

美国玉米遗传育种浅析

刘显华

牛桂琴

(吉林省农科院玉米所,公主岭 136100)

(吉林省农机校,公主岭 136100)

提 要 美国在玉米遗传育种方面的飞速发展,主要得益于在资源研究及种质创新、新技术的应用、农业服务与推广三方面的优势。

第一方面包括资源搜集、保存及档案跟踪、资源研究。资源研究集中在农艺性状及抗逆性、种子的商品特性及化学构成、基因库划分、遗传研究及种质资源创新,突出后者。

第二方面主要包括应用下列新技术,单倍体育种,RFLP 划分基因库技术,自交系选育的群体大小与选择强度的数量遗传学原理,提高授粉效率的方法,生化分析设备。

第三方面突出体现了顾客是上帝的商品意识,表现在,服务与推广队伍专业化,服务的宗旨是让用种的农民满意,用公司自己管理示范田、典型户大面积示范及设置高产奖三结合的方法示范促销。

关键词 玉米;遗传育种;品种资源;品种推广

近年来,由于生物技术和计算机技术的迅速发展,美国的玉米遗传育种领域有了较大的进步,其效率已远非传统方法可比。它的优势主要表现在资源研究及种质创新、新技术的应用和农业服务与推广三大方面。

1 资源研究与种质创新

在美国玉米遗传与育种研究部门,特别是种子公司,把资源研究与种质创新工作视为整个研究程序中最重要的一部分。能否创造出优质原料,是出优质产品的关键。在美国无论在大学还是在种子公司,都把最优秀的研究人员、最雄厚的资金投放到这一部分。

1.1 资源搜集

每家种子公司都有专人负责搜集种质资源,同时也尽量搜集其背景信息。搜集资源的地区,除了在全世界范围广为搜集外,重点放在玉米起源地。美国遗传界对此做了大量的研究,多数研究认为起源地为墨西哥和危地马拉,也有人认为是西南亚。资源的搜集还包括野生玉米,因为有一种理论认为现代玉米起源于野生种。

资源搜集的另一途径是公开交换。全世界有三个单位公开交换种质资源,他们是:联合国玉米种质库,由联合国 Rockefeller 基础农业项目和墨西哥政府联合投资,服务于中美洲与加勒比海地区。哥伦比亚种子储藏中心,由联合国 Rockefeller 基础农业项目与哥伦比亚农业部联合投资,服务于哥伦比亚及其附近地区。巴西种质库,服务于阿根廷、巴西、东玻利维亚、巴拉圭、乌拉圭和圭亚那。

为鼓励员工积极搜集种质资源,一些种子公司有奖励政策,这对调动员工的积极性效果很好。

1.2 保存及档案跟踪

在种子储存库,每份种子均有位置标签与名称标签,这信息全部储存在计算机档案中。

计算机档案除包括名称、在库中位置外,还包括种子特征、植株性状、果穗性状的记载,亲缘关系及遗传信息。只要获得新的信息,随时加入到计算机档案中。

1.3 资源研究

对于搜集到的资源,都要进行系统研究以明确其使用价值。这些研究包括:

1.3.1 农艺性状及抗逆性

抗逆性主要包括耐旱性、抗倒性及病虫害抗性,根据公司育种目标不同而有所侧重。

1.3.2 种子的商品特性与化学构成

种子商品特性指子粒颜色、破损粒率及与销售有关的一些性状。化学构成包括淀粉、蛋白质、油份、赖氨酸等含量。

1.3.3 划分基因库

搜集到的资源用杂交方法或生物技术方法测定其亲缘关系,据之划分其属何种基因库。对于来自美国的资源,一般分为:(1)KRUG,(2)Lancaster,(3)Hays Golden,(4)Stiff Stalk Synthetic,(5)其它开放授粉品种,(6)其它综合种。对于来自欧洲的资源,一般分为:(1)小粒硬粒,(2)八行硬粒,(3)地中海硬粒,(4)衍生硬粒,(5)多行软马齿,(6)大粒马齿,(7)勾形马齿,(8)玉米带马齿,(9)硬粒×马齿衍生种,(10)现代杂交种。

关于用杂交方法测定亲缘关系,多把 Lancaster 和 BSSS 作为 2 个主要测验种,分别用 Mo17 和 B73 两个系作为代表系。

1.3.4 分析可利用的基因及其遗传规律

针对遗传研究和育种的目标性状,例如高产、抗倒、抗旱、品质等,分别对资源(特别是新类型及新变异体)进行基因型测定、基因定位及遗传规律的研究。一些新的研究结果列入表 1。

1.3.5 种质资源创新

这是把一般资源转变为育种材料的关键一环。新型优良育种材料的多寡,既决定了育成新品种的效率,也决定了新品种是否过硬。我国玉米育种单位基本上停留在选育二环系上,对于种质资源的再创造,做得很少,这是我国玉米育种最薄弱的环节。相比之下,美国育种人员却把种质创新作为头等大事,在这方面的进展可以说是日新月异。主要表现在:

