

- 将灰色
- 系统理论
- 引入
- 传统作物育种学
- 领域
- 量
- 化
- 取代经验
- 新概念
- 新
- 手段
- 便捷易掌握



作物灰色 育种学

郭瑞林 著
中国农业科技出版社

作物灰色育种学

中国农业科技出版社

(京)新登字 061 号

图书在版编目(CIP)数据

作物灰色育种学/郭瑞林著. —北京:中国农业科技出版社,
1995.12

ISBN 7-80026-987-6

I. 作… II. 郭… III. 作物育种-灰色动态-灰色系统理论
IV. S33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 13620 号

责任编辑
技术设计
出版发行

经 销
印 刷
开 本
印 数
版 次
定 价

王 涌 清

中国农业科技出版社
(北京海淀区白石桥路 30 号)

新华书店北京发行所发行
北京农业大学印刷厂

850×1168 毫米 1/32 印张:13.875

1—1500 册 字数:360 千字

1995 年 12 月第一版 1995 年 12 月第一次印刷

16.00 元

前 言

呈现在读者面前的这本书,是作者近年来从事定量化育种研究心得的结晶。书中内容大都来自作者的第一手研究资料。虽不能说这是一部“十年磨一剑”之作,但她毕竟饱蘸着作者的心血和汗水,体现着作者的执著与追求。这一点,细心的读者在阅读过程中,或许会品出个中滋味。

书之定名为《作物灰色育种学》,似有玄虚之嫌。其实,这倒不是作者特别热衷于创造什么什么学,因而总是在自己所著的东西上冠以什么什么学(在此之前,作者曾出版过一部《农业模糊学》),借此炫人耳目,而是因为从事育种理论研究和实践的过程中,作者逐步认识到,常规育种不能总是停留在定性描述或定性经验阶段裹足不前,而应当有所突破,逐步实现由定性水平向定量水平或定性与定量相结合水平的跨越。因为作物育种过程本身就是一个部分信息已知、部分信息未知的灰色过程,所以,考虑用灰色系统理论来阐述和解释育种过程中各种各样的问题,用灰色系统理论来补充和完善作物育种理论,甚至用灰色系统理论来重新建构作物育种理论,便势在必然。当作者试图把灰色系统理论与育种工作有机地结合在一起的时候,竟收到了意想不到的良好效果。于是,便有了一发不可收的系列化研究工作;于是,便有了创立作物灰色育种学的冲动;于是,也便有了这部书。

作者以为,作物灰色育种学是在作物育种学和灰色系统理论相结合的基础上建立起来的一门新兴的边缘学科。她与作物育种学既维系着千丝万缕的天然联系,又保持着别具一格的独特风格。与普通作物育种学相比,在知识领域内,其内涵有所丰富,把灰色系统理论渗透到作物育种各个基本环节;在概念、范畴上,其外延有所拓展,将品种选育、品种比较和品种利用紧密地联结在一起。

品种选育与品种比较是传统育种学的既定内容。由于种种原因,作物品种利用长期以来被排斥在育种学科大门之外,这是不太合理的。事实上,品种选育、品种比较和品种利用是不可分割的三个部分。它们之间的关系是唇与舌、齿之间的关系。唇亡而齿寒,齿寒而舌现。没有品种选育,谈不上品种比较,没有品种比较,谈不上品种利用,没有品种利用,品种选育也便毫无意义。正因为如此,作物灰色育种学才毫不迟疑地把作物品种选育、作物品种比较和作物品种利用认同为自己的三大基本内容,灵活自如地将这三大基本内容用灰色系统理论贯串在一起、胶合在一起。这就在某种程度上,突破了普通作物育种学的局限性,使育种内容有了进一步的扩展;超越了普通作物育种学的范式,使作物育种在进一步丰富和充实的基础上而自成一体。全书正是围绕这一独立体系,以三大基本内容为主要线索,沿着作物育种过程中各个关键阶段与基本环节顺序展开的。

