

我国畜禽粪便资源化利用潜力分析及对策研究

——基于商品有机肥利用角度

姜 茜¹,王瑞波²,孙炜琳¹

(1.中国农业科学院 农业经济与发展研究所,北京 100081;

2.农业部 农业生态与资源保护总站,北京 100125)



摘要 商品有机肥是通过市场化运作实现畜禽粪便资源化利用的有效途径。以实地调研、文献查阅和统计年鉴数据为基础,对我国各省商品有机肥的生产潜力和需求量进行测算,提出商品有机肥供给盈余率的概念,对生产潜力与农作物种植需求总量、果菜茶种植需求量的匹配程度进行量化,在此基础上分析商品有机肥发展布局。结果表明,我国整体的商品有机肥生产潜力低于农作物种植的需求总量,但能够满足果菜茶的种植需求。各省间商品有机肥生产潜力和需求量匹配程度差别较大,结合畜禽粪便资源量的分布,将全国划分为商品有机肥的鼓励发展区、大力发展区和适度发展区,然后分区提出商品有机肥发展建议,以为推进我国畜禽粪便资源化利用提供参考依据。

关键词 畜禽粪便;资源化利用;商品有机肥;生产潜力;盈余率

中图分类号:X 713 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-3456(2018)04-0030-08

DOI 编码:10.13300/j.cnki.hnwkxb.2018.04.004

近年来,我国畜禽养殖业快速发展,规模化养殖水平显著提高,保障了肉、蛋、奶等畜产品的有效供给,但产生的大量畜禽粪便没有得到及时合理的处置和利用,成为我国当前农业面源污染治理的一大难题。为推进畜禽粪便的资源化利用,农业部相继出台了《关于推进农业废弃物资源化利用试点的方案》、《开展果菜茶有机肥替代化肥行动方案》等相关文件,国务院办公厅于今年印发了《关于加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用的意见》,推行种养结合,鼓励将畜禽粪便通过沼气工程或者堆肥等措施处理后还田利用,以消除畜禽粪便造成的环境污染。

了解畜禽粪便的产生量和分布是推进其资源化利用的基础,而畜禽粪便资源化利用的最终去向是要实现还田利用,因此必须充分考虑农田的承载能力。学者们基于不同的地域尺度,对全国^[1-5]、某个区域^[6-7]或者单个省份^[8-11]的畜禽粪便量进行了测算,在此基础上分析单位农田面积承载的畜禽粪便量或者粪便氮(磷)量。已有的研究表明,我国畜禽粪便量在空间上的分布极不均衡,不同省份和地区的畜禽粪便负荷存在着较大的差异,其中部分省份和地区的畜禽粪便量已经超过了当地农田的承载限度。这种现象是由畜禽养殖分布不均衡导致的,我国规模化养殖场大多集中在人口密集的地区^[12-13],这些地区耕地资源紧缺,农田消纳畜禽粪污的能力有限^[14]。曾悦等分析鸡粪、牛粪、猪粪还田的经济运输距离分别为 43.9 千米、13.3 千米、5.2 千米^[15];李帷等认为畜禽粪便还田利用时,农田与养殖场距离在 1.5 千米范围内粪便的运输可行,可见畜禽粪便还田利用范围极其有限,进一步增加了局部地区畜禽粪便的污染风险^[16]。随着我国居民食品消费结构升级,为满足居民对肉、蛋、奶等畜禽产品持续增长的需求,未来的畜禽养殖量会继续增加,局部地区农田承载的畜禽粪便消纳压力将

收稿日期:2017-08-31

基金项目:中国农业科学院创新工程(ASTIP-IAED-2017-07)。

作者简介:姜 茜(1985-),女,助理研究员,博士;研究方向:农业资源与环境经济。

通讯作者:孙炜琳(1976-),女,研究员,博士;研究方向:农业资源环境经济与政策研究。

进一步增大。盛婧等对养殖场采用不同畜禽粪污处理模式所需配套消纳用地面积进行分析,研究发现,固液分离后,通过将固体粪便外运,尿液部分所需的配套消纳农田面积大大降低,仅为粪尿直接厌氧发酵处理模式的 $1/10\sim 1/20$,采取固液分离并分别处理的方式能大大减少所需的消纳用地面积,可以减轻局部地区的粪便消纳压力^[17-18]。

