



缓释肥料 实用技术手册

主编 杨力 张民 万连步



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

缓释肥料

实用技术手册

主编 杨力 张民 万连步

图书在版编目(CIP)数据

缓释肥料实用技术手册/杨力,张民,万连步主编.
—济南:山东科学技术出版社,2013.11
ISBN 978-7-5331-7067-7

I. ①缓… II. ①杨… ②张… ③万·
肥料—技术手册 IV. ①S145.6-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 242074 号

缓释肥料实用技术手册

杨 力 张 民 万连步 主编

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098088

网址:www.lkj.com.cn

电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者:山东人民印刷厂

地址:莱芜市嬴牟西大街 28 号

邮编:271100 电话:(0634)6276022

开本:850mm×1168mm 1/32

印张:4.75

版次:2013 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5331 - 7067 - 7

定价:16.00 元

主 编 杨 力 张 民 万连步

审 稿 毛兴文 李家康 林 葆

编 者 (以姓氏笔画为序)

于淑芳 叶舒娅 刘梦朝 孙克刚

孙 磊 李双来 吴良欢 沈玉文

张 文 张玉凤 张 炎 张海楼

林海涛 和爱玲 周柳强 胡 伟

胡 诚 秦 旭 高文胜 高 燕

崔荣宗 葛梅荣 董 亮 韩宝文

韩科峰 射良商 谢佳贵 谭宏伟

魏 丹 魏建林

前言

据联合国粮农组织(FAO)估计,施用化肥可提高粮食作物单产 55%~57%,提高总产 30%左右,足见化学肥料在作物增产中具有举足轻重的地位和作用,也是其他任何农业措施所不能及的。因此,从一定意义上说,化肥问题就是农产品问题,要保证我国的农产品持续增产,首要的是解决化肥生产及应用中存在的问题。

目前,化肥发展模式不合理、肥料利用率偏低,报酬递减的现象已经越来越突出。由过量和依赖施用化学肥料而引发的环境污染、资源压力、生态破坏以及人类营养等方面的问题也越来越严重,成为影响我国农业可持续发展的重要因素。实现传统化肥革命性的突破,真正解决化肥高损失、低效益和环境污染等难题,是摆在每个肥料工作者和所有化肥行业面前的艰巨任务和重大课题。

进入 21 世纪,我国新型化学肥料技术有了重大突破和发展,尤其是缓释肥的研究和开发进展迅速,金正大集团率先实现了产业化和国产化。缓释肥因具有提高肥料利用率、减少对环境的危害、提高作物产量、省工省肥等优

点,在短短的几年时间里,已大面积应用到几乎所有的大田作物上,成为新世纪化肥产业推广的方向,被称为化肥生产和施肥技术的一次革命。缓释肥生产和应用方兴未艾,前景广阔。也正因为如此,缓释肥生产一轰而起,无生产条件和资质的企业也盲目生产,造成质量参差不齐,缓释肥市场比较混乱,伪劣产品渐多,真假难辨,给农业生产带来不应有的损失。

为了规范缓释肥的生产质量标准、市场标准,指导农民科学施用缓释肥,我们急企业之所急,想农民之所想,尽我们之所长,编写了《缓释肥料实用技术手册》一书。主要内容有缓释肥的概念,常用术语浅释,应用优势,质量标准,检验、鉴别,粮棉油作物、果树、蔬菜、花卉等的施用效果与技术,应用技术答疑等。本书内容丰富,通俗易懂,具有突出的先进性、科学性、实用性和系统性。希望本书能成为农民朋友的良师益友,为农业技术推广人员、肥料经销人员、有知识的农民朋友、农民技术员、专业户等在施用缓释肥方面提供参考,以满足农业生产的急需。

限于编者的水平,书中不妥之处或错误难免,恳请读者指正,以利于今后修改和补充,为科学施用缓释肥发挥应有的作用,为农业生产的发展作出应有的贡献。

编者

目 录

一、概述	1
二、缓释肥的应用优势	12
三、常用术语定义	17
四、影响缓释肥养分释放的主要因素	19
五、缓释肥的质量标准	22
六、检验、鉴别与养分释放测定	26
七、粮食作物施用效果与技术	29
八、油料作物施用效果与技术	40
九、经济作物施用效果与技术	48
十、果树施用效果与技术	56
十一、蔬菜、瓜类施用效果与技术	79

