

旱作、节水农业的新观念和技术

New Ideas and Technology of Dryland Farming and Water-Saving Agriculture

程 序

(农业部科技与质量标准司,教授 北京 100026)

翻开中国地图,年降水 400 毫米等雨线——干旱、半干旱与半湿润气候的分界线——自东北斜向横穿,到达西藏东南部,把 960 万平方公里国土一分为二。此线以西的“三北”地区只拥有很少的水资源,非耕地与耕地之面积比很大。以宁夏为例,其平均每亩耕地占有水资源量仅 80 立方米(吨)/年,还不到全国平均数(1 875 立方米/年)的 20 分之一,居各省(市、区)倒数第一。在新疆则只有星星点点的“绿洲农业”,其含意是无灌溉便不可能有的农业。翻开历史,三北地区充斥着关于各种灾害的记载,尤以旱灾最为频繁,造成的后果亦最为惨烈。仅自鸦片战争到解放前夕的近百年间,有详尽记录的重大灾荒(包括旱、涝、洪、蝗及地震等)有 10 次,其中大旱灾即有 5 次之多,每次动辄造成数十万乃至数百万人死亡。最严重的一次为 1928~1930 年间的西北及北方七省特大干旱,伴随原属甘肃的海原县(震中)8.5 级大地震,死亡人数超过 1 000 万人!值得注意的是这些大旱灾无一例外地发生在北方地区。

从去年夏季到今年夏季,北方(尤其是西北地区)又遭到空前严重的干旱,不少地区小麦绝收或只能勉强收回种子。春播作物虽几经人力大规模挑水点种,仍有近 3 000 万亩未能下种或未能保苗。据当地老人回忆,这次旱情更甚于 1929 年那次。惨痛的现实再一次严重地教训了我们,在旱作和节水农业的科学技术上必须有新的突破和大的发展。对这个问题必须有强烈的紧迫感,而新突破和大发展的前提往往取决于观念的改变和创新。本文拟从五个方面做一些探讨。

对“水路不通走旱路”的再认识

80 年代初期,我国农业科技界一些有识之士针对北方不少地区在一再失败的实践后,仍在不顾主、客观条件,盲目扩大水浇地的情况,首次提出了

“旱作农业”的概念。认为,年降水量小于 400 毫米的地区应该“水路不通走旱路”。其用意在于发扬我国传统农业中抗旱农作的精华,采取适应性战略来发展半干旱地区的农业生产。这种正确主张已被决策部门采纳。从“七五”开始,“旱作农业”一直被列为国家重大科技攻关项目,而且无论在研究和生产实践中都取得了很大进展。事实证明,“旱作农业”的提出是有积极意义的。

但是传统技术毕竟有其局限性,当前的现实是半干旱地区要解决温饱乃至奔小康的人口数量已数十倍于历史上曾用传统旱农技术所能勉强养活的人口。尽管在现代旱农技术中,已经有了化肥、抗旱化学制剂、抗(耐)旱品种等现代科技的投入,然而土地承载力水平的提高并不很理想。土地的产出水平同这些地区拥有的得天独厚的自然条件,如极丰富的太阳辐射量(150 千卡/平方厘米·年,比黄淮地区还高出 15~20%)、昼夜温差大及土层极深厚等相比,仍是很不相称的。事实上,在西北地区“有水即江南”是言之凿凿的。只要水源充足,人均拥有耕地面积可以在现在 3~4 亩的基础上增加数倍。完全可以预言,一旦解决了水的问题后,西北地区必将成为未来几十年中国粮棉菜果及畜牧业最有发展潜力的地区,并将为广大西北地区能源和重、化工基地的建设提供可靠的农产品保障。

问题在于走什么样的“水路”。靠关键性大型引黄扬水工程当然可以大规模地扩大水浇地。但每亩 1 500~2 000 元的基建投资,再加上相当可观的配套工程及维修(护)费用,以及高额的抽水电费补贴,都使这类设想的可行性大打折扣。而且大规模扩大引黄,必然会突破相关省区的引黄水量的配额,使同样频繁受旱的黄河中下游地区雪上加霜。今年山东段黄河段断流 150 多天,创新断流的历史最高记录,就是一个严重的警告。其次,在水源极其珍贵的情况下,事实上这些地区农田仍在沿袭每亩每次灌溉要耗 80~100 多立方米水的大水漫灌方式,

甚而引发次生盐渍化。这样的“水路”当然是不可能走通的。据科学分析,作物根本不需要这么多灌水。国际节水农业先进水平表明,每毫米降水(折每亩灌水 0.67 立方米)应可生产 2~2.5 公斤或更多谷物。换言之,亩产 250 公斤(为目前北方及西北一般生产水平)的耕地,每年只需灌水 67 立方米(包括自然降水在内)。可见技术水平差距及潜力之大。

