

污水处理厂协同治理食品饮料企业高浓度有机废水主要问题与解决途径

——以云南省典型食品饮料行业为例

张先智, 赵 华, 李治云, 周文春, 覃源存, 易玉敏

云南省生态环境工程评估中心, 云南 昆明

收稿日期: 2024年5月7日; 录用日期: 2024年6月20日; 发布日期: 2024年6月30日

摘 要

将食品饮料企业生产废水作为污水处理厂的外加碳源或营养源既有助于企业降低生产成本, 又可以降低污水处理厂的运行成本, 提高污水脱氮除磷效率, 实现减污降碳协同增效; 在宏观层面, 不仅有利于区域水环境质量的改善, 同时也将助力实现碳达峰和碳中和, 促进经济与环境实现双赢。本文从技术经济可行性、标准依据和政策支持三个方面, 对污水处理厂协同治理食品饮料企业高浓度有机废水主要存在的问题和解决途径进行了论述, 并以云南省内的啤酒、乳制品和豆制品三个典型食品饮料行业为例进行了分析。本文可为未来推进污水处理厂协同治理食品饮料企业高浓度有机废水的相关试点实践提供参考。

关键词

食品饮料行业, 高浓度有机废水, 污水处理厂, 碳源, 协同治理

The Main Problems and Solutions of Collaborative Treatment of High-Concentration Organic Wastewater in Food and Beverage Enterprises by Wastewater Treatment Plants

—Taking Typical Food and Beverage Industries in Yunnan Province as Examples

Xianzhi Zhang, Hua Zhao, Zhiyun Li, Wenchun Zhou, Yuanchun Qin, Yumin Yi

文章引用: 张先智, 赵华, 李治云, 周文春, 覃源存, 易玉敏. 污水处理厂协同治理食品饮料企业高浓度有机废水主要问题与解决途径[J]. 环境保护前沿, 2024, 14(3): 669-677. DOI: 10.12677/aep.2024.143090

Abstract

Using the production wastewater of food and beverage enterprises (FBEs) as the additional carbon source or nutrient source for wastewater treatment plants (WWTPs) can not only help reduce the cost of enterprises, but also reduce the operating cost of WWTPs, improve the efficiency of nitrogen and phosphorus removal in wastewater, and achieve the synergistic effect of pollution reduction and carbon reduction. At the macro level, it is not only conducive to the improvement of regional water environmental quality, but also can help achieve carbon peak and carbon neutrality, and promote a win-win situation between the economy and the environment. In this paper, from three aspects of technical and economic feasibility, standard basis and policy support, the main problems and solutions of collaborative treatment of high-concentration organic wastewater in FBEs by WWTPs are discussed, and three typical food and beverage industries in Yunnan Province, including beer, dairy products and soybean products are analyzed. This paper can provide reference for promoting the future pilot practice of the collaborative treatment of high-concentration organic wastewater in FBEs by WWTPs.

Keywords

Food and Beverage Industry, High-Concentration Organic Wastewater, Wastewater Treatment Plant, Carbon Source, Collaborative Treatment

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

食品饮料行业是关系国计民生的重要行业，也是一些地区的经济支柱性产业。随着生产规模的扩大，食品饮料生产企业的用水量和废水排放量均较过去明显增加，生产废水中含有大量的易降解有机物[1]-[3]。在国内现有相关行业排放标准和《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)等要求下，食品饮料生产企业需采取措施将废水中的化学需氧量、氨氮、总氮和总磷等污染指标大幅削减后才可以达标排放或排入城镇污水处理厂，企业自建污水处理设施的建设费用和运行成本都较高[4]。与此同时，国内城镇污水处理厂普遍存在进水有机物浓度偏低的问题[5]。在进水有机物浓度或碳氮比过低的情况下，为维持微生物的处理活性，提高生物脱氮除磷效率，实现稳定的达标排放，城镇污水处理厂需要向污水中投加乙酸钠、甲醇或葡萄糖等额外的碳源[6][7]，这导致污水处理厂的运行成本增加[6][8]。而与此相对的是，制糖废水、酿酒废水等食品生产废水中的有机物浓度很高，但氮磷相对缺乏，因此，可以作为城镇污水处理厂优质的外加碳源[9][10]。此外，一些处理化工、制药等企业废水的工业园区污水处理厂进水中含有大量难降解有机物，且营养物质缺乏，不仅限制了生化处理工艺的应用，同时也增加了工业废水的处理难度和成本。

