

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20181006

· 绿色发展 ·

以色列水土资源高效利用经验对我国农业绿色发展的启示*

易小燕¹, 吴勇², 尹昌斌^{1*}, 程明³, 张赓², 郑育锁⁴

(1. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081; 2. 全国农业技术推广服务中心, 北京 100026;
3. 北京市农业技术推广站, 北京 100029; 4. 天津市农业技术推广站, 天津 300061)

摘要 [目的] 水土资源高效利用是农业绿色发展的重点环节, 以色列水土资源匮乏, 却在短短几十年迈入世界农业最发达的国家行列, 因此, 总结以色列的水土资源高效利用方式与经验, 为我国农业绿色发展提供经验借鉴。[方法] 文章运用实地调查法和归纳总结法, 对以色列水土资源状况和农业水土资源利用状况进行了分析, 总结归纳了以色列农业绿色发展的经验, 提出了对我国农业绿色发展的启示。[结果] 以色列水土资源高效利用的经验: (1) 法律先行, 强化水土资源管理, 通过用水配额制、阶梯水价和水资源节约机制对水资源进行管理; 通过加强审批、农业用地租赁制和多部门监管进行土地资源管理; (2) 效率优先, 大力发展节水农业, 通过温室技术、滴管技术等提高水资源利用效率; (3) 科技引领, 不断创新资源高效利用技术; (4) 公众参与, 重视资源节约宣传教育。[结论] 以色列水土资源高效利用启示我国农业绿色发展需要从以下几方面着手: (1) 加强水土资源管理, 建立自主节约机制; (2) 大力推广应用资源节约新技术, 提高资源利用效率; (3) 加大科技创新与推广应用服务, 实现农业绿色发展落地生根; (4) 培养全民节约意识, 全民推动绿色生产与生活方式。

关键词 以色列 水土资源 高效利用 农业绿色发展 经验启示

中图分类号: F323.2 文献标识码: A 文章编号: 1005-9121 [2018]10037-07

0 引言

以色列是世界上水土资源最匮乏的国家之一, 却在短短的几十年迈入世界上农业最发达的国家行列。以色列是如何高效利用水土资源创造“沙漠奇迹”? 带着这些疑惑笔者有幸参加了赴以色列“旱作农业与水肥一体化”培训, 学习以色列在干旱缺水的严峻条件下发展现代农业的先进经验。培训期间, 听取了以色列农业部专家介绍节水农业的发展变化情况, 考察了相关绿色农业生产技术如滴灌技术、南部沙漠水肥一体化的实际应用等, 对以色列水土资源利用的节约化、智能化、精准化有了更深的认识和理解。以色列立足自身条件, 促进农业水土资源高效利用的做法与经验对我国推进农业绿色发展具有重要的借鉴意义。

1 以色列水土资源及利用状况

1.1 水资源基本情况与利用结构

1.1.1 降水、地表水与地下水资源

受地中海气候影响, 以色列降雨集中在11月至次年4月, 最大降雨在1月, 其余月份均为干旱季节; 降水量少且分布不均匀, 多年平均降水量北部约700~800mm, 中部平原400~600mm, 南部内盖夫沙漠年均降水量只有20~30mm (表1), 年降水总量为100亿 m^3 , 降水利用率约为18%, 其余被蒸发和流入

收稿日期: 2018-04-25

作者简介: 易小燕 (1979—), 女, 江苏南通人, 博士, 副研究员, 硕士生导师。研究方向: 土地资源利用与管理研究

*通讯作者: 尹昌斌 (1968—), 男, 安徽桐城人, 博士, 研究员, 博导。研究方向: 农业资源利用与管理。Email: yinchangbin@caas.cn

*资助项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项 (1610132018010); 国家社科基金重大项目“生态补偿与乡村绿色发展协同推进体制机制与政策体系研究” (18ZDA048); 农业农村部软科学项目 (Z2018096)