能源化和肥料化是畜禽粪便资源化利用的主要方向,围绕这两个方面,学者对畜禽粪污的资源化利用潜力进行了分析。朱建春等、田宜水、耿维等根据畜禽粪便和尿液的产生总量,计算全国各省的沼气生产潜力,但对产生的沼渣、沼液如何还田利用并未提及^[4,19-20]。实际上,就目前我国种养分离的格局下,沼渣沼液还田难度大。沼渣沼液含水量高,不适宜长距离运输,这决定了大量的沼渣和沼液只能就近还田,周边需有大量的消纳用地,但规模化养殖的发展使得种植和养殖主体逐渐分离,养殖场往往缺乏足够的配套消纳用地,沼渣沼液需要运输至农户的土地进行消纳,而沼渣沼液臭味大,并且处理和使用过程都需要消耗大量的人力,导致农户使用的积极性不高。贾伟等、赵俊伟等、孙超等将畜禽粪便作为农作物的首要养分来源,化肥作为补充,通过对比畜禽粪尿中氮、磷、钾养分量与农作物生长需要的养分量,分析畜禽粪便的肥料化利用潜力^[21-23]。但在实际农业生产中,粪肥还不能作为作物主要养分来源进行大范围推广。粪肥虽然所含养分种类多,肥效持续时间长,但肥效慢,供肥强度低,不能满足作物高产对养分的需求,需要与化肥配合使用,以达到增产和培肥地力的双重目的。

对已有的研究进行总结发现,我国在推进畜禽粪便资源化利用过程中,首先需要提高畜禽粪便的运输性能,扩大还田利用范围,实现异地消纳,以解决局部地区畜禽养殖环境超载的问题。学者们在对畜禽粪便资源化利用潜力进行分析时,较少从实际农业生产的角度充分考虑畜禽粪便还田的需要。将畜禽粪便转化为商品有机肥是促进异地消纳的有效途径。商品有机肥产品呈颗粒状或粉末状,含水量低,耐储存、易运输,满足市场流通的要求。通过商品有机肥的流通,可以将畜禽养殖业和种植业连接起来,打通畜禽粪便还田通道,还能有效扩大畜禽粪便还田利用范围,实现区域间畜禽粪便资源的平衡。此外,推进畜禽粪便的商品有机肥利用也符合国家的政策导向。国务院办公厅《关于加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用的意见》中提出,推进畜禽养殖废弃物资源化利用要坚持政府支持、企业主体、市场化运作的方针,而以商品有机肥生产企业作为循环节点,养殖场将粪便出售给企业可以获得一定的收益,农户购买商品有机肥施用可以提高农产品品质,增加收入,这样就通过商品有机肥的流通实现了畜禽粪便资源化利用的市场化运作。我国正处于农业供给侧结构性改革的关键时期,消费者对优质安全农产品的需求增加,施用商品有机肥能够有效提升耕地质量、改善农产品品质,因此,发展商品有机肥也有着广阔的市场前景。

本文从促进畜禽粪便商品有机肥利用的角度出发,考虑实际农业种植对商品有机肥的需求,通过实地调研和查阅文献,收集商品有机肥生产数据和适宜施用量等相关数据,在省域尺度下,根据畜禽养殖和种植规模计算商品有机肥的生产潜力和需求情况,并进行对比分析,以期为我国商品有机肥产业布局提供参考依据,促进畜禽粪便的资源化利用。

一、方法与数据来源

商品有机肥是以畜禽粪便、动植物残体等富含有机质的副产品资源为原料,以工厂化的生产方式实现腐熟发酵过程,再经过脱水、造粒、包装等工序制成的精制有机肥。商品有机肥通过专业化的生产,实现对发酵条件的精确控制,能够使肥料完全发酵腐熟,并彻底去除原料中的病原菌、寄生虫卵和杂草种籽,产品无臭、品质稳定、卫生安全,可以直接施用于农田,减少了传统农家肥堆沤和使用过程中的人力成本,也减少了环境污染。商品有机肥包含有机肥料(NY525-2012)、有机-无机复混肥料(GB/T 18877-2009)和生物有机肥(NY884-2012)三类。目前市面销售的商品有机肥绝大部分为有机肥料,有机-无机复混肥和生物有机肥是以有机肥料为基质,在其中添加无机肥料或特定功能的微生物。本文以执行 NY525-2012 行业标准的有机肥料为基准,对商品有机肥的生产潜力和需求进行

行估算。

1. 畜禽粪便有机肥生产潜力计算

赴山东、湖南、浙江开展调研,发现目前生产商品有机肥成功运行的模式是集中处理模式,各养殖场对粪污固液分离后,固体粪便由专业化生产企业统一收集和处理,生产的商品有机肥可运至外地消纳;而液体部分由于氮、磷、钾含量大大降低,处理难度和负荷也减小,通过沼气池和氧化塘等设施处理后所需的配套消纳用地面积大大减少,确实缺少消纳用地的养殖场,也可以采用工业化的处理方式对沼液或者固液分离后的液体处理达标后直接排放。本文按照上述固液分离-固体生产有机肥的模式,计算固体粪便的产生量,在此基础上对全国及各省区的商品有机肥生产潜力进行估算。

