

# 控释肥对“红富士”苹果生长发育的影响

高文胜<sup>1</sup>, 杨力<sup>2</sup>, 李林光<sup>3</sup>, 王敏<sup>1</sup>, 王玉霞<sup>3</sup>, 张民<sup>4</sup>

(1. 国家缓控释肥工程技术研究中心, 山东 临沂 276700; 2. 山东省资源与环境研究所, 山东 济南 250100;

3. 山东省果树研究所, 山东 泰安 271018; 4. 山东农业大学, 山东 泰安 271018)

**摘要:**研究了控释肥对“红富士”果园土壤有机质和 pH、叶片矿质元素、叶绿素含量、新梢生长量和果实品质的影响。结果表明:施肥降低了果园土壤的 pH 和有机质含量,施用控释肥果园的 pH 要高于普通复合肥,不同控释肥处理对土壤 pH 的影响有一定的差异;控释肥提高了叶片 N、P 和 K 的含量,不同控释肥处理之间 N 和 K 差异较为明显;相同含量控释肥提高了苹果叶片中 Ca、Mg 和 Fe 的含量,降低了 Cu、Mn 和 Zn 的含量;控释肥处理明显提高了叶片叶绿素含量和增加了新梢生长量;控释肥提高了果实硬度、果实可溶性固形物、可溶性糖和维生素 C 含量,降低了果实单果重和可滴定酸含量,对果形指数的影响不明显。

**关键词:**控释肥;“红富士”苹果;土壤环境;矿质元素;叶绿素;果实品质

**中图分类号:**S 661.106<sup>+</sup>.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)20-0149-04

土壤施肥是改善果园土壤养分供应的有效技术,早已在生产上广泛应用,并成为作物增产增质的重要因素<sup>[1-3]</sup>。控释肥由于肥效期长,养分释放速率与作物的需肥规律基本吻合,能简化施肥技术,提高肥料养分利用率和劳动效率,并减轻肥料流失对土壤和环境的污染,有效改善了作物根际环境,促进了作物生长发育和产量、质量的提高,在生产中得到较快应用<sup>[4-5]</sup>。

目前大多数苹果主产区果园肥料利用率低,土壤酸化现象严重,施肥劳动力紧缺,已成为制约苹果产业健康可持续发展的主要因素<sup>[2-5]</sup>。为此,该试验采用山东金正大生态股份有限公司生产的苹果专用控释肥,设计不同试验处理,研究控释肥对盛果期果园根域环境的影响,探讨控释肥对果园土壤有机质、pH 和矿质元素含量的影响,以期为控释肥在果树上的应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于 2011 年在蒙阴野店镇北晏子村进行,供试

品种为生产上主栽的“红富士”,10 a 生乔化树,基础为八棱海棠,株行距为 4 m×3 m,选择树势基本一致树作为试验树;供试土壤情况为,碱解氮 112.04 mg/kg,速效磷 97.34 mg/kg,速效钾 291.20 mg/kg,pH 5.46,有机质含量 1.40%。

供试肥料为山东金正大生态股份有限公司生产的果树专用控释肥,分别是果树专用控释肥 A(20-10-15)、果树专用控释肥 B(19-7-19),均为树脂包膜掺混肥;对照肥料处理(CCF)为山东农大肥业科技有限公司生产的普通氮磷钾复合肥 C(20-10-15)。

### 1.2 试验方法

将供试树 3 株为 1 个小区处理,设 5 个处理,每处理 3 次重复,共计用树 45 株(表 1)。

肥料于 2011 年 3 月 23 日施入,施肥用量分别为每株 2.5 kg。在树冠下开 6 条沟,沟深 20 cm 左右,沟宽 25 cm 左右,施肥沟挖好后,将肥料撒入施肥沟,上覆适量挖出的熟土用锄头拌匀,肥土充分混合后再覆剩余的土,施肥后进行浇水。

### 1.3 项目测定

1.3.1 土壤 pH 和有机质含量 取 0~20 cm 土层的土壤。取土点选在树冠外缘正下方内侧,避开施肥坑。每个处理采集 3 个混合土样,每个混合土样分别由 3 株树的土壤混合而成,每株对角线 4 点取样。土样带回室内,晾干,磨细,过 1 mm 筛,检测。土壤 pH 测定采用土壤 pH 计检测,土壤有机质测定采用重铬酸钾容量法-外加热法。

