

张帆,肖郡笑,肖锋. 果类农产品碳足迹核算及碳标签推行策略——以赣南脐橙为例[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(10): 568–571.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.10.159

果类农产品碳足迹核算及碳标签推行策略 ——以赣南脐橙为例

张帆,肖郡笑,肖锋
(赣南师范学院商学院,江西赣州 341000)

摘要:简要介绍了碳足迹核算方法,在此基础上详细分析了基于生命周期法的果类农产品碳足迹核算步骤,并以赣南脐橙作为研究的实例,对脐橙碳足迹进行测量分析,得出 1 kg 赣南脐橙碳足迹为 0.044 894 kg Ce;通过量化赣南脐橙在整个生命周期的温室气体排放情况,找出碳热点在生产加工过程中耗用的电能和种植阶段施用的化肥上分别占 40% 和 31%;最后提出了赣南脐橙碳标签的推行策略。

关键词:碳足迹;碳标签;生命周期评价法;赣南脐橙

中图分类号: F326.13 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)10-0568-04

世界经济不断发展,人类活动频繁,温室气体增加,全球气候变化的趋势愈加明显。农业是温室气体重要排放源,联合国粮农组织指出,耕地释放的温室气体超过全球人为温室气体排放总量的 30%,相当于 150 亿 t 二氧化碳。以“高效率、低能耗、低排放、高碳汇”为特征的低碳农业正成为一种全新的现代农业发展模式而备受关注,因而碳足迹的核算就成为了低碳农业的重要衡量指标。“碳足迹”是一个描述某个特定活动或实体整个生命周期产生温室气体排放量的术语。农业碳足迹能够系统地评价耕作、施肥和收获等农业生产活动过程中由人为因素引起的直接和间接的碳排放总量,定量地测算农业生产活动对温室效应的影响。农产品碳标签能明晰地标识出农产品生命周期中碳足迹信息,使消费者能够直观地获取,有利于督促农产品行业积极地采取减排措施,碳标签制度迅速成为各国应对气候变化、发展低碳农业、约束

经济主体行为的有效手段。

我国是世界水果生产第一大国,其中多种水果产量居世界领先地位,如苹果、桃子、梨;柑橘种植面积位居世界第 1 位;脐橙作为赣南地区的支柱产业,2014 年种植面积 11 200 hm²,产量在 122 万 t 左右。本研究通过对果类农产品的碳足迹核算,识别其生命周期过程中的温室气体排放情况,从而制定有效的碳减排方案;并以赣南脐橙作为研究的实例,通过对脐橙碳足迹的测量分析,为相关部门推行碳标签制度提供理论及数据支持;既有利于低碳农业的战略发展和减排目标的实现,又有利于出口型农业企业应对潜在的碳贸易壁垒,还对生态经济可持续发展有重要的现实指导意义。

1 国内外碳足迹核算方法

碳足迹是指某个产品或服务在其整个生命周期内从原材料到使用、处理及再利用等所有阶段排放的温室气体 (greenhouse gases, GHG)。现有的碳足迹核算方法主要有投入产出法、生命周期评价法和混合生命周期评价法^[1]。

1.1 投入产出法

投入产出法由美国华西里·列昂惕夫提出,最初是用来研究经济体系各部分间投入和产出相互关系的分析方法^[2],是一种自上而下的分析方法,适用于宏观层面的研究。该方

收稿日期:2015-10-14

基金项目:国家自然科学基金(编号:71162001);江西省教育厅科学技术研究项目(编号:JJJ13648);江西省高校人文社科项目(编号:GL1108);江西省赣州市社会科学研究课题(编号:15528)。

作者简介:张帆(1982—),女,江西吉安人,硕士,讲师,研究方向为管理科学与工程。E-mail:maggie820812@163.com。

西北五省农户的调查[J]. 公共管理学报, 2010(3): 31–38, 123–124.

[6] 廖媛红. 制度因素与农村公共品的满意度研究[J]. 经济社会体制比较, 2013(6): 121–132.