目前,很多学者对畜禽粪便产生量进行了测算^[2,4,20],但由于所采用的产污系数、饲养周期的不同,结果存在一定差异。本文在已有研究基础上,对相关文献进行比较,选择普适性强的参数计算2015年我国畜禽粪便资源量。畜禽粪便年产生量计算公式如式(1)所示。

$$M = \sum_i sales_i (OR \ inventory_i) \times \omega_i \times T_i \quad (1)$$

式(1)中, M 代表固体粪便产生量,千克; i 代表第 i 类畜禽; $sales_i$ 代表第 i 类畜禽的年出栏量,头(或只); $inventory_i$ 代表第 i 类畜禽的年存栏量,头(或只); ω_i 是第 i 类畜禽每头(或只)的粪便产污系数,千克/天; T_i 代表饲养周期,天。对生猪、肉牛、肉羊、肉鸡等肉用畜禽采用年出栏量,对奶牛、蛋鸡采用年末存栏量进行计算。

本文依据《畜禽养殖业产排污系数手册》^[24]确定各类畜禽的粪便产污系数,参照参考文献^[20]的方法进行修正:生猪产污系数=1/3 保育期产污系数+2/3 育肥期产污系数;母猪产污系数以妊娠阶段计;奶牛产污系数以产奶阶段计;肉牛产污系数以育肥牛阶段计;蛋鸡产污系数以产蛋期阶段计。母猪、奶牛、肉牛的饲养周期超过1年,以365天作为饲养周期;根据《中国农村统计年鉴》中全国饲养业成本与收益的统计,确定生猪、蛋鸡、肉鸡的饲养周期^[25]。各类畜禽的粪便产污系数和饲养周期的取值见表1。

表1 我国主要畜禽粪便产污系数和饲养周期

种类	粪便产污系数/[千克/(头·天)]						饲养周期/天
	华北区	东北区	华东区	中南区	西南区	西北区	
生猪	1.55	1.15	0.93	0.99	1.05	1.30	152
母猪	2.04	2.11	1.58	1.68	1.41	1.47	365
奶牛	32.86	33.47	31.60	33.01	31.60	19.26	365
肉牛	15.01	15.01	14.80	13.87	12.10	12.10	365
蛋鸡	0.17	0.17	0.15	0.12	0.12	0.10	356
肉鸡	0.12	0.12	0.22	0.23	0.23	0.23	69
羊 ^[1]	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	180

注:表中具体分区情况为东北地区包括辽宁、吉林和黑龙江,华北地区包括北京、天津、河北、山西和内蒙古,华东地区包括上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西和山东,中南地区包括河南、湖北、湖南、广东、广西和海南,西南地区包括四川、贵州、云南和西藏,西北地区包括陕西、甘肃、宁夏、青海和新疆^[4]。

目前国内外都采取好氧发酵技术作为生产有机肥料的主要方法^[26-27],根据商品有机肥生产企业的生产数据,3.0~4.5吨畜禽粪便可生产1吨有机肥料^[26,28-29],本文取平均值对商品有机肥的生产潜力进行估算。

2. 商品有机肥需求量估算

在农作物种植过程中,商品有机肥要与化肥配合使用,进行优势互补。商品有机肥的施用量需要考虑土壤肥力、化肥施用量、农作物品种、经济效益等多方面因素进行确定。虽然已有学者针对有机肥的最佳施用量进行了研究,但由于所使用的有机肥类别和品质的差别,结果存在较大差异,目前关

于商品有机肥的最佳施用量尚未形成权威的统一标准。

本文通过查阅文献资料以及对市面上销售的商品有机肥进行调研,收集商品有机肥的合理施用量,以此估算各省商品有机肥的需求潜力。在常规化肥施用水平下,江苏省农技推广中心对大田作物的商品有机肥推荐施用强度为 1.5~3.0 吨/公顷,山西省恒茂肥业有限公司生产的水茂牌有机肥(NY525-2012)在使用说明中对蔬菜推荐施用强度为 3.0~4.8 吨/公顷,果树推荐施用强度为 4.2~6.0 吨/公顷^[30],本文取上述数值的平均值 2.25 吨/公顷、3.9 吨/公顷、5.1 吨/公顷分别对大田作物(包括粮食、油料、棉麻和糖类作物)、蔬菜、水果和茶叶的商品有机肥需求量进行估算,这一取值与杨文叶等^[31]采用相同类型商品有机肥的研究结果相吻合。

