

doi: 10.11838/sfsc.20150611

减量灌溉条件下缓释肥料对番茄产量、品质及硝态氮淋溶的影响

廖上强, 陈延华, 李艳梅, 孙焱鑫*

[北京市农林科学院植物营养与资源研究所, 农业部都市农业(北方)重点实验室, 北京市缓控释肥料中心, 北京 100097]

摘要: 为考察减量灌溉下 2 种缓释肥料对番茄产量、品质、氮素利用及硝态氮淋溶的影响, 小区试验设置农民习惯灌溉量 (W100%) 和减量灌溉 30% (W70%) 两个灌溉量处理; 不施氮肥 (CK)、普通尿素 (U)、氮素 30% 施用包膜尿素 (CU30%)、氮素 50% 施用包膜尿素 (CU50%)、氮素 30% 施用生物炭基氮肥 (BCU30%) 5 个肥料处理。结果表明: 减量灌溉 30% 番茄产量和品质没有显著影响, 但显著降低土壤氮素淋溶, 相同施肥处理 40~60 cm 土层硝态氮减少 8.0%~63.7%; 2 种缓释肥料显著提高番茄产量, CU30%、CU50%、BCU30% 番茄产量比施用尿素 (U) 分别提高 19.4%~22.1%、21.5%~22.6%、14.5%~15.3%; 氮肥利用率提高 10.1%~12.4%、10.2%~12.7%、2.3%~4.0%; 番茄硝酸盐含量降低 6.3%~14.4%、3.0%~7.9%、12.4%~13.3%; 2 种缓释肥增加番茄果实番茄红素含量, 提高番茄糖酸比, 改善番茄品质; 2 种缓释肥减少氮素淋失, 40~60 cm 土壤硝态氮含量分别比尿素常规施肥降低 28.7%、20.0% 和 75.0%; 因此, 设施番茄种植中, 滴灌节水条件下农民的习惯用量还具有节水潜力, 而氮肥以 30%~50% 缓释肥基施, 能够实现番茄高产、减少氮素的淋失和提高肥料利用效率。

关键词: 缓释肥; 生物炭基氮肥; 番茄; 产量; 品质

中图分类号: S275; S145.6; S641.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6257(2015)06-0070-06

近年, 北京的保护地蔬菜发展迅速, 至 2012 年, 北京日光温室和大棚面积达到 2.3 万 hm^2 , 设施蔬菜的发展为当地农民带来了可观的经济收入, 但由于片面追求产量和经济效益, 保护地蔬菜种植中的大水、大肥的粗放式生产和管理方式导致土壤质量下降、地下水硝酸盐污染、蔬菜产量和品质下降等一系列问题, 对北京 43 个保护地菜田浅层地下水调查结果显示, 硝态氮平均含量为 72.42 mg/L , 超标率达 100%, 过量施用氮肥和大水漫灌是北

京市平原地区地下水硝态氮污染的主要原因^[1]。缓释肥料作为一种新型肥料, 在提高氮肥利用率、降低土壤硝态氮的累积, 减少因肥料引起的环境污染问题具有较大的潜力, 受到普遍关注^[2-4], 缓释肥的农业效果评价目前在玉米、水稻等粮食作物上取得较好的效果^[5-6], 缓释肥在蔬菜上的应用以及缓释肥与速效氮肥、有机肥料配施的研究相对还较少, 这主要由于蔬菜在需肥规律和缓释肥释放速率上存在无法耦合的现象, 我国缓释肥技术经历了硫包衣、聚烯烃、水乳液 3 个阶段, 硫包衣型释放期太短, 容易造成土壤酸化; 聚烯烃膜材不易降解, 污染土壤; 水乳液则生产工艺复杂, 膜材消耗大, 生产成本低。因此, 找到一种既廉价, 又对土壤无副作用的缓释材料是缓释肥料进一步发展的重点。

