

DOI: 10.5846/stxb202102080410

华野毓, 黄甘霖. 城郊有机农场生态系统服务评估——以北京市为例. 生态学报, 2021, 41(22): 9076-9083.

Hua Y Y, Huang G L. Evaluation of ecosystem services from peri-urban organic farms: a case study of Beijing. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(22): 9076-9083.

城郊有机农场生态系统服务评估 ——以北京市为例

华野毓^{1,2}, 黄甘霖^{1,2,*}

1 北京师范大学地表过程与资源生态国家重点实验室, 人与环境系统可持续研究中心, 北京 100875

2 北京师范大学地理科学学部自然资源学院, 土地资源与区域发展研究中心, 北京 100875

摘要:快速城市化对周边农业区域造成巨大影响。都市农业能够提供世界上 20% 的食品, 为粮食安全做出了重要贡献。在全球环境危机的背景下, 农业生态保护问题得到了越来越多的关注。有机农场在生产过程中遵循自然规律, 不使用化学合成的农药、化肥和生长调节剂等物质, 是实现生态农业的有效模式之一。城郊有机农场得益于临近都市的地理位置, 常常同时提供参观、采摘等休闲服务, 加深了游客对农业的理解和与自然的连结。目前, 国内研究大多关注有机食品健康、有机农业政策和环境效益, 但往往忽视其提供的经济和文化价值。基于生态系统服务与人类福祉关系的概念框架, 以北京市为例, 从供给、调节、文化三个方面全面评估城郊有机农场的生态系统服务。结果显示, 截至 2019 年北京市城郊共有 271 家有机农场, 种植面积 1.09 万 hm^2 , 占北京市耕地面积的 5.1%。供给服务价值为 16.12 亿元。调节服务方面, 提供了 2140 万元的土壤碳固存价值, 并且比相同面积的常规农场减少了 16.4 万 GJ 能量、2639t CO_2 、202t SO_2 和 29t PO_4^{3-} 的排放。文化服务方面, 提供了 1.189 亿元的采摘服务, 并促成了 120 余次农夫市集和 50 余次讲座、沙龙的宣传教育活动, 积累了社会资本。本研究尝试通过直观的数据全面反映城郊有机农场对收益者的多种惠益, 凸显了在有限的供给服务之外, 城郊有机农场在休闲游憩和教育宣传等文化服务的贡献, 为深入理解城郊有机农场生态系统服务提供基础, 有助于进一步提高农业管理的精细程度和城市的可持续性。

关键词:都市农业; 有机农场; 生态系统服务

Evaluation of ecosystem services from peri-urban organic farms: a case study of Beijing

HUA Yeyu^{1,2}, HUANG Ganlin^{1,2,*}

1 Center for Human-Environment System Sustainability, State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

2 School of Natural Resources, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

Abstract: Rapid urbanization has brought a huge impact on the agricultural areas around city. Urban agriculture can provide twenty percent of the world's food, making an important contribution to food security. Under the background of global environmental crisis, people have begun to pay close attention to ecological protection of agriculture. Organic agriculture follows the natural rules and does not use any chemical synthetic pesticides, fertilizers and growth regulators, so it is one of the effective models to achieve ecological agriculture. Peri-urban organic farms benefit from their proximity to cities, they also can offer some cultural services such as picking, education and so on, which deepen visitors' understanding of agriculture and connection with nature. Based on the conceptual framework of the relationship between ecosystem services and human well-being, this study took Beijing as an example to comprehensively evaluate the ecosystem services of peri-

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (31670702)

