

定量化、信息化育种——作物育种的一个新方向

郭瑞林

(安阳市农业科学研究所, 河南 安阳 455000)

中图分类号: S330 文献标识码: B 文章编号: 1004-3268(2004)07-0017-03

展望世纪之初世界科学技术发展的整体态势, 我们可以清晰地看到, 当今时代, 最具影响力的领军学科是信息科学和生命科学两大学科。而定量化、信息化育种则是这两大学科在交叉渗透过程中异军突起的一支新兴科学领域。令人遗憾的是, 由于其研究难度较大, 目前尚未引起育种界的普遍关注。但它在某种程度上代表着作物育种的又一发展方向, 蕴含着巨大的发展潜力, 应引起育种界的高度重视。

1 定量化、信息化育种的概念

1.1 定量化育种

所谓定量化育种, 也称精密化或精确化育种。

指的是育种目标和育种过程的数学量化。即运用一定的数学理论, 将育种目标和育种过程转化为特定的数学模型, 这种数学模型抽象地反映了隐藏在杂乱无章的观察数据背后的育种规律。因此, 可以有效地指导育种实践。这里应当特别强调的是定量化和数学那种与生俱来的关系。没有数学, 谈不上定量化; 没有定量化, 数学也就缺乏存在的外壳和条件。

同样, 我们的育种学科, 只有在成功地运用数学之后, 才能从“定性经验”的迷谷中解放出来, 发展成为比较精密的定量学科。育种一旦实现定量化, 既可对作物育种过程中的各种现象给出质的定性解释和量的确切描述, 又可摆脱凭印象定

收稿日期: 2004-03-26

作者简介: 郭瑞林(1960—), 男, 河南林州人, 研究员, 本科, 主要从事小麦、绿豆遗传育种工作。

物的坚硬部分组成的, 施加到土壤中, 会被小麦植株大量吸收进入体内。

4) 小麦植株不同部位 Cd^{2+} 含量和累积量也大相径庭, 叶、根和废弃物中 Cd^{2+} 含量较高。所以如果在镉污染较为严重的地区收割小麦, 最好将植株连根拔起, 以避免根中含有大量的镉残留在土壤中; 叶和废弃物也不宜再用于饲料或者沤肥, 可以用作造纸及编织工艺品等, 避免其重新进入食物链中。

参考文献:

- [1] 陈炳卿, 孙长颢. 食品污染与健康[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002. 149-152.
- [2] 周炎, 钱肖余, 罗安程等. 土壤和植物中镉的污染及防治[J]. 环境污染与防治, 1996, 18(6): 19-21, 41.
- [3] Jackson A P, Alloway B J. The transfer of cadmium from agriculture soils to the human food chain[A]. In

D. C. Adriano, ed. Biogeochemistry of trace metals[C]. Lewis publishers Boca Raton, FL, 1992. 109-158.

- [4] 中国科学院南京土壤研究所微量元素组. 土壤和植物中微量元素分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 1979. 49-50.
- [5] 金善宝. 中国小麦学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996. 59.
- [6] 韦柳兰, 王开曦, 栗德永. 小麦、玉米对不同类型污水中镉与铬的吸收与积累[J]. 山西农业科学, 1994(5): 27-28.
- [7] 曹利军, 王华东. 土壤作物系统镉污染及其防治研究[J]. 环境污染与防治, 1996, 18(5): 8-11.
- [8] 南忠仁, 程国栋. 干旱区污灌农田作物系统重金属CdPb生态行为研究[J]. 农业环境保护, 2001, 20(4): 210-213.
- [9] 冯绍元, 邵洪波, 黄冠华. 重金属在小麦作物体中残留特征的田间试验研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(4): 113-115.