十二、经济树施用效果与技术 101

一、概 述

1. 缓释肥的定义

缓释肥是一种新型的化学肥料,是指通过养分的化学复合或物理作用,使其对作物的有效态养分随着时间而缓慢释放的化学肥料。一般认为,“释放”是指养分由化学物质转变为农作物可以直接吸收利用的有效形态(如溶解、水解、降解等);“缓释”是指化学养分的释放速率远小于速溶性肥料施入土壤后转变为作物有效形态的释放速率,以使肥料养分的有效期延长。缓释肥的缓释作用是通过化学营养元素进行包膜实现的,包膜材料多为树脂、硫黄+树脂等。缓释肥的生产采用先进的加热流化床喷流涂膜工艺,包膜过程在全封闭状态下进行,生产过程无任何污染,且有利于溶剂回收,降低了生产成本。

2. 缓释肥的类型

国际肥料工业协会(IFA)按照制作过程将缓释肥分成两大类:一类是尿素和醛类的缩合物,这类被称为缓效和缓释肥料;另一类是包膜肥料。市场上的缓释肥主要有

三种,即含转化抑制剂的稳定性氮肥、有机合成的缓释性氮肥和包膜型缓释肥。

(1)含转化抑制剂的稳定性氮肥:用于抑制脲酶和硝化作用的化合物很多,国外常用的是氢醌(HQ)和双氰胺(DCD),其主要功效是抑制尿素的转化和硝化过程,减少养分的淋失和反硝化造成的气态损失,对延长肥效和提高养分利用率有一定的作用。此类肥料主要是防止或减少转化过程中氮素的损失,不能归于缓释肥料,国际上称之为稳定态氮肥或长效氮肥。此类肥料发展的历史不短,但始终没有形成主导品种。因为它不适用《缓释肥料》国家标准,所以该类肥料不在本书撰写。

(2)有机合成的缓释性氮肥:这是早期研究和生产的缓释或长效肥料,包括醛缩尿素、草酰胺、异丁叉二脲(IBDU)和丁烯叉二脲(CDU)等有机氮肥。其肥料的养分释放缓慢,可以有效提高氮素肥料的利用率,但养分的释放速率不易人为控制,市场价格较高,生产量也不大。

(3)包膜类缓释肥:用树脂、硫黄+树脂(双层膜)等材料进行包膜,施入土壤后肥料养分的释放对生物或化学作用不敏感,受土壤湿度和温度的影响较大,缓释性能好,可人为控制养分的释放速率和释放时间,作物生育期内一次性施肥即可,能有效提高肥料的利用率和生产效率。这就是本书所说的新型缓释肥料,近年来发展非常快,是化学肥料发展的方向。

真正意义上的缓释肥是按照产品核芯种类划分的,分

为缓释氮肥、缓释钾肥、缓释复合肥料、缓释复混肥料、缓释掺混肥料(BB肥)等。

3. 应用缓释肥的重要意义

近年来,我国十分重视缓释肥的研究与开发,国务院公布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006~2020年)》、《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》、2007年中央一号文件、2008年以来全国农业技术推广服务中心等都把缓释肥列为重点研究、开发和推广的产品,这为缓释肥的发展和推广提供了强有力的政策支持,同时也可以看出研发和应用缓释肥的迫切性和重要性。

众所周知,我国粮食产量的增长主要有两个原因:一是品种改良,二是增施化学肥料,特别是氮肥。我国是化学肥料消耗量最多的国家,占世界化学肥料总消耗量的1/3。氮肥的大量施用,一方面增加了粮食产量,另一方面对大气和水环境产生了严重污染。随着全球人口增加对粮食需求的增长,氮肥的消耗量还要进一步增加。因此,寻求既能增产又能减少其对环境影响的氮肥已经成为全球关注的重要议题,开发缓释肥成为重要的对策之一。事实上,缓释肥是一种可以减少用量、减少用肥次数、减少污染、降低农业生产成本、提高经济效益的新型肥料,是科学技术在肥料上的一次创新,在节约资源、实现环境友好、节能减排等方面都发挥着重要作用。

近十几年来,化学肥料在农作物上的投入成倍地增长,但没有带来农作物产量成倍地增加,肥料报酬递减,肥料利用率低成为化学肥料应用的最大问题。中国农业大学统计了全国近期几千个肥料试验,氮肥的利用率仅为27%。大量的氮素营养被淋失或挥发,而缓释肥则可提高氮肥利用率10%~15%(绝对值)。

