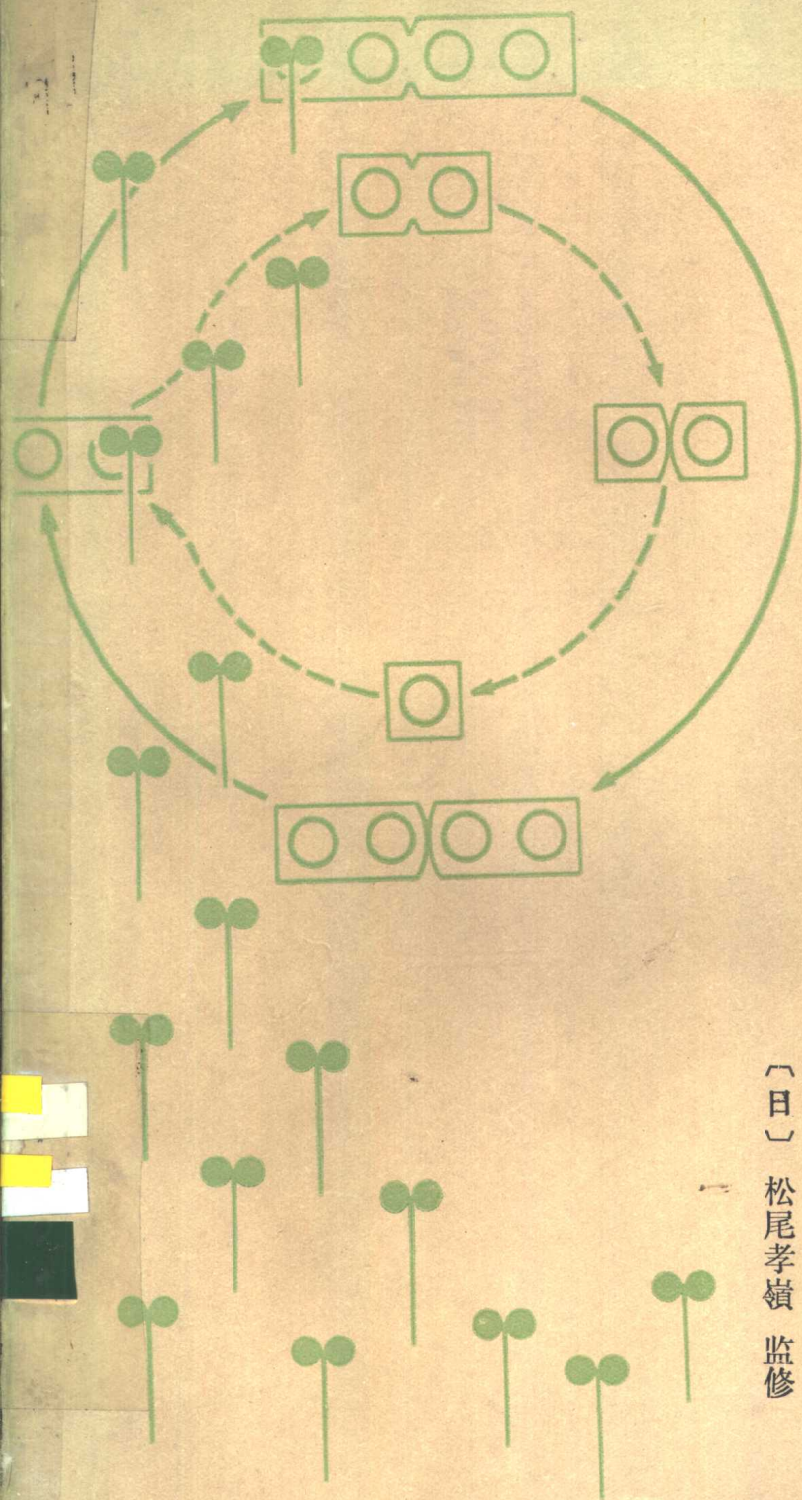


育种手册

第一分册——育种原理

〔日〕 松尾孝嶺 监修



育 种 手 册

第一分册——育种原理

[日] 松尾孝嶺 监修

葛扣麟 俞鸿溉
赵庆华 顾德发 译

高铸九 顾昌敬 校

上海科学技术出版社

育 种 手 册

第一分册——育种原理

[日] 松尾孝嶺 监修

葛扣麟 俞鸿溉 译
赵庆华 顾德发

高铸九 颜昌敬 校

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 江苏扬州印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 17.625 字数 464,000

