

作为一种生产方式的绿色农业

谭秋成

(中国社会科学院农村发展研究所,北京 100732)

摘要 自1980年代以来,中国农业增长和粮食产量提高主要依靠化肥、能源、机械动力等外部投入的增加,农业目前已处于常规石化农业时代。常规石化农业虽然短期内提高了农业产量,但破坏了土壤结构,污染了水源,并对生态系统和生物多样性造成威胁。传统农业解体主要是因为农业被纳入整个社会分工体系,农业内部封闭的循环被打破;农业内部种植业和畜牧业分离,培养地力的重要有机肥料牲畜粪便不再容易获得;农村劳动力纳入市场,劳动密集型的精耕细作农业的根基被瓦解。传统农业解体不仅表现在投入、技术和工具使用上的彻底变化,而且也表现在农民观念上对人与自然、人与土地关系的变化,正是后者的变化带来了掠夺性经营土地和破坏自然的危险。绿色农业耕作技术的中心内容是通过利用有机肥料、使用生物防治病虫害和杂草管理相结合的方式,保持和提高土壤肥力,节约和保护水资源,减少农业对生态环境破坏,恢复和重建生态资源基础。制约中国农业绿色转型的主要因素是:①承包地产权残缺且不稳定,农民缺乏激励投资农业生产,施用有机肥改良土壤、提高肥力,缺乏学习如何改良土壤、如何合理施肥的动力,而且农民在化肥、农药等生产资料利用上也无法达到规模最优;②农业科技过于集中于生物技术和化学技术上,对如何改良土壤、如何采用免耕法和覆盖作物耕作技术减少土壤侵蚀、如何节约利用水资源等方面的技术研发明显不足;③农民对化肥农药等投入物的性质缺乏认知、对这些化学品可能给自然环境造成的影响不了解、而政府和社会为农业生产者提供的技术服务缺乏。

关键词 石化农业;传统农业;绿色农业;化肥施用

中图分类号 S-01 **文献标识码** A **文章编号** 1002-2104(2015)09-0044-08 **doi**: 10.3969/j.issn.1002-2104.2015.09.007

在人类历史大部分时期,农村是家园,农业是财富之源。农业除提供食物、纤维及其他原材料等经济产品外,还维护着自然生态系统,耕地、水、生物多样性等自然资本是人类生存和发展的基础。农业与工业有着本质的不同。离开工业产品,人类可能生活不方便,但如果离开农业,则人类根本无法生存。

作为一种产业,农业从出现至今,可分为原始农业、传统农业和现代农业三种生产方式。现代农业从耕种到收割,大量使用机械,同时大量使用化学技术,大量施用化肥、农药,现代农业改变了传统农业只依靠内部物质循环的特点,又被称为常规石化农业。石化农业这种生产方式在显著提高食物供给的同时也给环境带来了极大风险,同时破坏了土壤、水、生物多样性等自然资本。本文研究中国农业如何从常规石化农业向绿色农业转变。第一部分说明中国农业目前正处于常规石化农业时代,第二部分解释精耕细作的传统农业为什么会解体,第三部分研究阻碍中国农业绿色转型的因素,最后是简单的总结。

1 常规石化农业时代

化肥在1901年由日本传入台湾,1905年传入大陆。1950年代开始,中国陆续兴建了一批化肥厂,1970年代便大规模利用化肥。1979年,我国施用的化肥折纯已达1 086.3万t,此后以年均4.77%的速度递增,2013年达到5 911.90万t。随着工业化、城市化速度加快,大量剩余农村劳动力向第二、三产业转移,农业利用其它外部投入也越来越多。1980-2013年,中国粮食产量增加了87.78%,农业增加值增长了6.64倍。与此同时,农业利用的机械动力、能源分别增加了6.05倍和1.88倍,而农业利用的劳动力减少了17%。

分别以农业增加值、粮食产量作被解释变量,以播种面积、劳动力、机械、化肥、能源为解释变量,建立如下经验模型:

$$\log AGDP = \log Sarea + \log Labour + \log Machine + \log Fertilizer + \log Energy + T + \mu \quad (1)$$

收稿日期:2015-04-12

作者简介:谭秋成,研究员,博导,主要研究方向为农村发展与农村政策。

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划重点项目“重点生态功能区生态补偿关键技术研究”(编号:2013BAC03B05)。



$$\log Gout = \log Gsarea + \log Glabour + \log Gmachine + \log Fertilizer + \log Genergy + T + \mu \quad (2)$$