[7] 郑卫荣. 农村公共服务满意度分析与对策选择——以浙江省为例[J]. 华中农业大学学报:社会科学版, 2011(1): 74–81.

[8] 于水,曲福田. 我国农村公共产品供给机制创新——基于江苏省苏南苏北地区的调查[J]. 南京农业大学学报:社会科学版, 2007, 7(2): 5–10, 16.

[9] 刘更光,江治强. 农村公共品供给:现状、原因与出路[J]. 中央财经大学学报, 2006(12): 7–11.

[10] Ehrhardt J J, Saris W E, Veenhoven R. Stability of life – satisfaction

over time: analysis of change in ranks in a national population[J]. Journal of Happiness Studies, 2000, 1(2): 177–205.

[11] Clark A E, Oswald A J. Satisfaction and comparison income[J]. Journal of Public Economics, 1996, 61(3): 359–381.

[12] 周浩,龙立荣. 共同方法偏差的统计检验与控制方法[J]. 心理学进展, 2004, 12(6): 942–950.

[13] Livingstone L P, Nelson D L, Barr S H. Person – environment fit and creativity: an examination of supply – value and demand – ability version of fit[J]. Journal of Management, 1997, 23(2): 119–146.

[14] Eby L T, Dobbins G H. Collectivistic orientation in teams: an individual and group – level analysis[J]. Journal of Organizational Behavior, 1997, 18(3): 275–295.

法核算现已被广泛应用于农业能源领域,主要是利用投入产出表和列昂惕夫逆矩阵来分析农产品上游的直接与间接能源需求,然后使用排放因子计算出碳排放量。其缺点是只能得到某行业的碳足迹,无法获得某一产品的具体碳排放量,因此不适用于微观层面;使用的投入产出表由国家 5 年公布 1 次,更新速度慢,因此计算使用的数据不即时,影响结果的可靠度。

1.2 生命周期评价法

生命周期评价法(life cycle assessment LCA)是根据 ISO14040:2006《环境管理 生命周期评价 原则与框架》和 ISO14044:2006《环境管理 生命周期评价 要求和指南》制定的一种有效的环境管理工具,是核算产品从原材料、生产、运输、销售、使用到处理阶段的所有活动对环境影响的一种自下而上的分析方法,适用于微观领域。其核算碳足迹主要有 5 个步骤:绘制过程图、确定系统边界和优先序、收集数据、计算碳足迹、检查不确定性^[3]。

生命周期法有些局限性:一是系统边界有很大的主观人为性,缺乏对非重要阶段的深入思考,很可能截断边界,把需

要包括进去的活动排除在外;二是其在计算过程中允许使用次级数据,次级数据缺乏初级数据的针对性,影响最后结果的可信度;三是需要收集的数据量比较大,投入的资源多。

1.3 混合生命周期法

混合生命周期法将投入产出法与生命周期法相结合,既充分使用了投入产出法中的投入产出表,又保留了生命周期法的针对性、细致性,与此同时保证了边界的完整性,减少了投入的人力、物力资源,但其核算碳足迹的过程太过复杂,较难掌握。该方法主要应用于工业、交通等领域,鲜用于农业领域。本研究拟采用较为主流的生命周期法进行果类农产品碳足迹核算。

2 基于生命周期评价的果类农产品碳足迹核算步骤

生命周期评价法适用于从商业到消费者(business to customer, B2C)的各类商品、从商业到商业(business to business, B2B)的各类商品以及 B2C、B2B 的各类服务在其生命周期内的温室气体排放评价^[4]。本研究主要介绍关于果类农产品碳足迹的核算步骤,如图 1 所示。

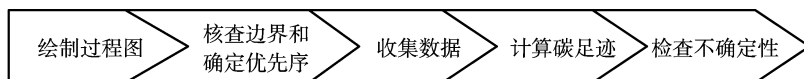


图1 碳足迹的计算步骤

2.1 绘制过程图

绘制果类农产品生命过程图,包括农产品种植、生产加工、销售、消费和废弃等整个农产品生命周期的所有环节。过程图的绘制是为了确定对农产品生命周期温室气体排放有所贡献的所有材料、活动和过程,过程图是碳足迹计算过程的重要工具,为数据收集和碳足迹的计算提供了图示指导。