全书共分九章。第一章为绪论部分。着重阐述了作物灰色育种学的产生、概念、意义及其学科构成,提纲挈领地介绍了作物灰色育种学在作物育种中的应用现状,指出了作物灰色育种学广阔的应用前景,力图使读者从整体上对作物灰色育种学有一个比较清晰的认识和全面的把握。第二章至第五章可作为品种选育部分。包括作物育种目标性状的灰关系分析、亲本灰色分类、杂交组合灰色评判和单株灰色选择,为作物育种的定量化提供了一种全新的理论与方法。第六章为品种比较部分。介绍了几种切实可行的品种多性状综合评估的理论与方法。第七章至第九章是作物品种利用部分。从品种布局、良种良法配套到作物病虫害预测,详尽地阐述了作物品种利用的灰色原理与方法,为作物品种的合理利用,设计了一整套解决途径和办法。

作者在书中提出的一系列灰色育种原理与方法,有的是将灰色系统理论直接移植或嫁接到作物育种理论中,加以延伸和深化,

诸如育种目标性状的灰关联分析等。有的是结合育种专业知识,将灰色系统理论创造性地应用和渗透其中,加以继承和发展,诸如单株灰色选择、品种灰色多维综合评估、品种灰色布局等。有的则是把育种理论、灰色系统理论与其它数学理论熔铸一炉,加以萃取和提炼,诸如亲本灰关联 $Q(R)$ 型分类、亲本灰关联模糊分类、亲本灰关联图论分类以及亲本灰色相似关系分类等。至于其学术价值究竟如何,作者不敢妄加评定,唯有诚惶诚恐,洗耳恭听,敬请读者诸君去公决了。

为增强本书的可读性和提高本书的可操作性,作者引用了大量第一手研究资料。并在每一章,对作物灰色育种学的原理与方法描述之后,均专门辟出一节,详尽地介绍作物灰色育种学在作物育种中的应用。为避免读者在数学问题上陷入困境,作者尽可能用通俗的语言来阐述深奥的数学原理,并结合每一个应用实例,从方法、步骤到具体计算过程,都不厌其详地一步步列出。这样一来,即使具有高中程度的读者,也可以毫无障碍地顺利阅读下去,直至掌握全部内容。因此,本书不仅可以作为农业大专院校师生、研究生的教材,而且也可以作为作物育种科研人员的必备读物。对于从事作物栽培、农技推广和植物保护的研究人员,也有重要的参考价值。

本书在出版过程中,曾得到安阳市农业科学研究所宋保来所长、李二元副所长和张玉梅副书记的大力支持。安阳市人民政府吴天君副市长和郭鑫城前市长在百忙中曾亲自过问此事,尤其是安阳市财政局宋树林局长、牛先锋副局长对本书的面世更是倍加关注,在出版经费上给予大力支持。此外,安阳市科学技术委员会樊向生主任、代国际副主任也曾对本书的出版表示重视。所有这些,都感人至深,著者将刻骨铭心,永志难忘。在此,向他们——科研工作者最值得信赖的好领导表示真挚的谢忱。

著 者

1995.5

目 录

第一章 导论	(1)
第一节 作物灰色育种学的产生.....	(1)
第二节 作物育种过程的灰色性.....	(4)
第三节 作物灰色育种学的意义和特点.....	(7)
第四节 作物灰色育种学的学科体系与内容.....	(9)
第五节 作物灰色育种学的应用现状及展望	(12)
第二章 育种目标性状间的灰色关联度分析	(20)
第一节 育种目标性状的灰色性	(20)
第二节 育种目标性状的灰色关联度分析原理	(22)
第三节 灰色关联度分析及优势分析的方法与步骤 ...	(49)
第四节 灰色关联度分析在作物育种目标性状研究 中的应用	(52)
第五节 育种目标性状灰色关联度分析的特点及应 注意的事项	(85)
第三章 亲本灰色分类	(87)
第一节 亲本灰色分类的基本原理与方法	(88)
第二节 亲本灰色分类的分析步骤.....	(106)
第三节 亲本灰色分类在作物育种中的应用.....	(109)
第四节 亲本灰色分类的特点和应用中应注意的 事项.....	(136)
第四章 杂交组合灰色评判	(139)
第一节 杂交组合灰色评判原理与方法.....	(140)
第二节 杂交组合灰色评判方法的分析步骤.....	(153)
第三节 杂交组合灰色评判方法在作物育种中的	