1983年2月第1版 1983年2月第1次印刷

印数 1—7,500

统一书号: 16119·746 定价: (科四) 1.95元

序

为了纪念我的六旬寿辰，诸位同仁倡议编辑、出版《育种手册》，并推荐我担任主编，使我能为完成这项符合当代需要的、有意义的工作稍尽绵薄，感到非常荣幸。

战前育种学的教科书，多数是以实验遗传学为主体，稍微附加了一些应用方面的内容，作为育种学的理论体系显然是不够完备的。另一方面，在我国的农业生产中，品种具有特别重要的意义。因此，农业试验场等单位的研究内容，均以育种为重点，而且育成不少新品种，取得了辉煌的成果。但是，在育种的实践中，无论是谁，都有赖于育种家长期积累经验后形成的理性认识。因此，育种经验很难说是一项带有普遍性的技术。

战后，我国一方面引进了世界各国育种学的新成果，另一方面努力促使国内先进育种技术的理论化和体系化。之后成立了日本育种学会，在学会里进行学术讨论和宣读论文，盛况空前，并将这些成果汇集出版了一些精彩的育种学教科书。最近，育种学已具备成为一个独立的学科领域的条件，这也促使育种技术体系化。随着育种研究的发展，其内容已进入到既广泛又复杂的阶段。单独进行研究的学者和技术工作者，已不可能精通所有的内容，所以最近许多人殷切期望《育种手册》及早问世。

我自1934年大学毕业后，在农业部的研究机关从事与育种有关的研究，并参加了育种的实标工作。1951年我转到东京大学以后，就以这些经验努力促使育种技术的体系化，为建立完善的育种学而积极努力，养贤堂出版的《育种学》就是其中的成果之一。但是育种学的领域比较广阔，要把所有的内容都收集在一本小册子里是不可能的。

所谓育种，是指创造新的生物(种、品种)，也就是创造有用的

新生物的工作。新的种和品种是促进农业生产所必不可少的物质基础，因此，育种必然要全面地涉及到生物、环境、农学等方面的知识，而成为一项综合性的技术。

为了使《育种手册》成为学习育种学的人员和育种家所必备的应用工具书，这就必须对上述极为广泛的内容进行必要的论述，而且必须使其理论体系化。所幸本书的编辑和执笔者，多数是直接从事育种学研究的专家，以及参加育种实际工作的学者和技术工作者，因此本书一定能很好地完成作为育种手册的使命，同时也希望各方面的同行能正确地运用它。

松尾孝嶺

1974 年新春

编 者 的 话

在松尾孝嶺先生按退休规定辞别东京大学，以迎接六旬寿辰之际，受先生教育熏陶的诸位同仁，荟集一起，倡议出版专著，以资纪念。遂执笔编辑了本书。此书内容广博，兼有辞典的性质，可供广大育种工作者、研究人员、学生、农业工作者、生物学研究者和教育工作者等参考应用。

松尾先生 1934 年毕业于东京大学之后，在农业部的试验研究机关进行防除农作物雪害的试验，并进行栽培稻生态学的研究，成绩卓著。1951 年后任东京大学教授，开拓了突变育种等育种学方面的新领域；1972 年后任玉川大学教授，瞩目于环境与农业的研究。松尾先生不仅本身学识渊博，学术思想活跃，而且指导学生着重培养独立研究的精神，允许自由发展个性，鼓励他们活跃于各个不同的学科领域。同时，松尾先生也是国内外研究活动的积极组织者。

本书内容以如何掌握栽培植物的遗传特性及其人为的控制法为重点，广泛涉及到从分子生物学乃至生态学的各个分支学科的研究方法，并汇集了各种育种对象的最新知识。我们认为，在松尾先生的主编下，《育种手册》的出版问世，是对先生的功绩和教导之恩的最好纪念。

本书的编辑方针是给育种工作者提供一本既适用又方便的专著。同时，对一般的农业工作者、生物学研究者、教育工作者亦有指导意义。本书的第 II 部分，育种的基础这一章中，“生物基础知识”可作为以植物为主体的生物学辞典；“生物观察法”可作为生物学实验的指导书。第 III 部分，育种的技术这一章中，有关“培养、栽培的技术”，“选择的技术”等技术，希望能广泛应用于各个领域。第 IV 部分，育种各论中包括有各种栽培植物品种演变的记载。第

