

Doi:10.20063/j.cnki.CN37-1452/C.2023.02.012

# 基于生态足迹法的山东省农产品结构优化研究

王娜,张磊

(鲁东大学 商学院,山东 烟台 264039)

**摘要:**生态保护和农业发展是辩证统一关系,为实现山东省农产品结构优化,利用生态足迹法构建2020年山东省主要农产品的生态足迹结构模型,研究发现,山东省主要农产品产值足迹有明显分类,其中蔬菜、水产品、烟叶等产值足迹值较小且生态经济综合效益较高;小麦、猪肉等生态经济综合效益一般,生产用地占比大;牛羊肉等产值足迹最大,生态经济综合效益较低。因此,山东省应通过选育良种、加强耕地综合治理、提高海洋生态环境承载力、鼓励林地农业结构升级和农产品科技创新等一系列举措优化农产品结构,实现经济和生态协调发展。

**关键词:**农产品结构;生态足迹;可持续发展

**中图分类号:**F303 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-8039(2023)02-0081-07

优化改善农产品结构是实现农业可持续发展的重要措施。在我国,人多地少这一自然资源的先天不足始终困扰着农业生产,资源和需求双重约束成为未来农业高质量发展的羁绊。因此在保证农产品供给能力的前提下,应结合各地特点,因地制宜调整农产品结构,发挥比较优势,在提高经济效益的同时将资源合理利用与资源保护相结合,最终促进农业的可持续发展。

以山东省为例,运用生态足迹法,对2020年山东省生态足迹进行计算,从生态经济综合效益最优的角度分析山东省农产品的结构,定量评价其农业土地利用的可持续发展状况,在此基础上探讨优化农产品结构的路径,提出行之有效的举措,这对促进区域农业可持续发展具有一定的理论和实践参考价值。

## 一、文献综述

20世纪90年代,加拿大生态经济学专家William E. Rees首次提出生态足迹概念,即自然资源对于某个区域的扩张以及对人口消费提供的支撑服务和吸收,消耗某区域发展及人口所产生的废弃物可以以经济学的方式进行核算。1996

年Wackernagel M对生态足迹理论进一步的完善,引入了生物生产性土地的概念,完成了对均衡因子的研究计算<sup>[1]</sup>。之后,国外学者以及世界自然基金会会对全球的产量因子和均衡因子进行计算,以此用于生态足迹的计算。1997年,Wackernagel M等人利用该方法测算出世界上52个国家的生态足迹,同时得出了在1997年世界人均生态足迹和人均生态赤字<sup>[2]</sup>。2008年,Fortuny M等人运用该方法基于土地面积对当地旅游业可持续发展进行测算<sup>[3]</sup>。2012年,《地球生命力报告》结合了人类发展足迹和生态足迹法对全球的可持续发展进行了衡量。国内学者徐中民等引入生态足迹指标,介绍了生态足迹的概念及生态足迹计算模型,对张掖地区1995年的生态足迹进行了实证计算和分析<sup>[4]</sup>。此后,生态足迹方法在国内学界应用尺度逐渐扩大,大到国家、省份等区域空间尺度,中到区域的旅游、交通等产业活动,小到具体的产品。刘某承等采用2001年的MODIS数据,依据植被的净初级生产力,计算得到中国以及各个省份的六种生物生产性土地的均衡因子<sup>[5]</sup>。2014年,曹淑艳等学者采用生态足迹模型,根据2010年中国平均生产效率,核算了近80种农产

