

控释氮肥对保护地辣椒生长的影响

彭 强, 李 絮 花, 李 海 燕, 李 伟, 唐 慎 欣, 刘 旭 凤

(山东农业大学 资源环境学院, 山东 泰安 271018)

摘 要:采用田间试验方法,研究了保护地辣椒完全空白(T1)、农民习惯施肥(T2)、等量控释氮肥和磷钾肥(T3)、80%控释氮肥和等量磷钾肥(T4)、80%控释氮肥和80%磷钾肥(T5)等不同施肥方式和施肥量对辣椒产量、植株养分含量、干物质积累量及品质的影响。结果表明:与农民习惯施肥相比,T3处理产量最高,比T2增产12.3%,T4、T5处理产量并未显著性降低。在定植后40 d,各处理辣椒植株N、P、K含量达到最高,T3处理干物质积累量和氮磷钾积累量较高。T4处理氮磷钾积累量比T2处理高。T2、T3、T4处理辣椒维生素C含量差异性不显著,各处理间辣椒可溶性糖含量变化不大。T3、T4、T5处理辣椒硝酸盐含量均显著低于T2处理($P<0.05$)。综合考虑,在农民习惯性施肥基础上施用80%控释氮肥和等量的磷钾肥可以保证较高的产量和较好的果实品质。

关键词:辣椒;控释氮肥;养分积累量;产量;品质

中图分类号:S 641.306⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)11-0155-04

辣椒是保护地主要栽培蔬菜之一。近年来,由于设施蔬菜迅猛发展,高浓度的速效化肥施入量对作物产量起到了巨大作用,特别是氮肥、磷肥投入量过大,而钾肥投入量太少,使得养分比例极不协调,造成了土壤的酸化、盐化、地下水污染、蔬菜体内硝酸盐含量超标、品质下降及部分中微量元素缺乏,容易引起蔬菜的病害和虫害等^[1-5]。控释肥因具有养分释放与作物吸收同步的特点,成为提高氮肥利用效率和减少环境污染的有效途径之一。控释肥不仅能满足高产优质的需要,还具有作物全生育期肥料一次性基施和节省追肥所需的劳动力投入、减少肥料用量、提高氮肥利用率并减少环境污染等优点^[5-7]。有关控释肥对蔬菜产量和品质的影响,前人已做了大量的研究^[8-11]。结果表明,控释肥料可延缓养分释放速率,提高肥料利用率,适当减少化肥的施用量对蔬菜不会造成显著减产。但减量施用氮肥的基础上减量施用磷钾肥是否会对辣椒的产量和品质造成一定的影响报导较少。现通过田间试验,研究比较了减量控释氮肥和减量控释氮肥、磷钾肥的情况下对辣椒的产量和品质的影响,以最小的肥料投入达到更高的收益,提

高肥料的利用率,充分利用土壤生产力,改善生态环境,为保护地辣椒的平衡施肥提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验供试辣椒品种为“红罗丹”,水基包膜控释尿素由中国农业大学提供,控释氮肥含氮量为44.5%;普通尿素含氮量为46%。

1.2 试验方法

试验在山东省农业科学院日光温室大棚内进行。供试土壤为棕壤,其土壤基本理化性质:pH为7.04,有机质含量为15.95 g/kg,全氮为1.21 g/kg,碱解氮为85.43 mg/kg,有效磷为67.36 mg/kg,速效钾为157.78 mg/kg。采用随机区组设计,共设5个处理,分别为:T1:不施肥(CK);T2:当地农民习惯施肥;T3:等量控释氮肥(与T2氮磷钾养分相同的控释氮肥和磷钾肥);T4:减氮控释尿素(氮肥用量为T2的80%和等量的磷钾肥);T5:减氮控释尿素(氮磷钾均为T2总养分的80%);施肥量见表1。辣椒于10月23日定植,基肥为总施肥量30%氮和60%磷钾,追肥为总施肥量的70%氮和40%磷钾,于10月20日施基肥,1月15日1次追施。其中基肥施用尿素控释时间为120 d,追肥施用尿素控释时间为60 d。每个处理3次重复,共15个小区,随机排列,每小区面积13.5 m²,每小区定植50株。畦宽1.5 m。小区间设保护行。水分及其它田间管理均采用农民常规管理方式。

