

水足迹:农业水资源管理的新工具

■吴普特

水危机对水资源管理的挑战

保障全球粮食安全是当今世界面临的一大挑战,目前全球粮食产量还未能保障全球70多亿人口的有效供给。根据联合国 The State of Food Insecurity in the World 2013 报告显示,在2011~2013年期间,全球仍有高达8.42亿的人口因缺乏足够的食物供给而遭受长期饥饿。水资源是维系农业生产的重要基础资源,就全球尺度而言,农业用水量占总用水量的70%以上。随着工业、生活和生态用水的增加,农业可利用水资源日益受到压缩。

资料显示,1955年,全球只有7个国家受到水资源短缺威胁,而到1990年,这一数字上升到20个。预计到2050年全球人口将达到90亿,将有近2/3的人口遭受水资源短缺威胁。同时,到2050年,全球对谷物的需求将超过30亿吨,这无疑将给粮食生产用水带来巨大压力,未来的水资源能否满足人类所需粮食的生产是全球面临的重大挑战。

作为世界上人口最多的国家,中国的粮食与水资源安全是影响世界粮食与水资源安全的重要因素。包括中国在内,水资源已成为制约全球粮食生产的主要因素之一。水资源短缺与区域水土资源分布不均已成为限制中国粮食安全的主要瓶颈之一。日益紧缺的水资源能否为粮食生产提供有力支撑是各国政府和学者关注的焦点,而未来全球人口增加以及气候变化所带来的不确定性都将对粮食生产形成潜在挑战。农业作为全球用水的主要部门,水资源在农业生产过程中能否高效、可持续利用是决定全球水资源与粮食安全的重要因素。提高农业用水管理水平,实现农业水资源的高效和可持续利用是保障水资源与粮食安全的重要举措。

以往水资源利用的研究与实践中,人们更多地关注了生产过程中的用水问题,并将注意力集中到了如何提高生产过程中的用水效率,认为只要提高了生产过程中的用水效率就可以提高水资源的利用效率,从而缓解水资源危机,进而实现水资源的可持续利用。当虚拟水与水足迹概念提出并被接受之后,人们发现不需要修建大型水利工程也可实现水资源的远距离调运,人们的消费水平与消费方式也与水资源的利用效率密切相关。这就为人类解决水资源危机问题提供了一个新的视野与思维方式。

水足迹对现代农业水资源管理的启示

在从事多年节水农业科学与工程实践中,笔者有一个非常深刻的体会,即发展节水农业不仅仅是一个科学技术问题或工程实践问题,更重要的是还有一个水资源的管理问题,或者说水资源管理的问题。当然水资源的管理可能更为重要一些。所以,大家经常讲节水农业是一个复杂的系统工程。但以往人们对节水农业科学研究、技术研发以及工程实践相对重视一些,而对农业水资源的管理重视不够。事实上,水管理问题在节水农业发展过程中的作用日渐明显,甚至有专家估计农业节水潜力的50%在管理方面。当然这里所讲的管理是一个综合概念,包括发展节水农业的体制、机制与政

“发展节水农业不仅仅是一个科学技术问题或工程实践问题,更重要的是水资源的管理问题,或者说是水土资源管理的问题。”

策等多项内容。

这也是笔者课题组一直对水足迹与虚拟水这一理念与工具特别给予关注的主要原因。笔者课题组一直希望能够将这一工具引入节水农业研究领域,为解决我国农业用水问题,特别是农业用水管理问题,甚至如何实施最严格的水资源管理制度提供一定的帮助与参考。基于上述考虑,近年来团队在研究消化吸收的基础上,就如何将水足迹与虚拟水理论引入到节水农业研究领域作了一些探索性研究。

通过多年对节水农业理论与实践的研究,深感受解决我国的农业用水问题可能不仅仅是一个简单的技术问题。特别是区域经济格局发生重大变化之后,如南北差距、东西差距以及“南粮北运”转为“北粮南调”以后,结合我国耕地资源在北方,水资源在南方的水土资源分布的现实,更应深刻认识到水资源管理在解决农业用水问题中的重要性。实际上,农业用水问题是一个复杂的系统工程,要实现高效、可持续用水,不仅需要多学科共同研究攻关,更需要全社会给予高度关注。

基于水足迹的农业水资源管理研究进展

西北农林科技大学中国旱区节水农业研究院作为国内较早进行水足迹研究的国内机构,针对水足迹理论特点和自身研究特色,将水足迹理论应用于农业水资源管理和节水农业的研究中。几年来,课题组结合农业水资源管理的实际与特点,在对水足迹计算方法修正的基础上,提出了粮食生产水足迹的概念与计算方法,分别对中国粮食生产水足迹时空演变、全球粮食生产水足迹时空变异,我国“北粮南运”所引起的农业虚拟水“北水南调”工程以及在大中型灌区粮食生产水足迹空间分异特征等方面进行了探索性研究;也初步提出通过制定区域农业水