收稿日期:2023-01-25

**基金项目:**山东省社科规划研究项目“电商经济赋能山东省农村劳动力创业的机理、效应及保障政策研究”(22CJJJ12);山东省软科学项目“乡村振兴战略背景下山东省优质专用小麦生产支持政策效应及优化调控研究”(2022RKY07013)

**作者简介:**王娜(1979—),女,辽宁阜新人,经济学博士,鲁东大学商学院副教授、硕士生导师;张磊(1979—),男,山东泰安人,管理学博士,鲁东大学商学院教授、硕士生导师。

品离开生产系统时的生态足迹,为在个人、家庭、社区、组织、区域等不同尺度上核算人类生产和消费的生态足迹提供了基础参数<sup>[6]</sup>。2022年,Liu, Y等基于改进的生态足迹模型,对2013年至2018年广东省可持续发展进行了深入研究<sup>[7]</sup>。2015年,陈珂等从生态承载力、生态足迹指数和生态压力指数等多个维度刻画了1999—2011年北京市森林旅游生态足迹的嬗变轨迹<sup>[8]</sup>。2019年,胡志毅等利用该方法对中国的旅游生态进行可视化研究<sup>[9]</sup>。2013年,宗刚等以北京市的两种公共交通方式为研究对象,利用基于能值分析改进的生态足迹模型,计算出2005—2010年北京市公共交通的生态足迹<sup>[10]</sup>。2021年,吕天宇等基于生态足迹模型测度了长江中游城市群县域尺度的可持续发展状况,并在STIRPAT模型框架下基于交通网络空间互动关系挖掘生态足迹的驱动机制和空间效应,为交通网络扩张背景下的跨区域生态治理与可持续发展提供参考<sup>[11]</sup>。2006年,符国基等运用生态足迹法和农产品结构优化模型,对海南省的农产品进行生态足迹计算分析<sup>[12]</sup>。强文丽等利用改进的生态足迹理论,对中国大豆供给的耕地足迹和能源足迹进行了测算<sup>[13]</sup>。2019年,黄莉娟等利用生态足迹法对甘肃省农产品结构进行研究<sup>[14]</sup>。生态足迹理论的应用研究建立了土地资源的承载力与研究对象发展之间的联系,关注人类社会发展与生态环境的关系。学者们采用该方法在多个领域,以多种视角,提出了卓有建树的思想和建议,为本文的研究提供了重要的理论参考和实践指导。

## 二、山东省农产品结构优化定量计算与分析

### (一)研究方法

#### 1. 生态足迹方法

生态足迹(或生态占用),指以可持续方式生产资源和吸收废物的属性。拥有生物生产力的地域空间。任何人口(城市或国家)的生态足迹是满足特定人口损耗的所有资源和吸纳这些人口所产生的所有废物所需要的生物生产面积(包括陆地、水域面积)。生态足迹的计算公式是:

$$EF = N \cdot ef = N \cdot r_j \sum_{i=1}^b (aa_i) = N \sum_{i=1}^6 \left( \frac{c_i}{p_i} \right), (j = 1, 2, \dots, 6) (i = 1, 2, \dots) \quad (1)$$

上式中  $EF$  表示总的生态足迹; $ef$  代表人均的生态足迹; $N$  为地区总人口数; $aa_i$  表示是指用第  $i$  种消费品计算的人均可生产的土地面积; $c_i$  表示人均对第  $i$  种消费品的年消费量; $p_i$  为  $i$  种消费品全球年平均土地生产力; $i$  为消费品和所投入的土地类型; $r_j$  是与每种土地利用类型相对应的均衡因子; $j$  为生物生产性土地类型。生物生产性土地类型分为六种,主要包括:耕、林、牧、水、化石能源和建成地<sup>[15]</sup>。

### 2. 基于生态足迹的优化评价模型

通常农业结构是指农业生产的组成成分在空间和时间上的配置以及物质和能量在各组成成分之间的流动和循环途径。农业生产不仅要为人类带来更多的经济利益,而且还要注意在创造财富的同时与自然环境相协调,在保证自然生态系统均衡的前提下尽量降低对自然环境的破坏。因此农业产业结构的调整和优化,既要追求农业生产的经济效益和社会效益相统一,还要实现农业生产的整体效益最优。计算生态足迹目的是对人类利用自然资源的程度进行定量的测度,可以用来评析区域的可持续发展状态。该方法首先要计算出各个农产品的生态足迹,再将不同农产品的生态足迹进行对比。若计算的生态足迹数值大则说明这类农产品的生产性土地面积占用多,反之反是。为了实现农产品生态经济综合效益的最大化,建立农产品结构优化评价模型:

$$efv_i = \frac{ef_i}{v_i} \quad (2)$$

式中  $i$  代表农产品的类型; $efv_i$  为第  $i$  种农产品的产值足迹; $ef_i$  为第  $i$  种农产品的生态占用; $v_i$  为  $i$  种农产品的产值。产值足迹数值较小的农产品,表示这类农产品的单位产值所占的生态足迹小,生态足迹小则该类农产品所占用的土地面积小,因此其生态经济的综合效益较高;反之反是。分析对比不同农产品的产值足迹,确定需要优先发展的农产品种类,不仅可以增加农产品的经济效益,同时还可以降低农产品发展的生态环境成本,推动农业向绿色协调方向发展。

### 3. 数据来源

由于不同类型的土地有不同的生产力,因此计算各种土地的生态足迹需要一个均衡因子。表1采用的是Wackernagel调查研究的均衡因子<sup>[16]</sup>。

表1 不同研究计算的世界均衡因子

土地类型	用途	均衡因子				
		Wackernagel	Chambers	WWF-2000	WWF-2001	WWF-2002
林地	提供林产品	1.1	1.17	1.78	1.38	1.35
耕地	种植农作物	2.8	2.83	3.16	2.19	2.11
水域	提供水产品	0.2	0.06	0.06	0.36	0.35
草地	提供畜产品	0.5	0.44	0.39	0.48	0.47

(二)2020年山东省主要农产品生态足迹计算与分析

根据生态足迹方法及公式(2.1),结合主要农产品数据可以计算出2020年山东省农产品的生态足迹(表2)。表2中的2020年的山东省农产品生产数量来源于国家统计局官方网站和《山东统计年鉴2021》,全球农产品的平均产量来自于世界粮农组织(FAO)在2013年和2014年公布的综合数据。山东省主要的地形是平原和丘陵,土地利用情况以耕地为主。同时山东省的猪牛羊等牲畜采用的是圈养的喂养方式,而且喂养猪牛

羊的饲料一般为粮食作物和秸秆而不是牧草,所以在本文中猪牛羊的土地类型划分为耕地<sup>[17]</sup>。

从表2中可知,山东省的主要农产品生态占用差异很大。将各种主要农产品生态足迹的占比由大到小排序为:耕地占96.22%,水域占2.42%,草地占0.89%,林地占0.47%。从生态足迹的占比可知,在本文的四种土地类型的生态足迹占比中,耕地最大、林地最小。这表明占用耕地的粮油果蔬畜禽产品对生态环境的影响最大,在林地上种植的水果对于生态环境的影响最小。