高质量的过程图,需要通过走访农产品的种植、生产加

工、销售、消费和废弃等整个农产品生命周期的所有环节,来获得更多的优先序和热点(即温室气体排放量最大的生命周期阶段或生产流程),不让时间花费在温室气体排放少的环节上,使优先序可以基于最大排放源,提供更大的减排可能。

B2C 农产品、B2B 农产品的过程图是不同的,如图 2、图 3 所示。

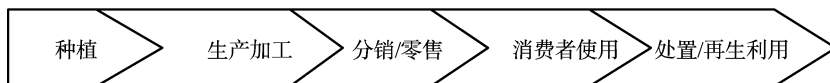


图2 B2C农产品的生命过程

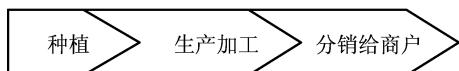


图3 B2B农产品的生命过程

图 2、图 3 均是大步骤,更完整的过程图需要将大步骤再细分成小步骤来绘制,需要标示出各种材料流、能量流、废物流,即农产品种植到处置废弃的详细过程。

绘制完农产品生命周期完整的步骤过程图,下一步就是边界和优先序的确认。

2.2 核查边界并确定优先序

系统边界即农产品种植到处置的全过程,决定了农产品碳足迹计算的范围,须与产品种类规则一致,没有产品种类规则的产品应明确界定系统边界。所有实质性排放都列入是系统边界的关键原则,而非实质性排放源(即不超过排放总量的 1% 的任一来源)、输入过程的人力、消费者到买点的交通和畜力运输这 4 类排放源不列入边界。利用即时获取和估值的数据确定实质性排放源,分析现有数据确定优先序,为下一步数据收集和碳足迹分析奠定基础。

2.3 收集数据

碳足迹的计算需要活动水平数据和排放因子(即能源使用或燃烧过程中单位能源排放的温室气体数量),而这 2 类数据又来源于初级活动水平数据和次级活动水平数据。初级数据是农产品生命周期过程中直接测量获得的,次级数据是同类原料或过程平均或通用测量的,如农业协会的行业报告中的数据。PAS 2050《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》规定碳足迹计算中所使用的数据必须遵循数据质量规定。

计算时应尽量使用初级活动水平数据,让人们了解实际排放情况,为最大减排提高可能性,但下游温室气体排放源不需要初级活动水平数据,初级数据可由内部人员或第三方收集。如果无法获得初级数据,则可使用来源可靠的次级数据。

收集到足够数据后进行数据汇总,汇总后输入过程的总量应与输出过程的总量相等,即质量平衡,确认所有材料都已计入,没有遗漏。

2.4 计算碳足迹

根据详细的过程图计算出农产品生命周期中的每一个活

动的碳排放量最后加总,就是果类农产品的总排放量。其中每一个活动的碳排放量等于这一个活动的活动水平数据与排放因子相乘,具体计算过程中还需要考虑具体排放因子的处理等问题。

2.5 检查不确定性

不确定性检查是对碳足迹精度的检查,目的是为了提 高农产品间比较的可信度和决策水平,减少不确定性有用初级数据代替次级数据、使用更完整和更有针对性的次级数据、完善计算碳足迹的模型等方法。

3 赣南脐橙碳足迹核算与评价分析

3.1 产品选择与功能单位

本研究以赣南脐橙为研究对象,进行碳足迹核算,目标是量化赣南脐橙在整个生命周期的温室气体排放情况,找出产品碳足迹热点,提供企业减排的依据。本研究以江西赣州崇义县某果业有限公司 2014 年的调研数据进行赣南脐橙碳足迹核算研究,该公司采取“企业+基地+合作社+农户”的农业产业化经营模式。选择好农产品后下一步是确定功能单位,功能单位的选择没有唯一答案,最好选择便于操作的,能为产品间碳足迹的比较提供基础,对消费者来说有意义。本研究将赣南脐橙的功能单位确定为 1 kg 赣南脐橙,即核算 1 kg 赣南脐橙的碳足迹。