海洋。由于降水南北差异较大,水资源的分布极不均衡,80%的降水在北方,但65%需要灌溉的土地在南方,南方水资源只有总水资源的20%,极不利于农业生产(表1)。

表1 以色列的降水量(多年平均值)

区域	萨法德	海法	太巴列	特拉维夫	耶路撒冷	贝尔谢巴	埃拉特
降雨天数(d)	58	51	47	46	44	27	5
降雨量(mm)	712	540	407	524	553	207	32

数据来源:以色列外事局

以色列的地表水资源主要来源于3部分:一是加利利湖,该流域是以色列境内最大的淡水湖,可蓄水80亿 m^3 ,其中160 km^2 湖面蒸发30亿 m^3 ,还有约2000 m^3 咸水被截留送到约旦河,可利用的水资源量为50亿 m^3 ;二是流入地中海西部流域的洪水地表总径流量为30亿 m^3 ,但90%的洪水直接流入地中海不可利用,可利用的约为17.8亿 m^3 ;三是流入约旦河谷的东部流域地表径流量不足10亿 m^3 ,大部分难以利用。因此,以色列的地表水资源约为120亿 m^3 ,可利用的约为70亿 m^3 ,占可利用水资源的35%^[1]。

以色列的地下水资源主要有沿海和山区两个含水层。多年平均补给量约130亿 m^3 ,占以色列可利用水资源的65%。

由此可见,以色列平均年水资源总量约250亿 m^3 。除去湖泊蒸发生态用水和难以利用的洪水、咸水,可利用量约200亿 m^3 。近些年不仅天然水资源供水减少,而且加利利湖水位不断下降、地下水位下降,产生供水危机。

1.1.2 海水淡化、废水循环再利用

以色列政府于1999年制定了“大规模海水淡化计划”,以期缓解淡水的供需矛盾。根据该计划,截止2015年,海水淡化水将占以色列淡水需求量的22.5%,生活用水的62.5%;截止2025年,海水淡化水将占淡水需求量的28.5%,生活用水的70%;截止2050年,海水淡化水将占全国淡水需求量的41%,生活用水的100%。近年来,海水淡化在以色列发展很快。目前以色列国内用水的55%来自海水淡化。2006年海水淡化能力才有100万 m^3/d ,到2013年,海水淡化供水能力增加到6亿 $m^3/年$ 。预计2020年增加到7.5亿 $m^3/年$ ^[2]。另外,以色列对地下咸水进行淡化,称之为Blackish water。目前以色列的咸水淡化年开采量为1.6亿 m^3 左右,其中约35%用于工业水,主要是作为冷却用水,余下的部分主要用于农业,包括鱼塘用水和灌溉。现有的Blackish water淡化主要位于埃拉特和阿亚拉地区,每年使用1000万 m^3 ,生产淡水700万 m^3 。

政府还投入大量资金进行废水循环的建设工程。目前,以色列的废水处理高达75%,跃居全球第一。位于特拉维夫市以南约10 km 处的Shafdan污水处理厂,是全球最大的污水处理厂之一,日处理废水约37万t。它承担该地区近250万人口的生活和工业废水处理任务。Shafdan采用最新的生物污水处理技术——利用一种名为“生物载体(Biological Reactors)”的设备,给细菌提供生长空间,利用它们消耗掉生物垃圾。处理后的再生水通过指定输水管线,导入几十个分布于南部内盖夫沙漠用于农业灌溉的水库之中。

1.1.3 水资源利用结构

一直以来,农业用水是以色列水资源消耗的主要部分,接近60%的水资源用于农业生产^[4]。2016年,全国总用水量为22.2亿 m^3 ,其中,农业用水12.8亿 m^3 ,占58%。同时,农业用水中使用自然淡水的比例在逐步减少,废水回收利用量在不断增加,2016年达到7.7亿 m^3 ,占农业用水量的60.2%,占总用水量的34.7%,比2010年分别提高了6.4个百分点和3.9个百分点(图1)。

