

固体水溶肥料的应用研究进展

胡婷婷, 王孟, 曹胜飞, 程启鹏

中盐安徽红四方肥业股份有限公司, 安徽 合肥

收稿日期: 2024年2月15日; 录用日期: 2024年3月18日; 发布日期: 2024年3月29日

摘要

介绍了固体水溶肥料的应用研究现状, 重点阐述了固体水溶肥料的分类、产品特点、生产工艺及国内外研究现状, 固体水溶肥料深入研究的意义和必要性, 结合水肥一体化技术, 可大幅提高水资源和肥料的利用率, 促进生态环境保护的建设, 具有广阔的发展前景。

关键词

固体水溶肥料, 产品特点, 生产工艺, 国内外研究现状

Application and Research Progress of Solid Water-Soluble Fertilizer

Tingting Hu, Meng Wang, Shengfei Cao, Qipeng Cheng

Anhui Zhongyan Hongsifang Fertilizer Co., Ltd., Hefei Anhui

Received: Feb. 15th, 2024; accepted: Mar. 18th, 2024; published: Mar. 29th, 2024

Abstract

The application research status of solid water-soluble fertilizer was introduced, focusing on the classification, product characteristics, production process and research status of solid water-soluble fertilizer. The significance and necessity of in-depth research of solid water-soluble fertilizer, combined with water and fertilizer integration technology, which can greatly improve the utilization rate of water resources and fertilizer, promote the construction of ecological environmental protection, and have broad development prospects.

Keywords

Solid Water-Soluble Fertilizer, Product Characteristics, Production Process,

Research Status at Home and Abroad

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

近年来,我国大力发展节水农业,推广喷灌和滴灌等节水设施,而水溶肥料可以较好地应用到这些农业设施中,能够满足节水农业的要求,实现水肥一体化。水肥一体化可以节水30%~40%,能提高肥料的利用率,可实现节约肥料30%~50% [1] [2],对发展节水农业意义重大。随着我国节水农业的大力发展、高效肥料的快速研发,水肥一体化的发展也必将迎来新的机遇。水溶肥料是一种可以完全溶于水的新型肥料,因其养分浓度高、全水溶,具有良好的兼容性,有效规避了传统复合肥的缺点,可用于喷施、滴灌等设施农业,实现了水肥一体化等优点[3],在市场中得到了越来越广泛地推广和使用,完全符合现代农业节水、省肥、省时、高效、环保的施肥理念,适应当前农业发展现状。

目前市场上水溶肥料有固体水溶肥料、液体水溶肥料等,液体水溶肥料的生产流程比固体水溶肥料相对复杂,由于所有养分必须完全溶解于水或悬浮在水中,这在一定程度上限制了配方的养分含量[4]。同时在生产过程中液体水溶肥料需关注生产用水的水质情况、工艺操作条件、pH变化以及微量元素的溶解度等。液体水溶性肥料的研究开发还面临着如提高配方养分含量的问题,优化生产工艺解决产品结晶析出、分层、胀气等问题[5]。

固体水溶肥料生产工艺相对简单,只需要注意物料混合的均匀性、肥料的吸潮结块性、肥料各组分的可反应性及添加顺序等问题,具有养分含量高、贮存和运输方便的优点[6]。中盐安徽红四方肥业股份有限公司自2021年进行固体水溶肥料的产业化生产,目前已有平衡型、高氮型、高磷型、高钾型大量元素固体水溶肥料。产品推入市场后,因其养分浓度高、全水溶,具有良好的兼容性,有效规避了传统复合肥的缺点,可冲施、喷施,在市场中得到了越来越广泛的推广和使用,完全符合现代农业节水、省肥、省时、高效、环保的施肥理念,适应当前农业发展现状[7]。

2. 固体水溶肥料的分类与特点

根据不同分类标准,水溶性肥料的类型有所区别。按照物理形态的不同,水溶性肥料可以分为固体水溶肥料和液体水溶肥料,其中固体水溶肥料可根据固体的外观形态分为颗粒状和粉末状,而液体水溶肥料可以根据液体的外观形态分为清液型水溶肥料和悬浮型水溶肥料[8]。水溶性肥料也可按肥料组分、肥料作用功能进行分类。按肥料组分可分为养分类、植物生长调节剂类、天然物质类和混合类;按肥料作用功能可分为营养型和功能型[5]。

