

缓/控释肥在玉米生产中的应用与展望

王宜伦,李潮海,王瑾,谭金芳

(河南农业大学/农业部玉米区域技术创新中心,郑州 450002)

摘要:为推动缓/控释肥料在玉米生产中的应用,实现玉米简化栽培生产,笔者总结了国内报道的有关缓/控释肥料研究与应用的文献资料。在介绍缓/控释肥料概念和特性的基础上,概述了缓/控释肥料在玉米上的效应研究,试验结果表明:缓/控释肥料与等养分量的常规化肥相比在不同地区不同土壤对玉米均有不同程度的增产,增产率5.1%~19.6%,提高化肥当季利用率3.5%~19.1%,还可以提高玉米子粒品质等。提出了缓/控释肥料在中国玉米生产上应用存在的主要问题,对缓/控释肥料的应用前景进行了展望,今后应大力研制和推广玉米专用缓/控释肥料。

关键词:缓/控释肥料;玉米;展望

中图分类号:S143+S513

文献标识码:A

论文编号:2009-1675

Application and Prospect of Slow/Controlled Release Fertilizers in Maize Production

Wang Yilun, Li Chaohai, Wang Jin, Tan Jinfang

(Henan Agricultural University/Regional Center for New Technology Creation
of Corn of Department of Agriculture, Zhengzhou 450002)

Abstract: In this paper, in order to promoting slow/controlled release fertilizers (SRFs) applying to maize production, achieve maize simplified cultivation production, the research and application literatures of SRFs were summarized that were published in China. Firstly, the SRFs concept and characteristics are introduced, and then the effects of SRFs in maize production are summarized, the results showed that: the SRFs could make maize yield increase compared with conventional fertilizer in the same amount nutrients in different soils and regions, the percentage increases is 5.1%–19.6%, current quarter utilization rate of fertilizer was improved with 3.54%–19.1%, and was also the maize grain quality. The main problems are put forward about SRFs applying to maize production in China, the application prospect of SRFs is discussed in the future, and the maize-specific SRFs should be developed and promoted actively.

Key words: slow/controlled release fertilizers, maize, prospect

0 引言

玉米集食用、饲用、工业用和药用等多元结构于一身,已是中国第二大粮食作物,在农业产业中占有重要的基础位置^[1]。玉米生物产量较高,需肥量大,施肥是调控玉米产量的主要手段。联合国粮农组织(FAO)统计表明,在提高作物单产中,化肥所起的作用占40%~60%^[2],但化肥当季利用率比较低,氮肥为28%~41%、

磷肥为10%~25%,钾肥为50%左右^[3]。近20年来,中国在提高化肥利用率方面取得了一些成果,如氮肥深施、以水带肥、平衡施肥等技术,但是从施肥量增长幅度与粮食增产率的关系看,肥料利用率仍然没有明显提高,常规速效化肥多半由于淋失、挥发等途径而损失掉,造成经济损失和环境恶化^[4]。当前玉米生产中也普遍存在重施氮肥且用量过大、施肥不平衡等问题,因

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划“华北小麦-玉米一体化施肥关键技术与示范”(2008BADA4B07)。

第一作者简介:王宜伦,男,1976年出生,山东郓城人,讲师,在读博士,从事植物营养与施肥研究,发表论文30余篇。通信地址:450002 河南省郑州市文化路95号,河南农业大学资源与环境学院, Tel: 0371-63558290, E-mail: wangyilunrl@163.com。

通讯作者:谭金芳,男,1958年出生,河南内乡人,教授,博士,博士生导师,从事土壤与植物营养研究,发表论文70余篇。通信地址:450002 河南省郑州市文化路95号,河南农业大学资源与环境学院。

