文章编号：1005-0906(2008)03-0008-04

西南地区玉米育种现状及发展对策

杨克诚,苟才明,荣廷昭,潘光堂

(四川农业大学玉米研究所,教育部作物基因资源与遗传改良重点实验室,四川 雅安 625014)

摘　要：简述了西南地区生态特点,概述了该地区玉米育种现状及存在的问题。针对西南地区生态特点及玉米育种中存在的主要问题,结合玉米育种目标,提出了相应的发展对策。

关键词：玉米;育种现状;问题;对策

中图分类号：S513.024　　**文献标识码**：A

Discuss on Present Situation of Maize Breeding and Countermeasure in Southwest Region

YANG Ke-cheng, GOU Cai-ming, RONG Ting-zhao, PAN Guang-tang

(*Maize Research Institute, Sichuan Agricultural University*;*Key Laboratory of Crop Genetic Resources and Improvement, Ministry of Education, Ya′an* 625014, China)

Abstract:In this paper, it is reviewed to the ecological characters in southwest region of China, the present situation problem of maize breeding were summarized. Basic on study of maize breeding and combined with the aim of maize breeding in the southwest region, put forward the strategy and development direction.

Key words:Maize; Breeding situation; Problem; Strategy

西南地区是我国三大玉米主产区之一，包括四川盆地玉米区、云贵高原玉米区、湘西和鄂西山地玉米区、陕南和陇南山地丘陵玉米区,地处我国第二级地形阶梯上。其生态特点是:地形地貌十分复杂,全区土地总面积中,山地丘陵和高原占90%以上,河谷平原和山间平地仅占5%。从海拔250 m直至2 500 m的高山、丘陵、平坝均有玉米种植。该区处于亚热带范围内,且大部分地区跨中亚热带,受季风影响,气候温暖湿润,雨热同期,有利于玉米生长。除少数高山区外,全年≥10℃的积温一般可达4 500～6 000℃·d，无霜期长约250～330 d,年降水量平均为750～1 500 mm,且降水量的70%～80%集中在4月～10月份，基本上和玉米生长季节同步,但时空分布极不均衡[1]。该区西部南部光能资源比较充裕,但黔中与四川盆地光能不足,阴雨多、雾日多,不利于提高玉米子粒产量以及成熟和收获。因此,西南生态特点中虽有雨热同期、资源丰富、有利玉米生长的一面,但也有生态条件区域差异大、垂直分布明显、农业立体性强、土壤瘠薄、旱涝灾害频繁、病虫危害重等不利玉米生产的条件。

1　西南地区玉米育种现状

1.1　育种特点

由于西南地区的生态条件区域差异大，垂直分布明显,土壤瘠薄,旱涝灾害频繁,病虫危害重,其生物胁迫和非生物胁迫均给玉米生产带来巨大压力,因此对玉米杂交种的要求更高。玉米生产实践证明，其他地区选育的玉米杂交种不能适应或不能完全适应西南地区玉米生产的要求。所以,更新育种观念,充分利用基因型与环境互作原理,实行生态育种,并在坚持高产、优质等共同育种目标的基础上着重解决抗旱耐瘠和抗病虫问题，提高品种适应性,最终实现资源高效、环境友好、可持续发展的目标是西南地区玉米育种的突出特点。

1.2　存在问题

1.2.1　产量增益下降

收稿日期：2007-11-01

基金项目：HarvestPlus计划、教育部长江学者和创新团队发展计划(IRT0453)

作者简介：杨克诚(1940-),男,四川郫县人,教授,博士生导师,主要从事玉米遗传育种研究。Tel:0835-2882465

E-mail:yangkc2006@yahoo.com.cn

从 1975～1995 年,我国玉米生产能力迅速提高,平均产量年增益 126 kg/hm^2,基本满足了国民经济发展对玉米增长的需求。而最近 10 年产量增益却大幅下降，每年为 23 kg/hm^2。按照这个增益速度,我国在 2020～2030 年期间每年需进口玉米 6 000 万 t [2]。西南地区同全国相比,形势则更为严峻。以四川为例,从 1965～1998 年玉米单产由 1 455 kg/hm^2 提高到 4 560 kg/hm^2,提高 213.4 %。其中,前 15 年四川年均增长为 127 kg/hm^2,后 20 年四川年均增长却只有 66.7 kg/hm^2，低于当时全国年均增长量 106.7 kg/hm^2。原因主要是多数新品种没有解决好抗倒伏、耐密植和抗非生物逆境等适应性问题,良种良法配套研究应用不够,从而导致实际产量增长缓慢,甚至呈下降趋势。

