

文章编号:1003-8701(2009)02-0030-04

包膜型控释肥料的研究概况

孙家琪¹,宋学君²,孙挺¹,石元亮^{3*}

(1. 东北大学,沈阳 11000; 2. 沈阳建筑大学,沈阳 110168; 3. 中国科学院沈阳应用生态研究所,沈阳 110016)

摘要:阐述了包膜型控释肥料的定义,介绍了常见的包膜肥料的类型,归纳了其评价方法,并简单分析了控释肥料存在的问题及发展前景。

关键词:包膜肥料;控释;评价方法

中图分类号:S145.5

文献标识码:A

The General Situation of Researches on Coated Controlled Released Fertilizer

SUN Jia-qi¹, SONG Xue-jun², SUN Ting¹, SHI Yuan-liang^{3*}(1. *Northeastern University, Shenyang 110004*; 2. *Shenyang Construction University, Shenyang 110168*; 3. *Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Science, Shenyang 110016, China*)

Abstract: The definition of the coated controlled released fertilizer was discussed and the types of the coated fertilizer introduced in the paper. Its estimation methods were summarized, and the existed problems and developing prospect are simply analyzed.

Key words: Coated fertilizer; Controlled released; Estimation methods

当今,提高化肥的利用率,减轻其对环境的污染,发展可持续高效农业已成为各国共同关注的热点。缓/控释肥料为解决这些问题开辟了新路,这种肥料可以较好控制肥料养分释放速度,使氮素利用率由30%~35%^[1]提高到60%~70%,它不但具有缓释长效的作用,而且不受土壤类型等复杂因素的影响,被称为是“21世纪的肥料”,包膜型控释肥料就是其一。相关报道越来越多,本文仅就包膜型控释肥料目前的研究概况作以归纳总结。

1 包膜型控释肥料的定义

包膜型控释肥料 (coated controlled released fertilizer, 简称 CCRF) 是近年来发展迅速的缓/控释肥料,应用最广泛,占缓/控释肥料的95%以上。包膜控释肥料定义为:是以颗粒化肥(氮或氮

磷复合肥等)为核心表层涂覆一层低水溶性或微溶性的无机物质或有机聚合物,改变化肥养分的溶出性,延长或控制肥料养分释放,使土壤养分的供应与作物需肥相吻合的新型肥料剂型^[2]。

2 包膜型控释肥料的类型

包膜肥料的研究主要考虑的是涂覆材料,它对肥料的养分释放有着至关重要的作用,按材料类型的不同,现将包膜肥料进行如下分类:

2.1 无机物包膜肥料

通过黏结剂将无机材料涂覆于肥料颗粒上,这些无机材料对土壤不构成危害,同时能为植物提供多种盐基离子。用作膜材料的无机物原料主要有硫、 $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 、硅酸盐、磷酸钙、 $\text{P}_2\text{O}_5/\text{CaO}$ 玻璃体、金属盐等,以及石膏、滑石粉、黏土、粉煤灰等一些矿粉^[3]。

最具有代表性的是涂硫尿素(Sulfur-Coated Urea 缩写 SCU)。1961年由美国 TVA (Tennessee Valley Authority)公司首先开发的,即在普通尿素

