

这种人造有机体,或者是避免作物冻害造成几十亿美元的损失,或者是造成环境的大灾难。农民、政府机构和减冰细菌的发明者都在等待作出结论。

减冰细菌

ICE-MINUS

杰弗里·卡恩

雷内·迪·罗莎的家建在小山顶上,其中有一钟楼;这时他的视线正从钟楼旁边的窗口越过前面的威内里(Winery)湖,盯住座落在纳帕(Napa)山谷的215英亩葡萄园。一行行黑彼诺(pinot noir)、梅鹿辄(merlot)及霞多丽(chardonnay)葡萄驯服而有秩序地沿着山丘起伏,仿佛正在给他带来滚滚财宝。迪·罗莎经营这个葡萄园已长达25年之久,为它补充了所缺少养分,并使它免受有毒元素之害。高度发达的美国农业为迪·罗莎提供了大量工具。有专门的灌溉系统为葡萄园汲水。有各式各样的化学药品供他去防治葡萄病虫害。机器取代了许多令人腰酸腿痛的体力活。在可怕的自然灾害面前,人们再也不束手无策了;作为一个20世纪的农民,迪·罗莎已基本制服了大自然的胡作非为。

然而,寒冷依然是一个可怕的妖魔。每逢夜幕降落,严寒便接踵而至,毁庄稼于一旦,置农民于贫困。农民所能做的只不过是:把成堆的旧轮胎点燃;用鼓风机吹送暖气;用人工降雨器喷上一层水膜,因为当水结冰时会放出保护热,从而使植株免于受冻。如果有足够的火、热风或水,也的确可使温度上升几度。尽管人类对付严寒的原始方法不能说不重要,不过,砭人肌肤的北风照样来去匆匆。

迪·罗莎说,纳帕山谷的寒夜,农民经常彻夜不眠,查对温度,总希望这种通宵达旦的认真态度,会多少有助于庄稼的安全。

迪·罗莎还说:“我今年67岁,但在寒夜,我却成了97岁。没有比看见受冻害的葡萄园更令人痛心的事。植株上下全黑了。”

史蒂夫·林多(Steve Lindow),35岁,是伯

克利加州大学植物病理学副教授。他对迪·罗莎的绝望感受有过切身体会。林多在俄勒冈(Oregon)州的农场长大;农场周围是一望无际的农作物,全都易罹冻害。

林多说:“这是一个600英亩的农场。我父亲在第二次大战后复员回来时买下了它。我们种植浆果—杂交草莓和草莓,也有冻害问题。一旦天寒,农民便焚烧大量燃料御寒,付出的代价相当高。”

当林多进入科瓦利斯(Corvallis)的俄勒冈(Oregon)州立大学求学时,便立志要做一名农业科学家。他选读了植物病理系,因为这个系有可能使他从事有利于象他父亲那样的农民的研究。

1983年,他开始在威斯康星(Wisconsin)大学攻读博士学位。“我的博士学位研究工作一开始便碰上了与玉米有关的有趣现象。干枯的叶子居然使其他玉米叶对冷冻敏感起来。于是我便想探讨这个现象发生的原因。”

两年过后,林多发现了一个事实,其影响将持续几个世纪。这位俄勒冈农场的男孩发现,在植物身上有一种叫丁香假单胞菌(*Pseudomonas syringae*)的细菌,它能起催化剂作用,使水在华氏32°(相当于0℃)结冰。当没有这种细菌时,水要在温度下降到24°F(-4.5℃)左右时才结冰。与林多的发现同时,研究土壤内结冰的气象学家也发现这种细菌具有这种作用。

尽管这种细菌的功能不是一个人发现的,但认识到它对农业的重要性的则只有林多。

林多说:“当我们搞清楚冻害产生的过程时,不难想象,就会制订出防止冻害的新方法来。”

接着进行了长达好几年的研究工作。林多调

往伯克利的加州大学,他和同事们逐步熟悉了这种细菌,最后终于揭露了丁香假单胞菌造冰的秘密。林多发现在这种有机体的约200个基因中,有一个基因是管制冰的。这个基因使这种微生物能创造出一种独特的表面,模仿冰的分子结构,并促进与它接触的水分子排列成冰分子。

