

揽尽天下秘趣



探尽世间传奇



魅力科学

开辟绿色农 业的道路

(上)

主 编：张晓刚
内蒙古人民出版社



中国环境科学出版社



（北京）100029

● 魅力科学 ●

开辟绿色农业的道路

王其文 著

责任编辑：张德胜
内容责任编辑：张德胜



魅力科学——

开辟绿色农业的道路

(上)

主编 张晓刚

内蒙古人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

开辟绿色农业的道路. 上/张晓刚主编. —呼和浩特:
内蒙古人民出版社, 2008. 5

(魅力科学)

ISBN 978-7-204-09575-9

I. 开… II. 张… III. 农业生产—无污染技术—普及读物
IV. S-01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 067494 号

书 名:魅力科学

主 编:张晓刚

出版发行:内蒙古人民出版社

社 址:内蒙古呼和浩特市新城西街道 20 号

印 刷:天津泰宇印务有限公司

经 销:新华书店

开 本:787×1092 1/32 开

印 张:280

版 次:2008 年 5 月第 1 版

印 次:2008 年 5 月第 1 次印刷

印 数:0001—5000 套

书 号:ISBN 978-7-204-09575-9/Z·544

定 价:1120.00 元(四十册)

(如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系调换)

目 录

庄稼的食谱	1
谁是庄稼的“保护神”	11
揭开土地的面纱	19
土壤的深处	25
探寻钢铁足迹	27
杂交引发的革命	36
袁隆平——一个伟大的名字	44
水稻之父的贡献	63
二次发酵饲料新技术	64
超级水稻	65
什么是星火计划	67
农科发展的四个层次	68
化肥的鉴别	69
基因设计育种	70
生物技术与农业	72
数字农业	73
什么是农业 GIS 应用系统	75
印水型不育胞质水稻	76
什么是有机农业	77
什么是生物农业	79
什么是转基因作物	80
新世纪的农业	82
化学农药的应用	84

化学农药污染	86
什么是生物农药	88
什么是基因作物	90
什么是以螨治螨	92
水稻节水	94
种子包衣技术	97
科技绿色革命	98
什么是核农学.....	101
基因工程.....	103
21 世纪的农业	105
神奇的“白色农业”	107
“白色农业”带来了什么	111
新型农业发展模式.....	116
什么是数字农业.....	124
发达国家农业经营方式及转变趋势.....	126
世界转基因作物发展.....	130
植物增产的秘密.....	134
揭密植物生长调节剂.....	136
植物生长与农业应用.....	138
植物激素.....	142
生物圈 2 号.....	144
信息技术与农业.....	154
植物基因工程.....	163
基因科学.....	166
向植物病害.....	167
抗虫植物.....	172
智能的除草剂.....	177
抗早熟基因.....	179

什么是转基因固氮植物	182
培植蓝色玫瑰	185
什么是生物塑料	188
基因大米	190
基因工程的诞生	192
一场关于其因的大辩论	194
基因转入动物细胞技术	205
转基因奶牛	214

庄稼的食谱

人类为满足生长发育所必需,要从食物中获取各类营养。每当我们津津有味地享用着可口的饭菜时,还须听听营养专家的忠告——科学合理的膳食结构,是给我们带来健康和精力的前提。

古往今来,长寿者们共同的秘诀之一,即定有一个科学的食谱。

春种一粒粟,秋收万石粮。农作物吃的是什么呢?庄稼是否也应该有一个“食谱”呢?

研究表明,农作物从种到收,其中最重要的营养之一,就是肥料。科学家认为,施肥在农作物增产诸因素中大约起 $1/3$ 的作用。

科学家从探索植物营养,到发明化学肥料并应用于生产,前后经历了 200 多年的时间。

庄稼“食谱”研究

200 多年前就有人提出了这个令人感兴趣的问题。英国人塔尔 1731 年在他著的《马拉农业》书中写道:“对于一个农民来说,头等重要的技术就是善于供给庄稼营养,借以获得最好的收成。但是,如果他不知道庄稼吃什么,怎么能获取丰收呢?”

