

大国开放条件下转基因棉花研发福利效应研究*

韩艳旗, 李 然, 王红玲

(华中农业大学 经济管理学院, 湖北 武汉 430070)

摘 要 采用大国开放条件下农业研发经济剩余模型对 1996—2008 年间转基因棉花研发福利效应进行研究。结果表明:因技术进步所产生的“农业踏车效应”朝不利于农民福利的方向发展,包括我国棉农在内的各国棉花生产者都因种植转基因棉花而在经济利益上遭受显著损失;消费者是新技术的最大获益者,并且随着转基因棉花采用率的提高其将获益更大,而研发者也因知识产权保护获得可观的技术使用费;对一国整体而言,以中国和印度为代表的发展中国家是新技术的最大获益者。

关键词 转基因棉花; 研发福利效应; 开放条件; 农业踏车效应

中图分类号: F303.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-3456(2010)03-0019-05

自 1996 年由 Monsanto 和 D&PL 共同研发的 NuCOTN33^B和 NuCOTN35^B两个转基因抗虫棉品种在美国被批准商业化推广以来,其种植面积就呈现出逐年迅猛增长的势头。据统计,2008 年全球转基因棉花种植面积已由 1996 年的 75 万公顷增加到 1 550 万公顷,增加了 20 倍,占全球棉花种植总面积的 49.52%,同年我国转基因抗虫棉推广面积也由 1997 年的 3.4 万公顷增加到 380 万公顷,占棉花种植总面积的 63.3%。转基因棉花所取得的巨大经济社会效益引起了理论界广泛关注,Huang^[1]基于农户调查对 Bt 抗虫棉与非转基因棉花的成本收益进行了比较分析并指出因农药施用量的大幅减少新技术显著减少了对环境和农民身体健康所造成的危害。范存会^[2]和郭艳芹^[3]在移动曲线固定不变的假设下运用经济剩余法对我国转基因棉花所带来的经济收益进行了测算,张社梅等^[4]运用 DREAM 模型分品种、棉区对国产转基因棉花的科研投资收益进行了计量分析。上述分析结果虽然在数值及比例上不尽一致,但一个较为普遍的看法是无论消费者还是作为生产者的农民都从转基因棉花大面积推广中获得巨大的经济剩余。然而上述对转基因棉花给我国带来福利效应的研究存在一个共同的不足,即仅从封闭的“一国”出发,但作为全球最大的棉花生产国、消费国和进口国,笔者认为必须从大国开放角度出发才能准确把握新技术给我国带来的福利

效应。

而且近年来我国大规模推广转基因抗虫棉的实践也未对新技术能为农民带来巨大经济剩余这一结论提供有效支持,扣除劳动力、农资价格上涨因素,在大多数农户采用转基因抗虫棉新品种后我国农民种植每亩棉花的纯收益在大多数年份不仅没有增加反而有所下降。以 2006 年为例,该年每亩生产成本虽然较 1996 年上升 135.78 元,但单产却由 1996 年的 890 千克/公顷增加到 1 288 千克/公顷,以 1996 年不变价格 1.724 88 美元/千克计算 2006 年农户每亩棉花纯收益较 1996 年理论上应该增加 244.3 元,而实际不仅没有增加反而下降了 13.2 元。与 1996 年相比,1997—2008 年每亩棉花纯收益实际变化与以 1996 年不变价格计算的理论变化之间的差异具体如图 1 所示。因此作者对转基因抗虫棉能够增加农民收入这一观点的合理性提出质疑,转基因棉花的收益是如何在生产者、消费者、研发者之间进行分配?出于以上考虑,本文将基于 Matin^[5]提出的开放条件下农业研发的经济剩余模型对转基因研发福利效应进行测算。该模型以传统的完全市场化模型为基础,但在参数处理时考虑了产品贸易因素,并且将供给曲线的动态变动也纳入其中,因而非常适宜于评估开放条件下新技术给一国或地区带来的福利效应。