**第一作者简介:**高文胜(1971-),男,山东寿光人,博士,高级农艺师,现主要从事植物营养与果树栽培生理研究与技术推广工作。E-mail:gaowensheng@sina.com.

**责任作者:**张民(1958-),男,山东嘉祥人,博士,教授,博士生导师,现主要从事土壤环境化学与植物营养研究工作。E-mail:m-zhang@sdaa.edu.cn.

**基金项目:**山东省博士后创新项目专项资金资助项目(201102003);“十二五”国家科技支撑计划资助项目(2011BAD11B02);山东省科技发展计划资助项目(2012GGC30003)。

**收稿日期:**2012-05-29

表 1

果树专用控释掺混肥田间试验设计

处理代号	处理内容	667 m <sup>2</sup> 施纯养分量(N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O)	计算每株施用量
CK	不施肥	0-0-0	0
CCF	复合肥(20-10-15)	(0.5-0.25-0.375)×667 m <sup>2</sup> 株数	复合肥 2.5 kg
CRF1	金正大控释肥 A(20-10-15)	(0.5-0.25-0.375)×667 m <sup>2</sup> 株数	控释肥 A-2.5 kg
CRF2	金正大控释肥 A(20-10-15)减 N 30%,P,K 补施	(0.35-0.25-0.375)×667 m <sup>2</sup> 株数	控释肥 A-1.75 kg,18%过磷酸钙 0.417 kg,50%硫酸钾 0.225 kg
CRF3	金正大控释肥 B(19-7-19)	(0.475-0.175-0.475)×667 m <sup>2</sup> 株数	控释肥 B-2.5 kg

1.3.2 叶片矿质元素测定 果实采收前,每处理随机选择 5 株试验树,每株树随机采集树冠外围中部功能叶片 50 片,共计 250 个叶片。相关测定指标及方法为:叶片全氮:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>消化凯氏定氮法;全磷:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>消化钒钼黄比色法;全钾:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>消化火焰光度法;钙、镁、铁、锰、铜、锌测定:HNO<sub>3</sub>-HClO<sub>4</sub>消煮原子吸收分光光度法。

1.3.3 叶绿素含量测定 每处理随机选取 30 片树冠外围成熟叶片,避开叶脉用叶绿素计 SPAD-502(美能达,日本)测定叶片的 SPAD 值(叶色值)。

1.3.4 新梢生长量测定 落叶后,每处理随机量选取 30 个新梢,用米尺测量其长度。

1.3.5 果实品质的测定 果实采收时,每处理随机选择 5 株试验树,每株树随机采集树冠外围中部果实 10 个,共计 50 个果实。单果重使用上海精天电子天平(精度 0.1 g)测量,可溶性固形物含量使用成都万辰 WY032T 手持折光仪测定,果实纵横径使用上海量具 0~150 mm 游标卡尺测量,果实硬度使用 GY-1 型果实硬度计测量,可溶性糖采用蒽酮比色法测定,可滴定酸采用氢氧化钠滴定法测定,维生素 C 采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 控释肥对土壤 pH 和有机质含量的影响

由图 1 可知,施肥降低了“红富士”果园土壤的 pH 值,施用控释肥果园的 pH 要高于普通复合肥,说明控释肥能减轻对土壤的酸化作用;不同控释肥处理也有一定差异,减氮 30%的 CRF2 处理的 pH 值最高,为 5.41,高出普通肥料 0.26,说明低氮利于减轻土壤酸化。施肥降

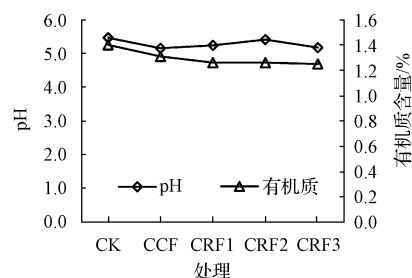


图 1 控释肥对“红富士”果园土壤 pH 和有机质含量的影响  
低了土壤的有机质含量,不同控释肥处理和普通复合肥之间差异不显著。

### 2.2 控释肥对叶片矿质元素的影响

由表 2 可知,相比普通复合肥和不施肥,控释肥提高了叶片 N、P 和 K 的含量,3 个控释肥处理的平均 N、P、K 含量比普通复合肥分别高出 2.5%、10.0% 和 6.3%,比不施肥处理分别高出 20.0%、10.0% 和 12.5%,不施肥处理叶片的 N、P、K 含量最低。不同控释肥处理之间 P 含量差异不大,N 和 K 差异较为明显,其中 CRF2 的 N 含量最低,K 含量最高,这应与肥料减氮增钾有关。

