

农作物育种工作的回顾与前瞻

李 公 德

(吉林省农业科学院作物育种所)

有史以来,人类在长期的生产活动中,许多野生植物,经过漫长的岁月,逐渐驯化为栽培的农作物。同时,在不同条件的影响下,经过自然淘汰和人工选择,形成了丰富多采的品种,为后来的品种改良工作提供了极其宝贵的资源。

长期的生产实践,使人们逐步认识到品种在农业生产中的重要性,对不同的品种材料也不断地进行了培育选择,但是由于缺乏科学的指导,品种改良的成效是相当缓慢的。十九世纪后半叶,细胞学有了迅速的发展,1900年孟德尔遗传法则重新发现,从而诞生了细胞遗传学。作为应用科学的农作物育种学也相应地产生,在细胞遗传学的指导下有了迅速的发展,在短短的七十年过程中,不但育种技术有了显著的进步,而且也取得了很大的成就。世界上一些发达国家无不把农作物品种改良工作作为发展农业生产的重要措施。

温故而知新,回顾过去育种工作的发展和成就,对我们现在和将来的品种改良工作将是有益的。

一、农作物品种改良的主要成就

半个多世纪以来,人们根据生产中存在的问题和农业生产发展的需要,以细胞遗传学为理论基础,不断地进行了品种改良工作,在抗病虫、产量性状、抗逆性以及品质等方面都取得了显著的成就。

病虫害是农业生产中主要灾害,特别是流行性病害,严重年份颗粒不收。小麦锈病是一种世界性的病害,为了寻求抗病品种,三十年代终于找到了抗病基因,同时采取回交杂交法育成了大量的抗锈品种,为世界小麦生产的持续发展,作出了极大的贡献。马铃薯晚疫病也是毁灭性的病害,十九世纪末本世纪初,欧洲某些国家由于晚疫病的大发生而大幅度减产,造成了饥荒。最后由于育成了抗病品种,才挽救了马铃薯的生产。其他如棉花的枯萎病、黄萎病,玉米的大斑病、小斑病,水稻的稻瘟病、丛矮病以及蔬菜方面的霜霉病等,都在抗病品种上对生产作出了显著贡献。抗虫育种的成就虽然不如抗病育种显著,但也取得一些成绩,如大豆抗食心虫育种、玉米抗螟育种以及高粱的抗蚜育种等,都取得了一些成果,在一定的程度上控制了危害。

高产,始终是农作物品种改良的主要目标。由于对品种资源的广泛利用,和育种技术的进步,在七十余年的过程中,高产育种取得了人们难以预料的显著成果。农作物品种经过长期的培育,有关产量性状的有益基因,一次又一次地逐步地累加起来,以致现代的改

良种和原始地方种相比，不论在籽实的数目上和籽实的大小上都有了明显的提高。小麦的地方品种公顷最高产量仅四千斤左右，而现在品种产量水平提高了一倍到两倍，最高产量达到1.5万斤以上。水稻古老的地方种，公顷最高产量仅八千斤左右，而现在的推广良种，最高产量接近两万斤。利用杂交优势推广杂交种，使某些作物的单产大幅度提高，美国的玉米，由于推广了单交种，它的单产比三十年代种植的品种增产了百分之五十；四十年代美国高粱平均单产只不过三千多斤，五十年代以后由于推广了杂交种，平均单产增加了将近一倍，我国和其他一些发达国家大体上也都是如此。在特用作物方面如向日葵、大豆、棉花等，品种改良的成效也是相当显著的，不但在产量上有了大幅度提高，而且在品质上也有了明显的改进。如向日葵杂交种的推广普及，单产提高了30%以上，在含油量方面也在过去40%的基础上，提高到50%左右。

抗逆性，在世界某些地区也是育种的主要目标之一。日本的北海道和东北地方低温冷害对水稻生产威胁很大，严重年份，减产30~50%。经过筛选鉴定抗寒性材料，培育成许多抗寒性强产量高的良种，再加上育苗技术的改进，大大地减轻了低温冷害对生产的危害程度，对水稻的稳产高产作出了显著贡献。五十年代以前法国仅南部温暖地区种植玉米，中部和北部仅种植麦类和马铃薯，作物品种单一。六十年代由于培育出早熟、耐低温的玉米杂交种，使玉米的种植区域向北推进了900公里，对增加作物种类，改进耕作制度，提高单产，起了很大作用。

近20年来，世界各国在农作物品种改良方面，非常重视资源的征集研究，以高产生理为基础的株型育种工作。可以预料，它必将取得更为突出的成就，给人类提供更多的财富。

二、农作物育种技术的进展与评述

半个多世纪以来，农作物品种改良工作，在品种资源的搜集研究利用、育种的途径方法以及品种改良的水平等方面，都有了很大的发展。在某些问题上起到了关键性的突破作用。

(1) 品种资源的征集研究利用，不断地为育种工作提供了有益基因。作为育种材料的品种资源，一向被人们所重视。从品种资源中一旦发现有用的基因，往往使育种工作获得新的显著成果。小麦锈病之所以能够得到解决，其根本原因是由于发现了二粒小麦、提莫非维小麦以及硬粒小麦有高度的抗病性，为育种工作提供了抗病基因，才育成系统抗病的普通小麦品种。高产的墨西哥小麦和菲律宾水稻是由于农林十号、低脚乌尖提供了矮源，才取得了突破性成果。高粱、水稻、向日葵、小麦不育系的培育成功，也是分别由于从西非高粱、野生稻、菊芋、提莫非维小麦中发现了细胞质不育基因，才育成了可以利用的不育系，使这些作物的育种工作进入了一个新的阶段。

