

《推开基因工程之门》
系列丛书

转基因

给世界多一种选择

周云龙 李宁 / 主编



 中国农业出版社

转基因

给世界多一种选择

周云龙 李宁 / 主编



中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

转基因：给世界多一种选择 / 周云龙，李宁主编。
—北京：中国农业出版社，2013.11
ISBN 978-7-109-18564-7

I. ①转… II. ①周… ②李… III. ①转基因技术—
研究 IV. ①Q785

中国版本图书馆CIP数据核字 (2013) 第265607号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路2号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 张丽四 宋会兵 吴丽婷

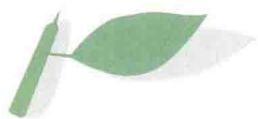
北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2013年12月第1版 2013年12月北京第1次印刷

开本：787mm×1092mm 1/16 印张：16.25

字数：350千字

定价：45.00元

(凡本版图书出现印刷、装订错误，请向出版社发行部调换)



编委会

主 任 段武德 杨雄年

副主任 吴孔明 寇建平

委 员 (按姓名笔画排序)

王 雪 王晓举 孙丽萍 李 宁

李 宁(女) 杨汉春 杨晓光

宋贵文 张大兵 林 敏 周云龙

聂善明 徐海滨 涂长春 黄大昉

常智杰 彭于发

编写组

主 编 周云龙 李 宁(女)

副主编 薛爱红 付仲文

成 员 (按姓名笔画排序)

王 炜 王友华 王汉霞 包可汗

任海丽 刘培磊 许秀华 孙卓婧

孙国庆 李 昂 李文龙 杨书玲

连 庆 汪其怀 沈 平 宋贵文

张 含 姜 斌 徐 哲 郭柯灼

崔 艳 章秋艳 焦 悦



序

PREFACE

现代人类的文明，从来都是科学技术推动的。在生命科学领域，第一次绿色革命解决了部分发展中国家的饥饿问题，青霉素等抗生素的出现，显著降低了多种传染病的死亡率，大幅度提高了全球人均寿命，即是例证。

进入21世纪，以DNA重组和转基因技术为核心的现代生物技术，在医药、农业、食品、能源、环保领域广泛应用，引发了深远的产业变革，现代生物产业的兴起已显现出良好的发展前景。利用转基因技术生产胰岛素，大大地降低了生产成本，解救了全球数以亿计的糖尿病患者。2012年全球转基因作物种植面积为1.7亿公顷，超过了我国耕地总面积，与产业化应用之初的1996年相比，15年间增长了100倍。世界许多国家已把转基因技术作为支撑新药研发、动植物育种的重要手段，作为抢占科技制高点和增强国家竞争力的战略重点。

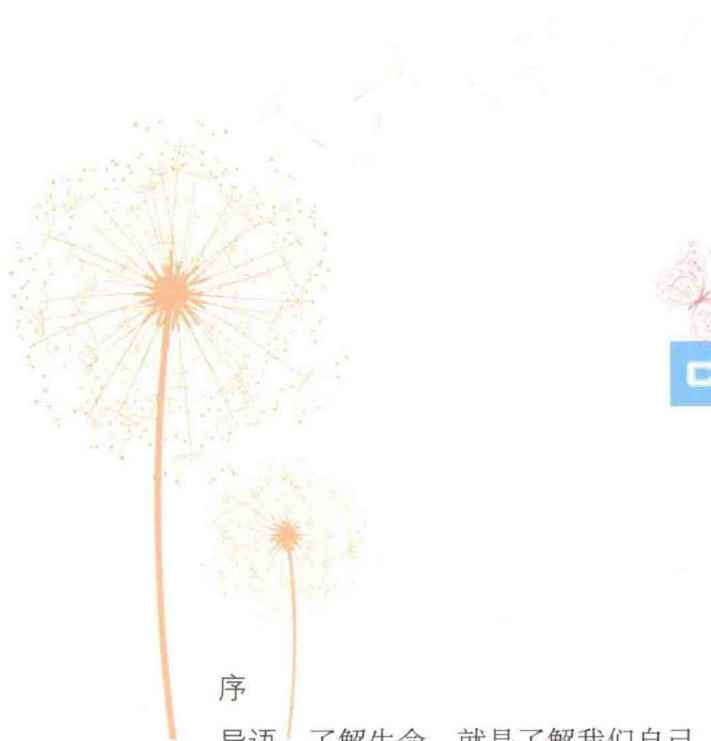
目前，对于转基因技术，社会上存在着质疑的声音，说明公众在关注转基因，这并非坏事。转基因技术争论，唯一的解决办法是回归科学，回归理性，而不能把转基因妖魔化、政治化。应让公众了解最基本的科学知识，了解今天的科学技术给人类社会和自身工作、生活带来的影响，了解前沿科学技术的发展和走向，理性地看待新的科学技术。