足迹控制标准,实施农业用水补偿机制,来实现农业用水科学管理的理念,配合国家实施最严格的水资源管理制度。

课题组通过对农业水足迹理论、各尺度作物生产水足迹量化方法以及粮食虚拟水流动等课题进行了系列研究,并取得一定进展,先后在国际、国内SCI、EI等期刊发表学术论文近30篇,并从2012年开始连续出版2010年、2011年、2012年和2013年的《中国粮食生产水足迹与区域虚拟水流动报告》年度报告。

通过上述研究,在该领域获得一定的国际认知度,课题组与国际水足迹研究的权威机构世界水足迹网络保持良好的沟通、合作。于2014年与水足迹创始人荷兰屯特大学Hoekstra教授一同出版《现代消费社会水足迹》一书。2015年5月,笔者受第十五届世界水大会组委会和世界水足迹网络的邀请,参加了在英国爱丁堡举办的第十五届世界水大会,并应邀在“水足迹评估”特别会议上作了题为《水足迹及其在农业水管理中的应用》的主题报告。报告介绍了

西北农林科技大学水足迹课题组在水足迹概念、量化方法、案例研究以及在农业水资源管理中应用的研究进展。

会议期间,笔者代表西北农林科技大学与荷兰屯特大学、世界水足迹网络、北京林业大学等机构共同成立了世界水足迹研究联盟(WFRA),西北农林科技大学水足迹课题组将作为联盟发起组织之一,与世界水足迹研究领域的研究机构一同就水足迹及其应用方面展开合作。

上述研究成果为科学评价我国农业生产与水资源的问题提供了崭新的思路,并为国家如何保障粮食安全提供决策支持。

为了更好地为我国农业水资源管理服务,课题组将进一步开展农业虚拟水循环与调控的研究,通过分析水资源在自然、社会、经济系统中的流动和转化规律,寻找水资源各个维度的平衡点,为实现旱区水资源的高效、可持续利用提供理论支撑。

(作者系西北农林科技大学副校长)

背景知识

虚拟水最早由英国学者Tony Allan于20世纪90年代提出。虚拟水指以虚拟的形式嵌在产品中看不见的水,通常指代生产产品所消耗的水资源数量。虚拟水贸易(流动)指伴随着产品的区域贸易(流动),内嵌在产品中的水资源以虚拟的形态在区域间流动的现象。而虚拟水战略是指指富水国家或地区通过贸易的方式从富水国家或地区购买水资源密集型产品(主要为农产品)来缓解本国的水资源压力,保障水资源安全。水足迹这一概念最早由荷兰学者

Hoekstra在2002年荷兰代尔夫特举办的虚拟水贸易国际专家会议上提出。水足迹既可以表示一个国家、地区或一个人,在一定时间内消费的所有产品和服务所需要的水资源总量,也可以表示生产过程、企业或某一商业活动所消耗的水资源数量。根据水足迹不同的评价目标,可将水足迹进一步划分为:产品生产水足迹、个人消费水足迹、团体(社区)消费水足迹、商业水足迹、区域水足迹(包括流域、省、国家、全球等)等。

环球农业

微生物集合“铁”盾 阻击水稻吸收“毒”砷



图片来源:百度图片

美国特拉华大学的研究者发现了一种土壤微生物,能组织“铁”防线阻止大米吸收有毒的砷元素。

砷元素天然地存在于岩石、土壤、空气、水中以及植物和动物身上。砷元素在工业生产中广泛应用,癌症、心脏病和糖尿病被认为与长期暴露于砷元素有关。

该研究让天然、低价的解决方案有了希望——是一种用于水稻种植的益生菌——或许能让水稻中的砷元素避免累积至有害水平。目前,水稻是一种全球性的资源,世界上超过一半的人口以稻米为主食。

植物与土壤科学系助理教授Harsh Bais负责该项目,研究成果在国际期刊Planta上发表。

研究团队将发现的土壤微生物称

为“EA106”,是以该校女毕业生Emily Aliff命名,当她还是该实验室的一员时分离了该菌株,而这种微生物在加利福尼亚州商业种植的一种北美品种的水稻根部被发现。

水稻生长在水中,其对砷的吸收能力是其他谷物(如小麦和燕麦)的

10倍。

水稻摄取磷酸盐——这是水稻生长所需的营养元素,而砷元素与磷酸盐有相似的化学结构,因此它们也吸收砷元素。

“EA106非常善于集合铁元素,通过这种方式与砷元素竞争,并有效地阻断砷元素的吸收路径。”Bais解释道,“水稻根部表面形成的铁膜阻止了砷元素进入植物。”

