

周芳, 金书秦, 沈贵银. 基于省级层面的中国农药使用环境库兹涅茨曲线研究[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(13): 260–263.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.13.067

基于省级层面的中国农药使用环境库兹涅茨曲线研究

周芳¹, 金书秦², 沈贵银³

(1. 西藏农牧学院, 西藏林芝 860000; 2. 农业部农村经济研究中心, 北京 100810; 3. 江苏省农业科学院, 江苏南京 210014)

摘要:基于 1993—2013 年我国除港澳台之外的 31 个省(市、区)的省级层面数据, 定量分析农药使用量与经济增长之间的环境库兹涅茨曲线(EKC)关系, 并定性探讨其驱动因素。研究结果表明, 除了 7 个省(市、区)外, 我国和其他 24 个省(市、区)的农药使用量与经济增长之间存在着显著的倒“U”形关系。其中, 7 个省(市、区)的农药使用量仍处于上升阶段, 还没有达到峰值; 8 个省(市、区)的农药使用量已经达到峰值并呈现下降趋势; 9 个省(市、区)的 EKC 曲线呈“N”形, 其农药使用量依然处于上升阶段。农药使用量受到农业生产结构、农业技术进步、农业环境管理等因素的复合影响, 这 3 个因素分别对农药使用量产生正向、负向和负向影响。要实现我国农药使用量的零增长甚至负增长, 需要立足于各地区的实际情况, 合理调整和布局其农作物种植结构和农业生产结构, 加强农药减量控害的相关政策创设以及加大农药减施增效技术的推广力度。

关键词:农药; 环境库兹涅茨曲线(EKC); 经济增长

中图分类号: F323.22 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)13-0260-03

21 世纪以来, 在一系列强农惠农政策的支持下, 我国农业农村经济快速发展, 农业综合生产能力迈上新台阶, 粮食生产实现历史性的“十二连增”, 为国民经济平稳健康发展作出了重要贡献。作为重要的农业生产资料, 农药、化肥等化学品投入对农作物稳产高产起到了重要作用^[1-2]。我国已经成为世界上最大的化肥、农药生产国和消费国。其中, 我国农药使用量由 2000 年的 128 万 t 增加到 2014 年的 181 万 t(商品量), 年均增长 2.5%; 农药使用强度由 2000 年的 8 kg/hm² 增加到 2014 年的 11 kg/hm², 年均增长 2.3% (图 1)。

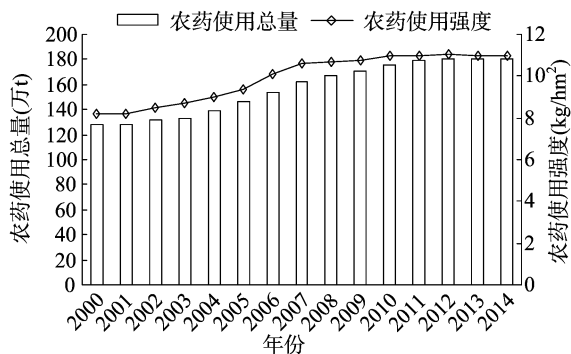


图1 2000—2014 年我国农药使用总量和强度

但是, 农药对于农业而言是把双刃剑, 除了带来农作物增产等意欲产出外, 还会产生面源污染等非意欲产出。农药使用量大、利用率低、施药方法不科学等问题日益严重, 造成农

业面源污染, 影响农业生产安全, 农产品质量和生态环境安全, 危害人体健康, 威胁农业可持续发展^[3]。因此, 农药减量化迫在眉睫, 有利于推进农业“转方式、调结构”, 防治农业面源污染, 促进节本增效、节能减排, 促进农业可持续发展。