收稿日期: 2021-02-08; 接收日期: 2021-04-16

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: ghuang@bnu.edu.cn

urban organic farms from three aspects, including provision, regulation and culture. The results showed that there were 271 organic farms in the suburbs of Beijing as of 2019, with a planting area of 10,900 hectares, accounting for 5.1 percent of the arable land area in Beijing. The valuation of provision services were 1.612 billion Yuan. In terms of regulating services, organic farms provided 21.4 million Yuan in soil carbon sequestration value, and reduced energy use by 164,000 GJ, 2,639 tons of CO₂, 202 tons of SO₂ and 29 tons of PO₄³⁻ emissions compared to the conventional farms in the same area. In terms of cultural services, organic farms provided 118.9 million Yuan of picking services, facilitating more than 120 farmers' markets, 50 lectures, salons and other education activities, which accumulated social capital. Urbanization has proceeded rapidly in China, land resources in the suburbs were not only competing with other land uses, but also were subject to various restrictions of ecological management. This study attempts to visualize the number, scale, and spatial pattern of peri-urban organic farms, and assesses the variety of ecosystem services. In particular, we highlight the contribution of peri-urban organic farms to cultural services such as leisure, recreation, education and publicity, in addition to limited provisioning services. The results will provide a basis for deeper understanding of peri-urban organic farms ecosystem services, which can further improve the level of agricultural management sophistication and urban sustainability.

Key Words: urban agriculture; organic farms; ecosystem service

有研究预计至 2050 年,世界城市人口将占总人口的 66.4%^[1]。城市扩张和人口增长对城市周边的农业区域产生了严重的影响^[2],包括减少可用农业用地总量,对粮食安全造成威胁等^[3-4]。与此同时,城郊农业被寄予厚望。据估计,都市农业能够提供世界上 20% 的食品,以水果和蔬菜为主^[5],为粮食安全做出了重要贡献^[6]。除了提供农产品外,城郊农业通过提供采摘和休闲旅游服务进一步满足了居民的精神需求^[7]。在国家政策、经济利益、农业发展水平和城市化影响的驱动下,我国的城郊农业逐渐升级转型^[8]。

在全球环境危机的背景下,农业生态保护问题得到了越来越多的关注^[9-10]。有机农场在生产过程中遵循自然规律,不使用化学合成的农药、化肥和生长调节剂等物质,平衡协调种植业和养殖业^[11]。有机农场在促进物质循环利用、发挥农业生态系统内生能力、创造宜居环境等方面发挥了重要作用,是实现生态农业的有效模式之一^[12]。

环境友好是有机农场最突出的特点,为此,很多研究者从不同角度采用多种方法分析有机农场的环境效益,并与传统农场进行比较。常用的方法包括生命周期法^[13]、层次分析法^[14]和能值分析法^[15],通过从农副产品的生产过程、研究地、研究对象的特点、能流物质流等角度进行比较,发现有机农场能够有效地增加土壤有机质含量、减少氮磷流失、提升田间生物多样性并降低能源消耗^[16-18]。

但是,城郊有机农场的贡献不止于此。得益于临近都市的地理位置,城郊有机农场常常同时提供参观、采摘、餐饮、住宿等休闲服务。游客在观光的同时,更深入地了解了有机种植的方式,加深了对农业的理解和对自然的连结。在生态系统服务与人类福祉关系的概念框架中^[19],将人类从生态系统中直接获得的惠益划分为供给服务、调节服务和文化服务。以往研究多关注有机农场生产农副产品的供给服务,和改善环境的调节服务。例如,有研究基于土壤碳固存、温室气体排放、生物多样性和氮磷淋溶指标评估中国 2013 年有机农业的环境效益为 19.21 亿元^[20]。有学者分别评估 30 家有机与常规板栗园供给服务、调节服务价值,计算生态补偿价值为 4435 元/h²^[21]。然而,已有研究对有机农场文化服务鲜有涉及。虽然有研究者针对有机农业综合评价,提出了包括休闲娱乐、粮食生产、有机质积累、水体调节、气体调节、废弃物处理和生物多样性的生态系统服务价值评估框架^[22-23],但还停留在理论层面,相关的案例研究尚不多见。

在此背景下,本研究以全面评估北京市城郊有机农场生态系统服务为目标,分别从供给、调节、文化服务 3 个方面评估有机农场带来的惠益。我国正处于快速城市化的过程中,城郊的土地资源既面临着其他土地用途的竞争,也常常受到生态治理的种种限制。明确城郊有机农场的数量、规模和空间格局,全面清楚地认识其环境惠益和提供的文化服务,为深入理解城郊有机农场提供基础,有助于进一步提高农业管理的精细程度和