辣椒定植后20、40、60、80、100 d分别取整株植株,

第一作者简介:彭强(1987-),男,硕士,现主要从事植物营养机理与调控研究工作。

责任作者:李絮花(1964-),女,博士,教授,博士生导师,现主要从事植物营养调控和机理等研究工作。

基金项目:山东省蔬菜创新团队建设基金资助项目(鲁财教指(2010)196)。

收稿日期:2012-03-10

洗净烘干测干物质积累量后粉碎备用。辣椒第 1 层果实采收后(3 月 15 日)进行产量及品质分析。

表 1 各处理 667 m² 施肥量

Table 1 Each treatment per 667 m² of fertilizer

处理 Treatment	N/kg		P ₂ O ₅ /kg		K ₂ O/kg	
	基肥	追肥	基肥	追肥	基肥	追肥
T1, 不施肥(CK)	0	0	0	0	0	0
T2, 常规施肥	13.5	31.5	27.0	18.0	27.0	18.0
T3, 等量控释氮肥	13.5	31.5	27.0	18.0	27.0	18.0
T4, 80%控释氮肥+100%磷钾肥	10.8	25.2	27.0	18.0	27.0	18.0
T5, 80%控释氮肥+80%磷钾肥	10.8	25.5	21.6	14.4	21.6	14.4

1.3 项目测定

土壤 pH、全氮、碱解氮、速效磷、速效钾采用常规方法测定^[12], 植株氮、磷、钾用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮, 联合测定。维生素 C 采用 2,6-二氯淀粉滴定法, 参照 GB 6195-86。可溶性总糖采用蒽酮比色法, 参照 GB 6194-86。蔬菜硝酸盐含量采用紫外分光光度法, 参照 GB/T 15401-94。叶绿素采用分光光度计法, 参照 GB/T 22182-2008。

1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 2003 对数据进行处理和作图, DPS 7.05 统计软件进行方差分析和 LSD 法多重比较。

2 结果与分析

2.1 控释氮肥对辣椒产量的影响

由表 2 可知, 施肥能显著提高辣椒的产量, 增产幅度为 14.6%~32.3%。不同处理间增产效果是: T3>T4>T2>T5>T1。相同磷钾施肥量条件下, 控释氮肥的辣椒产量比普通氮肥增产 5.08%~12.29%, 减氮控释氮肥处理的辣椒产量虽然略低于等量控释氮肥处理, 但差异不显著; 在控释氮肥和磷钾肥都减量的条件下辣椒产量与等量控释氮肥处理和减量控释氮肥处理差异显著。T4 处理与 T2、T3 处理产量差异性不显著, 与 T5 处理差异显著, 减量 20%控释氮肥处理产量反而略比常规处理产量稍高。表明常规施肥处理和等量控释氮肥处理施氮量是过量的, 减量磷钾肥和减量控释氮肥处理虽影响产量, 但与常规处理产量不显著。

表 2 不同施肥处理对辣椒产量的影响

Table 2 Yields of green pepper under different treatments

处理 Treatment	产量 Yield/×10 ³ kg·hm ⁻²	增产率 Increase/%
T1(CK)	20.0±1.2d	—
T2	23.6±0.6bc	17.9
T3	26.5±0.5a	32.3
T4	24.8±0.2ab	24.1
T5	22.9±0.7c	14.6

注: 同列不同字母表示差异显著(P<0.05)。下同。

Note: Different letters within the same column indicated significant difference at 0.05 level. The same below.