其中, *AGDP* 表示农业增加值, *Gout* 表示粮食产量; *Sarea* 表示播种面积, *Gsarea* 表示粮食播种面积; *Labour* 表示农业劳动力, *Glabour* 表示从事粮食生产的劳动力; *Machine* 表示农业用机械, *Gmachine* 表示用于粮食生产的农业用机械; *Fertilizer* 表示化肥施用量; *Energy* 表示农业利用能源, *Genergy* 表示粮食生产利用的能源, *T* 为时间趋势, μ 为误差项。利用 1980 - 2013 年时间序列数据, 回归结果见表 1。

表 1 中模型 1 说明, 控制其它变量, 当化肥施用增加

0.73% 时, 可使农业增加值提高 1%; 类似地, 当农业能源增加 0.46% 或农业劳动力减少 0.96% 时, 农业增加值可提高 1%。其中化肥、劳动力在 1% 的水平上显著, 能源在 5% 的水平上显著。从模型 2 可以看出, 控制其它变量, 当播种面积增加 0.97% 或机械动力增加 0.37%、化肥增加 0.69%、农用能源增加 0.26% 时, 粮食产量将增加 1%。其中播种面积、化肥、能源在 1% 的水平上显著, 农用机械在 5% 的水平上显著。这就说明, 自 1980 年代以来, 我国农业增长和粮食产量提高主要依靠化肥、能源、机械动力等外部投入的增加, 农业目前已处于常规石化农业时代。

表 1 化肥施用、能源消费、农业机械与农业增加值及粮食产量经验模型的回归结果

Tab. 1 Regression results of empirical relationship between fertilizer application, energy consumption, machinery and agricultural GDP and grain output

LogAGDP	模型 1 Model 1				LogGout	模型 2 Model 2			
	Coef.	Std. Err.	t	P > t		Coef.	Std. Err.	t	P > t
LogSarea	0.683 9	0.844 2	0.81	0.425	LogGsarea	0.972 7	0.208 5	4.66	0.000
LogLabour	-0.961 3	0.157 6	-6.10	0.000	LogGlabour	-0.186 3	0.113 5	-1.64	0.112
LogMachine	-0.062 5	0.271 8	-0.23	0.820	LogGmachine	0.366 5	0.141 4	2.59	0.015
LogFertilizer	0.725 1	0.181 9	3.99	0.000	LogFertilizer	0.693 7	0.112 5	6.16	0.000
LogEnergy	0.458 1	0.182 6	2.51	0.018	LogGenergy	0.264 0	0.086 0	3.07	0.005
T	0.005 3	0.022 3	0.24	0.814	T	-0.041 2	0.011 5	-3.59	0.001
_cons	0.914 2	12.075 2	0.08	0.940	_cons	-9.3769	2.4052	-3.90	0.001

Number of obs = 34, Prob > F = 0.000 0, R-squared = 0.993 3, Adj R-squared = 0.991 9

Number of obs = 34, Prob > F = 0.000 0, R-squared = 0.970 1, Adj R-squared = 0.963 4

大规模施用化肥农药及大量使用农业机械和石化能源是目前全球农业生产的普遍特征。但是, 中国农业单位面积施用的化肥农药显著高于全球平均水平、发达国家美国以及金砖国家。根据 FAO^[1], 2005 - 2009 年, 中国每公顷耕地施用的农药是 10.3 kg, 是美国的 4.68 倍, 印度的 51.5 倍。2009 年, 全球每公顷耕地施用的氮肥是 69.3 kg, 磷肥是 25.8 kg, 钾肥是 14.8 kg。中国每公顷的氮肥施用量是 296.8 kg, 磷肥施用量是 109.4 kg, 钾肥施用量是 39.7 kg, 分别高出全球平均水平的 3.28, 3.23 和 1.66 倍, 中国单位面积耕地施用的氮磷钾肥也显著高于美国、印度、俄罗斯、巴西和南非的水平 (见表 2), 已成为单位土地面积施用化肥和农药最高的国家之一。

农业利用石化能源、农药、化肥等外部投入可替代劳动力, 弥补农业有机肥的不足, 显著提高农业产量, 使农产品价格处于低位水平, 降低工业化和城市化过程中的劳动

表 2 全球及主要国家单位面积耕地施用的化肥及农药

Tab. 2 Fertilizer and chemicals application in globe and some countries kg/hm²

区域 Regions	农药用量 Chemicals (2005 - 09)	氮肥用量 Nitrogen (2009)	磷肥用量 Phosphate (2009)	钾肥用量 Potash (2009)
全球		69.3	25.8	14.8
中国	10.3	296.8	109.4	39.7
美国	2.2	65.9	20.4	21.4
俄罗斯		10.0	3.2	2.2
印度	0.2	91.7	42.5	21.4
巴西		35.8	41.0	34.9
南非		27.1	11.8	7.3

资料来源: FAO. FAO Statistical Yearbook 2013: World Food and Agriculture.

