

DOI: 10.11766/trxb201607120247

改性聚丙烯酸酯包膜控释肥料的控释性能研究*

赵 聪^{1, 2} 申亚珍¹ 杜昌文^{1†} 周健民¹

(1 土壤与农业可持续发展国家重点实验室(中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008)

(2 山西省农业科学院旱地农业研究中心, 太原 030031)

摘 要 针对应用流化床包衣设备进行水溶性高分子聚合物包膜肥料中试生产中存在的问题, 研究了交联剂用量对膜材料表面结构与疏水性能的影响, 以及不同后处理工艺对改善包膜肥料控释性能的作用。结果表明, 以水溶性高分子聚丙烯酸乳液为主成分的包膜材料中添加交联剂(氮丙啶)的比例由1%(质量百分数, 下同)增加至2%, 肥料包膜表面结构变得更加平整致密, 疏水性能也有所增强, 控释效果显著提升。在40℃静水浸泡的9 d时间内前者释放了90%以上的养分, 而后者仅释放了约40%的养分。不同后处理工艺对增强包膜肥料的控释性能作用不一。烘箱加热的效果远好于微波处理, 且当交联剂添加比例较低(0.3%)时, 在一定范围内(60℃~80℃)升高后处理温度, 包膜肥料的控释性能显著增强。而当交联剂添加比例增至1%以上时, 升温对其控释性能几乎无影响。

关键词 聚丙烯酸酯; 包膜肥料; 流化床; 改性; 养分释放

中图分类号 S145.5 **文献标识码** A

聚合物包膜类肥料因具有较好的控释功能而成为最具发展前景的控释肥料^[1], 占到了全世界缓/控释肥料消费总量的50%以上^[2]。根据膜材料的不同可分为树脂包膜肥料(Resin-coated fertilizer)和热塑型聚合物包膜肥料(Thermoplastic polymer-coated fertilizer)。包膜树脂通常为交联而形成的疏水聚合物, 此类肥料又可分为两大类, 一类是醇酸树脂(Alkyd-type)包膜肥料(如Osmocote), 另一类是聚亚胺脂(Polyurethane)包膜肥料(如Polyon、Plantacote 和Multicote)^[3]。而由热塑型聚合物包膜而成的肥料, 如低密度聚乙烯(LDPE)、聚苯乙烯(PS)、氯乙烯基共聚物(VCC)和橡胶等^[4-6]包膜肥料, 其优点是控释效果好, 但是这些聚合物本身难以降解势必会对土壤造成二次污染^[7-9], 加之芳香烃还有一定的毒性, 在生产过程中大多要用到有机溶剂, 因此需要对溶

剂进行回收处理, 且使用的有机溶剂还存在因挥发导致的环境污染与溶剂成本较高等问题^[10-12]。近年来, 用水代替有机溶剂成为包衣工业重要的发展方向。通过化学聚合反应可在尿素颗粒表面直接成膜制成保水包膜尿素肥料^[13-15]。与有机溶剂相比, 水具有价格低廉、来源广泛、不需回收且环境友好等优点, 但是, 由于水基包膜具有较高的亲水性^[16], 导致此类肥料的养分控释效果还不甚理想^[17-18]。

除了与膜材料的化学性质有关, 聚合物包膜类肥料的控释性能还与其生产工艺密切相关。目前, 生产包膜肥料的设备主要有流化床、喷动床、转鼓和转床四种。前两者多用于有机包膜肥料的研制, 后两者常用于无机包膜肥料和改性肥料的生产^[19]。其中流化床是国际公认的较为先进的肥料包膜装置, 其主要原理是利用具有一定压力的热空

* 山西省农业科学院博士研究基金(YBSJJ1303)和公益性行业(农业)科研专项(201501024, 201303103)资助 Supported by the Doctorate Research Foundation of the Shanxi Academy of Agricultural Sciences (No.YBSJJ1303) and the Special Fund for Agroscientific Research in the Public Interest (Nos.201501024 and 201303103)