收稿日期:2010-05-04

* 国家自然科学基金项目(70873035/G035);华中农业大学“农业经济与社会发展”项目(XB0902)。

作者简介:韩艳旗(1981-),男,博士研究生;研究方向:农业生物科技政策。E-mail:hanyanqi321@yahoo.com.cn

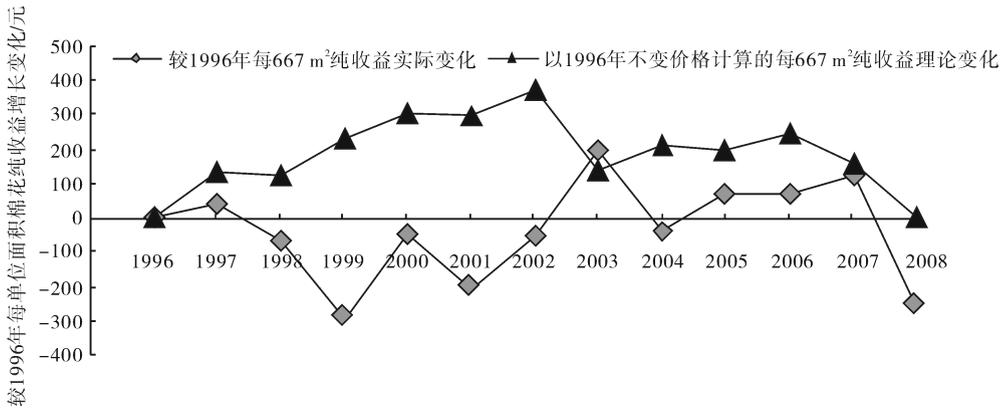


图 1 1997—2008 年较 1996 年我国棉花每 667 m² 纯收益实际变化与以不变价格计算的理论变化差异分析

数据来源:1996—2007 年成本收益资料数据见《全国农产品成本收益资料汇编 1996—2007》;单产数据见美国农业部经济研究局 (<http://www.ers.usda.gov>);2008 年成本收益数据基于中国农业科学院棉花研究所和国家棉花产业技术体系的调研。

一、模型、数据及参数校准

1. 开放条件下研发经济剩余模型

如图 2 所示,假设自由贸易且不考虑运输费用,全球棉花“一价定律”成立,供给和需求曲线都是价格的线性函数, D 和 S_0 为一国或地区采用新技术前棉花的需求和供给函数, P_0 和 Q_0 为初始的均衡价格和均衡数量。新技术采用后降低了棉花生产的边际成本使得其供给曲线由 S_0 移到 S_1 。

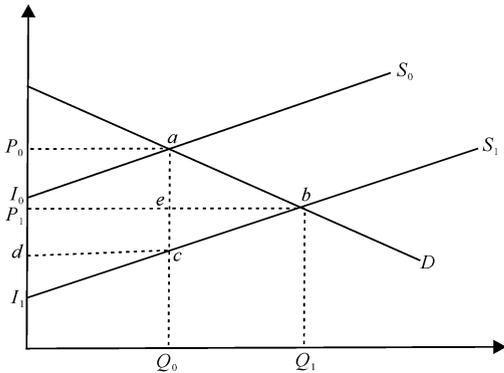


图 2 基于经济剩余法的转基因棉花研发福利效应

记 $k_{i,t}$ 为一国或地区采用新技术后棉花供给曲线的下移, $k_{i,t} = \theta_{i,t} r_{i,t} P_{w,t}^*$, 其中, $r_{i,t}$ 为一国或地区转基因棉花采用率, $P_{w,t}^*$ 为反现实全球棉花价格,即在其它条件均保持不变时如果所有国家都不采用转基因新技术时当年的全球棉花市场价格, $\theta_{i,t}$ 则被定义为:

$$\theta_{i,t} = \frac{\Delta Y_{i,t}^{rel}}{\epsilon_i} - \frac{\Delta C_{i,t}^{rel}}{1 + \Delta Y_{i,t}^{rel}} \quad (1)$$