V 部分,基础数据及附表,在编辑上占有重要地位,将有助于实际应用。

本书的执笔者,以曾受松尾先生教导的各位专家为主,按各自的专长分工负责;还有许多专项则是请对各个分支学科有研究的诸位先生撰写的,因此全书内容丰富,知识新颖。

最后,对在繁忙的公务中欣然执笔的各位先生,对出版事业正处于严峻时期,而能欣然承担本书的发行工作,以及在编辑、校订过程中给予大力协助的养贤堂和川伍三治会长,川锐雄社长,以及川原武典先生表示衷心的感谢。

《育种手册》编辑委员会代表

角田重三郎

1974 年 2 月 17 日

内 容 提 要

本书由日本松尾孝嶺監修，参加编写者有 123 位专家。内容丰富，知识新颖。全书 100 余万字。现分三个分册出版。第一分册为育种原理；第二分册为育种技术；第三分册为育种各论。可供育种工作者、农业科技人员、生物学和教育工作者参考。

目 录

I. 序 论

- 1. 育种的目的 1
 - 1) 植物育种 1
 - 2) 动物育种 3
 - 3) 微生物育种 3
- 2. 育种的历史 4
 - 1) 栽培、饲养与育种 4
 - 2) 植物引种 4
 - 3) 遗传物质的交换
和控制 5
 - 4) 突变 6
 - 5) 选择方法的进展 7
- 3. 育种设计 9

II. 育种的基础

- 4. 生物基础知识 11
 - 1) 遗传 11
 - (1) 孟德尔式遗传 11
 - (2) 基因的作用表达 14
 - (3) 基因的相互作用 18
 - (4) 连锁与交换 20
 - (5) 染色体图 23
 - (6) 数量遗传 26
 - (7) 细胞质遗传 29
 - (8) 自交劣势与杂种优

- 势 32
- (9) 米丘林学说 34
- 2) 基因与染色体 37
 - (1) 基因的结构与变异 37
 - (2) DNA 分子重组 39
 - (3) 遗传密码的发现 40
 - (4) 染色体结构 42
 - (5) 染色体的结构变化 44
 - (6) 染色体数目变化 45
- 3) 细胞 47
 - (1) 细胞的结构和功能 47
 - (2) 细胞分裂 51
 - (3) 细胞器的结构与功
能 54
 - (4) 细胞间竞争 55
- 4) 繁殖 55
 - (1) 生活周期 55
 - (2) 受精 57
 - (3) 繁殖方法分类 61
 - (4) 自交与异交 62
 - (5) 无融合生殖 66
 - (6) 营养繁殖 67
 - (7) 雌雄异体 68
 - (8) 雄性不育 70
 - (9) 自交不亲和性 72
 - (10) 杂交不亲和性 74
 - (11) 选择受精 75

5) 物质代谢	76	(1) 植物群落的结构···	128
(1) 水·····	76	(2) 植物群落的分类与 演替·····	132
(2) 无机养分·····	77	(3) 草地群落·····	133
(3) 光合作用·····	79	(4) 耕地群落·····	135
(4) 呼吸·····	82	9) 生物圈	136
(5) 碳水化合物·····	84	(1) 生物圈与生态系 统·····	136
(6) 氨基酸·····	86	(2) 生态系统的结构···	137
(7) 脂类·····	88	(3) 生态系统中能量运 转和物质循环·····	138
(8) 蛋白质·····	90	(4) 生态调节·····	138
(9) 核酸·····	93	10) 变异与淘汰	141
(10) 色素·····	95	(1) 孟德尔群体·····	141
(11) 酶·····	97	(2) 遗传变异与环境变 异·····	149
6) 分化和生长	100	(3) 选择·····	154
(1) 细胞的分化·····	100	(4) 竞争·····	157
(2) 极性和相关·····	102	(5) 遗传漂变·····	158
(3) 组织和器官分化···	105	11) 适应与进化	160
(4) 幼胚发生·····	106	(1) 适应与进化的基本 概念·····	160
(5) 生殖器官的形成···	108	(2) 适应机制·····	162
(6) 生长速度·····	111	(3) 繁殖方式与适应···	167
(7) 外因对生长的影 响·····	112	(4) 群体分化·····	168
(8) 内因对生长的影 响·····	114	(5) 隔离与杂交·····	171
(9) 脱分化·····	116	5. 作物, 品种育成	175
(10) 再生·····	118	1) 作物的分类	175
(11) 老化·····	120	(1) 作物分类·····	175
(12) 损害和修复·····	122	(2) 作物的种类和数 量·····	178
7) 组织和器官	123	2) 作物的形成	179
(1) 组织的种类·····	124		
(2) 营养器官·····	124		
(3) 生殖器官·····	127		
8) 群落	128		

