

# 从第一届国际农作物科学大会 谈农作物科研中的几个重要问题

冯 锋

(国家自然科学基金委员会生命科学部)

**[摘要]** 农业科学面临着农业生产的持久性、全球气候变化、遗传资源的保护、今后作物改良及农作物生理等五大问题,必须用多学科的知识研究解决农业生产中出现的新问题,同时要注意解决好与粮食生产有关的环境和社会问题。

1992年7月,“第一届国际农作物科学大会”在美国召开,来自85个国家的1100多名代表参加了会议。诺贝尔和平奖获得者、绿色革命的创始人、作物遗传育种学家 N. E. Borlaug 博士等著名农业科学家参加了大会。这次大会的宗旨是:在面临全球人口将在今后50年至60年间翻一番,而人类对粮食的需求也将随之增加1倍至3倍的压力下,确定21世纪农作物科学研究的方向和目标,共同寻求满足人类日益增长的粮食需求的新途径。与会科学家就农作物科研面临的一些重要问题进行了讨论与交流,这些问题包括:

1. 实现高产和持久利用的农业;
2. 全球气候变化对农作物的影响;
3. 作物遗传资源的多样性及其保护和利用;
4. 90年代后的作物改良——作物育种和分子生物学的结合;
5. 农作物生理学研究的重要性。

我国是一个农业大国,由于历史的原因,农业基础研究及应用基础研究相对薄弱。从传统农业向现代农业转变的过程中,我国农作物科学研究同样面临着上述重要问题。下面将对上述重要问题及我国农作物科学研究应采取的对策做一些阐述。

## 一、实现高产和持久利用的农业

近年来,随着能源、化肥、农药等的大量投入,一些发达国家出现了能源投入效率下降、环境污染、农业资源遭到破坏等一系列问题。为了探索解决途径,一些农业科学家提出了“持久农业”的概念,即在提高土地与资源生产率的同时,保持资源、环境的平衡及农业生产的稳定发展。持久农业的目标是,减少化肥、农药等化学物质的投入,加强农业系统内部物质的再循环,维持与提高土壤肥力,提高水的利用率,注意对农业生产环境的保护和改善,经济合理地利用农业自然资源,在能源与物资适度投入的基础上,发挥优良品种及农艺技术增产措施的作用,求得农业生产稳定、持久发展,使生产发展与环境、资源保护协调统一。

在本届大会上,持久农业是一个重要议题。与会学者指出,人类正面临着的一些全球性的

本文于1992年10月30日收到。

问题,可能会影响到全球农业生产的持久性。人类在提高农业生产的同时必须注意加强环境和资源的保护。认为20世纪90年代农业要完成历史性的转变,即由资源型农业向科学技术型农业的转变,科学技术在农业生产的持久化方面将发挥越来越大的作用。

当前我国正处在由传统农业向现代化农业转变的过程中,化肥、农药投入大量增加,使各种作物的单产有了较大的增长。但同时地力下降、资源破坏、环境污染等问题也已显露,前途堪忧。为了不重蹈发达国家农作物产量增加、农业持久性丧失的覆辙,我国在发展农业生产的同时,应注意运用农学、生态学、经济学的方法与原理,摸索出适于我国农业持久发展的措施与途径。

## 二、全球气候变化对农作物的影响

全球气候变化正日益受到各国科学家的重视。对未来全球气候的变化,普遍认为:1. 大气中CO<sub>2</sub>的浓度在不断增加,温室效应正日益增强;2. 近200年来全球气温已明显增加,今后仍将呈变暖趋势。