2.2 控释氮肥对辣椒干物质积累量的影响

由图 1 可看出, 在辣椒定植后 40 d 内各处理间干物

质量没有太大变化, 60 d 以后, 各处理间干物质质量出现显著性差异, 各处理在定植后 60、80、100 d 较 T1 分别增加 42.8%~72.9%, 8.7%~27.6%, 16.1%~49.5%。不同处理间干物质质量增产效果顺序为 T3>T4>T2>T5>T1。等量控释肥处理干物质积累量最高。在减量控释氮肥条件下, 植株干物质积累量比常规施肥处理稍高, 在控释氮肥, 磷肥, 钾肥都减量的情况下, 植株干物质质量显著下降。说明控释肥能够实现作物对养分的高效利用, 即使在氮肥减量的情况下, 磷钾养分也能得到促进和发挥。适量施用磷钾肥有助于植株干物质的积累。

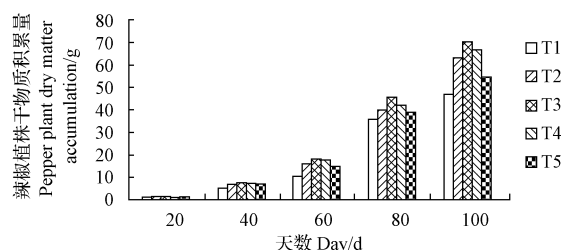


图 1 各处理对辣椒植株干物质积累量的影响

Fig. 1 Treatment on the pepper plant dry matter accumulation

2.3 控释氮肥对辣椒植株 N、P、K 含量的动态变化

由图 2 可知, 辣椒植株氮养分含量随着辣椒的生育进程发生显著变化, 各处理间变化趋势基本一致, 在定植后 20~40 d 内, 氮含量明显增加, 40 d 时, T2 处理氮含量达到最高, 各处理比 T1 处理增加 3.88%~7.82%。这时辣椒进入营养生长旺盛时期。在定植后 40~100 d 内, 氮含量逐步减少, 这时辣椒进入开花结果期, 大量氮素开始向果实中转移。但在辣椒整个生育周期中 T3 处理含氮量最高, 其次是 T4 处理, 这可能是由于在前期控释氮肥释放养分速率比尿素慢, 后期释放速率逐渐增加造成的。

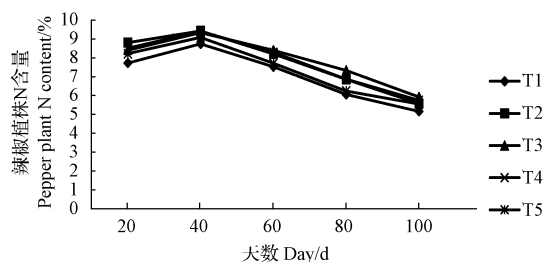


图 2 各处理对辣椒植株 N 含量的影响

Fig. 2 Treatment on the pepper plant N content

辣椒植株磷和钾含量的变化趋势基本与氮含量变化趋势相同(图 3、4)。在 40 d 时, 磷钾含量达到最高。各处理磷、钾的含量比 T1 处理分别增加 16.63%~24.77%, 21.11%~29.68%。在定植 40~100 d 内 T5 磷钾含量都低于 T2、T3 和 T4。说明在减量施用磷钾肥的情况下对植株养分的积累造成一定影响。