显然,需要一种技术,能严格地按作物的需水量和需水时间进行灌溉,把无效损失减少到最小限度。这类“水浇地”定会在水源紧缺的半干旱地区推广扩大,从而使“走通水路”成为可能。不计扬黄、引黄可用的水源,这些地区每年有 300~400 毫米降水。如果利用自然降雨集中的特点,使其中 70% 得到有效收集,理论上每亩耕地“靠自己头上的天”即可获 140~190 立方米。这还不包括从面积远远大得多的非耕地可“借”来的集蓄降水。这种技术(即滴灌)及配套设备在发达国家早已研制成功。但受制于造价,迄今仍只以不太大的规模应用于经济价值高的作物种植。而我们讨论的目的则是希望能够应用于大田作物生产。

常规节水农业的“功亏一篑”

近年来我国大田作物节水技术发展较快,涌现出一批科研成果。其中十分成功的当推渠道衬砌及低压管道输水技术。它们使灌水在渠道输送期间的渗漏减到最少程度,一般可节水 30~40%。这类技术在高扬程引黄的西北地区发展也十分迅速。不过,通过若干梯级和扬高数百米才能进到农田的水,每立方米的成本高达 0.5~0.6 元,如果再大量损失渗漏于母质疏松的田间黄土渠道实在可惜。尽管人们已经注意了减少输水的损失,但最终在田间灌水时仍常功亏一篑。地块面积过大,动辄 1 亩甚至几亩一大块,而且大多平整很差。在这种条件下灌溉到“漫平有薄水层”,所浪费的水量可想而知。简言之,没有科学知识,缺少实用性强的节水灌溉设备和技术,以及国家长期大量补贴水(电)费是使这种现象得不到改变的根本原因。

近年来国外的滴灌技术已从多方面引进到我国。实践证明其投资比较昂贵(每亩 2 000 元左右),且因系统设计及部件制造相当精密,对水质和维护管理要求极高,不能适应当前中国农民文化素质低下的现状,迄今推广仍很迟缓。中国水科院滴灌所的科技人员采取完全不同的技术路线,于 80 年代中期研制成功“燕山滴灌”模式,现已发展到第二代产品。其设计、制造和使用堪称简易,设备完全国产化,被美国专家称为“傻瓜滴灌”,每亩投资仅 200~300 元。能够相当均匀地出水,较准确地达到预定的灌水定额(每亩每次 14~30 立方米或更多)。甘肃

省西峰市的米家堡和刘店两个果园,面积都是 200 余亩,苹果定植期也相同。前者 1987 年起引用“燕山滴灌”(初代产品)至今;后者则于 1988 年用 4 万美元引进以色列滴灌(Netfilm 公司产品),由于忽视引进后的消化和吸收,人员培训和技术跟不上,结果只用了一次即被搁置,果树受旱仍如常。现在前者的收入高出后者的十几倍。“燕山滴灌”的出现,及其正在进行的大田作物应用试验示范,预示着我国旱作节水农业革命的一线新曙光。

主动抗旱与被动抗旱

包括继承我国几千年抗旱农作经验,我国农业科技人员几十年来总结和研究出一系列有效的抗旱技术,分为生物型(如培育耐旱品种,利用秸秆地表覆盖等)、机械及工程型(如耕耙耱压,开筑沟渠及水平梯田等)、化学型(如保墒剂,高分子吸水材料制种子包衣剂等)三类。其中最具有代表性的是西北地区的砂层田。用粗砂及小砾卵石在农田表层铺严,厚 5~6 厘米。能够极有效地抑制土壤水分蒸发,还可通过加大昼夜温差和结露,改善每株作物的微气候环境。这一技术在今年特大干旱下发挥了显著增产效能。所有这些都归纳为人类对干旱自然条件的巧妙适应。尽管它们的效果是无可置疑的,毕竟还只能称作“被动式抗旱”。而“主动抗旱”则意味着人们不再仅仅满足于千方百计保持住和利用好土壤中既得的水分,因为在半干旱地区及半湿润地区,土壤中水分的多少几乎完全取决于降水量。而在严重干旱特别是连旱年份,土壤中的水分会减少到用任何技术也难以正常播种、保苗和生长。这就启示我们:还应考虑主动抗旱这最后的“保险招”。

蓄积和集中有限降雨这种有主动抗旱内涵的技术古今中外皆有,关键在于如何通过工程手段使之具备大规模应用的条件。我国干旱山区自古就有土法挖的水窖,但那只是为了保证最低限度生活之需的“保命水”。近年来,中科院新疆阜康生态站在年降水大于 80 毫米的荒漠草原地区成功地开展了“人工集贮天然降水解决缺水草场人畜供水”的试验;在以色列,科学家成功地在年降水量仅 94 毫米的内格夫沙漠,通过微型集水区技术(Minicatchment of runoff,简称 MCs)创造出绿洲。今年,在痛定思痛之际,多年受干旱困扰的甘肃、宁夏等省区,下了最大的决心,广泛发动群众和多方集资,正在实施以拦蓄和集中微小降雨径流为中心的“121 工程”(或“132 工程”),仅甘肃省即计划解决 20 万户农民的生活用水及 1 亩庭园(果菜)的用水问题。采取的办法是,每户利用屋顶及用水泥砌院子组成 100 平方米的集流面,同时每户建两个水泥薄壁地