城市的可持续性。

1 研究区域与研究方法

1.1 研究区概况

本研究以北京市为研究对象,北京市是我国政治、文化、国际交往和科技中心,总面积 16400km²,常住人口达到 2154.2 万人^[24],发达的经济水平和庞大的人口基数为发展城郊有机农场提供了良好的经济基础和消费潜力。北京地处华北平原西北部,属典型的北温带半湿润大陆性季风气候,境内有潮白河等五大水系与密云水库等 85 座水库,丰富的水资源为多种农作物提供了适宜的生长环境,耕地面积为 2137.3km²^[24]。作为中国最早一批实行都市农业的城市之一,北京市农业已从单纯的农副产品生产向就业保障、生态保护、观光休闲转变,为分析评估城郊农业生态系统服务提供了良好的基础。

1.2 评估城郊有机农场生态系统服务

本研究以“千年生态系统”的概念框架为基础^[19],从供给服务、调节服务、文化服务三个方面进行评估(表 1)。

表 1 北京有机农场生态系统服务框架指标体系

Table 1 Ecosystem services evaluation index of Beijing organic farms

生态系统服务 Ecosystem service	指标 Indicator	原因 Rationale
供给服务 Provisioning services	农副产品供给	农业的主要功能
调节服务 Regulating services	土壤碳固存	有机农场轮种、豆科植物混种等种植方式有助于提高土壤碳含量
	温室气体排放	有机农场施用有机肥代替化肥间接减少温室气体的排放
	磷流失	有机农场由于不使用人工合成的化肥,减少磷素的流失
	能源利用	农业可持续发展需要减少能源消耗
文化服务 Cultural services	采摘娱乐	城郊农场可以为居民提供采摘的场所
	教育服务	培训农夫、为消费者宣传环保课程

1.2.1 供给服务

供给服务考虑农业的主要功能即农副产品供给^[25-26],采用市场价值法^[27-28]进行评估,即以有机农场各类农产品的产量为基础,结合其市场价格估算供给服务价值。

1.2.2 调节服务

有机农场不施用农药,以有机肥代替化肥,这可以降低氮磷流失对水体的污染^[29],减少二氧化碳排放^[30]和能源消耗^[31]。同时,有机农场的耕种方式也会提高土壤碳含量^[32-33]。调节服务方面的贡献,通过提高土壤碳固持和减少温室气体排放、磷流失和节约能源 4 个指标来体现。农药化肥方面,北京市水果、蔬菜、谷物和豆类作物平均每公顷化肥使用量分别为 168、516、374、265t,农药使用量为 4、6、1.5、1.5t^[34-35],以此作为当量系数估算常规农场在相同种植面积下的农药化肥使用量。以 1t 有机肥和化肥从生产到使用全过程中能源利用、二氧化碳、二氧化硫、磷酸根的当量因子估算有机农场相比常规农场的环境效益(表 2)^[36]。

有机农场能够提高土壤碳含量,Andreas 等人对 74 项有机与非有机耕作研究对比后发现有机耕作的土壤有机碳含量提升(0.18±0.06)%^[37]。在此基础上考虑到有机农场与常规农场土壤有机碳含量的差异,对我国农田生态系统单位面积生态服务价值当量表中的土壤有机质含量系数进行修正^[38]。具体修正系数计算公式如下:

$$\eta = \frac{B}{A} \times C \tag{1}$$

式中, η 为修正系数; A 为全国农业土壤碳固存系数; B 为北京市农业土壤碳固存系数; C 为有机农业土壤碳固存系数。修改后,北京有机农业的土壤碳含量的当量系数为 1.52,每公顷土壤形成与保持的单位面积价格为 1963.7 元。

表 2 化肥、有机肥生命周期过程的环境影响

Table 2 Life cycle environmental impacts of chemical and organic fertilizer

环境影响类型 Type of environmental impact	肥料类别 Fertilizers	原料开采和运输 Extraction and transportation of raw materials	生产 Production process	运输与施肥 Transport and fertilization	合计 Total
能源消耗	化肥	6.2932	58.1022	0.0800	64.4754
Energy consumption/GJ	有机肥	0.1546	4.3645	0.7360	5.2550
二氧化碳 CO ₂ /kg	化肥	382.1149	2594.6524	2448.8394	5425.6068
	有机肥	8.2458	1252.2352	3213.6231	4474.1040
二氧化硫 SO ₂ /kg	化肥	0.6404	4.8337	110.5383	116.0123
	有机肥	0.0132	36.0993	7.2309	43.3434
磷酸根 PO ₄ ³⁻ /kg	化肥	0.0823	0.6374	19.2224	19.9421
	有机肥	0.0018	8.3664	1.0326	9.4008