1.2.2　遗传基础日益狭窄

目前生产上利用的玉米种质基础狭窄。2006～2007 年采用表型性状分析、SSR 标记和系谱分析法对参加 2005 年国家区试(西南组和武陵山区组)组合和四川省引种试验组合以及四川省区试组合的遗传多样性进行了研究。结果发现,参试的 186 个组合间表型性状的变异都集中在一个较小范围内,组合间平均遗传相似系数达 0.772 2,遗传相似系数大于 0.700 0 的组合占全部组合的 96.9%,部分系谱清楚的组合含有美国 PN 种质的占 70.58%[3]。由此可见,西南地区玉米种质基础单一,生产用种的亲本主要集中在几个骨干自交系,它们主要来自于美国玉米带的杂交种和我国北方优良杂交种,且绝大多数为二环系,这些骨干自交系经过较长时间的应用，目前已表现出较严重的退化现象。

1.2.3　育种目标与生态环境及市场需求不相适应

由于技术理念落后,试验方法滞后,导致片面追求高秆、大穗、晚熟的育种目标,而忽视了对非生物逆境抗性的重要性[4]。因此,一直以来,西南地区对玉米非生物逆境胁迫选择压力不够，致使该区目前缺乏高产、优质、抗逆性强、适应性广的新品种，不能大幅度提高该区玉米产业的综合竞争力。另一方面,随着社会经济发展和人们生活水平提高以及膳食结构的改变，西南地区玉米消费呈明显的刚性增长趋势，但消费结构已逐渐由过去以口粮消费为主转变为现在以饲料、工业加工消费为主，饲用和加工用玉米所占的比重大大提高,食用和其他用途玉米的比重明显下降[5]。因此,西南地区以后的玉米育种应加大对耐非生物逆境研究的力度,并且还应根据市场供需结构的变化,调整育种目标,逐步发展各类专用型玉米,如鲜食果蔬型玉米、青饲青贮玉米、优质蛋白玉米和高淀粉玉米等，为发展中的专业化玉米商品生产提供强有力的技术支撑。

2　西南地区玉米育种发展对策

2.1　开展种质资源拓展、创新与利用研究

2.1.1　加强地方种质的鉴定筛选与研究利用

西南玉米地方种质类型以硬粒型为主，如四川硬粒型种质占当地玉米种质资源的 52.0%,广西 59.7%,云南 58.2%,贵州 58.6%;其次是糯玉米品种资源,第三是爆裂型玉米资源;第四是拥有各种粒色类型的玉米种质资源，云南是全国黑玉米种质资源最多的省份[6]。地方种质资源具有很大的开发利用潜力,目前存在的主要问题是鉴定、筛选和研究利用严重滞后。因此,应进一步加强对地方种质鉴定筛选工作。在鉴定筛选中,把常规方法与分子标记等现代生物技术相结合，深入揭示地方种质的遗传多样性，并有针对性地进行种质综合构建,创造出各具特色的种质类群,如抗旱耐瘠类群、长穗大粒类群、多穗行粒深类群等,为自交系选育提供丰富的基础群体。同时,在利用地方种质选育自交系时，为克服硬粒型地方品种自交严重衰退、植株偏高、株型散乱、配合力不高等缺陷,需进一步改进选系方法，如采用重组大群体选系法和缓和近亲繁殖选择法等，以提高地方种质选育自交系的效率。

2.1.2　继续引进外来种质,拓展利用途径

在西南地区，外来种质主要包括来自我国北方的玉米种质和来自美国及玉米起源中心的玉米种质。但在外来种质引进利用方面,过去主要存在 3 个问题:一是没有注意驯化改良方式;二是未与地方适应种质结合构建优势群;三是在热带、亚热带种质向温带种质的导入方面，没有按杂种优势模式有计划地进行导入[7]。因此,应采取相应措施。在对热带、亚热带种质进行适应性鉴定的同时,用混合选择法对其熟期进行改良，使之适应本地生态条件,再应用到育种工作中进行自交系选育;可按杂种优势模式,把热带、亚热带种质导入温带种质,构成半外来种质群或复合群体,从扩增、改良、创新入手,构建一批新的核心种质;对从温带引进的外来种质要对其抗性进行鉴定和改良，经鉴定改良后的温带引进种质，可与地方种质构建强优