植物营养是科学家长期探索的秘密。18 世纪末,瑞士科学家弗来门和海尔蒙特曾做过一个著名的“柳树实验”:把一株重 2.3 公斤的柳枝插在一个装有 90 公斤烘干土壤的陶制容器里,

经常注入清水。经过5年后,把柳树的枝干、树皮、树根分别称重。其结果是这株柳树总重75公斤,而容器里土壤重量仅减少58克。他们认为,水是植物生长的唯一食物。英国科学家伍特沃德做了另一项有趣的实验。他分别在同等体积的3个容器里注入蒸馏水、河水以及掺入土壤的河水,分别种上薄荷幼苗,56天后称重。结果发现,在蒸馏水里生长的薄荷苗重2.5克,在河水里生长的薄荷苗重9.0克,在掺入河水的土壤中生长的薄荷苗重18994克。后一种比前两种处理的薄荷苗,分别增重6.4倍和1倍。他认为:“组成植物体的物质是土壤,而水仅仅是供给植物以流动的土壤的载体。”

荷兰科学家英格豪斯通过实验指出:在查明有生命植物体真正的营养物质时,首先需要弄清楚什么是必不可少的,即缺之则亡、存之则生的基本物质。他所做的实验证明,空气是植物唯一的真正的食物。

众说纷纭,莫衷一是。

瑞士科学家索修尔是卓有成绩探索植物营养的引路人。他把植物的根、茎、叶、花等不同部位分开,装进密封的玻璃瓶里,观察植物在与外界空气隔离条件下发生什么变化,同时测定密封瓶里空气的含量和成分。索修尔发现,在肥沃的土壤中生长的植物,其体内的物质主要来自水和空气,只有小部分来自从土壤吸收的矿物质。索修尔还发现,在阳光照射下,植物能够通过叶片吸收二氧化碳;这些二氧化碳又与根部吸收的水分结合,形成简单的糖类,然后又向空气中释放氧气。但在黑暗条件下,植物叶片又从空气中吸收氧气放出了二氧化碳。实验证明二氧化碳是植物生长所必需的。

索修尔提出了一个新问题:少量的二氧化碳对植物生长有良好作用,大量的二氧化碳会产生什么情况呢?他进而设计另一个实验,把植物移植在高浓度二氧化碳并遮光的玻璃瓶中。

当二氧化碳含量超过空气中正常含量的 $1/2$ 时,植物就慢慢地死去。即在没有阳光的条件下,由于植物不能把二氧化碳和水分同化为糖类,稍多一点的二氧化碳就会使植物窒息致死。索修尔进一步分析植物叶片周围的空气成分,发现植物并没有从空气中吸收氮。这表明植物所需的氮是通过根系从土壤中吸收的。他又对根系生存环境进行分析,发现只有氮素被固定在根系周围,并且在呈溶解状态时才能被植物根系吸收。索修尔还把植物干燥后焚烧,分析植株不同部位各种化学成分的含量。1804 年,索修尔把研究结果编著成《植物化学之研究》一书,成为指导后人研究农业化学的经典著作。

经过几代科学家的研究,揭开了庄稼的“食谱”。占农作物干物总重量 95% 以上的是碳、氢、氧三种化学元素,在其余的 5% 的成分中,氮、磷、钾、钙、镁、硫以及铁、硼、锰、锌、铜、钼等十几种化学元素;农作物体重的 80% ~ 90% 是水,而水是由氧和氢化合而成。所以,作物体内的氧和氢主要是从吸收水分而来;碳素是植物从空气中吸收二氧化碳而来;而氮、磷、钾等十多种化学元素,则是作物通过根系从土壤获得的。

化学肥料

化学肥料的诞生和德国化学家李比希的名字紧紧地联系在一起,是他的毕生研究最终导致产生一项世界上全新的产业——化肥工业。后人尊称他为“化学肥料之父”。

李比希 1803 年出生于德国。他第一个揭示自然界以其独有的方式向植物提供氮素的过程。他做过这样一个实验:采集几百公斤降雨,尽量避免掺入空气中的杂物。通过把雨水蒸馏获得黄白色的晶体。这就是可为植物吸收的氮素。这种含有硝酸盐的雨水,就是生产氮肥的最原始的材料来源。他设计了另