1982年,林多利用DNA重组技术的工具,对这种微生物施加剪裁,结果创造了一种新的机体,他称之为减冰(ice-minus)细菌。这种微生物仅在一方面上与其天然类型有别,那就是,在32°F(即0°C)时,它再也无法引起结冰。

林多从理论上认为:如果用高浓度的减冰菌喷洒作物,就会起到暂时的保护作用。凡是形成冰的丁香假单胞菌被减冰菌取代的地方,在温度下降到24°F(-4.5°C)左右之前,水都不会结冰。

如果减冰菌真能象预期那样起作用,那么它就是自从人类实施灌溉以来,在农业上最值得大书特书的成就。过去全世界的庄稼每年由于冻害造成的损失高达10亿美元之巨,现在就可以得救了。象迪·罗莎那样的葡萄种植者在天寒地冻之夜,也可以高枕无忧了。

自从詹姆斯·沃森(James Watson)及弗朗西斯科里克(Francis Crick)首次描述脱氧核糖酸

(DNA)到现在不过30多年,科学家们就已懂得如何操纵生命密码:这里剪下了一个基因,那里添加一个基因,重组基因链以创造新生物。生物技术公司答应生产出30年前仅仅出现在科幻小说中的东西来。科学家能把植物改造得使它自产肥料,可以制造出食“溢出石油”的有机体;也可以把抗盐或抗旱植物的基因加到作物中去,使它们能在盐碱或干旱地区生长。现在我们可以预料到,在不久的将来就会有为各种条件而设计、定做出来的有机体或微生物了。

1982年,减冰菌是被安排放入环境中去的第一个人造有机体;这个通过生物技术创造出来的

妖魔即将逸出它的瓶子了。但是它的初次登台就受到了非难,因为有的科学家及生态学家认为它的出笼有可能招致灾难性的后患,也就是,它们担心其中有一些后果会坏到不可收拾的地步。

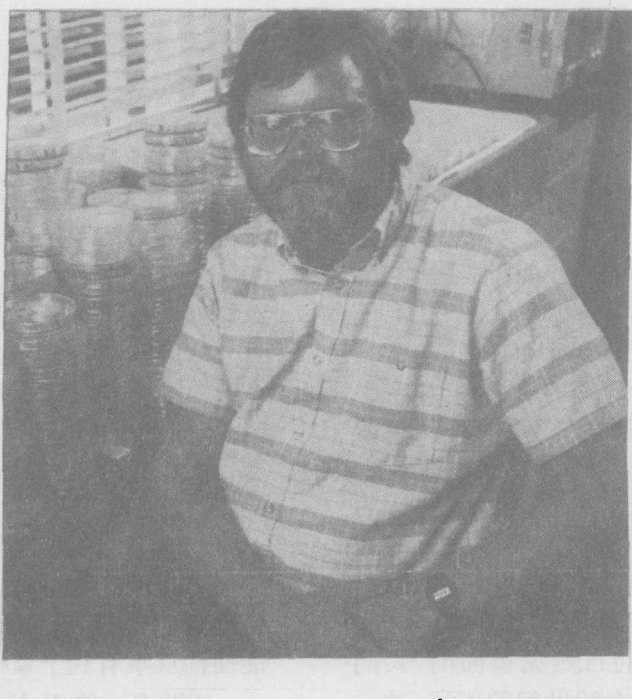
满脑瓜旧思想的政策制定者,也就是环境保护局(Environmental Protection Agency)、国家卫生研究院(National Institute of Health)及美国农业部的头头们认为:如果把这种细菌散布出去,他们就无法摆脱有可能招致的惩罚。于是他们便急于去制定什么保护条例之类的东西,以免被引入邪路的人造微生物以闪电的方式在世界范围内捅出漏子来。过去,政府和法院都从未跟创造和散布新生物于环境中的事打过交道。

当人们回想起库尔特·冯尼格特(Kurt Vonnegut)的科幻小说中的“冰九”(ice-nine)(它曾扬言要把整个世界打入冰窑)时,减冰菌便招来了一系列责难。冻害在自然界中自有其妙用,例如可以调节植物的生长,限制其分布,也可以控制那些以植物为生的生物。为了达到我们的目的,减冰菌必须能耐寒,能够足够长期地活下去,以防止受处理的农田发生冻害。但是为了安全,它又不能过于耐寒,不能比形成冰的天然细菌更抗寒,更能传播。从实用的观点来看,这就