相比传统肥料,水溶性肥料有如下特点。一是配方相对灵活,养分相对全面。可根据作物生长营养需求特点来设计水溶性肥料配方,并可根据作物不同长势对肥料配方作出调整。二是肥效比较迅速,养分利用率高。水溶性肥料是一种速效肥料,同时由于肥料配方科学,养分利用率很高。三是施用经济、方便、安全。水溶性肥料的施用基本实现全自动化,节约劳动力成本,农户使用更加便利。水溶性肥料随水施用,直接施于根系或作物叶面,避免养分流失或被土壤固定,提高养分的有效性,养分吸收率比常规复合肥料高。水溶性肥料杂质较少,电导率低,方便调节使用时的浓度,故对幼苗也能安全使用[5]。

3. 固体水溶肥料的生产工艺

市场上固体水溶肥料以粉剂的和颗粒的为主。粉剂型固体水溶肥料常采用物理混合工艺。颗粒型固体水溶肥料常采用塔式造粒工艺。

3.1. 粉剂型固体水溶肥料生产工艺

将一定量含有大量元素(氮、磷、钾)养分的单质肥或复合肥,以及一定量中微量元素或其他功能性增效物质直接混配制成水溶性肥料。粉剂型固体水溶肥料工艺流程主要步骤是物理混合,混合设备包括螺旋带式混合机、双轴卧式混合机、双螺旋锥形混合机等。物理混合工艺可以同时混配多种养分,产品氮磷钾养分含量高,还可以添加中微量元素、腐植酸类、维生素、海藻酸、柠檬酸、聚谷氨酸等增效物质[9]。生产工艺相对简单,没有除杂净化过程,产品纯度主要由原料的纯度决定。如果灌溉水环境中钙和镁等离子较多(水的硬度偏大),则会在一定碱性条件下形成钙及镁的沉淀物[10]。此外,由于物理混合型水溶肥料生产所需的原料种类不同,原料的形状、粒度、色泽等存在差异,所以该类产品的的外观性状欠佳。同时在生产过程中,还要考虑肥料混合的均匀度、吸潮结块性、对水硬度的适应性,以及不同原料配比是否会发生反应等问题。为了确保肥料养分的有效性,通常在生产过程中先将中微量元素与酸性肥料混合,确保其稳定性后,再配入其他大量元素原料。

3.2. 颗粒型固体水溶肥料生产工艺

颗粒型固体水溶肥料常用生产工艺是塔式造粒工艺。工艺流程原理是利用熔融的尿素和磷酸一铵、氯化钾或硫酸钾可以形成低共熔点化合物的特点,将预热后的粉状磷酸一铵、氯化钾或硫酸钾以及中量、微量元素与熔融尿素混合,通过反应生成流动性良好的熔体料浆。该料浆通过专用喷头喷入造粒塔后,通过塔体高度差在空气中冷却固化成颗粒,从而获得养分分布均匀、颗粒形状良好的复合肥。该技术的关键点在于制备流动性良好的熔融料浆,混合槽温度、停留时间及料浆固液比是工艺过程的主要参数,参数控制得好有助于降低料浆的黏度,保证其流动性,减少副反应。该工艺可充分利用原料液的热能,确保原料及产品的水含量,最终产品无须干燥工序,简化了工艺,降低了能源消耗,消减了生产成本;生产的颗粒状水溶肥料产品养分浓度高,颗粒外观均匀一致,强度高,表面光滑,不易结块,水溶性良好,生产过程自动化、机械化程度高,易于形成大规模生产能力[11]。

4. 固体水溶肥料的国内外研究进展

国外对水溶性肥料的研究较早。1925年,英国公布了一项直接用各种掺混的固体原料做水溶性肥料的专利。1965年美国公布了一项片状水溶性肥料的生产专利。1988年美国TVA申请了高浓度氮硫悬浮肥的生产专利,利用硝铵、尿素的低共溶获得高含量氮。1999年美国公布了采用挤压造粒技术生产颗粒水溶性肥料产品的专利,在颗粒化产品中引入了溶解助剂[5]。