在大会上,各国科学家尤其是发达国家的农业科学家就全球气候变化可能给农作物生产带来的影响展开了热烈讨论。全球气候变暖可能会对农作物造成下述影响:1. 对农业生产的有利影响之一是,将提高中、高纬度地区的有效积温,使无霜期延长。这样,可能造成农作物产区的地理位移,从而使现今一些作物的适宜种植区域有可能变得不再适宜,也可能出现一些新的种植区域。这意味着目前各种作物的气候区划都将发生变化,因此必须考虑如何调整现有农作物布局;2. 高温将加快作物的生育进程,使生育期特别是灌浆期明显缩短,光合产物向穗部的转移效率也将下降。极端最高温度地增高,对小麦、玉米等作物均有减产效应,且会造成水稻开花授粉期的败育。因此培育抗高温耐旱的新品种将是育种学家面临的课题;3. 气候变暖将强化作物的蒸腾作用和土壤水分的散失。这意味着在内陆干旱地区,土壤沙化程度将进一步加剧,作物对灌溉水的需求量增加。另外,气候变暖还将加速土壤内有机质的微生物分解,长此会造成地力下降。虽然光合作用增益效应可以使根生物量增加,但土壤受旱后根生物量的积累和分解将受到限制。耕地受旱后,植被将减少,表土易流失,风蚀严重,一旦遇有暴雨冲刷则会造成严重的水蚀;4. 气候变暖使病原菌及害虫的越冬能力大为提高,易造成病虫害的流行和杂草的蔓延,这意味着人们不得不施用大量的农药和除草剂,从而加剧环境污染。

全球气候变化亦将给我国农作物生产带来较大影响。国家有关部委应组织各方面的专家对气候变化可能对农业的影响进行全面评估;农学家、气象学家应紧密配合,较准确地预测出全球气候变化的趋势、程度及对农作物生长的影响,以指导作物学家采取相应的措施,如培育耐高温、抗旱、适应性强的作物新品种,调整播种期,扩大灌溉面积等,以适应全球气候变化,使对农作物的不利影响减低到最低程度。此外,还应加强有关的国际合作与学术交流,吸收、借鉴国际上的先进技术和经验。

## 三、作物遗传资源的多样性及其保护和利用

作物遗传资源的多样性是人类的宝贵遗产,是维护农业持久性的重要基础。加强作物遗传资源多样性的研究、利用和保护,是各国农业科学家普遍关心的问题。多种多样的作物遗传资源是常规育种和生物技术育种的重要材料基础,许多作物的重要抗逆性、抗病虫性状皆可由作

物的野生资源提供。

随着生物技术的发展,异源种质在作物改良中的利用变得愈来愈重要。由于对作物基因库的基本知识缺少了解,这就限制了野生近缘植物在作物育种中的应用,因此在今后的工作中应加强对基因库中野生植物重要农艺性状的研究和评价。另外,国际上对种质资源的主权与交换存在着两种看法,发达国家的科技工作者认为种质资源是世界性的财富,应当无国界,可以自由交换;发展中国家的科技工作者认为种质资源是各国自身的财富,交换是有条件的。目前分子生物学技术已发展到可以克隆个别基因,而且为知识产权,可以将克隆技术及克隆到的基因申请专利。这意味着发展中国家的种质资源交换到发达国家后,发达国家对重要基因进行克隆并申请专利,发展中国家将有可能失去这些基因的主权及使用权。尤其发展中国家生物技术相对落后,因而在竞争中必然处于劣势。鉴于此,我国对于种质资源的交换应重新制订政策,通过法律给予保护。

我国具有丰富的作物遗传资源,已收集到的作物种质资源总数达30万份以上。但由于作物种质资源研究工作起步较晚,基础薄弱,与发达国家相比,在种质资源的深入研究方面还存在一定的差距。针对人口的不断增长和经济的迅速发展,面对世界种质资源的激烈争夺,我国的种质资源工作一方面要进一步加强收集和保存,对已有的大量种质资源进行农艺性状、品质及抗逆性鉴定,以期筛选或培育出高产、优质、抗病虫害、抗逆能力强、适应性广的品种或材料,供生产或育种利用;另一方面,应利用现代分子生物学的技术和方法,开展种质资源的遗传研究,对重要性状进行基因定位,研究其遗传规律,绘制重要作物的基因图谱,建立基因文库,以期对重要性状及优异种质有全面的了解,为种质资源的利用及国际交换提供重要的基础资料。