1.2 土地资源基本情况

国土狭小,耕地数量有限。目前,以色列国土面积2.2万 km^2 ,耕地面积43.7万 hm^2 ,大约为国土面积的20%,人均耕地约0.05 hm^2 ,耕地数量十分有限。由于受地形和气候的影响,全国约60%的土地是沙漠,可利用耕地主要分布在北部滨海平原、加利利山区及约旦河谷,该区域农业用地38万 hm^2 ,约占国土面积的17%,其中,耕地29万 hm^2 、草场9万 hm^2 ^[3]。

耕作层薄,耕地质量贫瘠。以色列耕作土壤的质量并不理想,大部分耕作土壤分布在中北部地区,多为风积、冲积性沙质土,土层平均厚度只有 25~35cm,风积土主要由粒度不等的沙丘沙、红沙和黄土组成,前两者保水能力弱,后者遇水则易形成不透水的硬盘;冲积土结构粘重,内盖夫沙漠虽然面积广大,但是大多数地表尚未形成农业土壤。只有在北部的下加利利地区和撒马利亚地区之间的谷地、山间宽谷或斜坡上,分布有由红色石灰土演变并经短距离搬运来的片状冲积土,这种土壤的厚度较大,耕作性好。北部滨海平原是以色列栽培柑橘类果树的中心区,是最先为国家提供重要出口商品的基地。加利利山区由于大量季节性降雨,形成小块肥沃谷田,不用灌溉即可耕作。该地区生产的橄榄和烟叶驰名国内外。在上约旦河谷的太巴列湖周围地区,是农作物丰产区,每年种植稻谷、棉花、花生、玉米和各种热带水果。

1.3 水土资源高效利用与农业发展

虽然以色列大部分的水都贡献给了农业,但农业用水效率是相当高的,主要在于以色列农业均采用滴灌技术,并采用水肥一体化,水资源的利用率达到了 95% 以上。从图 2 可以看出农业生产的年平均用水量在不断下降,而每单位用水所生产的农产品产出率在不断增加。

以色列的耕地由于降水量少,约 52% 的耕地需要灌溉。通过灌溉,使以色列自 1948 年建国至今,耕地面积从 16.5 万 hm^2 增加到 43.7 万 hm^2 ,增加了约 2.6 倍,农田灌溉面积从 3 万 hm^2 增加到 23.1 万 hm^2 ,增加了 7.7 倍^[5]。同时,以色列种植的花卉和柑橘基本都需要灌溉,只有约 25% 的大田作物不需要灌溉,靠天然雨养农业(图 3)。以色列南部沙漠主要采取沙土灌溉农业,如调查的 Arava 农场,土地面积 15 万 hm^2 ,占国土面积 6%,耕地面积只有 0.3 万 hm^2 ,通过滴灌、水肥一体化、咸水淡化等一系列现代农业节水高技术,Arava 农场生产了以色列 60% 的出口蔬菜和 10% 的鲜花,年出口额达 \$ 2.5 亿。

以色列不断提高水土资源利用率,成为世界上农业发展的强国,农业总产值 \$ 35 亿,占国内生产总值的 7.5%。在农业产值中,种植业占 57.4%,畜牧业占 42.6%,农副产品 60% 用于出口,年出口创汇约 \$ 21 亿^[6]。以色列除了种植小麦玉米饲料作物以外,番茄、甜椒、西瓜、向日葵、草莓以及果园等经济作物和经济林木占了很大比重,水果和蔬菜单产水平居世界前列。以色列农产品大量出口,占据了 40% 的欧洲瓜果和蔬菜市场,被誉为“欧洲果篮”。

