

施用控失尿素对土壤养分含量及水稻产量的影响

王国文¹,郭景丽²,姜 瑛^{1*},冯梦喜²,顾朝晖²,秦彦林²,张艳菲²,王文亮^{1*}
(1.河南农业大学 资源与环境学院,河南 郑州 450002; 2.河南心连心化肥有限公司,河南 新乡 453731)

摘要: 设置施用常规复合肥(T1)、普通尿素配方肥(T2)、控失尿素配方肥(T3)3个处理并采用基追结合的施肥方式探讨施用控失尿素对土壤养分含量及水稻产量、氮肥偏生产力的影响,以为控失尿素的大面积推广应用提供理论依据和技术支撑。结果表明,与T1、T2处理相比,施用控失尿素配方肥能够显著提高土壤养分含量;施用控失尿素配方肥能够增加水稻有效穗数、穗粒数和结实率,进而显著增加水稻产量,增幅分别达到15.26%、9.91%;施用控失尿素配方肥能够显著提高氮肥偏生产力,增幅分别达到8.75%、9.92%。综上,控失尿素能够提高土壤养分含量、氮肥偏生产力,进而提高水稻产量,具有大面积推广应用的潜力。

关键词: 控失尿素; 水稻; 产量; 土壤养分

中图分类号: S143.1;S511 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2015)10-0073-03

Effects of Loss-control Urea Application on Soil Nutrient Content and Rice Yield

WANG Guowen¹, GUO Jingli², JIANG Ying^{1*}, FENG Mengxi², GU Chaohui²,
QIN Yanlin², ZHANG Yanfei², WANG Wenliang^{1*}
(1. College of Resources and Environment, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. Henan Xinlianxin Fertilizer Co., Ltd., Xinxiang 453731, China)

Abstract: Three treatments were designed, including conventional compound fertilizer treatment (T1), urea formula fertilizer treatment (T2) and loss-control urea formula fertilizer treatment (T3), and the effect of loss-control urea on soil nutrient content, production of rice and nitrogen partial factor productivity was studied using fertilization methods of the combination of base application and top application, so as to provide theory basis and technology support for the extension and application of loss-control urea. The results showed that compared to the T1 and T2 treatments, the application of loss-control urea could significantly increase the soil nutrient content, enhance the effective panicles number, grains number per spike and seed setting rate, which led to the significant increase of the production of rice by 15.26%, 9.91% respectively; the application of loss-control urea could significantly increase the nitrogen partial factor productivity by 8.75% and 9.92% respectively. In summary, the loss-control urea could increase the soil nutrient content, nitrogen partial factor productivity and the yield of rice, which had the potential for extension and application in large area.

Key words: loss-control type urea; rice; yield; soil nutrient

肥料在农业生产中具有重要作用,既是农业持续发展发展的物质保证,更是粮食增产的重要基础。从世界农业发展史来看,使农业增产最快、最有效、最重要的措施便是施用肥料^[1]。从20世纪80年代开

收稿日期:2015-04-19
基金项目:国家自然科学基金青年基金项目(41401274)
作者简介:王国文(1990-),男,河南南阳人,在读硕士研究生,研究方向:新型肥料。E-mail:wang_guow@163.com
* 通讯作者:姜 瑛(1986年-),女,河南信阳人,讲师,博士,主要从事土壤生态与植物营养研究。E-mail:JY27486@163.com
王文亮(1963-),男,河南新乡人,副教授,主要从事植物营养与肥料研究。E-mail:ndzhwang@163.com