收稿日期:2009-08-17, **修回日期:**2009-09-17。

此,提高玉米生产中化肥当季利用率,实现平衡施肥,是发展玉米高产、优质、高效生产的重要内容。

要保证玉米高产乃至超高产,其需肥量大的特性决定了在开花期、籽粒灌浆形成期必需追施肥料,而在玉米生育后期追肥极为不便,费力费工,增加成本投入和农民负担;另一方面,玉米生长期高温多雨的,使所施肥料淋失严重,浪费肥料资源,对环境产生压力。缓/控释肥的研制与应用是解决上述问题的新途径。近年来,缓/控释肥料已经广泛应用于经济价值高的花卉、蔬菜、水果、草皮等生产中,在粮食作物上的应用还较少,有关玉米缓/控释肥的研究施用逐渐增多,这也为玉米简化栽培提供技术支撑。笔者就缓/控释肥料在玉米生产上的应用作以概述,通过缓/控释肥对玉米产量、品质及化肥当季利用率等方面的影响,探讨缓/控释肥对玉米生产的效应、推广应用存在的问题及其施用前景等,旨在推动玉米专用缓/控释肥的推广应用,实现玉米简化栽培生产。

1 缓/控释肥的概念、特性及意义

1.1 缓/控释肥的概念

缓释肥料(slow release fertilizers,简称SRFs)是指采用物理、化学和生物化学方法制造的能使肥料中养分(主要是氮和钾)在土壤中缓慢释放,使其作物有效性明显延长的肥料。它只能延缓肥料的释放速度,缓释期和缓释量无定量规定,达不到完全控释的目的。控释肥料(controlled release fertilizers,简称CRFs)是以颗粒肥料(单质或复合肥)为核心,采用聚合物包膜,可定量控制肥料中养分释放数量和释放期,使养分供应与作物各生育期需肥规律吻合的包膜复合肥和包膜尿素。

国内外大多数学者,往往同时使用这两个概念,或直接称为缓/控释肥料。目前诸多文献报道将“缓/控释肥料”作为一个词,可以理解为肥料的高级形式为控释肥料,它使肥料释放养分的速度与作物需要养分的量一致,使肥料利用率达到最高,广义上来说控释肥料包括了缓释肥料。作为真正意义上的控释肥料是指能依据作物营养阶段性、连续性等营养特性,利用物理、化学、生物等手段调节和控释氮、磷、钾及必要的微量元素等养分供应强度与容量,能达到供肥缓急相济效果的长效、高效的植物营养复合体^[5-6]。

1.2 缓/控释肥的特性及意义

缓/控释肥料在水中溶解度小,营养元素在土壤中释放缓慢,肥效长期、稳定,能源源不断地供给,满足植物在整个生长期对养分的需求,减少了营养元素的损失,提高肥料利用率;而传统化学肥料多为速效肥料,

养分释放速度快,难以被作物完全吸收,肥料中的大部分养分容易被淋溶、挥发、固定,利用率低,并给环境带来污染。缓/控释肥料具有低盐指数,一次大量施用不会“烧苗”;减少了施肥的数量和次数,节约成本;适合不同类型的土壤和植物,有效防止土壤板结等^[6]。

总之,与常规化肥相比,缓/控释肥料具有肥料利用率高、环境友好,可减少施肥次数,实现一次性大量施肥等优点,近年来在各类肥料中发展速度较快。

2 不同缓/控释肥对玉米产量和品质的影响

肥料是作物的粮食,合理施用化肥对作物产量和品质均有重要影响。不同缓/控释肥在不同地区、不同土壤类型以及不同玉米品种等多个肥效试验表明,与等养分量的普通化肥相比,可以提高产量,改善品质,省工省时,环境友好。

韩燕来^[7]等研究以100%包膜肥料增产效应最高,显著高于100%尿素,增产13.6%,70%氮由包膜肥料供给+30%氮由尿素供给和包膜肥料与尿素各供给50%氮素次之,分别增产9.8%和5.7%。王宜伦^[8]等在砂薄地上研究了基施ZP包膜氮肥(N为28%)和ZP与尿素按纯氮质量比1:1基施的产量均显著高于尿素全部基施,分别增产6.1%和9.3%,与尿素分两次施的处理有同样的增产效果,达到了减工增效之目的。

