

超高硝酸铵负载凝胶态缓释肥的节肥节水效应

袁国桂, 龙小燕, 王正辉, 卢其明

(华南农业大学理学院, 广东广州510642)

摘要: 参比通常施肥量进行番茄盆栽试验, 以施用普通硝酸铵为对照, 研究了硝酸铵负载率为300%的凝胶态缓释肥的节肥节水效应. 在硝酸铵和水用量相同的情况下, 施用凝胶态肥能使番茄的产量提高82%以上; 当硝酸铵用量减少至60%时, 番茄的长势和产量与直接施用全量硝酸铵的情况没有显著差异. 结果表明, 凝胶态肥具有增产和潜在的节肥功效. 在硝酸铵用量相同的情况下, 施用凝胶态肥, 当浇水量减少至80%和60%时, 番茄的产量分别提高42.05%和30.39%, 说明凝胶态肥具有显著的保水节水功能.

关键词: 凝胶态肥; 节肥; 节水

中图分类号: TQ449.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2009)04-0016-03

The Effect of Superhigh Ammonium Nitrate Loading Gel-State Slow Release Fertilizer on Fertilizer and Water Saving

YUAN Guo-gui, LONG Xiao-yan, WANG Zheng-hui, LU Qi-ming

(College of Sciences, South China Agricultural University, Guangzhong 510642, China)

Abstract: The effect of 300% ammonium nitrate loading gel-state slow release fertilizer on fertilizer and water saving of tomato was investigated by using pot experiments. Under the same nitrogen and water application, average yields of tomatoes of gel-state fertilizer application increased more than 82% compared with directly applying ammonium nitrate; under reducing ammonium nitrate to 60%, there was no significant difference between gel-state fertilizer application and directly applying ammonium nitrate. Gel-state fertilizer could save fertilizer. Under the same ammonium nitrate application and even reducing water to 80% and 60%, compared with directly applying ammonium nitrate, the yields of tomatoes of gel-state ammonium nitrate fertilizer increased more than 42.05% and 30.39%, which denoted that gel-state fertilizer could save water.

Key words: gel-state fertilizer; fertilizer saving; water saving

缓/控释肥的应用能实现肥料养分的释放速率与作物生长所需的吸收速率基本相同, 也能实现一次施肥满足作物整个生长期对养分的需要, 这为降低种植成本、减少污染和发展高效农业提供了可能, 已成为当今新型化肥的研究热点^[1], 目前的缓/控释肥主要是各种包膜肥料^[2]. 凝胶也是具有缓/控释能力的体系, 它能储存大量的水或溶液并能使其缓慢释放. 迄今, 在农业上凝胶主要用做保水剂, 有关农

学效应的报道主要集中在增产和改善农产品品质方面^[3-5]. 先前有关凝胶对肥料的吸收与释放的研究报道^[6-7], 都是将纯聚合物干凝胶放入相应溶质的溶液中, 再经由膨胀吸收来进行负载. 由于其化学肥料负载率不高, 因而限制了它的实际应用, 也鲜见到相关的应用报道. 本文在已报道以硝酸铵为可溶氮肥模型肥料, 由一步法制得高硝酸铵负载率凝胶的制备过程和释放特性, 得到具有潜在应用价值的水肥一

收稿日期: 2008-10-28

作者简介: 袁国桂(1986—), 男, 硕士研究生; 通讯作者: 王正辉(1963—), 男, 教授, E-mail: zhwang@scau.edu.cn

基金项目: 国家自然科学基金(30571086); 广东省科技计划项目(2008B021000048)

体化功能的新型凝胶态缓释氮肥^[8]的基础上,进一步报道负载率高达300%的硝酸铵凝胶态缓释氮肥在番茄盆栽试验中表现的节肥节水和提高产量的农学效应,为新型凝胶态肥的研制与应用打下基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试土壤主要养分含量为:有机质 18.37 g/kg、全氮 1.2 g/kg、碱解氮 108 mg/kg、有效磷(P_2O_5) 110 mg/kg、有效钾(K_2O) 93 mg/kg, pH 7.79。硝酸铵、过磷酸钙和氯化钾均为化学纯,天津化学试剂厂生产。石抗1号番茄,购自华南农业大学科技实业发展公司园艺开发公司。高硝酸铵含量的凝胶态缓释氮肥(GSRF)是参照文献[8]制备的,其硝酸铵负载率为300%,即100 g GSRF中含有30 g硝酸铵、10 g聚合物凝胶和60 g水。