† 通讯作者 Corresponding author, E-mail: chwdu@issas.ac.cn

作者简介: 赵 聪(1984), 女, 山东禹城人, 博士, 助理研究员, 主要从事缓控释肥料研制与植物营养研究工作。

E-mail: zhaocong502@126.com

收稿日期: 2016-07-12; 收到修改稿日期: 2016-12-11; 优先数字出版日期(www.cnki.net): 2017-01-17

气,使肥料颗粒在包衣腔内形成由圆筒中间飞起后在圆筒外下落的流化循环状态,通过包衣腔底部中央的喷嘴将包衣液以雾状喷到肥料表面,包衣液在迅速发生交联反应的同时蒸发溶剂并形成包膜。肥料颗粒每完成一次循环就被包膜一次,这样经过多次循环之后就能使肥料颗粒达到均匀包膜的要求^[20]。

由于中试流化床包衣机的引风动力要远大于小试设备,使得大量的热量随着强大的气流一起散失,致使在中试生产过程中包衣腔内的温度无法上升至预期值。而包衣腔内的温度偏低会在一定程度上影响水性包膜材料交联反应的进程,故此,本研究通过向水溶性高分子聚丙烯酸乳液中添加不同比例的交联剂,同时针对中试生产探索中的问题设计了一系列后处理工艺进行疏水性改性,以期研制控制性能较好的肥料包膜配方,为水基包膜肥料的研制与生产提供理论基础。

1 材料与方 法

1.1 包膜肥料的制备

将80 kg直径为3~4 mm的复合肥颗粒(广东

福利隆肥业有限公司生产)置于Wurster设计的流化床包膜机(LDP-120,佳发机械设备公司,江苏常州)的料斗后,启动空气压缩机与包膜机。设置包衣腔内的温度为 $30 \pm 5^\circ\text{C}$,预热10 min。同时将16 kg水基高分子聚丙烯酸脂乳液稀释一倍,再向其中分别添加占乳液干物重0.3%、1%与2%的交联剂(氮丙啶),配制成包衣乳液待用。经充分搅拌后,在雾化压力为0.4 MPa的条件下由流化床底部中央喷嘴以雾状喷入包衣腔内,喷入平均速率由外部的蠕动泵控制在 0.20 L min^{-1} 。待包衣液全部喷完之后继续喷水200 ml以防止残留乳液堵塞管道,整个包衣过程大约持续2 h。包衣率可达95%以上。本中试生产工艺参考汤德源^[21]基于相同材料的小试生产工艺参数而设置。

1.2 包膜肥料的后处理工艺

先将制得的包膜肥料(交联剂添加比例0.3%)分别进行如表1所示的后处理,以比较烘箱与微波这两种方式的处理效果。然后换用交联剂添加比例更高(1%、2%)的中试产品进行同上的烘箱后处理来确定适宜的交联剂用量与处理温度。

1.3 肥料包膜的表面形态分析

将包裹在肥料颗粒表面的薄膜用镊子小心撕

表1 中试生产包膜肥料(交联剂比例0.3%)的后处理方法

Table 1 Post-treatments of coated fertilizer 0.3% in crosslinker dosage in pilot scale production

编号 Serial number	处理方法 Treatments	处理时间 Duration of processing
1	烘箱60℃ 60℃ oven heating	24 h
2	烘箱70℃ 70℃ oven heating	24 h
3	烘箱80℃ 80℃ oven heating	24 h
4	微波低火 Microwave low heat	30 s
5	微波中火 Microwave medium heat	60 s

取下来,清洗并擦干,然后将其制成压片,置于数码光学显微镜(Olympus BX52,德国)的载物台上,调节粗、细准焦螺旋与光源强度,以 10×100 的放大倍数直接观测肥料包膜的表面形态。进行观测的肥料包膜添加的交联剂比例与后处理方式如表2所示。

1.4 肥料包膜的红外光声光谱测定

采用傅里叶变换红外光声光谱仪(Nicolet 380,美国),光声池型号为Model 300(MTEC,

美国),中红外区域($500 \sim 4000 \text{ cm}^{-1}$)扫描。样品放入圆柱形铝质样品池(直径5 mm,高3 mm),氦气吹扫10 s,密封后以 0.31 cm s^{-1} 的动镜速率连续进行16次中红外扫描重复,扫描间隔为 4 cm^{-1} ,每次测定以碳黑为参照^[22]。

1.5 包膜肥料的养分释放率检测

将2 g包衣完整的肥料颗粒放入盛有100 ml去离子水的广口瓶中,并保持水温在 $40 \pm 1^\circ\text{C}$ 的范围内。每个样品设有三次重复。使用电导仪(DDS-