现阶段,不同农作物种植农户对商品有机肥的接受程度差别较大。赴湖北、湖南、浙江、山东与当地粮食、蔬菜和水果种植户就有机肥施用意愿进行座谈,发现除少数种粮大户外,粮食种植户施用有机肥料的积极性普遍较低,主要原因是粮食价格不高,即便施用有机肥能够增产,但有机肥施用量较大,增产带来的经济收益不足以抵消施用有机肥增加的人力成本和物力成本。蔬菜和水果等园艺类作物的种植户普遍认识到施用有机肥能够有效提高农产品的口感、品质和产量,蔬菜、水果的经济附加值较高,施用有机肥能够显著增加经济效益,目前这些种植户在政府补贴较少甚至还没有相关补贴的情况下,已经开始主动购买有机肥施用。根据农户接受意愿的差别,特别对果菜茶种植对商品有机肥的需求量进行估算,与各省的生产潜力进行对比分析,为商品有机肥的发展提出更具针对性的建议。

3. 商品有机肥供给盈余率

为考察商品有机肥生产潜力和需求量之间的匹配关系,定义商品有机肥供给盈余率 SR ,计算公式如式(2)所示。

$$SR = 100\% \times (S - D) / D \quad (2)$$

式(2)中, S 代表商品有机肥的生产潜力, D 代表农作物种植或者果菜茶种植对商品有机肥需求量。若 $SR = 0$, 商品有机肥的生产潜力与需求相等,供需平衡;若 $SR > 0$, 商品有机肥生产潜力大于需求,供大于求;若 $SR < 0$, 商品有机肥生产潜力无法满足需求,供不应求。

4. 数据来源

本文的基础数据包括 2015 年全国以及各省的畜禽存栏量和出栏量、主要农作物播种面积、果园和茶园面积,来自于《中国农村统计年鉴 2016》。本文只针对我国大陆地区 31 个省、自治区和直辖市进行分析,不包含香港、澳门和台湾地区。

二、结果与分析

1. 我国畜禽粪便资源量分布情况

图 1 所示为我国不同种类畜禽产生的固体粪便总量。2015 年,我国畜禽粪便产生总量为 10.73 亿吨,其中牛粪产生量最多,占总量的 38.3%;其次为鸡粪,占总量的 28.1%;猪粪最少,占总量的 15.5%。

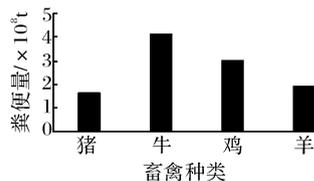


图 1 各类畜禽的粪便产生量(2015 年)

从区域分布来看,各省畜禽粪便量的分布极不平衡。大部分省份的畜禽粪便量在 1 000~5 000 万吨之间。山东和河南是畜禽粪便资源量最大的 2 个省份,畜禽粪便量均超过 1 亿吨,分别为 1.12 亿吨和 1.01 亿吨;内蒙古和河北排在第三和第四位,分别为 0.93 亿吨和 0.86 亿吨,以上 4 省总计超过全国粪便总量的 1/3。新疆、四川、辽宁和黑龙江也是畜禽养殖大省,畜禽粪便量均在 0.5 亿吨以上。北京、天津、上海、宁夏和海南由于土地资源有限,畜禽养殖量不大,畜禽粪便资源最少,不足 0.1 亿吨。浙江省在 2012 年起推行五水共治,大力整治畜禽养殖污染,关停了相当数量不符合要求的养殖场,畜禽养殖量大幅减少,2015 年的畜禽粪便资源量不足 0.1 亿吨。

2. 我国农作物种植面积分布

农作物种植面积包括粮食、油料、棉麻类、糖类、蔬菜的播种面积与果园、茶园面积的总和,果菜茶种植面积则只包括蔬菜播种面积以及果园、茶园面积。我国作物种植主要分布在三大区域,分别是西南地区的四川和云南 2 省,中东部的河北、山东、河南、安徽、湖北、湖南 6 省,以及东北地区的黑龙江省,以上 9 省的种植面积均在 800 万公顷以上,总计占全国总种植面积的 52.5%。其中,河南、黑龙江、山东、四川是我国农作物种植面积排名前 4 位的省份,分别为 1 499.46 万公顷、1 232.79 万公顷、1 170.46 万公顷、1 065.77 万公顷。我国果菜茶种植呈明显的“一带一点”式区域分布,“一带”从北到南依次包括河北、山东、河南、湖北、湖南、广西、广东 7 个省,“一点”是四川省,以上 8 个省的果菜茶种植面积均在 200 万公顷以上,以上 8 省果菜茶种植面积占全国总种植面积的 49.2%。其中,山东省的果菜茶种植面积最大,为 285.4 万公顷;其次为河南省,285.35 万公顷;广东和广西位列第三和第四位,分别为 261.63 万公顷和 258.7 万公顷。东北地区的内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁属于高纬度地区,年积温低,自然条件不太适宜果菜茶的种植,因此这 4 个省份的果菜茶种植面积较低。青海、西藏是我国重要的牧区,草场多,农作物和果菜茶的种植面积均较小。