始,我国化肥施用量呈逐年上升趋势,据统计,我国化肥施用量年增长率平均为 4%,我国占用世界 9% 的土地却消耗了世界总施肥量的 32%,同时,世界平均施肥量仅是我国平均施肥量的 1/3^[2]。化学肥料的大量施用不仅会引起土地板结、脆弱等一系列的土壤性状改变,还会使营养元素的淋溶、径流、挥发损失效应更加严重,从而使水体富营养化、温室效应加剧,江河湖泊海藻暴发概率大幅度增加^[3-4]。因此,能够控制养分流失、提高化肥利用率的新型控失肥料的研究与生产具有重大的现实意义^[5]。缓效性肥料和专用复合肥料的应用可以很有效地解决上述问题。控失肥是通过复合材料对复合肥进行改性,将其中的养分固定在土壤(植物根际)中,形成分子网格吸附和固定营养元素,利于农作物有效吸收,满足植物生长发育过程中对养分需求的新型肥料,具有减少农业面源污染、控制肥料流失等显著特点^[6]。实践证明,控失肥料具有使用方便、肥效期长、养分利用率高、节约农业成本、投入产出比高、增产幅度大等优势^[7],有效解决了施用传统速效性肥料所出现的利用率低、成本高、污染严重等问题^[8-9]。目前,关于控失肥料对作物生长发育及产量影响方面的研究主要集中在小麦^[10-12]、油菜^[13]、棉花^[14]、西瓜^[15]等作物上,而关于控失肥对水稻生长发育及产量影响的研究鲜有报道^[16]。为此,研究控失尿素对水稻生长发育及产量的影响,为控失尿素的大面积推广应用提供理论依据和技术支撑。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试水稻品种为 Y 两优 1 号。尿素、控失尿素配制的配方肥由河南心连心肥料有限公司生产,N:P₂O₅:K₂O = 20:8:12。土壤为前茬未种作物的水稻土,其基本化学性状见表 1。

表 1 供试土壤基本化学性状

有机质/ (g/kg)	全氮/ (g/kg)	矿质态氮 /(mg/kg)	速效磷/ (mg/kg)	速效钾/ (mg/kg)	pH
19.22	0.43	22.72	5.05	139.20	5.3

1.2 试验设计

试验在信阳市浉河区游河乡新集村进行,5 月 8 日播种,6 月 8 日单本移栽,株行距为 27.78 cm × 27.78 cm。共设置 3 个施肥处理,分别为 T1(农民常规施肥):底施祥丰复合肥(16-16-16)300 kg/hm²,追施普通尿素(含 N 46.3%)150 kg/hm²;T2:底施普通尿素配制的配方肥(20-8-12)300 kg/hm²,追施普通尿素 150 kg/hm²;T3:底施控失尿素配制的配方肥(20-8-12)300 kg/hm²,追施控失尿素(含 N 43.6%)150 kg/hm²。统一于 6 月 1 日施基肥,7 月 23 日施追肥。采用完全随机区组设计,3 次

重复,小区面积 100 m²。处理间设置保护行,各处理间除了所施肥料不同外,其他管理措施均保持一致。

1.3 测定项目及方法

分别在种植前、收获后采集土样,测定其 pH 值及有机质、全氮、矿质态氮、速效磷、速效钾含量。其中,土壤有机质含量采用重铬酸钾容量法-外加热法测定,全氮含量采用半微量凯氏法测定,速效磷含量采用 NaHCO₃ 浸提-钼锑抗比色法测定,速效钾含量采用 NH₄OAc 浸提-火焰光度法测定,矿质态氮含量采用 CaCl₂ 浸提-AA3 流动注射分析仪测定。

在水稻成熟期调查水稻有效穗数、穗粒数、千粒质量,并实收测产。

氮肥偏生产力(kg/kg) = 施氮处理产量(kg/hm²)/施氮量(kg/hm²)。

1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 2003 和 SPSS 19.0 进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 施用控失尿素对土壤养分含量的影响