生物炭 (Biochar) 通常是指有机物经过高温裂解后形成的主要成分为炭的物质, 根据国际生物质焦促进会 (International Biochar Initiative, IBI) 定义: 高碳含量、抗分解、颗粒细小的木炭, 是植物生物质和有机废弃物高温裂解的产物,

收稿日期: 2014-08-28; 最后修订日期: 2014-12-25

基金项目: 北京市农林科学院博士后基金; 北京市农林科学院科技创新能力建设 (KJXC201104004, KJXC201204002); 北京市缓控释肥料工程中心建设 (z111105055311092); 首都安全投入品科技服务绿色通道建设 (d131100000813001); 北京市农委项目 (i2013_001108202_000019); 现代农业产业技术体系北京市叶类蔬菜创新团队专项资金项目 (blvt-08)。

作者简介: 廖上强 (1981-), 男, 福建大田人, 博士, 助理研究员, 主要从事土壤肥料方面研究。E-mail: liaocool625875@ sina.com。

通讯作者: 孙焱鑫, E-mail: Sunyanxin@sohu.com。

具有多孔结构,比表面积大的特点,施用于土壤,可增强土壤保持水肥能力,降低化肥用量,生物炭还可以改善土壤理化性质^[7]及微生物活性,提高土壤肥力,促进农作物增产^[8],延缓肥料养分释放^[9],降低肥料及土壤养分的损失,减轻土壤污染等^[10-13],生物炭在农业中的作用受到普遍关注。

基于缓释肥的水、肥调控在蔬菜上的应用,新型生物炭基缓释肥制备与应用,以及设施蔬菜节水潜力,本文研究减量灌溉缓释尿素与速效氮肥配合施用对设施番茄产量、品质和氮肥利用率的影响,同时,利用生物炭延缓肥料养分释放特性制备新型生物炭基缓释尿素,并运用在番茄上,研究包膜缓释肥料与生物炭基缓释肥在减量30%灌溉条件下对番茄生长、品质和氮素利用的影响,为炭基缓释肥和包膜缓释肥料在设施番茄种植中的水肥管理提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验时间、地点

试验于2012年1月~7月在北京市顺义区农业科学研究所基地进行。番茄于2012年1月20号育苗,3月26日移栽,苗龄65 d,7月10日收获。定植大棚为春秋冷棚,棚长55 m,宽10 m,南北走向,上茬种植白薯。土壤为砂壤土,播前0~20 cm土层理化性状为有机质15.1 g/kg,全氮0.97 g/kg,有效磷(P)43.4 mg/kg,速效钾(K)185 mg/kg,土壤pH值8.20,0~20、20~40、40~60、60~80、80~100 cm各层土壤容重分别为1.33、1.45、1.49、1.51、1.47 g/cm³。

1.2 试验材料

供试番茄品种:仙客8号。

供试肥料:尿素(N 46%)、过磷酸钙(P₂O₅ 12%)、硫酸钾(K₂O 52%)、缓释包膜尿素(由北京市农林科学院植物营养与资源研究所提供,含氮量42%,25℃水中60 d释放率为80%),生物炭基尿素(自制,生物炭和尿素粉碎按质量1:1混合,将混合生物炭基尿素放入高压锅内,设置温度为120~125℃,0.10~0.15 Mpa保持10 min,使尿素熔融后进入生物炭多孔结构中,冷却后取出,将高压吸附后的生物炭基尿素再次粉碎,测定炭基氮肥含氮量为22.17%)。