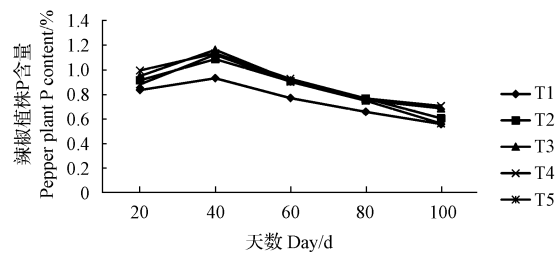


图 3 各处理对辣椒植株 P 含量的影响

Fig. 3 Treatment on the pepper plant P content

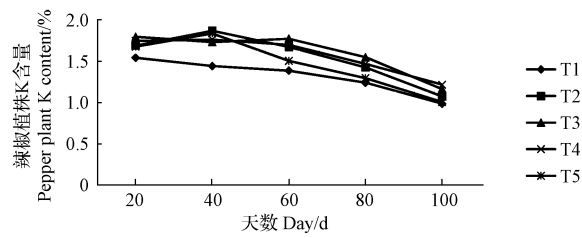


图 4 各处理对辣椒植株 K 含量的影响

Fig. 4 Treatment on the pepper plant K content

表 3 不同施肥处理对辣椒植株养分累积量的影响

Table 3 Pepper plant nutrient accumulation of different fertilizer treatment

处理 Treatment	单株 N 累积量 N accumulation per plant/g					单株 P 累积量 P accumulation per plant/g					单株 K 累积量 K accumulation per plant/g				
	20 d	40 d	60 d	80 d	100 d	20 d	40 d	60 d	80 d	100 d	20 d	40 d	60 d	80 d	100 d
T1	0.093	0.459	0.788	2.168	2.421	0.010	0.049	0.081	0.235	0.262	0.019	0.075	0.145	0.442	0.461
T2	0.138	0.640	1.322	2.734	3.612	0.014	0.074	0.144	0.306	0.403	0.026	0.126	0.265	0.566	0.712
T3	0.122	0.716	1.519	3.349	4.153	0.014	0.089	0.165	0.343	0.481	0.026	0.132	0.319	0.704	0.812
T4	0.101	0.691	1.452	2.887	3.707	0.012	0.083	0.164	0.323	0.444	0.021	0.129	0.300	0.615	0.763
T5	0.101	0.647	1.152	2.430	3.025	0.011	0.080	0.135	0.291	0.307	0.021	0.131	0.224	0.502	0.546

由表 3 可以看出,随着定植天数的增加,辣椒植株体内氮磷钾的含量逐渐升高,施肥处理氮磷钾含量要比空白处理高。在相同磷钾处理条件下,控释氮肥处理要比常规施肥处理氮的累积量高 2.64%~15.00%。定植后 20 d 内,常规施肥处理氮的累积量要比控释氮肥处理高,定植后 40~100 d 内,等量控释氮肥处理在各施肥处理中植株氮含量最高,减量控释氮肥处理氮的累积量要比常规施肥处理高。减量氮磷钾处理含氮量最低。在控释肥处理中,常规施肥处理在定植后 20 d 内磷钾含量比控释氮肥处理高。等量控释肥处理和减量控释肥处理在辣椒定植 40~100 d 内,植株磷钾的累积量比常规施肥处理要高,这可能是由于控释氮肥在植株生育期中起主要效应,从而促进了磷钾的吸收。减量磷钾肥处理的累积量要比其它施肥处理低。

2.4 控释氮肥对辣椒品质的影响

从表 4 可以看出,椒果维生素 C 含量变化比较大,施肥处理维生素 C 含量比空白处理维生素 C 含量高 24.8%~47.4%。控释氮肥处理中,等量控释氮肥处理维生素 C 含量达到最高为 123.8 mg/100g,比常规施肥处理高出 6.82%,这可能是控释氮肥在辣椒的整个生育周期中平衡供应养分,从而使维生素 C 含量较高。减量

20%控释氮肥处理与常规施肥处理维生素 C 含量差异不显著。减量氮磷钾处理维生素 C 含量最低,与其它施肥处理差异性显著。说明在减量 20%控释氮肥情况下不会降低辣椒维生素 C 含量,减量磷钾肥会对维生素 C 含量产生一定的影响。

不同处理间可溶性糖的含量变化不大,施肥处理比空白处理可溶性糖含量高 1.81%~16.33%,控释氮肥处理可溶性糖比常规处理高 4.35%~8.7%,其中减量控释氮肥处理可溶性糖最高为 2.4%,说明控释氮肥能增加辣椒可溶性糖含量,但差异不显著。在减量控释氮、磷、钾处理条件下,可溶性糖含量最小。