现有关于农业环境与经济增长之间关系的研究, 通常采用环境库兹涅茨曲线(EKC)进行理论与实证研究。环境库兹涅茨曲线认为, 经济增长与环境污染之间存在类似于倒“U”形的曲线关系, 即在经济增长的初期, 资源消耗和污染排放随着收入的增加而增大; 随着经济的持续增长, 当收入水平达到一定高度后, 资源消耗和污染排放随着收入的增加而下降^[4]。近年来, 我国不同学者就我国不同区域的农业环境库兹涅茨曲线进行研究。刘扬等以化肥为例, 对我国农业 EKC 进行了验证, 发现我国化肥施用量与人均农业总产值存在着 EKC 关系^[5]。张晖等对江苏省经济发展水平与过剩氮污染的 EKC 进行验证, 发现二者存在显著的倒“U”形关系^[6]。李太平等对我国化肥投入面源污染的 EKC 进行验证, 表明我国化肥投入面源污染与经济增长之间存在典型的倒“U”形曲线关系^[7]。石美玲对河南省农业面源污染与经济增长的 EKC 关系进行实证研究, 证实二者之间倒“U”形关系成立^[8]。周雪晴对我国西南地区 5 省农业面源污染与经济增长进行实证研究, 发现这 5 省的 EKC 呈现“N”形或倒“U”形^[9]。这些研究主要以化肥为对象验证农业 EKC 是否存在, 对农药使用与经济增长之间关系的研究较为缺乏。本研究基于省级层面数据, 验证我国农药使用量与经济增长之间的 EKC 关系, 并分析其驱动因素, 以期“十三五”实现农药零增长目标和推进农业可持续发展提供依据和参考。

1 模型设定、变量说明与数据来源

1.1 模型设定

以农药使用量(PE)作为因变量, 以人均地区生产总值(PGDP)作为自变量, 将 EKC 设定为二次方程模型, 其函数形

收稿日期: 2017-03-20

基金项目: 国家重点研发计划(编号: 2016ZY0600374704); 西藏哲学社会科学专项资金重点项目(编号: 16AJY001); 西藏软科学研究计划(编号: Z2016R67F08)。

作者简介: 周芳(1989—), 女, 山东德州人, 博士, 讲师, 主要从事农业环境政策研究。E-mail: zhoufang_abc@163.com。

通信作者: 沈贵银, 研究员, 主要从事农业经济管理研究。E-mail: shengy@caas.cn。

式如下:

$$PE_{it} = c + \beta_1 PGDP_{it} + \beta_2 PGDP_{it}^2 + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中: PE_{it} 为我国第 i 省第 t 年的农药使用量; $PGDP_{it}$ 为第 i 省第 t 年的人均 GDP; c 为常数项; β_1 、 β_2 和 φ 为模型参数; ε_{it} 为随机扰动项。

1.2 变量说明

(1) 人均地区生产总值 (PGDP), 用各地区生产总值与总人口的比值表示。之所以选择人均 GDP 而非总量值, 是因为人均值更能反映真实收入水平变化及对环境质量的偏好需求。为了消除通货膨胀的影响, 需要利用地区生产总值指数对地区生产总值进行处理, 将其折算成以 1993 年为基期的不变价, 进而得到不变价的人均地区生产总值。

