

一本书看懂 转基因

林基兴
著

到底存不存在“番茄基因”
或“细菌基因”？

/

食用转基因食品
会改变人的基因吗？

/

科学家为何不敢说
“转基因作物绝对无害”？

/

反对转基因食品者
了解自己在反对什么？

台湾第一本
转基因科普读物

30多位学者专家
鼎力推荐

对于一般公众来说，如果想理性讨论
转基因问题，推荐先读一读这本书。

——徐来（果壳网主编）

一本书看懂 转基因

林基兴
著



上海译文出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

一本书看懂转基因 / 林基兴著; —上海: 上海译文出版社, 2015.5

ISBN 978-7-5327-6912-4

I. ①—… II. ①林… III. ①转基因食品—普及读物
IV. ①Q789-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第018763号

本书由台湾远见天下文化出版股份有限公司正式授权

图字: 09-2015-038 号

一本书看懂转基因

林基兴 著

策划编辑/张吉人 责任编辑/刘宇婷 装帧设计/人马艺术设计·储平

上海世纪出版股份有限公司

译文出版社出版

网址: www.yiwen.com.cn

上海世纪出版股份有限公司发行中心发行

200001 上海福建中路193号 www.ewen.co

上海信老印刷厂印刷

开本 890×1240 1/32 印张 8.5 插页 6 字数 146,000

2015年5月第1版 2015年5月第1次印刷

印数: 0,001—10,000册

ISBN 978-7-5327-6912-4/N · 007

定价: 39.00元

本书中文简体字专有出版权归本社独家所有, 非经本社同意不得转载、摘编或复制

本书如有质量问题, 请与承印厂质量科联系。T: 021-39907745

目 录

序 曲 山重水复疑无路

第一章 人是过客，环境长存

- 生物来去，人类跃升 / 8
- 人口与农业“相互提拔” / 12
- 生物的进化是必然现象 / 16
- 天择其实是军备竞赛 / 19
- 注重环保：皮之不存，毛将焉附 / 29
- 自然不等于道德 / 33
- 过客，请善待地球 / 37

第二章 绝处逢生——分子生物学来相救

- 还原论已展现威力 / 42
- 基因是什么？ / 46
- 生物本来就共用 DNA 和蛋白质 / 50
- 没有所谓“番茄基因”或“细菌基因” / 52
- 基因的改变是进化的基础 / 53
- 转基因的时代背景 / 55

转基因是什么？ / 58
老祖宗早就在从事“转基因”大业 / 69
所谓转基因，其实取之于自然 / 75
分子农场崛起 / 83

第三章 转基因食物安全吗？

担心 DNA 作怪 / 90
“实质等同”观念 / 97
转基因产品需不需要标示？ / 102
背上“科学怪食”的辱名 / 104
你听过食品上喷洒病毒吗？ / 106
为何过敏？ / 108
转基因导致蜜蜂消失？ / 112
专题报道一：台湾地区的转基因现况 / 114

第四章 合作代替对抗

该问“是否可持续”，而非“是否有机” / 128
“天然”的诱惑：当心中毒！ / 134
扯入宗教就吵不完 / 138
民众不必担心转基因混淆荤素食 / 140
其实要担心的是食品遭受外来污染 / 142
专题报道二：“卫生福利部”的叮咛 / 147