由上述现状分析可知，将食品饮料企业的高碳有机废水作为城镇污水处理厂的外加碳源，实现污水处理厂协同治理食品饮料企业高浓度有机废水，是一种在技术上可行的方案；同时，在有条件的地区，

可以探索将食品饮料企业生产废水作为工业园区污水处理厂进水的额外加营养源,进行微生物共代谢协同处理[11][12]。这既有助于企业降低生产成本,又可以降低污水处理厂的运行成本,提高污水脱氮除磷效率,实现减污降碳协同增效。从宏观经济和环境角度来看,积极推进食品饮料企业生产废水作为污水处理厂的外加碳源或营养源,实现有机物的资源化利用和水污染物的协同治理,不仅有利于区域水环境质量的改善,同时也将助力碳达峰和碳中和,促进经济与环境实现双赢。

然而,污水处理厂协同治理食品饮料企业高浓度有机废水的实际推广应用是一个复杂的系统工程,涉及技术、经济、安全、环境监督执法和地区差异等多种影响因素。为此,本文根据对国内典型食品饮料行业的废水产排情况、现有相关排放标准和地区试点情况的分析,将主要影响因素归纳为技术经济可行性、标准依据和政策支持三个方面,在此基础上对污水处理厂协同治理食品饮料企业高浓度有机废水主要存在的问题和解决途径进行了论述,并以云南省内的啤酒、乳制品和豆制品三个典型食品饮料行业为例进行了分析。本文可为未来推进污水处理厂协同治理食品饮料企业高浓度有机废水的相关试点实践提供参考。

2. 主要问题与解决途径

2.1. 技术经济可行性

技术经济可行性是推进污水处理厂协同治理食品饮料企业高浓度有机废水试点工作的客观前提。技术经济可行性因素主要包括废水水质、经济成本和风险防控三个方面。在开展相关试点工作以前,应在综合分析和权衡废水水质、经济成本和风险防控的基础上,对适宜开展试点试验的食品饮料企业和污水处理厂进行科学的筛选。

2.1.1. 废水水质

食品饮料企业生产废水的水质特征主要由产品种类和生产工艺决定,其中,富含有机物的高浓度废水主要来源于有机质物料或残渣的清洗和浸泡等过程。废水中的有机物种类和其他污染物含量主要与具体加工的物料种类和生产过程中添加的物质有关。食品饮料生产企业高浓度废水能否直接作为污水处理厂外加碳源或营养源主要受四个方面因素的影响,一是废水中有机物的易降解性(即可生化性),二是废水中的氮磷含量及占比,三是废水中的无机盐离子浓度,四是废水的酸碱性。

(1) 有机物的易降解性

在食品饮料企业生产废水涉及的常见有机污染物中,淀粉、糖类和蛋白质相较于油脂、纤维素、果胶等易于降解,经过水解发酵或酶解处理后的小分子有机物相较于大分子有机物易于降解。在废水中的油脂或难降解的大分子有机物含量较高的情况下,一般需在技术上采取有效的预处理措施才能满足污水处理厂对碳源质量的要求。

(2) 氮磷含量及占比

氮磷含量是决定食品饮料企业生产废水能否作为外加碳源的一个重要因素。对于啤酒、白酒企业等生产原料为淀粉质或糖质的企业,生产废水中的有机物含量高,但氮磷含量较低,因此,适合作为污水处理厂的外加碳源。对于乳制品企业等生产原料为蛋白质类物质的企业,企业生产废水中的氮磷含量及占比较高,在污水处理厂外加碳源的目的是提高生物脱氮除磷效果时,可能不适合直接作为外加碳源使用。但在污水处理厂的进水有机物浓度过低,或当工业污水处理厂的进水中难降解有机物浓度较高时,氮磷含量及占比较高的食品有机废水理论上可作为维持或强化微生物活性的营养源。

(3) 无机盐离子浓度

在一些食品饮料产品生产过程中,需添加食盐、碳酸氢钠、碳酸钠、石灰、石膏或卤水等,导致企

业生产废水中的无机盐离子浓度较高,其中,较为典型的高含盐有机废水为腌制食品企业的生产废水[13]。无机盐离子浓度过高会抑制污水处理厂生化系统中微生物的活性,因此,在采用无机盐离子浓度较高的食品饮料生产废水作为污水处理厂外加碳源或氮磷来源前,需要对无机盐的耐受情况进行试验和评估。