收稿日期:2008-11-29

作者简介:孙家琪(1980-)女,在读硕士,主要从事功能材料研究。

通讯作者:石元亮,研究员,博士, E-mail: William_sy1@21cn.com

表面喷涂一层硫,再涂上密封剂及调理剂即得成品。目前全世界年产量数 10 万 t。此外,有的公司还生产涂硫的氯化钾、磷铵和复混肥等产品^[4]。磷石膏也可以作为包膜材料,将预热后的尿素颗粒与粉末磷石膏混合涂层,喷入黏合剂,发生聚合,将石膏涂层变为硬壳即可,膜材料中黏合剂用量占 0.5%,涂层磷石膏占 20%^[5]。美国专利中还有用柠檬酸预处理的偏硅酸钙与水泥混合包裹硝酸钾或尿素,用磷酸盐包裹尿素等无机化合物包膜方法。在我国具有代表性的包膜肥料有:中国科学院南京土壤研究所 20 世纪 70~80 年代成功研制出的由钙镁磷肥包裹碳酸氢铵或尿素的包裹肥料;还有郑州工学院磷肥与复肥研究所开发出的 3 种类型的包裹型复合肥,以钙镁磷肥为包裹层的第 1 类产品,以部分酸化磷矿为包裹层的第 2 类产品及以二价金属磷酸铵钾盐为包裹层的第 3 类产品^[6]。

用无机物作为包膜材料在一定程度上对肥料养分的释放起到了控制作用,但其包膜量一般都偏大,因此目前对无机物包膜肥料的研究开发相对较少。

2.2 有机物包膜肥料

采用有机物作为包膜材料,用相应的烃类等溶剂溶解涂于肥料的表面,可以有效地控制膜层的厚度,制备出具有良好缓释性的包膜产品。

国外的包膜技术开发较早,相对成熟。1964 年,美国 ADM 公司开发了 Osmocote 包膜尿素,此为首批投放市场的聚合物包膜尿素,包膜的主要成分为二聚环戊二烯与乙二醇酯的共聚物,这种类型的膜层薄而均匀、韧弹性较好,也适合于机械化施肥;1967 年美国在加利福尼亚生产的醇酸树脂包膜肥料,膜层是双环戊二烯和甘油酯的共聚物,养分的释放可以通过改变膜的成分或膜的厚度来控制,从而控制养分释放率和释放曲线,这种树脂膜可以用到各种颗粒肥料产品上^[7];日本的控释肥在市场上占据主要地位,他们的基础专利是以聚烯烃为主体的包膜肥,简称 POCF 工艺。POCF 包膜剂是由聚乙烯(PE)和乙酸乙酰乙烯的共聚物(EVA)和无机填充料滑石粉所组成。将 PE 与 EVA 按不同比例掺合便能控制氮的释放速率。除此之外,其他国家对包膜肥料也进行了大量的研究。加拿大研制的一种产品是用乳胶包膜尿素或其它粒状复合肥料,与其它包膜的区别在于它是用聚偏二氯乙烯的水乳胶悬浮液喷涂于颗粒上,不需要回收溶剂;波兰研究人员对聚砜包膜材

料做了较为系统的研究,Tomaszewska 用反相技术在 NPK 肥料颗粒表面包裹上聚砜、醋酸纤维素和聚丙烯腈包膜,研究表明包膜物理性质影响包膜肥料核芯中的养分释放量,包膜肥料中养分释放量随着包膜空隙度的降低而降低,肥料耐磨损性明显改善;埃及国家研究中心开发了丁苯橡胶包膜肥料,获得交联适宜的包膜控释肥;沙特阿拉伯的金沙特大学开发了用聚乙烯和石油蜡包膜的控释肥^[8]。

我国的控释肥料研究始于 20 世纪 70 年代,取得了巨大的发展。1973 年,辽宁盘锦农科所研制了沥青石蜡包膜碳铵,膜重 6%~10%;1986 年,广州氮肥厂研制了涂层尿素,它是在尿素颗粒表面喷涂一层含有微量元素的胶状有机物,并实现了工业化生产;北京市农林科学院植物营养与资源研究所、中国农科院土肥研究所和北京化工大学利用废旧农用塑料的包膜肥料等都使肥料价格接近传统肥料,使其能够应用于大田作物,并取得较好的效果^[9];姚俊杰等采用丙烯酸系列聚合物乳液对尿素颗粒进行多次包膜,并用石蜡和硫磺复合包膜,有效抑制了高湿环境造成尿素结晶溶出对膜层致密性的破坏,提高了包膜尿素的缓释性能^[10];山东农业大学生产的有机聚合物包膜控释肥(18-6-12,120 d)和日本的 MEISTER(14-12-14,100 d)相比,在养分释放控制、肥效等方面不相上下,并优于美国的 Osmocote (18-6-12,8 个月)^[11]。