由周云龙和李宁同志主编的《转基因 给世界多一种选择》，提供了一本了解转基因技术非常好的科普读本。书中以生动流畅的笔触、简洁传神的插图、富于故事性的记叙，撷取了现代生物技术的发展史上几颗最为璀璨的明珠，娓娓道来，将大家不知不觉地带入生命科学的历史长河，领略转基因技术的神奇魅力，感知其可行性和安全性。相信这本书可以给我们带来许多思考和启示。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '许智宏' (Xu Zhong), written in a cursive, expressive style.

于北京大学

2013年11月



目 录

CONTENTS

序

导语 了解生命，就是了解我们自己

第1站

基因——你在哪里? 004

想象我们是一只只的蝴蝶，飞舞穿梭在生命科学的历史画卷里，这朵花儿嗅一嗅，那朵花儿瞧一瞧，去寻找失落的生命密码。这些小小的生命密码是分子生物学各种研究和操作的基础。我们要寻找它、发现它，把它带到生物学实验室……

- | | |
|------------|-----|
| 1. 修道院里的豌豆 | 006 |
| 2. 白眼的突变果蝇 | 012 |
| 3. 捉弄人的双球菌 | 026 |
| 4. 星光下的双螺旋 | 033 |
| 5. 一个基因一个酶 | 045 |
| 6. 什么是中心法则 | 050 |
| 7. 按需生产蛋白质 | 054 |
| 8. 资深元老原是谁 | 063 |

9. 小精灵般的miRNA 071

第2站 转基因——艰难的“跳跃” 076

现在我们变换一下身份。假装是一群刚进实验室的生命科学博士生，一心想做出伟大的科学发现。此刻，正在对导师布置下来的科研课题一筹莫展，感到无从下手。科研工作的第一步也是最重要的一步是搜集资料和查新，就让我们从这里开始吧。

- 1. 不寻常的海上旅行 078
- 2. 生命演化的主演 086
- 3. 物种的“想法” 093
- 4. 基因的“大管家” 097
- 5. 做一个假想中的小课题 100
- 6. 众里寻他千百度 104
- 7. 羊毛剪子咔咔响 112
- 8. 基因的旅游大巴 117
- 9. 轻轻地，我来了 122
- 10. 比比谁的枪法准 125
- 11. “外基因”的故事 133
- 12. “三人成虎”难住转基因 137

第3站 转基因生物——世界因此不同 142

现在我们是一群游客，与其他游客不同，我们观光的不是景点，而是几所大学和研究所的分子生物学实验室。有时也会去药厂、农田里走一走。我们所乘坐的交通工具不是汽车，而是时光穿梭

机。我们要观赏的是大大小小的转基因生物。

1. 激动人心的尝试 144
2. 人重组胰岛素与产业变革 150
3. Bt 基因背后的故事 156
4. 我心无忧话疫苗 166
5. 小基因妙手回春 172
6. 众植物畅谈未来 179

第4站 转基因安全——你怎么看? 184

现在, 让我们回归到公众层面。术业有专攻, 我们没有接受过系统的分子生物学教育, 我们没有在实验室里做过实验。早晚有一天, 转基因技术会因其在食品、药品、疫苗、能源及环保等领域的广泛应用, 成为我们日常生活中无法删除的必选项。科学家和政府管理者, 他们对这些问题怎么看?