推广缓释肥具有重大的社会效益。据统计,我国2009年的氮肥产量(折纯)为4 863.7万吨,施用量约为3 100万吨(折纯)。按缓释肥氮素利用率提高的绝对值计算,2009年施用的氮肥损失量(折纯)减少310万~465万吨。化肥的生产是以煤炭、天然气、水及其他资源为基础的,节约化肥,实际上就是节约宝贵的不可再生资源。实现缓释肥的产业化生产,还可以充分利用废旧塑料薄膜,变废为宝,减少白色污染。生产缓释肥的膜添加剂、改性剂及活性剂等产品是我国的基础化工产品,价廉易得,用量少,市场供应充足。与生产化肥消耗大量煤电相比,缓释肥可大大提高资源利用率,创造显著的社会效益。同时,长期大量施用化学肥料,易引起作物品质下降,地表水富营养化,地下水污染。若继续发展下去,恢复良好的生态环境的代价是巨大的,这在另一个层面上的社会效益同样是巨大的。由此可以看出,推广缓释肥具有重要的现实意义。

4. 缓释肥的研发和利用现状

缓释肥在美国、欧洲、日本等国家和地区已经进行了

几十年的研究、生产和应用。由于缓释肥的价格较普通复合肥高许多,应用量并不大,到 2005 年,国外缓释肥的消耗总量不到 70 万吨。最大的消耗国是美国,大约占世界总用量的 70%,其次是日本和欧洲,各占 15% 左右。美国和欧洲的缓释肥主要应用于苗圃、草坪、观赏园艺作物和高尔夫球场,日本多应用在蔬菜、水果上。我国已经研究和开发了适用于多种作物的缓释肥,例如粮棉油、蔬菜、果树、草坪等,并获得了显著的增产效果和经济效益。

我国从上世纪九十年代开始研究缓释肥,山东农业大学于 1997 年承担了国家“948”缓释肥研究项目,后来有许多大学和科研院所承担了国家缓释肥的研究课题,获得了重大突破。山东农业大学在短时间内研制出缓释期为 50~400 天的适用于不同作物的缓释肥系列产品,经过大量室内、盆栽、小区和田间试验与示范,证明在水中和土壤中的控释时间和释放模式达到了缓释的要求和标准,可以根据不同作物的需要调整释放高峰和释放时间,达到了国外同等产品的质量 and 水平,且价格优势十分突出。1999 年专家鉴定认为,缓释肥机理的研究填补了国内空白,达到了国际先进水平。至 2002 年,我国申请的有关缓释肥的专利达 30 项,这些成果标志着我国缓释肥的研发已取得实质性进展,为工厂化生产奠定了基础。2006 年山东金正大生态股份有限公司率先实现了缓释肥产业化生产,取得了令人瞩目的佳绩,有效地提高了农作物的产量和品质。

5. 缓释肥的发展前景

通过缓释肥的开发,带动我国肥料产业的技术升级和结构调整,使之向现代化肥料产业迈进,支撑我国现代农业可持续发展。

我国目前研发的缓释肥,大量试验结果表明,完全可以取代国外进口的缓释肥品种。世界范围内缓释肥推广缓慢的原因主要是价格太贵,被称为贵族肥料,在大田作物上应用成本过高,不合算,农民无利可图。而目前我国研制开发的缓释肥产品,价格相当于国际市场价格的 $1/3$,具有绝对的价格优势。由于缓释肥在减少 30% 左右施肥量的情况下仍有增产效果,故即使缓释肥的价格比普通化学肥料高 $20\% \sim 30\%$,农民在不增加肥料投入成本的情况下,仍可获得相同或更多的产量,农产品的质量也得到了提升。不仅在花卉、高尔夫球场、草坪、蔬菜、果树上应用,而且在粮棉油等大田作物上应用,效果既好又经济,有效地拓宽了缓释肥的利用范围,给农民带来了显著的经济利益。包膜缓释肥可以一次施入,省工省时,减少肥料的淋失和挥发,保护生态环境,具有巨大的经济、社会、生态效益,显示出推广缓释肥的广阔前景。

6. 缓释肥的生产原理

缓释肥是根据作物的吸肥规律,通过包膜预先设定养分的释放模式,使养分的释放与作物吸收相同步,从而达

到提高肥效的目的,是农艺和工艺相结合的产品,是化学肥料制造与施肥技术结合于一体的重大创新。包膜缓释肥料,膜的厚度、调节剂和肥料颗粒直径都直接影响肥料养分从膜内到膜外的扩散释放速率,因此通过调整膜的厚度、添加剂、颗粒直径等的比例与组合,可以使包膜缓释肥的释放高峰与作物需肥的高峰期相吻合。