研究者对数以百计的水稻进行了研究——一些种植在土中,一些在特拉华大学的温室中以水培的方式进行。研究显示,接种微生物EA106能提高水稻对铁元素的吸收,同时降低水稻苗中砷元素的累积。

Bais表示,研究的下一步将决定,自然的解决方案对这个严重的问题是

否可行。

“我们一直还没研究到粮食的层次,现在正在开展相关的工作,研究EA106是否阻止了粮食中砷元素的累积,这是终极的考验。”Bais说。

如果下一阶段的研究成功,Bais说,将催生给水稻种子涂上有益菌种的“物美价廉”的技术。

他还看到了额外的好处——加强水稻的铁吸收,不仅会降低对砷元素的吸收,而且会使稻米中铁含量提高,增强稻米的营养。

“我生长于印度的水稻产区附近,因此,我对这个问题有特殊的兴趣。”Bais说,“基本上,农民们在水、土都被砷污染的小块土地上种植水稻。我正在从事的工作对于他们以及全球稻米的安全而言,都非常重要。”

在相关的研究中,Bais想评估接种EA106的水稻在多重压力下的表现,压力不仅仅来自于砷污染,还来自稻瘟病——每年全世界大约30%的水稻因此绝收。

Bais的研究小组先前从稻田里分离出了一种天然的细菌钝化了稻瘟病菌。他的团队正在评估有益微生物与水稻之间的自然联盟如何增强植株的抗病性。

在印度,Bais家附近的农民们也面对这两种威胁,Bais计划今年夏天去印度开展田间试验。

“全世界都认识到了生物科学。”Bais说,“对于在这个领域工作的研究者来说,这是令人兴奋的时刻。”

(胡璇子编译)

观点

构建土壤健康 助力化肥农药零增长

■陈能场

当前我国农作物亩均化肥用量21.9公斤,远高于世界平均水平(每亩8公斤),是美国的2.6倍,欧盟的2.5倍,化肥过量施用、盲目施用等问题,带来了成本的增加和环境的污染。而2012~2014年农作物病虫害防治农药年均使用量31.1万吨,比2009~2011年增长9.2%。农药的过量使用,不仅造成生产成本增加,也影响农产品质量和生态环境安全。

现代农业生产中的恶性循环

我国人多地少,因此追求产量从来都是我们农业生产的最高目标。自从出现化肥和农药后,这两样物质对于农田自然不吝啬,当作物长得不好时,便向田里加入肥料,且不管是不是施对了肥;而当发现作物长虫时,便对植物喷洒农药,且不管是高毒农药还是低毒农药。长此以往,不管是肥料或者农药便形成了恶性循环,也就是大量施肥造成了土壤板结和酸化,土壤因此不健康,土壤不健康导致作物生病,造成植物的不健康,植物的不健康又需要喷施农药;农药降低甚至杀死很多土壤的微生物和细菌,土壤中很多生物过程减慢或停止,造成土壤的保肥、供肥能力下降,为了提高产量,农民又不得不施用更多的肥料,我国农业生产正陷入这样一个恶性循环中。虽然我国粮食有着“十一连增”的纪录,但肥料和农药的施用同步增长,“十一连增”的背后是肥料和农药的力量。土壤,曾经是一个富有活力的生态系统,已经降低甚至失去了其应有的保肥、保水的功能,变成单纯植物生长的支撑物质。

土壤健康是跳出恶性循环的关键

土壤是上述的恶性循环的直接受害者,高量超量化肥带来了土壤内部的酸化和板结,大量农药伤害了土壤中固有的庞大的食物网,导致土壤生态系统物质流、能量流和信息流的不畅或者断裂,直接表现在养分循环和供给能力的降低,也破坏了有益生物和有害生物相互间的相生相克能力。

进展

龙虾宝宝成功繁育

本报讯 近日,青海省共和县利用当地优质温泉资源,引进澳洲龙虾试验养殖成功,并且还繁育了龙虾后代。目前,高原龙虾宝宝被销往外省,获利30多万元。

6月22日,在共和县龙羊峡峡湾澳澳龙养殖专业合作社看到,成功繁育的龙虾虾苗长势良好。工作人员方连君介绍,他们在成功养殖澳洲龙虾的基础上,将成年龙虾以1比3的比例配对。一月后受精,然后将雌龙虾放置在培育池中抱卵,一个半月后脱落成苗。现在他们引进了新技术,受精后在平列槽中人工孵化,大大提高了成活率。