1.3 试验设计

试验设置5个肥料水平和2个灌溉量水平,一共10个处理。肥料处理分别为:不施氮肥对照(CK)、尿素常规施肥(U,总氮量30%基施,其余部分氮肥分6次平均施入尿素)、生物炭基尿素(BCU30%,总氮量30%以生物炭基尿素基施,其余部分氮肥分6次平均施入尿素)、2个不同比例包膜尿素基施(CU30%、CU50%,分别以包膜尿素为氮肥30%和50%总氮量基施,其余部分氮肥分6次平均施入尿素),除CK外,各肥料处理施氮量均为300 kg/hm²;每个肥料处理分别设两个灌溉量W70%、W100%,灌溉均采用滴灌方式,其中,番茄移栽后缓苗水不设水分处理,不计入最后生育期灌溉总量和灌溉处理差异量,W100%为滴灌下农民习惯灌溉量(农民根据天气和土壤墒情确定灌溉时间和灌溉量),定植缓苗后共滴灌6次,W70%为减量30%,即每次灌溉量为农民习惯灌溉量减少30%,番茄生育期累计灌溉量W100%为1365.0 m³/hm²,W70%为955.5 m³/hm²。每个处理设3次重复。采用起垄小高畦种植;大棚分东西两半,分设两个灌溉量,两个灌溉量中间1 m过道隔开;肥料处理各小区随机区组。氮:磷:钾为1:0.5:1.25,磷肥全部一次性基施,钾肥全部以30%基施,其余钾肥分6次平均追施。

1.4 测试项目与方法

1.4.1 番茄产量、氮素吸收、氮肥利用率

番茄于2012年3月26日定植,共留4穗果,6月5日一穗果成熟,第一次采摘,7月10日拉秧,一共采收10次,各小区单独采收称重,最后累计小区总产量。番茄于盛果期取果实样品,测定番茄品质和含氮量,并在拉秧收获时再取一次番茄果实测定果实全氮含量,根据两次测定果实含氮量平均值以及总产量计算果实氮素吸收量;拉秧时每个小区取3株番茄植株,测定植株鲜重,用于测算小区植株鲜重,将番茄植株剪碎,用四分法选取部分样品进行杀青、烘干,测定含水量和植株含氮量。

氮肥利用率(%) = (施氮处理植株地上部果实和植株总吸氮量 - 不施氮处理植株地上部果实和植株总吸氮量) / 施氮量 × 100。

1.4.2 番茄品质

于番茄盛果期选取大小和成熟度基本一致的果实进行品质测定,番茄红素采用2%二氯甲烷石油醚提取分光光度法^[14];硝酸盐测定采用比色法;

可溶性糖测定采用蒽酮比色法^[15]；可滴定酸测定采用指示剂滴定法^[16]。

1.5 统计分析

试验数据用 SPSS 16.0 统计软件进行方差分析, 差异显著性比较采用 Duncan 法, 绘图使用 Excel 2007 软件。

2 结果与分析

2.1 不同水肥处理对番茄产量的影响

施氮肥能显著增加番茄产量 (图 1), 与不施氮肥相比, 各施肥处理番茄产量提高 11.5% ~ 37.1%。基施 30% 和 50% 包膜尿素与尿素常规施用相比, 番茄产量分别提高 19.4% ~ 22.1%、21.5% ~ 22.6%, 而 30% 氮素以生物炭基氮肥基施番茄产量提高 14.5% ~ 15.3%, 2 个比例基施缓释肥与生物炭基氮肥之间番茄产量没有显著差异。相同肥料处理减量灌溉 30% 和 W100% 番茄产量没有显著差异。

