

# 苹果园有机肥替代化肥效果分析

傅国海<sup>1</sup>, 姜娟<sup>2</sup>, 栗海英<sup>3</sup>, 徐洋<sup>1</sup>, 周璇<sup>1</sup>, 杜森<sup>1\*</sup>, 荆棘<sup>3</sup>

(1. 全国农业技术推广服务中心, 北京 100125; 2. 辽宁省绿色农业技术中心, 沈阳 110000; 3. 兴城市乡村振兴服务中心, 辽宁 葫芦岛 125100)

**摘要:**为探究有机肥替代不同比例化肥(基肥)对苹果产量的影响,开展苹果园有机肥替代化肥试验,设置了有机肥替代化肥(基肥)20%、40%、60%和100%处理,并分析了不同处理的苹果产量、投入产出情况以及不同处理的化肥偏生产力(PFP)。结果表明:有机肥替代化肥(基肥)能够提高苹果产量,提高商品果率,有机肥替代40%化肥(基肥)和有机肥替代60%化肥(基肥)均能够显著提高苹果产量。综合分析,有机肥替代40%化肥(基肥)的667 m<sup>2</sup>平均纯收入最高,且化肥用量减少19.5%,提高了化肥偏生产力,能够实现化肥减量增效。

**关键词:**苹果;有机肥;化肥;替代;产量;减量增效

中图分类号:S661.1

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2021)04-0065-04

## Analysis on the Effect of Organic Fertilizer Replacing Chemical Fertilizer in Apple Orchard

FU Guohai<sup>1</sup>, JIANG Juan<sup>2</sup>, LI Haiying<sup>3</sup>, XU Yang<sup>1</sup>, ZHOU Xuan<sup>1</sup>, DU Sen<sup>1\*</sup>, JING Ji<sup>3</sup>

(1. National Agricultural Technology Extension and Service Center, Beijing 100125; 2. Liaoning Green Agricultural Technology Center, Shenyang 110000; 3. Xingcheng Rural Revitalization Service Center, Huludao 125100, China)

**Abstract:** In order to explore the effect of organic fertilizer substitution for chemical fertilizer (base fertilizer) on apple yield, the experiment of organic fertilizer substitution for chemical fertilizer in apple orchard was carried out. The treatments of 20%, 40%, 60% and 100% organic fertilizer substitution for chemical fertilizer (base fertilizer) were set up. The apple yield, input and output of different treatments and the partial factor productivity of fertilizer (PFP) under different treatments were analyzed. The results showed that the substitution of organic fertilizer for chemical fertilizer (base fertilizer) could increase apple yield and commercial fruit rate. The substitution of organic fertilizer for 40% chemical fertilizer (base fertilizer) and 60% chemical fertilizer (base fertilizer) could significantly increase apple yield. Comprehensive analysis shows that the average net income per 667 m<sup>2</sup> of organic fertilizer replacing 40% chemical fertilizer (base fertilizer) is the highest, and the amount of chemical fertilizer is reduced by 19.5%, which improves the PFP of chemical fertilizer and can achieve chemical weight loss and increase efficiency.

**Key words:** Apple; Organic fertilizer; Chemical fertilizer; Substitution; Yield; Reduction and increase efficiency

苹果是我国第一大水果,全国苹果种植面积约3 500万亩,苹果种植面积和产量均占世界总量的40%以上<sup>[1]</sup>。但是,在我国苹果产业快速发展的同时,追求高产和保护生态环境安全之间的矛盾日益突出。据调查,当前我国苹果园化肥投入普遍过量,果园氮磷钾用量远高于欧美国家,带来了肥料利用率低,生态环境污染等系列问

题<sup>[2-3]</sup>。同时,苹果园偏重化肥,轻有机肥,造成果园土壤有机质含量较低,果实品质下降,严重影响了苹果产业的绿色发展<sup>[4]</sup>。