7. 缓释肥的养分释放原理

施用包膜缓释肥后,土壤或基质中的水分使膜内的颗粒吸水膨胀,并缓慢溶解、扩散到膜外,根据不同作物的生长发育期,将在3~12个月的时间里持续不断地释放养分。因为养分扩散的驱动力是温度和膜内外的浓度梯度,所以当温度升高时,作物的生长速度加快,包膜缓释肥的释放速率也同时加快;当温度降低时,作物的生长速度变缓或停止,包膜缓释肥的释放速率也随之变慢或停止。作物吸收养分多时,缓释肥颗粒膜外侧的浓度下降得也快,造成膜内外的浓度梯度增大,缓释肥的释放速率也就加快,从而使其养分的释放模式与作物的需肥规律相一致,最终使营养元素发挥其最大肥效,提高了肥料利用率。

8. 生产和市场上亟须解决的问题

由于缓释肥在农业生产上应用的突出优势和明显的增产增收效果,受到肥料生产企业和广大农民的青睐,缓释肥在市场上热销,然而缓释肥产品存在三大亟须解决的

问题。

第一,缓释肥与其他肥料相比,属于新型和新兴肥料,要求有较高的工艺技术水平。目前缓释肥生产企业技术水平差别很大,产品质量参差不齐、鱼龙混杂。例如像金正大集团这样具有国际先进技术的龙头企业,产品可以达到国家标准,有很好的缓释效果。但也有一些规模较小的企业技术尚不成熟,生产出的缓释肥虽然有一定的缓释效果,但远远达不到国家标准,应用效果不稳定或不理想,这种缓释肥在市场上占有一定比例。更为甚者,有些家庭作坊式的企业用手工掺混染色的化学肥料冒充缓释肥,这些根本不具备缓释功能,给农业生产造成了损失,给用户造成很大的经济损失。

第二,缓释肥包膜的不稳定性。这一问题即使是一些技术比较先进的企业也存在,性质不稳定主要与包膜的厚度和包膜的均匀度有关。一是技术上的缺陷,由于技术和设备条件跟不上,生产的产品厚度不均匀,造成农业生产上的效果不理想。二是企业主观因素造成的,企业为了降低生产成本,有意减少包膜材料的用量,致使包膜厚度不够而效果不好。因为国内生产缓释肥的技术已经相对成熟,所以有意减少包膜材料的用量是主要因素。

第三,市场管理部门对缓释肥监督不力,存在明显的监管漏洞。另外,检验检测缓释肥的技术和设备要求都比较高,需要设立专门的机构,组织专业技术人员进行有效的检验检测和监督,但目前的条件很难达到。虽然我国

《缓释肥料》的国家标准已经实施,但规范市场还需要一定的时间。

值得欣喜的是,我国《缓释肥料》的国标已经制定,并于2009年开始实施,标志着我国缓释肥进入规范化发展的新阶段。“国标”将有效地约束缓释肥生产企业的质量行为、净化和规范市场、保护消费者权益、推动缓释肥产业健康有序和快速发展。

9.《缓释肥料》国家标准

2009年9月1日我国制定的《缓释肥料》国家标准正式实施,填补了国际上没有缓释肥料国家标准的空白。该国标由国家化肥质量监督检验中心(上海)和亚洲最大的缓释肥生产企业山东金正大集团共同起草完成,对缓释肥料的要求、试验方法、检验规则、标识、包装、运输和贮存等方面均做出了明确而详细的规定。该标准借鉴了国际先进的缓释肥料科学评价体系,同时结合我国缓释肥发展的实际,保证了《缓释肥料》国家标准的科学性、前沿性、可行性及产品在国际贸易中的适用性。

该标准适用于氮肥、钾肥、掺混肥料(BB肥)、复合肥料产品的所有颗粒或部分颗粒经特定工艺加工而成的缓释肥料,不适用于硫包衣尿素(SCU)、无机包膜的肥料,也不适用于脲醛缓释肥料以及利用消化抑制剂、脲酶抑制剂延缓养分形态转化的稳定性肥料。

依据这一标准,核芯肥料的释放效率和释放期与作物