

·工作研究·

基础研究与农业科学

白玉良

(北京农业大学)

[摘要] 本文论述了基础对农业科学的推动作用,并给农业持续发展源源不断注入新的动力,导致历次农业生产的革命性变化。农业科学对基础研究提出许多探索和尚需解决的理论问题,带动了基础研究的深入进行。

数、理、化、天、地、生等自然科学的基础研究可萌发派生出一系列应用学科,任何一门应用科学都是在多个基础学科交叉、渗透中产生的,一般都具有明显的综合性特征。农业科学就是在基础学科中派生出的一门综合性应用科学。基础研究的一条理论可辐射到多个应用科学之中,而一门应用科学则是以—种基础学科的研究理论为主体、多个基础研究理论综合交叉和相互渗透的结果。农业科学就是以生物学的基本理论和基本规律作主体,无论是低等植物还是高等植物或家畜家禽都同样遵循遗传学的规律,体内生命代谢途径和生物化学过程都遵循生理或生物化学的理论,同时还要运用数学、物理、化学等其它基础学科的基础研究理论。

基础研究与农业科学属于科学研究的不同阶段。在科学研究整个系统中,前者是基础、是源泉、是生长点;后者在基础研究与农业生产之间起着承前启后的桥梁作用,使基础研究取得的很多理论学说转化成应用的技术和产品,再进一步转化为现实的生产力,推动农业生产的发展。农业科学实践活动中提出许多值得探讨的新的理论问题,反过来带动基础研究深入进行,二者彼此促进。

一、基础对农业科学的推动作用

生物学领域基础研究所获得的规律和理论是农业科学的强大后盾,对农业科学的深入研究和连续推出新成果提供保障,从而引起农业科学研究和农业技术的变革,开拓出农业史无前例的技术革命。从古至今,农业科学的发展离不开生物学和其它学科基础研究的理论作指导。农业生产中一些见到巨大效益的作物新品种和技术,大多数依赖于过去的基础研究。

19世纪20年代,生物学基础研究的进展有力地促进了农业科学的发展。如植物遗传学理论、细胞学说、达尔文进化论的确立对动植物育种;植物生理学和病理学对种植业;动物生理学和病理学对畜牧业等都直接起过推动作用,且至今仍继续为农作物、园艺作物品种和畜禽品种更新换代以及杂种优势的利用提供依据。奥地利遗传学家孟德尔(G. Mendel, 1822—1884)在8年的豌豆杂交实验中,运用数学的方法创立了生物遗传的两个基本定律“分离规律和自由组合规律(独立分配规律)”,并首先提出“杂交活力”术语。经后人的大量实验证明,从微生物、植

本文于1992年8月31日收到

物到动物和人类的遗传主要都遵循孟德尔定律。后来,以美国遗传学家摩尔根(T. H. Morgan, 1866—1945)为首的一批科学家根据果蝇的试验,提出了遗传的“连锁与互换规律”,把遗传学研究从个体水平深入到细胞水平,诞生了染色体遗传理论,并建立了“基因”假说。以英国科学家克里克(F. H. Crick, 1916)和美国科学家沃森(J. Watson, 1928)为代表的一大批著名科学家,在孟德尔和摩尔根等人的基础上运用化学和物理学的新成就,证明了DNA双螺旋结构,把遗传学从细胞水平发展到分子水平,标志着生命重要特征的遗传奥秘被打开,建立了遗传信息的新概念,创立了分子遗传学理论。这些规律一旦被认识、运用,就会推动农业科学的发展,对生产发挥指导性作用。长期以来人类对良种的选育就很重视,育种科学家们依循遗传学和杂种优势理论,先后在玉米、高粱、小麦和水稻等杂交种选育方面获得重大突破。1907年舒尔(G. H. Shull, 1874—1954)首先提出“杂交优势”,1920年他与美国科学家贝尔(W. J. Beal, 1833—1924),琼斯(D. F. Jones, 1917)首先培育出玉米杂交种,1930年在美国推广。1943年美国双交玉米种占玉米播种面积的50%,1960年已占96%,打破1876—1936年的60年每亩玉米单产始终在100公斤徘徊的局面,使产量大幅度上升。1940—1960年大致每十年以每亩50公斤的速度增长,达到亩产200公斤,产量翻了一番;1961—1980年则每十年以每亩100公斤速度增长,达到亩产400公斤,又翻了一番;1981—1990年还以每亩100公斤速度增长,大面积亩产突破500公斤,小面积亩产高达750公斤以上,又接近翻一番。据估计,在玉米增产诸因素中,杂交种约占50%。我国杂交玉米育种始于30年代,70年代开始大面积种植,80年代中期杂交玉米种植面积占玉米面积的70%,90年代占90%以上,产量提高30—50%。50年代末,美国培育出杂交高粱,1957年种植面积达1800万亩。现已在干旱条件下的国家广为种植。我国杂交高粱育种起于50年代末,曾种植过相当面积。1960年墨西哥科学家布劳尔培育出一批半矮秆高产小麦品种,使墨西哥小麦从原先的每亩50公斤增到1980年的250公斤。80年代在东南亚、近东、非洲、拉丁美洲种植面积达400多亿亩,增产显著,引起一场“绿色革命”。1975年菲律宾国际水稻研究所选育出矮秆、早熟、高产的品种,80年代在东南亚(不包括中国)、拉丁美洲种植8亿亩,占这些地区水稻面积的27%,有的一季亩产高达600—650公斤。我国育种学家袁隆平(1964年)就是被植物界亲代与子代之间遗传变异的玄妙现象深深地吸引住,充分利用新发现的材料,培育出水稻杂交品种。1980年我国种植8000万亩,比常规品种增产60%,在我国粮食增产中产生过巨大作用。同年转让给美国,亩产达738—783公斤,较美国一个良种增产83—90%。近年来继上述作物之后,我国杂交育种和杂种优势的利用在其它作物上也陆续获得突破。相继又培育出油菜、棉花、白菜等杂交种,初步形成了种子的杂种化。遗传学的迅速发展和“杂种优势”同时也推动了畜牧育种工作。畜牧业中依据遗传学和生理学的原理,采用了生殖生理理论,培育出了肉、蛋鸡新品种。结合动物营养生理理论配出的全价或复合饲料,使饲料转化率大幅度提高。肉鸡每增重1公斤所消耗饲料:1918年为3.59公斤,1928年为2.47公斤,1948年为2.30公斤,1968年为2.10公斤,1988年为2.00公斤。近20至30年畜禽育种科学家用遗传学成就,基本查明猪的各种重要经济性状的遗传变异特征,从而提出不同性状的选择与改良方法,使育种方法有了深刻变化,如对优良种猪进行现场测验,就比后裔测定方法更有利于快速育种。在改进纯种猪的同时,60年代在品种繁殖中突出了“小群”内的世代选择——系统选育。1966年,荷兰采用“杂种母猪”的选育方法育成“杂交猪”。60年代以来,培育肉用型猪品种已成为主要趋势,并已达到瘦肉多、脂肪少、生长快、饲料省的目的。由于肉牛业蓬勃发展,牛肉产量升居各种肉类之首。加拿大、新西兰、阿