第五章 基因流动与杂草问题

基因流动是什么？ / 158
防止基因流动的策略 / 160

“超级杂草”并没啥超级 / 163

转基因作物没比非转基因作物更伤环境 / 165

第六章 反转基因的源头

预警原则是什么？ / 170

风险认知：应尽量用几率来表达 / 173

基因科学家的理性约束 / 176

“绿色和平”吹皱一池春水 / 178

不论事实如何，反转基因者就是反对 / 182

消费者的态度 / 186

欧洲为何有反转基因风潮？ / 187

转基因食品公民会议 / 190

专题报道三：转基因技术的其他妙用 / 192

第七章 望风披靡与众口铄金

媒体的威力：风吹草掩 / 202

三代转基因作物各有目的 / 203

转基因更有利于发展中国家 / 205

反转基因者最爱传播的谣言 / 209

苏云金芽孢杆菌的故事 / 212

大鼠被谁伤到？ / 218

玉米风波，乌龙连连 / 223

肯尼亚个案的省思：民生科技不敌政治 / 229

丑化转基因的例子：基因使用限制技术 / 232

留心知识产权问题 / 236

为何弄得只剩跨国大公司从事转基因？ / 237

民调的用字遣词，能操纵民意 / 241

曲 终 化作春泥更护花

不熟转基因科技者，请谨慎发言 / 246

误解科技的悲剧 / 248

渐露曙光：合作产生力量 / 250

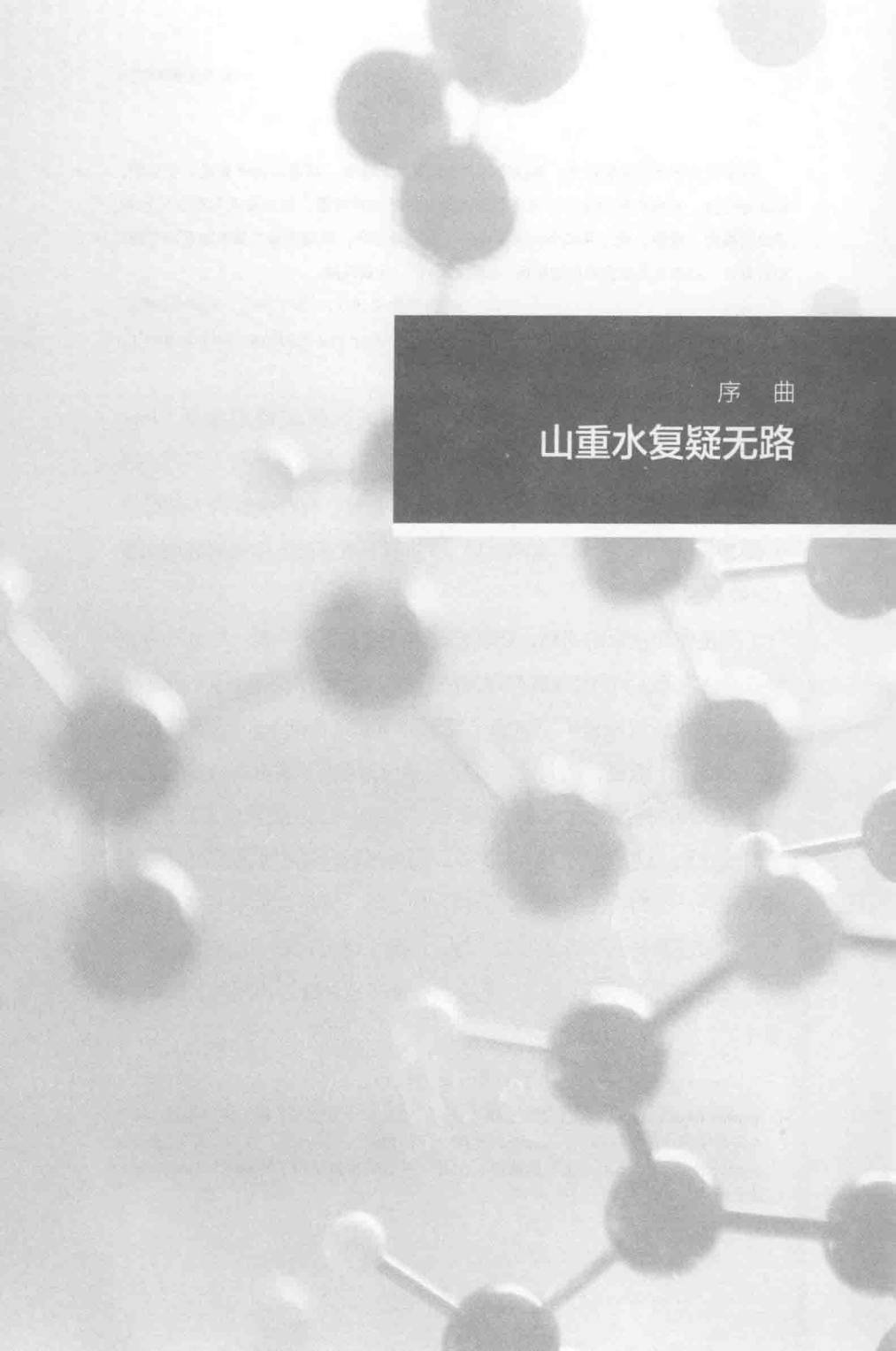
浓浓的谢意

附录一：与转基因相关的世界规范 / 256

附录二：评估转基因安全性的技术细节 / 260

附录三：发表前再确认 / 262

附录四：参考文献 / 264



序 曲

山重水复疑无路

许多致力于绿色生物技术、解决营养不良问题的科学家，所面临的矛盾是：在早期，批评者会说，目前的生物技术不具备解决人类营养不良的特质，而只是为那些农民和种子公司牟利；现在，经过多年来的努力终于研制出黄金米，可解决维生素A缺乏的问题，却被批评“以尚未允准食用的转基因¹米喂食人们”，导致风险。

——黄金米计划，“做了挨骂、不做也挨骂。”

(Damned if you do,damned if you don't.)

1992年，瑞士苏黎世联邦理工学院的教授波特里库斯（Ingo Potrykus）在美国洛克菲勒基金会的研讨会中，获悉每年有上百万人因为缺乏维生素A而死亡，其中半数以上是孩童。有一个解决方法是在主食中添加 β 胡萝卜素，食用之后， β 胡萝卜素可被人体分解成维生素A吸收利用。