利用有机物作为包膜材料的研究比较多,其优点是包膜量少,而且控释效果好,但需要使用大量的有机溶剂,不仅仅是成本的问题,还需要解决肥料释放后,残留物的降解问题,否则其在土壤中的大量积累将对环境和农业产生较大的负面影响。

2.3 可降解包膜肥料

目前,价格便宜、能被微生物降解、对土壤和水源没有污染的高分子聚合物包膜材料越来越受到人们的关注。用成膜可降解材料包被肥料,既能达到控释目的,又不在土壤中残留包膜物质,甚至还可以改良土壤,以水溶性树脂材料居多。

国外的开发情况如德国 BASF AG 公司用可生物降解的聚合物、醋酸纤维素、织物、木质纤维素制备包膜肥^[12],在我国申请了具有控制营养释放的涂层肥的专利,该涂层为水溶性聚合物、纤维素材料或织物或木质纤维素所组成;荷兰开发了一种用菊粉(由呋喃果糖聚合的多糖)、甘油(增塑

剂)、马铃薯淀粉与肥料捏合制成生物可降解的包膜肥料;日本、德国、以色列等开发生物降解树脂用于包膜肥料的控释材料,LPcote就是用光解聚乙烯做包膜材料制成的聚烯烃包膜肥料,最近光解聚乙烯已用于其它包膜肥料,而且现在约占到日本包膜肥料的50%。

国内的研究进展:如华中农业大学生物研究室在试验中选用了几种可生物降解的有机高分子材料(如脲醛树脂、聚乙烯醇磷酸脲、聚乙烯醇缩醛)作包膜材料,制成了包衣尿素,在肥效试验中,小麦增产66%,玉米增产11.4%;吴春华以淀粉与聚乙烯醇为原料,在交联剂的作用下,制得包膜料液,用此料液给尿素涂膜,制得包膜尿素,结果表明,此包膜尿素缓释性能良好,且有保水性^[13];中科院兰州化学物理所研制出了生物可降解高分子材料(聚乙烯醇磷酸脲、聚乙烯醇缩脲等)包膜的包衣尿素;浙江大学石伟勇等人致力于利用可生物降解壳聚糖开发新型环保缓释肥料。昆明理工大学以桐油为主要包膜材料制备包膜尿素。

随着人们对环境问题的日益关注,可降解包膜肥料的开发也引起了更多的重视,成为控释肥料研究的热点之一,也是今后控释肥料的发展方向。

3 包膜控释肥的评价方法

包膜肥料性能是评价一个控释肥料的内在质量和指导消费者施用的先决条件和重要因素。目前,国内外测定释放率的方法主要有:

3.1 水中溶出率法

将包膜肥料放置在特定温度条件下的水中浸泡,定期测定养分元素的溶出率。欧洲标准委员会(Comite Eauopeen de Normalisation, CEN)的规定即肥料(TC260/WG4/TFsrF)在水中(25℃)养分释放速率24 h不大于15%;28 d不超过75%;在规定的时间内至少有75%被释放^[14]。

3.2 土壤淋溶法和土壤培养法

以土壤作为肥料释放的介质来测定其养分的释放率的方法。土壤淋溶法即用土柱模拟田间条件,定期淋溶测定肥料的养分释放特性,但土壤淋洗仅限于试验室内。土壤培养法即将肥料(或与沙子混合后)装入尼龙袋埋在土壤中,过一些时间取一些肥料分析其中的养分含量以确定养分释放速率。无论是土壤淋溶法还是土壤培养法都比静水溶出法更为接近实际情况,通常同水中溶出率法结合起来评价肥料的缓释性。