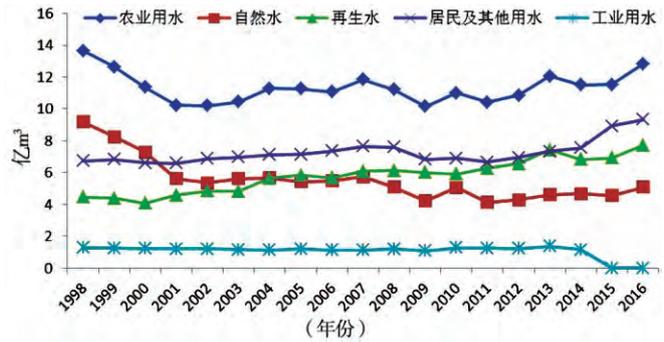


图 1 1998—2016 年以色列各部分用水量变化情况

数据来源: 根据以色列水务局数据整理

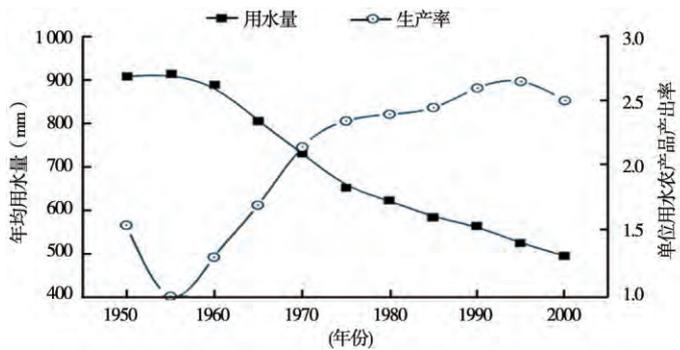


图 2 建国以来以色列农业生产年均用水量与单位用水的生产率

数据来源: 以色列农业部

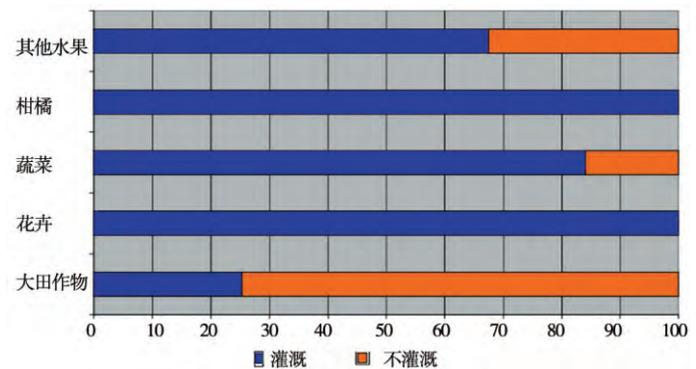


图 3 以色列不同作物土地灌溉情况

数据来源: 以色列规划局

2 以色列水土资源高效利用的经验

2.1 法律先行, 强化水土资源管理

自 1959 年以来, 政府陆续颁布了《水法》《水计量法》《水井控制法》《经营许可法》等系列法律法规, 对水资源进行保护。根据法律规定加强水资源管理。一是建立用水配额制。为使有限水资源发挥最大的效用, 以色列建立了水资源配给制度, 明确了水资源在干旱地区应优先保证生活用水, 然后是工业、农业、商业、服务业等行业和领域的配给顺序; 对用水权、用水额度、水质控制和水费收取等水资源管理关键环节进行明确规定; 按区域划分定额供应区, 对居民生活用水、工业用水和农业用水进行定额配置。在核定农业用水定额时, 首先对不同种类作物制定用水量标准, 根据农作物种类和种植面积确定农业用水量。二是实行阶梯水价。发挥经济杠杆的作用, 对居民生活用水、工业用水和农业用水都实行阶梯定价, 用水量越大水价越高。农业用水价格是根据每年确定的淡水配额的 3 个层次予以确定。三是建立水资源节约激励机制。对农业用水进行补贴, 其补贴经费来源于生活用水的高水价。为鼓励回收水的使用, 以政府确定了低廉的回用水价格, 仅为 $\$ 0.34 / \text{m}^3$, 且政府对回用水设施补贴约 60%。