随着农业供给侧结构性改革的推进以及农业绿色发展的理念逐步深入,有机肥在农业生产中的应用逐步扩大<sup>[5]</sup>。我国有机肥总养分量约7 000多万吨,实际利用不足40%,有机肥资源应用潜力巨大<sup>[6]</sup>。2017年农业农村部发布了《开展果菜茶有机肥替代化肥行动方案》,鼓励在果园中实施有机肥替代化肥,建立化肥与有机肥相结合的科学施肥制度。有机肥含有丰富的有机物,果园、菜地、茶园施用有机肥能够增加土壤有机质含

收稿日期:2019-12-04

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFD0201100)

作者简介:傅国海(1991-),男,农艺师,硕士,主要从事肥料技术推广应用工作。

通讯作者:杜森,男,研究员,E-mail: dusen@agri.gov.cn

量、改善土壤结构、提高土壤肥力,同时能够提高土壤微生物和土壤酶活性,促进土壤养分转化,改善土壤养分状况,提高肥料利用效率<sup>[6-10]</sup>。果园施用有机肥还能够促进果树生长,提高苹果品质,增加苹果产量,实现提质增效的目的<sup>[11-13]</sup>。

苹果园有机肥替代化肥在增加土壤有机肥、改良土壤状况、提高苹果产量和品质的同时,还减少了化肥施用。为探索最佳的有机肥替代化肥比例,本试验研究了有机肥替代不同比例化肥对苹果产量、经济效益及化肥偏生产力的影响,为苹果园有机肥替代化肥提供支撑。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

试验在辽宁省兴城市苹果园中进行,果园土壤肥力均匀、地势平坦、管理水平较好。供试果园苹果品种为“寒富”,树龄一致,40株/667 m<sup>2</sup>,产量3 000 kg/667 m<sup>2</sup>左右。试验地土壤有机质22.9 g/kg,全氮1.15 g/kg,速效钾202 mg/kg,有效磷27.2 mg/kg,pH 6.7。

供试肥料选择苹果碳基专用肥40%(16-12-12)、复混肥42%(16-6-20)和商品有机肥(有机质≥45%,N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O≥5%)。

### 1.2 试验设计

试验共设置5个处理,每个处理选5株树势、产量水平相近的苹果树,每个处理设3次重复,2016~2018年连续3年开展定位(定株)试验,每年施肥处理一致,试验排列见图1。

处理1	处理2	处理3	处理4	处理5
处理3	处理4	处理5	处理1	处理2
处理5	处理1	处理2	处理3	处理4

图1 试验处理排布图

处理1为对照(CK),常规施肥,即秋基施40%(16-12-12)果树碳基专用肥1.25 kg/株。果实膨大期追施42%(16-6-20)复混肥1.25 kg/株,分1~2次施用。处理2为有机肥替代20%化肥做基肥,即秋季基施商品有机肥7.5 kg/株+40%(16-12-12)果树碳基专用肥1 kg/株。处理3为有机肥替代40%化肥做基肥,即秋基施商品有机肥15 kg/株+40%(16-12-12)果树碳基专用肥0.75 kg/株,追肥同处理1。处理4为有机肥替代60%化肥做基肥。即秋基施商品有机肥22.5 kg/株+40%(16-12-12)果树碳基专用肥0.5 kg/株。处理5为有机肥替代100%化肥做基肥,即秋基施商品有机肥30 kg/株。处理2~处理5追肥同处理1。基肥采用条沟法,施肥深度30 cm;追肥采用放射沟法,施肥深度15 cm。各小区除施肥措施不同外,其他灌水、除草、病虫害防治、化控等田间管理措施均一致。

2016~2018年每年9月开始收获计产。各试验小区多次采摘,单独收获计产。试验数据为三年平均值。

### 1.3 数据分析

数据采用Microsoft Excel 2010软件处理及列表,采用SPSS 25.0软件进行数据显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同施肥处理对苹果产量的影响

由表1可知,有机肥替代不同比例化肥对苹果产量的影响不同。处理3(有机肥替代40%化肥)和处理4(有机肥替代60%化肥)能够显著提高苹果产量。增产分别为81.9 kg/667 m<sup>2</sup>和83.5 kg/667 m<sup>2</sup>,增产率分别为2.4%和2.5%。其他处理相对处理1增产不显著。有机肥替代化肥可以提高商品率,能够提高苹果的品质,其中处理3(有机肥替代40%化肥)商品果率较对照提高3.2%。