表2 2020年山东主要农产品生态足迹

项目	全球平均产量(kg/hm <sup>2</sup> )	山东省生物生产量(万t)	总生物生产性面积(万hm <sup>2</sup> )	均衡因子	总生态足迹(万hm <sup>2</sup> )	比率/%	农产品类别	土地类型
稻谷	5038.9	98.77	19.60	2.8	54.88	0.29	粮油	耕地
小麦	3289.3	2568.85	780.97	2.8	2186.72	11.68	粮油	耕地
玉米	5572.9	2595.4	465.72	2.8	1304.01	6.79	粮油	耕地
豆类	5745.0	56.69	9.87	2.8	27.63	0.15	粮油	耕地
薯类	20051.1	114.05	5.69	2.8	15.93	0.09	粮油	耕地
油料作物	661.4	290.95	439.90	2.8	1231.72	6.58	粮油	耕地
烟叶	1754.3	4.72	2.69	2.8	7.53	0.04	农副产品	耕地
蔬菜及食用菌	19570	8434.7	431	2.8	1206.80	6.45	果蔬	耕地
瓜类	24883.1	1109.08	44.57	2.8	124.80	0.67	果蔬	耕地
猪肉	222.0	271.03	1220.86	2.8	3418.40	18.26	畜禽产品	耕地
牛肉	40.0	59.70	1492.5	2.8	4179.00	22.33	畜禽产品	耕地
羊肉	40.0	34.02	850.5	2.8	2381.4	12.72	畜禽产品	耕地
禽蛋	718.8	480.92	669.05	2.8	1873.37	10.01	畜禽产品	耕地
苹果	15490.4	953.63	61.56	1.1	67.72	0.36	果蔬	林地
梨	14263.7	111.09	7.79	1.1	8.57	0.05	果蔬	林地
葡萄	10786.7	116.07	10.76	1.1	11.84	0.06	果蔬	林地
牛奶	728.3	241.42	331.48	0.5	165.74	0.89	畜禽产品	草地
水产品	366.0	828.61	2263.96	0.2	452.79	2.42	水产品	水域

除上述分类外,还可以根据生态足迹所占比例将各个农产品分为三类(表3)。第一类是生态足迹占比大于10%的农产品,例如小麦、猪肉、牛肉、羊肉、禽蛋,这些农产品对于生态环境的影响较大;第二类是生态足迹占比小于10%且大于1%的农产品,包括玉米、油料作物、蔬菜及食用菌和水产品,这些农产品对于生态环境的影响小于第一类;第三类的农产品的生态足迹占比小于

1%,包括:稻谷、豆类、薯类、烟叶、瓜类、苹果、梨、葡萄和牛奶,这些农产品对于生态环境的影响最小。由此可以看出,农产品的生态足迹占比越小,其对生态环境的影响也越小,更适合发展,且发展前景愈好。反之,生态足迹占比较大的农产品,不仅对环境的影响大,而且发展起来较难适应外部环境,发展前景相应的较差。

表3 基于生态足迹比率的山东省农产品分类

生态足迹比率/%	农产品类别	对环境的影响
大于10%	小麦、猪肉、牛肉、羊肉、禽蛋	较大
大于1%小于10%	玉米、油料作物、蔬菜及食用菌和水产品	一般
小于1%	稻谷、豆类、薯类、烟叶、瓜类、苹果、梨、葡萄和牛奶	较小

(三)2020年山东省主要农产品产值足迹计算与分析

根据研究方法中的主要农产品的优化评价模型,结合公式(2.2)可以计算出山东省2020年主要农产品的产值足迹(表4)。

表4中的产品价格来源于国家统计局官方网站、中国农产品价格调查、中华人民共和国农业农村部、山东省公共数据开放网、山东省发展和改革委员会上的农产品价格和实践调查的综合数据。

表4 2020年山东省主要农产品产值足迹

项目	产量(万t)	单价(元/kg)	农产品总产值(万)	总生态足迹(万hm <sup>2</sup> )	产值足迹(hm <sup>2</sup> /万元)	比率/%
稻谷	98.77	4.33	427674.1	54.88	1.28	2.98
小麦	2568.85	2.47	6345059.5	2186.72	3.45	8.00
玉米	2595.4	2.15	5580110	1304.01	2.34	5.42
豆类	56.69	5.01	284016.9	27.63	0.97	2.26
薯类	114.05	5.87	669473.5	15.93	0.24	0.55
油料作物	290.95	13.31	3872544.5	1231.72	3.18	7.38
烟叶	4.72	13.31	62823.2	7.53	1.20	2.78
蔬菜及食用菌	8434.7	4.45	37534415	1206.80	0.32	0.75
瓜类	1109.08	3.59	3981597.2	124.80	0.31	0.73
猪肉	271.03	44.11	11955133.3	3418.40	2.86	6.64
牛肉	59.70	73.33	4377801	4179.00	9.55	22.16
羊肉	34.02	69.18	2353503.6	2381.4	10.12	23.48
禽蛋	480.92	7.44	3578044.8	1873.37	5.24	12.15
苹果	953.63	6.74	6427466.2	67.72	0.11	0.24
梨	111.09	4.27	474354.3	8.57	0.18	0.42
葡萄	116.07	9.27	1075968.9	11.84	0.11	0.26
牛奶	241.42	5	1207100	165.74	1.37	3.19
水产品	828.61	20.61	17077652.1	452.79	0.27	0.62