可是作为主食的水稻，胚乳部分并不含 β 胡萝卜素。与会的专家学者都认为无法利用传统的育种方法，培育出含有 β 胡萝卜素的水稻。

此会议让波特里库斯认识了德国弗莱堡（Freiburg）大学的拜耳（Peter Beyer）教授，两人便计划要把参与 β 胡萝卜素生物合成过程的几个酶，利用转基因技术转入水稻中，培养出可以在胚乳中累积 β 胡萝卜素的水稻。这是十分大胆的提议，因为当时转基因水稻仍然十分困难，遑论一次转入多个基因、调控合成过程。在洛克菲勒基金会，大多数的审查委员都不看好这项计划，但基于研究计划若能成功，可以拯救成千上万条人命，结果，基金会批准了这项计划（7年经费260万美元）。

1 genetic modification, 英文意思稍正面（修正、改良），但中文稍负面。1970年代，科学界先是使用“重组DNA”（recombinant DNA）的说法，后来出现“基因工程”（genetic engineering）和“基因改造”的称呼，但科学界目前较常使用“转基因”（transgenic）这个术语。

1999年3月，他们在水稻胚乳中成功累积了 β 胡萝卜素，由于种子的胚乳呈现现金黄色，他们就把这种水稻称为“黄金米”。在科学发展史上，黄金米（彩图02）的问世是一项非常重要的突破，黄金米也是第一个为拯救生命而研发成功的转基因作物。波特里库斯选择进行转基因的水稻品种是“台北309”，原因是这个品种很容易存活，它属于粳稻，是由中国台湾“农委会”的农业试验所培育出来的。

从左至右，依次是：黄金米计划的执行秘书杜伯克（Adrian Dubock，曾受“农委会”之邀来过中国台湾）、波特里库斯、拜耳、美国洛克菲勒基金会代表。
（图片来源：黄金米计划）



两人的这项研究成果，由美国密苏里植物园主任雷文（Peter Raven，华盛顿大学教授、曾任中国台湾科技顾问），推荐给《科学》（*Science*）期刊，在2000年1月登出。

令人头痛的是反转基因声浪接踵而至，联邦理工学院花费数百万美金建造防弹玻璃转基因温室，以防反对者的攻击。黄金米发表后不久，绿色和平组织便举行抗议活动，反对理由是黄金米是种子公司的特洛伊木马，用意在让大家接受黄金米后，也接受其他转基因作物。又说黄金米的 β 胡萝卜素含量很低，讥笑其为“傻瓜的黄金”¹；还有人批评黄金米“难吃死了”！

2012年8月，著名周刊《新科学家》（*New Scientist*）有文指出，绿色和平组织等反对黄金米者，看起来像为了阻挡转基因而不计任何代价。黄金米“这么动机良善”的先进食物，境遇却这般坎坷，其他转基因项目岂不更惨？这到底是怎么回事呢？