1.2.3 文化服务

文化服务从休闲娱乐和宣传教育两个方面进行评估。休闲服务价值以北京市有机果园的年采摘收益估算^[39]。

$$V = \sum_i^n Q_i \times \eta_p \times P_i \quad (2)$$

式中, V 为有机农场休闲娱乐服务价值量; Q_i 为第 i 类农产品的年产量; η_p 为采摘量占产量的系数, P_i 为第 i 类农产品的采摘价格; n 为农产品种类数目。本研究对 26 位有机樱桃、草莓和板栗园的农场主电话访谈了解到有机果园采摘量占产量的 5% 到 10%, 本文以平均值 7.5% 作为采摘量占产量的系数。

教育宣传方面, 北京有机农夫市集不定期举办论坛、讲座、培训, 介绍有机种植技术, 提供农户生产信息、环境保护和食品健康等教育宣传课程。这里以 2019 年开办市集、讲座和培训的次数进行衡量。

1.3 数据来源

北京市城郊有机农场的位置、耕种面积、农产品产量来自国家市场监督管理总局全国认证认可信息网^[40], 数据时间为 2018—2019 年间。北京市农业的面积、农产品产量、人均生活能源消耗量和农业观光园休闲经济数据来自 2018 年北京市统计年鉴。依据年鉴中农产品的分类体系, 将有机产品分为蔬菜、干鲜果、粮食、经济作物和饲料五大类。2019 年 11 月, 通过查询京东网站有机食品专营店和线下有机食品经营店的价格获取 87 类有机农产品价格数据。农场采摘信息来自对有机农场主的电话访谈。

2 结果与分析

2.1 城郊有机农场的基本特征

2018—2019 年间, 北京市郊区共有 271 家有机农场。根据农场主要的产品类型可分为果园 147 家、种植园 110 家和养殖园 14 家(图 1)。除北部山区外, 有机农场均匀分布在核心区以外的城市近郊和远郊区县, 水库附近则更为密集。城郊有机农场种植面积共为 1.02 万 hm^2 , 以小规模农场为主。其中, 种植面积低于 10 hm^2 的农场数量最多(55%), 其次是 10—50 hm^2 的农场(25%)。有机果园、种植园和养殖园在规模上具有一定的差异, 种植园的面积往往更小一些(表 3)。与北京市农业总面积相比, 有机农业的粮食、蔬菜、中药和果园分别占 1.07%、1.46%、32.79% 和 16.19%(表 5)。

2.2 城郊有机农场的供给服务

城郊有机农场生产 40 类作物(包括 13 类蔬菜、12 类水果、7 种粮食、5 种经济作物和 4 种饲料), 2018 年总产量 5.8 万 t(表 4)。其中, 粮食、蔬菜、中药和果园分别占北京市农业产量 1.49%、1.17%、34.66% 和 3.84%(表 5)。按市场销售价格折算, 供给服务价值为 16.12 亿元。其中, 蔬菜、水果、粮食、饲料和经济作物的供给

服务价值分别为 4.79 亿元,9.13 亿元,0.57 亿元,0.2 亿元和 1.42 亿元。有机蔬菜、水果和粮食分别占 2018 年北京市农业产值的 9.14% ,21.56%和 8.85%(表 5)。

2.3 城郊有机农场的调节服务

与常规种植方式相比,相同面积下的有机农场减少使用了 2774t 化肥和 43t 农药,节约了 16.4 万 GJ 能量,减少排放 2639t CO₂, 202t SO₂和 29tPO₄³⁻。2018 年北京市人均生活能源消耗为 22.94GJ^[24],相当于为 7149 位居民一年的生活能源消耗。北京市人均二氧化碳年排放量为 10.7t^[41],相当于 274 位居民一年的二氧化碳排放量。北京城郊有机农场土壤碳固存价值为 2140 万元。

2.4 文化服务

北京市有机果园面积占有机农场总面积的 73.6%,电话访谈中有有机果园均提供采摘娱乐服务,根据公式 2 计算其年采摘娱乐服务价值为 1.189 亿元。其中以有机草莓、樱桃和苹果园为主,休闲服务价值分别为 2070、1820、1550 万元。

