

doi:10.3969/j.issn.1672-626x.2017.01.004

中国农业生态化发展的时空差异

王宝义^{1,2}, 国艳秋³

(1. 山东交通学院 交通与物流工程学院, 山东 济南 250357; 2. 山东农业大学 经济管理学院, 山东 泰安 271018;
3. 山东交通学院 经济与管理学院, 山东 济南 250357)

摘要:石油农业“逆生态化”特征的“堆积效应”暴露其不可持续的未来, 中国农业的生态化发展至关重要。本文以化肥、农药、农膜三大化学制品投入强度表征农业生态化发展, 利用 1991—2013 年省际数据, 对其时空差异进行研究, 结果表明: (1) 中国农业发展具有化肥、农药、农膜投入“依赖症”, 三类制品的投入强度总体呈上升趋势; (2) 经济发展程度相对较高的地区, 化学制品的投入强度也相对较大, 一定程度上说明农业发展以牺牲农业生态化水平为代价; (3) 化肥投入强度区域差异小, 农药、农膜的投入区域差异大, 后者可能较多受种植业结构等的影响; (4) 三区域的基尼系数分解结果显示, 对不同的投入品其组内外及剩余项的差异贡献是不同的, 但总体而言, 组间差异贡献了较大份额。中国农业生态化发展要遵循“生态机制”和“市场机制”, 结合地区现实情况平衡资源投入、农业产出、生态影响三者关系, 实现分类发展。

关键词:石油农业; 投入强度; 基尼系数; 生态化发展; 时空差异

中图分类号: F323.22 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-626X(2017)01-0039-09

一、引言

20 世纪 40 年代石油农业在美国发端, 50 年代在全球得到快速发展, 60 年代末被世界粮食首脑会议确立为农业现代化发展的必由之路。中国石油农业始于 20 世纪 60、70 年代末, 随着改革开放政策的推行得到快速发展, 大大提高了农业产出水平, 与此同时, 其“逆生态化”特征的“堆积效应”也不断显现, 突出表现在环境污染、土壤地力破坏以及人体健康危害等方面。在环境污染方面, 《第一次全国污染源普查公报(2010)》显示, 农业污染源已成为中国第一大污染源, 尤其是农业的面源污染非常突出, 同时《全国土壤污染状况调查报告(2014)》显示, 全国土壤污染率总体达到 16.1%, 在污染性土壤生产出的农产品令人担忧; 在土壤地力影响方面, 自 20 世纪 70 年代末以来, 用于农业生产的土壤肥力已出现明显下降, 目前全国土壤有机质含量

平均低于 1%, 土壤板结现象在一些地区也非常突出;^[1]在人体健康危害方面, 据国家卫计委统计, 中国慢性病患者已经超过 2.6 亿人, 发病量呈现“井喷”趋势, 且发病者逐渐年轻化, 而食品安全是重要诱因。石油农业“逆生态化”作用的显现不断暴露其不可持续的未来, 农业发展的生态化呼声也日益激烈。

中国农业生态化发展问题受到众多学者的关注, 如冯桂玉针对吉林省农业生态化发展现实, 提出了生态农业发展的技术模式以及对策建议;^[2]方淑荣等分析了农业生态化存在的主要问题, 并提出了发展战略;^[3]秦守勤着重探讨了中国农业生态化立法问题;^[4]伍国勇基于超循环经济视角对中国农业生态化发展路径进行了系统研究;^[5]张卫国基于湖南省“四化两型”建设中的现代农业生态化做了探讨, 主张构建大农业的生态化体系;^[6]林锦彬分析了福建省农业生态化现实, 构建了农业生态化的评价指标体系并

收稿日期: 2016-11-10

基金项目: 山东省统计科研重点课题(KT15144)

作者简介: 王宝义(1981-), 男, 山东高密人, 山东交通学院讲师, 山东农业大学博士研究生, 主要从事生态经济理论与实践研究。

对福建省农业生态化发展进行了综合评价。^[7]专家们从不同角度对农业生态化发展问题进行了研究探讨,但纵观当前研究,还未有文献针对中国农业生态化发展的时空差异问题进行系统研究,而开展此方面的研究对于更好地认清中国农业生态化发展现实,有针对性地制定农业生态化发展战略,平衡区域农业生态化发展具有重要意义。基于此,本文拟选取化肥、农药、农膜三大化学制品投入强度表征农业生态化发展水平,综合采用统计描述以及基尼系数、对数离差均值、泰尔指数三类统计测度指标,分省份、分区域定量分析农业生态化发展的时空差异问题,以期为更好地促进中国农业生态化发展及为农业“供给侧”结构性改革提供借鉴。

二、数据和方法

本文对农业生态化发展水平的刻画主要以三大制品的投入强度为标准,即农业化学制品投入强度越高,表征农业生态化发展程度越低。所有原始数据均来自《中国统计年鉴》、《中国农村统计年鉴》及各地方统计年鉴,但不包含港、澳、台数据,同时,因重庆1997年设立直辖市,1997年之前的数据与四川省合并使用,之后数据(包含1997年)独立使用。

