

·科学论坛·

新农业科技革命和作物超高产育种研究

李振声^{*}

(中国科学院遗传研究所,北京 100101)

[摘要] 到下世纪30年代,预计中国人口将达到16亿,对粮食的需求量尚需在现有基础上再增加3000亿斤。由于土地资源有限,今后的增产途径主要是提高单位面积产量,因此需要能增产20%—30%的作物新品种或称为超高产品种。本文指出,培育超高产品种,需要通过多学科合作研究,发掘新的作物种质资源,改进育种方法,在作物对水、肥资源和光能利用效率方面有进一步提高,育种目标才有可能实现。

[关键词] 超高产品种,提高利用效率,水分-养分-日光能

1 新农业科技革命的任务

本世纪上半叶,我国的农业生产靠古老的品种、有机肥料、手工和畜力劳动操作,生产力水平很低,一遇自然灾害就常常出现饥荒。

本世纪后半叶,自建国之初到现在(1949—1997年),我国人口从5.4167亿增长到12.3626亿,增长了2.28倍;而粮食总产从2264亿斤增长到9883.4亿斤,增长了3.37倍。人均粮食从418.3斤增加到796.8斤。人民生活有了很大的改善,这标志着我国已胜利地完成了第一次的农业革命。

人口膨胀将是21世纪我国面临的最突出的问题。1997年,我国的总人口为12.3626亿,30年后将在现有人口基数的基础上再增加三分之一,预计到2030年我国总人口数将达到16亿。如果不对与此有关的问题早作研究,并提出有效对策,到时可能会带来粮食短缺、环境污染、能源匮乏、生态失衡等一系列问题。

从粮食需求来说,与2030年人口的增长相适应,至少也要在现有基础上再增长三分之一,按人均800斤计算,应达到12800亿斤。而我们的耕地和水资源分别只有世界人均的三分之一和四分之一,现在在少数地区已出现土地资源紧张和水资源不足的情况,今后问题将更加突出,所以对完成这项任务

的难度不可轻估,应及早部署,进行深入的研究。

面对21世纪经济与社会发展的需求,江泽民总书记指出“中国的农业问题、粮食问题,要靠中国人自己解决。这就要求我们的农业科技必须有一个大的发展,必然要进行一次新的农业科技革命”,这是党中央向科技工作者提出的一项光荣任务。从我国的现实情况考虑,这次新的农业科技革命的主要任务就是要在各种农业资源相对短缺的条件下,生产出尽可能多的优质农产品,以满足生活的需要。

2 作物超高产育种研究

要完成新农业革命的任务,还需从总结过去的经验入手。中央将过去我国发展农业生产的基本经验总结为3条:一靠政策,二靠投入,三靠科技。正确的政策就是调动广大农民、干部和有关部门发展农业生产的积极性,这无疑是最重要的。中央将会不断有新的政策出台,在此不作讨论。

从物质与科技投入考虑,水、肥、种和农药发挥了突出的作用。自50年代初至今我国主要农作物品种已更新四至五代,在粮食增产中所发挥的作用,约占30%以上。化肥工业全部是建国后发展起来的,我国将化肥大量投入农业生产的初期为1978—1984年,化肥的投入量从884万吨增长到1739.8万吨,增长率为96.8%(接近一倍);而粮食增长从

* 中国科学院院士。

本文于1999年7月23日收到。

6 095亿斤增长到 8 146 亿斤,增长率为 33.7%。这与其他国家的情况相似。我国的农田灌溉面积到 90 年代初已达到 50% 以上,按照常规的计算方法,1 亩水浇地生产的粮食相当于 2 亩旱地,由此估计,灌溉在我国粮食增产中所占的比重约为 30% 左右^[1],其余为植物保护等所发挥的作用。帕维里斯在研究了本世纪下半叶促进农业高速发展的要素后,得出的结论是良种、农用化学物质(主要是化肥和农药)和灌溉,三者的贡献份额分别为 3,5 和 2。这与我国的情况基本相似。