表2 进行表面形态分析的肥料包膜交联剂用量与后处理方式

Table 2 Relationships of surface micro-structure of the coating with dosage of crosslinker and post-treatment membranes selected for analyzing

编号 Serial number	交联剂用量 Cross-linker amount (%)	处理方法 Treatments	处理时间 Processing time (h)
1	1	烘箱80℃ 80℃ oven heating	24
2	2	烘箱80℃ 80℃ oven heating	24

320, 康仪仪器有限公司, 上海), 通过每24 h测定一次肥料浸出液的电导值来评价养分的累积释放率。在肥料刚放入水中的时刻, 测定一次电导值作为初始值; 在养分释放的末期, 将所有包膜肥料碾破并测定全部养分浸出后溶液的电导值, 作为总养分含量。

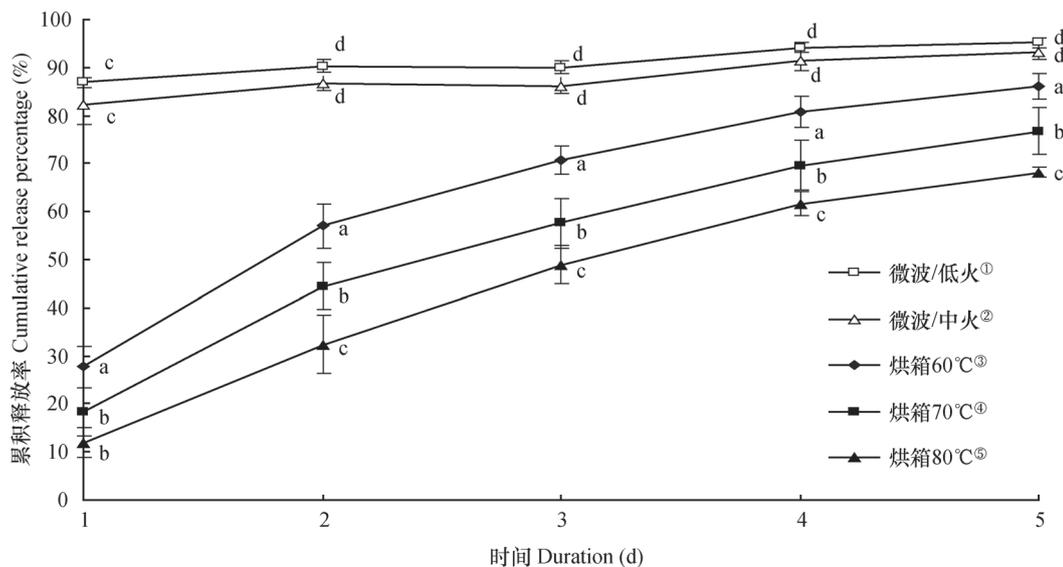
2 结果与讨论

2.1 后处理方式对养分释放的影响

选用微波与烘箱这两种加热方式是鉴于二者具有不同的加热原理。前者能够透射到物质内部使偶极分子以极高的频率振荡, 引起分子的电磁振荡等作用, 增加分子的运动, 导致热量的产生; 而后者则是根据热传递的原理利用热空气由表及里逐渐加热物体。由图1可知, 加入0.3%交联剂的包膜肥料

经微波处理后在1 d时间内即释放了80%的养分, 而经烘箱加热后其控释效果要明显好于微波处理。这是因为微波处理热量聚集于肥料芯, 而肥料包膜表面获得的热量不足, 虽然通过延长微波时间可以使表面得到进一步加热, 但肥芯温度过高会导致尿素分解; 而烘箱加热的方式则是由外及里, 更利于包膜的后处理。正是由于这两种截然不同的加热方式, 加之处理时间的差异也较大, 使得肥料包膜在后处理过程中发生交联反应的程度不尽相同, 故而表现出差异明显的养分释放状况。

因此, 在后续的研究中放弃了微波处理这种做法, 仅关注烘箱加热的效果。同时该结果还表明, 随着处理温度的升高养分累积释放率表现出了下降的趋势。经烘箱60℃加热24 h的包膜肥料在检测的第5天养分累积释放率接近80%, 而于烘箱80℃加热相同时间的包膜肥料仅释放了约60%的总养分,