其中 $\Delta Y_{i,t}^{rel}$ 为一国或地区某年转基因棉花相对非转基因棉花的单位产出变化, $\Delta C_{i,t}^{rel}$ 为相对成本变

化, ϵ_i 为棉花的供给价格弹性,反现实价格 $P_{w,t}^*$ 为:

$$P_{w,t}^* = P_{w,t} \left[1 - \frac{K_{cur,t} \epsilon_{cur}}{\epsilon_{cur} + \eta_{cur}} \right]^{-1} \quad (2)$$

其中 $P_{w,t}$ 为观察到的世界棉花价格, ϵ_{cur} 为以生产比例计算的中国、美国和世界其它地区的棉花供给价格弹性之和, cur 分别为 CHINA, U. S. 和 ROW, 假定中国、美国和世界其它地区占全球棉花生产的比例分别为 $r_{c,t}^s$, $r_{u,t}^s$ 和 $r_{r,t}^s$, 而 ϵ_c , ϵ_u 和 ϵ_r 分别为其供给价格弹性, 则:

$$\epsilon_{cur} = r_{c,t}^s \epsilon_c + r_{u,t}^s \epsilon_u + r_{r,t}^s \epsilon_r \quad (3)$$

η_{cur} 为以消费比例计算的 3 地区棉花需求价格弹性之和, 假定中国、美国和世界其它地区占全球棉花消费的比例分别为 $r_{c,t}^d$, $r_{u,t}^d$ 和 $r_{r,t}^d$, η_c , η_u 和 η_r 分别为其需求价格弹性, 则:

$$\eta_{cur} = r_{c,t}^d \eta_c + r_{u,t}^d \eta_u + r_{r,t}^d \eta_r \quad (4)$$

而 $K_{cur,t}$ 则被定义为:

$$K_{cur,t} = v_{c,t} \theta_{c,t} r_{c,t} + v_{u,t} \theta_{u,t} r_{u,t} + v_{r,t} \theta_{r,t} r_{r,t} \quad (5)$$

其中 $v_{c,t}$, $v_{u,t}$ 和 $v_{r,t}$ 分别为中国、美国和世界其它地区在全球棉花种植面积中的比例。这时基于 Alston et al^[6] 提出的方法, 一国或地区棉花的反现实生产量和消费量就可表示为:

$$Q_{i,t}^* = \frac{Q_{i,t}}{1 + \epsilon_i [K_{i,t} - (\Delta P_{w,t} / P_{w,t}^*)]} \quad (6)$$

$$C_{i,t}^* = \frac{C_{i,t}}{1 + \eta_i (\Delta P_{w,t} / P_{w,t}^*)} \quad (7)$$

根据图 2, 由于新技术的采用所导致的总剩余的变化为四边形 I_0abI_1 的面积, 将其分解为生产者剩余的变化量 $\Delta PS_{i,t}$ —四边形 P_1bcd 的面积和消费者剩余的变化量 $\Delta CS_{i,t}$ —四边形 P_0abP_1 的面积, 而 $\Delta PS_{i,t}$ 又可被分解为长方形 P_1bcd 和三角形 ebc 的