(一)区域分类标准

本文综合考察省际、区域(三区域、八区域)农业生态化发展时空差异问题,而区域划分有不同的标准,必须明晰划分范围。东、中、西三区域划分的常用标准包括11:8:12、12:9:10等,前者更好地反映了经济发展水平,也是国家统计局中的常用标准,因此选取前一标准。具体来看,东部地区包括:北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南;中部地区包括:山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南;西部地区包括:内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆。八区域划分标准也有不同,在此选取国务院发展研究中心基于经济发展优势和特点所提出的八大综合经济区的划分标准,即东北综合经济区:辽宁、吉林、黑龙江;北部沿海综合经济区:北京、天津、河北、山东;东部沿海综合经济区:上海、江苏、浙江;南部沿海综合经济区:福建、广东、海南;黄河中游综合经济区:陕西、山西、河南、内蒙古;长期中游综合经济区:湖北、湖南、江西、安徽;大西南综合经济区:云南、贵州、四川、重庆、广西;大西北综合经济区:甘肃、青海、宁夏、西藏、新疆。

(二)定量测度方法

本文在方法上,采取统计描述和区域差异定量测度两类方法,前者可以直观显示差异的基本情况,后者则明确差异程度,两者互为补充。在此重点分析定量测度所采用的方法。

目前,产业发展区域差异(相对差异)测度的常用方法包括基尼系数、泰尔指数和对数离差均值等。从众多研究来看,三类指数分别对中、高、低三类对象变化敏感,因此在研究中学者经常选取三类指标进行对比研究。^{[8][9][10]}同时,在对研究对象区域差异进行测度的基础上,对数离差均值和泰尔指数可以实现差异的组内、组间两项分解,而基尼系数能够实现组内、组间和剩余项三项分解。为使研究更为全面,本文选取三类指标进行综合分析,同时选取基尼系数分解法剖析差异的构成。

1. 基尼系数

基尼系数(GINI)是国际上公认的衡量收入差距的指标,现被广泛应用于各类产业的区域差异研究,它最早由意大利经济学家基尼提出,后经许多学者改进和完善。基尼系数的测算有多种方式,本文采用Mookherjee和Shorrocks所提出的基尼系数测算方法。^[10]

为了区别基尼系数一般计算公式和分解公式,两者分别用 G_0 和 G_1 表示。基本计算公式如下:

$$G_0 = \frac{1}{2n^2\mu} \sum |y_i - y_j| \quad (1)$$

其中, n 表示地区数目, y_i 、 y_j 分别表示第 i 、 j 个地区农业生态化发展水平, μ 为均值。

若将所有要测度的地区划分为 m 个组,地区集合 N 中,组可以表示为 $N_k(N_k=1,2,3\cdots m)$,每一组所对应的区域个数用 n_k 表示,占比表示为 $v_k = \frac{n_k}{n}$,组均值用 μ_k 表示,则 k 组相对水平可以表示为 $\lambda_k = \frac{\mu_k}{\mu}$, G_k 表示第 k 组基尼系数,则总基尼系数可分解为:

$$G_1 = \sum v_k^2 \lambda_k G_k + \frac{1}{2} \sum v_k n_k |\lambda_k - \lambda_h| + R \quad (2)$$

右式中,一、二、三项分别表示组内、组间和剩余项差异,其中剩余项主要反映组间重叠的交互影响。

2. 对数离差均值与泰尔指数

对数离差均值(GE_0)和泰尔指数(GE_1)由荷兰经济学家泰尔(H.Theil)提出,现被广泛应用于产业发展的区域差异研究中。其基本计算公式如下:

$$GE_0(y) = \frac{1}{n} \sum_{i \in n} \ln \frac{\mu}{y_i} \quad (3)$$

$$GE_1(y) = \frac{1}{n} \sum_{i \in n} \frac{y_i}{\mu} \ln \frac{y_i}{\mu} \quad (4)$$

其中, n 代表地区数目, y_i 表示第 i 个地区农业生态化发展水平, μ 为均值。

三类指标均值越大, 表示差异程度越强。同时, 基尼系数分解项每一项的分解值越大, 表示对总差异的贡献也越大。

三、中国农业生态化发展的时空差异测度结果分析

(一) 中国农业生态化发展的时空差异描述分析

1. 中国农业生态化发展的时间趋势

中国是世界化肥、农药使用第一大国, 化肥、农药使用量远远超过世界平均水平。中国化肥的利用率仅为 40% 左右, 农药仅有 0.1% 左右作用于目标病虫, 其在土壤中的残留率甚至超过 60%;^[1] 而农膜的使用也不乐观, “重使用、轻回收、难回收”, 每年大约有 50 万吨左右的农膜残留于土壤, 残膜率达到 40% 左右, 严重破坏了土壤生产力。^[2] 农药、化肥流失于水系中, 污染了水质, 影响着生态, 残留在食品中悄无声息地危害着人们的健康。中国社会科学院专家廖永松表示: “农业领域不断出现的食品安全事件, 是‘石油农业’化学化特征的表现之一。”^[12]