意味着它必须至少能活几个星期,使植物能获得短期的防寒作用,但不能活得超过这个期限。

林多及其同事坚持认为减冰菌不会蔓延。如果他们错了,这种生物就会变为一种灾难。在减冰菌的帮助下,通常由于严寒而应当死亡的植物就会苟延下来,从而改变整个生态系统。

更令人忧心忡忡的是(但可能性较小),减冰菌还会影响到降雨的模式。尽管科学家尚未证实,但他们相信,空中传播的丁香假单胞菌通过“形成冰晶”会有助于降雨,因为冰晶可以作为形成雨点的核心。那么,大量放出减冰菌会不会破坏这个平衡,从而改变地球的降雨量模式呢?《美



我想不出还有比这更安全的东西。我只想完成这个田间试验,这样我就可以忘掉它。肯定的,我现在不打算让步。

史蒂夫·林多

国生态学会通报》最近的一篇文章说：“这个可能性存在。”

伯克利加州大学农业与自然资源部的科学政策分析家玛格丽特·雷斯(Margaret Race)博士认为还是“宁走十步远,不走一步险”的工作方法好,因为这样作往往可以使一个由于粗心造成的错误不致给整个工业界造成无法挽回的损失。

雷斯接着说:“我们所面临的技术是走在时间前面的,因此我们要想办法考虑它的安全。我们要设法防止出现第二条洛夫(Love)运河。摆在我们面前有不少必须解决的大问题。例如,何人将承担这些风险?我们将承担的到底是什么样的风险?为了进步,我们甘愿付出什么样的代价的?”

从伯克利加州大学校园史蒂夫·林多的住所出发,穿过草莓河(Strawberry Creek)不多远,就是罗伯特K·科尔韦尔(Robert K. Colwell)博士的办公室。科尔韦尔是动物学教授,兼授关于工程有机体(engineered organisms)环境生态学的大学一年级课程。他曾在1984年协助国家卫生研究院制定指导方针,这些方针后来便演变成现在的管理遗传工程有机体试验的联邦法令。

科尔韦尔说,有许多项目使这种法令成为强制性的,而即将走出实验室门槛的减冰菌就是其中之一。

替国家卫生研究院制定指导方针的科学家大约有30位,其中有一些生态学家属于少数派。科尔韦尔说:“生态学家,在较小程度上还有植物病理学家,老是担心会发生什么意外,而分子生物学家和遗传工程师则要乐观得多。这就是他们的分歧。生态学家认为,如果现在就下结论说它绝对安全,那就未免为时过早了。”

科尔韦尔解释道,微生物遗传学家及微生物生物学家都那么认为:对于小小的遗传变化,是不必介意的,因为人造微生物跟真正的天然微生物

相比,其差异可以说是微乎其微。他说:“比方,拿丁香假单胞菌来说。他们宣称‘我们所做的不过是拿掉了这么一个基因。这算个啥问题?’但是我们从过去的历史知道,在自然界中,在微生物身上发生的、由于进化而引起的小小变化,却造成了灾难性后果。流感病毒每隔几个月就有变化。植物病理学家对这一点都很清楚。在植物病理方面,某些真菌、锈病菌或细菌,只要有一个基因发生变化,就会立即在玉米或小麦身上引起一场病害。”