#### 四、90年代后的作物改良——作物育种和分子生物学的结合

作物育种是提高作物产量最经济、最有效的方法。早期的作物育种主要是利用当时存在的遗传资源,经一定人工辅助作用创造变异类型,在田间进行选择,进而培育成品种。这种方法称为常规育种,它包括杂交育种、回交育种、系统育种等。近30年来,随着细胞生物学、分子生物学的进展,人们已经能够采用组织培养、细胞工程和遗传工程等生物技术在实验室创造和选择理想的变异类型,这种方法称为生物技术育种。生物技术育种具有如下优点:1. 提高变异率,扩大变异谱;2. 不受气候和自然环境的影响,可以在实验室中对性状进行选择;3. 在小的空间中处理大量个体;4. 可直接对孢子、单倍体进行操作。这样,简单的染色体组可以使隐性性状在较小的群体中得以表现;5. 缩短育种年限。常规育种方法培育一个品种一般需5—7年,应用生物技术方法育种周期可缩短至2—3年。生物技术特别是细胞培养和分子生物学的最新进展,为作物的遗传改良开辟了美好的前景。水稻生物技术已取得了一些令人兴奋的进展,如原生质体再生植株、转基因植株的获得、RFLP图谱的测定、一系列基因克隆的获得等,这些进展为水稻基因转移提供了美好的前景。生物技术方法在水稻遗传改良上的作用将受到高度重视。

我国作物遗传育种有相当好的研究基础和较强的研究实力。作物雄性不育杂种优势的利用,花药培养、单倍体、多倍体育种及主要作物常规育种技术水平及所取得的成果已达到或接近当代国际水平,有的居领先地位。但有关作物遗传育种的理论,特别是基础理论研究还很薄弱,与国际先进水平相比差距较大。因此,面对生物技术与作物常规育种的结合,未来我国作物

遗传育种工作,一方面要切实加强优势领域的基础和应用基础研究,力争有新的重大突破,在不同层次和水平上较系统地开展作物遗传育种各个方面的理论研究,以形成较全面的理论和应用研究体系;另一方面应大力加强以生物技术为核心,把高新技术应用于作物遗传育种的基础性研究,把作物遗传育种理论研究提高到分子水平,在广泛应用细胞工程的基础上,积极探索基因工程等新的育种途径和技术,把生物技术研究利用提高到新水平。

总之,未来的作物育种将在常规育种与生物技术相结合的基础上进行。常规育种是基础,生物技术育种的基础材料来源于常规育种;生物技术是常规育种的有力助手,它可以在室内创造变异,加快选择进度,缩短后代稳定所需的时间;另外生物技术方法选育的材料最后也需要应用常规方法进行鉴定和检验,因此未来的作物育种将是一门综合科学,它需要作物育种学家、分子生物学家及生物技术专家的密切配合。

### 五、农作物生理学研究的重要性

作物生产和农作物优良品种的选育与作物生理学有着密切的联系,作物的抗逆性及农作物的产量形成,是与作物生理学密切相关的两个重要性状。在农作物的生产中,限制作物增产的主要因素之一是自然逆境,如旱、涝、盐碱、高温、低温等。认识作物对逆境的反应,提高作物的抗逆性是农作物生产中的重要问题。作物逆境生理的研究由来已久,但长期停留在逆境伤害的表症及生理指标的研究上。近年来,作物抗逆性研究已逐渐向细胞水平、分子水平发展,并和遗传学紧密结合,开始了用生物工程技术来改造植物的探求。当前国际上分子水平的抗逆性研究主要有下面两方面的工作:1. 逆境诱导蛋白。在逆境条件下总的蛋白合成水平降低的同时,发现有一些小分子量蛋白的新合成,如高温诱导的热激蛋白、紫外线诱导的紫外蛋白、重金属离子诱导的植物螯合肽等,其它如干旱、低温、二氧化硫等也都能诱导特殊的蛋白。许多逆境蛋白的功能尚待研究,但有一些已经明确,这类蛋白的诱导是与抗逆性的提高或对逆境的适应有关。2. 与逆境有关的基因的克隆、导入、表达和调控。这方面的工作主要有:与抗渗透胁迫有关的渗透调节物质合成酶基因的克隆、渗透调节物质运输蛋白基因的克隆、与抗涝有关的醇脱氢酶基因的克隆,来自于嗜热菌的耐高温 3-异丙基苯甲酸脱氢酶基因的克隆、 $\alpha$ -淀粉酶基因的克隆等。研究者还对其中的一些基因进行了初步的基因工程探索。逆境诱导蛋白和抗逆性有关的基因的研究是密切相关的,与抗逆性有关的诱导蛋白的研究将有助于确定和研究控制合成蛋白的基因,并进而开展提高植物抗逆性的基因工程研究。但要获得农业上有应用价值的抗逆性工程植株,还有待做许多研究工作,因为植物的抗逆性是由多基因决定的,只有彻底搞清了抗逆性的分子机理及抗逆性基因的表达和调控规律,应用基因工程方法进行抗逆性育种的工作才能有效地进行。