1. 让转基因争论回归科学 186
2. 肯尼迪议员忧从何来? 192
3. 科学家曾经很担心转基因 197
4. 阿西洛马的回响 201
5. 转基因的“安全铠甲” 210
6. 转基因研发, 等待还是前行? 214
7. 用平常心看待科学技术 222

结束语 238

编后语 239

后记 247



了解生命 就是了解我们自己

生命是地球上的奇迹。尽管几十年来人类一直在搜寻，却从未在浩渺的宇宙中发现过天外生命。喧嚣一时的外星人事件，都既不能证实，也不能证伪。因此，从科学角度讲，美丽的蓝色星球仍是太空中唯一存在生命的星体。

人类进入文明社会，已有上万年之久。然而人类科学地认识生命，认识自己，才不过寥寥数百年。

1665年的某一天，英国物理学家虎克（R. Hooke, 1635—1703）的一次“无心插柳”，让人类第一次从科学角度探索生命的奥秘。

虎克的实验室有一台显微镜，当时这可是稀罕之物。

早在1世纪时，罗马学者发现水晶器皿装水后可以放大字母。16世纪中期，瑞士一位博物学家用放大镜观察蜗牛壳。1610年，伽利略（G. Galilei, 1564—

1642) 利用望远镜倒视时放大物体的特性, 制成了世界上第一台显微镜。从此, 一个被遗忘的小小世界呈现在人类眼前。之后, 自制显微镜的人日益增多, 虎克沉浸其中乐此不疲。

制作工具, 通过工具延展自己的认知能力, 是人类有别于其他动物的“特长”。在显微镜出现前的漫长年代中, 人类直接用肉眼观察世界, 对直径小于0.1毫米的物体基本上“视而不见”。

那天, 虎克正在研究植物的木栓组织。他想验证, 软木轻、富有弹性以及难于被水浸透的特性, 是否与其微观结构有关。虎克从一小块清洁的软木上切下一片光滑的白色薄片, 并在其下衬了一片黑色木板。在显微镜下, 虎克清楚地看到薄片上有很多蜂窝状的小室, 这可是前所未有的发现。虎克欣喜异常, 给它们取名为细胞 (cell)。这就是细胞名字的由来。

这个令人振奋的发现吸引了众多自然学者, 大家纷纷对动植物细胞进行观察和研究。然而, 细胞的结构是什么? 功能是怎样的? 细胞与生物体之间是什么关系? 自然界是如此玄妙, 不会轻易向人类展示自己的奥秘。

日历飞快地翻过了近200年。19世纪前半叶, 两位德国科学家提出, 一切植物和动物组织均由细胞组成, 并由此建立了统一的细胞学说。细胞学说与达尔文的生物进化论、能量守恒与转化定律共同被推崇为19世纪自然科学三大发现。

施莱登 (M. J. Schleiden, 1804—1881) 是德国耶拿大学 (Friedrich schiller Universitat Jana) 植物学教授。他早年在海德堡学习法律, 之后在汉堡作执业律师, 但真正的兴趣却在植物学。同时代的植物学家只强调植物分类, 但施莱登却意识到研究植物结构和功能的重要性。1837年, 用显微镜多次观察后, 施莱登发现构成植物体的基本单位是细胞, 正是通过细胞植物体才表现出各种生命特征。1838年, 施莱登发表《植物发生论》, 首次提出植物体各部分均由细胞或细胞衍生物组成。1859年达尔文 (C. R. Darwin, 1809—1882) 出版《物种