(4) 酸碱性

当食品饮料企业生产废水的酸性或碱性较强时,一般不宜直接作为污水处理厂的外加碳源或氮磷来源使用,此时,可能需要对废水 pH 值进行调节处理。在调节 pH 值之后,同样可能需考虑无机盐离子浓度较高带来的影响。

2.1.2. 经济成本

污水处理厂协同治理食品饮料企业高浓度有机废水的经济成本主要与废水的预处理措施、运输方式、投加方式和管理成本等因素有关,其决定了能否有效降低企业和污水处理厂的运行费用,是企业和污水处理厂主要关心的问题。对于市政管网系统服务范围内的食品饮料生产企业,废水在经过企业预处理之后,通过下水管道输送并直接与其他污水混合是最经济的资源化利用方式。然而,这种相当于在进水口前端投加的方式不仅不利于碳源有机物的充分利用,而且其利用效果也会受污水输送距离和污水处理厂原污水水质的制约;此外,当污水管网系统质量较差时,还容易增加环境和安全风险。

2.1.3. 风险防控

(1) 废水水质不达标风险

当食品饮料企业的生产废水水质发生明显变化,不能满足双方约定的标准时,作为碳/氮磷源使用可能会导致污水处理系统中的微生物活性受到抑制,处理效果下降,甚至导致污水处理厂出水水质超标。因此,一方面需要积极开展废水水质监测;另一方面,企业需要加强对生产废水的收集和预处理措施的管理,确保废水水质符合双方约定的标准要求。

(2) 废水泄露风险

食品饮料企业生产废水为富含有机物的高浓度废水,若发生大量泄露将会对周边的环境造成明显的不利影响。因此,在废水运输的过程中,需要尽可能避免途经水环境敏感区,并采取规范化的技术和管理措施对废水的泄露风险进行有效防控。

(3) 中毒或爆炸风险

富含有机物的废水在高温和厌氧条件下,会产生大量甲烷、硫化氢、氨气等有毒有害和易燃易爆气体;在气体发生累积情况下,存在人员中毒或爆炸风险。食品饮料企业的生产废水有机物浓度高,若未经处理排入下水道,需要分析是否会增加市政管网系统发生人员中毒或爆炸的风险,并且可能需要对管网系统的堵塞和风险情况进行实际的排查和处理。对于运输废水的罐车或专用管线以及废水暂存设施,同样需要采取措施避免厌氧条件下有毒易燃气体的累积,确保食品饮料企业高浓度有机废水协同治理和利用的安全性。

综合上述分析并将各项影响因素进行指标化分解和细化后,表 1 给出了污水处理厂协同治理食品饮料企业高浓度有机废水的技术经济可行性分析结果。

2.2. 标准依据

现有相关水污染排放标准和《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)对食品饮料企业污水中的化学需氧量、总磷和总氮等指标有明确的规定,企业污水处理站设计方案、环评文件及环评批复等一般都需要执行相关标准要求。根据标准适用范围,若采用罐车或专用管线将食品饮料企业生产废水运输至污水处理厂作为外加碳源或氮磷来源使用,则《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)

不再适用，但在缺乏国家层面的法律法规或标准依据情况下，该行为仍有可能被视为企业水污染物间接排放，则仍需要执行相应的行业水污染物排放标准。因此，将食品饮料企业生产废水作为污水处理厂外加碳源或营养来源需要对原有标准进行修改，才能够在法律制度依据上予以保障。

Table 1. Analysis results of technical and economic feasibility of collaborative treatment of high-concentration organic wastewater in food and beverage enterprises by sewage treatment plants