由若干有机农场共同组建而成的北京有机农夫市集^[42],是一个自下而上的自发性的组织,通过每周举办 2—3 次的有机农夫市集,提供农户和消费者面对面的机会。同时,举办读书分享会、二手袋利用活动、废弃物循环利用等多种活动宣传保护环境的理念。据统计,北京有机农夫市集自 2019 年 1 月至 2020 年 1 月共举办了 120 余次市集,开展了 50 多次线下活动,包括分享有机种植时的经验和技能,组织学习垃圾分类和旧物利用,举办二手物品交换市集、开展食品健康、环境保护读

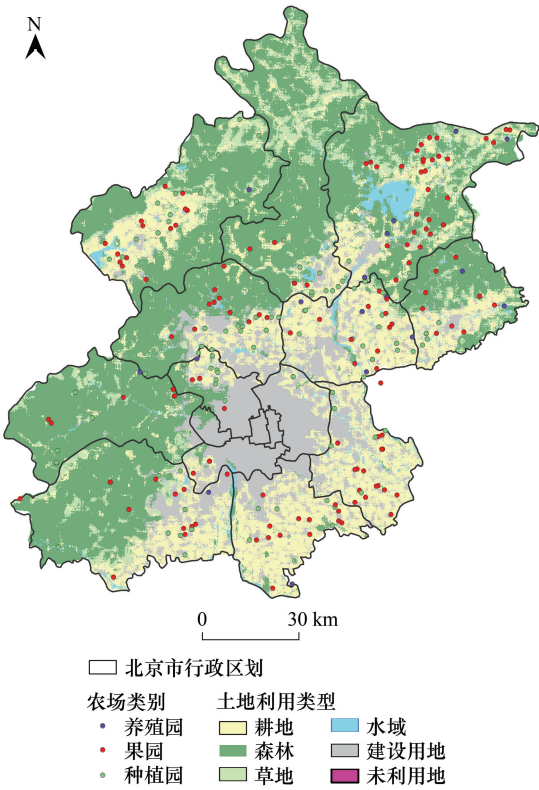


图 1 北京城郊有机农场的空间分布格局
Fig.1 Spatial distribution pattern of organic farms in suburban Beijing

表 3 北京市城郊有机农场的类型、面积、数量
Table 3 Number of organic farms under different acreage

农场类型 Type of farms	0—10hm ²	10—50hm ²	50—100hm ²	100—200hm ²	>200hm ²
果园 Orchard	72	43	11	11	10
种植园 Plantation	74	24	7	3	2
养殖园 Husbandry	5	2	2	2	3
所有农场 Total	151	69	20	16	15

表 4 有机农场作物类型、面积和产量
Table 4 Crop category, area and yield of organic farms

作物 Products	种类 Category	面积 Area/hm ²	产量 Yield/t
蔬菜 Vegetable	白菜类、豆类、瓜类、绿叶、食用菌、葱蒜类、多年生、甘蓝类、根菜类、茄果类、水生类、芽苗类蔬菜	526.95	15229
干鲜果 Nut and fruit	板栗、核桃、梨、苹果、葡萄类、桃、杏、枣、草莓、樱桃、瓜类、其他水果	7515.48	19153
粮食 Grain	大豆、谷子、薯芋类、水稻、小麦、玉米、杂粮	593	5099
经济作物 Cash crop	油料作物、香辛料作物产品、植物类中药、制糖植物、花卉	836.49	440
饲料 Fodder	黑麦草、青贮玉米、苜蓿、牧草	743.31	14569

表 5 北京农业和有机农业的面积与产量比

Table 5 Area and yield ratio of agricultural and organic farms in Beijing

作物 Products	北京市农业播种面积 The acreage of Beijing agriculture/hm ²	北京市农业年产量 Annual yield of Beijing agriculture/t	有机农场与 北京市农业面积比 Ratio of Organic Farms in Agricultural Area of Beijing/%	有机农场与 北京市农业产量比 Ratio of Organic Farms in Agricultural Yield in Beijing/%
粮食 Grain	55348.9	341437.4	1.07	1.49
中药 Chinese herbology	2067.7	792.8	32.79	34.66
蔬菜 Vegetable	36010.2	1305512	1.46	1.17
干鲜果 Nut and fruit	46407	498910	16.19	3.84