3.2 碳足迹计算

3.2.1 绘制过程图 由于消费者在脐橙食用和废弃过程中基本不产生碳排放,本研究采用 B2B 的评价模式来绘制赣南脐橙的过程图,如图 4 所示。

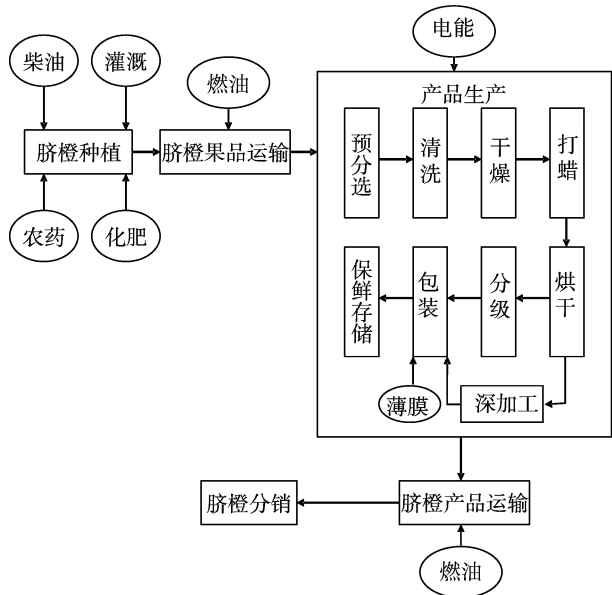


图4 赣南脐橙的碳足迹过程

3.2.2 确定边界与优先序 赣南脐橙的边界确定为脐橙种植、运输、生产加工、产品运输分销 4 个阶段,不包括零售流通阶段。其中由于现在倡导无公害技术、绿色食品,脐橙种植中使用的农药较少,所以农药的碳排放暂不考虑,此外包装中使用的薄膜在 1 kg 脐橙中的量微乎其微,也忽略不计。因此赣南脐橙碳足迹的核算着重考虑脐橙种植阶段的施肥、农业机械使用消耗的化石燃料(主要是农用柴油)、果园灌溉过程中

使用的电能、运输过程中消耗的燃油以及生产加工过程中使用的电能所导致的直接或间接碳排放。

3.2.3 数据收集 活动水平数据主要有化肥(氮肥、磷肥、钾肥)、燃油、外购电力、运输距离。排放因子从现有文献中获得。活动水平数据和排放因子如表 1、表 2 所示,其中活动水平数据按照 1 kg 赣南脐橙消耗量进行收集。

表 1 排放因子

项目	排放因子	参考文献
氮肥 N(标准碳,kg/kg)	1.74	[5-6]
磷肥 P ₂ O ₅ (标准碳,kg/kg)	0.20	[5-6]
钾肥 K ₂ O(标准碳,kg/kg)	0.15	[5-6]
柴油(标准碳,kg/L)	0.72	[7]
运输(公路)[标准碳,kg/(kg·km)]	5.19×10 ⁻⁵	[4]
电能[标准碳,kg/(kW·h)]	0.25	[5]

表 2 活动水平数据

项目	消耗数量
氮肥 N(kg)	0.007 0
磷肥 P ₂ O ₅ (kg)	0.003 5
钾肥 K ₂ O(kg)	0.006 3
柴油(L)	0.006 777 2
农业灌溉消耗电能(kW·h)	0.017 220 0
种植基地至加工企业运输距离(km)	10
生产加工消耗电能(kW·h)	0.073
加工企业至赣南脐橙分销中心运输距离(km)	60