1.3.5.1 热带资源的驯化 热带材料,不

仅具有优良的抗逆性,而且产量潜力很大,缺点是过于高大,成熟晚。全世界许多国家都做过很多改良工作,但在熟期和株高上一直很难解决。美国经过长期努力终于有了突破性进展,其结果如下:

A. 得到了产量超过 B73 Ht×Mo17 Ht 的测交组合,农艺性状已接近农业生产要求。如 (105.5×155)×B73 Ht/Mo17 Ht,产量为 8 560 kg/hm²,比 B73 Ht/Mo17 Ht 增产 5.9%。

B. 得到了热带资源的单交组合。E. Brent Godshalk 等用 Tuxpeno(热带材料)×B73 得到 16 个单交组合,其中 8 个单交种高于生产用杂交种(对照)。这 16 个组合产量平均数为 9 490 kg/hm²,比多个对照平均数(9 390)高 1.05%。

表 1 某些基因定位结果

基因符号	在染色体上的位点	性状表现
adl	1L-108	幼苗叶片,雄穗分枝包卷,偶尔卷顶
anl	1L-104	雄穗分枝少
aphl		抗蚜虫
bal	31-1v2	雄穗分枝及小花少
bifl	8	果穗和雄穗小花少,雄穗分枝少
bul		叶片灼烧
cel		卷叶并呈垂挂状
chl	8	各种矮化
erl	3S-26	半矮株,宽叶
dl	3S-44	矮化

C. 用热带材料在北卡罗来州直接选系,得到了一批优良自交系。如 1401-1,其自身产量为 3 960 kg/hm²,比 B73 增产 28.1%,农艺性状与 B73 相似。

D. 测定了一批改良热带群体的配合力。例如 J. B. Holland 等测定出 BOV585、GUA110、SAN349、GUA597 与 Lancaster 的配合力高,BOV582、BOV595、SAN349 与 Reid 配合力高。用这些优良群体杂交获得了一些优良顶交种。例如 Canilla Ven981-a×Mo17 Ht/Oh43 E,产量为 8 110 kg/hm²,比 Mo17 Ht/B73 Ht 增产 3.2%,综合农艺性状很好。

1.3.5.2 创造农艺性状优良的抗性材料

美国创造抗性材料,主要在抗倒性、抗旱性、除草剂抗性上。

1.3.5.3 同一基因库内优良基因的重组
在育种上,主要应用优良基因重组的方法创造优良的中间材料。

A. 取材。根据基因库划分的结果,在同一基因库内或相近基因库间选取欲改良性状具互补性、产量性状好的自交系。

B. 选择方法。在群体选择方法上,有人对美国的情况作了统计,结果见表 2。在这些群体选择方法中,以用 S₁ 自身选择法为最多。

自交系选择方法主要有系谱法、回交法、一粒传法和配子选择法。在系谱法中,提倡在同一基因库内多轮杂交。自交系 Ident4A 的选育过程见下图。

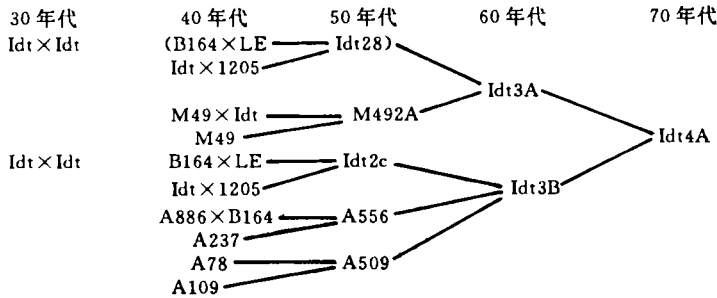


图 Ident4A 的选育过程

C. 选择的性状。在群体选择上,美国育种者选择的性状可从表 3 中看出趋势。而我国育种者对群体进行选择,以熟期与农艺性状选择较多,选择产量性状者甚少。对于高产育种来说,不选择产量性状是很大的失误。

自交系选择,一般对自身性状选择与测交并重,早代突出自身性状选择,晚代侧重测交选择。

表 2 美国群体选择方法应用情况

选择方法	群体数
混合法	140
S ₁ 自身选择法	36
全姊妹+混合法	11
S ₂ 自身选择法	11
近交测验法	11
相互全姊妹法	8
全姊妹法	7
相互轮回选择法	4
改良穗行法	4
半姊妹法	3
各种方法的混合	11

表 3 美国群体性状选择的应用情况

性状	群体数
子粒产量	44
产量与熟期	9
农艺性状	43
抗虫性	14
抗病性	57
化学成分	28
适应性	15
不鉴定	36

1.3.5.4 诱变 美国主要采用三种方法创造变异类型,即射线、化学药剂和生物技术(如分子杂交)三种方法。对创造出的变异还要进行系统研究,明确其在遗传育种上的用途。

