

微生物有机无机复混肥对陕北苹果产量及品质的影响

孙超¹, 田稼¹, 姚培鑫¹, 党永¹, 张晓琦¹, 杨明琰²

(1.陕西省微生物研究所, 陕西 西安 710043; 2.长安大学环境科学与工程学院, 陕西 西安 710064)

摘要:通过在陕西渭北旱塬红富士苹果园设置肥效对比试验, 探讨施用微生物复混肥与施用传统肥料对红富士苹果产量、品质的影响。结果表明: 施用微生物研究所研制的苹果专用微生物复混肥后, 产量与对照相比均有提高, 最高增长幅度为 28.82%, 最低为 3.06%; 单果重平均为 233.88 g, 平均提高 15.83%; 商品果率平均为 80.80%, 平均提高 8.67%; 糖度平均为 13.52%, 平均提高 4.79%; 硬度平均为 9.61 kg/cm², 平均提高 3.58%。说明施用微生物复混肥在提高产量、改善苹果品质方面效果显著。

关键词:微生物有机无机复混肥; 产量; 品质; 渭北旱塬

中图分类号: S144.1; S661.1

文献标识码: A

文章编号: 1004-874X(2013)17-0057-03

Effects of a microbial organic-inorganic compound fertilizer on yield and quality of fuji apple in Weibei dry plateau

SUN Chao¹, TIAN Jia¹, YAO Pei-xin¹, DANG Yong¹, ZHANG Xiao-qi¹, YANG Ming-yan²

(1. Shaanxi Province Institute of Microbiology, Xi'an 710043, China;

2. School of Environmental Science and Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: By selecting apple orchards, we conducted comparative experiments to evaluate the effects of a microbial organic-inorganic compound fertilizer (experiment group) and conventional inorganic fertilizer (control group) on the the yield and quality of Fuji apple cultivated in Weibei dry plateau. The results showed that the microbial organic-inorganic compound fertilizer developed by Shaanxi Institute of Microbiology increased yield per 667 m² of Fuji apple, the increasement of yield ranged from 3.06% to 28.82%. Average weight was 233.88 g per apple, increased by 15.83%. Average commodity fruit rate was 80.80% with 8.67% increasement. Average saccharine degree was 13.52% with 4.79% increasement, and average firmness was 9.61 kg/cm² with 3.58% increasement. This study validated that the microbial organic-inorganic compound fertilizer had a significant effect on improvement of yield and quality of Fuji apple.

Key words: microbial organic-inorganic compound fertilizer; yield; quality; Weibei dry plateau

陕西省是我国苹果第一生产大省, 2011 年苹果栽植面积及产量分别达到 112 万 hm² 和 1 333 万 t, 分别占世界苹果种植面积和产量的 7.8% 和 9.4%, 其总产量已经超过了美国等其他苹果生产国, 已经成为陕西省的支柱产业^[1]。但目前, 化肥的过多、过滥使用, 已经严重影响到了土壤整个生态环境的健康, 使苹果的品质发展到了瓶颈期。虽然现在已经越来越多的人意识到这个问题, 但肥料产品线的单一, 以及农户对经济效益的追求, 使肥料污染问题日趋严重^[2]。

近年来, 微生物肥料产业迅猛发展, 已成为我国农业生物产业中的重要组成部分^[3]。但是, 作物对营养元素的需求是单独施用生物肥料远远满足不了的, 因此, 如何将微生物菌剂加入有机肥、无机肥或复合肥中, 形成一种有机、无机、微生物复合的营养全面、易于施用的肥料, 成为一种受大家关注的热点问题^[4-6]。

