育种研究工作。随后陆续开展了一些重要基因发掘和功能验证工作。近年来, 随着分子生物学技术和常规杂交技术等现代育种方法在玉米抗病虫育种中的广泛应用, 越来越多的抗病材料被挖掘出来。例如: 利用聚合多种抗病基因的近等基因系与常规亲本材料杂交来筛选抗病品种; 利用分子标记辅助选择来培育抗病毒病材料等。目前已挖掘出具有重要育种价值的抗病资源。

## 四、种质创新及利用

玉米是世界上重要的粮食作物之一, 在人类食物和营养结构中占有重要地位。我国玉米种植面积约占世界总种植面积的 1/4, 玉米产量约占世界玉米总产量的 1/5, 在世界粮食生产中占有重要地位。玉米是我国粮食生产的主要品种之一, 也是我国饲料和工业原料的重要来源。近年来, 随着我国玉米产业结构调整和现代种业发展步伐的加快, 我国玉米育种工作者在种质创新方面开展了大量工作。对各类资源材料进行了系统的鉴定评价, 建立了完善的种质资源库; 利

用现代育种技术与方法,开展了一系列种质创新研究工作,如常规育种、分子标记辅助选择、基因组学和生物信息学等手段,开展了一系列重要性状相关基因鉴定与利用工作。

种质创新是育种家利用各种种质资源创造出具有新特性的新材料的过程。现代育种理论和技术为开展种质创新提供了新思路和新方法。在常规育种技术方面,采用常规技术手段是获得高产、优质、抗逆、多抗玉米新品种最有效的途径。通过对种质资源进行系统的鉴定评价和深入的遗传基础研究,并结合生物技术手段进行种质创新是实现玉米育种突破性进展的必由之路。在分子标记辅助选择方面,目前已建立了较为完善的分子标记辅助选择体系,通过分析标记基因型和表型数据,可以准确鉴定出目标性状与重要基因之间的遗传关系,从而使选择效率达到更高水平。在基因组学和生物信息学研究方面,通过基因组学和生物信息学手段可以发现具有重要应用价值的基因序列信息、调控元件及其调控网络等。利用生物信息学技术对大量玉米基因组进行测序及分析研究可以更准确地了解玉米重要性状相关基因的功能作用、功能位点及其遗传效应等。

种质创新是获得优异新种质材料和培育突破性玉米新品种的重要基础。近年来,随着人们对遗传资源开发利用要求的不断提高,分子标记辅助选择在玉米育种中得到了广泛应用。分子标记辅助选择技术是在普通育种基础上发展起来的一种利用 DNA 分子标记辅助选择结合常规育种技术来培育高产、优质、抗逆、多抗玉米新品种的一种育种方法。在利用分子标记辅助选择过程中,主要关注两个方面:一是通过分子标记辅助选择结合常规育种技术,可以使更多遗传背景优良、品质性状优良、适合机收和工业加工用品种选育;二是通过分子标记辅助选择结合常规育种技术,可以使更多遗传背景优良和工业加工用品种选育。目前,我国在玉米种质创新及利用方面取得了显著成就。在玉米资源材料创新方面:利用多个重要经济性状相关基因进行基因编辑获得了高产、优质、多抗玉米新品种;利用高密度杂交技术将抗倒伏、耐密植等优良性状导入到玉米自交系中并育成了一批高产;利用生物信息学技术对大量玉米种质资源进行了基因分型,发现了一些优异等位变异;利用基因编辑技术获得了一批高产优质多抗玉米新品种。

### 五、优异基因挖掘

在玉米基因挖掘方面,国内外研究者做了大量的工作,在玉米重要农艺性状 QTL 定位和基因克隆等方面取得了重要进展。如通过对高抗玉米大斑病材料 KG88 的表型鉴定,发现控制 KG88 产量性状的 QTL 区间,该区间内的多个基因能使植株抗大斑病能力增强,从而使 KG88 具有较强的抗性。又如,通过对多个玉米自交系进行 QTL 定位和克隆,发现了控制玉米穗粒数的 QTL 区间,并获得了一个与该 QTL 紧密连锁的候选基因。又如,通过对种质资源 B73 进行全基因组测序,发现 B73 是一个高密度 SNP 标记遗传图谱,该图谱包含了 1 973 个 SNP 位点。此外,通过对不同性状 QTL 定位结果进行分析发现多个控制玉米产量性状的 QTL。上述结果表明玉米基因挖掘研究已经取得了一系列重要进展,为玉米新品种培育提供了有力的遗传基础支持。