力成本,加快资本积累。但大规模利用石化能源和农药化肥后也带来相当严重的负面后果,如大量施用化肥农药后导致土壤板结、土壤结构遭到破坏,河流、湖泊等水体富营养化、局部生态环境被破坏,土壤被重金属等物质污染、进而食物被污染,农村和城市居民的饮水和食品安全受到威胁,即使是未污染的农产品,大量使用化肥农药后其品质也严重下降。施用农药后,大量昆虫、鸟类、鱼类及其它动物被毒死,生物多样性受到极大威胁。2011年,中国受威胁的哺乳类物种有74种,受威胁的鸟类86种,受威胁的鱼类113种,受威胁的高等植物374种^[1]。大规模利用化肥、石化能源也使农业排放的温室气体增加^[3]。1980年,我国农业排放的温室气体总量估计为104 295万t,其中因化肥使用排放占18%,能源使用排放占5%;2009年,我国农业排放的温室气体估计增加至158 557.3万t,其中化肥占25%,能源占8%(见图1)。

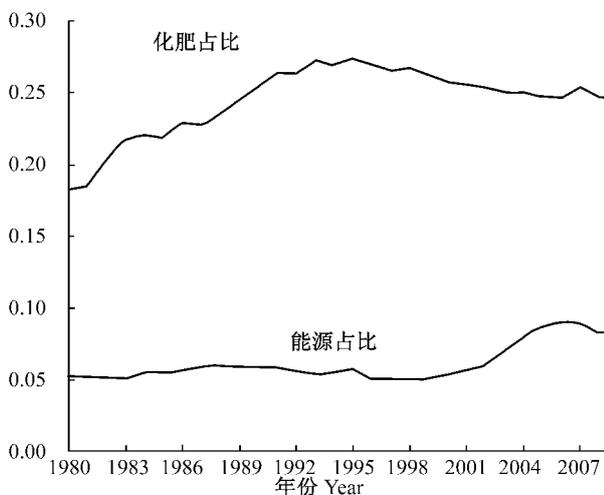


图1 1980-2009年化肥和能源排放占农业温室气体总排放的比重变化

Fig. 1 Change of percentage of emission from chemical fertilizer and energy to total agricultural greenhouse gas emission from 1980 to 2009

2 精耕细作的传统农业解体

传统农业在中国可溯源至公元前二千多年的夏朝,经商、周、秦汉不断发展,至魏晋时期已基本成型。不同于欧洲的二圃制或三圃制,更不同于非洲及美洲的轮垦农业,中国传统农业的基本特征是精耕细作,即通过合理地灌溉和栽培、不断改良土壤、提高肥力、因地制宜等耕作方式,同时大量投入劳动力来提高土地单位面积产量,实现土地集约经营。精耕细作不仅要求按不同的土壤类型、不同的土质和不同的气候区位条件进行耕作,而且把土壤看作有气脉的活的机体,认为土壤肥力可以改变,通过人工培肥

可以达到“地力常新壮”,肥料除绿肥、泥肥等天然肥料外,还包括人们在农业生产和生活中一切可利用的废弃物,如沤肥、草木灰、人畜粪肥、作物秸秆等。

传统农业解体并让位于石化农业,不仅仅是因为化肥、农药、机械动力能显著提高生产效率,更深刻的背景是:科技和工艺进步、市场交易扩大、组织化程度提高后,农业被纳入整个社会分工体系,农业内部封闭的循环被打破。农业被分割成供应、生产、销售等多个环节,其中生产资料供应和农产品销售活动更多地由市场承担。当生产的农产品主要供应市场而不是家庭消费后,农业生产者更趋于逐利,更有激励施用化肥、农药、及各种添加剂。

市场交易扩大和社会分工还导致了传统农业内部种植业和畜牧业分离,培养地力的重要有机肥料牲畜粪便不再容易获得,这就迫使农业必须依靠施用化肥来提高产量。传统农业时代,农户常常既从事农业又从事副业,种植业和畜牧业往往是一体经营的,这种多样化经营可以充分地利用自然资源和劳动力。市场交易扩大后,畜牧业出现规模经济,逐渐与种植业分离成为单独经营的行业,从事种植业的农户不再从事养猪等畜牧业。中国社会科学院农村发展研究所“乡村公共服务研究”课题组曾于2012、2013年调查了东部的浙江宁海县、山东莱山县和烟台芝罘区,中部的河南许昌县和沁阳县、河北馆陶县和清县、安徽阜南县,西部的甘肃宁县和通渭县、四川成都崇州市和都江堰市、云南新平县,获得949份关于农户生产经营情况的问卷。数据表明,养猪的农户仅有143户,占总样本农户的15.1%。而且,143户养猪的农户有80户来自经济水平相对较低的云南新平县,占当地样本的65.6%;31户来自甘肃宁县和通渭县,占当地样本的23.1%。