在国外,水溶性肥料目前已被广泛用于蔬菜、花卉、果树及大田作物,还有园林植物景观绿化、高尔夫球场养护等。现在国外公司的水溶性肥料产品都相当成熟,如西班牙艾德拉(Adler)、德国康朴(COMPO)、挪威海德鲁(Hydro)公司、智利化学矿业(SQM)、美国施可得(Scotts)、以色列海法(Haifa)、加拿大植物产品(Plant-prod)公司等[5],其中很多品牌已进入中国。

我国水溶性肥料起步于20世纪80年代中后期。1996年,凯米拉公司在中国申请了“含磷酸根和钙或镁的悬浮液肥”专利,采用加入凹凸棒粉等悬浮剂形成高浓度的悬浮液肥。1999年新疆农垦科学院农机推广中心申请了喷滴灌用肥及其生产方法的专利,产品pH值为4.4~6.0,水溶性好。2001年山东省农科院土肥所申请了高浓度多元素液体肥料及其制备方法的专利,针对蔬菜、果树,产品养分含量全,

抗盐碱性强,并且成本低。2002年中国科学院工程研究所申请了滴灌酸性液体肥料专利,针对新疆土壤,不堵塞滴灌设施。2007年开始,中国水溶性肥料产业迅速发展,截止2018年12月,全国在农业部备案登记的各类水溶性肥料产品达到10,602个,其中大量元素水溶肥有2855个品种,腐植酸2650,氨基酸2651,微量元素2331,中量元素1115,有机水溶肥283。国内涌现出许多优秀的水溶性肥料生产公司[8]。“十二五”期间是水溶性肥料快速发展和主导市场的新阶段。随着水溶肥行业的快速发展,国内涌现了一大批水溶肥厂家,规模较大的生产厂家有陕西巨川富万钾股份有限公司、深圳市芭田生态工程股份有限公司、上海永通化工有限公司、上海芳甸生物科技有限公司、河北萌帮水溶肥料有限公司、成都市新都化工股份有限公司等。

目前,中国水肥一体化应用比例仅为1%左右,而美国的玉米、马铃薯、果树已经分别达到了25%、60%和32.8%,尤其是以色列90%以上农业采用水肥一体化技术[3]。2015年农业部推出《到2020年化肥使用量零增长行动方案》,明确提到:截至2020年,机械施肥将占主要农作物种植面积的40%以上,提高10个百分点,水肥一体化推广面积1.5亿亩,增加8000万亩。这说明我国水肥一体化技术发展相对滞后,但发展潜力巨大,发展速度快。

国外一些发达国家对水溶性肥料投入研究较早,同时其国内化学制剂业、化工机械业的配合相当成熟,故其水溶性肥料产品也相当成熟[5]。我国的水溶性肥料产业虽然发展迅速,但存在与水溶肥料配套的水肥一体化灌溉设施落后、现代化农业灌溉技术还不成熟、产品及规模参差不齐、价格偏高等问题,严重影响了水溶肥料的推广[9]。

1) 目前我国灌溉设施存在设计不合理、安装不当、技术支持不到位等问题,导致设备的使用效果不佳。我国的现代化农业灌溉技术处于起步阶段,尚未形成完善的水溶肥料供应体系。水肥一体化在很大程度上只重视设施的建设,未考虑施肥过程对设备的要求,灌溉设备企业与肥料企业缺乏沟通,导致很多灌肥设备不适用、效率低,最终导致水肥一体化技术难以应用于实际[12]。

2) 国内水溶性肥料的生产技术及设备相对落后,产品研发投入不足,导致相关产品难以满足市场需求。农业部行业标准对水溶性肥料在分类、养分含量和水不溶物等方面都做了严格的登记规定,但在高利润的驱使下,企业存在强调养分含量,不重视养分形态、功效、助剂及有机养分的科学配置,导致产品有效成分利用率不高的问题;存在利用一些加工的副产物作为助剂生产水溶肥料产品有副作用的问题;借着水溶性肥料的名义打造低价水溶性肥料产品,与国家规定的标准差异性大的问题等。