以色列为了避免组织或个人滥用耕地, 于 1965 年颁布了《规划和住宅法》, 将耕地保护作为各级规划的法定目标, 即农业生态保护、耕地保护是各类规划的首要任务。其他行业规划、区域规划均要经过中央政府的行政审批, 城市化建设中的任何建设用地都必须得到规划许可。同时, 《以色列土地法》规定 93% 的以色列土地为公有性质, 这些公有土地中的农业用地只租不卖, 且一般只能作为农业用途。以色列的耕地资源管理主要体现在: 一是加强审批管理。政府制定城镇发展规划时要充分考虑耕地保护, 减少耕地挤占, 所有与土地有关的开发计划要经国家主管部门审批。二是规定农业用地只租赁不出售, 租期 49 ~ 99 年不等。政府根据地理位置和肥力对土地划分等级, 并以此确定租金, 租金每 3 年协商 1 次。三是多部门监管。由农业、卫生、环境等多个部门对农业生产与消费实施全程质量控制, 保证无农药和化肥污染、农产品无农药残留、农业废物处理符合相关标准^[7]。同时, 通过推广可持续农业、生态农业建设及综合防治管理, 减少农业活动对环境的危害。以色列土地管理局主要负责国有土地分配与管理, 土地管理局局长由政府指定但归农业与农村部领导。犹太人基金会 (JNF) 拥有以色列 13% 的土地, 它是一个准政府机构, 主要负责农村与农业基础设施建设, 如植树造林、修建水库、土地开垦等。

2.2 效率优先, 大力发展节水农业

为克服干旱缺水短板, 以色列大力发展节水农业, 注重提高农业用水效率, 以有限的水资源支撑起农业发展。以色列沙漠温室技术、抗旱节水品种、节水灌溉、废水循环利用、微咸水灌溉等技术处于世界领先地位, 这些先进科技的推广应用, 使得以色列农业灌溉用水总量连续 30 年稳定在 13 亿 m^3 , 而产出与建国初期相比却增长了 12 倍。特别是滴灌技术的普及推广, 喷灌、滴灌基本全部取代了传统的沟渠漫灌方法, 其中滴灌面积已经占以色列灌溉面积的 85% 以上, 灌溉水利用率达到 95%, 单位面积用水量降低一半左右, 水分生产效率提高 2.5 倍^[8]。

滴灌技术的广泛应用, 不但推动了节水农业的发展, 也给施肥技术带来了极大的变化, 导致了水肥一体化技术的兴起, 推动肥料利用率提高 30% ~ 50%。水肥一体化技术还推动水溶肥料的发展。水溶性肥料是一种可以完全溶于水的多元复合肥料, 它能迅速地溶解于水中, 更容易被作物吸收, 而且其吸收利用率相对较高, 更为关键的是它可以应用于喷滴灌等设施农业, 实现水肥一体化, 达到省水省肥省工的效能。近年来, 以色列国内由于水肥一体化技术得到了迅速推广应用, 肥料的生产以无机的全水溶肥和液体肥料为主, 只在部分区域的经济作物上施用少量固体有机肥。以色列能够以“沙漠之国”创造“农业强国”的奇迹, 其主要措施就是在节水农业的基础上全面发展高效的水肥一体化技术。

2.3 科技引领, 不断创新资源高效利用技术

以色列十分注重科技引领作用, 针对干旱缺水、耕地有限等问题, 不断创新资源高效利用新技术新发明。滴灌技术就是典型案例, 耐特菲姆公司是世界上最早从事滴灌的公司, 数十年来, 以色列集中力量研究农业节水灌溉技术, 经过多年研究和开发, 已探索出世界上最先进的喷灌、滴灌、微喷灌技术^[9]。耐