表 1 以两年为跨度期展示了 1991—2013 年中国化肥、农药、农膜使用的基本情况, 可以看出, 无

论从绝对量还是相对量来看, 这三大制品的投入量均呈现增长趋势, 一定程度上说明农业生态化发展水平呈现下降趋势。

表 1 1991—2013 年中国三类化学制品使用趋势

年份	化肥		农药		农膜	
	投入量	投入强度	投入量	投入强度	投入量	投入强度
1991	2805.10	187.52	76.53	573.98	64.21	4.29
1993	3151.90	213.34	84.48	633.60	70.73	4.79
1995	3593.70	239.77	108.70	815.25	91.55	6.11
1997	3980.70	258.54	119.55	896.63	116.15	7.54
1999	4124.32	263.75	132.16	991.20	125.87	8.05
2001	4253.76	273.19	127.48	956.10	144.93	9.31
2003	4411.56	289.44	132.52	993.90	159.17	10.44
2005	4766.22	306.53	145.99	1094.93	176.23	11.33
2007	5107.83	332.84	162.28	1217.10	193.75	12.62
2009	5404.40	340.73	170.90	1281.75	207.97	13.11
2011	5704.24	351.50	178.70	1340.25	229.45	14.14
2013	5911.86	359.11	180.19	1351.43	249.32	15.14

注: 投入量单位为万吨, 投入强度单位为千克/公顷。

2. 农业生态化发展的省际差异描述分析

农业发展过程中各省份农业化学制品的投入强度总体也呈现增长趋势, 但省份之间也存在较大差别。表 2 展示了 1991—2013 年样本期化肥、农药、农膜投入强度平均水平省际差异状况。就化肥而言, 投入强度平均水平较高的地区为福建、江苏、广东、山东、北京等, 较低的为青海、黑龙江、西藏等, 其中青海最低、福建最高, 分别为 135.81、442.21

表 2 1991—2013 年中国化肥、农药、农膜投入强度平均水平省际差异(千克/公顷)

省份	化肥投入强度	农药投入强度	农膜投入强度	省份	化肥投入强度	农药投入强度	农膜投入强度
安徽	301.31	9.49	7.31	吉林	292.64	5.70	8.72
北京	380.27	12.96	27.00	辽宁	311.07	10.82	24.59
重庆	203.32	4.84	5.56	内蒙古	172.78	2.24	5.90
福建	442.21	20.12	13.12	宁夏	247.00	1.68	6.43
甘肃	179.55	6.40	19.67	青海	135.81	3.20	2.84
广东	405.84	18.65	6.80	山东	384.92	13.08	22.33
广西	297.97	8.10	3.49	上海	341.60	18.90	37.95
贵州	160.31	2.11	6.68	陕西	328.33	2.49	5.43
海南	364.74	23.46	9.02	山西	236.74	4.95	7.82
河北	310.45	8.39	9.23	四川	218.69	5.50	7.67
黑龙江	145.52	4.23	5.42	天津	353.77	6.29	19.12
河南	352.56	7.28	7.30	新疆	282.02	3.47	29.04
湖北	361.25	14.57	7.30	西藏	147.75	3.32	1.90
湖南	245.57	11.92	6.38	云南	229.50	5.04	10.28
江苏	409.09	11.44	9.07	浙江	289.27	19.51	12.10
江西	214.72	11.78	6.04	全国	286.5	8.7	9.9

千克/公顷,全国平均为286.5千克/公顷;就农药而言,投入强度平均水平较高的地区为海南、福建、浙江、上海、广东等,较低的为宁夏、贵州、内蒙古、陕西、青海、西藏、新疆等,其中宁夏最低、海南最高,分别为1.68、23.46千克/公顷,全国平均为8.7千克/公顷;就农膜而言,投入强度平均水平较高的地区为上海、新疆、北京、辽宁、山东,较低的为西藏、青海、广西等,其中西藏最低、上海最高,分别为1.9、37.95千克/公顷,全国平均为9.9千克/公顷。总体来看,青海、黑龙江、西藏、贵州、内蒙古等省份三类制品投入综合强度较低,而福建、广东、江苏、北京、山东、海南、上海等省份三类制品投入综合强度较高,前者大多是西部地区,后者则主要为东部地区。

3. 农业生态化发展的区域差异描述分析

根据1991—2013年及2009—2013年总体和近期两个阶段三大制品投入强度平均水平分析农业生态化发展的区域差异问题(见表3)。(1)东中西三区域。无论是近期还是总样本期,化肥和农药投入强度平均水平两类指标均呈现东部强度大、中部一般、西部较小的阶梯形势;农膜投入强度平均水平东部依然保持最大强度,但西部较之于中部平均水平要高,这可能与种植业结构、气候等存在一定关系。从总样本期来看,三大化学制品投入强度平均水平在三区域内均表现为总体上升趋势。(2)八大综合经济区。全样本期内,三类制品的投入强度平均水平,就化肥而言,南部沿海、东部沿海、北部沿海三类沿海区域强度较大,东北和西北两类北方区域强度较低;就农药而言,南部、东部、北部沿海区域及长江中游区域强度大,西北强度最低;就农

膜而言,西北及北部沿海区域强度高。总体来看,沿海区域三大制品投入强度综合水平较高;西北、东北地区农膜投入强度较高,而其他两项均较低。从总样本期来看,三大制品投入强度指标在八区域内均表现为总体上升趋势。观察近五年情况,其趋势基本与全样本期一致。