1.2 试验方法

试验在华南农业大学实验基地进行,共设6个处理,每处理5次重复,各处理的 P_2O_5 和 K_2O 的用量分别为600 mg和750 mg, N的用量和浇水相对量见表1。每塑料盆装入自然风干土壤5.0 kg,施入的氮、磷、钾分别来自硝酸铵、过磷酸钙和氯化钾,均作基肥一次施用,在作物的整个生长期不再追施肥料。

表1 各处理的N和水用量

Tab.1 The amounts of nitrogen and water for different treatments

处理	N肥 ¹⁾	施N量/ (mg·kg ⁻¹)	N相对 用量/%	水相对 用量/%
T1(CK)	NH ₄ NO ₃	150	100	100
T2	GSRF	150	100	100
T3	GSRF	120	80	100
T4	GSRF	90	60	100
T5	GSRF	150	100	80
T6	GSRF	150	100	60

1) GSRF为高硝酸铵含量的凝胶态缓释氮肥

2007年10月18日将高度为(8±0.2)cm的番茄苗移栽到塑料盆中,每盆定苗1株。用自来水每3d浇灌1次,处理T1~T4在前20d每次浇水量350 mL,接下来的20d每次浇水量550 mL,最后24d每次浇水量800 mL,处理T5和T6每天的浇水量分别减至80%和60%。番茄生长期,每10d测定1次株高;2007年12月21日,收获番茄,生长期64d,分别称番茄茎、叶、果质量,研究肥料种类、用量以及浇水量对番茄生长和产量的影响。

数据采用SPSS中的单因素ANOVA程序进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同处理对番茄生长速度的影响

各处理的番茄生长速度情况见表2。从表2可以看出,在前20d内,虽然植株处于幼苗生长期,根系不发达,所需养分不多,生长缓慢,但也显现出T2~T4处理的生长速度比T1要快,且T2尤其明显。由于T3和T4的N肥用量分别只是T1的80%和60%,所以表明凝胶态氮肥比普通硝酸铵更有利于植株的生长。处理T5和T6因浇水量较少,生长速度在前期显得略为缓慢。在20~30d内,植株的根系较为发达,生长速度加快,30d的株高都分别是20d的2倍多。值得注意的是,虽然T3和T4的氮肥用量分别只是T1的80%和60%,但其株高显著高于T1。尽管T5和T6的浇水量只有T1的80%和60%,但由于前期的生长需水量不大,因此T5和T6的植株高与T1的很接近。在30~60d期间,由于植株高度增加以及根系越来越发达,对养分和水分的吸收能力大大增强,因此生长速度都大为加快。到60d时,T2、T3、T5、T6的株高基本相同,T4次之,但株高都显著高于T1,说明凝胶态肥具有节肥和助生长的效应。在同等氮肥用量的情况下,虽然T5、T6的浇水量是T1的80%和60%,但其株高均比T1明显提高,尤其是T6在浇水量是T1的60%的情况下,也有很好的长势,表明凝胶态肥具有显著的保水节水功能。

表2 各处理不同生长期番茄植株平均株高¹⁾

Tab.2 Tomato plant heights at different growing periods for different treatments

处理	株高/cm						
	0 d	10 d	20 d	30 d	40 d	50 d	60 d
T1(CK)	7.8a	10.5c	14.1b	31.2d	65.3d	79.0c	89.3c
T2	7.9a	12.7a	16.3a	38.7a	78.3a	95.3a	102.3a
T3	8.0a	11.5ab	14.5b	36.5b	77.5b	94.0a	101.0a
T4	8.2a	12.3a	15.3ab	33.3c	72.0c	89.0b	97.5b
T5	7.8a	9.0d	12.5c	32.8c	70.5c	92.5a	101.5a
T6	7.8a	9.5d	12.5c	29.5d	65.5d	88.0b	101.0a

1) 同列数据后具不同字母者表示差异显著(P=0.05, ANOVA法)

2.2 不同处理对收获时番茄各部分指标的影响

收获后得到的番茄茎、叶和果平均质量见表3。由表3可以看出,处理T2与T1的N用量相同,但平均每株的茎、叶和果质量都比T1的有显著增加,尤其T2的果质量达到T1的182%,说明负载硝酸铵凝