面积之和,而 $\Delta CS_{i,t}$ 则被分解为长方形 P_0aeP_1 和三角形 abe 的面积之和。

记 $\Delta Q_{i,t}$ 为一国或地区棉花实际产量与反现实产量之间的差额,而 $\Delta C_{i,t}$ 和 $\Delta P_{w,t}$ 分别为其消费量之间的差额和价格之间的差额,则一国或地区因采用新技术所导致的生产者剩余和消费者剩余变化就可最终表示为:

$$\Delta PS_{i,t} = (k_{i,t} + \Delta P_{w,t})(Q_{i,t}^* + 0.5 \Delta Q_{i,t}) \quad (8)$$

$$\Delta CS_{i,t} = -\Delta P_{w,t}(C_{i,t}^* + 0.5 \Delta C_{i,t}) \quad (9)$$

在新技术受知识产权保护情形下,如果仅考虑消费者剩余和生产者剩余则会低估研发所带来的整体福利效应,因为这时研发者受知识产权保护可以将转基因棉种价格提高到其生产边际成本之上而获得租金。假定常规棉种和转基因棉种的边际生产成本相同,借鉴 Moschini 等^[7]的做法,研发商从每公顷棉种销售中获得的租金我们以技术使用费的形式表示: $TF_{i,t}$,即销售每公顷转基因棉种和常规棉种之间的价格差异,假定 $H_{i,t}$ 为一国或地区转基因棉花种植面积,则研发商可获得的垄断租金为:

$$\pi_{i,t} = TF_{i,t} H_{i,t} \quad (10)$$

2. 数据及参数校准

(1)数据来源。本文将对1996—2008年间转基因棉花研发福利效应进行分析,为保持数据的一致性,基于一国的棉花种植面积、单产、产量及消费量数据均来自美国农业部经济研究局(<http://www.ers.usda.gov>),棉花价格则以纽约期货交易所棉花交易年均结算价格为准(<http://www.nymex.com>),而关于转基因棉花推广面积的数据都来自于农业生物技术应用国际服务组织(<http://www.isaaa.org>)。

(2)参数校准。关于中国转基因棉种较非转基因棉种的单产、成本差异及技术使用费情况采用张社梅等^[8]对29家国产转基因棉花研究机构的调研数据,但本文将对其分品种和棉区的数据进行整合,假定 $\Delta Y_{dch,t}^{rel}$ 、 $\Delta Y_{chh,t}^{rel}$ 、 $\Delta Y_{acc,t}^{rel}$ 和 $\Delta Y_{ach,t}^{rel}$ 分别为黄河流域转基因常规棉花、转基因杂交棉花、长江流域转基因常规棉花和转基因杂交棉花较其区域内非转基因棉花的单产差异,而 $r_{dch,t}$ 、 $r_{chh,t}$ 、 $r_{acc,t}$ 和 $r_{ach,t}$ 分别为其比例, $\Delta C_{dch,t}^{rel}$ 、 $\Delta C_{chh,t}^{rel}$ 、 $\Delta C_{acc,t}^{rel}$ 和 $\Delta C_{ach,t}^{rel}$ 分别为其成本差异,而 $TF_{dch,t}$ 和 $TF_{acc,t}$ 为黄河流域和长江流域转基因棉花技术使用费。需要说明的是,根据张社梅^[8]对我国转基因常规棉种较非转基因棉种在制种成本上基本上无差异,而转基因杂交棉种目前则存在制种

成本太高、效率又太低的情况,因而本文在考察我国转基因棉花技术使用费时仅考虑转基因常规棉花这一类,它也是目前我国所推广的主要品种,2005年占所推广转基因棉花品种的82%。 $\hat{r}_{dch,t}$ 和 $\hat{r}_{acc,t}$ 分别为黄河、长江流域转基因常规棉花面积占我国转基因常规棉花面积的比例,则我国转基因棉花较非转基因棉花的单产、成本差异及技术使用费分别为:

$$\Delta Y_{c,t}^{rel} = \Delta Y_{dch,t}^{rel} r_{dch,t} + \Delta Y_{chh,t}^{rel} r_{chh,t} + \Delta Y_{acc,t}^{rel} r_{acc,t} + \Delta Y_{ach,t}^{rel} r_{ach,t} \quad (11)$$

$$\Delta C_{c,t}^{rel} = \Delta C_{dch,t}^{rel} r_{dch,t} + \Delta C_{chh,t}^{rel} r_{chh,t} + \Delta C_{acc,t}^{rel} r_{acc,t} + \Delta C_{ach,t}^{rel} r_{ach,t} \quad (12)$$

$$TF_{c,t} = TF_{dch,t} \hat{r}_{dch,t} + TF_{acc,t} \hat{r}_{acc,t} \quad (13)$$