从总体来看,相比普通复合肥,同含量控释肥提高了苹果叶片中 Ca、Mg 和 Fe 的含量,降低了 Cu、Mn 和 Zn 的含量;不同控释肥处理,Ca、Mg 和 Fe 含量差异不明显,而 Mn、Cu 和 Zn 差异显著,叶片中 Mn 含量最高的 CRF1 比最低的 CRF2 高出 21.4%,叶片中 Cu 含量最高的 CRF2 比最低的 CRF1 高出 40.7%,叶片中 Zn 含量最高的 CRF3 比最低的 CRF1 高出 33.5%。

表 2

控释肥对叶片矿质元素的影响

处理	N /%	P /%	K /%	Ca /mg·kg <sup>-1</sup>	Mg /mg·kg <sup>-1</sup>	Fe /mg·kg <sup>-1</sup>	Mn /mg·kg <sup>-1</sup>	Cu /mg·kg <sup>-1</sup>	Zn /mg·kg <sup>-1</sup>
CCF	1.85	0.10	0.90	4 023.74	177.15	141.18	91.01	4.60	2.93
CRF1	1.87	0.12	0.94	4 282.02	189.50	147.18	86.90	4.20	1.70
CRF2	1.85	0.10	1.02	4 260.55	183.92	154.76	71.57	5.91	2.26
CRF3	1.97	0.11	0.91	4 305.09	169.52	163.67	77.92	4.45	2.27
CK	1.58	0.10	0.85	4 274.86	167.02	144.99	82.64	4.75	1.77

### 2.3 控释肥对叶绿素含量的影响

由表 3 可知,反映叶片叶绿素含量和氮素营养水平的 SPAD 值(叶色值),以控释肥处理最高,其次为普通复合肥处理,不施肥处理最低;等量控释肥处理的 SPAD

值分别比普通复合肥处理和不施肥处理高出 3.4% 和 4.7%;不同控释肥处理之间差异不明显。

### 2.4 控释肥对苹果新梢生长量的影响

由表 3 可知,控释肥处理显著增加了新梢生长量,等

表 3 控释肥对苹果新梢生长量和 SPAD 指数的影响

处理	新梢生长量/cm	SPAD 指数
CCF	96.17	58.0
CRF1	109.40	60.0
CRF2	113.60	59.0
CRF3	110.53	59.8
CK	87.00	57.3

量控释肥处理分别比普通复合肥处理和不施肥处理高出 13.8% 和 25.7%; 不同控释肥处理之间差异不明显。

### 2.5 控释肥对“红富士”苹果品质的影响

从控释肥对“红富士”苹果品质影响的结果看,控释肥提高了果实硬度、果实可溶性固形物、可溶性糖和维生素 C 含量,降低了果实单果重和可滴定酸,对果形指数的影响不明显。CRF1 等量控释肥比普通复合肥处理的可溶性固形物、可溶性糖、维生素 C 含量分别高出 9.4%、11.5%、73.3%,果实单果重和可滴定酸分别降低 13.0% 和 16.2%。

表 4 控释肥对“红富士”果实品质的影响

处理	单果重/g	果形指数	可溶性固形物/%	硬度/kg·cm <sup>-2</sup>	可溶性糖/%	可滴定酸/%	维生素 C/mg·kg <sup>-1</sup>
CCF	261.1	0.79	12.7	7.7	10.4	0.43	10.1
CRF1	231.1	0.79	13.9	8.5	11.6	0.37	17.5
CRF2	254.7	0.80	12.6	8.1	10.7	0.31	10.7
CRF3	220.8	0.79	13.7	8.0	11.7	0.34	11.8
CK	212.1	0.79	12.7	7.5	10.8	0.40	9.6