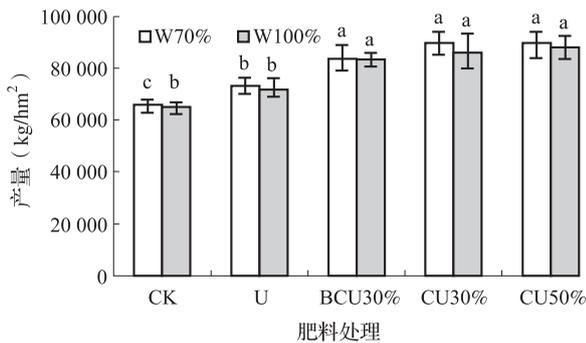


图 1 不同施肥和灌溉处理番茄产量

注: 图柱上不同字母表示相同灌溉量下不同肥料处理 0.05 水平差异显著。下同。

2.2 不同水肥处理对番茄品质的影响

2.2.1 番茄红素

施用氮肥能显著提高番茄果实中番茄红素含

量, 氮肥以 30% 包膜尿素基施番茄果实中番茄红素含量最高, 氮素 50% 缓释肥基施和生物炭基氮肥次之, 且都显著高于施用尿素处理。灌溉量影响番茄果实中番茄红素含量, 除了氮素 30% 缓释肥基施处理外, 相同肥料处理间减量灌溉 30% 显著降低番茄果实中番茄红素含量。

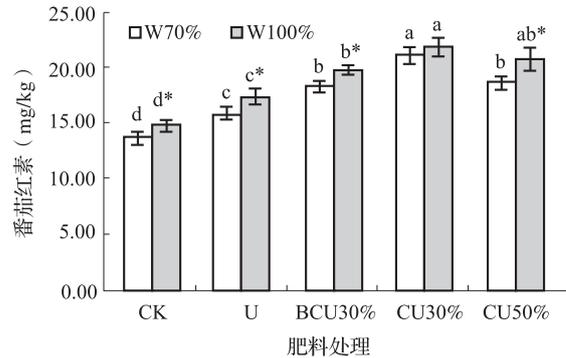


图 2 不同施肥和灌溉量番茄果实中番茄红素含量

注: * 表示相同肥料处理不同灌溉量间差异显著。

2.2.2 硝酸盐、可溶性糖、可滴定酸

施用氮肥可增加番茄果实中硝酸盐含量 (表 1), 尿素常规施肥和 50% 氮素以缓释肥基施显著增加了番茄果实中硝酸盐含量, 而氮素 30% 以缓释肥和生物炭基肥料基施番茄果实中硝酸盐含量比不施氮肥处理没有显著升高, 30%、50% 缓释肥和 30% 生物炭基氮肥基施番茄硝酸盐含量比尿素常规施肥分别降低 6.3% ~ 14.4%、3.0% ~ 7.9% 和 12.4% ~ 13.3%, 相同肥料处理减量灌溉对番茄果实中硝酸盐含量没有显著影响。施用氮肥能提高番茄果实中可溶性糖含量, 显著降低可滴定酸含量, 提高番茄果实糖酸比, 风味品质明显改善, 减量灌溉 30% 对番茄果实中的可溶性糖和可滴定酸含量没有显著影响。

表 1 不同肥料与灌溉处理番茄果实品质

处理	硝酸盐 (mg/kg)		可溶性糖 (%)		可滴定酸 (%)		糖酸比	
	W70%	W100%	W70%	W100%	W70%	W100%	W70%	W100%
CK	220.9c	224.5c	2.8b	2.9b	0.5a	0.5a	5.8	5.7
U	278.3a	264.7a	2.9b	2.9b	0.4b	0.4b	7.0	7.4
BCU30%	241.3bc	231.8bc	3.2a	3.2ab	0.4b	0.4b	7.7	7.9
CU30%	238.3bc	248.0abc	3.1a	3.4a	0.4b	0.4b	7.6	8.2
CU50%	256.3ab	256.9ab	3.3a	3.5a	0.4b	0.4b	8.0	8.5

注: 表中每个处理的数值为 3 个重复的平均值; 同列不同小写字母表示差异在 0.05 水平上显著, 下同; 糖酸比以可溶性糖和可滴定酸统计平均值计算。

2.3 氮素利用率

番茄地上部吸氮量及氮素利用率见表 2，果类蔬菜生长过程需要打叉、打顶、打老叶等管理，因此，测定吸氮量和氮素利用率以收获时的植株地上部以及果实总收获重量计。施用氮肥明显增加单位面积番茄吸氮量，减量灌溉氮素以 30% 和 50% 包膜尿素基施处理番茄吸氮量分别比尿素常规施肥增加 26.4% 和 27.1%，全量灌溉分别增加 20.3% 和 20.6%；两个灌溉量生物炭基氮肥处理番茄吸氮量比尿素处理分别增加 8.5% 和 4.7%。番茄当季总施氮量为 300 kg/hm²，氮素利用率为 13.5% ~ 26.3%；