(二)中国农业生态化发展的时空差异测度分析

1. 农业生态化发展的省际差异测度分析

利用公式(1)、(3)、(4)分别可以计算出样本期相应区域的基尼系数、对数离差均值和泰尔指数。计算结果显示,基尼系数和泰尔指数基本一致,而对数离差均值则异于前两种指数,一定程度上说明数据对基尼系数和泰尔指数更敏感,因此选取这两种指数的计算结果进行分析,同时限于篇幅,以基尼系数分析为主。

表4给出了三大制品投入强度的基尼系数和泰尔指数。1991—2013年样本期化肥、农药、农膜投入强度的两类指标平均值分别为0.19、0.407、0.476和0.048、0.301、0.524,两类指数展示的总趋势基本一致。借鉴基尼系数衡量收入差距的国际标准,0.3以下表示最佳状态,0.3~0.4表示正常状态,0.4~0.5表示差距过大,以此衡量,化肥投入强度区域差异小,状态较佳;农药和农膜投入强度区域差异大,差距过大。三类化学制品投入情况较多受种植业结构、区域自然条件等的影响,如在贫瘠土地上种植农作物就更多依赖化肥投入,而种植业结构中蔬菜、棉花、花生、甜菜等比重高则会造成农膜投入强度的增加,因此区域差异大也并非意味着就一定不合理。

表3 区域农业化学制品投入强度平均水平(千克/公顷)

区域分类	区域成员	1991—2013			2009—2013		
		化肥	农药	农膜	化肥	农药	农膜
三区域	东部地区	365.55	13.35	14.48	429.23	16.05	21.38
	中部地区	274.13	8.70	6.90	341.18	11.33	9.08
	西部地区	230.55	4.88	9.45	300.60	6.30	14.55
八区域	东北综合经济区	215.63	5.93	10.13	261.75	8.48	12.45
	北部沿海综合经济区	352.28	10.88	16.73	411.45	12.60	23.03
	东部沿海综合经济区	372.75	14.03	11.10	421.35	15.00	17.70
	南部沿海综合经济区	412.88	19.58	9.00	529.88	27.53	15.68
	黄河中游综合经济区	293.10	5.10	6.75	402.00	6.60	10.13
	长江中游综合经济区	285.30	11.85	6.83	343.73	15.38	8.93
	大西南综合经济区	229.50	5.40	7.20	285.38	6.83	10.80
大西北综合经济区	225.15	4.43	20.48	290.78	7.80	30.60	

表 4 农业生态化发展相关指标的基尼系数和泰尔指数

年份	化肥强度		农药强度		农膜强度		年份	化肥强度		农药强度		农膜强度	
	GINI	GE _i	GINI	GE _i	GINI	GE _i		GINI	GE _i	GINI	GE _i	GINI	GE _i
1991	0.191	0.028	0.483	0.455	0.437	0.402	2003	0.192	0.055	0.395	0.271	0.536	0.669
1992	0.185	0.019	0.392	0.244	0.515	0.563	2004	0.197	0.074	0.382	0.259	0.495	0.568
1993	0.192	0.010	0.419	0.314	0.504	0.567	2005	0.191	0.069	0.391	0.285	0.499	0.592
1994	0.199	0.029	0.398	0.231	0.490	0.480	2006	0.207	0.100	0.416	0.341	0.486	0.562
1995	0.200	0.032	0.419	0.293	0.432	0.373	2007	0.203	0.094	0.404	0.322	0.527	0.661
1996	0.186	0.024	0.401	0.277	0.449	0.420	2008	0.196	0.084	0.420	0.365	0.496	0.598
1997	0.172	0.005	0.346	0.154	0.403	0.315	2009	0.192	0.072	0.455	0.459	0.452	0.516
1998	0.174	0.010	0.386	0.236	0.509	0.582	2010	0.187	0.064	0.446	0.434	0.448	0.514
1999	0.185	0.025	0.375	0.216	0.463	0.484	2011	0.185	0.060	0.444	0.437	0.437	0.510
2000	0.189	0.036	0.374	0.231	0.475	0.499	2012	0.182	0.059	0.419	0.373	0.423	0.486
2001	0.189	0.043	0.373	0.223	0.515	0.585	2013	0.182	0.067	0.432	0.412	0.435	0.518
2002	0.188	0.042	0.387	0.252	0.510	0.588	平均	0.190	0.048	0.407	0.301	0.476	0.524

考察样本期三大制品投入强度区域差异的时空演变情况。(1)化肥强度区域差异基尼系数虽有波动但总体平稳,基本维持在0.19左右的水平,其中,1991—1995年总体呈上升趋势;1996—1998年呈下降趋势,且1997年回落至样本期最低水平为0.172;1999—2006年总体呈上升趋势,且2006年达到样本期最高水平为0.207;2007—2013年呈现下降趋势。(2)农药投入强度区域差异总体呈现较大—较小—较大三阶段特征,样本期内最高值为1991年的0.483,最低为1997年的0.346。1991—1996年总体差异较大,基本处于0.4以上的水平,同时1991年初始差异大,1992年回落幅度大;1997—2005均处于0.4以内的水平,平均值为0.379;2006—2013年总体差异较大,平均值为0.429。(3)农膜投入强度区域差异呈现一定的波动趋势,样本期最高值为2003年的0.536,最低为2012年的0.423。1992—1997年总体呈下降趋势,1992年差异上升幅度较大;1998—2008年总体呈现差异较高状况,众多年份超过0.5,平均值为0.501;2009—2013年则总体呈现下降趋势,平均值为0.439。