社会分工还将农村劳动力纳入市场,改变了传统农业的资源配置方式,劳动密集型的精耕细作农业的根基被瓦解了。精耕细作农业需要投入大量劳动用于积肥、沤肥、翻地、松土、拔草、防治病虫害、灌溉等方面,在耕地面积一定、就业机会有限的情况下,为最大化产量,传统农业趋向于大量使用劳动力,增加劳动强度或时间,达到劳动边际产出接近于零的地步。一旦劳动力有了其他就业机会,农户便要权衡劳动在农业和农业之外的收益大小。这时,外出就业的收入成为从事农业的机会成本。当非农就业工资增加时,农户便开始施用化肥而不是有机肥和沤肥,使用除草剂而不是人工拔草,喷洒农药而不是用生物方法来防治病虫害,利用机械动力而不是人畜力来耕地。表1模型1中 $\log Labour$ 及模型2中 $\log Labour$ 的系数为负正好说明,1980-2013年期间,随着工业化和城市化,农民外出就业机会增加后,农业部门一直在用资本替代劳动。

传统农业解体不仅表现在投入、技术和工具使用上的



彻底变化,而且也表现在农民观念上对人与自然、人与土地关系的变化,正是后者的变化带来了掠夺性经营土地和破坏自然的危险。中国的传统农业强调顺应天时,强调因时、因地、因物制宜,将农业生产看成稼、天、地、人等诸因

表3 丹江口库区农民施用化肥的行为
Tab.3 Farmers' fertilizer application behavior in Danjiangkou Reservoir Area

施肥行为 Behavior	选项 Items	样本数 Sample Number	所占比例 Percentage
施用化肥时,一般会	按说明书配比	86	35.25
	减少用量	3	1.23
	增加用量	79	32.38
	视情况而定	76	31.15
	小计	244	100
施用基肥的深度一般是	>12 cm	72	31.58
	6-12 cm	117	50.32
	<6 cm	39	17.11
	小计	228	100
追肥一般会	沟施	21	8.71
	撒施	122	50.62
	窝施	49	20.33
	其它	49	20.33
	小计	241	100
针对不同作物会调整化肥种类吗?	不会	88	36.82
	会	141	59.00
	有时会	10	4.18
	小计	239	100
施肥时考虑前茬作物吗?	不会	54	22.13
	会	178	72.95
	有时会	12	4.92
	小计	244	100
会判断作物缺肥的表现吗?	不会	126	51.64
	会	110	45.08
	会一些	8	3.28
	小计	244	100
施肥时考虑天气情况吗?	不会	58	23.77
	会	155	63.52
	有时会	31	12.70
	小计	244	100
	施肥时考虑土壤状况吗?	不会	52
会	186	76.23	
有时会	6	2.46	
小计	244	100	

素组成的整体,正如《吕氏春秋·审时》所言“夫稼,为之者人也,生之者地也,养之者天也。”传统农业认为人可以在认识自然的基础上“盗天地之时利”,但人不可以主宰或战胜自然。在传统农业中,农民对土地和投入物的性质,对投入物和产出的相关性,对天时、地利和耕作的关系可以经过长期实践和不断试错加以认知和把握。但是,对常规石化农业利用的各种化肥、农药和除草剂的性质,对这些化学品如何影响环境、土地和水源等,则完全超出了大部分农民理解的范围,也不是一定期内通过经验可以认知的。这就是说,一方面农民放弃了传统的农业理念,另一方面却无法在短期内建立起协调人与自然、人与土地关系的经验知识。

“生态补偿关键技术研究”课题组2009年曾在丹江口库区农户调查中发现,农民对化肥、农药的性质及作用的认知是有限的。35.25%的样本农户按说明书施用化肥,而32.38%的农户在说明书的基础上增加了用量;施用基肥时有一半的农户施得过浅或过深;追肥时有一半的农户是简单粗放的撒施;36.82%的农户并不知道如何根据作物调整施肥量;51.64%的农户不知道如何判断作物缺肥;22.13%的农户施肥时不知道要考虑前茬作物;23.77%的

表4 丹江口库区农民施用农药的行为
Tab.4 Farmers' chemicals application behavior in Danjiangkou Reservoir Area

施农药行为 Behavior	选项 Items	样本数 Sample Number	所占比例 Percentage
会区别病虫害种类吗?	会	122	50.21
	不会	121	49.79
	小计	243	100
用农药会考虑农作物病因吗?	会	157	65.15
	不会	50	20.75
	部分了解	34	14.11
	小计	241	100
用农药在虫害发生前还是发生后?	病前预防	75	31.12
	病后治病	110	45.64
	两者都有	56	23.24
	小计	241	100
施农药一般在什么时间段?	上午8-12点	100	42.19
	中午12-14点	43	18.14
	下午14-18点	85	35.86
	傍晚18点以后	9	3.80
	小计	237	100
施完农药后会清洗工具吗?	每次都清洗	215	89.58
	偶尔清洗	11	4.58
	从不清洗	14	5.83
	小计	240	100