关于美国转基因棉种较非转基因棉种的单产、成本差异及技术使用费情况采用 William^[9]所使用的美国农业资源管理研究(ARMS)的全国调查数据,而世界其它地区的情况则采用 Martin Qaim^[10-11]对印度转基因棉花的调研数据。关于棉花供给和需求价格弹性则参考王兆阳^[12]的结论,中国、美国和世界其它地区棉花供给价格弹性和需求价格弹性分别为:0.58、0.466、0.233和-0.2、-0.494、-0.05。

二、测算结果

各国及世界整体转基因棉花研发福利效应的具体测算结果如表1所示:对中国、美国和世界其它地区的棉花生产者而言,除极少数年份外,其都因采用转基因新技术而在经济利益上遭受损失,并且采用率越高棉农的相对损失越严重,究其原因主要是采用转基因新技术导致世界棉花价格下降,使得技术进步所产生的“农业踏车效应”朝不利于农民福利的方向发展。所谓“农业踏车效应”理论分析了技术进步对农民收入的影响,它由 Willard^[13]提出。该理论认为:技术进步引起的成本下降致使产品供给函数右移,这时经济总福利虽有所增加但其在生产者和消费者之间的分配却取决于产品的需求价格弹性和供给价格弹性。对于消费者而言只要假定在需求曲线向下倾斜时其就会从技术进步中获益,以更低的价格消费更多的产品。对于生产者而言,如果单产增加以及(或)成本下降足够抵消产品价格下降带来的不利影响,其也能从技术进步中获益,但在需求价格弹性较低时产品价格下降幅度很大使得产品销售总收益的减少超过了成本的减少,这时就会导致生产者的净福利损失。

特别是以印度为代表的世界其它地区转基因棉花单产相对增加更高,根据 Matin^[10]的研究印度转基因棉花单产相对增加 34.3%,而中国和美国只有 6.11%和 2.36%,加之自 1996 年以来世界其它地区棉花种植面积一直都占全球的 68%以上,因而 2005 年以后随着世界其它国家转基因棉花采用率的迅猛提高全球棉花生产者的损失也就更为严重。

而消费者无疑是该项新技术的最大获益者,并且从总体上看,随着一国转基因棉花采用率的提高,棉花价格下降幅度相对较大,消费者从中也能获益

更大。就研发者而言,在转基因棉花被批准商业化推广的 13 年间也获得了可观的租金,中国、美国和世界其它地区技术使用费总额分别为 6.18、31.4 和 17.25 亿美元。

就一国整体福利而言,虽然 2005 年之前美国整体能从采用新技术中获益,但数额较小,并且 2005 年之后就呈现出整体亏损的状态;相反,随着转基因棉花采用率的逐步提高,中国和世界其它国家作为整体都获得愈来愈巨大的收益,可见对转基因抗虫棉新技术而言,以中国和印度为代表的发展中国家是该技术的真正最大获益者。