表 2 番茄地上部吸氮量与肥料利用率

处理	吸氮量 (kg/hm ²)		氮素利用率 (%)	
	W70%	W100%	W70%	W100%
CK	100.5 b	108.3 b	—	—
U	141.1 ab	148.9 ab	13.5 b	13.5 b
BCU30%	153.0 ab	155.9 ab	17.5 ab	15.9 ab
CU30%	178.2 a	179.1 a	25.9 ab	23.6 ab
CU50%	179.2 a	179.5 a	26.3 a	23.7 a

缓释肥处理明显提高氮肥利用率，氮素利用率最高的是缓释肥 50% 基施处理，两个灌溉量下分别比施用尿素提高 12.7% 和 10.2%，而生物炭基氮肥氮素利用率提高 2.4% 和 4.0%。

2.4 土壤各土层硝态氮含量

土壤各土层硝态氮含量见图 3，不施氮肥的 CK 处理，土壤各土层硝态氮含量没有明显变化；施用氮肥两种灌溉量下都明显增加 0 ~ 20 和 40 ~ 60 cm 土层硝态氮含量；减量灌溉降低土壤氮素向下移动，收获时 W70% 表层 0 ~ 20 cm 硝态氮累积量高于 W100% 灌溉量。各肥料处理在 40 ~ 60 cm 土层硝态氮都有明显累积，这可能由于耕作的原因，60 cm 左右土层形成明显犁底层，使得养分淋溶至该层。收获时生物炭基尿素在表层残留量最高，这可能由于生物炭对养分吸附固定；两个灌溉量下，施用普通尿素 40 ~ 60 cm 土层硝态氮含量最高，表明施用普通尿素引起氮素向下淋溶和迁移量高于缓释尿素和生物炭基尿素，氮素流失风险高，30%、50% 缓释肥和 30% 生物炭基肥料基施 40 ~ 60 cm 土层硝态氮含量比尿素常规施肥分别降低 12.5% ~ 28.7%、10.6% ~ 20.0%、36.6% ~ 75.0%。