在大农业的生态占比中,农、林、牧、渔所占的比例为96.22:0.47:0.89:2.42,而从大农业的产值比例来看,他们的比例为95.27:0.92:3.19:0.62。可见,林、牧业的经济效益比率大于他们的生态占用比率。畜牧业的经济效益占比远大于其生态占用比例,说明山东省的草地可以在对环境产生较小的影响的同时产出较大的社会经济

效益;林业的经济效益比例略大于其生态占用比,表明林地的经济效益不高,在获取林产品的时候要注意对周围环境的保护,注重综合效益。渔业的生态占用比例则是其经济效益比例的近4倍,因为人们在开发利用水域的时候忽视了生产活动对于生态环境的影响。

依照农产品产值足迹将山东省2020年主要农产品划分为生态经济综合效益最高、较高、一般、较低和最低五类,汇总可得表5。

表5 依照产值足迹的山东省农产品分类

农产品产值足迹(Efv <sub>i</sub> )(hm <sup>2</sup> /万元)	农产品类型	生态经济综合效益
0<Efv <sub>i</sub> <1.10	豆类、薯类、蔬菜及食用菌、瓜类、苹果、梨、葡萄、水产品	最高
1.10<Efv <sub>i</sub> <2.04	稻谷、烟叶、牛奶	较高
2.04<Efv <sub>i</sub> <5	小麦、玉米、油料作物、猪肉	一般
5<Efv <sub>i</sub> <10	牛肉、禽蛋	较低
10<Efv <sub>i</sub>	羊肉	最低

注:1.103hm<sup>2</sup>/万元是1997年水平的水平;2.037hm<sup>2</sup>/万元是1999年全国的水平。

从表5中可以看出,山东省的主要农产品的产值足迹有很明显的分类。生态足迹值最小且生态经济效益最高的是豆类、薯类、蔬菜及食用菌、瓜类、苹果、梨、葡萄和水产品,这些农产品适应山东省的耕地和气候类型,在带来较高的经济效益的同时又对生态环境的影响较小,发展前景也好,应该大力支持其发展。产值足迹值较小和生态经济综合效益较高的有稻谷、烟叶和牛奶,三者的生态足迹比例较小,对环境产生较小的影响,更有利于对环境的保护,但是其产值足迹略高于第一组,所以应该优先发展这三种农产品。

生态经济综合效益一般的有玉米、油料作物、小麦、猪肉。其中,小麦和猪肉的生态足迹占比大于10%,表明这些农产品的生产会对生态环境造成较大的影响;玉米和油料作物对生态环境的影响小于小麦和猪肉带来的影响。这四种农业商品都是农业生产中不可或缺的一部分,它们的生产规模虽大,却需要占用大量的生产用地,因此它们能够维持其生产规模,满足基本的社会需要即可。

产值足迹值较大且生态经济综合效益较低的农产品有牛肉和禽蛋;羊肉是山东省主要农产品产值足迹最大的农产品,主要是由于养殖牛羊所需的耕地面积过大,对生态环境的影响很大,而且羊肉牛肉的市场需求比猪肉的市场需求小,所以可以适当限制牛羊养殖业的发展,把节省出来的耕地用在种植生态经济综合效益更高的农产品上。

