

国家自然科学基金资助

中国科学院上海生命科学研究院生物化学与细胞生物学研究所协助出版

基因 转基因 和我们



遗传科学的 历史和真相

刘定干 编著

揭露“转基因致癌”伪科学事件真相
讲述基因和转基因科学知识

上海科学技术出版社

国家自然科学基金资助

中国科学院上海生命科学研究院生物化学与细胞生物学研究所协助出版

基因、转基因和我们

——遗传科学的历史和真相

刘定干 编著

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

基因、转基因和我们:遗传科学的历史和真相 / 刘定干编著. —上海:上海科学技术出版社,2018.3

ISBN 978 - 7 - 5478 - 3917 - 1

I. ①基… II. ①刘… III. ①遗传学—普及读物②基因—普及读物③转基因技术—普及读物 IV. ①Q3 - 49
②Q785 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 029344 号

基因、转基因和我们——遗传科学的历史和真相

刘定干 编著

上海世纪出版(集团)有限公司
上海科学技术出版社 出版、发行

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235 www. sstp. cn)

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 720 × 1000 1/16 印张 9.5

字数 107 千

2018 年 3 月第 1 版 2018 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5478 - 3917 - 1/Q · 58

定价:32.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,请向工厂联系调换

本书是一本关于遗传科学的科普书,通俗地介绍了遗传、基因和基因科学的基本知识及在社会各方面的应用,特别是对近年来公众关心的“转基因”问题做了详细阐述,说明了事实真相。本书内容翔实可靠,易读易懂,可以帮助读者正确认识和理解基因、转基因以及遗传(基因)科学,并在生活实践中运用这些科学知识。

作为一位退休的研究基因的科学家,本书作者希望此书在提高人民的科学文化水平、打击和消除伪科学在群众中的恶劣影响方面,能做出微薄的贡献。

为什么人和大多数脊椎动物都有一个头和四条肢体？为什么树木能用绿色的叶子从太阳光吸收能量，而我们却不能？为什么蛇和蚯蚓只有身子而没有腿？为什么池塘里有许多用眼睛都看不见的小虫等微生物，还能把水搞脏弄臭？为什么地球上的各种生物都有各自独有的形状、色彩、大小、活动特性、生活地点、身体结构、寿命等特征？

读者看到这些问题也许会觉得好笑，这些不都是大家天天都看见的，不是“就该如此”吗？还有什么可稀奇的呢？

的确是这样。我们对于天天见到的许多现象，往往会“习惯成自然”，把它们看成“没有什么可奇怪”，而不去想想这些现象发生的原因、这里面还有什么奥秘。但是，有一些人却把提出和解决这些“稀奇古怪”的问题作为自己的毕生追求和对社会的责任，他们就是科学家。

让我们用科学家的眼光来看看刚才的问题。

科学家们发现，生物体内有一种能控制那些特征的东西叫“基因”。“基因”就是细胞核里的一种叫做“脱氧核糖核酸(DNA)”的生物分子的一段；这种奇特的分子是各种生物一切特征的“设计图”和“样板”。因此，对于上面那些“怪”问题，最简单的回答是：因为所有生物都拥有自己种属特有的一大群基因，这些基因确定了各种生物的特征，并且使所有物种能代代相传。

因此，在这本小书里，笔者要给大家讲讲基因的故事：详细地说说基因究竟是什么，基因是怎样被发现的，基因的遗传规律是什么，我们和其他生物是怎样把自己的性状遗传到下一代的，研究基因对我们有什么用

处,基因科学在发展过程中曾经遇到什么样的阻碍,等等。还要回答大家很关心的问题:什么是“转基因”?“转基因”研究到底是好事还是坏事?

希望大家能感兴趣,更希望有更多的有志之士积极投身于基因科学研究的队伍中去。

编著者

第一章 “转基因”:福兮? 祸兮?