农户施肥时甚至不考虑天气情况; 21.31%的农户施肥时不考虑土壤属性。将近一半的农户不会区别病虫害种类; 20.75%的农户使用农药时不会考虑农作物病因; 45.64%的农户施农药时是病后防治; 超过一半的农户是在不合适的时间段里喷洒农药; 超过10%的农户施完农药后只是偶尔清洗或完全不清洗工具。

3 作为一种生产方式的绿色农业

3.1 农业认识观转变和绿色农业提出

工业革命以前,农业是财富的主要来源,是人类从事最主要的产业,任何国家都高度重视农业发展。二千多年前,中国统治者便将农业视为本,工商业视为末,一直采取重本轻末的政策。对农业实行轻徭薄赋,政府投资兴修水利,鼓励农民耕作。法国重农学派代表人物魁奈认为,劳动是财富之父,土地是财富之母。农业是唯一的财富源泉,工商业只是农业派生出来的分枝,它们消费财富,而不创造财富。工业革命以后,制造业及产品加工业飞速膨胀;在农业部门就业的劳动力不断减少,农业创造的增加值在国民经济中的地位不断下降。从18世纪至20世纪70年代,工业化被认为是发展和进步的标志,农业产值比重高的国家被视为落后和贫穷。这期间,发展的主流观点认为农业的作用就是如何为工业部门扩展提供便宜的粮食、低廉的劳动力和资本积累。掠夺和歧视农业的政策曾导致部分发展中国家农业凋敝,食物短缺,农产品价格上升,工业部门和农业部门不能进行正常的经济交易,整个社会陷入了长期贫困。

20世纪80年代,发展中国家反思了发展战略,重新认识到农业在国民经济中的地位和作用,放宽了对农产品的价格管制,增加了对农业基础设施和人力资本的投资。与此同时,发达国家也意识到化肥、农药等投入给土壤、环境、食品安全、生物多样性带来的危害,认为农业除了提供食品、纤维、原材料等经济产品外,还对生态系统保护起着关键作用,农业还具有美学、文化教育等方面的价值,从而提出了农业的多功能性。2010年,联合国环境署提出绿色经济理念。2011年,联合国环境署进一步将土地、淡水、森林等定义为自然资本,认为自然资本不仅产生财富,而且是人类生存和发展的基础。农业被认为是人类回归自然的必然之路,是反映人类与自然是否和谐的指示剂。

根据联合国环境署,绿色经济是一种提高人类福祉和社会公平,同时显著减少环境风险和生态稀缺性的经济^[6]。绿色农业是指越来越多地使用这样一些耕作方式和技术的农业:①既能保持和增加农业生产力和农业赢利能力,又能确保在可持续的基础上提供食物;②减少负外

部性,逐渐增加正外部性;③通过减少污染和更有效地利用资源,重建生态资源基础。绿色农业包括良好农业规范、有机农业、生态农业、保护性农业等。联合国环境署推荐的绿色农业技术包括:①通过增加使用自然和可持续的养分投入、多样化作物轮作、以及畜牧业和种植业一体化来恢复和提高土壤肥力的技术;②通过采用免耕法和覆盖作物耕作技术减少土壤侵蚀,通过采用将生物防治和杂草管理相结合的实践减少化学农药和除草剂使用,从而提高水资源利用效率;③通过增加收获后存储和加工设施减少食物变质和损失。绿色农业耕作技术的中心内容是利用有机肥料、使用自然方法防治病虫害和杂草管理,但绿色农业并不反对高效地使用化肥农药,在常规石化农业向绿色农业转变过程中尤其如此^[6]。

3.2 产权与绿色农业发展

完整的产权包括排他性使用权、收益权、以及让渡权。1982年以来,我国农村实行家庭联产承包责任制。以产权强度衡量,农户拥有土地的产权是严重残缺的。首先,承包经营权是受时间限制的,目前是30年不变。这意味着土地承包权不是恒有。而在实践中,部分村庄对30年不变的政策都没有执行,仍在频繁调整承包地。“乡村公共服务研究”课题组发现,调查的46个村中有13个村对承包地进行三年一调或五年一调;其次,承包经营权的权利内容被严格限制。农民承包的土地只能用于农业生产,不能用于工副业或兴建住宅;第三,承包经营权可以转让、出租、互换,但不能买卖,转让、出租的范围受严格限制,并且须经全体村民表决、三分之二的村民同意后方能进行。