谁家玉笛暗飞声？

美国国家情报委员会有一项重要工作是：每四年为刚就任的总统提出全球趋势报告，分析未来十五年的可能发展。最新一次报告为2012年12月发表的《2030年全球趋势》，提到四大科技影响世界，其一为“保护重要资源的科技”，包括“维护食物、饮水、能源”的转基因作物、太阳能、生物燃料等。

其中举了一些例子：转基因叶绿体科技有助于利用太阳能、高效

1 2005年，研究团队已将 β 胡萝卜素的含量提高23倍。



荷兰植物育种学家斯豪滕教授，受尊为“同源基因改造之父”，2012年年底曾来台湾地区分享转基因经验，见第六章。

（图片来源：Henk Schouten）

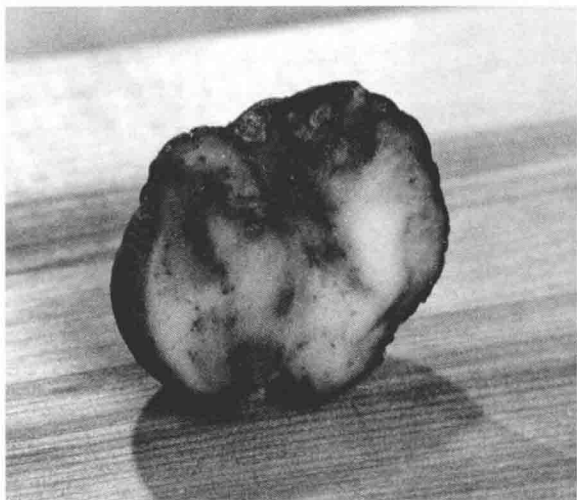
率微生物与植物有助于生产生物燃料、耐旱作物也可经转基因技术达成。《2030年全球趋势》建议，国家社会的领袖应当了解转基因科技的关键性。

可惜，台湾地区的转基因在研发与商业化方面，也遭逢相当的阻力，主因和农业科技政策有关；而民众不了解基因科技，以及加上媒体的误导，弄得社会恐慌，则为幕后驱力。

请看看你我的生活周遭：便利商店豆浆盒上标示“非转基因大豆”、玉米罐头强调“使用非转基因玉米”等，琳琅满目。民众处在这种环境之下，也许只会猜想有“非转基因”字眼的，才是“好东西”，至于转基因食品则为有问题的，就像塑化剂一样。