注: 图中不同小写字母表示同一时间下不同处理间在5%水平上差异显著 Note: Different lowercase letters in the figure mean significant difference at $p < 0.05$ level of different treatments at the same time. ①Microwave low heat; ②Microwave medium heat;

③60℃ oven heating; ④70℃ oven heating; ⑤80℃ oven heating

图1 不同后处理的聚合物包膜肥料(交联剂添加比例0.3%)在40℃静水中的养分累积释放曲线

Fig. 1 Nutrients release curve of polymer coated fertilizer (0.3% in crosslinker dosage) in 40℃ still water relative to post-treatment

且不同温度（60、70、80℃）处理的包膜肥料养分释放间呈现出显著差异。

2.2 交联剂用量对肥料包膜表面形态的影响

在包衣过程中，由于肥料颗粒表面逐渐形成的膜会受到较多外界因素的影响，如肥料颗粒之间的碰撞和包衣液喷涂几率差异等，这就可能导致肥料包膜的均一性和孔隙度均劣于静态条件下所成的膜。通过比较图2a和2b可知，在一定范围内增加交联剂用量更利于形成光滑、平整且致密的包膜。由于水分的进入与养分溶液的流出均要通过肥料包膜，它的作用就如同一道屏障，直接关系到养分的溶解与释放。肥料包膜的结构对养分的释放至关重要^[20]。由此推测，以加入2%交联剂的包衣液配方研制的包膜肥料较添加1%交联剂的包膜肥料具有更长的控释期。鉴于加入0.3%交联剂制得的包膜肥料养分释放速率（图1）相对较快，故在此未

对其表面结构进行分析。

2.3 交联剂用量对肥料包膜疏水性的影响

分别添加1%和2%交联剂的肥料包膜红外光声光谱特征如图3所示。从图中可以看出，肥料包膜在500~4 000 cm^{-1} 具有丰富的吸收，主要表现在三处：2 800~3 450 cm^{-1} 、1 400~1 750 cm^{-1} 和900~1 200 cm^{-1} 。结合聚合物膜合成单体分析，可将各特征吸收峰进行归属，见表3^[17-18]。在3 300~3 450 cm^{-1} 处表现出相对较宽的特征峰是由于O-H及N-H的伸缩振动引起的；另一个出现在2 800~2 950 cm^{-1} 区域的特征峰则通常认为是由脂肪族C-H伸缩振动造成的，包括对称伸缩振动与反对称伸缩振动；C=O（羧基）的吸收峰位于1 710~1 730 cm^{-1} 范围内。此外，在1 100 cm^{-1} 附近出现的一个较强的吸收峰是C-O-C和Si-O-Si共同作用的结果。