起源》后，施莱登是最早接受达尔文进化理论的德国植物学家之一。

1839年，德国卢万大学（University Leuven）解剖学教授施旺（T. A. H. Schwann, 1810—1882）受到施莱登的启发，结合自身的动物细胞研究成果，把细胞学说从植物学扩展到动物学。施旺发表题为《关于动植物的结构和一致性的显微研究》的研究报告，从细胞的形成机理与生命的发育过程两方面，完善了施莱登创立的细胞学说，指出一切生物组织均由细胞组成。

1858年，德国病理学家、维尔茨堡大学病理学教授魏尔肖（R. C. Virchow, 1821—1902）进一步提出“细胞通过分裂产生新细胞”，彻底否定了传统的“生命自然发生说”，修正了施莱登和施旺“新细胞从老细胞中产生”的观点。至此，细胞学说得以正式建立。

细胞学说的诞生，标志人类对生命的认知进入了一个崭新的发展时期。人类是地球生物圈的一分子，了解生命，就是了解我们自己，知道我们从哪里来，要到哪里去。

20世纪以来，数学、物理学、化学、计算科学等基础学科的发展，推动生命科学进入了迅猛发展的快车道。抗生素、亚细胞结构、DNA双螺旋结构、内切酶、PCR技术和测序技术等一系列科学发现与技术进步，为解开生命密码，破解演化天书创造了条件。

基因是最小的遗传单位，是染色体上的DNA片段。从基因着手，研究生命的基本规律，已成为生命科学的研究热点。其中以克隆、分子标记辅助育种和转基因等为代表的生物技术，极大地改变了传统药物研发模式、动植物育种模式、农业种养殖模式和食品加工模式。在21世纪，生物技术将向能源、环保、军事、信息技术、传统工业等领域进一步扩展。

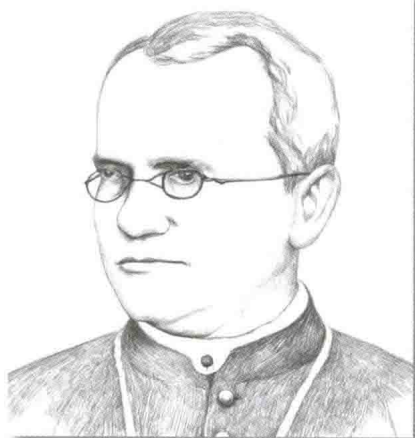
那么对于转基因技术及其依托的分子生物学，我们究竟了解多少？请跟随我们的脚步，一起到分子生物学的百花丛中逍遥漫步吧！



想象我们是一只只的蝴蝶，
飞舞穿梭在生命科学的历史画卷里，
这朵花儿嗅一嗅，那朵花儿瞧一瞧，
去寻找失落的生命密码。
这些小小的生命密码
是分子生物学各种研究和操作的基础。
我们要寻找它、发现它，
把它带到生物学实验室……

1. 修道院里的豌豆

在修道院里种豌豆，不是为了吃，不是为了玩，而是为了培育豌豆良种。这位奇怪的修道士名叫孟德尔（G. J. Mendel, 1822—1884）。他如何也想不到，小小的豌豆竟让他日后成为遗传学鼻祖。



约翰·孟德尔

孟德尔1822年出生于被称为“多瑙河之花”的奥地利海森道夫地区，有一个姐姐和一个妹妹。130年来，孟德尔家族一直拥有一个小农场，幼年的孟德尔在农场里一边务农，一边养蜂。尽管如此，孟德尔一家仍然入不敷出，生活难以为继。