科尔韦尔说生态学家这一派赢了。他们的建议被环境保护局及美国农业部所采纳,成了目前正在强制执行的政策的基础。

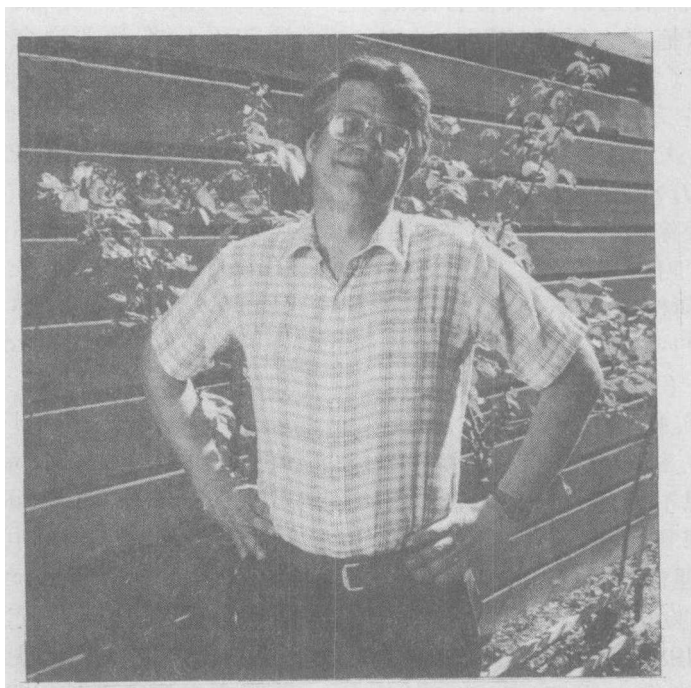
起初,科尔韦尔对这场生物技术革命的看法并不是这样的。但是,读到和听到的言论却使他大吃一惊。为了促进DNA重组技术,科学家把它吹得神乎其神,而对别人提出的问题则一概当作耳边风。

科尔韦尔说:“在我们所关心的问题中,有一个就是甚孚众望的微生物遗传学家所发表的论文。总的来说,他们认为:进化早已完成了所有天然存在的有机体,而我们所能干的只不过是对于那些自然(nature)早已做过的东西的肤浅模仿罢了,所以它不会长久存在于环境中,也不会成什么问题的。”

“看来,他们(至少是某些辩护士及支持者)所列举的第二个理由是:天然的生态系统已平衡得很好,而且住

满了适应性很强的物种,所以任何人造的东西都会碰着某种自然障碍和平衡。因此,他们坚决认为,没有理由去限制或控制有关工程有机体的试验,特别是小规模田间试验。”

科尔韦尔说:生物学家比谁都清楚。有人摘引达尔文的话,说什么现在的有机体已达到完美无缺的状态;其实这种说法已到了不可饶恕的地步。科尔韦尔说:“看见查理士·达尔文被歪曲成这个样子,我真感到难受,又感到震惊。”



根据过去的历史,有时则根据长期的痛苦经验,我们知道:微生物在自然界的小小进化变化都会造成巨大灾难。

罗伯特K·科尔韦尔

科尔韦尔并没有把自己看成是林多及其公司的冤家。他和生物技术工业家一样有信心,认为生物技术有可能会作出重大贡献,但是他又认为步子不要迈得太急。他说,缓慢的、按部就班的试验是必要的。科尔韦尔要看看小规模田间试验的结果。根据多次的实验室试验,他并不认为减冰菌会引起环境问题,“因为看来它不怎么会繁殖。”

“老实说,我认为大部分人造生物都不会惹是生非。但是我又认为,如果不加节制,则其中有小部分又十分可能给人类带来许多麻烦。因为从山羊群里挑出绵羊是一桩难办的事。”

科尔韦尔说,政府的新指导方针会有助于这个问题的解决。不过他觉得对这个问题千万不可掉以轻心。

“这门工业还很年青。有些公司只有有限的短期资本,他们必须靠这笔钱去拼搏,否则,说实在的,公司就会宣告破产。他们视‘限制’如同绊脚石,而且他们的确认为它完全是没事找事。”

科尔韦尔补充说,他认为这些科学家并不是想在一夜之间就变为百万富翁。“他们只是深深爱上了这门技术。他们要亲眼看看他们的飞机在 Kitty Hawk^①上空翱翔。他们是发明家。”

林多安坐在其伯克利校园的办公室内(这是一间紧挨实验室的狭窄凹室,塞满了一叠叠计算机印纸),他已经寄出去一份得自一次马拉松赛的纪念品。如果减冰菌从实验室中解放出来,他必须(隐喻地)再跑它一次。林多敢打赌,减冰菌是太平无事的。他说:“我想不出还有什么比它更安全的。”但是,一连四个寒暑,他被迫踏步不前,眼巴巴盼望着决策人和管理机构能跟上先进技术,好开恩让他做一次田间试验。

过程漫长而曲折。1982年8月,林多向国家卫生研究院(当时负责这类事务的唯一联邦机构)提出进行试验的申请。1983年3月,他回答该院提出的问题,并提供了补充材料。1983年6月,该院批准试验。到这里为止,一切还算顺利。