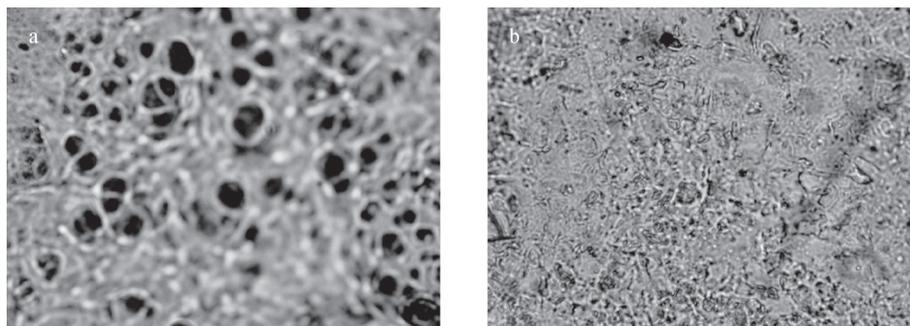


图2 烘箱80℃加热24 h肥料包膜（a：1% 交联剂；b：2%交联剂）表面的光学显微照片

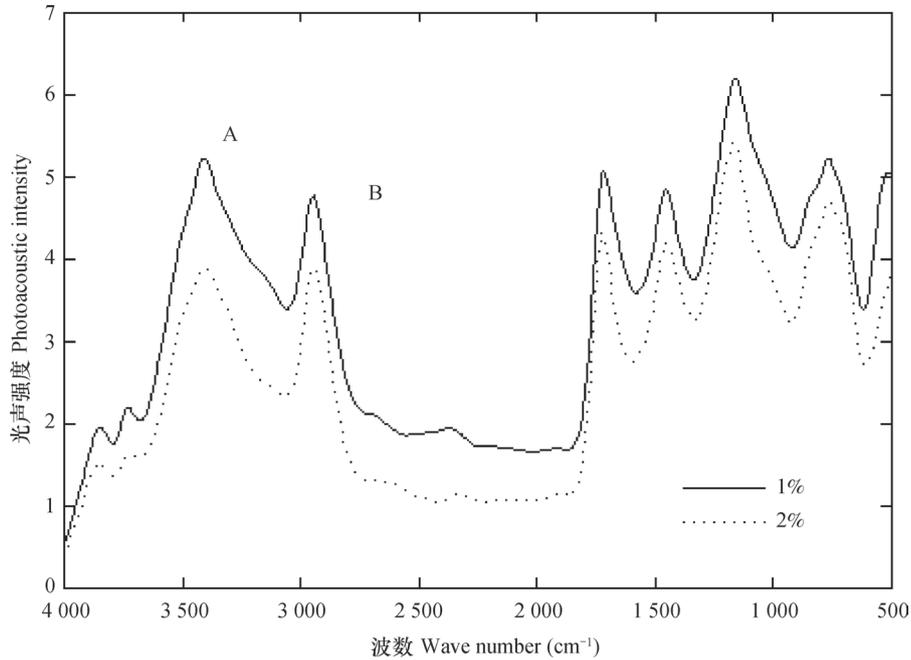
Fig. 2 Optical micrographs of the surface of the coatings (a: 1% and b: 2% in crosslinker dosage) heated in oven at 80℃ for 24 h

借助光谱的分析方法可以快速比较膜材料的疏水性^[25]。由于脂肪族特征峰一般均具有疏水性而羟基特征峰通常均有较强的亲水性，因此，可以考虑通过分析这两个特征峰在加入不同比例交联剂后峰强的变化来相对表征材料的疏水性。从图3可以清楚地看出，当交联剂用量由1%增加至2%，羟基特征峰（3 300~3 450 cm^{-1} ）即图中的A带强度明显降低，而脂肪族特征峰（2 800~2 950 cm^{-1} ）即图中的B带强度则几乎无变化。据此推测，增加交联剂用量可以增强材料的疏水性。

2.4 交联剂用量与加热温度对养分释放的影响

从养分释放的结果（图4）可以看出，虽然于80℃加热的包膜肥料控释性能略好于另外两个温度

处理，但其差异并不显著。这可能是由于在增加交联剂用量后，肥料包膜只要获得使其充分进行交联反应的热量即可，故在加热时间足够长的情况下，较高的加热温度未能表现出其优势；而增加交联剂用量对改善包膜肥料控释性能的作用却是显而易见的：以加入2%交联剂的包衣液配方研制的包膜肥料其养分累积释放率远小于加入1%交联剂制成的包膜肥料。在检测的9 d时间内，前者仅释放了总养分的40%而后者养分几乎释放完全。造成如此悬殊的养分释放差异可能与包膜材料的表面结构（图2）和疏水性能（图3）等因素均有一定关系。因此可以认为，包膜的结构与性质在很大程度上决定了包膜肥料的养分释放率。



注：A带表示羟基（O-H）特征峰，B带表示脂肪族（C-H）特征峰 Note: A band indicates hydroxyl (O-H) peak, B band indicates aliphatic (C-H) peak

图3 烘箱80℃下加热24 h后肥料包膜（交联剂添加比例1%、2%）的中红外光声光谱

Fig. 3 Fourier transform mid-infrared photoacoustic spectra of fertilizer coatings (1% and 2% in crosslinker dosage) heated in oven at 80°C for 24 h