2. 农业生态化发展的三区域差异测度分析

根据公式(1)可以计算出区域分组下的各区域的基尼系数,通过公式(2)可以针对基尼系数的构成情况进行组内外分解。^①

(1)化肥投入强度基尼系数及分解

表5展示了1991—2013年样本期东中西区域化肥投入强度基尼系数及分解结果。样本期内,东中西基尼系数平均值分别为0.107、0.139、0.151,三区域组内差异依次加大,但与省际差异基本一致,

都相对不大。从样本期演变情况来看,东部地区总体可分为四个阶段:1991—1995、1996—1999、2000—2005、2006—2013,基尼系数平均值分别为0.13、0.104、0.087、0.109;中部地区总体可分为三个阶段:1991—1995、1996—2007、2008—2013,基尼系数平均值分别为0.119、0.142、0.15;西部地区总体可分为四个阶段:1991—1997、1998—2005、2006—2009、2010—2013,基尼系数平均值分别为0.136、0.149、0.153、0.177。总体上,东部地区呈现差异缩小、维持较低水平、差异回升三阶段特征;中部地区呈现差异拉大、差异基本稳定两阶段特征;西部地区则呈现较平稳的拉大趋势。从基尼系数分解结果来看,三区域组间差异贡献较大,平均贡献达到60.1%,其中2005年之前贡献大平均为66%,之后则呈现缩减趋势,平均为50.5%;组内贡献总体在20%以上,近年有加大的趋势;交互项的影响自1997年总体呈现上升趋势,至2013年达到31.09%。

(2)农药投入强度基尼系数及分解

表6展示了1991—2013年样本期东中西区域农药投入强度的基尼系数及分解结果。样本期内,东中西基尼系数平均水平大致相同,分别为0.264、0.248、0.238,区域内差异均相对较小。从近几年趋势来看,如2009—2013年,东部差异较大基尼系数平均值为0.378,西部次之,中部最低,分别为0.293和0.214。从样本期演变情况来看,东部地区总体可分为四个阶段:1991—1998、1999—2005、2006—2008、2009—2013;中部地区总体可分为三个阶段:1991—1995、1996—2010、2011—2013,近年差异呈现缩减趋势;西部地区总体可分为三个阶段:1991—1996、

表5 东中西区域化肥投入强度基尼系数及分解

年份	全国	东部	中部	西部	组内	组间	剩余项	组内贡献	组间贡献	剩余贡献
1991	0.191	0.136	0.117	0.120	0.044	0.129	0.024	22.14	65.86	12.00
1992	0.184	0.123	0.115	0.133	0.043	0.129	0.020	22.24	67.30	10.46
1993	0.192	0.136	0.119	0.126	0.044	0.136	0.021	21.95	67.50	10.55
1994	0.199	0.131	0.115	0.144	0.045	0.133	0.028	21.86	64.46	13.68
1995	0.200	0.124	0.127	0.160	0.047	0.132	0.028	22.54	63.86	13.60
1996	0.186	0.106	0.139	0.136	0.042	0.129	0.021	21.70	67.24	11.07
1997	0.172	0.100	0.135	0.138	0.041	0.125	0.014	22.68	69.53	7.79
1998	0.174	0.102	0.144	0.167	0.045	0.119	0.017	24.87	65.69	9.44
1999	0.185	0.109	0.135	0.163	0.045	0.129	0.017	23.53	67.48	8.98
2000	0.189	0.092	0.140	0.149	0.041	0.129	0.023	21.42	66.81	11.77
2001	0.189	0.091	0.146	0.145	0.041	0.125	0.026	21.44	65.02	13.54
2002	0.188	0.084	0.145	0.139	0.039	0.127	0.025	20.53	66.51	12.96
2003	0.192	0.082	0.147	0.145	0.040	0.123	0.029	20.81	64.05	15.13
2004	0.197	0.086	0.142	0.141	0.040	0.124	0.030	20.48	63.82	15.71
2005	0.191	0.085	0.136	0.140	0.039	0.122	0.027	20.78	64.92	14.30
2006	0.207	0.108	0.146	0.152	0.046	0.119	0.035	22.78	59.61	17.61
2007	0.203	0.108	0.148	0.153	0.046	0.113	0.037	23.31	57.64	19.05
2008	0.196	0.107	0.157	0.151	0.046	0.104	0.040	24.13	54.70	21.18
2009	0.192	0.114	0.154	0.157	0.048	0.098	0.043	25.22	52.10	22.67
2010	0.187	0.114	0.148	0.168	0.049	0.091	0.046	26.25	49.20	24.55
2011	0.184	0.110	0.148	0.175	0.049	0.085	0.049	26.72	46.47	26.81
2012	0.182	0.105	0.146	0.183	0.049	0.078	0.054	27.24	42.99	29.77
2013	0.182	0.109	0.146	0.180	0.049	0.074	0.056	27.63	41.29	31.09