3. 商品有机肥生产潜力与需求量的对比分析

当前我国畜禽粪便量可生产商品有机肥 2.79 亿吨,根据农作物种植面积估算,商品有机肥的总需求量为 4.95 亿吨,生产潜力对农作物的供给盈余率为 $SR = -43.6\%$,生产潜力仅能满足总需求量的 56.4%。可见,我国种植业对商品有机肥的需求量巨大,若将畜禽粪便加工为商品有机肥,在目前的种植结构下,足以消纳所有的畜禽粪便。从区域分布来看,绝大多数省份的商品有机肥生产潜力都未超过农作物种植的需求总量($SR < 0$)。仅 6 个省(直辖市)的生产潜力超过本省农作物种植的需求总量($SR > 0$),按照供给盈余率从高到低依次为西藏、青海、北京、内蒙古、天津和辽宁, SR 分别为 606.2%、163.8%、60.5%、29.9%、7.7%、5.9%。

果菜茶种植对商品有机肥的需求量为 1.75 亿吨,生产潜力对果菜茶的供给盈余率 $SR = 59.4\%$,果菜茶种植需求量占生产潜力的 62.7%。从区域分布来看,生产潜力对果菜茶盈余率的地区差异性较大,且呈现明显的分区。与对农作物需求总量不同的是,有 22 个省份商品有机肥生产潜力超过果菜茶种植的需求量($SR > 0$),其中有 3 个区域的商品有机肥对果菜茶的盈余率较高($SR > 100\%$),一是是东北地区的内蒙古、黑龙江、吉林和辽宁 4 省,二是西部地区的西藏、青海和新疆 3 省(自治区),三是东部地区的北京、天津、山东、河北和河南 5 省(直辖市)。西藏、内蒙古、青海是生产潜力对果菜茶种植需求盈余率最高的 3 个省份,分别达 3 927.2%、1 278.2%和 1 156.7%,这 3 个省为牧区省,畜禽粪便量较大,而果菜茶种植面积较小,是造成生产潜力对果菜茶供给盈余率大的原因。有 9 个省份的生产潜力不能满足本省的果菜茶种植需求($SR < 0$),分别为中部地区的陕西、重庆、贵州,以及南方沿海地区的上海、浙江、福建、广东、广西、海南,其中,陕西、浙江、贵州、福建是生产潜力对果菜茶种植需求盈余率最低的 4 个省份,分别为 -57.9% 、 -55.9% 、 -46.8% 、 -45.9% ,生产潜力仅为果菜茶种植需求量的 1/2 左右。

内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁 4 省由于果菜茶种植面积小,商品有机肥生产潜力对果菜茶的供给盈余率 SR 高,但这 4 省份处于东北黑土地保护利用区,我国目前针对东北黑土地退化,正在大力推进东北黑土地的保护利用,大量的耕地需要增施有机肥,根据《东北黑土地保护规划纲要(2017—2030 年)》,到 2030 年,要实施黑土地保护面积 0.17 亿公顷,可见对有机肥的需求量较大。

三、商品有机肥发展布局

根据各省商品有机肥生产潜力与农作物种植需求总量以及果菜茶种植需求量的对比结果,结合各省的畜禽粪便量,将各省划分为商品有机肥的鼓励发展区、大力发展区和适度发展区。目前商品有机肥铁路运输价格比化肥高,从节约运输成本的角度考虑,优先满足本省内对商品有机肥的需求,生产潜力存在盈余的情况下,再考虑商品有机肥外运;通过商品有机肥实现畜禽粪便资源化利用的市场化运作,必须考虑商品有机肥的市场需求,果菜茶种植户对商品有机肥的接受程度高,加之农业部正