表 1. 污水处理厂协同治理食品饮料企业高浓度有机废水技术经济可行性分析结果

技术经济可行性指标		可行	经试验和评估后确定可行性	不可行
一级指标	二级指标			
	有机物的易降解性(可生化性)	易降解有机物多，难降解有机物很少	高油脂有机废水；水解发酵或酶解等处理后可生化性明显增强的大分子有机废水	难降解，水解发酵等预处理后可生化性仍然较差
废水水质	氮磷含量及占比	较低	较高	过高(影响原有生活污水污水处理厂出水氮磷达标)
	无机盐离子浓度	较低	高盐废水(耐盐性试验和评估)	/
	酸碱性	弱酸性、中性或弱碱性	酸性或碱性较强(需调节废水 pH)	/
经济成本	预处理措施	无需预处理或简单预处理	复杂预处理	
	运输方式	罐车或专用管线的运输距离较短	罐车或专用管线的运输距离较长；或通过下水道输送	在均满足达标排放的前提下，协同治理的综合经济成本超过双方企业单独治理的成本之和
	投加方式	无需新建投加设施	需要新建投加设施	
	管理成本	管理成本较低	管理成本较高	
风险防控	水质不达标	企业生产废水水质较稳定，可确保污水处理厂稳定达标	通过加强企业管理，可确保废水水质符合双方约定的标准要求	水质不稳定，会导致污水处理厂出水超标
	废水泄露	采取规范化的技术和管理措施，且废水运输过程未途经水环境敏感区	采取规范化的技术和管理措施，但废水运输过程途经水环境敏感区；或直接通过原有下水管道输送	无防控措施
	中毒或爆炸	采取规范化的防控措施，且风险源和保护目标较少	采取规范化的防控措施，但风险源或保护目标较多	无防控措施

在 2020 年 12 月，生态环境部与国家市场监督管理总局联合发布了《发酵酒精和白酒工业水污染物排放标准》(GB 27631-2011)修改单和《啤酒工业污染物排放标准》(GB 19821-2005)修改单(公告 2020 年第 68 号)，在两项修改单中，允许啤酒、白酒制造企业与污水集中处理设施通过签订具备法律效力的书面合同，共同约定水污染物排放浓度限值，并作为环境监督执法的依据。此外，针对柠檬酸废水、淀粉废水、酵母废水可生化性较好的特点，2021 年 12 月，生态环境部发布通知征求柠檬酸工业、淀粉工业、酵母工业三大工业水污染物排放标准修改单的意见，允许企业与公共污水处理系统协商确定间接排放限值的要求。在其他食品饮料行业相关排放标准中，《制糖工业水污染物排放标准》(GB 21909-2008)在适用范围中规定，“企业向设置污水处理厂的城镇排水系统排放废水时，其污染物的排放控制要求由企业与城镇污水处理厂根据其污水处理能力商定或执行相关标准，并报当地环境保护主管部门备案”。上述排放标准及修改单的实施，解决了将相关食品饮料企业的生产废水作为污水处理厂外加碳源时，在环境管理和监督执法层面的矛盾。

对于无国家水污染物行业排放标准的食品饮料生产企业，向城镇污水处理厂排污一般执行《污水综

合排放标准》(GB8978-1996)三级标准,三级标准要求 $\text{COD} \leq 500 \text{ mg/L}$,这与将食品饮料企业生产废水作为城镇污水处理厂外加碳源相矛盾。若食品饮料企业高浓度有机废水排入其他工业园区污水处理厂作为外加碳源或氮磷来源,则存在缺乏标准依据的问题。

综上可知,除已经发布相关标准依据的食品饮料行业外,将其他食品饮料行业生产废水作为污水处理厂外加碳源或营养来源可能与现行水污染物排放标准之间存在矛盾,因此,要实现污水处理厂协同治理食品饮料企业高浓度有机废水的规范化和常态化管理,未来仍需要进一步对相关法律法规和标准规范进行修改和完善。从标准体系的建设角度来看,由于污水处理厂协同治理食品饮料企业高浓度有机废水的实现需要以整个系统的安全、稳定运行和污水处理厂的达标排放为前提条件,事关公共利益和区域生态环境质量安全,因此,未来在推广和实施过程中,在国家相关法律法规及标准提供行为依据的基础上,各级政府和企业仍需要通过加强沟通与协作,在技术要求和风险防控等方面制定出相应的标准及规范,才能有效促进区域环境-经济综合效益的实现,并避免在实际操作过程中人为因素导致系统运行风险的增加;同时,相关标准及规范也可以为相应的环境监督执法提供基本依据。