表6 东中西区域农药投入强度基尼系数及分解

年份	全国	东部	中部	西部	组内	组间	剩余项	组内贡献	组间贡献	剩余贡献
1991	0.483	0.333	0.318	0.169	0.105	0.225	0.153	21.79	46.52	31.69
1992	0.392	0.231	0.284	0.154	0.080	0.220	0.092	20.39	56.18	23.42
1993	0.419	0.299	0.274	0.171	0.097	0.224	0.098	23.12	53.45	23.43
1994	0.398	0.228	0.289	0.191	0.083	0.233	0.082	20.97	58.43	20.60
1995	0.419	0.241	0.304	0.167	0.084	0.216	0.119	19.98	51.58	28.44
1996	0.400	0.237	0.252	0.190	0.083	0.212	0.106	20.61	52.87	26.52
1997	0.346	0.168	0.243	0.248	0.067	0.249	0.030	19.39	71.97	8.64
1998	0.386	0.234	0.241	0.246	0.080	0.250	0.056	20.68	64.69	14.63
1999	0.375	0.201	0.237	0.229	0.073	0.270	0.033	19.39	71.93	8.68
2000	0.374	0.199	0.263	0.235	0.074	0.240	0.060	19.71	64.19	16.09
2001	0.373	0.214	0.241	0.228	0.075	0.244	0.053	20.17	65.53	14.31
2002	0.387	0.211	0.238	0.234	0.075	0.254	0.057	19.43	65.78	14.79
2003	0.395	0.207	0.237	0.239	0.075	0.262	0.058	19.07	66.34	14.60
2004	0.382	0.198	0.244	0.232	0.072	0.246	0.063	18.98	64.50	16.52
2005	0.391	0.214	0.233	0.230	0.075	0.246	0.070	19.13	62.89	17.98
2006	0.416	0.253	0.253	0.241	0.085	0.246	0.085	20.41	59.26	20.33
2007	0.404	0.269	0.235	0.269	0.088	0.228	0.087	21.87	56.54	21.60
2008	0.420	0.299	0.255	0.261	0.095	0.227	0.097	22.75	54.19	23.05
2009	0.455	0.375	0.239	0.254	0.109	0.228	0.119	23.86	50.07	26.07
2010	0.446	0.366	0.234	0.263	0.107	0.222	0.117	23.96	49.70	26.34
2011	0.444	0.384	0.209	0.308	0.112	0.204	0.127	25.25	46.05	28.70
2012	0.419	0.342	0.201	0.318	0.104	0.194	0.120	24.92	46.35	28.74
2013	0.432	0.371	0.185	0.324	0.109	0.192	0.130	25.32	44.55	30.13

1997—2010、2011—2013, 近年差异呈现明显的拉大趋势。从基尼系数分解结果来看, 组间差异贡献了最大份额, 尤其在 1997—2005 贡献了超过 60% 的份额, 但近年组间差异贡献率呈现下降趋势; 组内差异在 2007 年以前贡献了 20% 左右的份额, 近年呈现上升趋势; 剩余项的贡献, 1997—2007 年份额较小, 近年呈现上升趋势, 2013 年达到 30.13%。

(3) 农膜投入强度基尼系数及分解

表 7 展示了 1991—2013 年样本期东、中、西区域农膜投入强度的基尼系数及分解结果。样本期内, 东中西基尼系数平均值分别为 0.412、0.11、0.404, 东西差异较大, 中部差异较小。东部地区总体呈现差异下降趋势, 2005 年之前差异相对较大, 2006 年之后呈现明显的缩减趋势, 尤其在近年, 基尼系数基本维持在 0.3 左右的水平; 中部地区总体差异较小, 1998 年之前差异相对较大, 1999 年之后基尼系数基本缩减在 0.1 以内; 西部地区以 2002 年为界, 前期差异相对较大, 后期缩减趋势明显, 至 2013 年为 0.319。从基尼系数分解结果来看, 组内、组间及剩余项均贡献了一定程度的份额; 在 2001

年以前, 剩余项大多年份贡献了最大份额; 2002 年之后, 最大差异贡献则来自组间差异; 组内差异贡献在 2001 年之前基本维持在 30% 以上, 之后则呈下降趋势, 近年基本维持在 25% 左右。

四、总结与讨论

现代石油农业具有典型的高投入、高产出特征, 它的发展极大促进了农业的产出水平, 2004 至 2015 年中国粮食生产已经实现“十二连增”。^②然而, 石油农业对化学制品的过度依赖造成了农业发展的“逆生态化”效应。本文以化肥、农药及农膜的投入强度表征农业生态化发展水平, 对 1991—2013 年样本期数据进行了描述分析及定量研究。样本期内三类化学制品的投入强度均呈现不断上升趋势, 且展现出一定的区域差异。总体上, 东部经济发展水平相对较高的地区, 化学制品的投入强度也相对较高, 而西部欠发达地区的投入强度相对较低, 一定程度上说明, 在石油农业模式下中国农业发展是以牺牲生态化水平为代价的。从农业化学制品投入强度的区域差异测度结果来看, 化肥投入区域较平衡, 而农药、农膜投入的区域差异相对较大, 这一