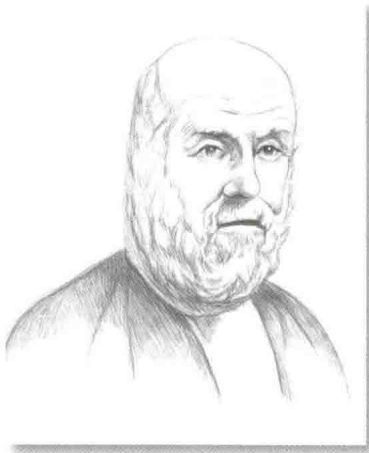
好在孟德尔自幼聪明好学，深得村子里小学老师的喜爱。虽然父亲多次要求幼小的孟德尔辍学务农帮助家里。但在老师的坚持和推荐下，孟德尔终于说服了父亲，得以去离家有十几千米之外的皮亚利斯特中学继续求学。12岁时，因学习成绩优良，孟德尔转学来到帝国皇家预科学校学习。由于家里贫寒，孟德尔的父母只能勉强支付学费，饥寒交迫的孟德尔经常是衣衫褴褛，食不果腹。求学期间，孟德尔的父亲意外地被木头砸成重伤，不能继续务农。为了在经济上支持家里，同时也为了继续求学，少年孟德尔只能一边做家教，一边完成学业。艰苦操劳的中学生活严重损害了他的身体，预科学校毕业后，孟德尔只能因病在家休学一年。

1840年，他考入奥尔米茨大学哲学院，主攻古典哲学，兼修物理学，为了生计，他的妹妹把买嫁妆的钱都送给了哥哥。大学期间，孟德尔仍是千方百计勤工俭学。1843年孟德尔大学毕业，21岁的他萌生了进入修道院去做神职工作的想法，他感到“这样便能解除他为生存而做的艰苦奋斗”。于是，孟德尔在老师的推荐下进入了位于布鲁诺的圣汤玛斯修道院。那个修道院，除了礼拜上帝，还普及教育、编修典籍和进行科学实验，是寒门子弟继续接受教育的最佳选择。

在修道院里，孟德尔依旧生活窘困，但无需为温饱四处奔波。现在，他终于有了闲暇，可以做自己喜欢的事情了。修道院里的一个小型植物园成为了他的最爱。然而孟德尔依然向往人世间普通人的生活，结婚生子建立家庭。1851年，为了得到一张中学教师资格证书，孟德尔进入维也纳大学学习，接受了布鲁诺哲学学院自然科学和数学的系统训练，这为他后来从事植物杂交奠定了坚实的理论基础。

然而他梦寐以求的教师资格证书却再也与他无缘。原因在于答辩的时候，他和主考教授发生了争执。

在孟德尔时代，人们对遗传的认识很粗浅，认可和接受的是“混合遗传”学说，即遗传是“黑+白=灰”，父母的黑和白简单融合得到子代的灰。此学说虽未被正式提出和论证，却是一个普遍接受的、被认为不证自明的规律。而孟德尔在长期对植物的实验观察中却发现，“混合遗传”学说可能是错误的。而主考教授却是希波克拉底的忠实信徒。主考教授当然不能允许孟德尔这样的凡夫俗子挑战内心的神圣，而孟德尔也不愿意屈服于权威背弃自己观测到的科学事实。于是孟德尔脱离修道院，回归尘世生活的梦想彻底破灭了。