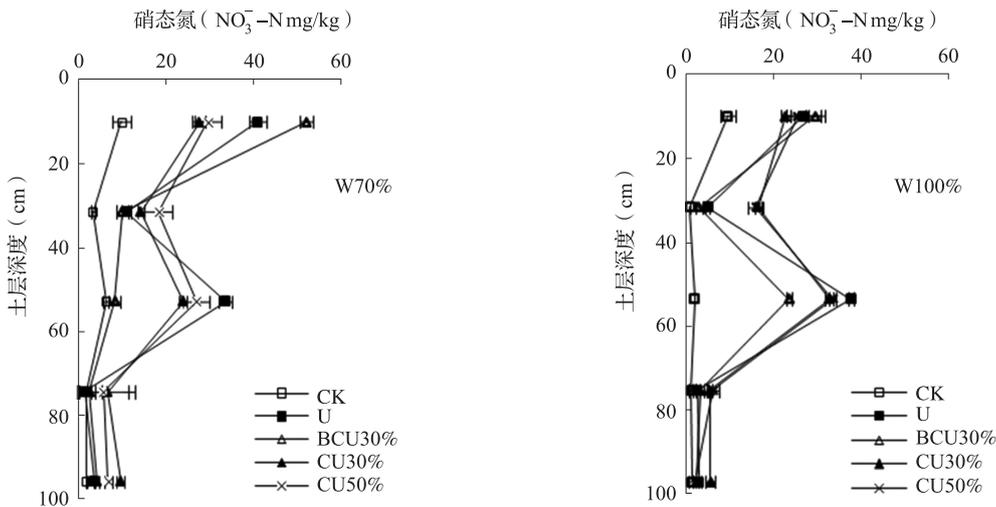


图 3 不同处理对收获期番茄 0 ~ 100 cm 土层土壤硝态氮含量的影响

3 结论与讨论

节水是目前北京农业发展面临的巨大挑战，滴灌是设施农业重要的节水措施，但农民对于农业种植中浇多少水合适并没概念，采用滴灌方式的灌溉量往往比作物实际需水量多，缓释肥在一定土壤含水量下养分释放主要受温度控制^[17]，因此，本研

究目的是考察氮肥 30% ~ 50% 以缓释肥料基施在滴灌条件下进一步节水的可行性，研究表明，在农民习惯灌溉管理条件下减量灌溉 30% 对番茄产量、品质和肥料利用效率没有显著影响，而缓释肥料对番茄具有明显的增产和减少番茄硝酸盐含量，提高肥料利用效率的作用。

缓释肥作为未来肥料的一个发展方向^[18]，具

有提高作物产量、改善作物品质、减少肥料投入量^[19-20]和提高氮肥利用率的作用^[21]，杨俊刚等^[21]通过与习惯施肥相比（N 450），缓释肥处理（N 270）减施氮肥 40% 后番茄的株高、茎粗、叶绿素含量以及番茄产量均没有降低。与杨俊刚缓释肥一次性施用番茄产量不降低相比，本研究氮肥分别以 30% 和 50% 施氮量用缓释肥做基肥，常规尿素做追肥，显著提高番茄产量和改善番茄品质，特别是显著降低番茄果实中硝酸盐含量和提高番茄红素含量。缓释肥往往作为基肥一次施用，但对于生长期长的茄果类作物，生长后期不能满足作物对养分的需求，本研究设置 30% 和 50% 施氮量以缓释肥作为基肥，其余氮肥后期随滴灌系统施入，满足前期番茄对养分的需求，避免缓释肥一次基施导致后期果实生长出现的脱肥现象，从而促进番茄增产、提高品质以及肥料利用效率。

生物炭是生物质通过热解得到的主要产品之一，因具有较大的比表面积，可作为一种新型的吸附材料，在农业生产和环境保护中有着广泛的应用前景，而生物炭基肥料也是近年新型肥料研究的热点。曲晶晶等^[22]通过生物炭与氮肥配施增加水稻产量和提高氮肥利用率；Ji R L 等^[23]利用竹炭和高分子聚合物为包膜材料，制成竹炭包膜尿素，在土壤中具有很好的缓释效果，并且显著降低了氮素在土壤中的淋失和氨挥发，而玉米的生物量和肥料利用率也显著增加。上述研究生物炭基肥料是通过包膜技术将生物炭与尿素一起包膜，高海英等^[24]通过水溶浸泡的方法制备生物炭基氮肥，通过电镜扫描结果表明，溶解后的氮肥能有效进入生物炭的网状孔隙中。本研究尝试利用生物炭的吸附性和多孔结构的特点，通过熔融尿素，施以一定的高压来实现肥料进入生物炭孔隙结构制备生物炭基肥料。番茄试验结果表明，该方法制备生物炭基氮肥促进番茄生长，显著增加番茄产量，番茄的品质和肥料利用率也都有不同程度的提高，特别是减少氮素向下层土壤淋溶；另一方面，随着生物炭基氮肥施入土壤的生物炭能在土壤中长期保留，具有调节土壤和保水、保肥的作用。生物炭基肥料的研究还处于起步阶段，关于生物炭基氮肥制备工艺、方法、造粒、理化性质、释放特性及生物炭基肥料在提高作物产量上的作用机理等还有待进一步研究。