随着施肥量的增加,辣椒的硝酸盐含量逐渐增加,施肥处理比空白处理硝酸盐高 22.2%~66.9%。常规施肥处理比控释氮肥处理硝酸盐含量高 24.8%~36.5%。常规处理硝酸盐含量高达 227.7 mg/kg,但并未超过国家标准(≤ 432 mg/kg)。常规施肥处理与控释氮肥处理之间差异显著,控释氮肥处理之间差异不显著,减量控释氮肥处理与等量控释氮肥处理之间硝酸盐含量差异不明显。说明在施用控释氮肥能够减少椒果硝酸盐的积累,改善椒果品质。

表 4 不同施肥处理对辣椒维生素 C、可溶性糖和硝酸盐的影响

Table 4 Contents of vitamin C, soluble sugar and nitrate of green pepper under different fertilizer treatments

处理 Treatment	维生素 C Vitamin C/mg · (100g) ⁻¹	增加 Increase/%	可溶性糖 Soluble sugar/%	增加 Increase/%	硝酸盐 Nitrate/mg · kg ⁻¹	增加 Increase/%
T1	84.0±0.4d	—	2.1±0.06a	—	136.5±6.9c	—
T2	115.9±11.0ab	37.9	2.3±0.31a	8.36	227.7±15.0a	66.9
T3	123.8±6.8a	47.4	2.4±0.21a	13.05	182.5±14.5bc	33.7
T4	112.6±4.4ab	34.1	2.5±0.51a	16.33	177.0±23.4b	29.7
T5	104.8±1.07c	24.8	2.2±0.11a	1.81	166.8±21.3bc	22.2

3 结论与讨论

已有研究表明,控释氮肥能够增加辣椒产量,改善椒果品质。韩瑛祚^[8]等研究表明减少氮肥常规用量30%的范围内,不会造成显著减产。许仙菊^[13]等研究表明硫包衣尿素减量30%与等量硫包衣尿素处理辣椒产量没有显著差异;与施用普通尿素相比,等量氮或减氮30%的控释氮肥处理的辣椒维生素C含量有一定的增加,但差异不显著。张发宝^[14]等研究表明控释氮肥处理维生素C含量比施用普通复混肥提高7.7%~8.4%。这可能是控释尿素可以延缓氮的释放速率,使氮的释放速率与辣椒需氮的速率基本一致,保证了辣椒整个生育周期充足的氮素供应,从而使辣椒的产量和品质都有不同程度的增加。

该试验表明,控释氮肥能够显著增加保护地辣椒产量,与常规施肥处理相比,等量控释肥对辣椒增产率最高,达到 $26.5 \times 10^3 \text{ kg/km}^2$ 。在减量(常规施肥用量的80%)施用控释氮肥处理比常规施肥处理辣椒产量稍高,但差异不显著。在控释氮肥,磷钾肥都减量(常规施肥用量的80%)的情况下,会造成辣椒减产,但与常规施肥处理差异不显著。因此,为保证产量,可以施用减量20%控释氮肥。控释氮肥能够明显提高对辣椒氮的供应,提高辣椒干物质积累量,增加辣椒植株体内氮磷钾含量,减量20%磷钾肥的施用能够降低植株体内磷钾的含量。在辣椒定植后20 d内,施肥处理氮磷钾的含量要比控释氮肥处理高,在40~100 d内,等量控释氮肥的氮磷钾含量最高,减量控释氮肥处理氮磷钾含量比常规施肥处理高。等量控释肥处理辣椒维生素C和可溶性糖含量较高,常规施肥处理辣椒硝酸盐含量最高,但并未