3.2.4 碳足迹计算 活动碳排放量计算公式:

$$E_i = A_i \times EF_i \tag{1}$$

式中: E_i 是第 i 种活动的二氧化碳排放量, A_i 是第 i 种活动的活动水平, EF_i 第 i 种活动的排放因子。

碳排放总量计算公式:

$$E = \sum_i A_i \times EF_i \tag{2}$$

1 kg 赣南脐橙碳足迹为 0.044 894 kg Ce(表 3)。通过图 5 可以看出,赣南脐橙碳热点在生产加工过程中耗用的电能和种植阶段施用的化肥上,分别占 40% 和 31%,因此企业可以通过改进生产工艺,提高脐橙加工效率;有机肥替代化肥、化肥减氮降磷施用技术^[8];大力推广节水灌溉技术,优先选择节能环保农用机械等措施来降低能源消耗,减少赣南脐橙碳排放。

表 3 各活动碳排放量

项目	碳排放量 (kg Ce)
化肥	0.013 825 00
柴油	0.004 879 60
农业灌溉	0.004 305 00
运输	0.003 634 75
电能(生产加工)	0.018 250 00
碳足迹(合计)	0.044 894 00

3.2.5 不确定性检查 虽然活动水平数据从企业获取,但由于企业未能对每一个环节进行实时的能源消耗在线监测,初级数据存在统计误差,因此计算得出的结果也存在一定的偏差。

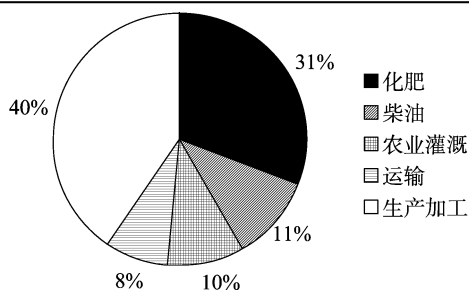


图5 各活动碳排放百分比

4 推行赣南脐橙碳标签的策略

碳标签是将产品碳足迹的信息用量化的指数标在产品标签上^[9],从全球碳标签的发展来看,碳标签的使用已是大势所趋。推行碳标签有利于企业打破贸易壁垒,提高企业竞争力,促进消费者消费模式的转变。赣南脐橙碳标签有2个作用:一是可以引导消费者消费,使消费者了解赣南脐橙的环保性,有意识地增加消费者的减排量;二是透明化企业生产脐橙产品的碳排放来源,便于企业采取减排措施。因此,推行赣南脐橙碳标签是必要的。

4.1 大力宣传碳标签

政府可以联合媒体、相关组织一起宣传低碳理念,让消费者对于碳标签有足够的认识,让消费者了解到如今减少碳排放以遏制全球气候向更坏方向发展趋势的重要性,使消费者自觉购买贴有碳标签的赣南脐橙,为环境保护做出贡献,增加贴有碳标签脐橙的市场需求,用需求来引导企业增加碳标签脐橙的供应,还可以利用低碳订单的倒逼机制促使企业加贴碳标签。

4.2 提高企业的责任感

加强对脐橙生产加工企业的宣传教育,使企业认识到在环境保护上的重要责任,以及让其认识到先加贴碳标签的企业会在消费者心中树立良好的品牌形象,使企业能够自觉为此付出一定的行动。同时,政府可制定相关政策,让企业为避免政策限制必须加贴碳标签,承担起保护环境的重任。

4.3 建立赣南脐橙碳标签管理部门

建立赣南脐橙碳标签管理部门,由其先根据国际标准制定统一的赣南脐橙碳标签核算标准、核算方法和认证标准,统一市场上的碳标签,建立赣南脐橙碳标签体系,监督碳标签的实施,推动赣南脐橙碳标签的全面施行。碳标签管理部门负责碳标签的企业申请工作、核查企业碳足迹。符合碳排放限制要求的企业方能获得碳标签资格,否则需要再努力减少碳排放,符合申请要求后才能获得碳标签。