(2) 农药使用量 (PE), 用各地区农药使用总量表示。

表 1 1993—2013 年我国及各省份农药使用量与人均 GDP 模型的回归参数

地区	c	β_1	β_2	R^2	拐点
全国	59.695 5 ***	0.014 4 ***	-4.33×10^{-7} ***	0.966 8	16 625.10
北京	1.369 5 ***	-7.07×10^{-5} *	1.26×10^{-9}	0.399 3	—
天津	0.299 4 ***	7.33×10^{-11}	-1.67×10^{-15}	0.161 7	21 928.34
河北	5.212 0 ***	0.000 4 ***	-1.33×10^{-8} ***	0.812 7	15 082.18
山西	0.533 8 ***	0.000 3 ***	-8.96×10^{-9} ***	0.960 5	16 744.44
内蒙古	0.380 7 ***	0.000 1 ***	-6.37×10^{-10} *	0.988 7	78 507.73
辽宁	1.014 8 ***	0.000 3 ***	-5.35×10^{-9} ***	0.914 5	28 070.96
吉林	-0.075 3	0.000 4 ***	-8.59×10^{-9} ***	0.985 1	23 277.74
黑龙江	-1.046 8 **	0.000 8 ***	-1.83×10^{-8} ***	0.952 5	21 871.07
上海	0.898 0 ***	1.30×10^{-5} **	-3.71×10^{-10} **	0.482 9	17 520.54
江苏	7.922 3 ***	0.000 2 ***	-4.25×10^{-9} ***	0.467 5	23 505.08
浙江	5.068 8 ***	0.000 2 ***	-3.75×10^{-9} ***	0.462 3	26 692.29
安徽	3.663 6 ***	0.001 1 ***	-3.72×10^{-8} ***	0.963 3	14 794.09
福建	4.019 1 ***	0.000 2 ***	-3.45×10^{-9} ***	0.668 6	29 024.21
江西	0.991 5 **	0.001 3 ***	-4.87×10^{-8} ***	0.966 3	13 341.27
山东	8.466 1 ***	0.001 0 ***	-2.60×10^{-8} ***	0.575 3	19 230.03
河南	4.809 2 ***	0.001 3 ***	-4.94×10^{-8} ***	0.904 1	13 150.17
湖北	6.233 7 ***	0.000 9 ***	-2.59×10^{-8} ***	0.805 4	17 356.42
湖南	4.901 6 ***	0.001 1 ***	-4.16×10^{-8} ***	0.938 0	13 224.65
广东	9.844 4 ***	-0.000 2 **	9.36×10^{-9} ***	0.700 7	—
广西	2.074 9 ***	0.000 7 ***	-2.30×10^{-8} ***	0.957 1	15 194.27
海南	-1.303 0 **	0.000 5 ***	-9.21×10^{-9} *	0.922 6	27 141.46
重庆	1.430 0 ***	0.000 2 ***	-9.98×10^{-9} ***	0.831 2	10 019.54
四川	5.402 38 ***	9.07×10^{-5}	-2.92×10^{-9}	0.214 8	15 558.62
贵州	0.512 7 ***	0.000 2 ***	-1.02×10^{-8} **	0.901 9	9 846.40
云南	-0.284 4	0.0008 ***	-2.79×10^{-8} ***	0.978 0	14 362.66
西藏	0.056 1 ***	4.75×10^{-6}	-7.63×10^{-11}	0.286 0	31 115.38
陕西	1.034 7 ***	$-4.834 0 \times 10^{-6}$	1.58×10^{-9} **	0.721 9	—
甘肃	-0.044 6	0.000 3 *	4.68×10^{-8} ***	0.978 8	—
青海	0.098 0 ***	1.85×10^{-5} ***	-8.11×10^{-10} ***	0.694 4	11 429.54
宁夏	0.046 8 ***	3.04×10^{-5} ***	-9.87×10^{-10} ***	0.954 7	15 397.98
新疆	-0.060 5	0.000 3 ***	-8.86×10^{-9} *	0.802 4	16 928.69

注: ***, **, * 分别代表 1%、5% 和 10% 的显著性水平。

由表 1 可见, 除了北京、广东、陕西、甘肃外, 全国和其他 27 个省份的农药使用量与人均地区生产总值之间都存在倒“U”形曲线关系。但是, 天津、四川、西藏 3 个省(市、区)的回归参数未通过显著性检验, 这 3 个省(市、区)的倒“U”形曲线关系并不显著。全国和其他 24 个省份的倒“U”形曲线关系显著, 相关系数 R^2 数值较高, 有的甚至达到 0.9 以上, 各系数都通过了 10% 的显著性检验, 说明对 EKC 具有充分的解释力。估计结果显示:

1.3 数据来源

选取 1993—2013 年各地区农药使用量、人均地区生产总值的面板数据对农药使用与经济增长的环境库兹涅茨曲线 (EKC) 进行验证。其中, 农药使用量数据来自《中国环境统计年鉴》, 人均地区生产总值数据来自《中国统计年鉴》。需要说明的是, 重庆市 1993—1996 年的数据缺失, 其时间序列是 1997—2013 年。

2 结果与分析

2.1 各省份农药使用量与经济增长 EKC 拟合分析

采用 Eviews 8.0 软件对 1993—2013 年我国除港澳台之外的 31 个省(市、区)农药使用量与人均地区生产总值之间的关系进行计量模型估计, 结果见表 1。