在全国开展果菜茶有机肥替代化肥行动,综合考虑农户接受意愿和国家政策导向,将果菜茶种植需求作为商品有机肥的市场需求,优先考虑满足;国家有专项资金支持内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁东北4省开展黑土地保护,在国家 and 地方财政政策支持下,东北4省有必要且具备条件在所有农作物中推广商品有机肥的使用,因此东北4省将所有农作物的需求总量作为商品有机肥的市场需求。综上所述,商品有机肥发展布局如下:

(1)鼓励发展商品有机肥区。包括2个区域,一个是东北2省,分别为黑龙江、吉林;另一个是中部和南方沿海9个省(直辖市),分别为陕西、重庆、贵州、广西、广东、福建、浙江、上海、海南。黑龙江和吉林2省要开展黑土地保护利用,中部和南方沿海9省的果菜茶种植面积大,因此商品有机肥的市场需求量大,而本省内畜禽粪便资源相对不足,有着较大的需求缺口,需要从外省调配商品有机肥进行补充。这些区域必须充分利用本省内的畜禽粪便资源,在种养结合紧密的地区可以建造田间有机肥堆沤设施,畜禽粪便就近利用,而在畜禽养殖集中区,鼓励发展商品有机肥,满足本省内的需求。

(2)大力发展商品有机肥区。包括东北部的内蒙古、辽宁2省(自治区),东部的北京、天津、河北、山西、山东、河南、江苏、安徽、湖北、湖南、江西11省(直辖市),以及中西部的甘肃、宁夏、四川、云南4省(自治区)。这些省份发展商品有机肥具有以下三个优势:一是畜禽粪便资源量大,商品有机肥生产潜力对果菜茶种植的供给盈余率较高,其中北京、天津、内蒙古和辽宁在满足农作物种植总需求外,仍有盈余,必须通过商品有机肥的形式将畜禽粪便运输到外地进行消纳;二是有丰富的畜禽粪便资源,且地域面积不大,畜禽养殖分布集中,便于粪便原料的收集;三是这些省份紧邻黑龙江、吉林和中部南部9省对商品有机肥需求大的地区,商品有机肥有良好的市场销售前景。以上省份应当加强畜禽粪便肥料化利用的规划。商品有机肥的生产依赖于原料的供应,根据当地畜禽养殖发展规划的养殖规模,合理设计商品有机肥生产企业的布局和生产规模,建立畜禽粪便收集机制。

(3)适度发展商品有机肥区。包括新疆、西藏、青海3个省(自治区)。这3个省份虽然商品有机肥生产潜力对果菜茶种植需求的盈余率非常高,但与东北4省和中部南部9省对商品有机肥需求大的地区的距离较远,运输费用会较高,不建议该地区进行商品有机肥的外运。以上省份可在畜禽养殖较为密集的地区,适度发展商品有机肥,满足本省内的市场需求。西藏、青海的畜禽养殖以放牧为主,地域面积大,粪便量少,粪便收集难度大,可以引导牧民建设小型的肥料积造设施,畜禽粪便就近还草。新疆畜禽粪便资源量大,针对果菜茶的需求量小、大田作物的需求量大的特点,因此应当加强对大田作物中的商品有机肥推广应用力度,以消纳不能被果菜茶种植所利用的畜禽粪便。

按照上述的发展布局,新疆、青海、西藏3个省份的畜禽粪便不外运,也不需要从外省调入有机肥。除此之外的28个省份,内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁东北4省农作物种植需求量与其他24个省份果菜茶种植需求量总计为2.32亿吨,商品有机肥生产潜力为2.57亿吨,供给盈余率SR为10.8%,基本可以实现商品有机肥的供需平衡。

四、结论与启示

1. 结论

本文根据2015年全国畜禽养殖业和种植业的统计数据,结合文献查阅和实地调研数据,在省域尺度下,对全国商品有机肥生产潜力和需求量进行测算,并对商品有机肥的发展布局进行了分析。研究发现,从全国整体来看,我国商品有机肥的生产潜力为2.79亿吨,农作物种植总需求为4.95亿吨,其中果菜茶种植的需求量为1.75亿吨,目前商品有机肥的生产潜力尚不能满足所有农作物的种植需求,但能够满足果菜茶的种植需求,供给盈余率分别为-43.6%和59.4%。各省商品有机肥供给盈余率存在着较大差异,综合考虑各省对商品有机肥的市场需求和地理区位,将全国31个省份划分为商品有机肥的鼓励发展区、大力发展区和适度发展区3个区域。鼓励发展区的畜禽粪便资源紧缺,需要从外省调入商品有机肥以满足需求;大力发展区的畜禽粪便资源丰富,有能力在满足本省商品有机肥市场需求的基础上,供给鼓励发展区;适度发展区虽然畜禽粪便资源丰富,但不适宜进行外运。