承包地产权残缺,尤其是地权不稳定及对交易权的限制显著降低了农地的价值。当农民预期不能从土地增值中获益时,也就没有激励投资农业生产,如打井、修建水渠、平整土地改善农业生产条件,施用有机肥改良土壤、提高肥力等。所以,目前的土地制度人为割断了农民培植地力的传统,刺激了大量施用化肥农药、污水灌溉等短期化行为。朱民、尉安宁、刘守英早期的研究^[7]发现,那些经常将承包地打乱重分的村的村民在农业投资上要显著少于较少调地村的村民。而根据邵亮亮、黄季焜的研究^[2],2008年,与承包责任地相比,农户在收益权更完整、使用权更稳定的自留地施用有机肥的概率要高6%,施用有机肥的数量每年每亩要多1.3t。

土地流转受到限制后,耕作规模无法扩大,这就导致农民在化肥、农药等生产资料利用上无法达到规模最优。而且,耕作规模小、农业收入比重不高使农民缺乏学习如何改良土壤、如何合理施肥的动力。我们利用“重点生态功能区生态补偿关键技术研究”课题组于2013年在湖南

资兴东江湖库区周围的白廊乡、滁口镇和黄草镇做的关于农户生产和生活方面的问卷调查数据,估计了农户每亩化肥投资与每个农户土地面积的统计关系。估计经验方程如下:

$$Pfertilizer = Area + Labour + \mu \quad (3)$$

$$\log Pfertilizer = \log Area + \log Labour + \mu \quad (4)$$

其中, $Pfertilizer$ 表示农户平均每亩投入化肥的金额, $Area$ 表示农户拥有的土地面积, $Labour$ 表示农户家庭拥有的劳动力,属控制变量。方程(3)为一般线性估计,方程(4)为对数线性估计。估计结果见表5。模型3和4估计的是样本点种植业亩均化肥投入与土地面积的经验关系,其中模型3为一般线性估计,模型4为对数线性估计;模型5和6估计的是样本点种植柑橘每亩化肥投入与土地面积的经验关系,其中模型5为一般线性估计,模型6为对数线性估计。表5说明,无论是整个种植业还是柑橘,亩均化肥投入与家庭拥有的土地面积明显负相关。

所以,在向绿色农业转变过程中,有必要实行土地个人所有,保证农民拥有完整的土地使用权、收益权、以及让渡权。当农民预期可获得土地增值收益后,便有激励增加有机肥、减少化肥和农药施用、保护和培养土地肥力;当土地可自由交易后,土地规模便会适当扩大,农民便可以在投入上达到规模最优,更有效地利用化肥、农药、除草剂等投入物,并有激励学习合理施肥等耕作技术。

3.3 绿色农业技术

因为人地关系紧张,我国农业科学技术研究主要集中在生物技术和化学技术,如作物和畜禽品种改良和引进,高效化肥、农药、植物激素的开发和引进等。我国谷物单产从1991年每公顷4206 kg提高到2011年的5707 kg,提高了35.69%。这期间水稻、小麦、玉米等品种的改良优化是产量增加的一个重要因素。1980-2009年,我国散户养猪出栏天数从302天减少至163天,规模养猪出栏天数从238天减少至141天,时间分别缩短了53.64%和59.24%。养猪生产效率提高主要归于品种改良、饲料营养成分和结构改善、防疫等兽医技术推广等。

高产量作物一般也是喜化肥的作物,并需要施用更多

的农药、除草剂、激素等其它化学品,畜牧业产量提高一般也伴随着饲料添加剂使用的增加。所以,纯粹以单位面积产量衡量技术有效性是不妥的,技术创新需考虑新品种单位产出消费的水资源、排放的温室气体、造成的环境外部性等,即需要考虑如何在提高产量的同时保护自然资源和生态环境等因素。此外,我国农业科技在如何改良土壤、如何采用免耕法和覆盖作物耕作技术减少土壤侵蚀、如何节约利用水资源等方面的技术研发明显不足。以水资源利用为例,农业用水量,占全部用水量的64.6%,而我国水资源分布在季节和地域上非常不均匀,东南多、西北少,夏季、秋季多,冬季、春季少。为了农业灌溉,我国西部、北部农村地区从1960年代开始利用地下水。因为地下水资源是有限的,过多地抽取将严重破坏当地生态环境。根据“乡村公共服务研究”课题组的调查,目前在河北、山东等地,部分地区灌溉用的机井已超过150 m,这种灌溉方式显然是不可持续的。

