

水溶性肥料营养流失问题及新型增效剂 研发前景探讨

张蓝芮

西南科技大学生命科学与工程学院, 四川 绵阳

收稿日期: 2022年6月17日; 录用日期: 2022年7月15日; 发布日期: 2022年7月22日

摘要

肥料在我国普遍应用对自然环境的危害越来越大。在这种情况下, 水肥一体化技术性应运而生。水溶肥作为水肥一体化技术性制作的新式化肥, 具备绿色环保的环境效益, 现已成为现代化农业销售市场的主流产品。然而, 水溶性肥料同样存在着营养流失的问题。怎样利用增效剂的消化吸收高效率已成为确保农业生产和粮食生产安全的主要方式。本文详细介绍了水溶肥的定义、归类及一体化发展趋势, 剖析了当前在我国水溶肥的使用优点和存在的不足, 并对水溶性肥料所存在的营养流失及环境污染问题提出了相对应的解决对策。

关键词

水溶性肥料, 增效剂, 利用效率

Discussion on the Problem of Nutrient Loss of Water-Soluble Fertilizers and the Prospects of Research and Development of New Synergists

Lanrui Zhang

College of Life Science and Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang Sichuan

Received: Jun. 17th, 2022; accepted: Jul. 15th, 2022; published: Jul. 22nd, 2022

Abstract

In China, excessive fertilizer use is wreaking havoc on the ecosystem. Fertilizer and water tech-

nology blending should follow specific standards in such a large environment. A water-soluble fertilizer is a new type of chemical fertilizer that combines water with fertilizer in an innovative method. In modern agriculture, green food has grown into a unique commodity with high low-carbon, green, and economic value. However, nutrient loss is a concern with water-soluble fertilizers. As a result, understanding how to utilize chemicals wisely to improve absorption efficiency is a critical step in ensuring food safety. The development of the concept, classification, and integration of water-soluble fertilizers at home and abroad, as well as their application benefits and current obstacles in my country, and corresponding countermeasures are proposed for the problems of nutrient loss and environmental pollution in water-soluble fertilizers.

Keywords

Water-Soluble Fertilizer, Synergist, Utilization Efficiency

Copyright © 2022 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

伴随着人口的增长，人们对粮食的需求量愈来愈高。据统计，为了更好地满足人口的不断增长，到2050年，全球需要增加十亿公顷的耕地面积[1]，届时全球农业用地将达到约60亿公顷[2]。做为占全球人口20%的人口大国，中国的水源仅占全球的5%，而适合耕种的土地面积仅占全球的7% [3]。

面对这样严峻的挑战，我们应当在农业生产方面进行及时且合理的调整，这危害到中国未来的可持续发展。化肥是“粮食作物的粮食”，在现代化农业的快速发展壮大中激发着不可替代的作用。

2. 我国肥料利用现状及水肥一体化

为了更好地达到国家农作物增产的需要和对环境安全管理的考量，节肥、提质、增效以及环境保护将变成确保特色农业可持续发展与农业产业生产安全的大势所趋，这同样也是植物营养与化肥科学领域急需解决的重大问题。与此同时，在我国身为一个极其少水的农业大国，水源分布极为不平衡，这不但提升了中国水资源利用的难度，也使得农牧业的进一步发展受到了限制。我国农田灌溉面积占耕地总面积的56%，但由于这种水资源严重紧缺的情况，用以农业的市场份额在不断减少，肥料施用量逐渐提升，但农作物总产量的提升却并不显著；化肥流失与浪费现象严重，还会进一步引发严重环境污染。因此，综合上述现状，“水肥一体化”这一概念应运而生。水肥一体化技术，从字面而言，便是在作物栽种技术中把灌溉和上肥融为一体的一项农牧业生产新技术[4]。该技术在作物成长发育历程中，该项技术通过管网系统可以同时将水分、肥料按适宜的比例输送给作物，能够有效地减轻地下水体的污染与破坏，是近年来国家大力提倡并推广的农业技术之一[5]。

现阶段，在国际方面，水肥一体化技术已在美国、澳大利亚、墨西哥、欧洲、日本、中东、南非等地区逐步得到推广、应用，变成一项具有国际性认可的提升灌溉上肥技术，对提升田地水肥使用率具备关键功效[6]。一些进入中国的外国企业，如英国海德鲁光合有限公司、德国康朴公司、美国的施可得(Scotts)公司等等，目前都在将研究水肥一体化技术作为品牌核心，在中国的农民群体心中建立了牢不可破的地位。