(1) 作物的起源和形成.....	179	(5) 杂种一代制种.....	219
(2) 作物的亲缘关系.....	182	6. 生物观察法	222
(3) 品种形成.....	185	1) 个体和器官	222
3) 品种的特性	187	(1) 光周期反应与春化处理.....	222
(1) 品种特性的概念.....	187	(2) 生长物质反应.....	225
(2) 形态特征.....	189	(3) 生长分析法.....	231
(3) 早熟性.....	191	(4) 作物的生产结构, 特别是同化系统的分析法.....	236
(4) 耐冷性.....	193	(5) 光合作用.....	243
(5) 耐寒性.....	195	(6) 呼吸作用的测定法.....	248
(6) 抗病性.....	196	(7) 水分(蒸腾)测定法.....	249
(7) 抗虫性.....	198	(8) 根系观察法.....	256
(8) 品质.....	200	(9) 植物营养分析法.....	258
(9) 耐肥性.....	202	(10) 器官的解剖观察法.....	265
4) 品种的分布和变迁	204	2) 种子	270
(1) 品种的分布.....	204	(1) 种子选择.....	270
(2) 品种的变迁.....	208	(2) 发芽试验.....	271
5) 品种的保持、保存和退化	210	(3) 种子测定.....	273
(1) 品种保持.....	212	(4) 水分含量.....	275
(2) 品种保存.....	213	(5) 特性鉴定.....	277
(3) 品种退化.....	214	3) 组织、细胞	279
6) 制种制度	216	(1) 光学显微镜的观察方法.....	279
(1) 农业试验场与种商.....	217	(2) 放射自显影法.....	289
(2) 原种与农业用种子.....	217	(3) 荧光抗体研究法.....	292
(3) 自交繁殖性作物与异交繁殖性作物.....	218	(4) 显微分光测定法.....	297
(4) 营养繁殖性作物(种物)制种.....	219	(5) 原生质体的制备方法.....	302

(6) 扫描电子显微镜观察法.....	308	(RI) 的处理	391
4) 细胞器	311	(1) RI 的种类	393
(1) 电子显微镜观察法.....	311	(2) RI 的保存和分解	395
(2) 细胞颗粒的离心分离.....	315	(3) 探测器.....	396
(3) 染色体.....	318	(4) 测定样品的制备方法.....	400
(4) 叶绿体.....	321	(5) 检测值的统计处理.....	403
(5) 线粒体.....	324	8) 气象观察方法	404
(6) 膜结构.....	326	(1) 气象观察的计划.....	404
(7) 其他细胞器.....	328	(2) 气温.....	405
5) 细胞内分子	331	(3) 湿度.....	406
(1) 离心法.....	331	(4) 地温.....	407
(2) 透析.....	336	(5) 风.....	408
(3) 色谱法(层析法).....	337	(6) 降水量.....	409
(4) 免疫学的方法.....	348	(7) 蒸发量.....	410
(5) 蛋白质.....	351	(8) 云.....	411
(6) 核酸.....	356	(9) 日射量和日照时间.....	412
(7) 核酸和蛋白质复合体.....	360	(10) 气压.....	413
(8) 酶.....	362	(11) 天气.....	413
(9) 维生素.....	368	(12) 土壤水分.....	415
(10) 生长调节物质.....	369	9) 生物统计	415
(11) 色素.....	377	(1) 估算和测定.....	416
6) 放射线处理	380	(2) 分布的应用.....	430
(1) 放射线种类.....	380	(3) 回归分析.....	439
(2) 射线剂量及其测定.....	383	(4) 多变量分析的几种方法.....	461
(3) 照射方法.....	387	(5) 试验设计.....	482
(4) 放射线发生装置.....	389	(6) 抽样方法.....	501
7) 放射性同位素		(7) 遗传参数的估算.....	503
		(8) 模拟.....	548

I. 序 论

1. 育种的目^{*}

人类生活于地球生物圈之中，并作为组成其生态系统的成员之一，与其他生物种属共存共依。在人类经营农业，兴建城市，设置天然公园之后，此种生态系统即开始逐步为人所管制。但与此同时，人类若没有与他种生物取得协调一致的共存关系，则人类本身的生活就不可能存在。而且人们对适于成为自己伙伴的动植物和微生物进行有效的保护和培养，并进而利用之。此种旨在便于栽培饲养，提高利用价值的对动物、植物和微生物遗传素质的改良，就是育种。也就是说，育种的目标就在于通过改善有用动、植物及微生物的遗传素质，从而维持和发展与他种生物协调平衡的共存关系，以谋求增进人类的福利。