在产量性状方面,随着测序技术的发展,越来越多的玉米品种具有良好的产量性状,如百粒重、穗粒数、秃尖长等。尤其是在国外种质资源中,具有较高穗粒数、秃尖长等优良产量性状的种质资源占有很大比例。如美国玉米自交系 M72、H75 和 K7B 均表现出较高的穗粒数和穗粒重。在我国,国内种质资源也具有较高的穗粒数和穗粒重,如 B73、K707 和中国玉米地方品种中具有较高的穗粒数;黄早四、丹 340 等种质也表现出较高的穗粒数。这些优异资源为我国玉米新品种培育提供了大量宝贵的遗传基础,大大提高了我国玉米产量性状的遗传改良效率。

玉米品种在我国主要种植区域广泛分布,但因自然和人为因素造成的恶劣气候环境,严重影响了玉米品种的适应性和产量。因此,对玉米抗逆性的评价已成为玉米育种的重要内容之一。目前国内外关于玉米抗逆性方面的研究主要集中在对干旱、高低温、高温、病害和杂草等逆境胁迫条件下玉米植株生理生化特征及形态特征变化的研究,并取得了一定的成果。如对干旱胁迫下玉米抗逆相关生理指标和形态特征变化进行研究,获得了一批抗旱、耐高温、耐低温、耐高密度等性状优异玉米种质;对高温胁迫下玉米叶片形态进行观察,获得了一批叶片卷曲和褶皱等性状优异种质;对高抗玉米锈病品种‘郑单 958’及其衍生后代进行了抗锈病鉴定,发现其抗病特性源于其对高感品种‘郑单 958’的遗传基础;对高抗玉米黑穗病材料‘郑 58’及其衍生后代进行抗病性鉴定,发现其抗黑穗病的遗传基础主要由其对抗病自交系‘KRK19’和‘KRK21’的遗传基础构成,此外还获得了一批抗病自交系。在抗病性研究方面,近年来对高抗玉米黑穗病自交系‘郑单 958’及其衍生后代进行了抗病性鉴定,获得了一批高抗抗病种质,为今后培育高抗玉米新品种奠定了基础。此外,对一些非生物逆境胁迫下玉米叶片形态变化进行研究,获得了一批非生物逆境胁迫下玉米叶片形态变化的优异种质。

玉米籽粒品质性状也是一个重要的农艺性状,同时也是玉米育种的重要目标性状。玉米籽粒品质主要包括赖氨酸、脂肪、蛋白质、淀粉等含量以及非淀粉多糖(NSP)含量等。国内外研究表明,玉米籽粒品质性状具有较大的遗传变异,在籽粒产量和品质间存在显著的相关关系。如,赖氨酸含量与籽粒容重和灌浆速率呈显著正相关,而与籽粒粗蛋白含量和非淀粉多糖含量呈显著负相关;赖氨酸、脂肪和淀粉含量间的相关系数在 0.99 以上,相关系数之间的差异与表型变异程度有关。因此,在育种过程中应注重玉米籽粒品质性状的研究。玉米籽粒品质性状是一个多基因控制的数量性状,具有极强的遗传力,同时也受环境影响较大。

### 六、种质资源保护与利用

种质资源保护与利用是指在国家种质库(圃)中,对玉米等重要作物的种质资源进行长期、系统和有效的管理和利用。它不仅包括种质的保存,还包括利用、创新与交流。建立以国家为主体、企业为补充的多元化玉米种质资源保护体系,加快玉米优异基因发掘与利用,对保证国家粮食安全具有重要意义。

国家玉米种质库(圃)建设由中国农科院作物科学研究所牵头负责,已建成国际一流水平的全国玉米种质资源保护与利用平台。通过开展种质资源鉴定评价,发掘优异基因,丰富了我国玉米遗传育种理论和技术体系;通过创新优异种质,创制新种质,促进了我国玉米育种创新和学科发展;通过交流共享,推进了国内外玉米品种间的高效利用和育种创新。国家玉米种质库(圃)已成为国内乃至国际上保存种类最多、数量最大、保存环境条件最好的玉米种质资源库。

### 参考文献:

- 1.李丽华,魏昕,孟鑫等.玉米叶宽的遗传效应分析[J].作物杂志,2022(05):49-55.
- 2.郭增辉.玉米淀粉品质的遗传改良与种质创制[D].黑龙江八一农垦大学,2023.
- 3.毕兴林.玉米株型相关性状遗传解析及穗上叶间距主效 QTL qLS3-1 精细定位[D].扬州大学,2023.
- 4.许洛,李中建,王绍新等.外引青贮玉米自交系的遗传关系分析[J].玉米科学,2023,31(04):15-23.
- 5.张道磊,甘雨军,乐亮等.玉米产量性状的表观遗传调控机制和育种应用[J].生物技术通报,2023,39(08):31-42.