

对我国农业废弃物资源化利用的思考

彭 靖

广东省技术经济研究发展中心, 广东 广州 510070

摘要: 对我国农业废弃物的资源化利用状况进行了综述分析与探讨, 指出当前我国在农业废弃物利用方面尚存在诸多问题, 包括农业废弃物产生量巨大且总量不清、农业废弃物粗放低效利用且闲置状况严重、农业废弃物利用技术与产业化水平滞后, 以及农业废弃物利用相关的政策法规与社会化服务体系不健全等问题, 同时, 总结指出了我国农业废弃物资源化利用的几个发展方向, 即向能源化、肥料化、饲料化、材料化、基质化和生态化发展。在此基础上提出了我国农业废弃物资源化发展的对策措施, 包括: (1) 建立与健全农业废弃物资源化利用与无害化处理相关的政策法规; (2) 结合新农村建设, 加大资金扶持力度, 加强农业废弃物利用的基础设施建设; (3) 加快推动农业废弃物资源化利用的产业化进程, 大力发展循环经济; (4) 鼓励和推动农业废弃物资源化利用技术的创新研究、示范与推广工作。

关键词: 农业废弃物; 资源化利用; 问题; 对策

中图分类号: X71

文献标识码: A

文章编号: 1674-5906 (2009) 02-0794-05

现代农业以大量化肥代替原有农家有机肥的使用, 以人工饲料代替农业废弃物饲料的使用, 加之现代农业集约化和规模化发展, 打破了传统农业中废弃物的循环利用环节, 结果造成了农业废弃物的大量积累, 进而产生了较为严重的环境问题和资源浪费问题。因此, 农业废弃物资源的合理利用已日益成为当前世界大多数国家共同面临的问题。国内外实践表明, 农业废弃物的资源化利用和无害化处理, 是控制农业环境污染、改善农村环境、发展循环经济、实现农业可持续发展的有效途径。因此, 本文拟对我国农业废弃物利用存在的问题、资源化利用的未来发展方向及其对策措施进行了探讨。

1 当前我国农业废弃物利用存在的问题

农业废弃物是指在整个农业生产过程中被丢弃的有机类物质, 主要包括农林生产过程中产生的植物残余类废弃物、牧渔业生产过程中产生的动物类残余废弃物、农业加工过程中产生的加工类残余废弃物和农村生活垃圾等^[1]。根据废弃物的形态,

又可将其分为固体废弃物、液体废弃物和气体废弃物 (图 1)。

随着现代农业集约化和规模化发展, 农业废弃物的环境污染问题及其可持续利用问题已日益凸显。当前, 我国农业废弃物利用主要存在以下几个方面的问题。

1.1 农业废弃物产生量巨大且总量不清

我国是一个农业大国, 农业废弃物产生量极其巨大。我国农业废弃物主要来自于种植业和养殖业。据估算, 我国农作物秸秆总产量为 6.5×10^8 t/a 左右, 其中稻草 2.3×10^8 t, 玉米秸秆 2.2×10^8 t, 豆类和秋杂粮作物秸秆 1.0×10^8 t, 花生、薯类藤蔓和甜菜叶等 1.0×10^8 t。中国常年燃烧的秸秆量约为 $5 \times 10^7 \sim 7 \times 10^7$ t, 占秸秆产生总量的 10% ~ 15%^[1]。同时, 我国是世界上畜禽养殖大国, 据估算, 每年畜禽粪便产生量约为 17.3×10^8 t, 其中牛粪 10.7×10^8 t, 猪粪 2.7×10^8 t, 羊粪 3.4×10^8 t, 家禽粪 1.8×10^8 t, 畜禽粪便中含有的氮磷分别是 1.60×10^7 t 和