表 1 1996—2008 年间各国及世界整体转基因棉花研发福利效应

年份	中国					美国				
	$\rho(\%)$	ΔCS	ΔPS	$\Delta \pi R\&D$	ΔW	$\rho(\%)$	ΔCS	ΔPS	$\Delta \pi R\&D$	ΔW
1996	0.00	23.7	-22.9	0.00	0.78	14.4	13.2	65.4	59.5	138.1
1997	0.76	44.5	-40.1	1.29	5.62	25.5	26.3	114.2	109.7	250.2
1998	5.85	243.1	-210.2	9.93	42.9	40	134.4	-24.6	137.1	246.9
1999	17.5	334.1	-116.5	18.96	236.7	45	158.6	-70.3	193.9	282.1
2000	30.0	585.5	-146.3	35.25	474.5	61	218.2	-128.2	255.5	345.6
2001	45.1	503.6	6.62	63.04	573.3	69	146.0	-74.1	306.2	378.0
2002	46.7	730.2	-143.7	53.43	639.9	71	174.9	-158.8	282.9	299.0
2003	52.8	946.5	11.3	71.24	1 029.0	73	182.9	-141.3	281.2	322.7
2004	62.7	1 403.3	-53.0	74.77	1 425.0	76	239.8	-330.7	318.4	227.5
2005	61.7	2 266.2	-358.7	67.56	1 975.1	79	288.8	-658.3	349.9	-19.6
2006	58.3	7 403.2	-3 262	65.61	4 206.4	83	697.6	-2 366.0	339.1	-1 329.3
2007	61.3	14 064	-7 100	74.68	7 037.9	87.0	1 175.7	-3 986.2	292.8	-2 517.6
2008	63.3	28 628	-14 260	82.11	14 449	86	2 303.9	-5 914.3	214.0	-3 396.5
年份	其它地区					世界整体				
	$\rho(\%)$	ΔCS	ΔPS	$\Delta \pi R\&D$	ΔW	$\rho(\%)$	ΔCS	ΔPS	$\Delta \pi R\&D$	ΔW
1996	0.00	67.4	-61.5	0.00	5.9	2.22	104.3	-19.0	59.5	144.8
1997	0.00	131.9	-121.7	0.00	10.3	4.20	202.7	-47.6	111.0	266.2
1998	2.11	726.6	-239.1	29.0	516.5	7.60	1 104.1	-473.9	176.1	806.3
1999	2.58	939.2	-340.7	34.2	632.7	11.4	1 431.9	-527.5	247.1	1 151.5
2000	3.80	1 500.2	-500.0	49.1	1 049.2	16.6	2 303.9	-774.4	339.8	1 869.3
2001	3.27	1 164.9	-474.7	43.5	733.7	20.2	1 814.4	-542.2	412.7	1 684.9
2002	5.31	1 507.4	-416.9	64.5	1 155.0	22.1	2 412.4	-719.4	400.9	2 093.9
2003	3.85	1 779.3	-733.8	48.6	1 094.1	22.3	2 908.6	-863.8	401.0	2 445.9
2004	5.23	2 335.5	-1 030.7	73.2	1 378.1	25.2	3 978.6	-1 414.4	466.4	3 030.6
2005	8.77	3 337.1	-1 037.8	119.0	2 418.3	28.2	5 892.1	-2 054.8	536.5	4 373.8
2006	23.9	10 425	-1 410.1	321.1	9 336.4	38.6	18 526	-7 038.2	725.8	12 213.5
2007	33.0	18 703	-2 017.2	428.7	17 115	45.2	33 943	-13 104	796.2	21 635.2
2008	40.6	37 439	-4 424.8	514.1	33 528	49.5	68 371	-24 600	810.2	44 581.6

注:福利变化以百万美元为单位。 ρ 、 ΔCS 、 ΔPS 、 $\Delta \pi R\&D$ 和 ΔW 分别为转基因棉花采用率、消费者剩余变化、生产者剩余变化、研发者收益变化和一国或地区总福利变化。

三、结论与讨论

本文基于大国开放条件下的农业研发经济剩余模型对 1996—2008 年间转基因棉花研发福利效应进行了研究。发现:①因技术进步所产生的“农业踏车效应”朝不利于农民福利的方向发展,新技术虽能

有效降低生产成本,但包括我国棉农在内的各国棉花生产者都因种植转基因棉花而在经济利益上遭受显著损失。②消费者是该项新技术的最大获益者,并且随着转基因棉花采用率的提高各国棉花消费者将获益更大,而研发者也因知识产权保护获得了可观的技术使用费。③作为一国整体而言,以中国和