### 三、山东省农业结构存在的问题及解析

#### (一) 山东省农产品结构存在的问题

1. 农业类型较少,对耕地的利用过多。从表2和表3中可以看出,山东省内的四种土地利用类型按照生态占用的比例由大到小为:耕地、水域、草地、林地;按照经济效益的比例由大到小为:耕地、草地、林地、水域。耕地的生态占用和产值足迹都很高,两者在比例上基本持平。虽然耕地占用着绝大多数的生态环境,但经济效益也是最高的,而且耕地的生态占用比例和产值足迹比例都为90%以上,占据了主要农产品的生态占用和产值足迹比例的大部分。

2. 生态占用与经济效益不匹配。从表5中可以看出,一些属于耕地一类的农产品,如豆类、薯类、蔬菜及食用菌、瓜类、稻谷、烟叶、小麦、玉米、猪肉等的生态经济综合效益较高,但是同样是作为耕地利用类型的牛肉、羊肉和禽蛋等农产品的

生态经济综合效益很低。

3. 水域资源没有得到合理的开发。在表2和表4中,水产品的生态占用比例是其产值足迹比例的四倍,但是在表5的产值足迹的分类表中,水产品的生态经济综合效益是最高的。虽然水域的生态占用比例和其经济效益比例差距较大,但是从表3中可以看到,水产品对生态环境的影响较小;再结合表2和表5,由于山东省水产品产值足迹较小,所以具有较高的生态经济综合效益。

4. 林地资源的农业结构存在优化的空间。根据表2和表4中可以看到,林地的生态占用比例与其经济效益比例基本持平,处于全体农产品分类中的中间位置。但是从表5中可以看到,林产品的生态经济综合效益很高,还存在较大的发展空间。

#### (二) 山东省农产品结构问题产生的原因

1. 山东省实施了农业“三项补贴”政策,目标在于保护耕地地力、适度调整粮食的经营规模,同时又加大对于种植业的补贴保护力度,推进了农产品的产量。而且,在山东省猪牛羊的养殖大多是靠秸秆喂养,因此牛猪羊等牲畜的土地利用类型主要是以耕地为主,这也增加了耕地的生态占用比例和经济效益占用比例。虽然说耕地的生态占用比例高达96.22%,但是其经济效益比例与生态占用成正比,在给社会带来经济效益的同时也对环境造成了不小的影响。所以,不管是从生态占用比例来看还是经济效益占用比例来看,耕地是山东省主要农产品的生物生产性土地类型。

2. 相对于其他农产品来说,豆类、薯类、蔬菜及食用菌、瓜类、稻谷、烟叶、小麦和玉米的种植历史悠久,农业基础雄厚加之这些农产品的种植占用的耕地面积较小,市场需求较大,所以其产值足迹较小,这些农产品在对生态环境产生较小的影响的同时,又可以带来较高的生态经济综合效益。而牛肉和羊肉本身的市场需求没有其他农产品的市场需求那么大,同时饲养牛占用的生物面积较大,不仅影响了产值足迹的大小,还产生了较大的生态环境问题,所以牛肉和羊肉的生态经济综合效益低于其他的主要农产品。

3. 山东省的海洋面积较大,可是由于渔业过度捕捞导致的渔业资源枯竭,同时又忽视了对海洋生态资源的保护以及近海工业对于水产品安全的威胁等因素,使得山东省渔业的社会经济效益无法与其生态占比相对等。

4. 林产品好的发展前景与山东省的自然条件密不可分。一方面,山东省的林地大多分布在丘陵地区,丘陵地形的光热条件比平原的光热条件好,有利于水果类产品的糖分积累。另一方面,林产品的市场需求较好,对于生态环境的影响较小,若合理开发林地资源甚至有利于生态环境的保护。山东省自1984年实行放宽林业政策以来,陆续采取各种措施来推动本省林业的发展,但是由于技术不完善,缺乏整治林地的经验等因素,使得省内的林地资源没有得到有效的利用,虽然林产品占据的生态资源较小,也没有产生较高的经济效益,但是其还有很大的发展空间。