胡庆文^[9]等研究了北京首创缓释尿素、沈阳A缓释、沈阳赛肥特缓释肥等多种缓/控释肥料对玉米的产量效应,增产9.57%~14.52%。张光旭^[10]等用毕化牌缓释复肥(25-10-15)进行的玉米肥效试验结果表明缓释肥具有显著的增产效果,平均增产375.45 kg/hm²,可节省肥料46.75%。朱红英^[11]等用6种控释肥料对郑单958和鲁单50试验结果表明,与普通肥料相比,在相同养分含量下,对品种郑单958来说,增产5.1%~13.5%;对品种鲁单50来说,增产0.3%~8.1%。罗敏^[12]等人用“丰需牌”缓释肥,“康智牌”缓释肥等肥料在玉米上施用,不同品牌的缓释肥料缓释性能不同,比常规施肥(等养分量)增产7.4%~19.6%,以“康智牌”缓释肥表现最佳,较常规施肥增产19.6%。

刘兴泉^[13]等人研究报道采用聚丙烯酰胺(PAM)生产的缓释肥料可以增产0.76%~12.82%。申蒙^[14]等人研究了由山东农业大学与金正大肥料有限公司提供的不同玉米专用控释肥比普通肥对照产量增产7.61%~14.04%。赵贵哲^[15]等人采用玉米专用高分子缓释肥进行玉米大田试验,单独使用高分子玉米缓释肥的增产效果为16.56%,高分子玉米缓释肥与农家肥混合施用的增产效果为56.51%。崔月峰^[16]报道在玉米上施用两种新型缓释肥SRF1和SRF2比相应等养分含量普

通肥料处理增产 11.4% 和 21.1%。李燕婷^[17]研究表明缓释复混肥料较普通化肥的常规施肥方式增产 10% 左右,土壤剖面硝态氮累积量降低 20%~70%,从而降低了地下水硝态氮污染的生态风险,可作为基肥一次性使用,具有省工省时和环境友好的特点。孙克刚^[18]报道玉米施用控释尿素比同等用量的普通尿素增产 8.3%~8.4%,用量减少 1/3 的纯氮量时,玉米作物产量并不下降。

有关缓/控释肥料对玉米品质的效应,研究报道的较少。徐玉鹏等^[19]研究了掺混型缓释肥与等养分的普通化肥相比,使玉米粗脂肪提高 6.68%,粗蛋白质提高 10.18%。李宗新等^[20]研究了控释肥对夏玉米品质的效应,控释肥的作用比普通化肥明显,控释肥处理提高幅度最大为 7.20%。说明施用缓/控释肥可部分改善和提高玉米子粒的品质。

3 缓/控释肥对化肥当季利用率的影响

田间试验表明,各种类型的缓/控释肥料,都不同程度提高了化肥当季利用率。

卢其明^[21]采用玉米盆栽试验研究报道了混合型缓/控释肥和包膜型缓/控释肥都能提高肥料利用率。徐秋明^[22]对玉米的研究表明,尿素和包衣尿素两种肥料的氮肥利用率为 30.02% 和 35.69%。易镇邪^[23]在华北平原研究报道施用包膜尿素的氮肥利用率和土壤无机氮含量都较尿素高。韩燕来等^[7]研究全部施用包膜肥料 ZP 处理或配施包膜肥料的处理氮素利用率均高于全部施用尿素的处理,以全部施用包膜肥料 ZP 的处理最高,达 44.7%,较全部施用尿素的处理提高 14.4%,而且所施氮肥中包膜肥所占比例越大,氮素的利用率越高。

郭肖颖^[24]研究报道了以超高吸水性树脂为基质研制的保水缓释肥料促进了玉米生长发育,提高肥料的利用率,减少肥料淋溶损失,保水缓释肥料效果较优。王晓晶等^[25]通过玉米盆栽试验研究了包膜尿素 CRF-16 的氮肥利用率最高,达 54.5%,比尿素提高了 19.1 个百分点;与尿素比较,有机、无机材料复合包膜能够明显提高 N 肥利用率,减少肥料损失。张光旭^[10]施用缓释肥料较施用玉米专用肥的肥料利用率均有所提高,在相同的施肥量中,缓释肥料比玉米专用肥的 N 利用率提高 3.54%, P_2O_5 提高 3.94%, K_2O 提高 4.63%。李宗新等^[20]研究控释肥对夏玉米的氮素表观利用率显著高于普通化肥,减量控释肥的氮素表观利用率要显著高于全量控释肥。