发达国家并不为农业灌溉采取抽取地下水或区域间调水的方式,如美国具备灌溉条件的耕地为2300万ha,仅为中国的35.63%^[1]。这显然不是因为美国农场主缺少资本或不掌握打井技术,而是认识到了开采地下水对资源环境可能造成的巨大破坏。美国主要通过发展旱作农业解决农业水资源不足的问题,如培育抗旱的作物品种,采用节水的灌溉方式。事实上,旱作农业在中国北部和西部具有广阔的前景。甘肃省是我国缺水严重的省份,从本世纪初开始,该省推广全膜双垄沟播技术。这一技术在我们调查的定西地区,能使玉米产量达到每亩750 kg,高出华北平原玉米产量50%。

3.4 为绿色农业发展提供公共服务

我国农业生产严重依赖化肥农药固然与化肥农药功效快有关。但是,对化肥农药等投入物的性质缺乏认知、对这些化学品可能给自然环境造成的影响不了解、政府和社会为农业提供的公共服务不足等,也是农民不顾后果、最大限度地施用化肥的重要原因。“生态补偿关键技术研究”课题组在丹江湖库区的农户调查发现^[4],84.71%的农户从没有接受过有关化肥的任何培训,75.31%的农户不

表5 东江湖库区每亩化肥投入与耕地面积的经验关系

Tab.5 Empirical relationship between fertilizer application per mu and land in Dongjiang Reservoir Area

模型 Models	Coef.	t	P > t	Number of obs	R-squared	Adj R-squared
模型3	-10.698 5	-3.20	0.02	129	0.075 1	0.060 4
模型4	-0.396 1	-4.08	0.000	113	0.145 7	0.130 2
模型5	-99.689 5	-3.09	0.003	66	0.134 9	0.107 5
模型6	-0.530 8	-3.55	0.001	66	0.195 1	0.169 6

知道有生物肥料,60.25%的农户没有听说过测土配方施肥,68.24%的农户所在地没有搞过测土配方施肥,67.86%的农户从没有使用过测土配方施肥,13.39%的农户曾经使用过测土配方施肥但现在已经停止使用该项技术了,50.62%的农户不知道施肥会造成环境污染,15%的农户不知道施肥将对河流、湖泊的水体造成污染和富营养化,而25.42%的农户竟然认为化肥根本就不污染水源。“重点生态功能区生态补偿关键技术研究”课题组的调查发现^[5],东江湖库区农民施肥时存在一定盲目性,没有根据耕地的土质、作物的需求及气候条件最有效地施用化肥。在调查的135户农民中,没有一户开展过测土配方施肥,绝大部分农民是模仿邻居或根据农资店老板推荐的方法施用化肥。

农民关于农药污染和破坏环境的意识更加薄弱。在丹江口库区调查样本中,56.14%的农户在施完农药一周后便收获蔬菜,完全忽视农药对健康的危害。76.35%的农户施农药时并不考虑土壤特性,68.46%的农户施农药时不考虑水源地远近,21.89%的农户继续使用过期农药,41.15%的农户完全不了解农药的残留时间,43.4%的农户使用除草剂时并不考虑下茬作物,20.69%的农户会用毒性极高、防治水稻病虫害的农药来防治蔬菜病虫害,65.81%的农户认为多施化肥农药一定会增加农业产量,10.26%的农户认为只有多施化肥农药心里才感到踏实。

因此,在保护农业自然资产、发展绿色农业上,政府除了继续投资自然资本、改善修复生态环境外,有必要为农业生产者直接提供如何施肥洒药的技术服务;除提供测土配方的技术服务外,应建立相配套的肥料配送中心;鼓励社会建立有机肥加工厂和有机肥配送中心。政府应重建农业技术推广网,为农业生产者提供相关技术培训,除现场授课外,可充分利用电视、广播、互联网,发放各种知识小册子;还可以利用合作社、种植养殖大户的示范作用,增强农业生产者的生态环境保护意识。

4 结 论

农业生产不可缺少的基础性资源是土壤、水、空气以及动植物等生物,这些资源被称为自然资本,以区别于机械、厂房、化肥等人造资本。土壤、水、空气以及动植物等生物是生态系统最基本的组成要素。石化农业兴起抛弃了传统农业关于人与自然和谐相处的理念,这种生产方式虽然短期内提高了农业产量,但破坏了土壤结构,污染了水源,并对生态系统和生物多样性造成威胁。

传统农业解体主要是因为科技和工艺进步、市场交易扩大、组织化程度提高后,农业被纳入整个社会分工体系,农业内部封闭的循环被打破;农业内部种植业和畜牧业分

离,培养地力的重要有机肥料牲畜粪便不再容易获得;农村劳动力纳入市场,改变了传统农业的资源配置方式,劳动密集型的精耕细作农业的根基被瓦解。大部分农民并不了解常规石化农业利用的化学品的性质,以及这些化学品对环境、土地和水源等的影响,而且这种认知不是在一定时期内通过经验就可以获得的,因此带来了掠夺性经营土地和破坏自然的危险。