2.3. 政策支持

开展前期的试点实践,积极推进实现污水处理厂协同治理食品饮料企业高浓度有机废水离不开相关政策的引导和支持。目前,通过积极落实相关标准和政策,国内的青岛、常州、苏州、黄石、株洲、洛阳、珠海等地多个污水处理厂和啤酒厂实现了合作。四川省古蔺郎酒厂(泸州)有限公司和泸州市兴泸污水处理有限公司签订了“酒类废水协商处理协议”;深圳市深水水头污水处理有限公司、不凡帝范梅勒糖果深圳有限公司签订了“糖果生产废水委托处理协议”。2022年6月,济南市生态环境局通过印发《济南市生态环境局助企纾困服务高质量发展的20条措施》,启动鼓励酒类等生产企业与下游污水处理企业开展污水资源化利用试点工作,通过让“放错位置的资源”化身为宝,切实减轻企业生产治污成本[14]。

3. 云南省典型食品饮料行业试点分析

3.1. 啤酒制造业

根据相关数据统计,2022年云南省共有啤酒制造企业17家,2021年纳入统计的废水排放量131.66万吨。主要啤酒制造企业包括:嘉士伯(中国)啤酒工贸有限公司、燕京啤酒(昆明)有限公司、云南星威啤酒有限公司、西双版纳金星啤酒有限公司等。

根据对嘉士伯(中国)啤酒工贸有限公司相关信息的调查分析,啤酒制造企业生产废水主要为产品生产过程中产生的各类清洗废水,可分为酿造区废水和包装车间废水两部分,其中,酿造区废水COD浓度在4000~5000 mg/L范围,废水排放量占比约1/3,包装车间废水COD浓度在400~500 mg/L范围,约占生产废水排放量的2/3。酿造区废水、包装车间废水及生活污水等输送至企业自建污水处理站进行处理。污水处理站采用厌氧UASB+好氧CASS工艺,处理后的出水排入市政下水管道。企业混合污水在经过调节池调节之后,UASB的进水COD在1200~1500 mg/L范围,总磷在1.2~2.5 mg/L范围,氨氮15~20 mg/L,总氮低于25 mg/L。根据污染源在线监测数据,企业污水处理站2021年的出水污染物平均浓度分别为COD 79.3 mg/L、TP 0.46 mg/L、TN 13.3 mg/L,远低于《啤酒工业污染物排放标准》(GB19821-2005)中的水污染物预处理排放限值和《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)中的限值。企业污水处理站的全年运行费用超过200万元/年。企业处理后的污水通过管道输送至大理市凤仪污水及再生水厂,未截流处理部分进入下游大理市污水处理厂一期及二期处理。

由上述典型案例可知,啤酒制造企业生产废水中的易降解有机物含量高,且氮磷含量相对较低,适宜作为污水处理厂强化脱氮除磷效果的外加碳源使用。这不仅可以避免啤酒废水中碳源的浪费,减少企

业和污水处理厂的碳排放总量，并且在废水运输方式和成本合适的情况下，还能够有效地为企业及污水处理厂节省运行费用。在 2020 年 12 月《啤酒工业污染物排放标准》(GB 19821-2005)修改单发布之后，推进啤酒制造企业生产废水作为污水处理厂外加碳源进行资源化利用已经具备国家层面的标准依据支撑。在地方提供相关政策支持后，即可开展试点试验工作，并逐步推广实施和进行规范化、常态化管理。

3.2. 乳制品制造业

2022 年云南省共有乳制品制造企业 23 家，2021 年纳入统计的废水排放量 156.68 万吨。主要乳制品制造企业包括：云南欧亚乳业有限公司、蒙牛乳业(曲靖)有限公司、大理欧亚乳业有限公司、云南新希望邓川蝶泉乳业有限公司等。

乳制品企业的生产废水主要分为对容器、管道等清洗产生的高浓度有机废水，以及对生产车间的地坪等冲洗产生的低浓度废水两类；此外，企业的办公用水、生活用水等也常与生产废水混合收集和处理。根据相关资料，乳制品加工产生的高浓度废水 COD 浓度一般在 5000~20,000 mg/L 范围，生产单位原料乳高浓度废水产生量约为 1 m³/t，不同产品品类、产量和工厂管理因素会对废水量和水质产生影响。生产车间的地坪冲洗废水，以及企业办公用水和生活污水等有机物浓度较低，一般 COD 值在 1000 mg/L 以下，生产单位原料乳低浓度废水产生量约为 3~4 m³/t。乳粉制造由于排水量大，污染物浓度低于液体乳制造。乳制品企业生产废水由于含有原料乳成分，氮磷含量及占比相对较高。根据企业相关检测数据，典型液体乳生产车间排水污染物浓度平均值分别为 COD 2000 mg/L、BOD₅ 1000 mg/L、总氮 100 mg/L、总磷 20 mg/L。乳制品企业产品种类不同，但废水性质接近，都属于高蛋白质含量的废水，较易被生物利用。目前比较常用的乳制品废水处理工艺为：厌氧(UASB) + 好氧生化处理和水解酸化 + 好氧生化处理工艺[15]。