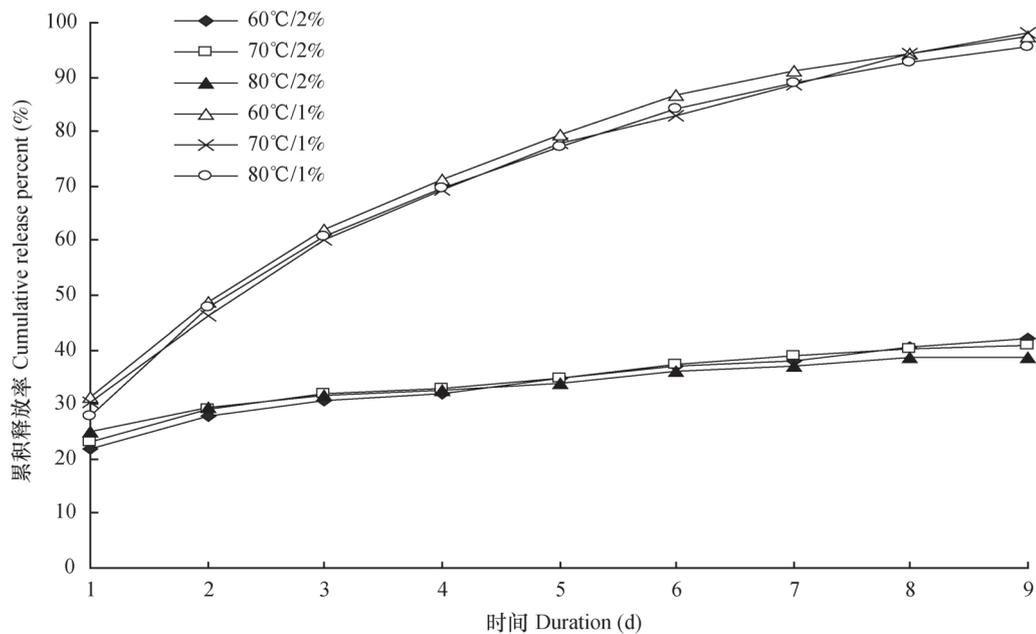


图4 烘箱不同温度（60、70、80℃）加热24 h后的包膜肥料（1%、2%交联剂）在40℃静态去离子水中的养分累积释放率

Fig. 4 Cumulative nutrient release rate in 40°C still water of coated fertilizers (1% and 2% in crosslinker dosage) heated in oven for 24 h relative to temperature

表3 肥料包膜红外吸收的归属

Table 3 Assignment of FTIR-PAS absorptions of fertilizer coatings

吸收带位置 Absorption band (cm^{-1})	归属 Assignment
3 300 ~ 3 450	ν (O-H) 氢键缔合 Hydrogen bond association ν (-NH) 氢键缔合 Hydrogen bond association
2 800 ~ 2 950	ν (-CH) 脂肪族 Aliphatic $-\text{CH}_3$, $-\text{CH}_2$
1 710 ~ 1 730	ν (-C=O) 羧基 Carboxylic
1 450	δ (-CH) 脂肪族烃类 Aliphatic $-\text{CH}_3$, $-\text{CH}_2$
1 000 ~ 1 200	ν (C-O) 酯基 Ester
1 000 ~ 1 100	ν (Si-O) 硅氧烷 Siloxane

3 结 论

以水溶性高分子聚丙烯酸乳液为主要成分的包膜材料包裹可溶性氮磷钾复合肥,可以有效控制其养分释放。包衣乳液中添加交联剂的比例对肥料包膜的结构与性质的影响至关重要,当交联剂用量由1%增加至2%,肥料包膜表面结构明显改善,疏水性能得到提高,肥料控释性能显著增强。后处理工艺对延长肥料释放期的作用不一,其中烘箱加热的效果要好于微波处理,且在一定范围内,随着加热温度的升高,肥料的控释效果逐渐增强。

参 考 文 献

- [1] 杜昌文,周健民,王火焰. 聚合物包膜肥料研究进展. 长江流域资源与环境, 2005, 14 (6): 725—730
Du C W, Zhou J M, Wang H Y. Advance in polymer-coated controlled release fertilizers (In Chinese). Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2005, 14 (6): 725—730
- [2] 赵秉强,张福锁,廖宗文,等. 我国新型肥料发展战略研究. 植物营养与肥料学报, 2004, 10 (5): 536—545
Zhao B Q, Zhang F S, Liao Z W, et al. Research on development strategies of fertilizer in China (In Chinese). Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2004, 10 (5): 536—545
- [3] Trenkel M E. Controlled release and stabilized fertilizers in agriculture. Paris: IFA, 1997
- [4] Lu S M, Lee S F. Slow release of urea through latex