根廷等国的肉牛业除继续采用轮回杂交外,近年来还推行“终端”杂交制,把两个纯种杂交的第一代与第三个品种的“终端”公牛杂交,使后代最充分地利用了杂交优势。目前,全世界已培育出的杂交种:大田作物27种,蔬菜作物31种,果树4种和家蚕、家畜、家禽等。

当今生物工程的兴起,给农业科学研究带来巨大变化,引起研究方法和手段改革与更新,使农业科研更加活跃,为未来农业科学开辟了广阔的前景。但从根本上讲这些都是建立在分子遗传学的基础上。其中,基因工程、细胞工程、胚胎工程等都是由发现DNA和结构的证实而产生的深远影响。

植物生理学是研究植物生命活动规律的一门科学,对它的研究及有关理论与农业科学进步密切相关。1840年德国科学家李比希(J. V. Liebig, 1803—1873)建立的“植物矿质营养学说”构成现代植物生理学的重要内容,揭示了农作物生长除需要碳、氢、氧、氮外,还要有钾、磷、硫、钙、铁、锰、硅等元素,科学地论证土壤肥力问题,奠定肥料学的理论基础,导致一门巨大的化学肥料工业的建立。在西欧,由于化肥的大量施用,把有机农业和无机农业初步结合起来,50年代粮食单产由100公斤一跃提高到200公斤,成了农业发展的一个里程碑,改变了西方乃至整个世界农业的面貌。现今全世界粮食产量的增加,30—40%是由于使用化肥取得的。计算机应用和复合肥的出现,又使施肥建立在更科学的基础上,并取得较经济的增产效果。

自荷兰化学家柯尔(F. Kogl, 1933)鉴定出吲哚乙酸是一种天然生长素以来,已证明植物体内有五大内源激素。通过植物生理学基础研究深刻地揭示了植物激素信息传递—转换的机制及其在调节植物有机体生命活动中的意义,阐明了各类植物激素作用机理和作用方式,并发现了其生物合成途径和调控因子,这为推动调节剂的应用提供了坚实的基础知识。随着化学的发展,人们用化学方法合成了类似激素作用的生长调节剂,应用到农业生产之中,对农作物、园艺作物有明显的调节作用,可抵御环境胁迫,提高品质,增加产量,给传统农业技术增添了新内容,所起的作用是传统或常规技术无法实现的,并形成了一门新的农业技术——化学控制技术。如我国目前在棉花上应用的新型生长调节剂缩节安,在1984—1989年间每年棉田应用面积大约保持在1500万亩以上,1990年达4000万亩以上,对我国棉花优质、高产发挥了重要作用,累计增收在20亿元以上。随后,多效唑在多种作物上应用获得成功:南方稻区应用多效唑培育晚稻育秧,有效地克服了秧苗徒长和移栽后倒苗败苗的严重影响产量的问题,一般每亩可增产10%。1987—1990年已在江、浙等10多个省市累计应用1075万亩,增产稻谷2.5亿公斤。在长江流域中下游油菜产区,用多效唑培育冬油菜的壮苗技术,有效地克服了“高脚苗”并提高了抗逆能力,一般可增产10—20%。1990年在鄂、浙等省累计推广达到200万亩,增产油菜籽3000万公斤。桃树苹果树应用多效唑化控矮化技术已比较成熟,解决了桃树适龄不结果,苹果过度营养生长的问题。1991年在北京、辽宁等省应用面积达60多万亩,亩增产桃500公斤,增产苹果1000公斤。化学农药和农用塑料对农业生产亦起到无可估量的贡献。