水溶性肥料作为水肥一体化技术在现实生产制造中的具体表现，十分符合当前社会对农业节能环保、

高效减排的技术要求，其作物吸收率相当于普通化肥的 2~3 倍[7]。在国外，尤以发达国家为主，其常规复合肥的施用量正在逐年减少，而水溶肥则被广泛应用于温室中蔬菜和花卉的养殖、各种果树以及田间作物的施肥与灌溉，以及园林景观绿化甚至家养绿植的养护。

而在国内，受到高价位的影响，水溶肥的生产工艺还受到了传统施肥习惯的限制，水溶性肥料的发展和用都显得较为缓慢。但随着我国农业的飞速发展，水肥一体化技术在现代农业中也逐渐被广大专业种植者所接受。水溶肥以其显著的优点逐步变成现代化农业生产制造中的新式化肥，将会带来经济和环境社会效益的提高，具有着非常巨大的市场潜力。

可是，水溶性肥料在生产技术、市场监督和使用方式等领域还存在一些不足。一是由于科学研究的欠缺而造成的生产技术缺乏；二是因为应用推广不完全，在现实生产过程中，农民对技术应用、如何提高有效成分的浓度，增加施用稳定性等方面的技术操作掌握不足，无法发挥出水溶肥的实际功效；另外，目前的研究领域也相对缺乏对新型化合物、功能性物质的开发研究与应用[8]。

3. 水溶性肥料

3.1. 水溶性肥料的概念

水溶性肥料是一种多组分复合肥，彻底溶解于水，可迅速吸收消化并利用于农作物。水溶性肥料在定义上面有广义和狭义之分。广义的水溶性肥料不但包含多种多元素的水溶性肥料、水溶性复合肥，还包括国家财政部行业标准规定的水溶性复合肥料。小范畴的水溶性肥料就是指可以彻底迅速融解在水里的多样化复合肥或多功能有机化学复合肥。是特意为浇灌、上肥、叶片喷施肥料而制定的高端产品。能够满足高目标范畴和粮食作物营养物质的有关规定，因此必须具备极强的农化服务技术性具体指导[9]。

3.2. 水溶性肥料的分类

目前比较常见的分类方法是按照剂型、肥料组分以及肥料作用功能进行分类，见表 1。

Table 1. Classification of water-soluble fertilizers [10]

表 1. 水溶性肥料的分类[10]

分类标准	类型	特点
剂型	固体水溶肥	水溶性较低、养分含量较高，储存、运输方便，对包装要求不高
	液体水溶肥	水溶性好、施用方便、与农药的混配性好，但养分含量受限，储存、运输不便，对包装要求高
肥料组分	养分类	有效养分含量高，吸收效果好，杂质含量低，且与其它喷施物的混配性好
	植物生长调节剂类	可调节、刺激作物生长，且喷施效果明显，见效快、成本低，但过度应用会对作物造成损害
	天然物质类	对作物生长具有良好的调节作用，可促进养分吸收，增强作物的抗逆性，提高作物品质，且混配性好、效果明显、安全可靠
	混合类	强调营养与调节发育相结合，综合肥效较理想，是众多叶面肥料生产者的选择之一
肥料作用功能	营养型	主要补充作物生长所需的营养物质，可针对性地为作物提供生长所需营养
	功能型	刺激、改良植物生长发育，防治病虫害，满足某些作物生长的特需，改善作物品质

3.3. 水溶性肥料特性

3.3.1. 节约用水、节肥、化肥利用率高

水溶性肥料的溶解性非常好。同时它还与其他农业生产技术如喷灌、滴灌相结合，佐以喷施、冲施的方式，以水代肥，水肥同施，可以达到水肥一体化，充分运用“1+1>2”的实际效果。与一般上肥对比，水溶肥的肥力可提升一倍以上，最高可达90%。是国家节能增效战略的首选肥料。

3.3.2. 营养全面、配比均衡，施肥精准

与现阶段常用的化肥对比，水溶性肥料在生产和运用过程中更非常容易配置。除开一些传统化的水溶肥料外，绝大多数水溶肥料的复合型度好，浓度值高。在生产及操作过程中，水溶肥可根据实际需要，适当地调节其中各类营养元素的配比，还可依据不同情况往里面加入其他有利于作物生长的成分，特殊的施肥方式保证作物给肥剂量精准，并且方式灵活。