势群模式对，然后再进行自交系选育，也可先将这些外来种质导入其他温带材料，构成半外来种质后再与地方种质构建强优势群模式对，进行自交系的选育。

2.1.3 创新杂种优势群，构建适合西南地区的杂优模式

根据育种经验和大量试验研究结果，将西南区玉米自交系划为4个杂种优势群：A、B、C群和D群，可以按照A×B、A×C、A×D、B×C、B×D和C×D组合构建杂种优势模式，称为闭合“四边形”杂种优势模式[8]。目前，尽管人们还不完全清楚种质之间杂种优势的形成原因，但采用“四边形”杂种优势模式进行玉米杂交种选育，可在一定程度上克服盲目性，提高育种效率。根据以上设想，已利用18-599（Lancaster群）、478（改良Reid群）、48-2（旅大红骨群）和S37分别构建了4个杂优类群，并以此为基础，开展群体改良及选系和组配工作。

2.1.4 利用现代生物技术，发掘与创制新的种质材料

在进一步扩增玉米种质资源的基础上，把基因组学技术和玉米种质资源研究紧密结合，搭建玉米种质资源精细鉴定评价的技术平台。采用现代分子生物技术与常规技术相结合的方法，根据西南地区生态育种要求，进行品质、抗病虫、抗逆等特性鉴定和产量配合力分析，对玉米种质资源进行系统精细评价[9,10]。通过分子标记和与已知基因进行等位测验，重点发掘优质、高产、抗纹枯病和穗粒腐病、耐旱、耐瘠等新基因资源，以该区骨干自交系为轮回亲本，以特异基因资源为供体亲本，开展大规模的杂交、回交，培育近等基因导入系，进行聚合育种。运用基因工程创造特异的育种新材料，构建西南地区具有特色、富于育种成效的玉米超级品种选育的核心种质群。

2.2 加强高产与优质、多抗和广适相结合的玉米新品种选育

追求高产是永恒的主题，而优质是市场的需求，适应性则是稳产的保证[11]。因此，应把加强高产与优质、多抗和广适相结合杂交种的选育作为西南地区玉米育种工作的重点。要解决上述问题，根据多年玉米育种实践和有关研究结果，从育种理论上讲，应改变过去过分重视单株产量、片面追求高秆大穗的做法；从育种思路上看，应充分重视性状互补原理及基因的重组效应和互作效应。具体做法则首先应在用于选育自交系的基础材料构建上下功夫，充分利用基因重组效应，提高基础材料的优良基因和优良基因型频率；其次，在自交系选育过程中，应在加大选择压力的基础上，加强测配和测试工作，将高配合力、多抗和优质选育有机地结合起来，以培育高配、多抗、优质自交系；第三，在组合选育中，应充分应用性状互补和基因的互作效应，重点解决好产量构成性状间的协调问题，尤其是穗长与穗行数的协调以及农艺性状与经济性状如株高与穗长及单株产量等的协调，在保持较高单株产量的基础上，着重提高群体生产力[12]。这样才有可能选育出产量高、品质好、收获时水分含量低、熟期适中、抗性好、适应性强的新品种。

2.3 增强选择压力

过去，忽视了基因型与环境互作效应，施加于玉米育种的选择压力不够，致使西南地区玉米单交种普遍存在耐密性差、综合抗性(抗生物、非生物逆境)弱等缺点，多数品种在高密度和逆境下表现出空秆、秃尖、倒伏、病害严重等症状，适应性不强。施加选择压力存在“度”的问题，如果选择压力太小，抗逆基因就不能被有效揭示；如果施以极端选择压力，一些有用基因型又可能被淘汰出局[13]。为此，应针对育种目标，结合西南地区生态特点，采取适当密植选育自交系和鉴定组合以及进行穿梭育种等的方法来增加选择压力。根据育种经验西南地区在选育自交系的早代，群体密度宜为6.75万~7.5万株/hm^2。进行组合初选时，种植密度可增加到5.4万~6.0万株/hm^2。

3 超级玉米育种

玉米是高产作物，也是目前最具增产潜力的作物，在西南的一些地区其产量潜力可达15 000 kg/hm^{2}以上，而目前玉米平均单产仅为4 500 kg/hm^{2}左右，低于全国平均水平，与发达国家相比，其差距更大。随着农业生产集约化程度不断提高，从育种目标的前瞻性考虑，“超级玉米”育种应作为西南地区今后玉米育种的突破点。所谓“超级玉米”，是农业专家对产量更高、品质更优、抗逆性强的玉米新品种的形象称呼，它不等同于高秆大穗“巨无霸”玉米。在西南地区其衡量指标主要有：①超高产，区试产量比同一生态类型的对照增产20%以上，在云、贵、川部分光热资源丰富的高产区小面积（0.333 3 hm^{2}或以上）试验产量达18 000

kg/hm^2,在丘陵、多熟制地区的规模化(0.666 7 hm^{2}或以上)试验产量达 13 500 kg/hm^2;②品质优,达到国标二级以上指标;③多抗性,至少抗 4 种以上病害;④抗旱、节肥性,同等条件比对照至少增产 20%以上,单位水分产能提高 10%以上,单位 N 肥产能提高 10%[14]。