随着育种工作的进步，品种资源工作也在不断地发展。过去育种基础材料一般都零散地保存在育种家个人手里，品种搜集保存研究是育种家个人的事。现在已发展为由国家组织的一项独立的科研工作，搜集之广，研究之深是前所未有的。随着农业生产的发展和人类的需要，品种资源的研究，必将提供出更多更好的基因，在品种改良工作上发挥它更大的作用。

(2) 育种途径方法。通过七十年的育种实践和所取得的成果来看，农作物品种改良虽

然有多种途径方法，但其中有成效的仍为人工有性杂交，在长期的育种工作中，它始终起着主导的作用。过去和现在许多国家生产上推广的良种，除玉米、高粱研究杂种优势、推广杂交种外，其他作物大部分是通过杂交育种培育出来的。人工有性杂交根据育种目标和性状遗传的繁简，采取回交、单交、复交等不同的杂交方法，把有益的性状组合到一个品种上来。特别是经济性状，多属多基因遗传，通过反复多次的杂交，把显性基因一步一步地累加到一批又一批品种上来，有关产量性状得到了不断地加强，致使今天育成的良种，在一穗粒数上和千粒重上与原始地方种相比都有明显的提高。在长期的杂交、培育、选择过程中，对亲本选配、杂交方式、性状遗传以及后代处理选择等方面都积累了丰富的经验。

杂种优势利用是农作物品种改良的一个新的发展。本世纪初，沙尔(Shull G.H.)在研究玉米自交退化的基础上，首次提出在生产上应用自交系杂交种，由于种子繁育程序复杂，当时没有用于生产，一直到四十年代才在少数国家大面积推广。五十年代以后杂种优势利用在其他作物上有了迅速的发展，以高粱为先导，昆贝(Quincy J.R.)卡珀(Karper R.E.)发现质核互作型不育系，为杂种优势利用提供了可能性。其后甜菜不育系选育成功，三倍体的杂种在某些国家已用于生产。其他如向日葵、珍珠粟也发现了不育系，杂种已大面积繁殖推广。六十年代我国通过野生稻与籼稻、粳稻与粳稻杂交，分别育成了野败型和滇型不育系，为水稻育种开辟了一个新的途径。

不育系的培育成功，使某些作物的育种工作进入了一个新的阶段，育种效果大大地提高了一步。当然，有些作物在这方面还存在着一些难题，还不能说杂种优势利用是所有作物的育种有效途径。但是，谷子、小麦等今后很有可能在这方面获得成功。

(3)近20年来稻、麦在以高产生理为基础的株型育种方面获得了显著成效，它标志着农作物品种改良工作达到了一个新的水平，引起了人们普遍重视。过去不论人工有性杂交育种或者是杂种优势利用，一般都是对有用性状的直接选育，如抗病、穗大、秆强等等。而高产生理为基础的株型育种，除对这些性状进行培育选择外，并注意了品种的株型结构、光合强度及光合产物的分配等问题的研究和选择，使育成品种的营养器官具有较高的功能和优异的经济性状。

营养器官和生殖器官本来是一个统一整体，籽实产量的高低是营养器官生长发育的结果，农作物育种工作将两者从生理上和遗传上进行全面地研究培育选择，这是农作物品种改良上的一个进步。

三、动向与展望

七十余年农作物品种改良的成绩是显著的，在技术方法上也有了很大的进步。从育种工作的发展，结合当前的一些动向，对今后的品种改良提出以下几点看法。

(一)重视株型育种，培育高产综合性状好的良种。农作物品种的产量潜力主要表现为合成碳水化合物和将其更多地转移到籽粒中去的能力，因此，培育能充分利用光能，提高光合能力和经济系数高的品种，是当前育种家普遍注目的问题，特别是随着农业技术的不断改进和肥水水平的不断提高，高产生理育种是产量品种改良的必然趋势。进行生理育种，一是改良品种株型结构，调节光合面积，提高光合能力，改善光合产物的分配和利用。二是从提高作物同化 CO_2 效率出发，采用同室效应法，筛选低光呼吸、高光合效率的品系或品种。

目前国内外，不断改造植株的形态结构，还是改造光能利用的途径和特点方面都作了不少工作，取得了一些成绩，特别是株型育种方面，成效是极其显著的。高光合效率的筛选方面，也有一些进展。江苏农科院对生产上一些优良水稻品种进行光呼吸处理，发现后代变异的几种类型比亲本增产10%以上，其他单位也获得了大体相似的结果。但是，在其他作物上也有相反的结果，如美国从大量的大豆品种中没有筛选出具有低的CO₂补偿点的材料。目前多数人认为产量是多因素相互作用的结果，对CO₂同化力的强弱，只是与产量有关的因素之一。从目前情况来看，根据不同的生态条件，探讨研究适宜的株型，选育株型结构合理、经济性状优异的品种，在当前条件下是切实可行的有效途径。