3.3.3. 便于管理、肥力可控性高

水溶性肥料在施用后见效极为迅速。传统的固体水溶肥的溶解速率会影响施肥效率，所以现在为了提高施肥效率，在滴灌等操作时可以因其较高的溶解性，可以避免滴灌滴头的阻塞。这一特点也使得水溶肥能够被植物快速吸收，肥效明显。在现实农业制造中，可以根据作物生长发育的情况来分辨植物现阶段的健康状况，并可根据实际情况合理调整肥料配方，快速改善植物当前的不良现状。如果是遇到元素缺乏症时，也可以适时添加所需元素，这一特点方便作物田间管理。

3.3.4. 环境保护、安全性、经济发展

与传统式肥料相对比，水溶性肥料可以均匀地给农作物上肥，因此不会有灼伤幼苗伤根的问题。除此之外，水溶性肥料应用后残余少，浓度值调整更加便捷，导电率很低，也更值得信赖。尤其是在干燥缺水的条件下，合理施用水溶肥可以显著提高肥料的利用率，减少了不必要的人力及资源的浪费，也避免了因施用不当而造成的环境污染。

4. 关于水溶肥营养流失的问题及原因

在从生产制造、运送到使用的整个过程中，每一个环节都可能存在着营养流失的问题。拿固态水溶肥料举例，因为固态水溶肥料易受环境湿度的危害，在潮湿环境中容易吸湿结块，肥效便大打折扣，不利于后续的使用[11]；其次，固体水溶肥如果在高温环境下放置一段时间，包装袋通常会因其中含有的二氧化碳浓度过高而胀袋，而原料中含有尿素成分的产品更易出现胀气现象；另外，一些配方对外包装也会造成浸蚀，这是现阶段水溶性肥料产品在研发和生产过程中的一大问题。

那么当针对液体水溶性肥料：首先，因为长期性地处于液态自然环境中，液态水溶肥中各种营养元素长期处于过饱和状态。因而，与固态水溶性肥料对比，其特性就变得更为敏感。一旦外部的规范条件产生变化，都非常容易转性。在现实生产过程中，种籽的粒径不均衡会造成液态水溶肥的沉降速度不均匀。液态水肥施用后，一部分没有及时作用的肥料经过一段时间的放置后会出现分层现象；另外，一些高盐浓度条件会导致水溶肥在低温下出现黏度增加的情况，肥效会显著降低；蒸气随运输时长的增加而持续胀大也是液态水溶肥运用中存在的一个显著问题。这种都会导致液态水溶性肥料在全部使用过程中营养物质的流失。

在现实制造中，就拿果园举例，近些年，水溶性肥料的应用推广，已经合理达到了不同果树在不同生长期的水肥精确供给。但是，在我国大部分果园都使用了清耕管理机制。这类管理机制具有较大的缺点，因为缺乏土壤层储水固土的相应对策，使得果树抵抗能力降低，使其非常容易遭受极端天气的危害。除此之外，为追求完美产量而过多使用无机肥料，造成土壤肥力含量低，降低了花草树木对养分的消化

吸收,降低了果子的质量[12]。

5. 水溶肥控失、增效方式及研发前景

5.1. 水溶性肥料控失及增效方式

水溶肥的营养流失不仅会导致产品的利用效率降低,农民的生产成本提高之外,由于丰富的氮元素和磷元素在化肥中普遍存在,在水溶性肥料使用不合理的情况下,在我国,每一年有123.5万吨级氮流入江河和湖水,49.4万吨级流入地面水,320万吨级流入空气。很多的氮进到江河湖泊,造成江河湖泊水体富营养化,而进入大气中的氮会增加温室效应,造成极为严重的环境污染。因此,在这种条件之下,合理控制水溶性肥料地营养流失问题和如何提高水溶肥的利用率就显得尤为重要。

目前市面上已出现许多有关水溶肥控失的专利,即水溶肥养分控失剂与有机、无机化学中微量元素肥料混和应用,能够促进作物对肥料中氮、磷、钾及中微量元素肥料的吸收,减少肥料中营养成分的流失。这类养分流失操纵剂具备锁水固土的作用,并且能够将水溶性肥料固定在其中,伴随着时间的推移会因土壤中水分的减少而将其自身的养分缓慢释放出来。此外,这一类水溶肥养分控失剂还具有一定改善土壤的功能,可以改良土壤酸碱度,改善土壤的性能,增加作物的抵抗力。