乾坤的经验性束缚,克服主观判断造成的人为失误,减少丢失优良基因型的机率,提高多目标化育种的选择效果,还可借助于计算机决策系统,在较短时间内,使育种新手掌握全部育种诀窍,得到育种专家那样的决策水平。从而使育种学科的发展产生革命性的飞跃。

1.2 信息化育种

所谓信息化育种,则指的是将农业信息技术应用于育种过程,实现各类育种信息(包括育种田间试验管理、育种亲本、后代材料图文信息及观察数据、育种程序、国内外育种研究动态与进展等信息)及其相关知识快捷有效的获取、处理、传播和合理利用,加速传统育种的升华、改造,大幅度提高育种效率与管理、决策水平。信息化育种的实现,不仅能使我们获取更多、更全面的育种信息,从而提高育种决策的准确性和可靠性,而且有可能改写育种工作者在田间观察记载、选择时风吹日晒的历史,大大降低育种工作者的劳动强度。

2 开展定量化、信息化育种的必要性及其研究现状

定量化、信息化育种概念的提出虽然仅是近几年的事情,但其先期研究工作却可以追溯到100多年前数量遗传研究的兴起。1866年,奥地利人孟德尔在一个地方杂志上发表了“植物杂交试验”一文,公布了他所进行的豌豆质量性状杂交遗传试验结果,为运用数学方法研究遗传问题首开先河。与此同时, Galton 以数量性状为研究对象,发现了亲子遗传(Ancestral heredity)定律,创造了回归与相关研究的方法。1900年, Galton 的理论由 Weldon 及其挚友、著名的应用数学家 Pearson 等人发展成为一个非常活跃的学派,即生物统计学派(Boimetricians)。之后经过一个世纪的艰难探索,数量遗传学已形成了相对完整的体系。但其中也存在着较大的分歧。两派之间的争论延续了近半个世纪,直到1987年在 North Carolina 州立大学召开的第二届国际数量遗传学大会上,不同学派的学者共同交流了数量遗传学的研究进展,特别在遗传与环境互作方面双方产生了共鸣,以往存在的分歧和争论才偃旗息鼓。

由于上述2个学派的研究均建立在数量性状由微效多基因控制的假定基础上,并不注重对遗传体系中个别基因的检测,因而在第二次国际数

量遗传学大会后便发展了数量性状基因检测的研究。分子标记技术的出现,更把此类研究推向了一个前所未有的高峰。目前, QTL (数量性状基因座)定位 (QTL Mapping) 已成为数量遗传研究工作者众星拱月的研究对象,并取得重要进展,标志着数量遗传学的研究进入了一个新的历史发展阶段。

然而,由于数量遗传学的研究是建立在一些基本的理论假定之上的,而这些基本假定在育种实际工作中又往往很难实现。因此,数量遗传学的应用便受到很大限制。更何况有许多数量遗传学方法仍处于理论探索阶段, QTL 分子标记目前虽颇受学术界推崇,但迄今为止,还没有哪个数量性状的全部 QTL 被精确地定位出来,因此,还无法对数量性状进行全面的标记辅助选择。尤其在育种过程中要同时对许多目标性状基因 (QTL) 进行选择,更使问题变得异常复杂,在短时间内还不能得到圆满解决。这就是为什么数量遗传学研究虽已经历一个多世纪,但却很少有在育种中成功应用的报道的主要原因。

这就启示我们,在数量遗传学尚未进入实用阶段之前,要实现作物育种的定量化、信息化,必须有一个新的思路,方能解除瓶颈,步入佳境。

众所周知,作物育种本身构成一个系统。这个系统的一个明显特点,就是部分信息已知、部分信息未知。而这恰好是典型的灰色系统所具有的特征。作物育种过程可理解为一个不断挖掘信息、补充信息,使未知信息转变为已知信息即由灰变白的过程。事实上,我们在培育品种时,对亲本、单株、株系、品种的观察、认识,最后或保留或淘汰或推广也正是沿着这样一条思路即根据各自所提供信息的灰、白程度来确定的。

经过十多年的发展,作物灰色育种学已初步形成以灰色育种关联空间为基础的分析体系,以灰色育种过程及其生成空间为内涵的方法体系,以灰色数学为表达形式的模型体系,以及以灰色育种系统分析、预测、决策、评估为纲领的技术体系。其技术路线可大体表述为:运用育种灰色关系分析原理分析育种目标性状之间的关系,确定客观、合理的育种目标;运用亲本灰色分类原理对亲本进行分类,配制杂交组合;运用杂交组合灰色评判原理,对 F_1 杂交组合进行评价,确定重点组