1) 植物育种

充裕而精美的食品是保证人类生活丰富、身体健康的重要基础。而且就食物而言，人类几乎全部依赖于植物进行光合作用的物质生产，亦即人们作为营养源及能源所摄取的食物，除水和食盐以外，都是植物性物质，或是动物肉品、乳和卵之类。而后者同样是基于植物性物质而转化的产品。现今在大气圈外层所接受的太阳光能每年达 13.4×10^{23} 卡，到达地球表面的光能为 6.3×10^{23} 卡，其中有很大部分被植物用于光合作用，合成有机物质，从而把光能转换为化学能固定下来。为了给人们提供丰富和优质的食物，必须进一步提高植物的光合效率；要使所合成的植物产品适宜于作

* 角田重三郎

食品和饲料之用,并使可利用的部分所占比重有所增高。为此,对适于作食物、饲料之用的植物,在发展保护管理技术的同时,强烈期望能通过育种技术来改进它们的丰产性和优质性。作为丰产性的内容,在陆生植物,一般包含植物对人为改良的栽培环境、栽培方法的适应性,以及诸如耐寒性、耐热性、耐涝性(这里指对气象和土壤等不良条件的抵抗性乃至规避性)和抗病虫害的能力等。另一方面,作为优质性的指标则是指食味、营养性,以及与加工、运输有关的各种特性等。在可供食物及饲料之用的植物中,水稻、麦类、玉米、高粱、油菜、豆类、甘薯、马铃薯、甜菜、茶树、蔬菜类、果树类、牧草类等,其育种目标将在育种各论部分详加讨论。

植物还可以直接或间接地作为布匹、燃料、纸张、基建材料等的原料。例如除了棉花、大麻等纤维作物可直接用来织布做衣料之外,在间接利用方面,如牧草之通过绵羊,桑叶之通过蚕茧均可各自转变为毛、绢等纺织品的原材料。木材是造纸和建筑业最重要的原材料。因此,对与人类衣住有关的植物进行丰产性育种和品质育种,是改善人们生活的极为重要的步骤。

大多数被子植物的花很美丽,一般认为此种特征与昆虫传粉有关,具有引诱昆虫的功效。但人们见到花亦往往有心旷神怡之感。为了丰富和改进鲜花的形状、色彩,乃至香味,增强美感和提高观赏价值,花卉育种就应运而生。人类亦有喜爱绿色植物的天性。青翠欲滴的环境使人有眼目清亮、恬静安谧之感。故亦有以绿色植物作为育种对象者。就作为庭园、草地、自然公园组成部分的花草和树木来说,此类育种工作极受人重视。另一方面,生态系统,如果不包括植物在内,将不可能万年一系、绵延不绝。这是因为世上万物的活动都是受植物光合作用固定的太阳能支配的,而且植物在光合作用过程中所吸收的 CO_2 和产生的 O_2 总量,亦与包括人类在内的动植物呼吸耗费的 O_2 和呼出的 CO_2 总量,约略相等。人们用火产生更大量的 CO_2 ,在这方面,与植物共存的意义就显得更为突出。因此,保护植物,保护作为协调一致的生态系的基本成员,而且在生态系统受到人为控制,或是处于人类影响的情

况下,通过植物育种进一步改进植物的适应能力和增加其美感,势必越来越成为今后的重要课题。

2) 动 物 育 种

家畜、家禽是人们为了玩赏、使役、或基于衣、食、住等原因而饲养的,并根据各种不同的用途进行育种。以食用目的来说,如以家畜、家禽肉、卵、乳的卡路里总量与它们所摄食的植物卡路里总量相比,似乎问题不少。但是,通过动物饲养却能把人们原先不能食用的植物性物质转变为高营养、易消化的美味佳肴。故一般都把肉、卵、乳产量高,品质优良,生长健旺等作为动物育种目标。即使就蚕茧生产而论,其育种目标也应该是产茧率(产茧量对桑叶喂饲量之比值)高、质优、强壮等这几个项目。这些指标目前正在取得大幅度的进展。