#### 四、山东省农产品结构优化建议

(一)通过选育良种来提高农业的生态承载能力

针对生态经济综合效益较低的牛肉、羊肉等农产品,可以对牛羊进行集约化养殖,集中采用先进的养殖技术,使得牛羊的养殖趋向机械化,集中使用农业机械和农业资源。对牛羊等的集约化养殖,不仅可以在特定的土地面积上提高牛羊肉的产量,还可以通过集约化养殖减少牛羊喂养给生态环境带来的影响,从而在山东省牛羊肉大量需求的前提下达到降低生态足迹的作用。良种工程不仅可以提升农产品的产量和质量,还可以提高其附加值。同时,还要积极进行农产品合作研究,在生产过程中要积极遵循绿色、无公害、无污染和标准化的原则,生产绿色农产品,通过增加农产品产量、优化农产品的生产过程,来改善农产品结构、提高生态承载能力。

(二)加强耕地综合治理来降低农产品的生态足迹

首先,在有条件的地方要鼓励实施耕地保护制度,对土地资源进行合理正确的开发,在饲养猪牛羊等牲畜时也要保护耕地的生态环境。其次,要促进退耕还草的环境保护政策,让猪牛羊的生物生产性土地类型向草地转变,可以减少牛肉和羊肉的生态足迹占用。最后,还要建立健全耕地的生态环境监督保护制度,重点关注饲养牛猪羊对耕地生态环境造成的影响。目前在保证市场供给的情况下,可以适当地减少牛羊的喂养,不仅可以降低其生态足迹,还可以把节省出来的耕地面积投入到生态经济综合效益更高的大豆、蔬菜和水果的种植上去,最终实现农产品的生态经济综

合效益最大化。或者对牛羊猪进行集约化养殖,不仅可以在生态占用比率不变的基础上提高牛羊猪肉的产量,从而起到降低生态足迹,提高牛羊猪产值的作用,还可以通过集约化养殖更合理地利用农业资源,减少养殖牛羊猪对环境的影响。

(三)提高海洋生态环境承载力,降低水产品生态足迹

首先就要抑制工业和生活废水的排放,调整近海工业的产业布局,对排污不符合规范的产业进行转型升级乃至取缔。其次采用生态防治的方法控制赤潮等自然灾害的发生,可以建立海边湿地从而保护海岸和调节海洋水质。最后,生态养殖水产品,杜绝过度捕捞,保护海洋生物多样性。这样就可以在不扩大生物生产性面积的同时提高水产品的经济价值,从而起到提高水产品产量的作用。

(四)鼓励林地农业结构升级,提高林地的生态承载力

首先,加大对合理开发荒山的激励政策,在不破坏林地生态环境的情况下对其进行有保护性的开发,从而提高林地农产品的产量及质量。其次,要遵循因地制宜的原则,种植适宜林地发展和保护的林产品,可以在山东省内的山区发展特色的林产品,形成一条特色林产品产业链。最后,延长林产品的产业链,从种植、生产、销售、物流等形成专业的纵向产业链,提高林产品的附加值。

(五)通过提高农业技术达到提高农产品产值和降低生态足迹的作用

首先,可以依靠农产品的科技创新,加快对优良农产品的培育,把科学技术应用于农业种植过程,再通过电商平台,拓展到农产品的营销,从而将农业生产经营的链条延伸出去。其次,在我国的生产经营中,努力开拓农产品的国内和国外市场,生产适应不同市场的特色农产品。最后,通过电子信息技术完善农业信息。完善准确的农业信息可以引导农民按照市场的动向生产农产品,在增加农产品销量,提高农产品的附加值的同时,还可以延长产业链,进而可以实现农产品生态足迹的降低和产值足迹的增加。

#### 参考文献:

- [1] Wackernagerl M, Rees W E, Testemale P. Our ecological footprint: Reducing human impact on the earth[J]. Population Environment, 1996(3).