印度为代表的发展中国家是转基因抗虫棉新技术的最大获益者。

需要说明的是,由于参数设置不同得出的结论可能也略有变化,但基于大国开放条件下的研究思路却弥补了之前学者仅从同时期每单位面积种植转基因和非转基因棉花的成本收益横向对比或仅从封闭条件下研究转基因棉花研发福利效应时的不足和缺陷,有效解释了新技术虽然能大幅降低生产成本、但我国棉农单位纯收益不升反降的现实困境,研究结论也为今后我国科学合理的制定促进棉花产业发展、增进棉农收入的政策提供依据。同时本文所使用的开放条件下研发经济剩余模型这一分析框架也非常适宜于在国际市场有重要影响的我国其它农作物研发福利效应的研究。

参 考 文 献

- [1] HUANG J K, ROZELLE P, WANG Q F. Plant Biotechnology in China[J]. *Science*, 2002, 295(1): 674-677.
- [2] 范存会. 我国采用 Bt 抗虫棉的经济和健康影响[D]. 北京: 中国农业科学院农业经济研究所, 2002.
- [3] 郭艳芹. 我国转基因科研投资的经济效益评估—以转基因水稻为例的实证分析[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学经济学院, 2004.
- [4] 张社梅, 赵芝俊, 朱希刚. 国产转基因棉花科研投资收益的定量分析[J]. *中国农村经济*, 2008(8): 14-23.
- [5] MATIN Q, GREG T. Round up ready soybeans in Argentina: farm level and aggregate welfare effects[J]. *Agricultural Economics*, 2005(32): 73-86.
- [6] ALSTON J M, NORTON G W, PARDAY P G. *Science and scarcity: principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting*[M]. New York: Cornell University Press, 1995.
- [7] MOSCHINI, LAPAN. Intellectual property rights and the welfare effects of agricultural R&D[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1997(79): 1229-1242.
- [8] 张社梅. 国产转基因棉花科研与应用的经济分析[D]. 北京: 中国农业科学院农业经济研究所, 2007.
- [9] WILLIAM D, MCBRIDE, NORA B. Survey evidence on producer use and costs of genetically modified seeds[J]. *Agribusiness*, 2000(16): 6-20.
- [10] MATIN Q, DAVID Z. Yield effects of genetically modified crops in developing countries[J]. *Science*, 2003, 299(2): 900-902.
- [11] MATIN Q, SUBRAMANIAN, NAIK, ZILBERMAN. Adoption of Bt cotton and impact variability: insights from India[J]. *Review of Agricultural Economics*, 2006(28): 48-58.
- [12] 王兆阳, 辛贤. 大国开放条件下棉花市场价格决定研究[J]. *中国农村观察*, 2004(3): 35-43.
- [13] WILLARD W C. *Farm prices, myth and reality* [M]. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1958.

Study on R&D Welfare Effects of Genetically Modified Cotton under Open Condition

HAN Yan-qi, LI Ran, WANG Hong-ling

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

Abstract An empirical study on R&D welfare effects of genetically modified cotton from 1996 to 2008 was carried out by using agricultural R&D economic surplus model under the open condition. The results showed that, firstly, agricultural treadmill effect triggered by technological progress is harmful to cotton farmers' welfare, and including China's cotton planter, cotton producers in every country suffer notable loss on economic benefits by growing genetically modified cotton; secondly, cotton consumers are the biggest gainers of this new technology, and with the rising of adoption rate of genetically modified cotton, consumer surplus will have much more increase, while the researchers will get considerable technology fees because of intellectual property rights protection; thirdly, for a country as a whole, the developing countries such as China and India are the biggest winners of this new technology.

Key words genetically modified cotton; R&D welfare effects; open condition; agricultural treadmill effect

(责任编辑:陈万红)