一个实验:把植物烧成灰,分析它们的化学成分,发现一些无机元素,如磷、钾、钙……这些元素是从哪里来的呢?李比希穷追不舍,他进而观察根系活动以及根际土壤的成分。有一次,他从被植物根侵蚀的石灰石上的痕迹受到启发,认为这是根液与石灰石之间发生的化学反应。土壤中一定含有植物生长所必需的矿质元素。植物根系分泌酸性液体,把这些矿质元素溶解。根系是从溶液中把它们吸收进去的。

经过多年观察,李比希提出一个重要的理论:农作物连年不断地从土壤中吸收矿质元素,而土壤中所含的矿质元素远远满足不了作物的需要,必须采取措施再把它们归还到土壤中去。李比希还认为:农作物产量取决于土壤中那个相对含量较少的最有效的元素。换言之,如果农作物种植在缺钾的土壤里,尽管土壤含有大量其他必需的营养元素,如氮、磷等,其产量仍因土壤中钾素不足而受到限制,必须补充施入钾肥。这就是后人称之为著名的施肥“最小因子定律”。

李比希向农民宣传:要把秸秆和粪肥归还农田中去。他还建议农民要根据土壤养分分析结果,补充施入肥料以获取农作物的最好产量。

1845年,李比希创办了一家化肥工厂,着手研究和生产氮肥和磷肥。他亲自配料、测试、鉴定,直至制成产品。最后在小农场里测试化肥的效能。整整5年,李比希冥思苦想,反复检查,最后获取成功。施用化肥的作物比不施化肥的作物,其产量高出1倍乃至几倍。

怎样把施用化肥的增产效果展示给农民呢?英国著名的洛桑试验站100多年来一直坚持向英国和全世界提供农作物营养、肥料、土壤、气候方面的试验资料。劳斯和吉尔伯特是这个试验站的创始人。他们的长达60年的科学试验向农民展示化学肥料的增产效果。劳斯从施肥试验中发现用硫酸处理骨头能

产生水溶性磷酸盐,用硫酸处理磷矿石能产生磷酸盐,它们很容易被植物吸收。劳斯把这种肥料称为过磷酸钙。1842年5月,劳斯获得生产这种肥料的专利,并兴建了化肥工厂,生产磷肥,包括过磷酸钙、磷酸钙、硅酸钾等。劳斯和吉尔伯特在洛桑试验站做了一项有名的小麦产量试验,即在从未施肥的试验田里,小麦连年的平均产量为每亩54公斤;在每年施入2.5吨粪肥的试验田里,小麦平均产量每亩达到146公斤。另两项化肥试验:施入磷、钾两种矿质肥料,小麦每亩产量64公斤;单独施入氮素肥料,小麦每亩产量100公斤;施入含有氮、磷、钾完全成分肥料,小麦每亩产量134公斤。劳斯和吉尔伯特根据研究结果和各类肥料的成分,精心地绘制各种作物的产量和所需养分的图表。农民可以根据这种表格查对自己耕种的土地怎样进行施肥管理,以便获取预期的产量。

劳斯和吉尔伯特把肥料和施肥技术传布到农业生产实践中去。农民记下他们的功劳。1893年,他们两人荣获英国皇家科学院李比希银质奖;第二年,又荣获威尔士金质奖。

用化肥换取

化肥的生产工艺解决了,农民也认识到施用化肥的增产效果。但怎样才能大规模地生产化肥呢?

土壤中含有一定数量的养分,但它满足不了农作物高产的需要。就拿氮素来说,土壤含氮量仅占千分之一,有机肥中含氮充其量不足1%,而农作物需氮量则要大得很多。科学家发现有一种可以作为氮肥来源的矿物质叫智利硝石,它的化学成分为硝酸钠,含氮量达到15%。但只有南美洲的智利才有储存和生产,而且储藏量很有限,很难供应全世界农田施肥之用。

社会在前进,科学在发展。

自然界的偶然现象常给人以启迪。科学家发现,在茫茫无际的空气中,80%的气体是氮气,在地球表面1平方米之上的空气中,就含有750万立方米氮。但出现的问题是,空气中的氮是氮气,在常温下它是一种惰性气体,活性极差。但在雷雨季节的雷鸣电闪、雨滴中经常夹杂着少量的氮素进入土壤。进一步观察发现,雷电产生的电火花温度很高,强迫“懒惰”的氮气全部活跃起来,在氧气中燃烧变成二氧化氮。二氧化氮溶解在雨滴里,变成了硝酸,随雨滴进入土壤,硝酸再与土壤中的钠盐作用,生成了硝酸钠。这就是所说的硝石。科学家估算,雷鸣电闪,一个电火花通常长达几十公里,每年雷雨给大地带来的氮素多达4亿吨。