(1) 全国人均 GDP 和山西、内蒙古、海南、贵州、云南、宁夏、新疆 7 个省份的人均地区生产总值的拐点值不在样本区间内, 表明全国和这 7 个省份的农药使用量仍处于上升阶段, 还没有达到峰值。这些省份多为农业生产方式粗放、生产技术落后的西部省份, 并且农业生产结构主要以经济作物为主。其中, 山西、贵州、云南、宁夏、新疆的人均 GDP 已经非常接近拐点, 但是这并不意味着这些省份将很快进入农药使用量的下降阶段。这是因为施药技术落后、气候变化导致病虫害多

发、粮价下跌导致经济作物种植面积扩大等不确定性都可能引起农药用量的上升。这些省份要实现农药零增长甚至减量化仍然有一定难度。

(2)上海、江苏、浙江、福建、江西、山东、湖北、重庆 8 个省份的人均地区生产总值的拐点值在样本区间内,表明这 8 个省份的农药使用量已经达到峰值并呈现下降趋势,这与其农药使用总量的观测值一致。这些省份多为农业生产方式集约、生产技术先进的东部省份,它们的农药使用量已经率先实现了减量化。

表 2 1993—2013 年我国部分省(市、区)农药使用量与人均 GDP 模型的回归参数

地区	c	β_1	β_2	β_3	R^2
河北	4.200 9 *	0.000 813 *	$-5.35 \times 10^{-8} **$	1.20×10^{-12}	0.836 9
辽宁	0.234 2	0.000 5 *	$-1.54 \times 10^{-8} ***$	1.69×10^{-13}	0.921 0
吉林	-0.659 6 **	0.000 6 *	$-2.72 \times 10^{-8} *$	$4.78 \times 10^{-13} **$	0.990 0
黑龙江	-1.034 8	0.000 8 **	-1.79×10^{-8}	-1.02×10^{-14}	0.952 5
安徽	3.543 8 *	0.001 2 *	-4.48×10^{-8}	2.78×10^{-13}	0.963 4
河南	2.197 9 **	0.002 6 *	$-2.37 \times 10^{-7} *$	$7.28 \times 10^{-12} *$	0.941 3
湖南	2.939 6 *	0.002 1 *	$-1.69 \times 10^{-7} *$	$4.69 \times 10^{-12} *$	0.964 8
广西	0.923 0 *	0.001 2 *	$-9.26 \times 10^{-8} *$	$2.49 \times 10^{-12} *$	0.979 3
青海	0.060 0 ***	$3.70 \times 10^{-5} **$	$-3.22 \times 10^{-9} ***$	8.99×10^{-14}	0.724 8

注:***、**、* 分别代表 1%、5% 和 10% 的显著性水平。

2.2 农药使用量的驱动因素讨论

除了人均 GDP 之外,农药使用量还受农业生产结构、农业技术进步、农业环境管理等因素的影响。受数据可得性的影响,本研究只对这些因素进行定性讨论。

(1)农业生产结构对农药使用量的影响主要表现为粮食作物比重下降和经济作物比重上升。蔬菜、果树等经济作物的农药使用量普遍高于粮食作物,这些作物的种植面积增加势必造成农药使用量增加,也即农业生产结构对农药使用量产生正向影响。例如,海南和新疆的经济作物在农业生产中占比较高,其农药使用量仍处于上升阶段。2000—2013 年,我国蔬菜、茶树、果树的种植面积由 2 526 万 hm^2 增加到 3 574 万 hm^2 ,占农作物总播种面积的比重由 16.2% 增加到 21.7%。由此可见,我国农药减量之路任重道远。

(2)农业技术进步对农药使用量的影响可以分为技术效率影响和规模效率影响 2 个方面^[10]。技术效率主要表现为统防统治、精准施药、绿色防控等高效施药技术的采用,这些新技术可以减少农药使用量,也即农业技术进步对农药使用量产生负向影响。但是受杀虫效果不佳、农民生产习惯等因素的影响,高效施药技术推广难度较大,农药超量、低效使用问题突出。规模效率主要表现为土地流转带来的农业规模化经营,农业生产规模扩大,更有利于高效施药技术的采用。

(3)农业环境管理对农药使用量的影响主要表现为农药零增长等农业面源污染治理的相关管理制度和政策。近年来,我国先后禁用了甲胺磷等 33 种高毒农药,提出了农药使用量零增长目标,创设了农药减量政策,使得农药使用量上升势头趋缓。也即农业环境管理对农药使用量产生负向影响。但是,与严峻的农药污染形势相比,这些制度和政策仍远远不够,而且其执行情况也有待考察。

