

文章编号: 1005-0906(2006)02-0010-03

玉米高产育种研究

杨伟光

(吉林农业大学, 长春 130118)

摘要: 论述吉林省玉米单产对全省乃至全国玉米及粮食产量的影响, 分析了我国玉米产量水平低下的原因和东北春玉米尚有较大的增产潜力, 并比较了中、美国家玉米品种的差异, 提出了高产超高产育种计划: 即高产超高产育种方向、目标和选系方法。认为稳产育种与高产育种应同步进行; 中低产田以 Lan 类群与塘四平头类群为杂优模式对, 向适应性强、稳产杂交种方向选育; 高产田以 Reid 类群与旅大红骨类群为杂优模式对, 向超高产杂交种方向选育。

关键词: 玉米; 高产; 育种

中图分类号: S513.032

文献标识码: A

Maize Breeding for High Yield

YANG Wei-guang

(Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: This paper discussed the effects of maize per unit area yield on maize and grain output of Jilin province, even the whole China, analyzed the reason of China maize's low yield of and the big increasing potential existed in Northeastern Spring corn, analyzed and compared the discrepancy of variety between China's and America's maize, advanced the project that breeding high yield and super-high yield maize, namely, the direction and goal for high yield and super-high yield breeding and the selecting process of inbred line. We deemed that the steady yield breeding and high yield breeding should be commenced at the same time: breeding hybrid with strong adaptability and stability yield, according to the heterotic patterns of Lan. × Tang group, in medium-low yielded farm land, and breeding hybrid with super high yield, according to the heterotic patterns of Reid × Lv group, in high yielded farm land.

Key words: Maize; High yield; Breeding

1 我国粮食安全性及玉米的战略地位

1985~1998 年我国的粮食作物产量稳步增长, 年产量由 3 791 亿 kg 增加到 5 123 亿 kg, 这期间播种面积变化不大。但 2000 年以来, 我国粮食总产量逐年减少, 到 2003 年人均占有量仅 335 kg, 为 20 年来的最低点。从 1999~2003 年, 全国粮食总产量累计减少 772 亿 kg。随着人口增长和人民生活水平的提高, 粮食需求量也逐年增加。因此近几年全国粮食当年产需出现约 300 亿 kg 缺口, 2003 年产需缺口达到 450 亿 kg。在这样背景下, 我国粮食数量安全很自然地重新为人们所关注。

20 年来, 全国粮食产量的波动与玉米总产量、

单产水平的波动同步。就是说, 玉米单产左右玉米总产量, 进而影响全国粮食产量(图 1)。

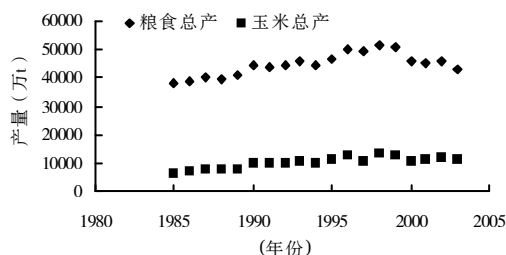


图 1 1985~2003 年全国粮食和玉米产量变化

吉林省有着生产玉米的优越自然条件, 生产出的玉米产量高、质量优。1985 年以来, 吉林省玉米产量占粮食总产量的 70% 以上, 成为本省的主要粮食作物。很自然吉林省玉米单产影响玉米总产和全省粮食产量, 进而影响全国粮食产量。因此提高玉米单产水平, 对于全省乃至全国粮食产量的提高, 都具有重要意义(图 2)。