向大自然索取氮素,是科学家的研究课题。

随着电力工业的发展,1901年,科学家发明了“人造闪电”,即通过电弧迫使空气中的氮与氧化合成二氧化氮,进而获取氮肥——硝石。但是,用电弧法生产氮肥耗电多、成本高、效率低,不大可能进行工厂化生产。科学家进而研究,在高温高压环境下可以使氮气与氢气结合在一起,氮分子终于被拆散,生成一种新的氮氢化合物——合成氨。

1913年,德国建立世界上第一个合成氨装置,为发展氮肥工业奠定了基础。合成氨来源于氮和氢的化合。氮来自于空气,氢来自于水。水和空气又是自然界极为丰富的资源。在化肥工厂里,把矿石、煤、水、空气、石油等作为基本原料,先制成氨,再使氨与其他化学物质化合,生产出各类氮肥。化学肥料便于运输和机械作业,有效成分含量特别高,发挥肥效也特别快。例如100公斤尿素中就含有46%的氮素,施入土壤后5~7天即可溶解并为植物的根系吸收。

德国科学家后来发现了钾盐矿,并成功地从盐水中提取出氯化钾;19世纪初,德国建成了世界上第一座钾肥工厂。

现代化肥工业诞生了。它是从空气中的氮气制造氮肥,从磷灰石制成磷肥,从海(湖)水中提取钾肥。现今全世界已发展起丰富多样、品种齐全的“化肥世家”。举例来说:氮肥有尿素、硫酸铵、硝酸铵、碳酸氢铵、氨水等,磷肥有过磷酸钙、钙镁磷肥、磷酸铵等,钾肥有硫酸钾、氯化钾、碳酸钾等。此外,还有名目繁多的微量元素肥料,如硼酸(硼肥)、硫酸锰(锰肥)、硫酸铜(铜肥)、氯化锌(锌肥)、钼酸铵(钼肥)等等。为了控制肥料养分释放速度,科学家又相继研制了长效肥料、复合肥料和缓效性肥料等。

在传统农业阶段,农业生产依靠自身的有机营养如秸秆、枯枝、残茬等返回土壤以维持再生产,即所说的封闭式物质能量循环系统;化学肥料的投入,大大增加了外部物质能量的投入,即所说的开放式物质能量循环系统,极大地提高了耕地的产出率。

20 世纪初期,全世界每年大约生产化学肥料(主要是氮肥)不到 500 万吨,施肥面积很小;到 20 世纪之末,世界生产化肥(纯)已达 1.4 亿吨。其中氮肥 9100 万吨,磷肥 3500 万吨,钾肥 2500 万吨。每公顷耕地平均施用化肥约 900 千克;在农业发达国家,每公顷耕地施用化肥达 1500 千克以上。中国是世界上化肥生产大国之一,1998 年施用化肥总量 4000 多万吨,居世界第三位。科学家估算,每施用 1 吨化肥(有效成分),相当于增加 3~4 公顷耕地农作物的产量。现在全世界约有 1/2 的粮食和其他农产品,都是通过施用化学肥料转换而来的。

化肥的功过有争议

化学肥料为农业增产立下了汗马功劳,在未来的农业发展中它仍然要唱“主角”,依靠它换取粮食满足人口日益增长的需要。但也有人认为,大量施用化学肥料是造成环境污染之源,并

逐渐形成一股声势浩大的对农用化学产品的批判风。对化肥的指责集中在:施用化肥造成土壤板结,水质污染,农田遭受侵蚀或退化,土壤肥力下降;特别是大量施用氮肥,在农田和饮水中有过量的亚硝酸盐沉积,对人畜造成危害。施用化肥还造成水土流失,土壤沙化。他们称“每一个粮食丰收年都是以流失大量可贵的表土换来的”。