应用.....	(154)
第四节 杂交组合灰色评判应用过程中的注意事项	(169)
第五章 单株灰色选择	(171)
第一节 单株灰色选择的原理与方法.....	(172)
第二节 单株灰色选择的分析步骤.....	(178)
第三节 单株灰色选择在作物育种中的应用.....	(181)
第四节 单株灰色选择应用过程中的注意事项.....	(200)
第六章 品种灰色多维综合评估	(202)
第一节 品种灰色多维综合评估的原理与方法.....	(203)
第二节 品种灰色多维综合评估的分析步骤.....	(220)
第三节 品种灰色多维综合评估在作物育种中的应 用.....	(224)
第四节 品种灰色多维综合评估在应用过程中的注 意事项.....	(270)
第七章 品种灰色布局	(273)
第一节 品种灰色布局的原理与方法.....	(274)
第二节 品种灰色布局的分析步骤.....	(282)
第三节 品种灰色布局在作物育种中的应用.....	(286)
第四节 品种灰色布局应用过程中应注意的事项.....	(344)
第八章 品种灰色相似性栽培	(347)
第一节 品种灰色相似性栽培的原理与方法.....	(348)
第二节 品种灰色相似性栽培的分析步骤.....	(352)
第三节 品种灰色相似性栽培在作物育种中的应用	(354)
第四节 品种灰色相似性栽培应用过程中应注意的 事项.....	(384)
第九章 作物病虫害灰色预测	(388)

第一节	作物病虫害灰色预测的原理与方法·····	(388)
第二节	作物病虫害灰色预测的分析步骤·····	(412)
第三节	作物病虫害灰色预测在作物品种利用中的 应用·····	(414)
第四节	作物病虫害灰色预测在应用过程中应注意 的事项·····	(431)
主要参考文献·····		(434)

第一章 导 论

第一节 作物灰色育种学的产生

作物灰色育种学,是在灰色系统理论与作物育种学的相互融合和渗透过程中产生的。它是作物育种学发展到一定阶段的必然产物,也是现代科学方法的辉煌成就对传统学科的刺激和挑战的必然产物。要说明这个问题,很有必要对作物育种学发展的历史轨迹作一简单回顾。

作物育种学的发展在我国源远流长。早在西汉时期,古农书《汜胜之书》中就记载有“取禾种:择高大者,斩一节下,把(扎成小把——作者注),悬高燥处,苗则不败。”这是我国穗选法的最早记载。如果把此作为作物育种学的滥觞,那末,我国作物育种学的历史至少已有 2000 多年。在这漫长的演化发展过程中,它一直是作为一门定性的描述性学科而存在的。

单株选择法的出现,使作物育种提高到一个新的水平。《康熙几暇格物编》上册记载有“粟米有黄白两种。黄者有黏,有不黏……唯白粟则性皆不黏。七年前乌喇地方(今吉林省吉林县境内——作者注),树孔中或生白粟一科,土人以此子播获,生生不已,岁盈亩顷,味既甘美,性复柔和。有以此粟来献者,朕命布植山庄之内,茎干、叶、穗较他种倍大,熟亦先时,作为糕饵,洁白如糯稻,而细腻香滑殆过之。”这是目前所了解的单株选择法的最早记载,比世界上公认的维尔莫林 1856 年开始的甜菜选种还要早约两个世纪。

杂交育种技术的提出和应用,对作物育种的发展具有划时代意义。1694 年, Camerarius 第一个证实植物有性的区别,同时提出

通过杂交获得新类型的设想。1759~1835年, Knight 将杂交技术运用于植物改良的实践, 指出雄性与雌性亲本对子一代的贡献相等, 在子二代中发生分离。从此开拓了作物育种的更为广阔和广泛的遗传物质的交流, 对改造和改良作物品种性状产生了巨大的作用。

1859年, Darwin 根据变异性、生存竞争和自然选择发表了“物种起源”, 指出了近亲繁殖的影响, 可育性、不育性及正反交的差异, 开创了用现代实验方法探索生物学问题的新时期。但在进化链条的上下代遗传关系上, 他却留下了空白。Mendel 在这方面做出了卓越贡献, 发现了举世闻名的“孟德尔遗传定律”。可惜的是, 1865年他在布隆(Brün)自然历史学会宣读的论文被冷落了将近半个世纪。直到1900年, Devries(荷兰)、Tschumark(澳大利亚)、Correns(德国)三人同时重新发现。就在这一年, Calton 的亲子遗传定律及其创造的回归相关理论, 由 Weldon 及其挚友、著名的应用数学家 Karl Pearson 等人发展成为一个非常活跃的学派, 即生物统计学派(Biometricians)或数量遗传学派。为此, 这一年被认为是用科学方法探索植物育种的开端。