3) 微 生 物 育 种

一切有机物质的合成和分解都是通过生物体进行的。从合成与分解的平衡上看,能营光合作用的植物一般为合成大于分解的生活型,相反,大多数微生物(异养型微生物)则与动物一起均属于分解超过合成的生活型。因此,生物界作为一个整体,合成与分解往往处于某种平衡状态。微生物在地球生物圈中扮演着分解者、清理者、物质循环促进者的重要角色。这方面的问题势必会成为未来微生物育种的重要课题。关于利用微生物来分解塑料等人造化学品的工作,也正在着手进行。

在食品工业和医药工业中,目前广泛利用着各种各类不同用途的微生物,例如,能使多糖类分解糖化、乳酸发酵、酒精发酵,以及能合成各类氨基酸和抗生素的微生物,等等。对于这些有益于人类的微生物,人们正竭尽全力地进行新菌种的搜集、培育和筛选等工作。

2. 育种的历史*

1) 栽培、饲养与育种

在旧石器时代，人类全靠采集和渔猎维持生活。进入新石器时代之后，人类即开始栽种植物和饲养动物。在保护他种生物并加以利用这一点上，人类与他种生物的相互关系至此便完全不同于往昔了。栽培植物和饲养动物的出现，虽然是人类谋求管理和利用的方便，但也可视为人工选择的产物。它们一旦处于栽培条件和饲养条件的管理之下，人类实际上便已经在有意识或无意识地不断对其遗传素质进行有效的改进。

关于植物在栽培条件下特性发生变化的情况，Polunin (1960)曾列举如下几点为例：(i)植物大型化，(ii)种子变大，(iii)发芽提早、整齐，(iv)毛、针、突起物等防御结构消失，(v)成熟种子不四处散落，(vi)种子、果实显示特殊色泽，(vii)观赏植物花冠重瓣化，(viii)用作食物和饲料时品味提高，(ix)自体受精，(x)趋向一年生，等等。近年来在机械工业、化学工业发展的影响下，栽培管理亦飞速实现机械化和集约化，植物在新条件下的株型以及其他一些特性等同样发生迅速的变化。

2) 植物引种

关于植物引种的最早记录是，公元前 1500 年埃及女王 Hatshepsut 为了取得一种香料木，曾派出探险队远赴东非。另外，在《日本古事记》及《日本书记》中垂仁天皇一章亦有如下记载：“纪

* 角田重三郎

元 61 年田道间守奉天皇之命远赴异国（朝鲜或中国？）以求桔实（柑橘），历十载，携归之。”

1492 年哥伦布发现美洲新大陆，初期的探险家曾将玉米、烟草、马铃薯、番茄等从新世界引进欧洲。随着向美洲移民，人们亦从欧洲带去了小麦、燕麦、大麦、高粱、大豆和水稻等，并最终成为新世界的重要粮食作物。嗣后，美国的民间农业团体、各州政府、海军部、联邦政府等各个部门便不断地推动植物引种工作。例如，Perry 总督西渡日本，除通商开埠诸事外，收集有用植物的品种材料也是他赴日任务之一。在苏联，从 1916 年开始的 20 年间，Vavilov 以全世界为对象，大力开展栽培植物及其近缘种的调查研究和搜集工作。目前美国和苏联都已设置有组织良好的植物引种机构。此外，联合国所属粮农组织(FAO)对于植物种质的保存和搜集，亦另设有担负国际协调援助的下属机构。

3) 遗传物质的交换和控制

亚述帝国和巴比伦帝国在公元前 700 年前后，似乎已有对枣椰进行人工授粉的方法。可是中世纪的人们却反而不知道有性生殖的问题。直到 17 世纪后半叶，才开始对花药、花粉、胚珠等的作用有粗浅的认识。1694 年 Camerarius 的报告，一般被看成是明确暗示植物有性生殖过程的启端。作者进而提出通过所谓杂交以获得新类型的设想。基于此种认识，从 18 世纪开始，植物人工杂交试验才得以认真实施。在这方面的首创应推 1719 年 Fairchild 使用美国瞿草与康乃馨杂交所产生的人工杂种 (Fairchild's mule)。进入 19 世纪以后，人们观察了与生殖过程有关的生殖细胞、细胞核和染色体的行为。1900 年孟德尔法则再度发现（孟德尔，1865 年演讲，1866 年出版），接着在 1902 年又观察到连锁现象，于是对于生殖的问题不久便有了统一的解释，从而奠定了有关开展品种间杂交育种工作的基础。

迨 1752 年左右，林奈建立了植物分类系统，1760 年 K  elre-