除以上外,辐射技术和同位素示踪已应用在作物育种中,并培育出多个作物品种。在一定范围内地学对农业科学中的农业气象学、农业地理学、土壤科学的发展提供了重要的基础,加强了农业科学整体化和综合化的趋势,已经产生很大的作用,还必将产生极其深远的影响。遥感技术和电子计算机的飞速发展和大规模应用,均能有效指导农业生产。

综上所述,农业生产中结出的累累果实证明基础研究中各种理论迅速发展并卓有成效的渗透和转化为生产力,确实是人类赖以生存、繁衍和社会发展的强大支柱。

二、农业科学对基础研究的带动作用

基础研究来源于应用科学和对自然界现象的观察。如19世纪中期,动植物育种和良种繁殖业发展给遗传学问题的研究提供了日益丰富的材料和准确可靠的方法。同时,胚胎学、细胞学、生理学和生物化学等的研究取得的成就也为探求遗传规律和遗传因子的动向创造条件。20世纪随着人口的急剧增长,环境恶化(土地沙化、水土流失),资源短缺,给人类造成很大威胁,这就为当今世界范围内基础研究提出很多艰难重大的新课题。随着科学技术不断深入和生产水平的迅速提高,基础研究与农业科学的界限越来越模糊。新基础理论转入农业科学应用研究到农业生产发挥效益的周期越来越短,有时基础性研究和应用研究同步进行,且基础研究也从目标的不确定性向有应用背景的方向转移。根据科学发展的趋向和特点,世界各国都采取相应对策,以解决农业发展中重大的基础理论问题。

我国在本世纪末要实现小康水平,但面临的人口、资源、环境的严峻局面,能否跨上小康台阶,首先给未来农业带来巨大的压力,提出农业中长期发展要探索的一系列科学理论问题,如农作物杂种优势雄性不育,畜禽杂种优势利用,农作物高产、优质、高效,畜禽营养生理和代谢;农业资源的合理开发与利用等等。为解决这些问题,摆脱压力和困境,不但迫切需要农业科学不断的快速发展,而且更需要基础科学提供可靠的理论,找出重大突破口,增强农业发展强大后劲。根据国情和国力,国家在“八五”期间已采取重大的战略决策,优先部署了有应用目标的基础研究工作,国家科委和国家自然科学基金会在科学家建议的基础上,又经专家反复评审论证,已将农业中长期发展的一些关键科学问题立项,以加强有关基础研究。国家科委“攀登计划”所确定的30个重大关键性项目中,直接与农业有关的占1/15。目前,虽然有植物遗传理论作指导,培育出了玉米、水稻、棉花、油菜杂交种,但还有很多未知的科学理论和内在规律未揭示,迄今,冬小麦的杂交种在生产上无突破,这与基础研究没有跟上有直接的关系。为此,确立了“粮、棉、油雄性不育杂种优势利用基础研究”项目。一旦在理论上取得突破,其结果不但能丰富植物遗传学的基本理论内容,而且也会有力地推动应用进程。农业生产上存在的另一问题是要综合高效地利用农业资源,发展创汇农业,走高产、优质、高效的路子。“主要农作物高产、高效、抗逆的基础研究”项目的确立,可对这一问题进行深入的研究,以建立适合我国实际的农作物栽培新理论体系,在保持较高产量的基础上,解决农产品存在的品质低和资源利用效益低等问题。此外,我国水资源十分短缺,严重制约农业生产的产量进一步提高,必须提高农作物用水的效率。为此,国家自然科学基金会确立了“农业节水的应用基础研究”项目,一旦从理论上获得突破,可派生出一系列农作物节水技术。以上项目的实施,对本世纪末或下个世纪初农业稳定持续发展无疑将起到保障和推动作用。

BASIC RESEARCH AND AGRICULTURAL SCIENCE

Bai Yuliang

(Beijing Agricultural University)

Abstract

This paper discussed the effect of basic research to promote agricultural science and to give the motive force for the continuously development of agriculture as well as to result in all previous revolutions of agricultural production. The agricultural science raised many new theoretical problems which need to be studied in the basic research and drove basic research in a deepgoing way.