- film. Journal of Controlled Release, 1992, 18 (2): 171—180
- [5] Varghese S, Kuriakose B, Joseph R. Preparation and evaluation of natural rubber coated prilled urea. Indian Journal of Natural Rubber Research, 1997, 10 (1/2): 39—42
- [6] Visscher M, Laven J, German A L. Current understanding of the deformation of latex film formation. Progress in Organic Coatings, 1997, 30 (1/2): 39—49
- [7] 王宇婷,文祝友,熊海蓉,等. 包衣尿素研究现状及发展趋势. 磷肥与复肥, 2015, 30 (1): 17—20
Wang Y T, Wen Z Y, Xiong H R, et al. Research status and development trends of coated urea (In Chinese). Phosphate & Compound Fertilizer, 2015, 30 (1): 17—20
- [8] Shaviv A, Mikkelsen R L. Controlled-release fertilizers to increase efficiency of nutrient use and minimize environmental degradation—A review. Fertilizer Research, 1993, 35 (1): 1—12
- [9] 包丽华,张民,杨越超,等. 土壤培养条件下控释肥高分子残膜降解特性研究. 化学试剂, 2011, 33 (6): 537—539
Bao L H, Zhang M, Yang Y C, et al. Degradation behavior of polymer coating residual of controlled release fertilizer under soil incubation environment (In Chinese). Chemical Reagents, 2011, 33 (6): 537—539
- [10] 杨相东,曹一平,江荣凤,等. 雾化状态对控释肥料膜结构和性能的影响. 化工学报, 2008, 59 (3): 778—784
Yang X D, Cao Y P, Jiang R F, et al. Effect of atomization on membrane structure and characteristics during manufacture of polymer-coated controlled-release fertilizer (In Chinese). Journal of Chemical Industry and Engineering, 2008, 59 (3): 778—784
- [11] Abraham J, Rajasekharan Pillai V N. Membrane-encapsulated controlled release urea fertilizers based on acrylamide copolymers. Journal of Applied Polymer Science, 1996, 60 (13): 2347—2351
- [12] 鲍先扬,Amjad Ali,乔冬玲,等. 高分子材料在控释缓释肥中的应用与发展前景. 高分子学报, 2015 (9): 1010—1019
Bao X Y, Amjad A, Qiao D L, et al. Application of polymer materials in developing slow/control release fertilizer (In Chinese). Acta Polymerica Sinica, 2015 (9): 1010—1019
- [13] 何绪生,廖宗文,黄培钊,等. 保水缓/控释肥料的研究进展. 农业工程学报, 2006, 22 (5): 184—190