后来,半路上又杀出了一个杰里米·里弗金(Jeremy Rifkin),生物技术在美国的头号冤家。被其对手起名为“遗传学的阿耶图拉^②”的里弗金提出了为别人所忽视的难题。他认为,在对其影响还没有进行综合估价之前,象减冰菌这样的活有机体是不宜出笼的。他请求停止这种试验。结果在1984年5月,联邦地方法院约翰·S·赛里卡(John S. Sirica)(他享有水门事件声誉)便把正打算跃马扬鞭的生物技术拉下马来。他命令:在完成耗时费财的环境研究之前,停止田间试验。

从此,里弗金便成了林多的头号死对头。里

弗金对生物技术的猛烈攻击的确也迷惑过相当一部分人,而且被人用作反宣传资料,从而在公众中刮起了一股关于这门工业是否安全的怀疑风。

林多谴责里弗金的发言单凭感情而不顾事实。林多拒绝向公众公布他的案件,而且除非用严格的科学术语,他不谈论自己的工作。林多说:“我把我的作用看作一个教育者,而里弗金则是一个变节者。”

在赛里卡1984年的裁决下达之后(在实际上,他同意里弗金的说法:对这件事不能马虎大意),在减冰菌试验方面的进展就微不足道了。与此同时,法令和管理机构又象实验室培养皿中的微生物一样,层出不穷。赛里卡法令生效6个月后,环境保护局(EPA)宣布,在进行遗传工程有机体的田间试验之前,也要通知它。1985年1月,林多同意这样做。1985年3月,环境保护局又宣称,单是通知还不够,还要送交资料,以便发给新的试验许可证。而这种官方命令的(court-ordered)环境研究成了另一个障碍。在林多做好准备之前,几个月的时间就白白花在这些事务上了。

与此同时,其他人又按其自己的试验计划迅速前进。因为自林多发现减冰菌之后,加州大学曾许可一个叫“先进遗传科学”(Advanced Genetics Sciences,简称AGS)的奥克兰(Oakland)公司以弗罗斯特班(Frostban)的名义去发展、制造和销售减冰菌。

AGS对林多关于丁香假单胞菌及第二种细菌荧光假单胞菌(*Pseudomonas fluorescens*)的工作加以改进,并于1985年11月从环境保护局获得对这些细菌进行田间试验的许可证。但是它在1月在蒙特里(Monterey)县草莓田中试验弗罗斯特班的计划却流产了。在AGS公司的99个雇员中,有三分之一拥有博士学位,但他们没有充分的说服力去赢得蒙特里县公众的信任。也许是由于领教了科学领导人的某种傲慢,许多蒙特里居民及负责人始终坚持说他们很怕“弄巧成拙”。

人们的关心从农业到医学,从技术到圣经,从合理到不合理。不少人担忧受新病侵袭。农民则担心这种细菌与其原种在一起,会构成新的植物病害。格伦·丘奇(Glenn Church,经营圣诞树的农民)告诉记者说:“人征服世界已数百年了,而我们现在才开始改造它。这种事着实令人发怵。”

AGS产品发展部主任杜格·萨罗杰克(Doug

① 飞机发明家赖特兄弟试验飞机之地,位于北卡罗林那州海边。——译者

② 阿耶图拉(ayatolla)是穆斯林什叶派的精神领袖。——译者

Sarojak)博士向来只习惯于跟科学家打交道,而且被公认为科学界的领导人;当他听到蒙特里县带敌意的社会舆论时,不觉吃了一惊。他说:“过去我们对社会教育的必要性的确太无知了。作为科学家,我们一直认为人们是信任我们的。我们并不打算用巴西或无性人去制造男孩。有人告诉他们细菌每天繁殖30~100次,他们听了便害怕。这就好象对一个婴儿发出响尾蛇的声音那样。我们感到震惊。所有细菌都以那种速度繁殖,甚至更快。这就好象我们必须以最浅显的生物学课本去给他们上课。”