由表 2 可知,与基础土壤养分含量相比,3 个施肥处理都能够使土壤养分含量增加、pH 值降低,且土壤有机质、全氮、矿质态氮、速效磷、速效钾含量及 pH 值均表现为 T3 > T2 > T1。其中,土壤有机质、全氮含量均表现为 T3 处理与 T1、T2 处理差异显著,T1、T2 处理之间差异不显著;矿质态氮、速效磷、速效钾含量均表现为 3 个处理之间的差异显著;pH 值表现为 3 个处理之间的差异不显著。综上,施用控失尿素能够提高土壤有机质、全氮、矿质态氮、速效钾、有效磷含量,但 pH 值无明显变化。这与鲁艳红等^[17]研究的施用控释氮肥后能提高土壤全氮含量,减少有机质损失结果一致。

表 2 施用控失尿素对土壤养分含量的影响

处理	有机质/ (g/kg)	全氮/ (g/kg)	矿质态氮 /(mg/kg)	速效磷/ (mg/kg)	速效钾/ (mg/kg)	pH
T1	25.51b	0.44b	23.86c	3.63c	75.69c	5.15a
T2	26.31b	0.47b	24.33b	3.85b	85.25b	5.16a
T3	28.87a	0.50a	25.21a	3.97a	88.97a	5.19a

注:同列后不同字母表示差异达到显著水平(P<0.05),下同。

2.2 施用控失尿素对水稻生长及产量和氮肥偏生产力的影响

由表 3 可知,施用控失尿素配方肥能够增加水稻有效穗数、穗粒数、结实率,其中,有效穗数表现为 T3 > T1 > T2,穗粒数和结实率均表现为 T3 > T2 > T1,差异均不显著;3 个处理的千粒质量相同。施用控失尿素配方肥能够显著增加水稻产量,产量达到 8 609.0 kg/hm²,具体表现为 T3 > T2 > T1, T3 处理

分别较 T2、T1 处理显著增产 9.91%、15.26%, T2、T1 处理之间的差异不显著。施用控失肥料配方肥能够增加氮肥偏生产力, 表现为 T3 > T1 > T2, T3 处理分别较 T1、T2 处理提高 8.75%、9.92%, 其中 T3、T2 处理之间的差异达到显著水平。这说明在相同施氮量水平下, 与农民常规施肥及施尿素配方肥相比, 施用控失尿素配方肥能够提高水稻产量构成因子及氮肥利用率, 进而显著提高水稻产量。

表 3 施用控失尿素对水稻产量和氮肥偏生产力的影响

处	有效穗数/ 理(万穗/hm ²)	穗粒数	结实率 /%	千粒质量 /g	产量/ (kg/hm ²)	氮肥偏生产 力/(kg/kg)
T1	140.9a	250.5a	83.7a	26.5a	7 469.0b	37.7ab
T2	138.8a	276.4a	87.4a	26.5a	7 833.0b	37.3b
T3	141.4a	279.0a	89.1a	26.5a	8 609.0a	41.0a

3 结论与讨论

本研究结果表明, 施肥能够提高土壤养分含量, 但不同施肥处理提高程度不同, 具体表现为 T3 > T2 > T1, T3 处理与 T1、T2 处理之间的差异达到显著水平, 即与普通尿素配方肥处理和农民常规施肥处理相比, 施用控失尿素配方肥能够显著提高土壤养分含量。说明施用控失尿素配方肥, 能协调土壤氮磷钾的平衡供应, 减少氮素损失, 提高土壤氮磷钾养分含量, 可为作物高产创造良好的土壤环境^[18]。

控失肥料能够使作物高效利用氮肥, 进而提高氮肥利用率, 从而获得更高的产量^[19]。本研究结果表明, 相比于农民常规施肥、普通尿素配方肥处理, 施用控失尿素配方肥能够增加水稻有效穗数、穗粒数、结实率, 进而显著增加水稻产量, 产量高达 8 609.0 kg/hm², 增幅分别达 15.26%、9.91%。这可能与稻谷的养分吸收机制有关, 从生理角度分析, 控失尿素配方肥肥效较长, 每个阶段释放量少, 当养分相对较少时, 水稻会将养分优先输送到籽粒, 促进籽粒灌浆; 控失尿素配方肥与农民常规施肥及普通尿素配方肥相比, 在水稻生长中后期持续释放氮素, 更能有效提高水稻氮素利用率; 然而农民常规施肥及普通尿素配方肥处理, 肥效较短, 且在植株生育初期大量释放, 会导致吸收的养分主要被茎秆截留, 使植株旺长, 较控失尿素配方肥而言, 不能更好地满足水稻生育后期的营养需求, 从而影响水稻产量^[20]。另外, 施用控失肥料配方肥能够增加氮肥偏生产力, 分别较 T1、T2 处理提高 8.75%、9.92%。这说明在相同施氮量水平下, 与农民常规施肥及尿素配方肥相比, 施用控失尿素配方肥能够提高水稻产量构成因子及氮肥利用率, 进而显著提高水稻产量。