据了解,共和县曲沟地区的温泉水质富含矿物质、微量元素及含氧量高的天然优势,对龙虾宝宝的成长有很大帮助。而且,在青海繁育出的虾苗,抵抗力强,容易生长。运往青岛、浙江等地后,饲养者普遍反映成活率很高。(恩和)

“杨树产业资源材培育及新产品开发关键技术研究”通过验收

本报讯 近日,国家林业局科技司组织召开林业公益性行业专项重大项目验收会议,对中国林业科学院林业研究所承担的“杨树产业资源材培育及新产品开发关键技术研究”项目进行会议验收。经项目组成员现场答疑,验收专家组成员一致认为该项目圆满完成了合同所规定的各项考核指标,组织管理规范,经费使用合理,专家组一致同意以优秀等级通过验收。

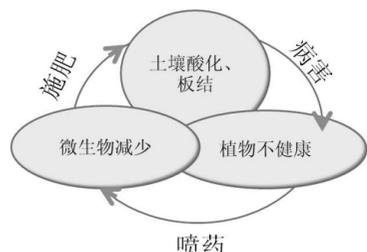
杨树是我国人工林建设最为重要的树种之一。“杨树产业资源材培育及新产品开发关键技术研究”针对我国杨树产业链中良种、栽培和产品三大环节中的主要技术瓶颈问题,以提高我国杨树人工林的产出和利用为目标,通过5年的中央、地方两级和科研机构、高等院校、生产单位三方高效的攻关研究和技术创新,选育出多抗杨2号、冀抗杨1号等具有自主知识产权新品种5个,转基因抗虫新品种减少害虫危害率30%以上、抗逆新品种在干旱、盐碱条件下年生长量平均比对照提高12.3%以上,工程结构材新品种木材密度提高5.7%以上,利用率提高12.4%以上。该项目研究为我国杨树产业的全面升级提供了雄厚的科技支撑和技术储备。(秦志伟)

《农业科学学报》影响因子提高

本报讯 近日,汤森路透旗下的知识产权与科技事业部发布了2014年期刊引证报告。《农业科学学报》影响因子为0.833,在56种农业综合类期刊中排名第20位,进入了排名前50%的期刊(Q2)。影响因子较去年提高33%,排名提前了10位。

期刊引证报告是全球最具影响力的同行评议期刊的评估资源,也是每年期刊影响因子的来源。据汤森路透网站报道,2015年发布的JCR涵盖了来自82个国家和地区的237个学科的11149种期刊。与去年相比,53%的期刊影响因子得以提升,而43%的期刊影响因子有所下降。

据悉,《农业科学学报》是由中国农业部主管,中国农业科学院主办,中国农业科学院农业信息研究所承办的英文学术月刊,创刊于2002年,2009年被SCI收录。《农业科学学报》主要刊登农牧业基础科学和应用科学的研究论文,覆盖作物科学、动物科学、农业环境、食品科学、农业经济与管理等领域。(王瑀 秦志伟)



在人口不断增长、耕地不断减少、资源日渐短缺、环境恶化日益凸显的现状下,粮食问题也同步严峻。要跳出这样一个恶性循环,唯一的可能是构建土壤健康。

土壤健康能为化肥零增长和农药零增长助力

一个健康的土壤具有丰富的有机质,理想的土壤中有有机质要达到5%。在一平方米的土壤面积中,不应该有从细菌到脊椎动物所有的生物,而且数量也很大,如细菌应有10万个,而肉眼可见的蚯蚓等也有数百条到上千条。这些活的生物年生物量需要高达400~470公斤/亩,这样的土壤具有很强的养分储蓄能力和转化能力,也是使各种病菌难以增多的基础。

土壤有机质本身就是一个养分库,1%的有机质含各种养分18公斤左右,同时有机质表面的各种负电荷基团是土壤保肥能力的基础。有机质从2%降低到1.5%,土壤的保肥能力将下降14%。土壤有机质是作物生长所需要的良好土壤结构形成的重要胶结物质,并因此大大增强土壤的保水能力。有数据表明,当土壤有机质从1%增加到3%,土壤的保水能力将增加6倍。

足够的土壤养分是植物健壮的基础,有助于植物构建强有力的病虫害防御体系。当一些养分低于某一水平时,植物会发出多种化合物,其中含的糖和氨基酸含量高,真菌、病菌等就被吸引,引起病害。作为一个生态系统,土壤直接影响着粮食生产和安全,而均衡足量的养分有助于植物构建良好的机械障碍(例如细胞壁厚度和合成天然防御化合物(如抗氧化剂、抗毒素和美类萜物质)。矿物质影响着这些污染的合成能力和合成量。(作者系广东省生态环境与土壤研究所研究员)