特菲姆公司已开发出 100 多种滴灌器和相关配件,从 1967—2006 年,先后推出了 5 代滴灌系统和 12 套产品,适合不同情况的灌溉需求。近年来,以色列又发展了物联网水肥一体化技术,根据土壤水分、农田温湿度、蒸发量、需水量、需肥量等因素,对用水、用肥和用药进行自动化控制,实现节水、省肥、省药,增产、增收、增效的目标。

2.4 公众参与,重视资源节约宣传教育

以色列水资源管理中十分重视社会公众参与的重要作用,充分发挥政府、用水者、供水者和民间组织的力量。按照《水法》规定,以色列成立了国家水利委员会,负责制定全国水利政策、分配配额、用水计划与资源发展规划。国家水利委员会的委员在 27~39 名之间,其组成为社会公众代表、政府代表、世界犹太组织等机构的代表。其中社会公众代表名额不得少于该会会员的 2/3,政府代表加上世界犹太组织代表合起来不得超过 1/3^[10]。公众代表中应当包含有消费者和供水单位的代表,其中消费者代表名额不少于整个委员会人数的一半。以色列在积极推广使用节水技术的同时,十分重视节水的教育宣传工作。为了让孩子从小知道水的重要性,从幼儿园开始娃娃们就接触到水资源知识。为了让老师教好水资源课,水利工程师定期为他们上课,然后水资源知识通过老师的口传授给学生。为了增强感性认识,学生们定期被组织起来参观水厂、污水处理厂、水源地。正是这些积极的教育与宣传工作使以色列的用水量每年节约了 2%~3%。

3 以色列水土资源高效利用对我国农业绿色发展的启示

3.1 加强水土资源管理,建立自主节约机制

一是明确农业水权,增强农民自主节水意识。2015 年国家农业部、发改委、科技部、财政部等八部委联合印发《全国农业可持续发展规划(2015—2030)》,提出确立水资源开发利用控制红线,到 2020 年和 2030 年全国农业灌溉用水量分别保持在 3 720 亿 m³ 和 3 730 亿 m³。建议以法律法规的形式将该控制红线数量固化下来,并根据种植面积、灌溉面积、粮食及重要农产品产量等将控制数量层层落实到省、县、乡,直至明确具体田块和作物的用水额度。二是形成以市场为导向建立农民自主节水机制。根据层层细化的用水控制数、作物需水量、田间用水条件等,制定不同农作物用水标准,核定农业用水额度。农民用水,少用奖补,多用收费,额度之内用不完的可以在不同农户之间有偿转让^[11]。这样以市场的力量促进农民萌生自主节水意识,真正形成节水机制,并以市场的手段促进水资源在不同作物、不同地区和不同种植者之间进行优化配置。

3.2 大力推广应用资源节约新技术,提高资源利用效率

一是实施田间节水工程,加强农田水利基础设施建设,改渠道输水为管道输水,改传统砖石水泥集雨窖池为新型软体集雨窖池,实现农业输配水的管道化和自动化,增强农业用水调节能力和农业抗旱能力。二是改变传统的农业灌溉方式,逐步淘汰水资源利用率低的大水漫灌方式,引导农民采用管道灌溉、沟灌畦灌和膜上灌溉等方式,在有条件的地方发展喷灌、微灌和滴灌等用水效率较高的灌溉方式。三是调整农业生产结构,在确保国家粮食安全的前提下,根据各地土地、温度和降水等自然禀赋和农业产业发展情况,选择适宜当地种植的农作物种类,选育推广节水抗旱新品种。四是提高农业节水装备水平,开发农业水资源管理信息化系统,强化农业精准灌溉;研发新型农业节水设备,如智能滴喷灌设备,降低农业节水成本,提高农业节水效果。