事实上,在 20 世纪 80 年代初,对农化产品的批判在发达国家中早已酝酿发生并此起彼伏。当时由于石油涨价,一些学者试图抛弃“无机农业”,提倡所谓“有机农业”或“生态农业”,实质上主张走“低投入农业”之路;其理论核心是完全不投入或少投入化学产品,减少或降低农业成本。

对化肥的批判引起世界各国政府及学术界的关注,事出有因,看法迥异,而宣传媒体过分地夸大了。美国的科学家举出几例:第一,关于水质污染问题。据报道,典型的与施用化肥有关的损害人体健康的疾病叫皱躯(Blue - baby)综合征,如果饮用井水的亚硝酸盐含量在万分之二以上可诱发此症。但调查表明,更多的发病诱因是化粪池的渗漏,而不是化肥的残毒。据美国科学家(1990)在俄亥俄州对 1.4 万口井取水样分析,硝酸盐的含量只为百万分之五至百万分之七,所谓硝态氮污染并无依据。科学家(1988)对依阿华州和宾夕法尼亚州的井水作了检测与比较,两地亚硝酸盐的含量基本一致,均低于十万分之一。但宾夕法尼亚州氮肥用量比依阿华州氮肥用量低 1/3,其余部分则来自厩肥和豆科植物。这表明,氮素在土壤中的行为是相同的,而与肥料来源无关。美国学者(1994)对美国东部、中西部和南部农业区 3 万多口井水进行分析,绝大部分(63%)井水中的硝态氮含量低于千万分之三,只有 3% 的井水硝态氮的含量为十万分之一,略高于国际饮用水规定的硝态氮含量的临界值。究其因,还主要与井旁长期堆放的厩肥渗漏有关。另据对

依阿华州德梅因河水分析,1945年时河水中的硝态氮含量为百万分之五,当时农田从肥料供氮仅占总供氮量的0.3%。45年后的1990年对河水再次分析,硝态氮含量为百万分之五点六,而从化肥中所获取的氮已达到总供氮量的63%。显然,早期硝态氮来源于有机质的矿化,今日之硝态氮既来源于氮肥,又来源于土壤有机质。这表明合理施用化肥并非水质污染的原因。

主张实行“有机农业”的学者希望摒弃化肥,生产“无公害”食品。但忽视了两个重要的事实:第一,哪里能制造出那么多的有机肥呢?全世界充其量只能提供“有机农业”不足20%的肥料,即使畜牧业十分发达的美国,也只能满足30%的动物粪肥。据估计,美国每年来自动物厩肥中的有效氮约190万吨,仅相当于每年施用氮化肥的18%。第二,有机肥料来源复杂,它自身就是一个寄生各种微生物和菌类的污染源,如果质量不高或处理不当,施用有机肥料不一定比化肥能获取更高的产量。

1990年,美国140多位科学家联名公布一份令人信服的调查报告指出:①如果现在立即停止使用化肥,美国玉米总产量预计将减产52%,生产成本提高61%,粮食出口剧减。②美国消费者每户每年将多支付428美元用于购买食物。相当于中等收入家庭食物支出的12%,低收入家庭的44%。③美国农业单位面积产量将恢复到20世纪40年代的水平。如果仍要保持今天的高产量,则需要新增5007万公顷耕地。④每施用1吨氮肥(有效成分)的产出,在美国相当于增加2.7公顷灌溉地的产量或1.8公顷旱地的产量,在泰国相当于3.2公顷耕地的产量,在秘鲁相当于6公顷耕地的产量。⑤完全依靠厩肥中的养分来源所造成的生态压力比化肥更为严重。因为同等养分的厩肥使土壤负荷增大,可能会造成板结和径流。还会增大生化耗氧量,导致微生物污染。结论很明确:今世绝大部分农产品是农化产品换来的,化肥是农业生产系统最主要的必不可少的物质投入。

增施化肥可以免去开垦新荒、减少污染以及确保农业的持续发展。

著名“绿色革命之父”勃劳格告诫说：“就现有科学水平而言，农业化学产品的明智使用，尤其是化肥的使用，对满足世界53 亿人口的生活是至关重要的。人们必须清醒地认识到，当今农民如果立即停止使用化肥和农药，世界必将面临悲惨的末日。这并非由于化学产品的毒害所致，而是由于饥馑所造成。”