此后, Johannsen(1909)提出了著名的纯系理论(pure line theory), 清楚地说明了表现型、基因型和环境三者的关系, 为自花授粉作物单株选择育种奠定了理论基础。此外, Devries(1902)提出的突变学说, East 与 Shull(1905)提出的同系交配, Bruce, Keeble 和 Pellew 提出的杂种优势, Stadler(1927)提出的用 x 射线辐射植物等重大事件的出现, 均对作物育种的发展产生了空前的影响。

20世纪70年代, 遗传工程(genetic engineering)开始发展成为一门新技术。这一高新技术的兴起, 标志着现代遗传学已发展到定向控制遗传性状的新阶段, 为作物育种展示了美好的前景。

然而, 令人遗憾的是, 上述技术、理论与方法, 虽然对作物育种

具有重要的指导意义,有的甚至产生了明显的效果,但由于现代检测手段和设备的限制,人们对控制作物品种主要改良性状的基因的种类、数目及其结构与组成知之甚少,渴望用遗传工程的方法解决作物育种的全部问题至少在目前还不现实。数量遗传学或生统遗传学的崛起,曾经为作物育种注入了新鲜活力,但由于这一学科理论推导多,实际印证少,试验设计和分析方法的先决条件又过于严格,造成分析结果与客观实际有较大距离。因而,直到目前为止,国内外育种水平仍然停留和徘徊在定性经验阶段。从亲本评价、组合配制、单株选择直至品系鉴定、品种比较、品种布局,无一例外地受育种工作者的定性经验支配和控制,很少涉及定量概念。某些育种理论与方法也具有重演性小、实证性弱和可操作性差的缺点。更为严重的是,这些理论与方法都是以信息完全作为基本前提而提出的。而事实上,作物育种过程中存在着许多部分信息已知、部分信息未知的现象。因此,用上述理论与方法去描述和解决作物育种中的一些问题的缺陷便暴露无遗。这就无形中成为限制作物育种学进一步发展的桎梏和樊篱。作物育种学不可避免地面临着一场严峻的挑战。

灰色系统理论的诞生和引入,为作物育种水平从定性经验阶段上升到定量阶段和定性、定量相结合阶段带来了曙光和希望。由于作物育种本身是农业大系统中的一个子系统,它不仅具有系统层次的复杂性、结构关系的模糊性和动态变化的随机性,而且具有指标数据的不确定性。因此,它是一个典型的本征性灰色系统,即信息不完全的系统。显然,运用灰色系统理论和方法,阐述和解释作物育种各个环节呈现的各种现象,对于进一步丰富、完善和充实作物育种理论,促使作物育种向高层次、高水平发展,具有重要意义。正是在这样的氛围和背景下,作物灰色育种学以其独特的思维方式和解决作物育种过程中一系列问题的全新的方法,以及清新别致的楚楚风貌,与读者见面了。

由此可见,作物灰色育种学是灰色系统理论与作物育种联姻相媾的产物。其体内不仅渗透着灰色系统理论的精华,而且流动着作物育种学的血液。它的问世,为作物育种提供了一种全新的工具和手段。它的发展和应用,有着极为广阔的前景。

第二节 作物育种过程的灰色性

世界上存在着无数个大大小小的系统。系统性和物质的运动性一样,是物质存在的根本属性之一。所谓系统,就是由两种或两种以上因素构成的具有一定功能的整体。在这一整体内部,各种因素相互联系,相互制约。从现代科学的角度看,系统是由物质、能量和信息三种既相互区别又相互依存的成分所组成。在系统内部,信息比物质和能量显得更为重要,因为物质和能量是信息的载体。按照人们对系统内部信息认识和把握的程度,可将系统划分为白色系统、黑色系统和灰色系统三种类型。

白色系统是指信息完全明确的系统。譬如某地区推广种植作物种类、品种数目、占用耕地面积;某品种植株高度、叶片颜色等等情况,我们可以通过统计调查、观察或测定了解清楚。诸如此类系统就叫做白色系统。