由于乳制品生产废水中的氮磷含量及占比较高，因此，在理论上不适宜直接作为污水处理厂强化脱氮除磷效果的碳源。但是，由于乳制品生产废水可生化性好，对于进水有机物浓度长期过低难以正常发挥环境效益的污水处理厂，或者对于氮磷浓度偏低的一些工业园区污水处理厂，可考虑在开展前期的试点试验工作的基础上，将乳制品高浓度生产废水作为污水处理厂微生物系统的“营养补充剂”进行资源化利用。在试点试验效果良好的情况下，对于未来正式的推广实施和常态化管理，需要解决缺乏国家层面的标准依据问题，并且可能需要编制相应的技术标准或规范。

3.3. 豆制品制造业

2022 年云南省共有豆制品加工企业 276 家，其中近一半的企业集中分布在红河州的开远市、石屏县和个旧市三个县市，已基本实现工业园区集中化管理。

以石屏县为例，豆制品加工企业集中于城东鲜豆腐加工园区和松村豆制品工业园区两个片区。城东鲜豆腐加工园区废水经园区污水处理站处理后，接入县城截污干管，后进入石屏县污水处理厂处理；松村豆制品工业园区的废水经园区污水处理站处理后，依托原有排污口经海河截污干管排入石屏县污水处理厂。根据相关监测数据，鲜豆腐园区污水处理站 2022 年 1~7 月进水口污染物平均浓度为 COD 9520 mg/L、总氮 322 mg/L、总磷 88.4 mg/L，出水口污染物平均浓度为 COD 109 mg/L、总氮 82.3 mg/L、总磷 30.9 mg/L；松村园区污水处理站 2022 年 1~7 月进水口污染物平均浓度为 COD 3062 mg/L、总氮 112 mg/L、总磷 14.5 mg/L，出水口污染物平均浓度为 COD 19 mg/L、总氮 38.8 mg/L、总磷 1.8 mg/L。

由上述典型案例可知，豆制品加工企业生产废水污染物浓度高，处理难度较大，园区污水处理站可以高效地去除有机污染指标，但总氮和总磷较难被高效去除，导致出水氮磷浓度仍然较高，碳氮比和碳磷比显著下降。污水处理站的出水在排入市政管网的情况下会增加下游污水处理厂的脱氮除磷压力。对

于未接入市政管网系统的豆制品加工企业, 废水在经过处理后也难以满足相关排放标准对氮磷的控制要求, 将导致下游地表水体氮磷污染的加重。因此, 无论从减轻下游污水处理厂的脱氮除磷压力和实现碳减排角度, 还是从减轻市政管网覆盖范围外豆制品加工企业未达标排放造成的环境污染角度, 在采取必要的预处理措施和控制投加比例的前提下, 开展豆制品加工企业废水委托污水处理厂处理的试点试验工作都具有十分重要的现实意义。在试点试验效果良好的情况下, 对于未来正式的推广实施和常态化管理, 同样还需要解决缺乏国家层面的标准依据问题, 并且可能需编制相应的技术标准或规范。

4. 结论

推进污水处理厂协同治理食品饮料企业高浓度有机废水试点实践的前提和归宿是在现有基础上有利于地区环境-经济综合效益的实现。本文在系统分析的基础上, 将试点实践方面的主要影响因素归纳为技术经济可行性、标准依据和政策支持三个方面。技术经济可行性是推进污水处理厂协同治理食品饮料企业高浓度有机废水试点工作的客观前提, 主要包括废水水质、经济成本和风险防控三个因素; 在标准依据方面, 目前部分食品饮料行业已具备国家层面的标准依据支撑, 但要充分实现污水处理厂协同治理食品饮料企业高浓度有机废水的规范化和常态化管理, 仍需要进一步对相关法律法规及标准规范进行修改和完善; 在政策支持方面, 目前国内已有多个地区在国家标准依据的基础上, 通过地方进一步提供政策支持积极开展相关试点实践。