参考文献:

[1] 闫湘, 金继运, 何萍, 等. 提高肥料利用率技术研究进

展[J]. 中国农业科学, 2008, 41(2): 450-459.

[2] 李庆逵, 朱兆良, 于天仁. 中国农业持续发展中的肥料问题[M]. 南昌: 江西科学技术出版社, 1998: 3-5.

[3] 郑良永, 杜丽清. 我国农业化肥污染及环境保护对策[J]. 中国热带农业, 2013(2): 76-78.

[4] 廖文菊. 化肥污染与缓控释肥料的应用[J]. 现代农业科技, 2012(22): 227-227.

[5] 荆小船. 控失型复混肥的控失机理与特点[J]. 磷肥与复肥, 2009, 24(3): 57-58.

[6] 王丽. 控失肥对小麦生物学性状及产量的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(24): 10552-10553.

[7] 吴敏, 田霞. 水稻施用控失性肥料试验[J]. 安徽农学通报, 2014(10): 30-31.

[8] 吴跃进, 杨惠成, 余增亮. “控失化肥”示范应用效果及机理研究综述[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(24): 22-24.

[9] 吴林, 蔡冬清, 乔菊, 等. 控失氮肥控制氮素径流损失效果研究[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(24): 30-31, 21.

[10] 郭粹锦. 新型控失肥料的不同施用方法对小麦产量的影响[J]. 安徽农学通报, 2010, 16(13): 132-133.

[11] 姚殿立. 控失型复合肥在淮北小麦上的施用效果分析[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(5): 117, 135.

[12] 王弘菲, 高志岭, 陈新平, 等. 不同控释尿素与普通尿素配比对冬小麦茎蘖、产量、土壤硝态氮和氮素平衡的影响[J]. 华北农学报, 2012, 27(2): 196-201.

[13] 郭粹锦. 新型控失肥料不同施用方法对油菜产量的影响[J]. 安徽农学通报, 2010, 16(15): 127-128.

[14] 杨敏. 控失型复合肥在棉花上的应用效果研究[J]. 现代农业科技, 2011(4): 276, 278.

[15] 李晓慧, 徐小利, 常高正, 等. 不同施肥模式在西瓜上的应用效果研究[J]. 河南农业科学, 2013, 42(2): 98-100.

[16] 严海珍. 增效控失肥在粳杂甬优 8 号上的施肥效果研究[J]. 现代农业科技, 2015(13): 29, 32.

[17] 鲁艳红, 廖育林, 谢坚, 等. 双季稻种植下洞庭湖区不同类型土壤连续施用控释氮肥的效应研究[J]. 中国农学通报, 2011, 27(7): 170-176.

[18] 王鑫, 徐秋明, 曹兵, 等. 包膜控释尿素对保护地菜地土壤肥力及酶活性的影响[J]. 水土保持学报, 2005, 19(5): 79-82.

[19] 彭少兵, 黄见良, 钟旭华, 等. 提高中国稻田氮肥利用率的研究策略[J]. 中国农业科学, 2002, 35(9): 1095-1103.

[20] 超英, 计小江, 吴春艳. 施用不同新型增效尿素对水稻产量和氮肥利用率的影响[J]. 浙江农业学报, 2013, 25(2): 333-338.