真的是这样吗？

2012年年底，荷兰瓦格宁根大学的分子植物育种学家斯豪滕（Henk Schouten），来台分享转基因经验时提到，即使他们志在挽救苹



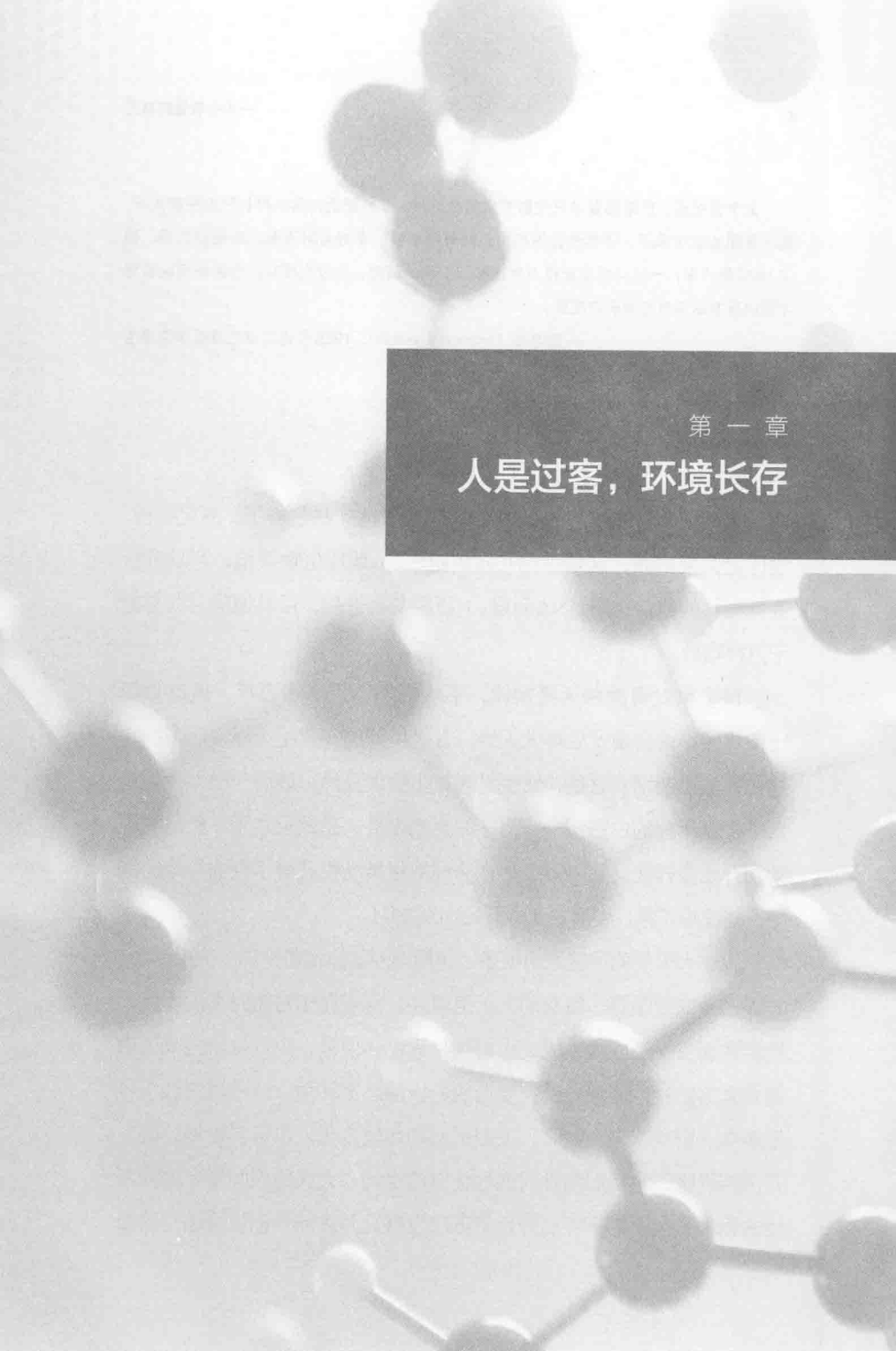
马铃薯晚疫病，病原为一种水霉菌，会让马铃薯腐烂。

(图片来源：Wikimedia Common)

果黑星病与马铃薯晚疫病等受灾作物，使用和传统育种几乎一样的做法，但还是受到强烈反对。为何转基因这般不见容于反对者呢？

有鉴于此，本书志在解释基因科技，希望有助于民众了解转基因食品背后的正确科技知识，包括为何需要重视转基因科技（就如美国国家情报委员会的报告）、转基因的来龙去脉，以及因应之道。

老实说，转基因科技确实有些难懂。接下来的第一章，要先引导读者宏观考量地球的大环境，包括人类与其他生物的“求生”竞合关系，这些是体会转基因来龙去脉的重要基础。



第一章

人是过客，环境长存

上个世纪末，巴斯德替羊只注射炭疽病疫苗时，那些邻近村落的村长和农民都大呼，要赶紧阻止这个疯子，不然他会毁掉附近所有的羊群；幸好当时没有人听他们的话。到了1970年代末，一些环保专家极力阻止基因工程的研究，也没有成功，今天所有医学界才得以享有从那时起的研究成果。

——雅各布（Francois Jacob），1965年诺贝尔生理医学奖得主

生物来去，人类跃升

宇宙已经137亿岁，地球（和太阳等）也有45亿岁了。35亿年前，地球上诞生生命，这是生物共同的祖先。（地球生物共祖，可从分析各种生物的遗传物质DNA而得。）历经多年进化，目前地球上约有近千万种物种。