3.3 加大科技创新与推广应用服务,实现农业绿色发展落地生根

以色列农业发展实践证明,只有依靠科技创新,才能实现投入产出率与资源利用率的提高,使农业走上高产、优质、低耗、高效的绿色农业发展道路。因此,一是应加快构建完善高效的农业科技创新体系,推进农业产业化进程,提升自主创新能力。通过竞争机制的引进,规范科研项目的选择和科研资金管理。加大对农业科研院所等单位基础设施的投资力度,优化科研环境,提升与稳定科技力量,促进地区支柱产业的发展,提高科技创新水平^[12]。二是加强基层农技推广队伍建设,农技推广人员是联接科研和生产的关键环节,要通过基层农技推广体系使新技术落地生根^[13],根据农民的反馈意见不断完善农业节水

技术,为农民提供节水技术指导、服务和支撑。

3.4 培养全民节约意识,全面推动绿色生产生活方式

以色列人均占有水资源不到 300m^3 ,仅为联合国所规定的人均年供水量的 $1/3$ 。针对水资源极度匮乏的现实,以色列成为世界上第一个实行综合全面水资源管理的国家。一方面制定水资源管理相关政策,全国实行有偿用水和用水许可证、配额制,严格控制资源利用方式,废水利用率高达 75% ,是世界水资源回收利用率最高的国家。另一方面广泛开展节水教育,培养全民节水意识。以色列处处体现节水,不仅绝无大水漫灌的现象,甚至连空调滴出来的水都引入花盆进行灌溉。自以色列建国以来,其农业生产增长了 12 倍,而农业用水量只增长了 3.3 倍。可以说,以色列最大限度地利用了水资源,是当今世界发展节水农业技术最有成效的国家之一。面对我国水土资源状况,同时要解决 13 亿国人提供优质安全农产品,亟需保护水土资源数量,提升水土资源质量,培养全民节约意识,以破解实现农产品质量安全所需要的优质水土资源,实现农业绿色发展^[14]。

参考文献

- [1] Ariel Issar. The Water Resources of Israel Past, Present, and Future. MidEast Web, 2004.
- [2] Water Resources Allocation: Sharing Risks and Opportunities, OECD (2015) <http://www.oecd.org/fr/publications/water-resources-allocation-9789264229631-en.htm>.
- [3] 宗会来. 以色列发展现代农业的经验. 世界农业, 2016 (11): 136-143.
- [4] 杜强, 马良英, 范锐平, 等. 以色列地下水资源利用与管理现状. 南水北调与水利科技, 2007, 5 (2): 101-104.
- [5] 王耀林. 以色列的水资源及其利用. 中国沙漠, 2003, 23 (4): 464-469.
- [6] 李晓俐, 陈阳. 以色列创新资源节约型现代农业模式对中国农业的启示. 经济研究导刊, 2015 (19): 33-34.
- [7] 刘晓燕. 荷兰、以色列农业对贵州农业区域经济发展的借鉴. 中国农业资源与区划, 2009, 30 (3): 75-80.
- [8] 宋喜斌. 以色列节水农业对中国发展生态农业的启示. 世界农业, 2014 (5): 56-58.
- [9] 杨丽君. 以色列现代农业发展经验对我国农业供给侧改革的启示. 经济纵横, 2016 (6): 111-114.
- [10] 李文姣. 以色列农业现代化成功经验及其对我国农业发展的启示. 农业与技术, 2016, 36 (14): 153.
- [11] 胡琴, 何蒲明. 农业补贴与农业绿色发展实证研究. 合作经济与科技, 2018 (6): 4-6.
- [12] 李燕凌, 张远. 以色列农业推广体系的特色及其经验借鉴. 湖南农业大学学报, 2013, 14 (3): 59-64.
- [13] 朱艳菊. 以色列农业技术推广体系的分析和借鉴. 世界农业, 2015 (2): 33-37.
- [14] 于法稳. 新时代农业绿色发展动因、核心及对策研究. 中国农村经济, 2018 (5): 19-34.