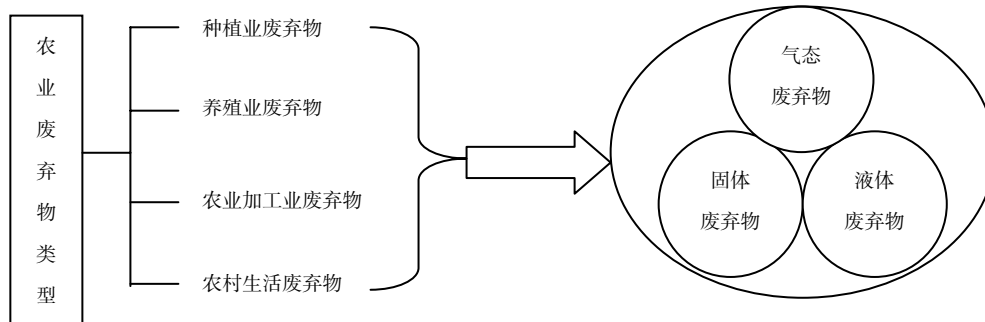


图 1 农业废弃物的分类

3.63×10^6 t, 相当于中国同期使用化肥量的 78.9% 和 57.4%^[2]。由于受经济效益和技术普及的限制, 许多养殖场并未对畜禽废物进行合理处理而直接外排, 造成资源浪费和环境污染。数以几十亿吨计的农业废弃物已经成为中国最大的污染源。以 2003 年中国畜禽粪便产生量为例, 所产生的 21 亿 t 畜禽粪便是中国固体废弃物产生量的 2.4 倍。畜禽粪便化学耗氧量的排放量已达 9 118 万 t, 远远超过中国工业废水和生活废水的排放量之和。

由于我国农业生产主要以农户为单元, 生产什么、生产多少主要由农民自行决定, 因此生产内容千差万别, 而且, 农业生产及其废物产生较为分散, 这为农业废弃物数量的统计带来了较大的困难。目前, 我国每年到底产生多少农业废弃物, 这些废弃物的时空分布状况如何, 利用状况如何, 对环境会造成多大影响, 没有准确的数据和记录。大多数相关数据仅仅是根据作物和养殖规模估算^[3]。我国农业废弃物的产生量和危害存在着数据不准, “家底”不清等问题, 由此也导致了我国农业废弃物资源利用的盲目性, 限制了切实可行政策的制定^[4]。

1.2 农业废弃物粗放低效利用且闲置状况严重

在我国, 农作物秸秆多采用燃烧等一次性利用方式。农作物秸秆用作燃料, 能量只利用了 1/10, 大多数的能量、矿物盐类、脂肪和粗蛋白等物质均被浪费。田间焚烧农作物秸秆, 仅利用所含钾量的 1/3, 其余氮、磷、有机质和热能则全部损失。农作物燃烧过程中还产生大量氮氧化物、二氧化硫、碳氢化合物及烟尘, 直接污染大气, 经过太阳光照作用产生的有害物质又进一步造成二次污染。畜禽粪便未经处理直接归田, 属于一次利用, 它严重污染周边的水域、土壤等环境, 造成农副产品产量和品质下降, 最终影响人体健康。据分析, 鸡鸭粪便中含有粗蛋白 28%~31.3%, 可消化能 7 888~9 216 kJ·kg⁻¹, 另外还含有一定的钙、磷等营养物质, 它们未能在一次利用中发挥作用。

农业废弃物是一类具有巨大潜力的资源库。据有关资料, 我国产生的农业废弃物按目前的沼气技术水平能转化成沼气 3 111.5 亿 m³, 户均达 1 275.2 m³, 可解决农村能源短缺。以农作物秸秆为例, 将目前的 6.5 亿 t 秸秆转化为电能, 按 1 kg 秸秆产生电 1 千瓦时计算, 就具有产生 6.5 亿千瓦时电能的潜力; 作为肥料可提供氮大约 2 264.4 万 t、磷 459.1 万 t、钾 2715.7 万 t; 作为饲料, 仅玉米秸秆就能提供 1.9~2.2 亿 t。然而, 目前我国农业废弃物的利用率却很低乃至没有利用。因此, 农业废弃物一方面成为最大的搁置资源之一, 另一方面又成为巨大的污染源^[3]。

1.3 农业废弃物的资源化利用技术与产业化水平滞后

由于长期以来人们对农业废弃物资源的认识不清, 加上技术落后、投入不足等诸多因素, 对其开发利用还较落后。目前大部分多采用一次性和粗放式的利用方式, 工艺简单, 技术落后, 利用率低, 处理能力和利用规模也十分有限。目前, 我国每年仅作物秸秆量就达 6 亿 t 以上, 但因缺乏相应的技术和设备来加以利用, 其中的 2/3 只能废弃或焚烧。

我国虽然具有利用农业废弃物资源的传统, 但是创新的技术少, 拥有自主知识产权的技术和具有较好适应性能以及推广价值的技术更少, 一些废弃物高效生产设备及其配套利用设备等在技术上未能有大的突破。同时, 由于对农业废弃物资源化产品开发的主攻方向不明, 导致中国的农业废弃物转化产品品种少、质量差、利用率低、商品价值低, 而且产业化进程滞后, 因此, 无论在国内还是在国际市场上都缺乏竞争力; 另一方面, 在废弃物资源化设备的投入上, 由于资金缺乏, 一些很好的技术在产业化过程中得不到应用和推广, 许多技术在低水平上重复, 不能适应农业现代化发展的需求。