农作物产量形成过程亦是同化物质在源库中的重新分配过程,作物产量是一系列过程的结果,这些过程有相对协调的速率。在代谢过程中,碳素平衡过程与氮素平衡过程对产量有重要影响。碳素平衡过程包括光合作用,呼吸作用及根、茎贮藏物质的运输;氮素平衡过程是指根部吸收及固定的氮素在营养和生殖器官的重新分布。在植物的生理代谢中,碳素平衡和氮素平衡是相互联系的,这种联系有利于对作物生长物理胁迫效应的理解;库的大小影响着产量形成的速度及总产量,库的大小的有限性有利于对产量形成的生物胁迫的理解。作物产量形成过程中,以产量为目标的选择虽然可以提高光合器官对特殊环境的适应性,但提高光合作用的主要

改良手段可能是分子水平上的生物工程。另外作物育种及育种过程中性状的评价若能与作物生理学的研究相结合,作物育种的效率将大大提高。

我国作物生理学研究具有较好的工作基础,在光合作用、胞间物质的运输、作物产量的形成等方面具有一定的优势。干旱、冷冻、盐碱等危害对农业生产的影响极大,作物逆境生理的研究具有广阔的应用前景。此项研究应结合我国特有的种质资源和环境条件进行,采取机理的研究与生态生理的研究相结合的方法。在研究内容上首先应选择对提高生产和发展学科均有重大意义的课题。加强重要农作物离体培养再生植株方法的研究,将会使植物基因工程在农作物生产中的应用发挥更大的实际效果。作物的光合作用、生物固氮的机理以及作物发育的基因调控等亦应作为未来我国作物生理学基础理论研究的重要领域。

## 结 语

虽然我国农作物科学研究取得了一些成就,在某些研究领域具有一定的优势,但与国际农作物科学研究一样,仍面临着许多新的问题。因此未来我国农作物科学研究在充分发挥资源优势的基础上,有必要吸收多学科的知识,积极开展国际学术交流,注意研究农作物生产中出现的新问题,加强生物技术与常规方法在作物育种中的结合,密切注意全球气候变化可能给农作物生产带来的影响,在研究更有效地利用和保护作物遗传资源、水资源和土地资源及开发作物新品种的同时,要注意全面解决与粮食生产有关的环境和社会问题,以保持农作物生产的高产、高效和持久性。

## SOME IMPORTANT ISSUES IN CROP SCIENCE RESEARCH

Feng Feng

(*Department of Life Sciences, NSFC*)

### Abstract

The world population will double in the 50 to 60 years. The need for grain will double or triple also. Crop science research faces many important issues. These issues include: 1. Striving for a productive and sustainable agriculture. 2. Impact of global climatic change to crop. 3. Conservation and use of plant genetic resources. 4. Improvement beyond the 1990's — integrating plant breeding and molecular biology. 5. Advances in physiology of crop plants. This paper will discuss above issues.