表 7 东中西区域农膜投入强度基尼系数及分解

年份	全国	东部	中部	西部	组内	组间	剩余项	组内贡献	组间贡献	剩余贡献
1991	0.437	0.450	0.179	0.424	0.141	0.105	0.190	32.37	24.05	43.58
1992	0.514	0.540	0.181	0.487	0.168	0.099	0.248	32.65	19.22	48.12
1993	0.504	0.499	0.138	0.442	0.153	0.138	0.213	30.34	27.41	42.26
1994	0.490	0.382	0.171	0.500	0.140	0.179	0.171	28.58	36.45	34.97
1995	0.432	0.355	0.132	0.443	0.125	0.157	0.150	28.88	36.35	34.78
1996	0.449	0.406	0.116	0.480	0.139	0.122	0.188	30.99	27.15	41.86
1997	0.403	0.344	0.124	0.455	0.127	0.124	0.152	31.46	30.90	37.64
1998	0.509	0.547	0.110	0.459	0.163	0.124	0.221	32.11	24.37	43.52
1999	0.463	0.494	0.098	0.421	0.149	0.128	0.187	32.16	27.56	40.28
2000	0.475	0.476	0.085	0.418	0.148	0.147	0.180	31.10	30.97	37.93
2001	0.515	0.495	0.128	0.440	0.157	0.157	0.202	30.47	30.38	39.15
2002	0.510	0.471	0.096	0.417	0.151	0.184	0.175	29.70	35.99	34.31
2003	0.536	0.510	0.101	0.394	0.157	0.189	0.190	29.31	35.20	35.50
2004	0.495	0.445	0.071	0.387	0.144	0.201	0.151	29.05	40.53	30.42
2005	0.499	0.422	0.065	0.382	0.139	0.203	0.158	27.80	40.59	31.61
2006	0.486	0.349	0.088	0.361	0.124	0.213	0.148	25.58	43.93	30.49
2007	0.527	0.374	0.087	0.373	0.132	0.219	0.176	25.06	41.49	33.45
2008	0.496	0.354	0.089	0.367	0.128	0.203	0.164	25.83	41.02	33.15
2009	0.452	0.328	0.106	0.333	0.118	0.197	0.137	26.17	43.59	30.25
2010	0.448	0.327	0.089	0.336	0.118	0.192	0.138	26.42	42.75	30.83
2011	0.437	0.311	0.093	0.326	0.114	0.187	0.136	26.11	42.69	31.19
2012	0.423	0.294	0.092	0.317	0.109	0.180	0.134	25.77	42.57	31.66
2013	0.435	0.309	0.097	0.319	0.112	0.174	0.149	25.87	39.96	34.17

一定程度上反映出全国各省份对化肥的增产作用都抱持相当程度的肯定,即各省份农业生产都具有化肥投入“依赖症”,而农药和农膜受种植业结构等影响较大,可能较强影响了两类制品投入的区域差异。从三区域基尼系数分解结果来看,对不同的投入品其组内外及剩余项的差异贡献是不同的,但总体而言,组间差异贡献了较大份额,说明区域经济发展的不平衡性也反映在农业生态化发展的不平衡性上。

农业化学制品的投入强度受到多重因素的影响,如土壤条件、种植业结构、劳动力资源等,同时,农业化学制品还具有增产和资源替代效应,因此并非意味着区域差异大就一定不合理。但无论如何,农业化学制品投入强度越高,其污染水平也相对越强,“逆生态化”效应也越明显。石油农业模式在市场经济体制下契合生产者对短期利益的追求,因此从本质上说这一模式契合了“市场机制”,但忽视了“生态机制”。然而,中国农业资源短缺与生态恶化现实又同时存在,这注定了我们不可能为了追求“生态利益”而完全放弃使用化肥、农药、农膜等化学制品。农业生态化发展具有典型的“倒逼”特征,对石油农业模式的生态化发展修正实质是追求人类长期利益的行为。总体来说,在保证必要的生态利益前提下,我们要平衡“市场机制”与“生态机制”的双重作用,即在农业发展过程中,平衡农业资源投入、农业产出及生态影响之间的关系,最终追求农业和人类社会的可持续发展。因此,总体上我们要降低农业化学制品的投入水平,在牢牢把控生态化发展的前提下,遵循“生态机制”和“市场机制”,构建大农业生态化体系,实行分类发展。同时,倡导农业生态化发展,本质上要求实现对农业资源的优化配置,但不同地区又有不同的情况,如资源禀赋不同、经济发展程度不同、污染累积程度不同等,这就要求在促进农业生态化发展过程中避免“一刀切”行为,基于资源禀赋现实、要素替代关系和农业投入对生态影响的负面作用,实现农业投入及农产品产出结构的调整,实现农业发展对生态负面影响的阶段控制和累积影响控制。