该县官员推迟试验,AGS便只好自己动手。有一个前AGS职员曾透露:证明减冰菌不会引起植物病害的试验(更确切点说,是在它能被安全释放之前),并没有在安全和密封的实验室内进行,而是露天进行的。在法院听证会上,AGS的一位副经理作证说:试验曾在户外(实际上是在公司屋顶上)进行,因为AGS对试验结果有信心。不久,环境保护局在可以进行新试验之前,吊销了公司的田间试验许可证,并对AGS罚款13 000美元。

AGS的失败并没有吓倒林多,他继续申请许可证。他不但完成了1985年5月赛里卡下达的环境估价,并于当年夏季就把文件送到法院。12月,林多把290页的资料交到环境保护局;最后,在5月13日,环境保护局给林多发了另一个进行田间试验的许可证。随着国家卫生研究院把裁判权授给了环境保护局,赛里卡反对田间试验的禁令便失去效力,最后一个绊脚石就这样被搬开了,因为法院的禁令只适用于国家卫生研究院发出的许可证。

扫清障碍之后,林多准备尽早在同月就开始试验。他选择图利莱克(Tulelake)作为试验地,这个小地方离俄勒冈州南界有3英里远,是第二次世界大战时期美籍日本人拘留营的所在地。根据林多的计划,减冰菌将喷洒在俄勒冈大学农业试验场的马铃薯区,离图利莱克市政厅正好500码远。相隔3英里的另一个地点也将喷洒。

林多还没有回家,锡斯基尤(Siskiyou)及莫多克(Modoc)县负责人便公开声明反对试验。尽管他们的反对意见没有法律效力,但大学负责人最初还是想推迟试验,以取得群众的谅解。

科尔韦尔说:“总而言之,问题的症结在于它会不会取代天然产生的丁香假单胞菌。根据他们的实验室试验,没有理由认为它会这样。这就是我所以要看看他们的小规模田间试验结果的理由。如果有证据证明,在田间条件下(这种条件在实验室或温室是无法准确模仿的),它的确在竞争上胜过原菌,我们就不能用它。”

当减冰菌的首次田间试验开始时,它已不是从起跑线跃出的第一匹“生物技术骏马”。在法律纠葛中,减冰菌为人造有机体开了头炮,但首先得利的却是另一种有机体。5月31日,阿格雷西塔斯(Agracetus)(为埃默里维尔的Cetus股份有限公司部分地占有的威斯康星商行)在威斯康星对遗传工程烟草进行了试验。对这种烟草的试验是政府首次批准的、对遗传工程有机体的田间试验。还有其他有机体也将走在减冰菌前面。例如在1985年秋,农业部单独资助了38个州的87个项目,其中就有关于推出人造有机体的试验。

“总的一句话是减冰菌会不会取代原先的丁香假单胞菌,如果有什么证据证明它会取代,那么它就必须回笼。”科尔韦尔说。

正当林多及其公司盼望着试验时,有关AGS的奇怪办公室(它位于伯克利、奥里兰及埃默里维尔的汇合点)内即将发生什么的消息便不脛而走,传到农民耳里。

杜格·萨罗杰克(Doug Sarojak)说:“耕地多达14 000英亩和少到4英亩的农民都纷纷打电话来。他们问,要多久才能搞到菌种?我们什么时候才能去他们那里?他们很乐意跟我们一道工作。他们来自佛罗里达、纽约北部、华盛顿、内布拉斯加、科罗拉多、加利福尼亚、澳大利亚、欧洲的许多地区、塔斯马尼亚、日本、新西兰。在我的办公室里,电话铃声响个不停,他们都想知道我们何时能去。这些打电话的人都是饱受冻害之苦的平民百姓。”

对林多来说,减冰菌的试验就意味着挑重担,顶大梁。作为一个不爱出风头的科学家,他现在反而成了他自己的“创造”(creation)的阶下囚,承受着公众审查的考验,因为减冰菌曾遭到反对。他感到疲惫不堪。

他说:“为了驳斥这些谰言,已花去我不知多少时间。奇怪的是,我毕竟还能做完所有的工作。正因为我急于想把田间试验做完,所以才能把上述烦恼忘得一干二净。”

“可以肯定,在这件事上我是不会扯白旗的。绝对不会的。”

(张永平译)

敬请读者注意

1987年《科技导报》国内征订工作由全国各地邮局办理。凡漏订者(或要补订以前各期的)请同本刊读者服务部联系。