书活动等。其中,影响最大的是与中国人民大学人文与发展学院联合举办的农友大会,与会人数 200 余人。这些活动不仅帮助农户销售产品、使消费者直观了解到农产品的生产过程、传播了环境理念,更促进了参与者之间良好的社会关系,有助于增强社会资本和本地感归属感^[43-44]。

3 讨论

3.1 城郊有机农场文化服务

城郊有机农场提供的文化服务具有重要作用,仅采摘一项活动,2019 年就提供了超过 1 亿元的服务价值。除采摘外,很多有机农场也提供餐饮、住宿、团建等其他活动项目。随着居民对城市周边地区休闲服务需求的日益增长^[45],休闲农业的重要性会不断加强。并且,已有研究表明文化服务和供给服务间具有协同作用^[46],游客在采摘观光的同时,进一步了解熟悉农场生产种植活动,往往会促进产品销售,或推动潜在消费者以加入会员等多种方式支持农场的经营。

需要说明的是,受数据可得性的限制,本文未考虑有机农场提供餐饮住宿的情况,也未估算有机农场对吸引返乡创业、解决就业、吸纳当地劳动力方面的贡献。目前所呈现的文化服务仅包括采摘和宣传教育两个方面,是对文化服务极大的低估。有研究表明城市经济越发达,消费者对有机食品的支付意愿越高^[47]。对于大城市而言,城郊有机农场的发展有助于吸引更多人从事农业,并帮助农民增收。

3.2 对于中国城郊有机农业生产的启示

维持和提升城郊有机农场的生态系统服务,能够对区域经济增长、就业、健康和粮食安全等多个方面产生积极贡献。为了鼓励环境友好的有机种植方式,国家实行以减免有机认证费用和补贴生产资料开支为主的扶持政策^[48]。本文结果表明,城郊有机农场践行的生态理念及其特殊地理位置,使其在农业生产之外的领域中对居民的福祉起到了重要的作用。在全面理解其生态系统服务价值的基础上,我国未来可通过更加丰富多样的方式,对城郊有机农场的建立和经营进行鼓励和扶植。

4 结论

有机农场不仅具有供给服务、调节服务,还能为城市居民提供重要的文化服务。结果显示,2019 年北京城市城郊共有 271 家有机农场,种植面积 1.09 万 hm²,供给服务价值为 16.12 亿元。调节服务方面,提供了 2140 万元的土壤碳固存价值,并且比相同面积的常规农场减少了能源消耗 16.4 万 GJ,以及 2639tCO₂、202tSO₂ 和 29tPO₄³⁻ 的排放。此外,这些有机农场提供了丰富的文化服务,包括产值 1.89 亿元的采摘活动,120 余次农夫市集和 50 余次讲座、沙龙的宣传教育活动等。本研究以北京市为例,通过直观的数据展现了有机农场提供的多种服务,是全面评估其生态系统服务的一次有益尝试。未来的研究可在此基础上,进一步探讨其休闲服务与供给服务的协同关系、多种生态系统服务供需关系、以及城市土地利用对有机农场生态系统服务供给的影响等热点问题,为有效发展有机农场,满足国家土地生态治理目标服务。

参考文献 (References):