按照本文提出的商品有机肥发展布局,全国基本可以实现商品有机肥的供需平衡,也就是通过商

品有机肥的流通,畜禽粪便能够实现还田利用,在消除畜禽粪便污染的同时,实现农业的提质增效,对促进畜禽粪便资源化利用、推动农业供给侧结构性改革都有着积极的作用。

2. 启 示

根据本文的研究结果,得到如下的政策启示:

(1)严格商品有机肥行业标准。目前商品有机肥中,有机-无机复混肥有国家标准,有机肥料和生物有机肥都只是行业标准,而且相关要求不够严格。腐熟度是有机肥质量的重要衡量指标,但在相关标准中均没有对腐熟度的限定说明。此外,有机肥料和生物有机肥产品只标注氮磷钾的总含量,氮磷钾在其中所占比例不明确,无法对农田养分实现精准管理。生产标准不严使得商品有机肥产品质量参差不齐,调研中发现,有的生产企业对有机肥料的理理解存在偏差,甚至只是将畜禽粪便自然晾干后便作为有机肥进行售卖,劣质商品有机肥严重损害农户使用的积极性,不利于畜禽粪便资源化利用的开展。

(2)制定商品有机肥的使用规范。多年来广大农户适应了施用化肥,而对各种商品有机肥应该如何施用、如何控制施用量并不了解,即便蔬菜和水果种植户也多是依照经验进行施用。目前对商品有机肥的最佳施用强度尚未形成权威公认的标准,文献中相关的研究也较少。为此,农技部门应该结合各地的种植结构、土壤肥力、化肥施用强度等开展研究,制定施肥指导意见,方便农户施用商品有机肥。

(3)对商品有机肥的运输给予补贴或优惠。根据本文的研究结果,各省商品有机肥的生产潜力与需求量都存在一定的不匹配性,需要通过跨省的流通来实现商品有机肥的供求平衡。但目前有机肥的铁路运输价格远高于化肥,高昂的运输成本限制了商品有机肥的市场流通,为此,国家应当尽快出台相关政策,使商品有机肥享受与化肥相当的铁路运输优惠价格,或者设立商品有机肥运输专项补贴,以促进商品有机肥产业的发展,切实推进畜禽粪便的资源化利用。

(4)加大商品有机肥市场的培育力度。商品有机肥的生产和使用有利于减少畜禽养殖污染,能够实现经济、环境和社会多重效益,具有公共物品的属性,政府应当对生产企业和使用农户进行补贴或奖励。就全国整体而言,果菜茶种植需求量占商品有机肥生产潜力的60%以上,也就是说仍有一部分的畜禽粪便资源必须通过大田作物实现最终消纳。但大田作物经济附加值小,农户使用有机肥的积极性不高,针对这一问题,补贴或奖励力度应当向大田作物有所倾斜,促进形成针对施用有机肥农产品的优质优价机制,以提高大田作物种植者使用有机肥的积极性。

(5)加强商品有机肥产业发展布局的规划。商品有机肥的生产依赖于原料的供应,各地政府需要根据当地畜禽养殖发展规划,对商品有机肥生产企业的布局 and 规模进行合理设计。建议各地采用集中处理模式,即一家商品有机肥生产企业同时承担多家养殖场畜禽粪便的处理。这样从商品有机肥生产企业的角度来看,通过与养殖场签订协议能够获得充足稳定的原料供应,便于发挥企业规模效益,提高有机肥产品品质,降低畜禽粪便处理成本;从养殖场的角度来看,畜禽粪便无害化和资源化处理交给企业进行,并且通过出售畜禽粪便获得一定的收入,减轻了养殖场的环保压力和经济负担。

参 考 文 献

- [1] 王方浩,马文奇,窦雪霞,等.中国畜禽粪便产生量估算及环境效应[J].中国环境科学,2006(5):614-617.
- [2] 张绪美,董元华,王辉,等.中国畜禽养殖结构及其粪便N污染负荷特征分析[J].环境科学,2007(6):1311-1318.
- [3] 刘忠,段增强.中国主要农区畜禽粪尿资源分布及其环境负荷[J].资源科学,2010(5):946-950.
- [4] 朱建春,张增强,樊志民,等.中国畜禽粪便的能源潜力与氮磷耕地负荷及总量控制[J].农业环境科学学报,2014(3):435-445.
- [5] 姚升,王光宇.基于分区视角的畜禽养殖粪便农田负荷量估算及预警分析[J].华中农业大学学报(社会科学版),2016(1):72-84.
- [6] 冯倩,许小华,刘聚涛,等.鄱阳湖生态经济区畜禽养殖污染负荷分析[J].生态与农村环境学报,2014(2):162-166.
- [7] 刘培芳,陈振楼,许世远,等.长江三角洲城郊畜禽粪便的污染负荷及其防治对策[J].长江流域资源与环境,2002(5):456-460.
- [8] 侯世忠,张淑二,战汪涛,等.山东畜禽粪便产生量估算及其环境效应研究[J].中国人口·资源与环境,2013(S2):78-81.
- [9] 冯倩,刘聚涛,付莎莎,等.江西省畜禽粪便污染物产生量及其耕地负荷分析[J].安全与环境学报,2014(6):316-319.