表1 苹果产量调查表

处理	产量				商品果率 (%)	kg		
	1	2	3	平均值		667 m <sup>2</sup>	667 m <sup>2</sup> 增产	增产率(%)
处理1(CK)	415.8	420.6	418.5	418.2	3 345.6b	84.3	-	-
处理2	421.3	423.9	418.5	421.2	3 369.9ab	86.4	24.3	0.7
处理3	425.5	428.9	430.9	428.4	3 427.5a	87.5	81.9	2.4
处理4	429.9	426.5	429.5	428.6	3 429.1a	88.0	83.5	2.5
处理5	420.6	425.8	423.8	423.4	3 387.2ab	86.5	41.6	1.2

### 2.2 苹果有机肥替代化肥经济效益分析

由表2可知,通过有机肥替代化肥能够提高苹果产量,增加产值。综合分析有机肥、化肥和人工等其他投入,处理3(有机肥替代40%化肥)

的纯收入最高,达到12 291.4元/667 m<sup>2</sup>。虽然处理4的商品果产量较高,但是有机肥投入成本增加,纯收入反而降低。

表2 苹果经济效益分析

处理	投入(元/667 m <sup>2</sup> )			商品果产量 (kg/667 m <sup>2</sup> )	产值 (元/667 m <sup>2</sup> )	纯收入 (元/667 m <sup>2</sup> )
	有机肥	化肥	其他			
处理1(CK)	-	306.3	1 500	2 820.3	13 537.4	11 731.1
处理2	180	275.0	1 500	2 911.6	13 975.7	12 020.7
处理3	360	243.8	1 500	2 999.0	14 395.2	12 291.4
处理4	540	212.5	1 500	3 017.6	14 484.5	12 232.0
处理5	720	150.0	1 500	2 929.9	14 063.5	11 693.5

注:苹果商品果4.8元/kg,商品有机肥600元/t,果树碳基肥3 125元/t,复混肥3 000元/t

### 2.3 不同施肥处理对化肥偏生产力的影响

由表3可知,通过有机肥替代化肥直接减少了化肥的投入量。同时,随着有机肥施用量的增加,化肥的偏生产力逐步提高。结合上述有机肥替代化肥对苹果产量及收益的分析,处理3与处理4能够获得较高的产量,同时处理3能够获得更高的经济效益,即在增加产量和收益的前提下,处理3比处理1化肥投入量减少8 kg/667 m<sup>2</sup>,减少19.5%,能够最大程度实现化肥减量增效。

表3 化肥偏生产力分析

处理	有机肥投入 量(kg/667 m <sup>2</sup> )	化肥投入量 (kg/667 m <sup>2</sup> , 折纯)	产量 (kg/667 m <sup>2</sup> )	化肥偏生 产力(PFP)
处理1(CK)	-	41	3 345.6	81.6
处理2	300	37	3 369.9	91.1
处理3	600	33	3 427.5	103.8
处理4	900	29	3 429.1	118.2
处理5	1 200	21	3 387.2	161.29

## 3 结论与讨论

建立化肥与有机肥相结合的科学施肥制度是苹果园实现土壤环境优化和果树丰产稳产的保障。苹果园在化肥施用的基础上,实施有机肥替代化肥,不仅能够为果树生长提供营养,减少化肥施用量,同时还能改善土壤理化性状和果树根系养分吸收,提高苹果产量和品质<sup>[14-15]</sup>。

有机肥替代化肥能够提高苹果产量。一方面,有机肥中含有氮磷钾等养分能够供果树利用,另一方面,有机肥能够增加土壤微生物数量及调节微生物种群平衡,改善土壤理化性状,促进土壤缓效养分的释放<sup>[16]</sup>,对于提高苹果产量有着重要作用。研究表明:有机肥替代40%化肥(基肥)和有机肥替代60%化肥(基肥)苹果增产显著,而过低或过高的替代比例不能实现显著增产的目的,因此要合理实施有机肥替代化肥。