收稿日期: 2005-08-22; 修回日期: 2005-10-03

基金项目: 吉林省财政厅作物育种项目资助

作者简介: 杨伟光(1960-), 男, 教授, 从事玉米育种工作。

E-mail: yangweiguang60919@126.com

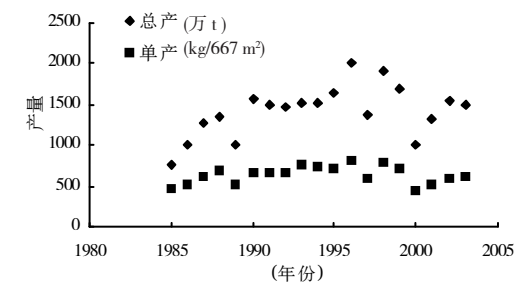


图 2 1985~2003 年吉林省玉米产量变化

玉米是最重要的粮食作物，在国民经济中发挥着重要作用。有关专家学者把年人均占有玉米量作为衡量一个国家人民生活水平的标准之一。美国年人均占有玉米量 770 kg，而我国不足 90 kg，说明我国玉米粮食缺口严重。如果玉米种植面积维持当前水平，则需要将现有 4 875 kg/hm²(2003 年)的单产水平提高到 5 400 kg/hm² 左右，即每年需递增 150 kg/hm²，约净增产 14%，才能够满足中国未来对玉米的需求。由于靠化肥及其它技术提高玉米产量潜力十分有限，因此 40%~43% 的增产潜力通过新品种选育和推广实现，如此大的递增速度只有靠遗传改良来实现，这是本世纪我国玉米育种的艰巨任务。

2 玉米高产育种的基础理论

2.1 玉米高产育种的基础

理论研究表明，我国东北春玉米生产潜力在 30 000 ~ 33 000 kg/hm²。目前世界玉米最高示范产量为 27 743 kg/hm² (美国) 和 15 000 kg/hm² (中国)。CYMMIT 曾报道，其超级玉米品种在干旱、酸性土壤上单产可达 15 000 kg/hm²，比对照品种增产 40% 以上。以色列玉米平均产量 15 750 kg/hm²；2002 年欧盟 15 国平均单产为 8 940 kg/hm²。而我国目前玉米平均产量仅 4 800 kg/hm²，与发达国家差距很大，说明我国玉米增产潜力很大。

2.2 我国玉米产量水平低的原因

2.2.1 农田基础设施落后

在我国约 70% 的玉米面积是在雨养条件下生产的，许多丘陵和山区没有可靠的灌溉条件，遇到干旱减产 20%~50%，甚至绝收。由于我国农田基础设施落后，无法抵御干旱等自然灾害，造成玉米产量年季间波动较大。因此，培育在增产潜力、适应性、抗病性等方面强的品种是大幅度提高我国玉米生产水平的内在动力，是防灾增产的主要途径之一。

2.2.2 育种技术手段落后，过硬品种少

玉米种质资源狭窄已成为我国玉米育种研究可持续发展的首要限制因素。20 世纪 60 年代以前，我

国农民在 1 100 万 hm² 玉米面积上至少种植了 1.2 万个遗传基础较丰富的地方品种、双交种、三交种和单交种。20 世纪 70~80 年代，从美国直接引入 Mo17、B73 以及从美国杂交种中选育出铁 7922、5003、U8112 等自交系，形成了 Lancaster、Reid、塘四平头、旅大红骨四大种质格局；到了 80 年代末至 90 年代中后期，随着 PN 系统种质和热带、亚热带种质的应用，这种格局有所改变，但四大种质仍占 80%。2001 年全国玉米新品种区域试验西南组 49 个组合中，有 35 个组合 (占 75.5%) 都与美国先锋公司 78599 杂交种有密切的亲缘关系。目前东北地区生产上主栽的玉米杂交种，多数为 Mo17 与黄早四组合的复制品。这充分反映出我国玉米种质缺乏和育种低水平重复的状况已达到惊人的程度。还由于各育种单位引进材料时不清楚血缘，盲目使用，从中选育出的自交系难免有血缘关系，致使配制出的杂交种产量平平，没有突破。

2.3 美国玉米品种性状表现

美国品种表现根系发达，茎秆坚韧，耐密植，中小穗，穗轴细小而坚固，出籽率高，苞叶薄而且层数少，成熟后松散，熟期适宜，脱水快，抗大斑病，中抗丝黑穗病。与我国玉米品种性状差别见表 1。

表 1 中国品种与美国品种因收获方式造成的性状差别

性 状	中国品种	美国品种
果 穗	中大穗	中小穗
穗 轴	粗大、易碎	细小、坚固
苞 叶	厚，多层，成熟后仍紧包穗子	薄，层数少，成熟后松散
子粒脱水	慢	快
茎 秆	一般	坚韧
根 系	一般或好	发达
生育期	迟熟(跨区种植)	熟期适宜
种植密度	低、中、高	高