3.3 电超滤法

近年来一些研究者把电超滤(EUF)技术应用于评价控释肥控释性能。Diez^[15]等确定了EUF用于控释肥评价的工作条件。Vallejo^[16]等证明了EUF技术不仅可以提供肥效方面的信息,而且可以反映氮素淋失情况,是一个值得深入研究方法。但电超率法需要特殊仪器,有关这方面的工作有待进一步研究。

3.4 同位素示踪法

此法是田间用于评价缓/控释肥料养分利用效率和养分释放规律十分有效的方法。主要是利用¹⁵N标记技术研究包膜肥在田间微区条件下氮素释放特性和玉米吸收利用的关系等^[17]。但同位素示踪法很难普遍使用,用该方法研究控释肥养分释放特性的报道还较少,仅可作为准确评价缓/控释肥料养分利用率及肥料在土壤中去向的使用方法。

3.5 扩散和渗透率法

Gambash^[18]认为,水蒸气通过膜的扩散进入肥料颗粒内部是肥料养分释放的速度决定步骤。他设计了一种以重量法测定水蒸气扩散量来评价包膜肥料的控释性能的方法,这一方法所得的结果与测定土壤肥料混合物中养分释放速率所得结论是一致的。该法的优点是对评价肥料颗粒的单个行为特别有效。

4 存在的问题及发展前景

目前控释肥料的研究开发得到国内外普遍关注,但真正工业化的还很少,产品应用也仅限于草坪、花卉、高尔夫球场等领域。据统计控释肥料产品在农业上的应用仅占世界化肥总消耗量的0.5%以下。究其原因,首先是因为控释材料的价格问题,致使肥料的价格(是普通肥料的3~8倍)居高不下,所以选择廉价可行的包膜材料、优化包膜工艺,生产出低成本的控释肥料是目前的主流趋势;其次是对控释肥料的宣传不够,很多农民缺乏对这种肥料优点的认识,从而限制了控释肥料的推广。

控释肥料改变了传统的施肥方式,提高了劳动生产率,潜在的经济及社会效益十分巨大,且部分产品已经商品化。当前,发达国家普通化肥的消费趋势已呈现零增长甚至负增长,但包膜化肥的消费仍以9%~10%的年增长率高速发展。基于控释肥料的诸多优点及众多研究者的共同努力,控释肥料必将有着广阔的发展和应用前景,成为未

来肥料的主导。

参考文献:

- [1] 廖松,樊小林,贺训平.包膜控释尿素保肥供肥效果及其机理的研究[J].西北农林科技大学学报,2001,29(6):13-17.
- [2] 熊又升,陈明亮,喻永熹,等.包膜控释肥料的研究进展[J].湖北农业科学,2000(5):40-42.
- [3] 赵世民,唐辉,王亚明,等.包膜型缓释/控释肥料的研究现状和发展前景[J].化工科技,2003,11(5):50-54.
- [4] 陶谋鑫.涂硫尿素[J].氮肥设计,1994,32(6):51-54.
- [5] 刘义新,韩移旺,于黎莎,等.尿素后续产品现状及展望[J].大氮肥,2002,25(6):361-366.
- [6] 楚召.缓释/控释化肥的研究现状及进展[J].磷肥与复肥,2007,22(2):14-16.
- [7] 张民,史衍玺,杨守祥,等.控释和缓释肥的研究现状与进展[J].化肥工业,2001,28(5):27-30.
- [8] 许秀成,李药萍,王好斌.包裹型缓释/控制释放肥料专题报告[J].磷肥与复肥,2002,17(1):10-12.
- [9] 冯元琦.21世纪理想肥料-缓释/控释肥料[J].化肥设计,2003,41(6):53-55.
- [10] 赵琳琳,熊汉国.包膜化肥的特点及应用[J].湖北农业科学,2006,45(2):188-190.