合和种植规模;运用单株灰色选择原理对田间入选单株进行取舍,确定单株等级;运用品种灰色多维综合评估原理对入选品系、品种进行综合评估,确定优良品系或品种;在此基础上,开展了“作物灰色育种电脑决策系统”的软件开发研究,编制成应用程序,既避免了手工计算的繁琐,又节省了人力、物力,极大地提高了工作效率,成为育种工作者手中的有效工具和手段,应用起来十分方便,为推进作物灰色育种的定量化、信息化进程创造了条件。

近年来,在作物灰色育种的定量化、信息化方面,我们密切注意相关学科的研究动态和进展,有选择地吸收其最新研究成果,为我所用,使作物灰色育种理论更趋完善。如把联系数学的理论与方法,引入作物育种过程,并结合育种实际,加以创造性地运用,提出了品种区域试验的同异分析法、四元联系数多因素态势排序分析法、育种目标性状间的同一关系分析法、基于同一度的亲本分类法、同异分析的联系势测验法等一系列新的分析方法,在小麦、绿豆、水稻等作物中应用后,产生了较大影响。此外,我们对其理论基础,也作了一些探索性研究,如同异联系度中不确定势的研究、同异联系度不确定势的演变、势差和势能等。上述理论与方法的提出与应用,为定量化、信息化育种增添了新的研究内容,从而使定量化、信息化育种研究向前推进了一步。

3 定量化、信息化育种的前景

综上所述,定量化、信息化育种虽然已经有了良好的开端,但就其目前的发展状况来看,还不尽如人意,仍有许多问题有待进一步完善和解决。譬如需要进一步寻求灰色育种理论与数量遗传理论的结合点,使两者取长补短,相得益彰;需要与分子标记辅助选择技术相配合,进一步提高育种选择效果;需要将信息化的概念加以进一步拓展等等。而这些需要解决的问题恰恰都是作物育种学科的前沿课题。

首先,定量化、信息化育种要进一步发展,应当与农业信息化紧密结合起来。笔者以为,定量化、信息化育种应包含两方面的内容。一方面是育种过程本身的定量化和信息化。在这方面,我们已经作了大量工作,基本上实现了定量化。将

来要作的工作是利用“3S”技术,即卫星遥感(Satellite Remote Sensing)技术,地理信息系统(Geographical Information System,简称GIS)技术和全球定位系统(Global Positioning System,简称GPS)技术,实现田间观察、记载、选择的信息化、自动化,这将是一个具有革命性意义的事件。而且,可以针对不同的育种目标和方向,研制不同的信息化系统。如抗病育种,在田间自动形成利于发病的环境;抗虫育种,在田间自动形成利于虫害发生的环境;抗旱育种,在田间自动形成利于鉴别育种材料抗旱性的环境等等。

其次,定量化、信息化育种要进一步发展,应当与计算机技术紧密结合起来。将育种过程各个环节涉及到的计算问题编制成应用程序,并将其与上述信息化系统联成一体,实现育种决策的自动化。与此同时,利用网络技术,与各育种相关教学、科研、推广、加工、营销单位或部门联网,及时了解可以共享的研究动态和信息。

第三,定量化、信息化育种要进一步发展,应当与DNA分子标记辅助选择技术紧密结合起来。用电脑进行转基因操作,并对其进行鉴别、标记,使我们能够从基因水平或分子水平上控制育种的目标和方向。

第四,定量化、信息化育种要进一步发展,应当与数量遗传学的最新研究成果紧密结合起来。用数量遗传理论估计种质资源主要经济性状遗传变异和育种利用潜力;用数量遗传理论分析育种群体遗传变异特点,预测选择潜力,选用适宜的育种方案;测定亲本配合力,指导杂种品种选育(主要利用显性遗传效应)和家系品种选育(主要利用加性遗传效应);用数量遗传理论指导轮回选择、群体改良,创造新种质等。

第五,定量化、信息化育种要进一步发展,应当与从事数学研究的专家紧密结合起来,把育种现象抽象为数学理论,用完美的数学形式表达复杂的育种系统,不断丰富、完善育种理论,使育种科学由传统的定性描述性学科发展成为定量化精密学科。

总之,上述畅想和展望虽然与现实还有一定距离,但并不是遥不可及的“神话”,只要我们不畏艰险,勇于创新,定量化、信息化育种美好的明天必将展现在我们的面前。