2.4 几个高产稳产品种和重点自交系

2.4.1 优良杂交种

四单 19(四-444×Mo17)和本育 9(7884-7×Mo17)，优势模式为 Lan. × 塘四平头或 Reid。为上世纪 90 年代审定的中熟优良品种，在吉林、内蒙古、黑龙江广大地区推广十几年，经久不衰，目前仍有极好表现。主要特点：适应性强，丰产性好，抗丝黑穗病、茎腐病、叶斑病，抗倒伏性差。为瘠薄土壤的首选品种。

新铁单 10(C8605-2×丹 340)和丹 2109(C8605-2×598)，优势模式为 Reid. × 旅大红骨，属晚熟品种。主要特点：丰产性好，大穗型，在肥沃土壤种植有良好表现。抗叶斑病、茎腐病和丝黑穗病，但芽子软，尚需改良。

2.4.2 几个重点自交系

Mo17 的穗轴细,抗性好,长穗,为北方育种不可缺少的自交系;C8605-2 大粒,芽子软,米质差;四-444 抗丝黑穗病,株型差,茎秆软,花斑苗;吉 853 株型好,抗丝黑穗病差;丹 598 配合力高,子粒浅,熟期晚,所配组合易秃尖。这些骨干系各有其特点,须综合利用,为玉米高产育种的基本材料。

2.5 玉米亚热带材料的表现

玉米亚热带材料与温带种质遗传交流少,经过长期的自然选择和人工选择,形成了独特的种质类群,具有许多温带种质所不具备的优良性状,如耐旱性、耐湿性、气生根发达、抗倒伏、抗叶病性强、叶色深绿,叶片功能期长,是拓宽温带玉米种质的优良素材。因此,利用亚热带材料进行玉米种质扩增、改良和创新,以培育高产超高产品种。

3 高产杂交种的培育

3.1 高产育种方向和目标

吉林省地处东北春播早熟玉米区,中部土壤肥沃,被誉为“中国黑土带”,光、温、水充沛,且与玉米生长同步,适宜玉米生长。多年平均降水量 621.9 mm,集中于 5~9 月份(约 500 mm)。进入 8 月份后,昼夜温差大,有利于光合产物积累,是实现超高产地区。因此该玉米区要求:个体生产潜力大,平均单穗粒重 300 g,密度 5.25 万株/hm²,产量 15 000 kg/hm²。其相应穗部性状应为穗长 21~24 cm,穗行数 14~18 行,行粒数 43 粒以上,平均每穗 650 粒以上,百粒重(为大粒)42~45 g。

黄淮海区域以增加群体穗数为主,即适宜密植栽培的品种,密度为 7.5 万株/hm²。因此,要求株型紧凑,耐密植,抗倒伏,不空秆,不秃尖,单穗粒重 200 g。

3.2 稳产育种与高产育种同步进行

我国有 2/3 玉米种植区为中、低产田,自然灾害频繁。吉林省旱害频繁发生,在西部地区约占 80%,素有“十年九旱”之说。这些中、低产田适宜种植耐旱性强的玉米品种,如四单 19 和吉单 180,在现有产量水平上增产 10%以上,实现高产。即以 Lan.系统与塘四平头系统为杂优模式对,向适应性强、稳产杂交种方向选育。

吉林省中部土壤肥沃,光、温、水充沛,且与玉米生长同步,适宜玉米生长,是实现超高产地区。因此培育株型紧凑,茎秆坚韧,中秆抗倒的中、大穗型杂交种。以 Reid 系统与旅大红骨系统为杂优模式对,向超高产杂交种方向选育,以充分挖掘玉米产量潜力。在现有产量水平上增产 15%以上。

3.3 二环系的选育

3.3.1 美国的选系方法

美国 50 年的杂交种与双亲平均产量的关系表明,玉米产量不断提高与双亲平均产量不断提高相一致,即高产基因和高产相关基因(抗病、抗倒、有效地利用养分基因)积累于双亲并集中于 F₁ 代,导致产量不断提高,杂交优势是加性基因作用的结果,而与杂交优势提高无直接关系。我国玉米育种实践证明,杂交种性状与亲本性状密切相关,要想获得杂交优势,必须具有不同遗传背景的双亲相互杂交。就是说,产生杂交优势的双亲具有不同加性基因。