4.4 政府补贴

一方面,政府对发展节能减排,并加贴碳标签的企业进行补贴^[10],降低企业实施碳标签的成本,以此激励企业使用脐橙碳标签,提高碳标签的普及度,并且政府需要派专业人员对企业进行深入培训,使企业掌握碳足迹核算方法,可先让大型企业先加贴标签,而后利用大型企业的市场领导作用将碳标签推广至中小企业;另一方面,政府可拨资金对购买碳标签脐橙的消费者进行补贴,使消费者为购买碳标签脐橙而花费的钱并不比购买普通脐橙贵,甚至可能比买普通脐橙更便宜,让消费者觉得既买到了脐橙又能保护环境,以鼓励消费者购买

贴了碳标签的脐橙,促进碳标签的推广。

5 结语

英国于2007年试行推出全球第一批标示碳标签的产品,包括洋薯片、奶昔、洗发水等消费类产品^[11]。随后其他国家如美国、德国、瑞典、日本、韩国、泰国等先后推行了产品碳标签制度^[12-13]。瑞典碳标签制度首先开始于食品领域,如水果、蔬菜、乳制品等,从而引导消费者选择健康的绿色食品;日本农林水产省正式宣布2011年4月起推行农产品碳标签制度,要求摆放在商店的农产品通过碳标签向消费者显示其生产过程中排放的二氧化碳量,成为全球首个计划推行农产品碳标签制度的地区。沃尔玛要求10万家供应商必须完成碳足迹验证,贴上不同颜色的碳标签,这将直接或间接牵涉到我国上百万家农产品生产加工企业。

果类农产品碳足迹核算是推行碳标签制度的关键。在未来,没有碳标签的产品或将难以进入市场。欧洲已通过设置碳关税,对不符合低碳标准的产品增收碳税,增加壁垒;美国的能源部已经视低消耗、低碳排放产品为进入美国市场的准入条件。碳标签已成为一些发达国家的贸易壁垒,果品行业和相关政府部门需要了解低碳经济时代已经到来,未雨绸缪开展果品碳足迹核算,比如建立完善排放因子数据库、尽快转化和制定相关核算标准、建立和完善碳足迹测量体系等。我国是水果大国,开展果品碳足迹核算,推行果品碳标签制度,对于应对未来国际市场变化十分必要。

参考文献:

- [1] 计军平,马晓明. 碳足迹的概念和核算方法研究进展[J]. 生态经济,2011(4):76-80.
- [2] 黄祖辉,米松华. 农业碳足迹研究——以浙江省为例[J]. 农业经济问题,2011(11):40-47.
- [3] Specification P A. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services PAS 2050 [R]. British Standards Institution,2008.
- [4] 田彬彬,徐向阳,付鸿娟,等. 基于生命周期的产品碳足迹评价与核算分析[J]. 中国环境管理,2012(1):21-26.
- [5] 史磊刚,陈 阜,孔凡磊,等. 华北平原冬小麦-夏玉米种植模式碳足迹研究[J]. 中国人口·资源与环境,2011,21(9):93-98.
- [6] Lal R. Carbon emission from farm operations[J]. Environment International,2004,30(7):981-990.
- [7] 陈 琳,闫 明,潘根兴. 南京地区大棚蔬菜生产的碳足迹调查分析[J]. 农业环境科学学报,2011,30(9):1791-1796.
- [8] 刘红江,郑建初,沈明星,等. 规模农场低碳循环生产技术体系的构建[J]. 江苏农业科学,2015,43(2):427-429.
- [9] 余运俊,王 润,孙艳伟,等. 建立中国碳标签体系研究[J]. 中国人口·资源与环境,2010,20(增刊2):9-13.
- [10] 王晓莉,吴林海,童 霞. 影响农副食品加工企业生产碳标签食品的主要因素研究[J]. 华东经济管理,2012(10):148-151.
- [11] 裴晓东. 各国/地区碳标签制度浅析[J]. 轻工标准与质量,2011(1):43-49.
- [12] 赵 丹,吴林海,徐立青,等. 食品生产企业碳标签使用调查与国外碳标签使用的比较[J]. 世界农业,2011(3):27-31.
- [13] 李 茜. 发达国家碳标签发展实践分析[J]. 知识经济,2014(15):5-7.