一个优良品种不仅产量要高，而且品质要好，抗性强，适于本地区种植。任何一个农作物品种，都有其地域适应性。用于四海而皆准的品种是没有的，只不过其适应范围有大有小而已。因此了解服务地区的自然条件、栽培水平以及品种生态特点等，从而制定出切合实际的育种目标，这是对一个育种家的起码要求。对某些影响产量的主要自然因子，在育种工作中必须作为重要性状加以研究选育。如冷害问题，在世界高纬度地区是影响作物不稳产的共同因素，许多国家在这方面作了不少工作，育成了许多耐冷性强、适于当地条件栽培的稳产高产良种。

抗病是优良品种必须具备的性状之一。历史的经验证明，没有永恒的绝对不变的抗病品种，因此，只要进行品种改良工作就必须注意抗病性的选育，特别是流行性病害，更是如此。历史上许多高产品种，由于不抗病给生产上造成严重损失的不乏其例，这一教训必须吸取。

(二)有性杂交仍是今后主要育种途径。采取什么育种途径方法，这是育种工作中重要问题之一。从70余年的育种实践来看，人工有性杂交不论现在和将来，仍应为育种的主要方法。农作物品种选育，不外把不同品种材料的基因加以重组，使有益基因组合到新品种上来，人工有性杂交是达到这一目的最有效的方法。其他如人工引变、辐射育种、只能对染色体的某一位点发生作用，而不可能使大量基因全面重组。人工有性杂交育种应特别注意新类型的创造和利用，历史经验证明，一个突破性的品种的育成，它都是通过几次杂交选择，最后利用一些“偏才”材料作亲本培育成功的。例如，许多抗病的冬、春小麦品种，开始是用栽培二粒小麦与普通小麦Maguis杂交，育成了普通小麦HoPe和H₄₄，这两个品种虽然没有多大直接利用价值，但却是秆锈病和腥黑穗病的主要抗源，各国利用这一“偏才”材料进行杂交，才育成了既抗病，综合性状又好的许多良种。高产的墨西哥小麦品种的育成，大体上也是如此。辽宁省铁岭农科所培育的“铁丰18”大豆，是我国北方大豆品种中产量比较突出的一个良种，它是利用百粒重只有6克的小粒黄与栽培种丰地黄杂交，育成了结荚多、抗病、百粒重只有13克、在生产上没有直接利用价值的“5621”，然后又用它与栽培类型品种杂交，最后才培育成功的。这些经验，很值得在我们今后育种工作中吸取。

杂种优势利用是育种工作的一个有效方法，它不但充分发挥了显性基因的作用，同时利用了等位基因的异质性，加强了植株的营养代谢，从而获得了显著高产。随着农业生产的发展和杂种优势研究的逐步深入，今后杂交种的增产作用和在生产中应用的比重，将越来越大。杂种优势利用研究，今后除从遗传理论上进行探讨外，在育种上其方向应为：①在利用杂种优势的同时，必须注意杂种株型和抗病性等选育；②广泛搜集育种材料，研究其配合力、抗病性等性状，并采取二环、多环杂交育种法，经过不断地培育选择，将显性基因逐步累加起来，育成综合性状优良的亲本。

（三）掌握丰富的种质资源，大量选配组合，扩大后代群体。品种资源是育种的物质基础，是品种改良的一个重要环节。它蕴藏着大量的有益基因，随着育种工作的发展和人类的不断需求，这些有益基因将不断地被发掘出来。育种工作的成就大小，在很大程度上决定于对品种资源了解的程度和掌握的多少。因此，要想在育种工作上作出较大的贡献，首先就必须掌握丰富的种质资源，一些发达国家非常重视品种资源工作，道理也就在这里。

不论人工有性杂交育种或杂种优势利用育种，在方法上进行大量杂交，扩大后代群体，从中淘汰相形见绌的材料，保留优异的个体和系统，这是近十余年来国外农作物育种特点之一。杂交后代能否分离出优异的个体和系统，一方面决定于亲本是否具备我们所需要的优良性状，另一方面决定于优良性状的遗传传递力。前者可以通过观察鉴定去掌握，而后者只有通过杂交，观察后代材料的表现才能了解。因此，为了获得有希望的后代材料，必须大量杂交，多配组合，根据后代的表现，保留有希望的组合，继续培育和选拔。

杂交的不同世代，特别是初期世代是基因分离重组的过程，第二代必须有几千个个体，从中大量选拔单株，这样才能提高第三代以后的选拔机会，培育出有希望的优良品种。

农作物品种改良工作，经历了70余年的发展过程，回顾过去，展望未来，育种水平将有一个大的飞跃，作为生产的内因，在今后的农业生产中起到更大的作用。