混合遗传学说的提出者，欧洲医学奠基人，古希腊著名医生，希波克拉底（Hippocrates of Cos II，前460—前377）。

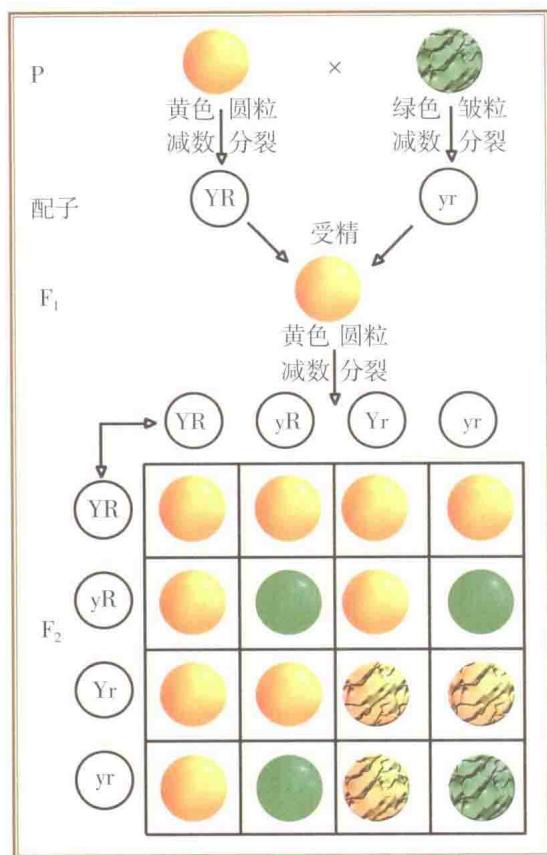
希波克拉底提出的医生道德准则，“我要遵守誓约，矢志不渝。对传授我医术的老师，我要像父母一样敬重。对我的儿子、老师的儿子以及我的门徒，我要悉心传授医学知识。我要竭尽全力，采取我认为有利于病人的医疗措施，不能给病人带来痛苦与危害。我不把毒药给任何人，也决不授意别人使用它。我要清清白白地行医和生活。无论进入谁家，只是为了治病，不为所欲为，不接受贿赂，不勾引异性。对看到或听到不应外传的私生活，我决不泄露。”这是古代西方医生在开业时宣读的一份有关医务道德的誓词。1948年，世界医协大会对这个誓言加以修改，定名为《日内瓦宣言》。后来又通过决议，把它作为国际医务道德规范。“我保证履行由于我的专业我自愿承担的治疗和帮助病人的义务。我的义务是基于病人所处的软弱不利的地位，以及他必然给予我和我的专业能力完全信任。所以，我保证把病人多方面的利益作为我的专业伦理的第一原则……”

1854年，考试落第的孟德尔回到家乡，万般无奈地继续修道士生活。然而这次和主考教授之间发生的学术冲突却激发了他的斗志，他开始利用业余

时间系统地进行植物遗传研究。倔强的孟德尔想利用自己的理论培育出豌豆良种，用事实证明自己是对的。然而，阴差阳错间，奇特的杂交结果却像无形的手，牵引着他发现了遗传学的真谛——遗传分离规律和自由组合规律。

他进行了大量的植物杂交试验。在对植物材料精心选择和比较后，从1854年起，孟德尔决定选用豌豆作为样本生物，开展杂交试验。

为什么要选择豌豆？因为豌豆是闭花授粉，是最严格的自花授粉植物。花未开放时，雄蕊上的花粉就传到了雌蕊的柱头上，授粉完毕美丽的蝶形花才会盛开。这样，授粉时无外来花粉的干扰，便于形成纯种。此外，豌豆成熟时豆粒都留在豆荚里，豆荚不像黄豆那样容易崩开，便于对杂交结果进行计数。最后，豌豆具有多个稳定的、可区分的性状，如红花白花、叶子外缘有缺口还是没有缺口，种子外皮是皱巴巴的还是光滑的等。



问题出现了，既然豌豆是闭花授粉，孟德尔又是如何进行杂交的呢？

那就只好亲自做“媒婆”了。孟德尔趁花蕾还未开放时，就一个个地拨开花蕾，摘除雄蕊，同时授予花粉。然后按照杂交实验设计，将采集来的花粉分别授予去除了自身雄蕊后的花蕾柱头，这样就实现了不同花朵之间的杂交。同时对杂交的情况还要逐个记录，哪一株豌豆的花粉给了哪一株的雌蕊。因此，看似简单的杂交实验，后面是巨大而繁琐的工作量。