下蓄水池。如果在此基础上再使用符合中国国情的燕山滴灌等节水灌溉技术,把这种集水工程扩展到大田,应用于粮、棉等作物,形成“拦截径流补充灌溉模式”,变浇“救命水”为浇丰产水,则西北地区农业就可望进入全新的主动抗旱阶段;进而就可能在很大程度上扭转贫困面貌。正如河南省卫辉市一个过去人喝的水都要到 5 里以外去挑的山村,自采用了现代水窖加燕山滴灌成套技术后,不仅创造出前所未有的 302 亩“水浇地”,小麦亩产因此增加了一倍半;而且信心十足地提出,要靠这套组合技术不但解决温饱,而且实现“小康”。

对“土壤水库”作用的再认识

以上讨论的是用特殊材料蓄积地表微径流。在另一方面,如何充分利用土体蓄积有限的降水,在半干旱半湿润地区也有着可观的潜力。北方地区,尤其是黄土高原一个得天独厚的优势便是土体深厚,大多有 100 多米,且土质(壤土,垆土)相对轻、松,非常有利于蓄纳较为集中的降雨。从作物根系能够积极吸纳水分的 2 米土层看,每亩耕地按容重 1.35 及饱和含水量 24% 计,可蓄纳的水量总计可达 440 立方米,其中约 60~70% 是可以被作物吸收利用的。科技人员已从选育根系强大,水分利用率高的品种,以及促进根系发育等方面进行了卓有成效的研究。如近年来北京农业大学和山东莱阳农学院的科技人员,已分别成功地通过发挥“土壤水库”的作用,创造出冬麦春季返青后只浇一次水(全生育期共两次,而常规栽培要六次左右)亩产千斤,以及在完全无水浇灌条件的旱地上,冬麦亩产达 300~350 公斤的记录,成为节水栽培的重要科技成果。

(上接第 25 页)

下,创制新天然农药、推广应用现有天然农药,是必要的途径之一。

为解决人类面临的环境安全大问题,开发高效低毒、易分解、选择性高,对人类无危害无污染的农药,成了时代的潮流。世界上大量农药研究机构及政府都在积极投资,尽力研制新农药。研制一种新农药,需要进行一系列的研究,涉及的学科门类繁多,是一项极为复杂的系统工程。而杀虫活性先导物的发现及目标分子的选择,工作量都极大,筛选命中率目前大概仅接近 1/80 000,大公司开发成功一种项目亦需 8~10 年,投入的财力、物力是一个

薄膜覆盖栽培的巨大潜力

塑料薄膜自 80 年代初从日本引进以后,从保护地栽培(农膜)发展到大棚和畜舍(棚膜),进而又发展到覆盖(地膜)栽培粮、棉、油和水果等,应用范围越来越广。前些年采用塑料薄膜覆盖栽培玉米的技术推广到山区,被高寒缺水的贫困山区农民盛赞为“温饱工程”。农业科技人员也早已开始研究采用薄膜覆盖来解决作物生长温度不足和冻害,以及超高产的可能性。然而人们对薄膜覆盖栽培在干旱、半干旱地区的巨大潜力尚未有充分估计。而在经历了去、今两年连旱和特大干旱之后的西北地区的科技人员、干部和农民,亲身体会到薄膜栽培的巨大优越性,迸发出空前的推广热情。如甘肃省白银市属三县二区,有耕地 450 余万亩,今年冬小麦几乎全部绝收,而 4 万亩地膜覆盖玉米在几经挑水保种后保住了苗,终于接上了 7 月初第一场透雨,目前长势非常好。在甘肃和宁夏不少试种地膜小麦和地膜玉米的地方,都已有亩产(一季)分别超 400 公斤和 800 公斤(乃至“吨粮”)的记录,比常规种植的小麦和玉米亩产分别高出 100 公斤和 2~5 倍。薄膜栽培技术不仅能有效地抑制土壤水分和氮肥的蒸(挥)发,抑制杂草生长,还能起到用塑料膜表面集纳降雨于植株局部根区的作用。因而受到农民的热烈欢迎,推广之势若星火燎原,几乎每个县都制定了从今秋播种起要扩大数万亩甚至一二十万亩的庞大计划。类似“洛阳纸贵”的“西域膜贵”的前景已是势在必行。这也给科技工作者出了新的课题:如何千方百计地降低农用地膜的造价,以有力地支持节水和旱作农业的发展。(责任编辑 蔡德诚)

难以想象的天文数字。现在正逐步走上计算机依据作用机制等理论模拟预测分子结构、设计活性分子的道路,但刚起步,还有待完善和发展。

利用国外在植物杀虫剂方面的一些研究及开发应用的结果,开发植物源杀虫农药,对解决我国目前环境恶化及粮食危机的大问题,具有相当重大而现实的意义。

可以相信,从我国已有广泛民间利用基础的丰富植物资源入手,进行植物源杀虫农药的研究和开发,是大有希望的。(责任编辑 肖庆山)