与此相反,黑色系统则指系统内部的信息,我们毫无所知或知之甚少。譬如植株染色体的基因构成、控制性状的多少等等,我们基本上是一无所知。象这样的系统,我们便称之为黑色系统。

现实生活中更多的系统却是灰色系统。即系统内部既包含有已知信息,又包含有未知信息,是介于白色系统和黑色系统之间的系统。这就是说,灰色系统内部的信息包括两个部分:一部分是被我们所认识、所能把握的信息;一部分则是还不能被我们所认识、所把握的信息。如果前者的成分较多,它就基本上是一个白色系

统,当它达到一个极值时,就会是一个完全的白色系统;如果后者的成分较多,它就基本上是一个黑色系统,当它达到一个极值时,就会是一个完全的黑色系统。由此可见,白色系统和黑色系统都是灰色系统的特殊情况或特例。因而,灰色系统便更具普遍性和普遍意义。

作物育种是农业大系统中的一个子系统。十分明显,这个系统的内部信息,对于育种工作者来说,只能是部分已知、部分未知,即信息残缺不全,内部特征(参数)若明若暗。因此,它是一个典型的灰色系统。据此,我们把作物育种又称之为作物灰色育种系统。

作物灰色育种系统的主要标志是育种灰数、育种灰元和育种灰关系。

育种灰数是指育种过程中信息不完全的数。“这个品种的公顷产量在 6000kg 左右”,是典型的作物灰色育种系统的命题,可记为 $\otimes(6000\text{kg})$ (读为“灰 6000kg”)或 $6000\text{kg} \in \otimes$ 。我们说“6000kg 左右”,而不能确切地说出其准确的产量,是由于缺乏该品种真实公顷产量的信息。若想弄清楚,就需要补充信息。

育种灰元是指育种过程中,信息不完全或内涵难以穷尽的元素。如单株产量、植株高度、每穗粒数、千粒重等等,有时它们所表示的数值并不确定,可以因时而异、因地而异。即使基因型完全相同的品种,在不同的环境和不同的年份种植,其上述性状的数值也都不会完全一样。此时,我们就把这些性状称之为育种灰元。但当年份和环境固定时,这些性状就由育种灰元转化为育种白元。

育种灰关系则是指在育种过程中,信息不完全或机制不明确的关系。比如,禾谷类作物的单株产量与单株穗数、穗粒数、千粒重等有关,可是具体关系很难明确,更不容易量化,这便是育种灰关系。具有育种灰关系的因素是育种灰因素。育种灰因素之间的量化作用,称为育种灰关联。作物灰色育种学的目的就在于对上述育种灰数、育种灰元和育种灰关系,借助于一定的数学方法和手段使

之白化。

作物灰色育种系统内部的信息或者说育种灰数、育种灰元和育种灰关系是客观存在的。它不会因为认识主体即作物育种工作者对其把握程度的大小而有所变化。我们之所以把育种系统区分为白色系统、黑色系统和灰色系统,正反映了认识主体(作物育种工作者)对认识客体(作物品种、组合或单株)的认识程度。因此,这种划分,是在承认客观存在的基础上,以主体的认识程度来划分系统。这是一个崭新的角度,它更容易发挥育种工作者的主观能动性。随着科学技术的发展,育种工作者的认识水平会不断提高,从作物育种系统内部摄取信息和收集、分析、研究系统内部信息的技术和手段会不断改进。这样一来,育种过程中的一些未知领域就会逐渐为我们所认识,黑色系统就会逐渐变灰,灰色系统就会逐渐变白,最后达到对作物育种系统的最终认识和把握,并实施控制的目的。这是作物育种工作者认识的目的,也是作物育种工作者认识的归宿。马克思说:“哲学家们只是用不同的方式解释世界,而问题在于改造世界。”作物灰色育种系统理论对育种系统的认识,正体现了这种改造世界的主动精神。