4 玉米生产施用缓/控释肥存在问题

当前限制缓/控释肥料在农业尤其在玉米等大田

作物上推广应用主要有如下几个问题:

4.1 缓/控释肥料价格仍然较高

目前市场上品质比较好的缓/控释肥料是常规肥料的 2~5 倍(部分控释掺混肥约为 1.5~3 倍),这是限制缓/控释肥料在农业尤其是在玉米等大田作物上推广应用的主要因素。目前,绝大部分缓释/控释肥只用于经济价值高的花卉、蔬菜、草莓、草皮等生产中。

4.2 缓/控释肥料规模化生产加工技术不成熟

已有不少研究报道,实验室研制的缓/控释肥料具有很好的效应,但对于规模化工厂生产的缓/控释肥料往往达不到理想的效果。有待于改进生产工艺、简化生产流程,从而降低生产成本。缓/控释肥生产工艺较之传统肥料制作工艺更复杂,关键设备和工艺配套的研究相对薄弱,难以形成产业化。

4.3 玉米专用缓/控释肥料的研制和开发依然落后

相对于其他如经济作物的缓/控释肥料,玉米专用缓/控释肥料的研制和开发还处在起步阶段,缺少对这方面的重视和投入。有些单位主要致力于产品的研制开发,对产品的农业评价与环境评价的研究滞后于产品开发的步伐。

4.4 农民正确认识问题及政府重视程度不够

中国农民传统施肥习惯认为,肥效快才是好肥,而缓/控释肥的肥效是缓慢释放的,农民施用后认为没有速效化肥好,农民认知度低是推广缓/控释肥的主要思想障碍,必须尽快转变农民这一传统观念;另一方面是政府重视程度不够,对控释肥料的示范推广宣传力度不够,使广大农民尚未真正认识到这一新型肥料产品在生态效益和社会效益方面的优越性。

4.5 尚未有统一的大田缓/控释肥料产品质量标准和检测方法

大田缓/控释肥料产品质量标准和检测方法的制订和实施有利于大田专用缓/控释肥料的推广和应用,当前中国尚未有统一的大田缓/控释肥料产品质量标准和检测方法,因而对产品的质量控制、市场监督和推广应用极为不利^[26-27]。

5 玉米施用缓/控释肥前景展望

缓/控释肥料已经逐渐被人们所接受,正在成为 21 世纪肥料工业的主要品种,研究开发作物专用包膜缓/控释肥料前景广阔。从降低成本、易于加工和提高肥效等方面考虑,筛选包膜缓/控释材料,进行包膜工艺和各种专用肥料研究,结合硝化抑制剂和尿酶抑制剂等增效剂,研制开发出适宜不同作物和土壤需要的缓/控释专用复合肥料;将包膜与物理、化学和生物方法结合,对缓/控释肥料养分控释机理、肥效作用、环境效应

等进行深入的研究,开发生具有自主知识产权的环境友好型新型缓/控释肥料将是今后的发展趋势^[27]。

玉米是中国主要的粮食作物,为改善玉米在国际间的竞争力,对其产量和品质的要求将进一步提高。当前的普通化肥已不能适应玉米生产的需求,因此需要开发一种价格相对合理,肥料养分缓/控释性较好的玉米专用缓/控释肥料。玉米专用缓/控释肥料的应用不仅能满足玉米对养分的需求,更重要的是能降低肥料损失,提高肥料利用率,将会对玉米的高产优质高效生产发挥重要作用。