1.4 农业废弃物利用相关的政策法规与社会化服务体系缺乏

首先, 在农业废弃物资源化利用方面的意识以及生态环境意识淡薄, 许多农业生产者往往追求短期效益, 追求“短平快”, 而不愿意对废弃物资源进行深度利用, 因而多肆意排放, 或简单粗放利用。第二, 相关的政策支持力度不够。目前, 我国虽然已出台了废弃物资源化利用有关的政策法规, 但一些实质性、可操作性的政策措施尚未很好地建立或执行, 如鼓励农业生产者进行农业废弃物利用的优惠政策太少或支持力度不够, 缺乏有效的激励机制, 因此, 大多数农业生产者和企业缺乏应有的积极性。第三, 资金投入或扶持力度不够, 由于政策扶持和资金支持的不足或缺乏, 一些专门从事农业废弃物资源化利用的龙头企业未能很好地成长起来, 相关的产业体系(如所谓“静脉产业”体系)也未能得到很好地培育。第四, 目前有利于农业废弃物利用的社会化服务体系尚未形成, 如废弃物资源的信息服务体系、技术服务体系、加工生产体系、市场服务体系、企业与农户的对接与组织模式等, 因此, 在一定程度上制约了农业废弃物资源的产业化和规模化发展。

2 国内外农业废弃物资源化利用的发展方向

近年来, 国内外农业废弃物的资源化利用技术和相关研究得到了较大的发展, 农业废弃物的资源化利用技术日益多样性。目前, 对于植物纤维废弃物的资源化利用而言, 主要采用废物还田、加工饲

料、固化、炭化、气化、制复合材料、制造化学品等技术;畜禽粪便的资源化利用则主要采用肥料化技术、饲料化技术和燃料化技术等^[5]。从总体上来看,当前国内外农业废弃物的资源化逐步向能源化、肥料化、饲料化、材料化、基质化和生态化等几个方面发展(图2)。

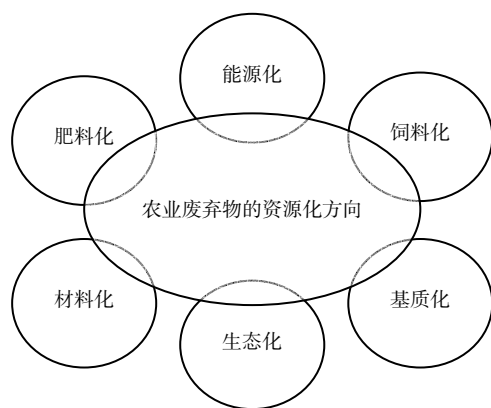


图2 农业废弃物的资源化利用方向

2.1 农业废弃物的肥料化方向

(1) 直接还田。如秸秆和粪肥直接还田等,该技术操作简单、省工省事。有关试验研究表明,秸秆连续还田2~3年后土壤孔隙度增加2.1%~4.1%,有机质增加0.5~1.7 g/kg,速效钾增加15.0~18.7 mg/kg,碱解氮、速效磷也都有所提高,年均增产粮食534 kg/hm²。

(2) 发酵还田。如各种堆肥(好氧),沤肥(兼性厌氧)、沼气肥(厌氧)等,都是利用微生物进行生物化学反应,将有机废物转化成类似腐殖质的高效有机肥。其中,堆肥和沤肥由于简便易行而被广泛采用,而厌氧发酵生产沼肥因投入与维护问题,推广和应用受到了一定的限制。

(3) 生产有机无机复合肥。将畜禽粪便、有机垃圾等经一系列工艺处理(如高温、高压等),加工成无病菌、无毒、无臭,并便于运输和贮存的有机复合肥料,使其既含有机成分,又含无机成分,既可实现氮磷钾平衡,又可实现有机与无机的平衡,具有较大优越性。

2.2 农业废弃物的饲料化方向

农业废弃物的饲料化包括植物纤维性废弃物的饲料化和动物性废弃物的饲料化。植物纤维性废弃物主要指农作物秸秆类物质,其中含有纤维类物质和少量的蛋白质,经过适当的技术处理,便可作为饲料应用。主要的技术有通过微生物处理转化,将秸秆、木屑等植物废弃物加工变为微生物蛋白产品的技术;通过发酵对青绿秸秆处理的青贮饲料化技术;通过对秸秆氨化处理,改善原料适口性和营