4 饲草玉米新品种选育

西南地区土地大多分布在气候、土壤和交通条件较差的山地、丘陵和高原(约占全区土地面积的 95%)以及江河沿岸的河滩,其开发复垦难度大、投资多、利用难,加之很多地方阴雨寡照,光照相对不足,不利于作物子粒生长发育,产量很低,并且以作物生产为主的农业系统加重了水土流失,土壤肥力下降,生态日趋脆弱。该地区所具有的"阴雨寡照、雨量充沛、气候湿润、无霜期长、热能相对丰富"等生态条件,适合生产以获取营养体为目的的优质饲草玉米[15]。因此,在我国西南地区,可以根据农业产业结构调整方向,将其中一部分中低产田、地改为种草或草粮轮作,大力发展畜牧业。这样既可保护环境、改善土壤肥力,又能增加农民收入,提高农业综合经济效益。同时,把牧草作为一种新型的经济作物,形成种草养畜和商品草生产共存的发展态势,不仅可以改变农区以粮养畜的结构,而且还能减轻牧区天然草场的压力,达到农区、牧区双赢的效果。所以,充分利用二倍体一年生大刍草和四倍体多年生大刍草具有多分蘖、秆上分枝、生长繁茂、一年能刈割多次的特性和普通玉米易于繁殖种子的特点,加强饲草玉米新品种的选育及开发利用工作[16]。

参考文献:

[1] 赖仲铭.作物育种学[M] . 北京:农业出版社,1987.

[2] 张学舜,田守芳,刘经纬,等.普通玉米育种问题的研讨[J] . 玉米科学,2001,9(3):42-44.

[3] 陈发波,杨克诚,荣廷昭,等.西南及四川区试玉米组合遗传多样性分析[J] . 作物学报,2007,33(6):991-998.

[4] 王懿波,王振华,王永普,等.中国玉米主要种质杂种优势群划分与利用研究[J] . 华北农学报,1997,12(3)20-25.

[5] 王懿波,王振华,王永普,等.中国玉米主要种质杂交优势利用模式研究[J] . 中国农业科学,1997,30(4):16-24.

[6] 刘纪麟.玉米育种学[M] . 北京:中国农业出版社,2004.

[7] 李海军,张丽华,祝丽英,等.利用花粉诱变技术改造热带玉米种质的研究[J] . 玉米科学,2005,13(1):22-24.

[8] 高明刚,杨克诚,张怀渝.四川部分玉米强优势组合及其亲本自交系的 RAPD 分析[J] . 四川农业大学学报,2002,20(2):96-99.

[9] Melchinger A E, Lee M, Lankey K R, et al. Genetic diversity for restriction fragment length polymorphisms and heterosis for two di-allel sets of inbreds[J]. Theor. Appl. Genet.,1990,80:488-496.

[10] NEI M, LI W H. Mathemacal model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases[J]. Proc.Nat.Acad.Sci.,USA, 1979, 76:5256-5273.

[11] 潘光堂,荣廷昭,李晚忱.新世纪初发展我国玉米遗传育种科学技术的思考[J] . 玉米科学,2003,11(7):42-53.

[12] 陈发波,杨克诚,荣廷昭,等.西南及四川区试玉米组合主要性状分析及育种对策探讨[J] . 玉米科学,2007,15(4):41-45.

[13] 王延波,金 君,吴玉群,等.辽宁省玉米育种的现状、发展方向与对策[J] . 玉米科学,2007,15(4):137-139.

[14] 赵久然,孙世贤.对超级玉米育种目标及技术路线的再思考[J] . 玉米科学,2007,15(1):21-23,28.

[15] 任 勇,唐祈林,曹墨菊,等.新选育饲草玉米品系饲用营养价值初步研究[J] . 植物遗传资源学报,2005,6(4):444-447.

[16] 任 勇,陈柔屹,唐祈林,等.新型饲草玉米生长动态及收割期的研究[J] . 作物学报,2007,33(8):1360-1365.

(责任编辑:朱玉芹)