根据对云南省内典型食品饮料行业的分析, 啤酒制造企业生产废水在技术经济可行性方面, 适宜作为污水处理厂强化脱氮除磷效果的外加碳源使用, 并且已具备国家层面的标准依据支撑。乳制品生产废水中的氮磷含量及占比较高, 理论上不适宜直接作为污水处理厂强化脱氮除磷效果的碳源, 但可考虑在开展前期的试点试验工作的基础上, 将乳制品高浓度生产废水作为污水处理厂微生物系统的“营养补充剂”进行资源化利用。豆制品加工企业生产废水污染物浓度高, 处理难度较大, 园区污水处理站可以高效地去除有机污染指标, 但总氮和总磷较难被高效去除, 导致出水氮磷浓度仍然较高, 碳氮比和碳磷比显著下降; 因此, 无论从减轻下游污水处理厂的脱氮除磷压力和实现碳减排角度, 还是从减轻市政管网覆盖范围外豆制品加工企业未达标排放造成的环境污染角度, 在采取必要的预处理措施和控制投加比例的前提下, 开展豆制品加工企业废水委托污水处理厂处理的试点试验工作都具有十分重要的现实意义。

参考文献

- [1] 白静, 王现丽, 李智, 等. 好氧颗粒污泥处理高浓度有机废水的研究进展[J]. 中国给水排水, 2020, 36(8): 38-43.
- [2] 杜阳, 华天予, 肖壮波, 等. 氨同步回收促进高浓度蛋白废水厌氧消化性能研究[J]. 食品与发酵工业, 2023, 49(14): 16-24.
- [3] 陈柳州, 赵泉林, 叶正芳. 食品工业废水处理技术研究进展[J]. 应用化工, 2022, 51(8): 2332-2336.
- [4] 杨明雪, 高娜, 李凌云, 等. 食品工业废水委托水质净化厂处理的实践与探究[J]. 中国给水排水, 2023, 39(9): 122-126.
- [5] 郭泓利, 李鑫玮, 任钦毅, 等. 全国典型城市污水处理厂进水水质特征分析[J]. 给水排水, 2018, 44(6): 12-15.
- [6] 熊子康, 郑怀礼, 尚娟芳, 等. 污水反硝化脱氮工艺中外加碳源研究进展[J]. 土木与环境工程学报(中英文), 2021, 43(2): 168-181.
- [7] 孙永利, 许光明, 游佳, 等. 城镇污水处理厂外加商业碳源的选择[J]. 中国给水排水, 2010, 26(19): 84-86.
- [8] 刘超, 刘运东, 王志刚, 等. 低碳氮比条件下生物脱氮成本控制方法分析应用[J]. 给水排水, 2022, 48(12): 37-41.
- [9] 丁邦宏. 以制糖废水代替传统碳源实现城市污水高效脱氮除碳的可行性研究[J]. 纯碱工业, 2022(6): 19-23.
- [10] 唐欣, 李彦澄, 钟雄, 等. 基于白酒酿酒废水碳源的脱氮效能及微生物机理[J/OL]. 中国给水排水. <https://link.cnki.net/urlid/12.1073.TU.20230829.1428.002>, 2024-03-26.
- [11] 王骞, 张崇军, 周丹丹. 基于微生物共代谢的工业废水混合处理研究现状与展望[J]. 土木与环境工程学报(中英

- 文), 2023, 45(5): 222-237.
- [12] 赵建国, 李亚鹤, 杨浩洁, 等. 基于不同共代谢碳源降解 4-氯苯酚的研究[J]. 环境污染与防治, 2019, 41(3): 270-273+278.
- [13] 郭洪运, 周可欣, 杨平, 等. 蔬菜腌渍废水处理技术研究及应用现状[J]. 水处理技术, 2022, 48(12): 6-12.
- [14] 济南市生态环境局. 关于印发《济南市生态环境局助企纾困服务高质量发展的 20 条措施》的通知[EB/OL]. http://jnepb.jinan.gov.cn/art/2022/6/1/art_10445_4785503.html, 2024-03-24.
- [15] 晁雷, 赵晓光, 李晓东, 等. 国内外乳制品工业废水生物处理技术研究进展[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(1): 1-4.