不可否认,在目前的科学水平下,作物新品种的选育,有相当的部分是由偶然性因素所决定的。但是,在以往的育种研究中,为了探求规律,往往重视必然性,而忽视偶然性,似乎育种过程的一切运动和变化都是必然的,按照线性的因果系列运动的。这就不可避免地带有机械唯物论的色彩。黑格尔曾经说过,偶然的東西之所以是偶然的,正因为它是必然的。他强调偶然性也是一种必然存在,因而不能忽视它。现在的问题是,作物育种工作者既要重视必然性,也不应忽视偶然性,而应把作物新品种的选育看成是必然性和偶然性相互作用的结果。如何处理偶然性问题,对于育种工作者来说,是一项艰难的工作。作物灰色育种系统理论把育种过程的一些随机变量(偶然性)看作是在一定范围内变化的灰色量,把必然

性和偶然性有机地统一起来,进行有效的数学处理,从而为发现规律和阐述规律提供了重要的认识前提。

总而言之,作物育种过程的灰色性,决定了它必须用作物灰色育种系统的理论来提出问题和认识问题。作物灰色育种系统思想的提出,促进了育种认识的深化和育种水平的提高,并必将对作物育种的研究产生重要影响。

第三节 作物灰色育种学的意义和特点

由上所述,不难定义,作物灰色育种学是灰色系统理论与作物育种学相结合而产生的一门新兴边缘学科,是应用灰色系统理论解决作物育种过程中所提出的理论和实践问题的育种学学科,也是从定性与定量相结合的角度研究作物育种过程中亲本分类、组合配制、单株选择、品系鉴定、品种比较乃至品种合理利用的科学。尽管这门学科在我国刚刚问世,但是,初步的实践已经证明,作物灰色育种学是一门具有巨大生命力的学科,它是人们认识和掌握作物育种规律以及控制品种选育过程、提高品种选育效率的有效工具。随着农业科学技术的进一步发展,作物灰色育种学这门学科,如同我国农业科学的其它分支一样,必将在农业科学的发展史上显示出它的重要作用。

传统作物育种学是运用抽象的方法,舍弃作物育种过程中非本质的、次要的东西,通过思维引出最本质的内容,加以概括,得出概念、范畴和理论。毫无疑问,这种认识方法和途径,符合辩证唯物主义认识论,应当加以肯定。美中不足的是,在以往的育种研究中,采用的大多是以定性的、描述性的说明为主的研究方法,定量的说明和分析较少,因而使得论证随意性较大,科学性较差,且不容易科学地发掘隐信息,因而具有很大的局限性。同农业科学其它分支

一样,作物育种学也面临着研究的科学化、精确化和现代化的迫切任务。这就需要引进必要的数学方法和手段。然而,目前有些数学方法如生物统计、数量遗传学等并不能很好地满足这方面的需要。这是因为:第一,这些方法需要大量的数据,而且要求这些数据具有典型的概率分布。而事实上,在育种过程中,要获取足够的数据,并使其具有典型的概率分布特征是相当困难的,稍不谨慎,便有可能得出不够准确甚至错误的结论。第二,这些方法要求试验设计复杂,各种分析方法的基本假定过于严格,而实际很难办到。第三,作物育种过程当中,存在着大量随机(偶然)现象,而作物育种工作者对这些随机现象很难准确地把握。基于上述原因,使得数学方法向作物育种研究领域中的渗透极为缓慢。

运用作物灰色育种学的理论与方法研究作物育种的具体问题时则不然。它把作物育种当中表象复杂、数据离乱的随机过程当作灰色过程,把随机现象当作灰色量,这就撇开了随机过程要用概率统计的弱点。它把数据看作是众多因素综合作用的结果,故用较少的数据就能较为准确地完成研究的任务,并能使研究定量化和科学化,为作物育种的科学化、精确化和现代化展示了一条新的途径和方向,它势必极大地促进作物育种研究中定性定量相结合,使之更科学、更明了、更准确地提出问题、分析问题和解决问题。由此可见,作物灰色育种学较之传统育种学是一种理论上的飞跃和突破。

作物灰色育种学的特点是:

(1)作物灰色育种学说明作物育种过程中的各种现象,不但给出质的定性解释,同时也给出量的确切描述,从而使作物育种学成为一门精密的科学。

(2)作物灰色育种学能够综合考虑多种因素,描述作物育种过程中极为复杂的因果关系。对影响某一育种目标性状的众多因素,哪些是主要的,哪些是次要的,可以给出一目了然的清晰回答。