3) 价格居高不下,消费需求受限。水溶性肥料的价格远高于普通复合肥料的价格,一方面是因为生产原料价格较贵,另一方面是水溶性肥料销售量较小,仍然处于推广阶段,推广服务费用较高;农民在经济上难以承受,假冒伪劣产品多扰乱了市场。

5. 固体水溶肥料研究的意义和必要性

固体水溶肥料产业化与推广是紧跟国家产业政策导向、适应节水农业发展的需要,对提升公司竞争力,企业的长远、持续发展具有必要性。

5.1. 国家政策对行业升级改造的要求

2022年农业农村部制定了《到2025年化肥减量化行动方案》指出要持续推进科学施肥、促进化肥减量增效,为保障粮食安全和绿色高质量发展提供有力支撑。目标任务指出要进一步提高化肥利用率。推广施肥新技术、新产品和新机具,全面提升科学施肥水平,到2025年全国三大粮食作物化肥利用率达到43%。重点任务指出要加强绿色投入品创新研发,引导肥料产品优化升级,积极推广缓控释肥料、水溶肥料、微生物肥料、增效肥料和其他功能性肥料,准确匹配植物营养需求,提高养分吸收效率。要推

广应用水肥一体化设施等高效机械装备,减少化肥流失和浪费。2021年中央1号文件《关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见》提出推进农业绿色发展。推进化肥农药减量增效,推广农作物病虫害绿色防控产品和技术。国家科技部启动了“化肥农药减施增效”等国家重点研发计划,规划到2025年,在保证农作物稳产的基础上,化学肥料要减施20%、化学农药减施30%。

5.2. 水溶肥料对提高肥料利用率,减轻农业面源污染意义重大

多年的生产实践发现,水溶肥料比普通固体复合(混)肥料具有其独特的优势。特别是在规模化生产中,这种优势更加明显。在我国,大部分施肥没有结合灌溉。撒在地里的普通固体复合肥主要是通过两种途径进行损失的。一是地表径流,在遇到大雨的时候,肥料来不及溶解就被水冲走了,特别是在山坡地上,这种冲刷更明显。二是高温挥发,撒在地里的普通固体复合肥料如果长期不下雨,并且遇到高温天气,肥料很容易挥发损失。水溶肥料中的养分粒子是直接溶解在水中的,当水溶肥料稀释到一定浓度施入土壤中,养分粒子就会直接随水移到根部。从而被根部直接吸收,所以水溶肥料的肥效比普通固体复合肥料快。另外由于水溶肥料施入土壤后就会渗透到土壤中,在土壤表面看不到肥料。所以水溶肥料就不会存在像普通固体复合肥料被雨水冲刷或是挥发等问题。我们曾做过统计研究,水溶肥料的利用率是普通固体复合肥料的1~2倍。再次,水溶肥料在使用方面比普通固体复合肥料更为便捷、高效。与传统的施用普通固体肥相比会节约大量的人工。以前施用固体复合肥是通过人将一包包的肥料搬运到田间,然后人工撒施。这样效率低,人工成本高。而水溶肥料完全溶于水后可通过简易的管道系统施肥,使其变得很方便,施肥的人工成本很低,可以根据作物的生长规律采用“少量多次”的原则进行施肥,这样节肥、节工,高产高效。

5.3. 实现产能扩张,改善产品结构、丰富产品梯队,应对日益激烈的市场竞争

目前市场上具备高品质固体水溶性肥料生产能力的企业不多,但是随着水溶肥市场的进一步扩大,越来越多的企业将被吸引到该市场的竞争中来。因此,企业应加快推进固体水溶肥料产业化生产,扩大生产能力,提升产品质量,改善产品结构,丰富产品梯队,积极应对竞争日益激烈的市场,力争将固体水溶肥料发展成为重要的盈利增长点。