有机肥替代化肥提高了苹果经济效益。苹果的经济效益与产量和品质紧密相关。研究表明:通过合理地实施有机肥替代化肥,不仅苹果产量显著提高,而且苹果的商品果率提高。虽然有机肥的施用增加了用肥成本,但是苹果产量和品质提升带来了更大的经济效益。有机肥替代40%化肥(基肥)的经济效益增幅最大,而过多或过少的替代比例增幅降低,因此要合理实施有机肥替代化肥。

有机肥替代化肥减少了化肥用量,提高了化肥偏生产力。有机肥本身含有的包括氮、磷、钾在内的丰富的营养元素,能为果树提供营养,替代部分化肥养分。同时,通过有机肥改善土壤性状而活化的土壤缓效养分也能够抵减部分化肥用量<sup>[17]</sup>。有机肥替代40%化肥的苹果产量、经济效益最高,且化肥用量减少8 kg/667 m<sup>2</sup>,化肥减量19.5%,化肥减量增效效果显著。

综上所述,合理地确定有机肥替代化肥比例,能够有效发挥有机肥在苹果生产中的增产提质、化肥减量的作用。通过进一步研究苹果园有机肥施用技术,对于实现苹果产业绿色、优质、高效发展具有重要意义。

### 参考文献:

- [1] 沈欣,李燕青,李壮.苹果实施有机肥替代化肥的问题及建议[J].中国农技推广,2018,34(8):7-10.
- [2] 葛顺峰,朱占玲,魏绍冲,等.中国苹果化肥减量增效技术途径与展望[J].园艺学报,2017,44(9):1681-1692.
- [3] 葛顺峰,郝文强,姜翰,等.烟台苹果产区土壤有机质和pH分布特征及其与土壤养分的关系[J].中国农学通报,2014,30(13):274-278.
- [4] 寇建村,杨文权,李尚玮,等.我国果园土壤有机质研究进展[J].北方园艺,2016(4):185-191.
- [5] 周建斌.作物营养从有机肥到化肥的变化与反思[J].植物营养与肥料学报,2017,23(6):1686-1693.
- [6] 尹彩侠,孔丽丽,李前,等.优化施肥条件下有机肥部分替代化肥对水稻产量、养分吸收及转运的影响[J].东北农业科学,2020,45(6):59-63.

[ 7 ] 徐 洋,辛景树.加快推进果菜茶有机肥替代化肥的绿色智慧[J].中国农技推广,2018,34(12):58-60.

[ 8 ] 邹原东,范继红.有机肥施用对土壤肥力影响的研究进展[J].中国农学通报,2013,29(3):12-16.

[ 9 ] 彭星星,郭 正,张玉娇,等.长期有机肥与化肥配施对渭北旱塬苹果园水分生产力和土壤有机碳含量影响的定量模拟[J].植物营养与肥料学报,2018,24(1):33-43.

[ 10 ] 董一漩,屠乃美,魏 征,等.施肥模式对不同基础地力稻田培肥和水稻产量的动态影响[J].东北农业科学,2019,44(2):13-18.

[ 11 ] 姜远茂,彭福田,张宏艳,等.山东省苹果园土壤有机质及养分状况研究[J].土壤通报,2001,32(4):167-169.

[ 12 ] 杨世琦,张爱平,杨淑静,等.典型区域果园土壤有机质变化特征研究[J].中国生态农业学报,2009,17(6):1124-1127.

[ 13 ] 张丽娜,李 军,范 鹏,等.黄土高原典型苹果园地深层土壤氮磷钾养分含量与分布特征[J].生态学报,2013,33(6):1907-1915.

[ 14 ] 路克国,朱树华,张连忠.有机肥对土壤理化性质和红富士苹果果实品质的影响[J].石河子大学学报(自然科学版),2003,7(3):205-208.

[ 15 ] 李来贵,李永伟,魏海云,等.有机肥对苹果品质影响的试验研究[J].山西果树,2019(1):7-8.

[ 16 ] 王小英,同延安,刘 芬,等.陕西省苹果施肥状况评价[J].植物营养与肥料学报,2013,19(1):206-213.

[ 17 ] 杨忠赞,迟凤琴,隋虹均,等.基于多元线性回归研究有机肥替代对土壤养分及产量的影响[J].东北农业科学,2021,46(2):37-42,102.