### 3 结论与讨论

相比普通复合肥,控释肥提高了果实品质、果园土壤 pH 值、叶片叶绿素含量和主要矿质元素含量,增加了新梢生长量;不同控释肥处理之间,果实品质、果园土壤 pH 值、叶绿素含量、新梢生长量、叶片中 P、Ca、Mg 和 Fe 的含量差异不大,N、K、Mn、Cu 和 Zn 差异较为明显。

根系是树体生长发育的中心,其生长发育状况直接影响地上部树体的生长发育与产量、质量的形成。根域环境的改变可直接影响根系的生长发育,从而影响植株的整体生长发育、果实产量和质量<sup>[1,3-4]</sup>。控释肥有效提高了肥料利用率,春季一次性施肥基本可以满足苹果整年生长发育的需求,可以有效的控制养分释放速率而提高养分利用率,减少年周期中 N、P、K 的投入量,特别是氮肥的用量,有效地节省果品生产成本<sup>[6-10]</sup>。该试验研究表明,施肥降低了果园土壤的 pH,但控释肥比普

通复合肥对土壤的 pH 影响小,尤其是减氮处理最高,说明控释肥包膜抑制了肥料的快速释放,减轻了对土壤的酸化,同时减少氮肥的施用,也可以一定程度上减轻果园土壤酸化。叶片中叶绿素在光合作用中起着关键作用,叶片中叶绿素含量与施氮量呈正相关,与叶片氮含量呈正相关;叶片丰富的矿质营养可促进果树的生长发育和开花结果<sup>[10]</sup>。该研究表明,控释肥可有效提高叶片氮磷钾和 Ca、Mg、Fe 等矿质元素的含量,显著增加了新梢生长量,提高了果实硬度、果实可溶性固形物和维生素 C 含量,从而促进果树的生长发育和果实品质的提高。

为减少过多氮投入对果园土壤的负面影响,该试验设计了减氮处理,从试验结果来看,减氮 30% 处理未对果树的生长发育造成不良影响,说明实际生产中可以减少氮肥的施用,以改善果园土壤环境条件和促进果实品质的提高,进一步提高果品效益。

由于是第 1 年试验,加上试验树存在一定的差异性,所以部分指标需要进一步进行定位试验研究,以期获得更准确的结果。但 1 a 的试验结果表明,从提高果园对肥料的利用率、减少肥料对果园土壤的不利影响、促进果树生长发育、提高果实品质和减少施肥的劳动投入来看,控释肥在苹果生产上应用前景广阔。

### 参考文献

- [1] 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.
- [2] 高文胜,吕德国. 苹果有袋栽培基础[M]. 北京:中国农业出版社,2010:7-9.
- [3] 杨洪强. 绿色无公害果品生产全编[M]. 北京:中国农业出版社,2003:147.
- [4] 张民,史衍玺,杨守祥,等. 控释和缓释肥的研究现状和进展[J]. 化肥工业,2001,28(5):27-30.
- [5] 张民,杨越超,宋付朋,等. 包膜控释肥料研究与产业化开发[J]. 化肥工业,2005,32(5):24-28.
- [6] 邵蕾,张民,陈学森,等. 控释氮肥对土壤和苹果树氮含量及苹果产量的影响[J]. 园艺学报,2007,34(1):43-46.
- [7] 陈宝成,马丽,张民,等. 控释肥对草莓生长及土壤养分的影响[J]. 北方园艺,2010(1):7-10.
- [8] 王连新,栾翠华,张兆伟,等. 包膜控释肥对设施草莓生长及产量品质的影响[J]. 山东农业科学,2010(3):51-55.
- [9] 俞巧刚,朱本岳,叶雪珠. 控释肥在柑桔上的应用研究[J]. 浙江农业学报,2001,13(4):210-213.
- [10] 赵林,姜远茂,彭福田,等. 控释肥对红将军和嘎啦苹果品质及产量的影响[J]. 落叶果树,2010(3):1-4.