- [10] 王亚娟,刘小鹏.宁夏农地畜禽粪便负荷及环境风险评价[J].干旱区资源与环境,2015(8):115-119.
- [11] 黄美玲,夏颖,范先鹏,等.湖北省畜禽养殖污染现状及总量控制[J].长江流域资源与环境,2017(2):209-219.
- [12] FISCHER G,WINIWARTER W,CAO G Y,et al.Implications of population growth and urbanization on agricultural risks in China.[J].Population and environment,2012(2/3):243-258.
- [13] 仇焕广,严健标,蔡亚庆,等.我国专业畜禽养殖的污染排放与治理对策分析——基于五省调查的实证研究[J].农业技术经济,2012(5):29-35.
- [14] 李帷,李艳霞,杨明,等.北京市畜禽养殖的空间分布特征及其粪便耕地施用的可达性[J].自然资源学报,2010(5):746-755.
- [15] 曾悦,洪华生,曹文志,等.畜禽养殖废弃物资源化的经济可行性分析[J].厦门大学学报(自然科学版),2004(S1):195-200.
- [16] 李帷,李艳霞,林春野,等.北京市畜禽粪便土地利用适宜性分析[J].环境科学学报,2009(4):882-889.
- [17] 盛婧,孙国峰,郑建初.典型粪污处理模式下规模养猪场农牧结合规模配置研究 I.固液分离-液体厌氧发酵模式[J].中国生态农业学报,2015(2):199-206.
- [18] 盛婧,孙国峰,郑建初.典型粪污处理模式下规模养猪场农牧结合规模配置研究 II.粪污直接厌氧发酵处理模式[J].中国生态农业学报,2015(7):886-891.
- [19] 田宜水.中国规模化养殖场畜禽粪便资源沼气生产潜力评价[J].农业工程学报,2012(8):230-234.
- [20] 耿维,胡林,崔建宇,等.中国区域畜禽粪便能源潜力及总量控制研究[J].农业工程学报,2013(1):171-179.
- [21] 贾伟,李宇虹,陈清,等.京郊畜禽粪肥资源现状及其替代化肥潜力分析[J].农业工程学报,2014(8):156-167.
- [22] 赵俊伟,尹昌斌.青岛市畜禽粪便排放量与肥料化利用潜力分析[J].中国农业资源与区划,2016(7):108-115.
- [23] 孙超,潘瑜春,刘玉.畜禽粪便资源现状及替代化肥潜力研究:以安徽省固镇县为例[J].生态与农村环境学报,2017(4):324-331.
- [24] 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所,环境保护部南京环境科学研究所.第一次全国污染源普查畜禽养殖业源产排污系数手册[Z].2009:3-14.
- [25] 国家统计局.中国农村统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2016:282-284.
- [26] 王祖力,王济民.利用畜禽粪便生产有机肥潜力巨大[J].中国猪业,2011(7):52-53.
- [27] DIAZ L F,BERTOLDI M,BIDLINGMAIER W.堆肥科学与技术[M].鞠美庭,刘金鹏,赵晶晶,译.北京:化学工业出版社,2013:7-21.
- [28] 杨文叶,王京文,周航.杭州市商品有机肥应用现状及对策[J].浙江农业科学,2012(1):102-103.
- [29] 鲍琴书,何建红,邢曼平,等.浙江省建德市商品有机肥发展现状与发展对策[J].农业灾害研究,2013(Z1):62-64.
- [30] 山西省恒茂肥业有限公司.水茂牌有机肥料[EB/OL].(2014-06-09) [2017-07-30].<http://www.hengmao123.com/%E6%9C%BA%E6%A2%B0%E4%BA%A7%E5%93%81%E5%90%8D%E7%A7%B0%E7%A4%BA%E4%BE%8B-18>.
- [31] 杨文叶,王京文,李丹,等.商品有机肥对耕地质量及水稻产量的影响[J].浙江农业科学,2012(12):1621-1622.

(责任编辑:金会平)