3 结论

(3)河北、辽宁、吉林、黑龙江、安徽、河南、湖南、广西、青海 9 个省份的人均地区生产总值的拐点值在样本区间内,但是从农药使用总量观测值来看,其农药使用量仍处于上升阶段,表明这 9 个省份的农药使用量与人均地区生产总值从长期来看可能是“N”形关系。进一步构建 EKC 的三次方模型验证得到,这些省份的 EKC 均呈“N”形,但是只有吉林、安徽、河南、湖南、广西、青海 6 个省份的“N”形曲线关系显著,各系数都通过了 10% 的显著性检验(表 2)。

本研究基于 1993—2013 年我国省级层面的数据,定量分析农药使用量与经济增长之间的 EKC 关系,并定性探讨其驱动因素。研究表明,除了 7 个省(市、区)外,我国和其他 24 个省(市、区)的农药使用量与经济增长之间存在着显著的倒“U”形关系。其中,山西、内蒙古等 7 个省份的农药使用量仍处于上升阶段,还没有达到峰值;上海、江苏等 8 个省(市、区)的农药使用量已经达到峰值并呈现下降趋势;吉林、安徽等 9 个省(市、区)的 EKC 曲线呈“N”形,其农药使用量依然处于上升阶段。我国农药使用量总体上还处于上升阶段,要实现农药零增长甚至减量化应立足于各省份的实际情况,采取差异化政策,重点攻坚农药使用量尚未达到峰值且减量难度较大的省份。

除人均 GDP 外,农药使用量还受农业生产结构、农业技术进步、农业环境管理等因素的复合影响。其中,农业生产结构对农药使用量产生正向影响,主要原因在于蔬菜、果树等农药依赖性强的经济作物在农业中的比重增加;农业技术进步对农药使用量产生负向影响,主要由高效施药技术的采用产生的技术效率和农业规模化经营带来的规模效率引致;农业环境管理对农药使用量产生负向影响,主要表现为农药零增长等农业面源污染治理的相关管理制度和政策。要分析这些因素对农药使用量产生的实际影响,亟待搜集相关数据,进行深入的定量研究。

要实现我国农药使用量零增长甚至负增长,需要大处着眼,小处着手。第一,立足于各地区农业生产实际和资源禀赋,合理调整和布局各地区农作物种植结构和农业生产结构。第二,加强农药减量控害的相关政策创设,加大重大病虫统防统治、低毒生物农药使用、防治组织植保机械的补贴力度,建设覆盖重点区域、重点作物的病虫监测网络,做好试验示范。第三,加大农药减施增效技术的推广力度,推广高效低毒低残留农药和新型高效植保机械,推进绿色防控和统防统治,科学使用农药,提高农药利用率。

展进涛,杨 艳,汤晓芳,等. 基于生态循环视角的池塘稻作模式效益分析及示范推广[J]. 江苏农业科学,2017,45(13):263-267.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.13.068

基于生态循环视角的池塘稻作模式 效益分析及示范推广

展进涛¹, 杨 艳¹, 汤晓芳¹, 张晓雅¹, 汪 翔²

(1. 南京农业大学经济管理学院, 江苏南京 210095; 2. 江苏省农业科学院农业经济与发展研究所, 江苏南京 210014)

摘要:大田高产导向的耕作方式导致了化学农药以及化学肥料的普遍滥用,以及农业生态环境包括鱼塘养殖环境在内的持续恶化,寻找环境友好型的新型生态养殖模式刻不容缓。基于江苏省和浙江省的养殖户调研数据,运用数量方法从生态循环视角比较分析,采纳池塘稻作技术养殖户的满意度、池塘稻鱼养殖模式的经济效益和生态效益,进而探讨池塘稻作技术的邻里效应及示范推广可能性。结果表明,池塘稻作作为一种新型的稻鱼共生养殖模式,水产品的经济效益较常规渔业养殖模式、稻鱼养殖模式均高一些,池塘稻米价格和效益也比普通水稻高,对环境污染更小。但由于水产养殖技术受重视的程度较低、水产养殖前期投入较大等因素,池塘稻作模式的推广速度较慢,技术的示范推广仍须政府发挥基础性的引导作用。