此外,如果在水溶肥产品配方中不仅可以添加一些必要养分,还可以添加一些活性物质,如氨基酸、海藻酸等,将其与农药、除草剂配合施用,以达到促进生长,防治病虫害的作用,这样的话就可以全方位地提升水及肥料的利用效率和自动化程度,不仅有效地提升了经济效益,也加强了其环境保护的功能[13]。另外,在一部分氮肥中还可以添加硝化反应抑制剂、脲酶抑制剂等这种类型的氮肥增效剂[14],上述操作都可以有效延长肥料在土壤中的保存时间,防止因雨水冲洗或其他不利因素而造成的挥发或流失。

5.2. 水溶性肥料的研究与发展前途

现阶段水溶性肥料具备高效率、环境保护、节能减排的优点,它能快速融入中国农业发展的规定,符合我国可持续发展观念的规范,是解决当前农业困境的有效途径之一,拥有这广阔的市场应用前景,因此获得了业内研究人员及技术操作者们的广泛关注,将会是未来农牧业研究和应用场景的一大热点。但就现阶段的发展状况看来,因为本身的特性,营养流失问题便表现得尤为严重。若应对在我国水资源污染和传统式化肥施用导致的空气污染,依靠肥料进口并不是维持生产的长久之计。解决困难的窍门是合理融合水肥技术,大力发展液肥增效剂。

就现阶段的科研来讲,水肥一体化技术在不同作物上的结果都在不同程度上增强了作物生产量。假如将水溶性肥料的使用与当代浇灌技术(如喷灌、喷灌设备)紧密结合,那么肥料的流失现象不仅会大幅减少,作物的吸收程度也会显著提高。

6. 结论

基于以上论述,我们认为结合新型水溶性肥料,研究其养分利用与流失速率,开发设计有目的的提质增效技术,并勇于不断创新,可以尝试使用多种不同的推进方式(表面活性剂、渗透剂、分散剂、吸附剂、助溶(熔)剂、乳化剂、抗氧化剂、各种养分活化剂等助剂),发展趋势适度的水溶肥和增效剂的肥力方式,促进养分吸收的增效剂,进而研发相应的肥料增效产品。这些对于助推水溶性肥料高效吸收利用都是很有必要的。

参考文献

- [1] Tilman, D., Balzer, C., Hill, J. and Befort, BL. (2011) Global Food Demand and the Sustainable Intensification of Agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **108**, 20260-20264.

- <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>
- [2] Wirsenius, S., Azar, C. and Berndes, G. (2010) How Much Land Is Needed for Global Food Production under Scenarios of Dietary Changes and Livestock Productivity Increases in 2030? *Agricultural Systems*, **103**, 621-638. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.07.005>
- [3] Zhang, J. (2011) China's Success in Increasing Per Capita Food Production. *Journal of Experimental Botany*, **62**, 3707-3711. <https://doi.org/10.1093/jxb/err132>
- [4] 李守华, 郭红, 王彩霞. 水肥一体化技术在生姜生产中的应用[J]. 农学学报, 2021, 11(8): 76-79.
- [5] 徐喜俊, 王伟. 凉州区作物水肥一体化技术应用的适宜区域评价[J]. 甘肃农业科技, 2021(9): 51-55.
- [6] 马小川, 卢晓鹏, 潘斌, 等. 果树水肥一体化技术研究进展[J]. 中国南方果树, 2018(5): 158-163.
- [7] 吴志勇, 闫静, 张新国, 王明亮. 兵团农业施肥现状及存在问题分析[J]. 新疆农垦科技, 2004(4): 45-47.
- [8] 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(7): 12-15.
- [9] 陈清, 周爽. 我国水溶性肥料产业发展的机遇与挑战[J]. 磷肥与复肥, 2014, 29(6): 20-24.
- [10] 陈清, 张强, 常瑞雪, 陈宏坤, 陈丽, 李俊良. 我国水溶性肥料产业发展趋势与挑战[J]. 植物营养与肥料学报, 2017, 23(6): 1642-1650.
- [11] 张承林, 涂攀峰, 胡克纬. 水溶肥的生产问题与研发方向[J]. 中国农资, 2012(21): 25.
- [12] 李科, 韩萍. 不同土壤管理方式对苹果园土壤养分含量的影响[J]. 北方园艺, 2016(20): 178-182.
- [13] 马宏秀, 张开祥, 申浩, 韩秀清, 梁建军. 果树水肥一体化技术的应用现状与建议[J]. 落叶果树, 2021, 53(5): 43-45.
- [14] 崔桂霞. 氮肥增效剂——肥隆对提高氮素利用率及对作物产量影响的研究[C]//中国土壤学会. 迈向 21 世纪的土壤科学——提高土壤质量促进农业持续发展. 1999: 178-181.