6. 结语

固体水溶肥料的研究在提高产品质量,丰富产品结构,提升企业市场竞争力等方面具有显著的优势。随着现代农业集约化、规模化、自动化的发展,节水灌溉农业将进一步发展,水溶性肥料的发展正在从单纯追求营养型朝着功能化和高效化方向发展。

针对水溶肥料推广存在的灌溉设备不配套,水肥一体化技术支持不到位的问题,各地区政府可以组织相关领域专家,建立农田水利设施与配料配套的统一体系,通过综合分析当地土壤、地貌、气象、农作物布局、水源保障等因素,系统规划、设计和建设水肥一体化灌溉设备[13],指导农民进行施肥技术和施肥设备配套技术操作。针对产品价格偏高,市场混乱现象,相关政府部门需对价格高和伪劣产品的市场进行整顿。积极制定符合中国发展的水溶肥产品标准,通过与灌溉设备企业合作,完成现代化农业生产服务的商业化运作,整合资源、形成合力,进一步降低产品和服务成本,使水溶肥价格趋于理性化。加强水溶肥料产品研发,选择合适的功能新原料、特性原料,创新新原料是决定产品水溶率、成本、营养适应性的关键因素。现今,水溶性肥料行业已经有了相当的规模,其健康发展需要政府、企业、科研机构和推广部门的共同努力,形成行业共识,逐步建设成具有中国特色的水溶性肥料研究、生产、使用、评价和监管的产业体系[14],实现我国肥料行业及农业的蓬勃发展[12]。

参考文献

- [1] 王锦贵, 王永杰, 王金生, 等. 水溶性肥料结合水肥一体化技术在葡萄上的应用效果研究[J]. 现代农业科技, 2018(20): 65, 69.
- [2] 张华国, 侯亚红. 速效水溶性肥结合水肥一体化技术在藏青 2000 上的应用效果研究[J]. 现代化农业, 2019(10): 13-15.
- [3] 周鹏, 鲁剑巍, 李小坤, 等. 我国大量元素水溶肥料产业发展现状[J]. 现代化工, 2013, 33(4): 9-14.
- [4] 陈清, 余洲, 王秀群. 水溶性肥料特点比较与问题分析[C]//中国磷肥工业协会, 中国化工信息中心. 中国水溶性肥料高峰论坛论文集, 2010: 50-57.
- [5] 傅送保, 李代红, 王洪波, 等. 水溶性肥料生产技术[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(17): 7504-7507.
- [6] 吴文华, 袁宸, 李接励, 等. 水溶肥发展现状及生产工艺介绍[C]//中国化工学会, 全国化肥工业信息总站. 全国第 38 次复混肥技术年会暨肥料防结技术与产品(富源)交流会论文集, 2016: 21-25.
- [7] 苏群. 大量元素水溶肥料防结块及胀包效果研究[J]. 现代农业科技, 2019(16): 158-159.
- [8] 梁嘉敏, 杨虎晨, 张立丹, 陈小娟, 陈静, 樊小林, 孙少龙. 我国水溶性肥料及水肥一体化的研究进展[J]. 广东农业科学, 2021, 48(5): 64-75.
- [9] 彭贤辉, 郭巍, 朱基琛, 等. 水溶肥料的研究现状及展望[J]. 河南化工, 2016, 33(12): 7-10.
- [10] 张强, 付强强, 陈宏坤, 等. 我国水溶性肥料的发展现状及前景[J]. 山东化工, 2017, 46(12): 78-81.
- [11] 付强强, 郑瑞永, 李万和, 等. 固体水溶性肥料生产工艺现状[J]. 磷肥与复肥, 2019, 34(5): 20-22.
- [12] 伊跃军, 马亚梦, 谭秀民, 等. 水溶性肥料的发展现状及对策[J]. 安徽农业科学, 2016(3): 153-155.
- [13] 张琴. 水肥一体化需要设施的配套[J]. 中国农资, 2014(23): 22.
- [14] 李代红, 傅送保, 操斌. 水溶性肥料的应用与发展[J]. 现代化工, 2012, 32(7): 12-15.