- [11] 陈剑慧,曹一平,许 涵,等. 有机高聚物包膜控释肥氮释放特性的测定与农业评价[J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(1): 44- 47 .
- [12] 唐 辉,王亚明. 新型包膜尿素的制备及其特性的研究[J]. 化肥工业, 2003, 30(3) :20- 23 .
- [13] 吴春华,安鑫南,刘应隆. 淀粉基缓释肥料的研制[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2002, 26(5) : 21- 23 .
- [14] Trenkel M E. Controlled- Release and Stabilized Fertilizers in Agriculture [M]. International Fertilizer Industry Association , Paris , 1997.11 .
- [15] DiezJA, Cartegna MC, Vallejo A, et al. Establishing the solubility kinetics of N in coated fertilizers of slow- release by means of electroultrafiltration[J]. Agric. Med , 1991, 121 :291- 296 .
- [16] Vallejo A, Cartagena MC, Rodrguez D, et al. Nitrogen availability of soluble and slow- release nitrogen fertilizers as assessed by electroultrafiltration[J]. Fert. Res, 1993, 34 :121- 126 .
- [17] Shoji S, Gandeza A T, Kimum K. Simulation of response to polyolefin- coated urea II Nitrogen uptake by corn [J]. Soil Sci. Soc. Am., 1991, 55 :1468- 1473 .
- [18] Gambash S, Kochba M , Avnimelech Y. Study on slow- release fertilizers 2, A method for evaluation of nutrient release rate from slow- releasing fertilizers[J]. Soil Sci , 1990. 150(1) :446- 450 .

(上接第 23 页)病率为 52.1%、病情指数 24.5 ,表现耐病。

3.3 品质

经沈阳农业大学食品分析实验室测定结果,金冠一号番茄果实中可溶性固形物含量 4.5%、可溶性糖 6.1%、有机酸 0.502%、维生素 C 8.2 mg/100 g。金冠一号在维生素 C 含量上高于对照品种 L-402(表 3)。

4 品种特征特性

金冠一号番茄植株为无限生长类型,至3穗果处株高72~75 cm,开展度86~90 cm,生长势强。普通叶型,叶色浓绿,叶片有光泽,茎粗壮节间较短,一般在第5~7节位着生第1花序,各相邻花序间隔3片叶,每花序4~6朵花。幼果稍有绿果肩,成熟果实粉红色。果面光滑,果脐小,6~10个心室,平均单果重200 g左右。果实风味酸甜适口,品质优,耐贮运,商品性好。抗叶霉病、病毒病、筋腐病等病害,耐早疫病。前期产量占总产量52%左右,中熟,生育期110 d天左右,耐低温弱光,丰产稳产,性状综合表现优于对照品种L-402,适于保护地种植。

5 栽培技术要点

保护地栽培应采用营养钵育苗。适宜定植苗龄 60 d 左右, 现大蕾或第 1 花开放时定植。每 667 m² 施有机肥 5 000 kg 左右, 每 667 m² 保苗 3 300 株左右。每株留 2~10 穗果, 每穗留 3~5 个果, 实行单干整枝, 最后 1 穗果上留 2 片叶进行摘心。注意水肥管理, 定植缓苗后, 每 667 m² 施尿素 15 kg、二铵 15 kg; 当第 1 果长到核桃大小时和在每穗果采后每 667 m² 施尿素 15 kg、磷酸二铵 15 kg、磷酸二氢钾 15 kg、硝酸钙 7.5 kg, 每次施肥时都要灌 1 次水, 栽培期间要保持土壤始终处于湿润状态。花期用防落素进行沾花处理, 以促进坐果。绿熟期果实可用乙烯利处理以促进着色和成熟。注意防治灰霉病、晚疫病、蚜虫、潜叶蝇、白粉虱等病虫害。

参考文献:

- [1] 李艳,王建江,曾沂辉,等.早熟加工番茄新品种新番20号的选育[J].中国蔬菜,2008(1):30-31.
- [2] 刘佩英.蔬菜研究法[M].郑州:河南科学技术出版社,1986:343-344.
- [3] 陈世儒,王鸣.蔬菜育种学[M].北京:农业出版社,1986:55-59,264-266.
- [4] 马育华.田间试验和统计方法[M].北京:农业出版社,1988:145-150.