(责任编辑:刘洪霞)

(上接第 19 页)盐碱胁迫对大白菜种子萌发影响研究结果一致,所以低浓度的混合溶液处理高于对照组,也说明耐盐碱性更好<sup>[15]</sup>;其他各品种在 50 mmol/L 盐碱混合溶液处理时随盐碱胁迫浓度上升各指标呈下降趋势的结果与赵颖等对混合盐碱溶液处理藜麦种子的研究结果一致<sup>[16]</sup>,高离子浓度对种子造成中毒而抑制其萌发。由于混合溶液中存在碱性盐,pH=10.8 高胁迫协同作用使藜麦发芽受到抑制,具体生理机制还要进一步研究。

本试验通过隶属函数法对供试的 8 个藜麦品系进行综合评价,2K5 和 Q13-7 的耐盐碱性较好,土黄藜、Q13-13、YY6 和 SCI 的耐盐碱性为中等,而黄藜和红藜的耐盐碱性较差。因此进行耐盐碱性藜麦品种的培育,可优先选择 2K5 和 Q13-7。本研究可为筛选和培育抗盐碱性强的新品种,多元化栽培和生态环境改善提供一定的理论基础。

参考文献:

[ 1 ] 杨发荣,黄 杰,魏玉明,等.藜麦生物学特性及应用[J].草业科学,2017,34(3):607-613.

[ 2 ] Jacobsen S E,Mujica A,Jensen C R. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors[J].Food Rev. Int,2003,19(2):99-109.

[ 3 ] Mikako,Toshinobu. Unstability of Genomic Constitution of Polyploid Oat[J].Advances in Chromosome Sciences,2001,9(1):23-38.

[ 4 ] Escuredo O, Martin G I M, Moncada G W, et al. Amino acid Profile of the quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) using near infra-

red spectroscopy and chemometric techniques[J].Journal of Cereal Science, 2014, 60(1): 67-74.

[ 5 ] 王晨静,赵 习,陆国权,等.藜麦特性及开发利用研究进展[J].浙江农林大学学报,2014,31(2):296-301.

[ 6 ] 张 磊,侯云鹏,王立春.盐碱胁迫对植物的影响及提高植物耐盐碱性的方法[J].东北农业科学,2018,43(4):11-16.

[ 7 ] 李丽丽,姜奇彦,牛风娟,等.藜麦耐盐机制研究进展[J].中国农业科技导报,2016(2):31-40.

[ 8 ] 韩瑞宏,卢欣石,高桂娟,等.紫花苜蓿抗旱性主成分及隶属函数分析[J].草地学报,2006,14(2):142-146.

[ 9 ] 郭 园,张玉霞,杜晓艳,等.盐碱胁迫对油用向日葵幼苗生长及含水量的影响[J].东北农业科学,2016,41(2):20-24.

[ 10 ] 张余莽,李 楠.混合盐碱胁迫对多年生黑麦草种子萌发的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2016(12上):142-143.

[ 11 ] 宋广树,朱秀侠,孙 蕾,等.水稻品种长白 9 号的耐盐碱机理分析[J].东北农业科学,2016,41(2):5-8.

[ 12 ] 殷立娟,祝 玲.羊草苗对盐碱胁迫的反应和适应性[J].东北师大学报(自然科学版),1989(4):87-95.

[ 13 ] 郭瑞峰,张永福,任月梅,等.混合盐碱胁迫对谷子萌发、幼芽生长的影响及耐盐碱品种筛选[J].作物杂志,2017(4):63-66.

[ 14 ] 修 妤,梁晓艳,石瑞常,等.混合盐碱胁迫对藜麦萌发的影响[J].山东农业科学,2018,50(9):51-55.

[ 15 ] 高汝勇.混合盐碱胁迫对大白菜种子萌发及幼苗生长的影响[J].河南农业科学,2011,40(1):121-123.

[ 16 ] 赵 颖,魏小红,赫亚龙,等.混合盐碱胁迫对藜麦种子萌发和幼苗抗氧化特性的影响[J].草业学报,2019,28(2):156-167.

(责任编辑:王 昱)