- 一、“转基因大豆吃不得”吗 / 1
- 二、谣言的源头:欧洲的“转基因致癌”伪科学风波始末 / 2
- 三、基因和转基因是什么 / 7

第二章 遗传规律的发现

- 一、人类对遗传现象的利用和研究 / 11
- 二、孟德尔对植物杂交的研究结果:孟德尔定律 / 14
- 三、DNA 的发现 / 16

第三章 基因的结构和功能

- 一、X 射线晶体学和 DNA 的结构 / 21
- 二、DNA 测序 / 25
- 三、染色体和细胞分裂 / 28
 - 有丝分裂 / 29
 - 减数分裂 / 30
- 四、染色体、基因和 DNA / 32
 - 细胞分裂和染色体的发现 / 32
 - 昆虫遗传学和摩尔根团队 / 33
- 五、DNA 的复制及其精确度 / 37

- 六、遗传密码与蛋白质合成 / 40
 - 自然界的“密电码”——遗传密码 / 40
 - 核糖核酸和核糖体 / 41
 - 蛋白质合成的过程概要 / 43
 - DNA 和 RNA 病毒:生命的边沿 / 45

第四章 基因突变、癌变和核事故

- 一、基因突变和遗传 / 48
- 二、突变的种类和原因 / 50
 - 生物因素引起的突变 / 50
 - 化学因素引起的突变 / 51
 - 物理因素引起的突变 / 53
- 三、放射性污染事故 / 55
 - 切尔诺贝利核电厂爆炸事故 / 55
 - 福岛第一核电厂放射性泄漏事故 / 56
 - 美国研制原子弹时的放射线致死事故 / 58
- 四、基因突变在生产中的应用 / 61

第五章 自然界的转基因现象和物种进化

- 一、玉米基因的转位:转座基因的发现 / 63
- 二、细菌和无脊椎动物中的横向基因传递 / 65
 - “超级细菌” / 65
 - 沃尔巴克体和衣原体 / 66
 - 鞭毛虫 / 67
- 三、动物中的横向基因传递 / 68
 - 线虫 / 68
 - 节肢动物和鱼类 / 70
- 四、植物和微生物中的横向基因传递 / 71
 - 原叶绿素氧化还原酶 / 71

- 植物基因通过直接接触转入细菌 / 72
- T-DNA / 72
- 被子植物向裸子植物的横向基因传递 / 73
- 五、嫁接——细胞 DNA 和叶绿体在接穗和砧木间的横向传递 / 73
- 六、人体中的横向基因传递 / 76
- 七、横向基因传递在物种进化中的作用:获得性的遗传 / 77

第六章 转基因研究:创造新物种以满足人类需要

- 一、人工转基因的目的:创造具有人类需要特性的新物种 / 81
- 二、分子遗传学和限制性内切酶:回文结构 / 83
- 三、基因工程技术:分子克隆 / 87
 - 用基因工程技术建造人工蛋白质 / 87
 - 重组质粒的构建和抗生素抗性的利用 / 89
 - 细菌的感受态和 DNA 转化、分子克隆 / 90
- 四、转基因用于分子生物学研究 / 91
- 五、服务于农业生产的转基因研究及其面临的问题 / 93
 - 转入什么样的基因:要转入基因的选择问题 / 93
 - 转基因作物长期栽培会有什么变化:转基因作物的“转归”问题 / 94
 - 转入转基因食物中的外源基因会转到人体内吗:转基因对人的“危害”问题 / 95

第七章 遗传病解密

- 一、基因、等位基因和遗传病 / 98
- 二、显性遗传和隐性遗传 / 99
 - 表型 / 99
 - 显性遗传和隐性遗传 / 100
- 三、单基因遗传病和多基因遗传病 / 101
 - 单基因遗传病 / 101

多基因遗传病 / 103

四、遗传病的治疗和预防问题 / 104

遗传病的中西医治疗 / 104

遗传病的预防问题 / 105

第八章 聚合酶链式反应

一、DNA 聚合酶和引物 / 108

二、人工扩增 DNA: 聚合酶链式反应的诞生 / 109

三、PCR 的用途 / 112

四、PCR 实验: 扩增哪个 DNA 片段 / 113

引物的重要性 / 113

PCR 的步骤 / 114

PCR 的自动化和多样化 / 116

引物的设计 / 117

PCR 实验的注意事项 / 119

第九章 DNA 特征分析和亲子鉴定

一、DNA 特征和 DNA 多态性 / 122

二、DNA 特征分析的应用 / 124

鉴定个体 / 124

亲子鉴定 / 125

三、采用其他 DNA 基因座的 DNA 特征分析 / 125

Y 染色体分析和杰斐逊丑闻 / 126

线粒体 DNA 特征分析和真假俄国公主 / 127

四、做 DNA 特征分析要注意什么 / 128

第十章 DNA 分析和法医昆虫学

一、昆虫和刑事案件侦破 / 130

二、对食尸昆虫种属的 DNA 鉴定 / 130

三、昆虫作为现场“人”证——吸血昆虫体内的人 DNA / 131

四、利用嗜尸昆虫推定死亡时间和 DNA 分子鉴定 / 133

结束语 / 136

“转基因”： 福兮？祸兮？

一 “转基因大豆吃不得”吗

“大嫂，你买的是豆油吗？”