- [1] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision. New York: UN, 2014.
- [2] Liang L, Ridoutt B G, Wu W L, Lal R, Wang L Y, Wang Y C, Li C L, Zhao G S. A multi-indicator assessment of peri-urban agricultural production in Beijing, China. *Ecological Indicators*, 2019, 97: 350-362.
- [3] Wilhelm J A, Smith R G. Ecosystem services and land sparing potential of urban and peri-urban agriculture: a review. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 2018, 33(5): 481-494.
- [4] Wei S, Bai Z H, Chadwick D, Hou Y, Qin W, Zhao Z Q, Jiang R F, Ma L. Greenhouse gas and ammonia emissions and mitigation options from livestock production in peri-urban agriculture: Beijing - A case study. *Journal of Cleaner Production*, 2018, 178: 515-525.
- [5] Poulsen M N, McNab P R, Clayton M L, Neff R A. A systematic review of urban agriculture and food security impacts in low-income countries. *Food Policy*, 2015, 55: 131-146.
- [6] Zezza A, Tasciotti L. Urban agriculture, poverty, and food security: empirical evidence from a sample of developing countries. *Food Policy*, 2010, 35(4): 265-273.
- [7] Peng J, Liu Z C, Liu Y X, Hu X X, Wang A. Multifunctionality assessment of urban agriculture in Beijing City, China. *Science of the Total Environment*, 2015, 537: 343-351.
- [8] 刘兴元, 梁天刚, 陈全功. 兰州市城郊农业生态系统的服务功能及可持续发展对策. *水土保持学报*, 2006, 20(2): 170-173.
- [9] Perring M P, Standish R J, Hulvey K B, Lach L, Morald T K, Parsons R, Didham R K, Hobbs R J. The Ridgefield Multiple Ecosystem Services Experiment: can restoration of former agricultural land achieve multiple outcomes? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2012, 163: 14-27.
- [10] Pywell R F, Meek W R, Loxton R G, Nowakowski M, Carvell C, Woodcock B A. Ecological restoration on farmland can drive beneficial functional responses in plant and invertebrate communities. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2011, 140(1/2): 62-67.
- [11] 刘晓梅, 余宏军, 李强, 蒋卫杰. 有机农业发展概述. *应用生态学报*, 2016, 27(4): 1303-1313.
- [12] 孟凡乔. 中国有机农业发展: 贡献与启示. *中国生态农业学报*, 2019, 27(2): 198-205.
- [13] Thomassen M A, van Calster K J, Smits M C J, Iepema G L, de Boer I J M. Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands. *Agricultural Systems*, 2008, 96(1/3): 95-107.
- [14] Sajadian M, Khoshbakht K, Liaghati H, Veisi H, Mahdavi Damghani A. Developing and quantifying indicators of organic farming using analytic hierarchy process. *Ecological Indicators*, 2017, 83: 103-111.
- [15] Alonso A M, Guzmán G J. Comparison of the efficiency and use of energy in organic and conventional farming in Spanish agricultural systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 2010, 34(3): 312-338.
- [16] Wanjiku Kamau J, Biber-Freudenberger L, Lamers J P A, Stellmacher T, Borgemeister C. Soil fertility and biodiversity on organic and conventional smallholder farms in Kenya. *Applied Soil Ecology*, 2019, 134: 85-97.
- [17] Kirchmann H, Kätterer T, Bergström L, Börjesson G, Bolinder M A. Flaws and criteria for design and evaluation of comparative organic and conventional cropping systems. *Field Crops Research*, 2016, 186: 99-106.
- [18] Hole D G, Perkins A J, Wilson J D, Alexander I H, Grice P V, Evans A D. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 2005, 122(1): 113-130.
- [19] MEA. Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends. Washington, DC: Island Press, 2005.
- [20] Meng F Q, Qiao Y H, Wu W L, Smith P, Scott S. Environmental impacts and production performances of organic agriculture in China: a monetary valuation. *Journal of Environmental Management*, 2017, 188: 49-57.
- [21] 赵桂慎, 李彩恋, 彭澎, 冯丹阳, 梁龙. 生态敏感区有机板栗生态补偿标准及其估算——以北京市密云水库库区为例. *中国农业资源与区划*, 2016, 37(6): 50-56.
- [22] 吴芸紫, 刘章勇, 蒋哲, 聂江文, 朱波. 有机农业生态系统服务功能价值评价. *安徽农业科学*, 2016, 44(1): 146-148.
- [23] 刘世梁, 尹洁洁, 安南南, 董世魁. 有机产业对生态环境影响的全过程分析与评价体系框架构建. *中国生态农业学报*, 2015, 23(7): 793-802.
- [24] 北京市统计局. 北京统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2018.
- [25] Seufert V, Ramankutty N, Foley J A. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, 2012, 485(7397): 229-232.
- [26] Helen, Gasparatos A. Ecosystem services provision from urban farms in a secondary city of Myanmar, Pyin Oo Lwin. *Agriculture*, 2020, 10(5): 140.
- [27] 江波, 陈媛媛, 肖洋, 赵娟娟, 欧阳志云. 白洋淀湿地生态系统最终服务价值评估. *生态学报*, 2017, 37(8): 2497-2505.