2 遗传育种中新技术的应用

美国玉米遗传育种研究进展之迅速,得益于新技术的应用。新技术的快速与广泛的普及,是发达国家的明显特点,也是我国科学技术现代化的必由之路。玉米育种上应用的新技术主要包括:

2.1 单倍体育种

它的突出特点是速度快、准确性高。在实验室内筛选出优良的单倍体(如花粉粒),经组织培养,形成二倍体的幼苗,再移栽到田间进行农艺性状选择,自交1~2代即可育成纯合的自交系。这种方法对质量性状育种非常有效,特别是抗旱育种,效果相当显著。

2.2 限制性长度片断多态性方法(RFLP)用于基因库划分

在资源分类、基因库划分上,美国研究者常用3种方法,即改良的Rogers距离法(根据同功酶位点测定)、Malecot共祖系数法和限制性长度片断多态性方法。其中,后者为最可靠、最经济、最迅速的方法。

RFLP是新型的分子标记法,它是基因组中DNA系列相似性的指标,直接反映基因的信息,不受环境条件、发育时期、统计误差的干扰,是基因型的直接表现。目前在发达国家已经广泛应用。此外,分子标记还被应用于鉴定数量性状的基因位点,预测杂交种的产量。

2.3 按照数量遗传的原理安排自交系选育各世代的群体大小与选择强度

自交系选择群体的大小、测交时期和选择强度是关系到选系成功率的决定因素之一。选择适当的测交时期和选择强度,能在保留家系的数量和丢失优良系的危险之间求得一个平衡。Rex Bernardo提出的条件概率理论,提供了这样一个工具。该理论指出对于遗传力低的性状自交2代或3代再自交,可以增加保留优良系的可能性。如果性状的遗传力小于0.50, S_1 或 S_2 的选择强度宜为25%,最终选出优良系的机率为61%~93%。根据这一理论进行自交系选择,可以减少盲目性。

2.4 提高授粉效率的方法

2.4.1 采用性状标记、花粉检验等方法减少授粉株数

根据育种目标要求,把目的性状用某些可见性状(如株型、叶色、叶鞘及雄穗颜色等)进行性状标记,某些基因型可在田间鉴定其花粉败育率。采用这些方法,在田间即可剔除一部分植株,不必授粉。

2.4.2 采用剪苞叶授粉的方法提高结实率

有些育种公司对欲授粉的雌穗全部剪苞叶。这样得到的授粉穗,基本上满尖或接近满尖,可以提高授粉效率一倍。

3 周到的农业服务与推广系统

3.1 队伍专业化

每个公司都有一个专业队伍从事农业服务与品种推广。这部分员工,应具备种子、栽培、耕作、病虫害等多方面知识,可以对农民涉及到的农业生产问题给予解决。凡是购买该公司种子的农民,都可享受这些服务。这对提高种子公司的声誉,扩大种子销售市场,起到了很大

的推动作用。

3.2 服务宗旨与内容

这个队伍的宗旨就是让用种的农民满意,使他们不断购买该公司的种子。服务的内容包括对选用品种、肥料、农药、机械、耕作方法、栽培技术、病虫害防治多方面给予建议与指导,必要时亲临实地解决问题。

3.3 品种示范

品种示范是种子公司促销的重要手段之一,也是农业服务与推广队伍的主要工作之一。采用的措施主要有:

3.3.1 公司自己管理杂交种示范田与亲本示范田

公司根据推广需要,在不同地区设置杂交种示范田和大面积示范田,同时也设置亲本示范田。目的是让购买亲本制种的公司了解亲本特点,扩大亲本销售。在秋季,公司邀请农民和种子公司到示范田参观,免费提供食品、饮料,赠送纪念品。

3.3.2 典型户大面积示范

公司组织一些管理好的、种植面积大的地块作为示范田,以期向附近农民展示新品种的特点,扩大宣传。

3.3.3 公司设置高产奖

一些公司每年授奖一次,以丰厚的奖金给种该公司品种而获高产者,从而刺激农民购买该公司的种子,努力创高产。这对种子促销起到了积极的作用。

4 建 议

上述三大方面的内容反映了我国玉米育种与美国的差距。努力缩小这些差距,有利于促进我国玉米遗传育种的发展,尽快赶上先进国家。建议我省玉米育种的工作应在下列方面加强:

4.1 确实把种质资源的搜集、研究、创新摆在育种工作的首位,在种质创新上花大力气,创造优良的中间材料,保证玉米育种的“原料供应”。

4.2 创造条件把新技术应用与常规育种结合起来,研究开发适于我省玉米育种的应用软件,加速育种进度,提高育种效率。

4.3 逐渐把育种重心移向育种站。争取做到自交系选育和杂交种筛选在相应的育种站上进行,提高育种的准确性与新品种的适应性。

4.4 以育种为中心,开展与之密切相关学科的研究,用相关学科的进展与成果促进玉米育种的发展。

4.5 设立专业推广队伍,在品种示范与售后服务上大做文章,让更多的农民了解我们品种的特点,扩大我们品种的影响,稳定并扩大我们的种子市场。