“是呀。”

“看看，是用转基因大豆榨的吗？”

“我看看。喏，这里有一行小字：用转基因大豆制造！”

“哎呀！快别买了！”

“怎么了？”

“听人家说，吃了转基因大豆要生不出孩子！”

“啊?! ……”

这是超市里两位妇女的对话。

近年来，确切地说是2012年以来，在我国，“转基因”悄悄变成了老百姓非常关注的话题。在不少地方，流传着各种稀奇古怪的“路透社消息”：什么现在好多粮食蔬菜都是“转基因”的，转基因的东西吃了会三代绝种；什么外国都根本不吃转基因的东西了；什么转基因的玉米、番茄只能种一年，第二年就没法再种；什么许多新奇粮食蔬菜水果，像紫薯、圣女果（小番茄）、甜玉米等都是“转基因”的，吃了会生癌；还有说小龙虾也是“转基因”的、有毒，等等。总之，“转基因”食品都是不好的，都是种出来害人的。

更有甚者，在互联网和微信群上居然出现了各种谣言，其信口雌黄、胡说八道和耸人听闻的程度令人难以置信。例如，有个“X鸟YY会”说：“欧盟绝对禁止转基因食品（包括动物饲料）；世博会、亚运会、大运会全

部严禁转基因食品；非洲人宁可饿死也不进口转基因食品；俄罗斯证实转基因食物使动物三代绝种。”有个“A 度 B 道”又说，某年某月德国某农民喂转基因玉米给牛吃，毒死了 70 头牛，等等。

这些谣言的发布者没有(或不敢!?)公开自己的真名实姓，多数人并不认为这些消息真有其事。但是，不少人抱着“宁可信其有，不可信其无”的态度，对转基因产品退避三舍。总之，“转基因”变成了一个可怕的“魔影”，在一些地方、一些人群中时隐时现，对人民的日常生活起着干扰甚至是破坏的作用。许多人对“转基因”至今还很害怕，对转基因食物唯恐避之不及。

但是，就在不久以前，转基因的研究在我国人民心目中还占有崇高的地位。转基因——又叫“基因工程”——被看做是我们未来制药工业、医疗事业和农业发展的希望。人们希望将来有一天能吃到富含必需氨基酸的大米，而现在的大米是缺乏那些氨基酸的；糖尿病病人希望能够喝到含有胰岛素因而能治疗糖尿病的牛奶；医生们希望能够得到在牛羊身上分泌出来因而非常廉价的血友病治疗药物，而现在这些药物要从人血中提取，价格高得吓人；农民们希望能种植不怕病虫害、不用打农药的农作物和果树，同样消费者们也希望能买到这样真正“绿色”的农产品；甚至科学家们还想在老鼠身上培育人的耳朵，在猪身上培植人体器官，使今后需要做器官移植来救命的病人再也不用苦苦等待合适的捐献者……转基因——基因工程研究为我们展开了多么光明灿烂的前景！

那么，为什么现在人们对转基因研究的看法会有如此大的分歧呢？为什么“转基因”这几个字竟会那么吓人呢？

● 谣言的源头：欧洲的“转基因致癌”伪科学风波始末

说转基因研究有害的这阵风，是从西方吹来的。

讲究“吃”的欧洲人向来对食品的安全抱非常谨慎的态度。但是在 21 世纪初，欧洲发生了较多严重的食品安全事故。据报道，1996 年英国

发生了“疯牛病”,据说人吃了“疯牛肉”就会生脑病“发疯”,所以短短几个月英国就杀了400多万头牛,损失高达30亿英镑。2001年,疯牛病又在法国、德国、比利时、西班牙等国相继发生。1999年,整个欧洲发生了肉类被强致癌物二噁英污染的事故,这对于以肉类为主食的欧洲人而言又是一个沉重打击。2000年,法国发生致病性的李斯特菌污染肉制品的事故,造成至少9人死亡。不久,英国的牲畜又流行起口蹄疫来。这一连串的食品安全事故使欧洲人更加提心吊胆。