养价值的氨化技术^[4]。

动物性废弃物的饲料化主要指畜禽粪便和加工下脚料的饲料化。禽粪便中含有许多未被利用的营养物质,如干燥鸡粪含粗蛋白23%~31.3%,粗脂肪8%~10%,还有各种必需的氨基酸和大量维生素,用于喂猪、养鱼,效果良好。由于动物性废弃物的直接饲料化存在较多的安全卫生问题,因此,必须进行一定的无害化处理方可使用。

2.3 农业废弃物的能源化方向

利用各种农业废弃物发酵生产沼气,可以显著提高热效率。据统计,我国农村目前用作薪柴直接烧掉的农作物秸秆占总量的65%~84%,这种方式只利用了其热能的10%左右,而若改为发酵沼气燃烧可使热效率提高94%;同样,通过沼气发酵也可使粪便中不能直接燃烧的能量得到充分利用。沼气除了可供烧饭、照明、取暖外,还用来进行大棚温室种菜、孵化雏鸡、增温养蚕、发电等。目前关于农业废弃物能源化方面主要集中在高效沼气发酵装置与配套设备及其发电工程系统的研究;中热值秸秆气化装置和燃气净化技术的研究;秸秆直接燃烧供热系统技术的研究;纤维素原料生产燃料乙醇技术的研究;生物质热解液化制备燃料油、间接液化生产合成柴油和副产物综合利用技术的研究;有机垃圾混合燃烧发电技术的研究,以及“能源-环境工程”生态农业综合利用模式的研究等方面^[1,4-9]。

2.4 农业废弃物资源的材(原)料化方向

利用农业废弃物中的高蛋白质资源和纤维性材料生产多种生物质材料和生产资料是农业废弃物资源化利用的又一个重要领域,有着广阔的前景。例如利用农业废弃物中的高纤维性植物废弃物生产纸板、人造纤维板、轻质建材板等材料;通过固化、炭化技术制成活性炭材料;利用稻壳作为生产白炭黑、炭化硅陶瓷、氮化硅陶瓷的原料;利用秸秆、稻壳经炭化后生产钢铁冶金行业金属液面的新型保温材料;利用甘蔗渣、玉米渣等制取膳食纤维产品;利用棉秆皮、棉铃壳等含有酚式羟基化学成分制成吸收重金属的聚合阳离子交换树脂等等^[1,4,10-12]。

2.5 农业废弃物资源的基质化方向

农业废弃物经适当处理可作为农业生产很好的基质原料,可用来栽培食用菌和花卉,养殖高蛋白蝇蛆、蚯蚓等。如利用各种秸秆、棉籽粉碎后作培养基,每1 kg可产菇1~2 kg;用食用菌下脚料喂蚯蚓,每1万条1 d消耗4 kg废料,这方面具有较好的生产应用前景。

2.6 农业废弃物资源的综合生态化方向

根据生态学的食物链原理,将农业废弃物作为

产业链中的一个重要环节,进而实现物质的多重循环和多次转化利用,提高资源利用率及整体效益。以“秸秆-食用菌-猪-沼气-肥田”模式为例,其能量利用率可达50%以上,有机质和营养元素的利用率可达95%。但若秸秆只经过牲畜过腹还田,则其能量利用率仅为20%,氮、磷、钾等营养元素的利用率仅为60%。目前,我国这方面的生态农业利用模式很多,如猪-沼-果模式、猪-沼-鱼模式等,重要的是要进行大面积的推广应用。

3 我国农业废弃物资源化利用的对策措施

3.1 建立与健全农业废弃物资源化利用与无害化处理相关的政策法规

农业废弃物资源化利用属于国家资源综合利用的有机和重要组成部分。但是,我国的资源综合利用大多以工业、矿山、废旧物资等行业为重点,农业废弃物的资源化利用未能受到足够重视,使得长期以来农业资源综合利用工作与其它行业的资源综合利用相比,进展缓慢,成效低下。另一方面,农业废弃物综合利用相关的法规政策,特别是一些激励性的政策措施缺乏或不健全。因此,为了又好又快地推动我国农业废弃物的资源化利用工作,需要政府对农业废弃物资源化利用给予明确的发展定位,并建立健全相关的政策法规,包括农业大型种植业与养殖业项目的选择、环境影响评价,生产厂家的建立与管理及扶持办法;通过减免税和低利融资等办法,积极鼓励、引导投资;建立综合利用产品的品质标准和生产环境标准,以及鼓励与扶持农民开展生态建设的激励政策与惩罚措施等。同时,要突破传统的资源和废弃物的观念,提高全民的资源环境意识,努力树立废弃物是“放错了位置的资源”的思想,让农民自愿、自觉地开展农业废弃物资源化利用工作。