综上所述，施氮量 30% ~ 50% 以包膜尿素和生物炭基氮肥做基肥，以速效氮肥做追肥，滴灌方式

下的农民习惯灌溉减量 30%，提高了番茄产量、品质和氮肥利用效率，减少氮素向下层土壤迁移，既能有效发挥缓释肥的肥效，还实现了农业节水，可作为缓释肥料在设施茄果类作物应用与推荐的施肥方式；生物炭基氮肥降低氮素淋溶效果最好，而生物炭基肥料的理化性质、作物增产机理、长期施用的效应评价还有待进一步研究。

参考文献：

- [1] 刘宏斌, 李志宏, 张云贵, 等. 北京平原农区地下水硝酸盐氮污染状况及其影响因素研究 [J]. 土壤学报, 2006, 43 (3): 405-413.
- [2] 唐拴虎, 杨少海, 陈建生, 等. 水稻一次性施用控释肥料增产机理探讨 [J]. 中国农业科学, 2006, 39 (12): 2511-2520.
- [3] 王小波, 王艳, 张渊, 等. 4 种不同材料包膜尿素对油菜的生长效应 [J]. 中国生态农业学报, 2007, 15 (6): 73-76.
- [4] 杨俊刚, 倪小会, 徐凯, 等. 接触施用包膜控释肥对玉米产量、根系分布和土壤残留无机氮的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16 (4): 924-930.
- [5] 任意, 李桂花, 赵林萍, 等. 包膜尿素对夏玉米产量、吸氮量和氮分配的影响 [J]. 核农学报, 2011, 25 (4): 802-806.
- [6] 衣文平, 毕长海, 屈浩宇, 等. 树脂包膜尿素与普通尿素不同配比在春玉米上的应用研究 [J]. 核农学报, 2013, 27 (9): 1385-1390.
- [7] 勾芒芒, 屈忠义. 生物炭对改善土壤理化性质及作物产量影响的研究进展 [J]. 中国土壤与肥料, 2013, (5): 1-5.
- [8] Major J, Rondon M, Molina D, et al. Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol [J]. Plant and Soil, 2010, 333: 117-128.
- [9] Magrini - Bair K A, Czernik S, Pilath H M, et al. Biomass derived, carbon sequestering, designed fertilizers [J]. Annals of Environmental Science, 2009, 3: 217-225.
- [10] Lentz R D, Lppolito J A. Biochar and manure affect calcareous soil and corn silage nutrient concentrations and uptake [J]. Journal of Environmental Quality, 2012, 41 (4): 1033-1043.
- [11] Prost K, Borchardac N, Siemensa J, et al. Biochar affected by composting with farmyard manure [J]. Journal of Environmental Quality, 2013, 42 (1): 164-172.
- [12] Zheng J Y, Stewart C E, Cotrufo M F. Biochar and nitrogen fertilizer alters soil nitrogen dynamics and greenhouse gas fluxes from two temperate soils [J]. Journal of Environmental Quality, 2012, 41 (5): 1361-1370.
- [13] Laird D A, Fleming P, Davis D D, et al. Impact of biochar amendments on the quality of a typical Midwestern agricultural soil [J]. Geoderma, 2010, 158: 443-449.