在这样的情况下,对于也正是在这一时期新兴的转基因食品,大部分欧洲人是不放心的。有些人就利用人们的这种心理,在欧洲各国兴风作浪。他们有的是担心转基因产品会损害天然的生物进化过程,虽然还没有确切证据证明存在这种危险;有的是从某些组织的利益出发反对转基因产品;更多的则是因为和一些公司存在利益关系,而采取了反对另一些公司(如出售转基因产品的公司)的立场。这些人在欧洲各国发表文章、接受采访、组织游行、上访请愿,不时掀起反对转基因研究的风浪。欧洲的报刊、电视台,特别是互联网网站等媒体本来就是靠炒作新闻吃饭的,见了这些事端更是喜出望外。这样一来,各种反对转基因的消息就源源不断地传送到世界各地,包括我国,一直钻进我国人民大众的眼睛和耳朵里。

在这场反对转基因研究和转基因产品的风潮中,欧洲有些戴着“科学家”桂冠的大学教授起了很负面的作用。典型的一个是法国卡昂大学(Université de Caen)的吉尔厄里克·塞拉里尼(Gilles - Éric Séralini)。此人与其合作者2012年9月19日在英国的《食品和化学品毒理学杂志》(网络版)发表了一篇名为《农达除草剂和抗农达除草剂的转基因玉米的长期毒性》的文章^[1]。此文宣称,抗农达除草剂的一种转基因玉米NK603,在喂养大鼠2年后,大鼠发生了明显的肝坏死、肾损害,死亡率大大增加,并且出现了癌瘤。作者宣称这些毒性作用是转基因玉米转进去的基因在大鼠体内高表达的结果。塞拉里尼还为此专门召开了新闻发布会。

塞拉里尼的新闻发布会被电视和媒体大肆报道,在欧洲社会激起了强烈反响。我国中央电视台的新闻节目也报道了这件事。这样,欧洲关于转基因的争论和看法就进入了中国观众的视野。但是,不少人看了中央台电视节目得到的印象只是“转基因食物可能致癌”。一些本来就对“转基因”怀有偏见的人则以为抓到了稻草,竟在网上发表“博客”文章,兴高采烈地叫嚷“中央台终于承认转基因食物可以致癌”!

当然,报道新闻是传播媒体的本职工作,但是这则新闻却没有能帮助人们正确了解转基因研究及其成果,而是加深了一部分老百姓对转基因食品和转基因研究的误解。

塞拉里尼等的论文发表后不久,国际科学界就发现这篇论文在取材、实验设计和分析方法等方面存在严重问题,纷纷向作者们和发表论文的杂志编辑部提出质疑。同时,欧洲主管食品安全事务的最高机构——欧洲食品安全局迅速对塞拉里尼等的论文进行了评估,并于2个月后(2012年11月28日)发表了最终评估意见,该评估意见刊登在当天的《欧洲食品安全局杂志》上(网上登载)^[2]。最终评估意见指出:

“塞拉里尼等的研究报告在设计、结果分析和报道方面都是不适当的。塞拉里尼等作者在《食品和化学品毒理学杂志》上发表的对批评的回答,所提供的附加信息很有限。”

“塞拉里尼等所描述的研究不能使人重视他们所发表的结果和结论。”

“考虑了欧盟成员国的评价和作者对批评的回答后,欧洲食品安全局认为塞拉里尼等的研究报告的科学质量不足以进行食品安全的评价。”

欧洲食品安全局的最终评估意见最后表示,将不对NK603转基因玉米的安全性重新进行评估,也就是否定了塞拉里尼所谓转基因玉米致癌的说法。

2013年,西班牙、澳大利亚和美国的九位科学家(第一作者是西班牙的格玛·阿尔霍,Gemma Arjó)联名在国际科学杂志《转基因研究》上发表长篇文章《多数意见、科学讨论和伪科学:对塞拉里尼等宣称抗农达玉

米或农达除草剂对大鼠致癌研究的深入分析》^[3],批判塞拉里尼论文中的错误。他们指出:

塞拉里尼的文章有“大量错误和不正确之处,导致高度误导的结论,其在科学杂志和广大媒体上的发表对科学的可信性和这一领域的研究者造成了损害。”

“该工作抛开了良好科学实践的一切标志,更重要的是忽视了最起码的科学和伦理标准,特别是在对待实验动物方面。”

在指出了塞拉里尼论文中在实验设计和数据提取等多方面的错误后,阿尔霍等着重指出:

塞拉里尼等所使用的实验动物——斯普拉格 - 多利 (Sprague - Dawley,简称SD)大鼠,本身就会在没有任何外来因素的情况下自然发生肿瘤,肿瘤的自然发生率一般为40% ~ 80%;肿瘤一般在正常饲养了90天以后开始发生;因此这种大鼠只能用于短期的鉴定成瘤性的实验。也就是说,如果某种化合物在90天之内使这种大鼠发生肿瘤,则那种化合物就可认定是致癌性的。而塞拉里尼等却把这些大鼠用他们所谓可能致癌的食物喂养了2年,而且实验动物的数量也不够。

阿尔霍等还指出:

塞拉里尼的文章里所登载的关于肿瘤发生情况的数据,几乎可以肯定是统计学的随机噪音,也就是说,肿瘤是大鼠自然发生的而不是吃了致癌物引起的。塞拉里尼等对待实验动物是很不合伦理的,他们的大鼠身上的瘤子早已大得超过了应予安乐死的程度了。

对于国际科学界的质疑和批判,塞拉里尼等发表了一篇文章^[4]进行答辩。在该文中(本书为节省篇幅,其他问题略去——笔者注),对于最关键的、用有自发成瘤倾向的SD大鼠做长达2年时间的成瘤性实验的问题,塞拉里尼等引用了美国“国家毒理学研究计划”(National Toxicology Program,简称NTP)关于选择实验动物的一篇报告,说:“SD大鼠易生肿瘤的事实已被一些单位如(美国)国家毒理学研究计划用于2年的致癌性和其他长期研究。”这种辩解似乎振振有词,但是查阅NTP的报告原

文^[5],却是:

“目前,NTP正在收集雌雄HSD(美国国家毒理学研究计划给斯普拉格-多利大鼠起的名字)大鼠在90天和2年研究中的自发、非肿瘤和肿瘤病变的历史对照资料,并用这种大鼠进行生殖和发育的毒理学研究。我们将继续评价HSD大鼠对NTP研究的适用性并公之于众。”

就是说,NTP还在评判这种大鼠是不是可以用于2年期的肿瘤研究,根本没有肯定它适用于这样的长期成瘤性实验。因此,塞拉里尼是在故意狡辩。在这篇答辩文章中,塞拉里尼还说:“用对成瘤不敏感的动物种类来研究肿瘤病理学是无稽之谈。”把“自发成瘤性”和“对成瘤的敏感性”混为一谈,这简直是在耍无赖了。

笔者认为:

对于任何一个有真才实学的、认真严肃的科学研究者,挑选实验动物是一项最基本的常识和研究能力。笔者自己曾从事抑癌基因的研究,对实验动物选择的重要性有很深的体会。如果拿有自发成瘤倾向的老鼠来鉴定一种物质的长期成瘤性,那岂不是笑话!所以令人非常吃惊的是,堂堂卡昂大学的教授竟连这样一点最基本的研究常识也不懂!这样连实验常识都没有的人在法国居然能当上大学教授!而且这位教授居然还能厚着脸皮在所谓答辩文章里对自己的错误进行无赖狡辩!这也令人怀疑塞拉里尼是为了迎合欧洲的反转基因研究的势力故意制造事端,因为此人确实接受过反转基因组织的研究资助。

由于受到多数科学家的质疑和反对,而其答辩又不能自圆其说,2013年年底,《食品和化学品毒理学杂志》撤下了塞拉里尼等的论文。

可是,过了不到一年,塞拉里尼又把他们的论文抛出来,发表在一份没有影响因子(影响因子是一种用来评判一本科学杂志在社会上的影响力的数值,由该杂志所发表的文章被其他媒体引用的频度表示。杂志影响力越强,影响因子越大——笔者注)、影响力大大不如《食品和化学品毒理学杂志》的网上小杂志《欧洲环境科学》上。该刊的编者按语说:重新发表这篇文章“并不意味着对该文的任何内容有所评价,唯一目的是使