胶态肥能够有效提高肥料的利用率,促进植物生长. T3 的氮肥用量只有 T1 的 80%,从茎、叶和果质量来看也表现出较显著的增产效果,尤其是果质量增加 22%;处理 T4 的氮肥用量只有 T1 的 60%,从平均叶和果质量数据来看与 T1 没有显著差异,说明负载硝酸铵凝胶态肥具有节肥增产的效应. T5、T6 与 T1 比较,虽然它们的浇水量分别是 T1 的 80% 和 60%,但除 T6 的茎质量略有减少外,其余各项指标都比 T1 的有较显著增长,尤其是 T5 和 T6 的果质量分别增长了 42% 和 30%,这说明凝胶态肥具有显著的保水节水和增产的功能. 番茄的根系能顺利从高硝酸铵负载的凝胶中穿过并吸收养分和水分.

表3 不同处理番茄的茎、叶和果质量比较¹⁾

Tab.3 The mass of stems, leaves and fruits of tomato for different treatments

处理	茎		叶		果	
	单株 产量/g	比CK 增量/%	单株 产量/g	比CK 增量/%	单株 产量/g	比CK 增量/%
T1(CK)	148.95b		96.86c		58.67d	
T2	171.73a	15.29	120.21a	24.11	107.18a	82.68
T3	166.37a	11.70	101.04b	4.32	71.65bc	22.12
T4	137.32c	-4.80	95.38c	-1.53	53.19d	-6.43
T5	160.39ab	7.68	105.87b	9.28	83.34b	42.05
T6	139.31c	-4.47	102.71b	6.04	76.50bc	30.39

1) 同列数据后具不同字母者表示差异显著($P=0.05$, ANOVA 法)

3 讨论与结论

水凝胶具有很强的亲水保水性,负载于其网络结构中的水分以强的氢键等化学作用与其中的功能基团相互作用,因而对水分有很好的调控作用,水分只能以独特的渗透扩散机理释放出来,不存在像自由水那样的快速蒸发损失,可以在土壤中起到保水节水的作用.

肥料 NH_4NO_3 是以溶液状态储存在凝胶网络结构中,它的释放也是基于渗透扩散机理,其释放速率与水分的释放速率一致. 储存在凝胶网络结构中的

NH_4NO_3 不会受到灌溉淋溶的影响而损失,缓慢释放出的 NH_4NO_3 基本上可以被植物利用,因而具有节肥的功效.

番茄的根系既可以吸收利用其附近从凝胶中释放出来的肥料 NH_4NO_3 ,也可以直接插入或穿透高 NH_4NO_3 负载的凝胶中吸取养分. 因此,新型的凝胶态缓释肥具有节肥节水助生长的功效,在提高肥料和水资源利用率、抗旱保苗以及荒漠复垦等方面都将发挥重要作用.

参考文献:

- [1] TRENKEL M E. Improving fertilizer use efficiency-controlled release and stabilizers in agriculture [M]. Paris: International Fertilizer Industry Association, 1997: 11-12.
- [2] 张民, 史衍玺, 杨守祥, 等. 控释与缓释肥的研究现状与进展[J]. 化学肥料, 2002, 28(5): 27-30.
- [3] 杜建军, 崔英德, 尹国强, 等. 保水剂在新疆葡萄、大枣上的应用研究与经济效益分析[J], 中国农学通报, 2007, 23(1): 385-390.
- [4] 马晓娣, 孙玉霞, 黄美玉. 保水剂在小麦流体播种中的应用研究[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(3): 41-44.
- [5] 余红英, 邓世媛, 尹艳, 等. 保水剂对水分胁迫下超甜玉米生理生化性状的影响[J]. 玉米科学, 2006, 14(3): 87-89.
- [6] URI S, AVI S, DAN Z. Solute diffusion coefficient in the internal medium of a new gel based controlled release fertilizer [J]. J Control Release, 1995, 37: 21-32.
- [7] DURSUN S, ERDENER K, OLGUN G. Relationship between the swelling process and releases of water soluble agrichemicals from radiation crosslinked acrylamide/itaconic acid copolymers [J]. Polymer Bulletin, 2000, 45: 287-294.
- [8] WANG Hong-fei, WANG Zheng-hui, ZHU Bo-ming. Preparation and properties of new non-loading and superhigh ammonium nitrate loading hydrogels [J]. Reactive and Functional Polymers, 2007, 67(3): 225-232.

【责任编辑 李晓卉】