[2] Wackernagel M, Rees W E. Perceptual and structure barriers to investing in natural capital: economics from an ecological footprint perspective[J]. *Ecological Economics*, 1997(20).

[3] Fortuny M, Soler R, Canovas C, et al. Technical approach for a sustainable tourism development: Case study in the Balearic Islands[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2008(16).

[4] 徐中民, 程国栋, 张志强. 生态足迹方法: 可持续性定量研究的新方法——以张掖地区 1995 年的生态足迹计算为例[J]. *生态学报*, 2001(9).

[5] 刘某承, 李文华. 基于净初级生产力的中国各地生态足迹均衡因子测算[J]. *生态与农村环境学报*, 2010(5).

[6] 曹淑艳, 谢高地, 陈文辉, 等. 中国主要农产品生产的生态足迹研究[J]. *自然资源学报*, 2014(8).

[7] Liu, Y., Zhou, X., Zhang, Q. et al. Study on sustainable developments in Guangdong Province from 2013 to 2018 based on an improved ecological footprint model [J]. *Scientific Reports*, 2022(1).

[8] 陈珂, 张颖. 北京森林旅游生态足迹的嬗变与启

示——基于 1999-2011 年森林公园的统计数据[J]. *湖南农业大学学报(社会科学版)*, 2015(2).

[9] 胡志毅, 管陈雷, 杨天昊, 等. 中国旅游生态足迹研究可视化分析[J]. *生态学报*, 2020(2).

[10] 宗刚, 李易峰. 北京市公共交通生态足迹考察[J]. *城市问题*, 2013(4).

[11] 吕天宇, 曾晨. 交通网络空间互动视角下生态足迹驱动机制[J]. *生态学报*, 2022(4).

[12] 符国基. 基于生态足迹的海南农产品结构优化分析[J]. *农业现代化研究*, 2006(5).

[13] 强文丽, 刘爱民, 成升魁. 中国大豆供给的生态足迹分析[J]. *生态经济*, 2013(4).

[14] 黄莉娟, 刘学录. 基于生态足迹法的甘肃省农产品结构优化研究[J]. *中国集体经济*, 2019(21).

[15] Wackernagel M, Lewan L, Hansson C B. Evaluating the use of natural capital with the ecological footprint: applications in Sweden and subregions[J]. *Ambio*, 1999(7).

[16] 苏子友. 川西南山地区生态足迹和生态承载力动态变化分析[J]. *四川林业科技*, 2016(4).

[17] 王景华, 赵善伦. 山东省 2003 年生态足迹计算与分析[J]. *山东师范大学学报(自然科学版)*, 2006(2).

## Study on the Optimization of Agricultural Product Structure in Shandong Province Based on Ecological Footprint Method

WANG Na, ZHANG Lei

(School of Business, Ludong University, Yantai 264039, China)

**Abstract:** There exists a dialectical and unified relation between ecological protection and agricultural development. In order to optimize the structure of agricultural products in Shandong Province, ecological footprint method is used to construct an ecological footprint structure model of major agricultural products in Shandong Province in 2020. The results show that the output value footprint of main agricultural products in Shandong Province has an obvious classification, among which the amount of output value footprint of vegetables, aquatic products, tobacco is smaller, and the comprehensive ecological economic benefit is higher. Wheat, pork etc. have a general comprehensive ecological economic benefit, and production land accounts for a large proportion. The output value of beef and mutton has the largest footprint, and the comprehensive ecological economic benefit is lower. Therefore, Shandong Province should optimize the structure of agricultural products through a series of measures such as breeding better varieties, strengthening the comprehensive management of cultivated land, improving the carrying capacity of marine ecological environment, encouraging the upgrading of agricultural structure in the forest and scientific and technological innovation of agricultural products, so as to achieve the coordinated development of economy and ecology.

**Key words:** agricultural product structure; ecological footprint; sustainable development

(责任编辑 陇 右)