- [14] 万学闪, 刘文革, 阎志红, 等. 西瓜果实发育过程中番茄红素、瓜氨酸和 Vc 等功能物质含量的变化 [J]. 中国农业科学, 2011, 44 (13): 2738 - 2747.
- [15] 李合生. 植物生理生化实验原理与技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000. 195 - 197, 246 - 248.
- [16] 李文生, 冯晓元, 王宝刚, 等. 应用自动电位滴定仪测定水果中的可滴定酸 [J]. 食品科学, 2009, 30 (4): 247 - 249.
- [17] 衣文平, 朱国梁, 武良, 等. 不同量的包膜控释尿素与普通尿素配施在夏玉米上的应用研究 [J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16 (6): 1497 - 1502.
- [18] 朱兆良. 中国科学院朱兆良院士提出: 发展缓控释肥不是代替速效肥, 应是互补的 [J]. 中国农资, 2008, (10): 60.
- [19] 衣文平, 孙哲, 武良, 等. 包膜控释尿素与普通尿素配施对冬小麦生长发育及土壤硝态氮的影响 [J]. 应用生态学报, 2011, 22 (3): 687 - 693.
- [20] 薛高峰, 张贵龙, 孙焱鑫, 等. 包膜控释尿素 (追施) 对冬小麦生长发育及土壤硝态氮含量的影响 [J]. 农业环境科学学报, 2012, 31 (2): 377 - 384.
- [21] 杨俊刚, 倪小会, 肖强, 等. 基施控释肥对设施番茄生长、产量、根系分布和土壤硝态氮残留的影响 [A]. 面向未来的土壤科学 (中册) ——中国土壤学会第十二次全国会员代表大会暨第九届海峡两岸土壤肥料学术交流研讨会论文集 [C]. 成都: 中国土壤学会, 2012. 756 - 757.
- [22] 曲晶晶, 郑金伟, 郑聚锋, 等. 小麦秸秆生物质炭对水稻产量及晚稻氮素利用率的影响 [J]. 生态与农村环境学报, 2012, 28 (3): 288 - 293.
- [23] Ji R L, Zhu Y N, Zhang A L, et al. Study on the nitrogen release law of bamboo charcoal coated urea and its biological utilization effects [J]. Agricultural Science & Technology, 2007, 8: 53 - 58, 67.
- [24] 高海英, 何绪生, 耿增超, 等. 生物炭及炭基氮肥对土壤持水性能影响的研究 [J]. 中国农学通报, 2011, 27 (24): 207 - 213.

Effect of slow release fertilizer on yield and quality of tomato and NO_3^- -N leaching under reduction irrigation condition

LIAO Shang-qiang, CHEN Yan-hua, LI Yan-mei, SUN Yan-xin* [Institute of Plant Nutrition and Resource, Beijing Academy of Agricultural and Forestry Sciences/Key Laboratory of Urban Agriculture (North), Ministry of Agriculture/Research Center of Beijing Municipal Slow and Controlled Release Fertilizers Engineering Technology, Beijing 100097]

Abstract: Field experiment was conducted in greenhouse to investigate how the basal application different ratios of slow release fertilizer with reduction irrigation influenced tomato yield, quality, nitrogen used efficiency as well as soil NO_3^- -N contents. The results showed that there was no significant difference in yield and tomato quality between routine and reduction 30% irrigation, but reduced NO_3^- -N leaching from 8.0% to 63.7% in 40 ~ 60 cm soil layer. Tomato yield increased 19.4% ~ 22.1%, 21.5% ~ 22.6%, 14.5% ~ 15.3% by basal application 30%, 50% coated urea and 30% biochar-based nitrogen fertilizer, respectively. And nitrogen used efficiency increased 10.1% ~ 12.4%, 10.2% ~ 12.7%, 2.3% ~ 4.0%, respectively. Two species of slow release fertilizer decreased tomato fruit nitrate content by 6.3% ~ 14.4%, 3.0% ~ 7.9%, 12.4% ~ 13.3% compared to urea routine application, but increased lycopene content and sugar-acid ratio, improved the quality of tomato. Basal application 30% and 50% coated urea and 30% biochar-based nitrogen fertilizer with reduction 30% irrigation significant reduced nitrogen leaching in soil, NO_3^- -N content in 40 ~ 60 cm soil layer reduced 28.7%, 20.0%, 75.0%, respectively. Therefore, in greenhouse tomato planting, 30% ~ 50% of nitrogen fertilizer used slow release released fertilizer and reduction 30% irrigation, could obtain the tomato high yield, reduce nitrogen leaching, improve fertilizer use efficiency and agriculture water saving.

Key words: slow release fertilizer; biochar-based nitrogen fertilizer; tomato; yield; quality