超过国家安全标准。控释肥处理与常规施肥处理硝酸盐含量差异显著,控释肥处理间差异不明显。

参考文献

- [1] 马文奇,毛达如,张福锁. 山东省蔬菜大棚养分积累状况[J]. 磷肥与复肥,2000,15(3):65-67.
- [2] 李俊良,崔德杰,孟祥霞,等. 山东寿光蔬菜保护地蔬菜施肥现状及问题的研究[J]. 土壤通报,2002,33(2):126-128.
- [3] 吴松. 我国设施园艺发展现状及存在的问题[J]. 中国林业,2001,16:8-9.
- [4] 冯元琦. 建议推广适用于大田作物的缓释/控释肥料[J]. 磷肥与复肥,2004(3):5-6.
- [5] Shoji S, Delgado J, Mosier A, et al. Use of controlled release efficiency and to conserve air and water quality [J]. Common Soil Sic Plant Anal, 2001, 32(7-8):1051-1070.
- [6] Shoji S, Kanno H. Use of polyolefin-coated fertilizers for increasing fertilizer efficiency and reducing nitrate leaching and nitrous oxide emissions [J]. Fertilizer Research, 1994, 39:147-152.
- [7] 郑圣先,刘德林,聂军,等. 控释氮肥在淹水稻田土壤上的去向及利用率[J]. 植物营养与肥料学报,2004,10(2):137-142.
- [8] 韩瑛祚,姜春荣,王秀娟. 保护地氮减量施用对辣椒产量及品质的影响[J]. 北方园艺,2010(10):76-78.
- [9] 李可夫,王鑫,肖朝霞,等. 包膜控释尿素对大棚辣椒的增产及土壤肥力效应的研究[J]. 土壤通报,2007,38(5):915-918.
- [10] 黄云,廖铁军,向华辉. 控释氮肥对辣椒的生理效应及利用率研究[J]. 植物营养与肥料学报,2008,8(4):414.
- [11] 唐拴虎,张发宝,黄旭,等. 缓/控释肥料对辣椒生长及养分利用率的影响[J]. 应用生态学报,2008,19(5):986-991.
- [12] 鲁如坤. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,2001:25-114.
- [13] 许仙菊,高豫汝,张永春,等. 硫包衣尿素对辣椒产量、品质及氮肥利用率的影响研究[J]. 土壤,2010,42(4):574-578.
- [14] 张发宝,唐拴虎,徐培智,等. 缓释肥料对辣椒产量及品质的影响研究[J]. 广东农业科学,2006(10):47-49.

Effect of Controlled Release Nitrogen Fertilizer on the Growth of Green Pepper

PENG Qiang, LI Xu-hua, LI Hai-yan, LI Wei, TANG Shen-xin, LIU Xu-feng

(College of Resource and Environmental Sciences, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018)

Abstract: The effects of different treatments of fertilizer on the yield, quality, plant nutrient content and dry matter accumulation in vegetable greenhouse were studied, by the method of field test. There were five treatments: completely blank (T1), habitual N management of the local farmers (T2), and the same amount of controlled release nitrogen fertilizer, P and K (T3), 80% controlled release nitrogen fertilizer and 100% P and K (T4), 80% controlled-release fertilizer and 80% P and K (T5) on pepper yield. The results showed that T3 treatment had the highest yield, increased 12.3% compared with T2. Compared with T2 and T3, T5 treatment did not significantly reduce yield. In the 40 days after planting, the pepper N, P, K content reached maximum in all the treatment. T3 treatment had the highest dry matter accumulation and N, P, K accumulation, and the N, P, K accumulation of T4 treatment was higher than T2 treatment. The green pepper vitamin C content difference was not significant among T2, T3 and T4. The green pepper soluble sugar content changed little among all the treatment. T3, T4, T5 treatment green pepper nitrate levels were significantly lower than the T2 treatment ($P < 0.05$). Considering the farmers habitual fertilizer application, 80% controlled release nitrogen and the same amount of P, K could guarantee a higher yield and better fruit quality.

Key words: green pepper; controlled-release fertilizer; nutrient accumulation; yield; fruit quality