关键词:池塘稻;经济评估;生态效应;养殖模式;可持续发展

中图分类号: F323.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)13-0263-05

2015 年中央一号文件关于三农问题提出“围绕建设现代农业,加快转变农业生产方式”的方针。当前我国经济发展进入新常态,面对农业资源短缺、开发过度、污染严重等重大问题,如何在资源环境硬约束下保障农产品的有效供给和质量安全,提升农业可持续发展能力,是我们所面临的重大挑战。这就要求我们必须从主要追求产量和依赖资源消耗的粗放经营转到数量质量效益并重、注重提高竞争力、注重农业科技创新、注重可持续的集约化发展道路上来,走产出高效、产品安全、资源节约、环境友好的现代农业发展道路。现阶段我

国淡水养殖普遍采用高密度集约化的养殖模式,在一定程度上导致了过量放养、饲料过剩等突出问题;另一方面在农业生产过程中大量使用化肥和农药,导致了池塘水体养殖环境日益变差,水体富营养化问题十分严重。创新养殖方式或者种植方式既符合国家政策也符合现实农业生产环境的需要。

当前我国池塘养殖所采用的高密度、高投饵率、高换水率的传统养殖方式已经对养殖内外环境产生不良影响。传统的集约化池塘养殖废水排放势必会加剧周围水域的富营养化程度,环境问题已成为我国淡水池塘养殖发展的瓶颈之一。为了解决这个难题,国内外学者都在积极寻找池塘生态环境修复技术^[1]。当前稻作模式有稻-鱼、稻-蟹、稻-虾等基本模式,其中稻田养鱼是一种淡水鱼类养殖在稻田的方式,但长期以来这种稻田养鱼的方式主要分布在偏远山区,技术水平和产量都很低。直到改革开放后,全国稻田养殖面积逐渐恢复。根据生态经济学的原理,稻田养克氏原螯虾模式的综合效益较高。稻-克氏原螯虾种养模式一方面提高了虾的产量和规格,另一方面提高了水稻的品质、土地和水资源的利用率,水稻在生长过程中产生的微生物及害虫为克氏原螯虾提

收稿日期:2016-03-30

基金项目:国家大学生创新性实验计划(编号:2015103070);江苏省社会科学基金(编号:13EYD028)。

作者简介:展进涛(1981—),江苏泰州人,博士,副教授,主要从事农业科技政策、农业科技服务与产品消费领域研究。E-mail: jintao.zhan@njau.edu.cn。

通信作者:汪 翔,博士,副研究员,从事农业经济与粮食安全研究。E-mail: njflywang@163.com。

参考文献:

- [1] Wang Q B, Halbrendt C, Johnson S R. Grain production and environmental management in China's fertilizer economy[J]. Journal of Environmental Management. 1996, 47(3): 283-296.
- [2] 王祖力,肖海峰. 化肥施用对粮食产量增长的作用分析[J]. 农业经济问题, 2008(8): 65-68.
- [3] 金书秦. 关于“十三五”实现农药零增长目标的几点思考[J]. 农药科学与管理, 2016, 37(2): 1-3.
- [4] Grossman G M, Krueger A B. Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement [R]. Woodrow Wilson School, Princeton, NT. 1992.

- [5] 刘扬,陈劭锋,张云芳. 中国农业 EKC 研究——以化肥为例[J]. 中国农学通报, 2009, 25(16): 263-267.
- [6] 张 晖,胡 浩. 农业面源污染的环境库兹涅茨曲线验证——基于江苏省时序数据的分析[J]. 中国农村经济, 2009(4): 48-53.
- [7] 李太平,张 锋,胡 浩. 中国化肥面源污染 EKC 验证及其驱动因素[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 31(11): 118-123.
- [8] 石美玲. 农业面源污染与经济增长的关系[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(8): 477-479.
- [9] 周雪晴. 西南地区农业面源污染与经济增长关系研究——基于环境库兹涅茨曲线的分析[J]. 新疆农垦经济, 2015(7): 13-20.
- [10] 梁流涛,冯淑怡,曲福田. 农业面源污染形成机制:理论与实证[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 32(9): 74-80.