绿色农业耕作技术的中心内容是通过利用有机肥料、使用生物防治病虫害和杂草管理相结合的方式,保持和提高土壤肥力,节约和保护水资源,减少农业对生态环境破坏,恢复和重建生态资源基础。制约中国农业绿色转型的主要因素是承包地产权残缺且不稳定;农业科技过于集中于生物技术和化学技术上,对如何改良土壤、如何采用免耕法和覆盖作物耕作技术减少土壤侵蚀、如何节约利用水资源等方面的技术研发明显不足;政府和社会为农业生产者提供的技术服务缺乏等。

(编辑:王爱萍)

参考文献(References)

- [1] FAO. FAO Statistical Yearbook 2013: World Food and Agriculture [M]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013.
- [2] 鄧亮亮, 黃季焜. 中国农地产权制度与农户投资分析 [R]. 北京: 中国社会科学院农村发展研究所, 2014. [Gao Liangliang, Huang Jikun. China's Agricultural Land Tenure System and Analysis of Farmer Households' Investment [R]. Beijing: Rural Development of Institute, Chinese Academy of Social Sciences, 2014.]
- [3] 譚秋成. 中国农业温室气体排放: 现状与挑战 [J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(10): 69-75. [Tan Qiucheng. Greenhouse Gas Emission in China's Agriculture: Situation and Challenge [J]. China Population, Resources and Environment, 2011, 21(10): 69-75.]
- [4] 譚秋成. 丹江口库区化肥施用控制与农田生态补偿标准 [J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(3): 124-129. [Tan Qiucheng. Control of Chemical Fertilizer Application and Eco-compensation Standard of Croplands in Danjiangkou Reservoir Area [J]. China Population, Resources and Environment, 2012, 22(3): 124-129.]
- [5] 譚秋成. 资源的价值及生态补偿标准与方式: 东江湖案例 [J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(12): 6-13. [Tan Qiucheng. Resource Value and Eco-compensation Standard and Ways: The Case of Dongjiang Reservoir in Zixing City [J]. China Population, Resources and Environment, 2014, 24(12): 6-13.]
- [6] UNEP. Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication [M]. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2011.
- [7] 朱民, 尉安宁, 刘守英. 家庭责任之下的土地制度和土地投资 [J]. 经济研究, 1997, (10): 62-69. [Zhu Min, Wei Anning, Liu

Shouying. Land Tenure System and Land Investment Under the (10): 62-69.]
Family Responsibility [J]. Economic Research Journal, 1997,

Green Agriculture as a Production Mode

TAN Qiu-cheng

(Rural Development Institute, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China)

Abstract Since 1980s, China's growth of agricultural GDP and increase of grain output heavily depend on increase of external inputs like chemical fertilizer, energy and machinery. China's agriculture is typically conventional petroleum agriculture at present. Conventional petroleum agriculture can increase agricultural output in the short run, but it destroys soil structure, pollutes water resources, and threatens the ecological system and biological diversity. Traditional agriculture disintegrated mainly for the following reasons: The agriculture was brought into the whole social division system and the inside closing circle in agriculture was broken. The livestock raising was separated from crop farming and organic fertilizer from animal excrement which ever cultivated soil fertility was no longer easy to be obtained. Rural labor force was put into market and the foundation of labor-intensive cultivation collapsed. The disintegration of traditional agriculture is reflected not only in inputs, technologies, and tools, but also in farmers' conception of the relationship between the human beings and nature and between the human beings and land. It is the latter that brings the risk of predatory use of land and destroy of nature. The central elements of green agriculture include keeping and improving soil fertility, saving and protecting water resources, reducing agricultural negative externality to ecological environment, and restoring and rebuilding ecological resource base through applying organic fertilizer and integrating biological pests and weed management. Main factors that restrict China's greening agriculture are as follows: ① Because the property rights of land are incomplete and unstable, farmers are short of incentives to invest in agriculture production and apply organic fertilizer to improve soil and increase soil fertility, short of incentives to learn how to improve soil and increase soil fertility, and farmers can't use chemical fertilizer, pesticide, and other production materials optimally on scale. ② Agricultural research is unduly focused on biological and chemical technologies and neglects technologies of improving soil, techniques of reducing soil erosion by cover crop cultivation, and technologies of saving water resource. ③ Farmers are short of knowledge of chemical fertilizer and pesticide, they lack awareness of influence of chemical fertilizer and pesticide on natural environment, and the government and society haven't provided farmers with enough technology services.

Key words petroleum agriculture; traditional agriculture; green agriculture; application of chemical fertilizer