- He X S, Liao Z W, Huang P Z, et al. Research advances in slow/controlled-release water-storing fertilizers (In Chinese). Transactions of the Chinese Society of Agriculture Engineering, 2006, 22 (5): 184—190
- [14] 李东坡, 武志杰, 梁成华, 等. 丙烯酸树脂包膜尿素肥料研制及其控释效果. 农业工程学报, 2007, 23 (12): 218-224
- Li D P, Wu Z J, Liang C H, et al. Preparation of acrylic resin coated urea fertilizers and their controlled effects (In Chinese). Transactions of the Chinese Society of Agriculture Engineering, 2007, 23 (12): 218—224
- [15] 张文辉, 辛星, 谷守玉, 等. 水性丙烯酸酯乳液包膜尿素研究. 磷肥与复肥, 2014, 29 (2): 4—6
- Zhang W H, Xin X, Gu S Y, et al. Study on acrylate emulsion coated urea (In Chinese). Phosphate & Compound Fertilizer, 2014, 29 (2): 4—6
- [16] 魏恩志, 牛育华, 赵冬冬. 保水型控释肥料的研究现状与展望. 化肥工业, 2015, 42 (6): 7—11
- Wei E Z, Niu Y H, Zhao D D. The Present research status and prospect of water-retaining controlled release fertilizers (In Chinese). Fertilizer Industry, 2015, 42 (6): 7—11
- [17] 张夫道, 王玉军. 我国缓/控释肥料的现状和发展方向. 中国土壤与肥料, 2008 (4): 1—4
- Zhang F D, Wang Y J. Current situation and development trend of slow/controlled-release fertilizer in China (In Chinese). Chinese Soil and Fertilizer, 2008 (4): 1—4
- [18] 秦裕波, 唐树梅, 谢佳贵, 等. 新型缓控释肥料的研制及其缓控释性能研究. 土壤通报, 2008, 39 (4): 855—857
- Qin Y B, Tang S M, Xie J G, et al. Researches on the preparations of new type slow-release and controlled release fertilizers and their slow-release effectiveness (In Chinese). Chinese Journal of Soil Science, 2008, 39 (4): 855—857
- [19] 谭金芳, 介晓磊, 化全县, 等. 无机包膜缓/控释肥料生产工艺与肥效探讨. 河南农业大学学报, 2003, 37 (3): 257—262
- Tan J F, Jie X L, Hua Q X, et al. Studies on the technological process and effects of the inorganic coated slow controlled release fertilizer (In Chinese). Journal of Henan Agricultural University, 2003, 37 (3): 257—262
- [20] Tzika M, Alexandridou S, Kiparissides C. Evaluation of the morphological and release characteristics of coated fertilizer granules produced in a Wurster fluidized bed. Powder Technology, 2003, 132: 16—24
- [21] 汤德源. 聚合物包膜肥料养分释放特征与研制. 南京: 中国科学院南京土壤研究所, 2007
- Tang D Y. Development and nutrient release trait of polymer coated fertilizer (In Chinese). Nanjing: Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, 2007
- [22] 杜昌文, 周健民. 傅里叶变换红外光声光谱法测定土壤中有效磷. 分析化学, 2007, 35 (1): 119—122
- Du C W, Zhou J M. Prediction of soil available phosphorus using Fourier transform infrared-photoacoustic spectroscopy (In Chinese). Chinese Journal of Analytical Chemistry, 2007, 35 (1): 119—122
- [23] 顾志忙, 王晓蓉, 顾雪元, 等. 傅里叶变换红外光谱和核磁共振法对土壤中腐殖酸的表征. 分析化学, 2000, 28 (3): 314—317
- Gu Z M, Wang X R, Gu X Y, et al. Characterization of humic acid extracted from different soils by Fourier transform infrared spectrometry and nuclear magnetic resonance spectroscopy (In Chinese). Chinese Journal of Analytical Chemistry, 2000, 28 (3): 314—317
- [24] Xu D P, Li F S, Cao Y Z, et al. Study on components of typical soil and adsorption with herbicide butachlor using FTIR. Research of Environmental Sciences, 2005, 18 (4): 84—86
- [25] 赵聪, 申亚珍, 周健民, 等. 基于傅里叶变换红外光声光谱的包膜控释肥料聚合物膜疏水性的表征. 分析化学, 2010, 38 (8): 1186—1190
- Zhao C, Shen Y Z, Zhou J M, et al. Hydrophobicity characterization of polymer coating for controlled-release fertilizer using Fourier transform infrared photoacoustic spectroscopy (In Chinese). Chinese Journal of Analytical Chemistry, 2010, 38 (8): 1186—1190

Study on the Controlled Release Performance of Modified Polyacrylate Coated Controlled Release Fertilizers

ZHAO Cong^{1, 2} SHEN Yazhen¹ DU Changwen^{1†} ZHOU Jianmin¹

(1 State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture, Institute of Soil Science, Chinese Academic of Sciences, Nanjing 210008, China)

(2 Dryland Farming Research Centre, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031, China)

Abstract To solve the problems existing in the pilot scale production of water-soluble polymer coated fertilizer using the fluidized bed coating machine, this study was performed on effects of cross-linker dosage on surface structure and hydrophobicity of the coating and effects of different post-processing techniques on performance of controlled release. Results showed that when the cross-linker (aziridine) added into the water-soluble-polyacrylate-latex-dominated coating material, increased from a rate of 1% to the rate of 2%, surface structure of the fertilizer coating became smoother and denser, as well as higher hydrophobicity. Consequently, the coating performed much better in controlling nutrient release. When the two coated fertilizers different in cross-linker rate (1% and 2%) added into the coating material were soaked in still water at 40°C in temperature for 9 days, it was found that the former released more than 90% of the total nutrients, whereas the latter just released about 40%. However, the performance varied with different post-coating treatment, and it was much better when the coating was oven-dried than when it was microwave-dried. When the coating was low in cross-linker dosage (0.3%), higher processing temperature (60°C ~ 80°C) significantly improved its performance, but when the coating was high in cross-linker dosage (>1%), raising temperature almost did not have much effect.

Key words Polyacrylate; Coated fertilizer; Fluid bed; Modification; Nutrient release

(责任编辑: 陈荣府)