参考文献

- [1] 郭庆法,王庆成,汪黎明,等.中国玉米栽培学[M].上海:上海科学技术出版社,2004:1-5.
- [2] 陆景陵.植物营养学(上册)[M].2版.北京:中国农业大学出版社,2003:1-3.
- [3] 阎湘,金继运,何萍,等.提高肥料利用率技术研究展望[J].中国农业科学,2008,41(2):450-459.
- [4] 李宗新,王庆成,齐世军,等.控释肥对玉米高产的应用效应研究进展[J].华北农学报,2007,22(增刊):127-130.
- [5] 樊小林,廖宗文.控释肥料与平衡施肥和提高肥料利用率[J].植物营养与施肥学,1998,4(3):219-223.
- [6] 韩晓日.新型缓/控释肥料研究现状与展望[J].沈阳农业大学学报,2006,37(1):3-8.
- [7] 韩燕来,赵士诚,王宜伦,等.包膜肥料 ZP 氮素释放特点及在夏玉米上的施用效果[J].土壤通报,2006,37(3):530-532.
- [8] 王宜伦,韩燕来,苗玉红,等.砂薄地夏玉米施用包膜氮肥效果研究[J].河南农业大学学报,2005,39(3):349-351.
- [9] 胡庆文,罗南忠.缓释肥料对玉米产量的影响[J].农技服务,2007,24(4):46-47.
- [10] 张光旭,胡娟,郑元红,等.缓释复肥在玉米上的应用研究[J].贵州农业科学,2007,35(4):76-78.
- [11] 朱红英,董树亭,胡昌浩.不同控释肥料对玉米产量及产量性状影响的研究[J].玉米科学,2003,11(4):86-89.
- [12] 罗敏,张盛.超缓释肥料在玉米上的施用效果初探[J].贵州农业科学,2007,35(5):106-107.
- [13] 刘兴泉,闵凡国,杨靖民,等.聚丙烯酰胺缓释肥料的玉米肥效试验[J].浙江林学院学报,2003,20(2):124-127.
- [14] 申蒙,曹跃文,刘贤国,等.玉米控释肥节本增效效果分析[J].科技信息,2007(16):245.
- [15] 赵贵哲,刘亚青,薛怀清,等.玉米专用高分子缓释肥的制备及肥效研究[J].中北大学学报,2007,28(2):138-142.
- [16] 崔月峰,曾雅琴,陈温福.颗粒炭及新型缓释肥对玉米的应用效应研究[J].辽宁农业科学,2008(3):5-8.
- [17] 李燕婷,李秀英,赵秉强,等.缓释复混肥料对玉米产量和土壤硝态氮淋失累积效应的影响[J].中国土壤与肥料,2008(5):45-48.
- [18] 孙克刚,和爱玲,李丙奇,等.小麦-玉米周年轮作制下的控释肥及控释 BB 肥肥效试验研究[J].中国农学通报,2009,25(12):150-154.
- [19] 徐玉鹏,闫旭东,王秀领,等.掺混型缓释肥料对玉米产量及品质的影响[J].河北农业科学,2008,12(5):48-49.
- [20] 李宗新,王庆成,刘霞,等.控释肥对夏玉米的应用效应研究[J].玉米科学,2007,15(6):89-92.
- [21] 卢其明,冯新,孙克君,等.聚合物/膨润土复合控释材料的应用研究[J].植物营养与肥料学报,2005,11(2):183-186.
- [22] 徐秋明,曹兵,牛长青,等.包衣尿素在田间的溶出特征和对夏玉米产量及氮肥利用率影响的研究[J].土壤通报,2005,36(3):357-359.
- [23] 易镇邪,王璞,陈平平,等.包膜尿素在华北平原夏玉米上的应用[J].生态学报,2008,28(10):4919-4928.
- [24] 郭肖颖,李布青,何传龙,等.保水缓释肥料在玉米上的应用研究[J].安徽农业科学,2006,34(15):3757-3758.
- [25] 王晓晶,王艳,王小波.不同材料包膜尿素对玉米生长及其缓释效应研究[J].天津农业科学,2007,13(2):35-37.
- [26] 杨同文,尹飞,杨志丹,等.包膜肥料研究现状与进展[J].河南农业大学学报,2003,37(2):141-144.
- [27] 王红飞,王正辉.缓/控释肥料的新进展及特性评价[J].广东化工,2005(8):86-89.