THE ENLIGHTENMENT OF ISRAEL'S EFFICIENT UTILIZATION OF LAND AND WATER RESOURCES TO THE GREEN DEVELOPMENT OF AGRICULTURE IN CHINA *

Yi Xiaoyan¹, Wu Yong², Yin Changbin^{1*}, Cheng Ming³, Zhang Geng², Zheng Yusuo⁴

(1. Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081;

2. National Agricultural Technology Extension Service Center, Beijing 100026, China;

3. Beijing Agricultural Technology Promotion Station, Beijing 100101;

4. Tianjin Agricultural Technology Promotion Station, Tianjin 300061)

Abstract The efficient use of land and water resources is a key link in the green development of agriculture. In Israel, where water and land resources are scarce, it has entered the world's most advanced agricultural industry in just a few decades. Therefore, Israel's efficient use of water and land resources and its experience were summarized and provided experience for the green development of China's agriculture. Field investigation and inductive summaries were used to analyze the state of land and water resources in Israel and the status of the utilization of agricultural land and water resources in Israel. The Israel's agricultural green development experience was summarized and the enlightenment for the green development of agriculture in China was put forward. The results showed that Israel's experience in the efficient use of land and water resources lied in the following: (下转第 77 页)

ANALYSIS ON FARMERS' WILLINGNESS TO ACCEPT FOR CROP STRAW RESOURCE UTILIZATION*

—BASED ON SURVEY IN ANHUI AND SHANDONG PROVINCE

Xu Yueyan , Yan Tingwu , Li Chongguang*

(College of Economics and Management , Huazhong Agricultural University ,Wuhan , Hubei 430070 , China)

Abstract Crop straw resource utilization is of great significance for ecological civilization and sustainable development of agriculture in China. This paper analyzed the farmers' willingness to accept for adopting crop straw recycling , and provided meaningful implication for the government incentive policy. According to the conditional value assessment method , based on the survey data of 354 farmers in Anhui and Shandong provinces , the Tobit model was used to analyze the farmers' willingness to participate in straw resource utilization and its influencing factors. The results show that 92.94% of famers are willing to accept the compensation. Factors including age of respondents , farm size per lot , the existence of acquiring enterprises for crop straw in the local area and the farmers' awareness level of incentive policy presented significant negative impacts on famers' willingness to accept compensation. Meanwhile , famers' economic value cognition of crop straw resource utilization also have a significant positive impact. Therefore , this paper provide several policy implications. First , the local economic level , crop straw utilization cost and farmers' willingness to be compensated should be considered comprehensively to set the standard of subsidy. Second , supportive policies and actions which can encourage famers to adopt crop straw resource utilization should be implemented. Third , training and propaganda methods should be innovated to promote farmers' knowledge level of crop straw resource utilization and cognitive degree of relevant policies.

Keywords crop straw resource utilization; Tobit model; contingent valuation method (CVM) ; willingness to accept; incentive policy



(上接第 42 页)

First , the law precedent; the management of land and water resources was strengthened; water resources were managed through the water quota system , stepped water price , and water resource saving mechanism; and through strengthening the examination and approval , agricultural land lease system and multi-sector supervision for land resource management; second , efficiency was prioritized , water saving agriculture was vigorously developed , water use efficiency was improved through greenhouse technologies , pipette management technologies , etc. ; third , technology lead and innovation of resources made efficient use of technology; and fourth , the public participate , attaching importance to resource conservation and education. The efficient use of land and water resources in Israel suggested that the green development of agriculture in China need to start from the following aspects: First , strengthen the management of water and land resources and establish an autonomous conservation mechanism; Second , vigorously promote the application of new technologies for resource conservation and improve the efficiency of resource use; Major scientific and technological innovation and promotion and application services , to achieve the roots of agricultural green development; Fourth , to cultivate awareness of the people's conservation , the people promote green production and lifestyle.

Keywords Israel; land and water resources; efficient use; agricultural green development; experience revelation