3.2 结合新农村建设,加大资金扶持力度,加强农业废弃物利用的基础设施建设

农业废弃物在农村地区最为集中,也是造成农村“脏、乱、差”的重要原因之一。针对我国广大农村存在的废弃物环境污染等问题,党的十六届五中全会明确提出了建设社会主义新农村发展战略,并提出了“生产发展、生活宽裕、乡风文明、村容整洁、管理民主”的建设目标要求。目前,社会主义新农村建设正在全国许多地区蓬勃开展。因此,可以借助新农村建设的“东风”,积极筹措资金,加大投入力度,大力推进新农村建设规划与环境整治工作,大力开展农村农业废弃物资源化利用与无害化处理的基础设施的建设,如加强农村废弃物定点集中回收站(点)、“一池(沼气池)三改(改厕、改厨和改猪圈)”、废弃物集中处理场等硬件设施等

的建设。长期的实践证明,发展农村沼气,是解决农村能源,发展生态农业,改善农村卫生状况的有效途径。近年来,政府也比较重视农业上沼气的发展。通过沼气的建设,农村生态环境得到明显改善,保护了森林资源和水土环境,改善了农村生产生活条件。为了进一步推动新农村建设和农业废弃物的资源化利用进程,在现阶段必须走“工业反哺农业”,“城市反哺农村”的道路,加大对农业废弃物资源化利用的政策补偿或资金补偿,扶持更多的农户开展“庭院沼气”和庭院生态经济建设,以推动农业废弃物的资源化利用的快速发展。

3.3 加快推动农业废弃物资源化利用的产业化进程,大力发展循环经济

随着社会经济发展和科学技术的进步,农业的现代化和产业化进程将势不可挡。一些规模化、集约化的农场、养殖场日益增多,伴随农业生产的产业化,其废弃物的资源化利用也必须同步走产业化发展道路。目前,我国从事农业废弃物资源化利用的大型企业并不多,因此,必须制定优惠政策鼓励和扶持一批农业废弃物资源化利用和无害化处理的龙头企业,以延长农业产业链,大力发展循环经济,大力发展以废弃物资源化利用的“静脉产业”。

从农业废弃物利用产业化发展趋势来看,利用农业废弃物生产生物质能源(生物酒精、沼气、发电等)和生物质材料(建筑材料、家具材料等)将具有广阔的应用前景。从农业废弃物的产业化发展目标来看,农业废弃物的综合利用将逐步向工厂化、规模化、商品化、多元化、标准化、高效化的深度发展。一方面,对有机废弃物的处理和利用将逐渐由小型、分散,走向大型、集中,实现工厂化生产,废弃物产品的商品化程度将随之加强;另一方面,由于现代高新技术的日益渗透,使废弃物产品的质量提高,对农业的增产效果更为明显,对废弃物的利用方式日趋多样,开发深度和利用效率得以提高。另外,废弃物资源化利用的产业化发展应与CDM(Clean Development Mechanism, 清洁发展机制)、城镇环境综合整治和生态农业建设更为密切地结合起来,实现生态、经济和社会效益相统一。

3.4 鼓励和推动农业废弃物资源化利用技术的创新研究、示范与推广工作

当前,我国农业废弃物资源化与无害化利用程度不高的一个重要原因还与该方面的技术研究、示范与推广力度不够有很大关系。主要表现在:(1)目前在农业废弃物资源化方面还存在许多技术难题,许多技术还不成熟,经济效益不高;(2)目前具有显示度并具可操作性的农业废弃物资源化与无害化示范基地和成功样板还较缺乏;(3)技术推

广体系疲软。因此,必须列出专项资金,加大科技投入,提高科技支撑能力,积极组织科研机构进行农业废弃物综合利用的科学研究,特别是加快农业废弃物综合利用等实用技术的创新研究。同时,由于农业废弃物污染种类多,分布面广,治理难度大,缺少有效的措施和成熟的技术,因此,更要加强示范、推广应用以及发展引导工作。

参考文献:

- [1] 孙振钧,袁振宏,张夫道,等. 农业废弃物资源化与农村生物质资源战略研究报告[R]. 国家中长期科学和技术发展战略研究, 2004.
SUN Zhenjun, YUAN Zhenhong, ZHANG Fudao, et al. A research report on development strategies of the utilization of agricultural waste resources and biomass resources in rural area[R]. Research of national long-term development strategy in Science and Technology, 2004.
- [2] 李国学,张福锁. 固体废物堆肥化与有机复混肥生产[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000.
LI Guoxue, ZHANG Fusuo. Composting of Solid Waste and Production of Organic Compound Fertilizer[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2000.
- [3] 孙振钧,孙永明. 我国农业废弃物资源化与农村生物质能源利用的现状与发展[J]. 中国农业科技导报, 2006, 8(1): 6-13.
SUN Zhenjun, SUN Yongming. Situation and development of agricultural residues as energy resource utilization in rural areas in China[J]. Review of China Agricultural Science and Technology, 2006, 8(1): 6-13.
- [4] 孙永明,李国学,张夫道,等. 中国农业废弃物资源化现状与发展战略[J]. 农业工程学报, 2005, 21(8): 169-173.
SUN Yongming, LI Guoxue, ZHANG Fudao, et al. Status quo and developmental strategy of agricultural residues resources in China[J]. Transactions of The Chinese Society of Agricultural Engineering, 2005, 21(8): 169-173.
- [5] 李建政,汪群慧. 废物资源化与生物能源[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- LI Jianzhen, WANG Qunhui. Resourceful Utilization of Wastes and Biomass Energy[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2004.
- [6] 胡明秀. 农业废弃物资源化综合利用途径探讨[J]. 安徽农业科学, 2004, 32(4): 757-759, 767.
HU Mingxiu. Approaches to comprehensive utilization of agricultural wastes[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2004, 32(4): 757-759, 767.
- [7] 卞有生. 生态农业中废弃物的处理与再生利用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000.
BIAN Yousheng. The Reuse and Disposal of Wastes in Ecological Agriculture[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2000.
- [8] 程序. 中国农业有机废弃物利用中的创新和存在的问题[J]. 农业工程学报, 2002, 18(5): 1-6.
CHENG Xu. Innovative approach to utilizing Agro-organic wastes and Chinese ecological agriculture[J]. Transactions of The Chinese Society of Agricultural Engineering, 2002, 18(5): 1-6.
- [9] 马隆龙. 秸秆气化技术[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
MA Longlong. Crop Straw Gasification Technology[M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2002.
- [10] 吴创之. 欧洲生物质能利用的研究现状及探讨[J]. 新能源, 1999, 21(3): 30-35.
WU Chuangzhi. The research status of biomass energy utilization in Europe[J]. New Energy, 1999, 21(3): 30-35.
- [11] 张承龙. 农业废弃物资源化利用技术现状及其前景[J]. 新疆环境保护, 2002, 24(1): 22-25.
ZHANG Chenglong. The comprehensive utilization of agricultural wastes[J]. Environmental Protection of Xinjiang, 2002, 24(1): 22-25.
- [12] 陈祖建,汤良恕. 利用低等动物处理农副产品废弃物的研究[J]. 农业环境保护, 1993, 12(6): 257, 276-277.
CHEN Zujian, TANG Liangshu. Study on the disposal of agricultural by-product wastes by using lower animals[J]. Agro-environmental Protection, 1993, 12(6): 257, 276-277.

Review and dicussion on utilization of agricultural waste resources in China

Peng Jing

Guangdong Techno-economy Research and Development Center, Guangzhou 510070, China

Abstract: The situation of utilization of agricultural waste resources in China was reviewed and discussed in this paper. It was pointed that there were a lot of problems existing in the utilization process of agricultural wastes in China, which included the large quantity and unknown total amount of agricultural waste production at present extensive utilization and unusing status of agricultural wastes, backwardness of techniques and lag of industrialization in agricultural waste utilization, and unimprovement of the related policies and social service systems for agricultural waste utilization. The future development directions were summarized as well in the paper. A series of countermeasures were also put forward, which included: (1) to establish and improve a lot of policies, laws and regulations which are related to the resourceful utilization and harmless disposal of agricultural wastes; (2) to increase the input and support of funds from different channels, and strengthen construction of basic infrastructures for agricultural waste utilization by integrating the construction of the new socialist village at present; (3) to push forward the industrialization of agricultural waste utilization and develop circular economy; (4) to encourage and promote the innovative research, demonstration and extension of agricultural waste utilization technologies.

Key words: agricultural waste; resourceful utilization; problem; countermeasure