今后,在我国实现工业化的进程中,人均耕地还会进一步减少。到 21 世纪 30 年代,在现有基础上再增产 1/3 粮食的任务将全靠提高单产来完成。从作物育种工作来说,现在就应考虑如何选育能增产 30% 或更高的农作物新品种问题,人们将这种能大幅度增产的育种目标称谓“超高产”育种。

关于水稻的超高产育种,据沈阳农业大学杨守仁教授介绍,他于 1951 年开始水稻育种研究,1980 年发现了株形特好的“沈农 1032”株系,在小面积上获得高产,但抗病性差,只能作亲本用;随后于 1982 年开始水稻理想株形杂交育种研究。1985 年组织了首次水稻理想株形会议。到 90 年代,在理想株形与优势利用相结合的理论指导下育成了第一批“超级稻”试材,有“沈农 515”、“沈农 127”、“沈农 159”和“沈农 265”等,它们的每亩穗数可达 20 万以上,平均每穗粒重可达 3—4 g。“沈农 265”,1997 年在沈阳市郊多点示范(几十亩至上百亩),亩产达 700 kg 左右。菲律宾国际水稻研究所在 80 年代后期设计了理想水稻株形,到 1996 年育成 9 个“超级稻”优良品系,其母本均为沈阳农大稻作研究室选育的“沈农 89—366”,这说明我国的“超级稻”育种是走在国际前列的^[3]。

关于小麦的理想株形育种,早在 1968 年第三届国际小麦遗传会议上,澳大利亚阿得来德大学维特农业研究所的 C. M. Donli 就提出了理想小麦的株形设计,简称“独秆麦”。我国四川农大曾进行过研究,获得过分蘖极少的材料,但未育成在生产上应用的品种。据肖世和、杜振华介绍,“八五”攻关后期,中国农科院曾组织 9 个育种单位联合开展了“超大穗小麦种质改良与利用研究”;“九五”期间,又设立了“超高产亲本材料创新与超高产性状研究”子专题,有些材料已初具超高产品种的雏型,可作为基础材料应用。与此同时,有些单位也进行了小麦高产理论研究,但是由于研究分散、目标单一及产量水平

的限制,已有的研究结果还不能确切阐明与超高产、高水肥利用效率的育种目标和栽培技术密切相关的形态生理特征和控制指标及其遗传规律^[4]。

1997 年,北京市农林科学院诸德辉研究员等应山东省烟台市邀请,对该市北马镇前诸留村的小麦高产田进行了现场验收,种植品种的名称是“8017—2”(由该市福山区于世英 1986 年从[(阿夫调蚰包) F₅ × 济南 13 号]杂种后代中选出,出圃后因整齐度较差,又经龙口市原志明建立株行圃严格地进行了提纯复壮),其中较大的一块,17.44 亩,亩产 708 kg;另一块 2.91 亩,亩产 732 kg,创造了黄淮平原地区小麦的高产记录和选育超高产小麦品种的范例。

关于超高产小麦育种的基础理论,过去国内尚未进行系统的研究和总结。作者在主持“小偃六号”等小麦的育种过程中,曾借鉴日本植物生理学家角田重三郎对日本水稻品种的演替及其形态、生理、生态特性的系统分析与论述,应用于小麦育种,取得了较好的效果。如 70 年代初,陕西关中地区的小麦骨干品种是“丰产 3 号”,属高秆少蘖类型,参照日本水稻品种的演替规律(高秆多蘖→高秆少蘖→矮秆多蘖→矮秆少蘖),取代“丰产 3 号”小麦品种的应该是矮秆多蘖类型,据此我们制定了当时的育种目标,8 年后育成了“小偃六号”(矮秆多蘖类型),成为 80 年代陕西关中地区的骨干品种。

近 8 年来,我们在国家自然科学基金与中国科学院重大项目支持下,从作物与环境的关系入手,进行了小麦高效利用土壤营养元素的遗传研究,试图从提高小麦对土壤养分的利用效率方面探索进一步提高小麦产量的潜力,取得了一些有意义结果:

(1)通过对大量小麦品种的鉴定与筛选,获得了若干能活化和高效吸收利用土壤磷的小麦种质资源,简称“磷高效”小麦品种。

(2)研究与阐明了“磷高效”小麦品种能高效利用土壤磷的生理机制。其一,这类品种可通过根系向土壤中分泌较多的有机酸,包括柠檬酸、苹果酸、琥珀酸、延胡索酸、乙酸等,可使根系周围的土壤 pH 值从 8 下降到 4.5,从而使土壤中部分难溶性磷转化为有效态,以提高植物对土壤磷的利用效率^[2]。其二,被植物吸收到体内的、每一个单位的磷,在不同的小麦品种中可以生产出不同的籽粒产量,即磷的利用效率也有明显差异。

(3)对普通小麦与长穗偃麦草全套异附加系及其背景亲本“中国春”小麦和八倍体小偃麦,在施磷与不施磷条件下进行鉴定,发现长穗偃麦草的 6E 染

染色体携带“磷高效”基因。

(4)通过“磷高效”与“磷低效”小麦品种互交,对杂种进行花药培养,并将获得的纯合二倍体在施磷与不施磷条件下进行鉴定,发现“洛夫林”小麦中“磷高效”特性受一对主效基因控制。

(5)对“磷高效”(洛夫林)与“磷低效”(中国春)小麦品种 DH 群体进行生化与分子标记研究,均发现了与杂种的磷高效表现呈共显性的特异带。

以上研究结果,为通过育种提高作物对土壤养分的利用效率提供了依据。

在上述研究的基础上,我们又于 1997 年秋开始,与中国科学院上海植物生理研究所沈允钢院士合作,对我们初步筛选出的最优杂交组合的小麦亲本及其杂种后代进行了功能叶光合速率的测定,结

果看出不同株系间有较大差异,其中少数株系明显超过双亲,这就为开展小麦超高产育种工作提供了进一步的科学依据。

从以上两方面研究中,我们深刻地体会到,多学科交叉与合作是推动科技进步的一条重要途径,它必将在新的农业科技革命中发挥重要作用。

参 考 文 献

- [1] 李振声等. 我国农业生产中的问题、潜力与对策. 北京: 科学出版社, 1995.
- [2] 李继云, 李振声等. 有效利用土壤营养元素的作物育种新技术研究. 中国科学(B辑), 1995, 25: 41—48.
- [3] Yang Shouren et al. Theories and Methods of Ricebreeding for Maximum Yield. Acta Agronomica Sinica, 1996, 22(3): 295—304.
- [4] 肖世和, 杜振华. 超级麦研究与 21 世纪小麦育种. 王连铮, 戴景瑞主编, 全国作物育种学术讨论会论文集, 1998. 179—185.

NEW REVOLUTION OF AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY AND RESEARCH ON CROP BREEDING FOR SUPER HIGH YIELD

Li Zhensheng

(Institute of Genetics, CAS, Beijing 100101)

Abstract By the end of 2030, the population of China will be up to 1.6 billion, the requirement for grains production in whole country will be increasing 150 billion kg on what has already been achieved. Considering that the farmland resource is limited, the way to increase crop yield must be dependent upon yield raising per unit area, so that to breed the new crops in which the yield can increase 20% - 30% than that of existing ones, or being called super high yield crops, is required. This paper indicated that to breed super high yield crops must strengthen multiple-discipline cooperation, develop new crop germplasm resources, improve breed method and further raise the utilizing efficiency of water, fertilizer and light energy of crops. Thus the target will be able to realize.

Key words super high yield crops, utilizing efficiency, water-fertilizer-light energy

·资料·信息·



位于湖北省武汉市的一所国内知名大学,拟聘请从事生物、化学、材料方面研究的、45 岁以下的学术带头人来校任教,并为他们提供 50—100 万元的科研启动经费和每年 10 万元特聘津贴及宽敞的住房等优惠条件。有意应聘者请将个人简历、现在所从事的工作和取得的科研成果以及联系方式等资料寄给本编辑部。(不接待电话及来访)