3.3.2 选系标准和方法

选系标准为一般配合力高,抗丝黑穗病、弯孢菌病、大斑病、茎腐病,穗轴细小而且坚硬,根系发达,活秆成熟,不秃尖。在双亲的基础上有一定的生物产量,经济系数 0.38~0.50。

选系方法以选二环系为主,是我国单交种作为选育自交系的主要方式,占第 1 位。采用回交法选系是捷径。目前用遗传基础较窄的回交方式选系比例占第 2 位。

3.3.3 选系起点

高产基因和高产相关基因积累于双亲并集中于 F₁ 代,导致产量不断提高,杂交优势是加性基因作用的结果。因此,要想获得杂交优势,必须具有不同遗传背景的双亲相互杂交,即产生杂交优势的双亲具有不同加性基因,因此起点要高。

3.3.4 亚热带资源的利用

利用亚热带资源改良地方品种,培育优良二环系。由于亚热带材料具有温带材料所不具备的特性,因此培育二环系应导入亚热带优良基因。

3.4 杂交种产量比较试验

要高标准,严要求,所配组合要多,重点组合量要大、要突出,严格淘汰不良组合。多年多点试验时试验点次要多,才能反映品种性状。

4 有关其它问题

4.1 关于植株的形态结构

郑单 958 及美国先锋 335 大面积推广种植,警示我们要选择耐密植的紧凑型品种是提高玉米产量的重要措施。紧凑型株型要求:①中秆或中短秆;②叶片宽窄长短适度,着生均匀,叶夹角较小,叶色较深,光合作用强,绿叶持续期较长;③穗型好,库容较大,构成产量的各种性状协调,结穗部位适中;④根系发达,茎秆坚韧。

4.2 关于丰产性

(下转第 15 页)

(上接第 12 页)

高产和优质总是育种家追求的最终目标。以高产为育种的第一目标,对品质的要求则放在次要地位,而且具有较好的综合性状和较强的适应性。

完整的玉米优质概念应包括营养品质、加工品质和商业品质。营养品质泛指玉米子粒中所含的营养成分,如蛋白质、脂肪和淀粉等。据对全国 227 个玉米品种测定,一般品种蛋白质含量为 9.69%、淀粉含量为 74.59%、脂肪含量为 3.55%、粗纤维含量为 2.39%,其中还有含量更高的品种。佟屏亚、李登海认为,我国玉米淀粉和蛋白质含量较高,完全能够满足玉米工业及饲料加工业的需要,不存在花大力气培育和发展所谓“蛋白型玉米”、“油用型玉米”、“淀粉型玉米”等问题。

不过,由于我国玉米存在布局不合理、加工品质跟不上去、特别是商业品质较差等问题,严重影响国际市场的竞争力。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国农业部. 中国农业年鉴[M]. 北京:中国农业科学出版社,1985-2003.
- [2] 刘纪麟. 玉米育种学[M]. 北京:中国农业科学出版社,2004. 141-195.
- [3] 刘建国,等. 东北地区春玉米农业气象资源数值模拟[J]. 中国农业气象,2000,12(1):5-8,13.
- [4] 宋风斌,等. 长春地区玉米的光温水生产潜力及增产途径[J]. 吉林农业科学,1995,(1):92-95.
- [5] 赵久然. 超级玉米指标及选育模式[J]. 玉米科学,2005,13(1):3-4,9.
- [6] 王懿波,等. 中国玉米主要种质的改良与杂优模式的利用[J]. 玉米科学,1999,7(1):7-8.
- [7] 戴景瑞. 我国玉米育种的回顾和展望. 21 世纪玉米遗传育种展望 [M]. 北京:中国农业科学出版社,2000. 1-7.
- [8] 张世煌,等. 玉米杂种优势与种质扩增、改良和创新[J]. 中国农业科学,2000,33(增刊):34-39.
- [9] 西北农学院. 作物育种学[M]. 北京:农业出版社,1981. 206.
- [10] 佟屏亚. 玉米高产是一个永恒的课题[J]. 作物杂志,2004,(1):10-12.
- [11] Duvick D N. Heterosis: Feeding people and protecting natural resources. The genetics and Exploitation of Heterosis in Crop. CIMMY T. 1997.