科学家发现物种灭绝规律，平均周期为六千多万年，地球每经历此周期，就会爆发生物大灭绝。五亿年前的寒武纪大爆发、多细胞物种开始迅速增多之后，发生过五次生物大灭绝。最后一次大灭绝是六千多万年前在白垩纪——第三纪灭绝事件，恐龙灭亡了，然后哺乳动物开始多样化。几百万年后，非洲的猿类动物获得了直立行走的能力，能使用工具，发展农业，开始出现文明。

生物大灭绝的可能原因很多，包括地外星体撞击地球、火山活动、气候变冷或变暖等。每次的大灭绝事件，都能在相对短时期内（就地质年代而言）造成八九成以上的物种灭绝。但是，少数生命力或逃避能力强的物种，能够忍受灾变造成的极端恶劣环境，或逃离灾区至异地避难而留存下来。同时，灾变引起的环境变化，也给新物种的诞生开创新机缘，包括旧物种灭绝后让出的空间。大灭绝期间幸存的和新生的物种，在灭绝事件后开始复苏和发展，并进而开创生物进化的新

诗篇，这可说是“宏观的新陈代谢”。

有人认为，目前生物正遭遇第六次大灭绝，祸首就是人类：从人类和其他生物的互动关系来看，人类似乎是一种“病原”。人类跃上食物链顶端，只是几万年前的事。近百年来又挟持日益强大的科技产品，强势的人类已经导致许多生物的灭绝了¹，原因包括杂食所有各式可吃的东西、掠夺其他生物的栖息地、污染环境；人又时时护卫“人自己这个物种”，例如爆发人畜共患疾病疫情时，扑杀致病畜类。

人口爆炸的后果

由于工业化和粮食生产技术进步，促使全球多数地方的出生率上升，加上医药科技的发达导致死亡率大为下降，世界人口出现快速且大量的增长。科学家称此种人口自然增加率大幅增长的现象为“人口爆炸”。美国普查局估计，从人类出现到全球人口10亿人，约需1万多年（公元前1万年到1804年），但增为两倍（1927年达到20亿人）只花了123年，再增两倍（1974年达到40亿人）则只花了347年。

国际科学院组织²在1994年的人口增长宣言指出，诸如大气中的二氧化碳量增加、全球气候变暖、污染等许多环境问题，均因人口增长而加剧。2012年全球人口已达70亿人。联合国人口基金会预估2050年时，全球人口将达到90亿，地球简直将像一座“人类饲养场”。

英国人口学家马尔萨斯（Thomas Malthus）认为，若缺乏限制，人

1 美国著名科幻作家斯特林（Bruce Sterling）宣称，2380年时，人类灭绝，鸟兽植物均“额手称庆”。

2 国际科学院组织（InterAcademy Panel）为集合105国和地区的科学院的组织，创建于1993年，旨在协助各国科学院，让民众了解全球关键科学议题。



英国人口学家马尔萨斯。

(图片来源: Wikimedia Common)

口呈指数速率增长,而食物供应仅呈线性速率增长,地球将不能支持不断增长的人口。但是后来发展出诸如“绿色革命”¹的技术,使得世界粮食足敷所需。马尔萨斯的预言并没有实现。

虽然世界粮食总量足以供应人口所需,但是在2010年,全球却有9亿饥饿人口,约占世界68亿人的13%,主因是贫穷(全球超过10亿人,每天所得不多于1.25美元),而在背后作祟的则是有害的经济系统(冲突与贪污)、气候变迁导致干旱与水灾等,让粮食生产面临一些困境,让饥饿与贫穷更为严峻。

世界粮食日: 每年反思温饱

每年的10月16日是世界粮食日,其来源是,联合国粮农组织成立于1945年10月16日,第二十届联合国大会于1979年将这一天定为世界粮食日,自1981年起施行,旨在唤起世界对发展粮食和农业的重视。

每年世界粮食日,联合国粮农组织均有特别活动,通常是围绕饥

1 1960年代和1970年代出现的“绿色革命”,让印度与中国等国发展成农业自给自足的粮食净出口国。生产力的提高带来个人收入的增加,并且刺激了国家经济的发展。联合国、世界银行等国际组织都认为,目前饱受粮食危机冲击的非洲地区,迫切需要进行第二次绿色革命。