## Effect of Controlled Released Fertilizer on Growth and Development of ‘Fuji’ Apple

GAO Wen-sheng<sup>1</sup>, YANG Li<sup>2</sup>, LI Lin-guang<sup>3</sup>, WANG Min<sup>1</sup>, WANG Yu-xia<sup>3</sup>, ZHANG Min<sup>4</sup>

(1. National Engineering Research Center for Slow/Controlled Release Fertilizers, Linshu, Shandong 276700; 2. Agricultural Resources and Environment Institute of Shandong Agriculture Science Academy, Jinan, Shandong 250100; 3. Shandong Institute of Pomology, Tai'an, Shandong 271000; 4. Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018)

# 现代密集型农业生产模式下农田土壤肥力质量演化趋势研究

胡 明

(渭南师范学院 化学与生命科学学院,陕西省多河流湿地生态环境重点实验室,陕西 渭南 714000)

**摘 要:**以 1982 年全国土壤普查材料为背景值,对 2010 年关中灌区农田土壤养分状况做了系统研究,分析了白水县土壤养分的变异趋势。结果表明:关中灌区土壤有机质、全氮、碱解氮、有效磷含量均比 1982 年土壤普查时有很大程度的提高,速效钾整体呈现出下降趋势。当地农业用地土壤养分的提高与化肥投入量和秸秆还田等现代化农业耕作方式有关。

**关键词:**农田土壤;土壤肥力;质量演化;关中灌区

**中图分类号:**S 151 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)20-0152-04

在现代农业发展中,土壤肥力的高低将直接影响到单位面积产量,从而影响农业产出。我国现阶段正处于由农业国家向工业国家转型时期,农业人口正逐步减少,为保证在农业人口减少前提下提高农业产量,农用地质量高低有着非常重要的影响。在长年密集型经营模式下,土壤肥力质量演化趋势的研究将对分析农业可持续健康发展状况起到积极作用。沈其荣<sup>[1]</sup>研究表明,由于农业生产水平与复种指数的提高,耕地质量出现了令人担忧的征兆,综合表现为土壤基础肥力与 20 世纪 80 年代相比仍在继续下降,土壤物理性状变差(如耕层变浅、容重增加),土壤缓冲能力下降,各种污染加剧等,

已明显地制约着农业可持续发展。刘克桐<sup>[2]</sup>通过 10 个定位监测点在 1998~2004 年的定位监测平均值与第 2 次土壤普查值相比,发现河北省几种主要耕种农田土壤有机质、全氮和速效磷均增加,其中增幅最大的是速效磷,而速效钾则有所降低。耕层中氮盈余,磷富积,而钾盈亏不一。

现通过不同时期白水县土壤主要养分含量的对比,分析在现代密集农业生产模式下农田土壤肥力质量的演化趋势,探求区域土壤质量在可持续发展中存在的问题,以便更好的为当地农业稳定发展提供技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

白水县位于陕西省东北部,地处东经 109°16′~109°45′,北纬 35°4′~35°27′之间,处于关中平原与陕北高原的过渡地带,属暖温带大陆性季风气候,多年平均气温 11.4℃,无霜期 207 d 左右,多年平均降水 577.8 mm,日照充足,光热资源丰富。全县总面积 986.6 km<sup>2</sup>,其中耕

**作者简介:**胡明(1978-),男,硕士,讲师,现主要从事土地利用和水土保持方面及农业化学方面的研究工作。E-mail:hm5109@163.com.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(41171061);陕西省科技厅资助项目(2010JM5014);渭南市科技计划资助项目(2011KYJ-7)。

**收稿日期:**2012-05-16

**Abstract:** The effect of controlled released fertilizer of 'Fuji' orchard was studied, including soil organic matter, pH value, contents of mineral elements and chlorophyll in leaves, shoot length and fruit quality. The results showed that fertilizing decreased the pH value and mineral elements content of soil. The pH value of applying CRFs was higher than that of applying common compound fertilizer, and the effect of applying different CRFs on soil pH value exhibited some differences. Contents of N, P, K in leaves increased by applying CRFs, and there was obvious differences of applying different CRFs. The contents of Ca, Mg and Fe in leaves with applying CRFs increased higher than that with applying same content common compound fertilizer, conversely, the contents of Cu, Mn and Zn reduced. With CRFs' application, contents of chlorophyll in leaves and shoot length increased apparently. There was same change in firmness, soluble solid, soluble sugar and content of VC of fruit. But the weight of single fruit and titratable acid of fruit reduced, but there was no significant effect on fruit shape index.

**Key words:** controlled released fertilizer; 'Fuji' apple; soil environment; mineral elements; chlorophyll; fruit quality