- [28] D'Amato D, Rekola M, Li N, Toppinen A. Monetary valuation of forest ecosystem services in China: a literature review and identification of future research needs. *Ecological Economics*, 2016, 121: 75-84.
- [29] Tuomisto H L, Hodge I D, Riordan P, Macdonald D W. Does organic farming reduce environmental impacts?: A meta-analysis of European research. *Journal of Environmental Management*, 2012, 112: 309-320.
- [30] Skinner C, Gattinger A, Muller A, Mäder P, Fließbach A, Stolze M, Ruser R, Niggli U. Greenhouse gas fluxes from agricultural soils under organic and non-organic management — A global meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 2014, 468-469: 553-563.
- [31] Šarauskis E, Romanekas K, Kumhóla F, Kriaučiūnienė Z. Energy use and carbon emission of conventional and organic sugar beet farming. *Journal of Cleaner Production*, 2018, 201: 428-438.
- [32] 宁川川, 王建武, 蔡昆争. 有机肥对土壤肥力和土壤环境质量的影响研究进展. *生态环境学报*, 2016, 25(1): 175-181.
- [33] Sihi D, Dari B, Sharma D K, Pathak H, Nain L, Sharma O P. Evaluation of soil health in organic vs. conventional farming of basmati rice in North India. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 2017, 180(3): 389-406.
- [34] 张新民. 有机农业生产的环境效益——基于农户认知角度的实证分析. *软科学*, 2011, 25(7): 92-95, 101-101.
- [35] 国家发展和改革委员会价格司. 全国农产品成本收益资料汇编. 北京: 中国统计出版社, 2018.
- [36] 籍春蕾, 丁美, 王彬鑫, 王春梅, 赵言文. 基于生命周期分析方法的化肥与有机肥对比评价. *土壤通报*, 2012, 43(2): 412-417.
- [37] Gattinger A, Muller A, Haeni M, Skinner C, Fließbach A, Buchmann N, Mäder P, Stolze M, Smith P, Scialabba N E H, Niggli U. Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2012, 109(44): 18226-18231.
- [38] 谢高地, 肖玉, 甄霖, 鲁春霞. 我国粮食生产的生态服务价值研究. *中国生态农业学报*, 2005, 13(3): 10-13.
- [39] 李会杰, 张宏敏, 孙敬克, 刘玉红, 张灵. 基于模拟旅行费用法的城郊农田休闲娱乐生态服务价值评估——以平顶山地区为例. *中国农业资源与区划*, 2017, 38(03): 153-160.
- [40] 国家市场监督管理总局, 中国农业大学. 中国有机产品认证与有机产业发展. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2019.
- [41] Sugar L, Kennedy C, Leman E. Greenhouse gas emissions from Chinese cities. *Journal of Industrial Ecology*, 2012, 16(4): 552-563.
- [42] 王振, 李苗. 有机农业的多功能性研究——基于对 B 市农夫市集的案例分析. *新疆农垦经济*, 2020, (9): 18-24.
- [43] 王振. 基于产消互动的消费者食品安全信任构建路径研究——以 B 市农夫市集为例[D]. 北京: 中国农业大学, 2018.
- [44] 陈卫平. 社区支持农业情境下生产者建立消费者食品信任的策略——以四川安龙村高家农户为例. *中国农村经济*, 2013, (2): 48-60.
- [45] 徐蕴华. 有机食品消费者认知及支付意愿研究[D]. 晋中: 山西农业大学, 2016.
- [46] Martín-López B, Iniasta-Arandia I, Garcia-Llorente M, Palomo I, Casado-Arzuaga I, Del Amo D G, Gomez-Baggethun E, Oteros-Rozas E, Palacios-Agundez I, Willaarts B, González J A, Santos-Martín F, Onaindia M, López-Santiago C, Montes C. Uncovering ecosystem service bundles through social preferences. *PLoS One*, 2012, 7(6): e38970.
- [47] Scott S, Si Z Z, Schumilas T, Chen A J. Contradictions in state- and civil society-driven developments in China's ecological agriculture sector. *Food Policy*, 2014, 45: 158-166.
- [48] Turner K G, Odgaard M V, Bøcher P K, Dalgaard T, Svenning J C. Bundling ecosystem services in Denmark: trade-offs and synergies in a cultural landscape. *Landscape and Urban Planning*, 2014, 125: 89-104.