同时,结合我国农业发展的现实情况,可以采取以下策略促进农业生态化发展。其一,调整农业区域结构,挖掘资源禀赋效应,修复农业生态。如变

“北粮南运”为“南粮北运”,改变水资源与农业生产的“背离”关系,实行“畜南下、禽北上”的农牧业新模式,有效修复农业生态。其二,调整农业产业结构,构建循环农业体系,促进农业提质增效。大力发展高效生态农业,构建闭环的农业发展模式,在促进农业生态化发展的同时提升农业经济和社会效益。其三,有效利用进出口替代战略。在保证粮食安全的前提下,通过进口替代实现对“虚拟水”的节约,通过发展高端农业实现出口替代提升农业的经济效益。其四,实行农资的绿色替代战略,从源头上减弱农业的“逆生态化”。国家鼓励农业绿色技术及绿色农资的研发及推广使用工作,同时提高“逆生态化”技术及农资的使用成本,从源头上保障农业的生态化特征。其五,充分挖掘资源禀赋,实行区域特色发展战略。随着人民消费水平的提高,农业生态化消费升级趋势日益明显,结合区域特色的高端农业、品牌农业等生态型农业有助于农业结构调整升级和生态化发展,有助于农业的提质增效。其六,充分考虑地区发展现实,制定区域农业生态化发展战略。对于“逆生态化”累积效应严重的地区,农业发展的首要战略可以选取生态保育型农业,对于农业资源匮乏的地区,资源节约型则应成为其基本战略,对于“逆生态化”累积效应不明显而农业发展又较为落后的地区,可选取环境友好型农业。总之,在中国经济“新常态”逐渐确立、经济结构不断调整优化、供给侧结构性改革不断推进的背景下,中国农业的生态化发展不但要迎合农业“供给侧”提质增效要求,还要迎合“需求侧”生态消费不断升级的需要,最终促进农业经济效益的持续提升和农业的可持续发展。

注 释:

- ① 本文同时对三区域和八区域分组进行了测度,两者结果基本一致,但受篇幅所限,所以文中只分析三区域分组下的基本情况。
- ② 根据国家统计局公布的数据,2016年全国粮食总产量实现61623.9万吨,比2015年减少520.1万吨,减少0.8%,为2004年以来的首次下降。粮食减产表面上与粮食种植面积及单产下降均相关,实质上则与我国大力实施的(农业)供给侧结构性改革,即以追求产量为主的粗放发展模式,转变为提高质量、增加效益为目标的发展方式具有重要关系。

参考文献:

- [1] 邵海鹏, 蒋高明. 发展有机农业不会导致粮食减产[N]. 第一财经日报, 2013-04-02.
- [2] 冯桂玉. 吉林省农业生态化发展研究[D]. 长春: 东北师范大学硕士论文, 2007.
- [3] 方淑荣, 游珍, 蒋慧, 赵力, 姚红. 生态化: 中国现代农业发展的必然选择[J]. 农业现代化研究, 2010, (1): 43-46.
- [4] 秦守勤. 我国农业生态化的法律制度完善探讨[J]. 农业经济, 2013, (7): 6-8.
- [5] 伍国勇. 农业生态化发展路径研究——基于超循环经济的视角[D]. 重庆: 西南大学博士论文, 2014.
- [6] 张卫国. “四化两型”建设中现代农业生态化的探讨[J]. 当代经济管理, 2014, (1): 41-44.
- [7] 林锦彬. 福建省农业生态化动态分析与综合评价[D]. 福州: 福建农林大学硕士论文, 2014.
- [8] 南锐, 翟羽佳. 中国地区慈善捐赠水平差异实证研究——度量、趋势与政策建议[J]. 经济经纬, 2013, (5): 48-53.
- [9] 赵磊, 方成. 中国旅游发展空间非均衡与极化研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, (6): 154-162.
- [10] Mookherjee D, Shorrocks A. A Decomposition Analysis of the Trend in UK Income Inequality [J]. Economic Journal, 1982, (92): 886-902.
- [11] 朱立志. 农业发展与生态文明建设[J]. 中国科学院院刊, 2013, (2): 232-238.
- [12] 邵海鹏. 中国的“石油农业”难题[N]. 第一财经日报, 2013-05-15.

(责任编辑: 彭晶晶)

A Research of Space-time Difference of the Ecological Development of Agriculture in China

WANG Bao-yi^{1,2}, GUO Yan-qiu³

(1. School of Traffic and Logistics Engineering, Shandong Jiaotong University, Jinan Shandong 250357, China; 2. School of Economics and Management, Shandong Agricultural University, Taian Shandong 271018, China; 3. School of Economics and Management, Shandong Jiaotong University, Jinan Shandong 250357, China)

Abstract: Petroleum agriculture is unsustainable, because it has the characteristics of inverse ecology. The ecological development of agriculture in China is crucial. This article walks through input intensity of chemical fertilizer, agricultural chemical, agricultural film, and the data from provinces of China in 1991-2013, to study space-time difference of the ecological development of agriculture in China. Results show that: (1) The development of agriculture in China depends on chemical fertilizer, agricultural chemical and agricultural film. Input intensity of them presents a trend of rising as a whole. (2) The regions of relatively high economic development level have relatively high input intensity of agrochemicals. This shows the agriculture development in China at the expense of ecology. (3) The region difference of input intensity of chemical fertilizer is small, and the region difference of input intensity of agricultural chemical and agricultural film is big. The latter may be affected by planting structure. (4) Decomposition results of Gini coefficient show that the disparity between the regions contributes a larger share. The ecological development of agriculture in China needs to follow the ecological mechanism and market mechanism, to realize classification development combining the existing situation.

Key words: petroleum agriculture; input intensity; Gini coefficient; ecological development; space-time difference