苹果专用微生物有机无机复混肥料^[7]是陕西省微生物研究所根据渭北苹果主栽区果区地域环境及社会国情

研制开发的一种含有活性微生物的新型肥料。该复混肥将耐高渗透压的特定有效活性微生物与氮磷钾化学肥料、天然有机质、螯合态微量元素等经过对辊冷压造粒后四组份合一^[8], 是一种比较全面的为果树提供营养的生态型复混肥。为了证明该肥料的效果, 项目组于 2008 年 9 月至 2012 年 11 月在陕西省洛川县 12 个果园进行肥料大田试验示范, 对单产、单果重、商品果率、糖度、硬度等指标进行测定。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验示范于 2008 年 9 月至 2012 年 11 月在陕西省洛川县 5 个乡镇进行, 具体地块见表 1。塬面平均海拔 1 100 m, 黄土层厚 80~140 m, 年均气温 9.2℃, 昼夜温差 12.8℃, 降雨量 620 mm, 日照时数 2 525 h, 日照率达 58%。供试果园总面积 70 501.9 m², 基砧为楸子, 中间砧为 M7, 主栽品种为岩富 10 号。树龄 13~15 年。供试土样为黄绵土。各试验地土壤肥力情况见表 2^[9]。

主要仪器: 糖度仪、硬度计、0.01 g 电子天平、0.01 kg 磅秤。

1.2 试验方法

为了检验该微生物复混肥与普通化肥在同等经济投入情况下的增产增质对比, 经过成本核算我们安排每年试验地

收稿日期: 2013-04-22

基金项目: 陕西省科学院科技计划项目 (2007k-新 2); 陕西省科技统筹创新工程计划项目 (2011KTZB02-02-05)

作者简介: 孙超 (1986-), 男, 在职硕士生, 研究实习生, E-mail: sunchao@sxim.ac.cn

通讯作者: 张晓琦 (1955-), 女, 研究员, E-mail: zhangxq282@163.com

表 1 洛川县试验、示范果园情况

试验时间	地点	果园数量 (个)	总面积 (m ²)	果园密度 (株/667m ²)
2008—2009	黄章乡方相村	1	2668	28
	旧县镇洛阳村	1	2001	28
	永乡乡西安宫村	1	6670	54
	京兆乡北安善村	3	4669	28
	延安果树试验场	2	40020	48
2011—2012	示范园 1	2	4669	33
	示范园 2	1	4469	28

苹果专用微生物复混肥(特定微生物≥1 000 万/g,N-P-K≥30%,有机质≥10%)每 667 m² 施用量为 160 kg(其中化肥与其他原料比例为 2:1),对照肥料为尿素、磷酸二铵、硫酸钾各 48 kg/667m²(化肥价格为 2008 年 10 月的价格)

试验开始前在果园中挑选长势一致且无病虫害的红富士苹果树为供试材料。施肥方式为平行沟施肥,沟长 2 m,沟深 30 cm,沟宽 25 cm,沿树冠株距方向开挖,每棵树两条平行沟,施肥后覆土。各处理肥料均分 2 次同期施入:基肥(2008 年 11 月 15 日及 2011 年 11 月 5 日,70%)、果

表 2 洛川县苹果园土壤养分测定结果

地点	有机质 (%)	速效氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	有效铁 (mg/kg)	有效锌 (mg/kg)	硼 (mg/kg)
黄章乡	1.140	8.149	5.004	171.070	6.153	0.725	0.365
旧县镇	1.096	13.460	8.078	221.401	6.445	1.014	0.485
示范 1	0.774	11.076	11.047	158.791	5.186	0.816	0.442
示范 2	1.034	69.210	13.909	347.031	4.534	0.800	0.526
延果场	0.929	15.746	29.493	206.628	5.734	0.871	0.461

实膨大期(2009 年 6 月 2 日及 2012 年 5 月 30 号,30%)。供试果园剪枝、病虫害防治、疏花疏果等管理措施与当地果园一致^[10]。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 产量 每个处理选有代表性的苹果树 5 株,逐株采收所有的苹果,用精度为 0.01 kg 的磅秤分别计量、记录。然后用每株树的平均产量乘以每块地单位面积的树数即为总产量。

1.3.2 单果重 随机选定 5 株树,每株树从东南西北 4 个方向各摘 1 个悬空果,共摘取 20 个样品果,分别称重,然后求其平均值即为苹果的单果重。

1.3.3 商品果率 每个处理选出 3 株树,对每株树选东、南、西、北的 4 个大枝上的苹果,逐个查验,将有瑕疵的苹果一律判定为次果。计算每株树的商品果率。

1.3.4 糖度 手持糖度计调零后将苹果汁滴于糖度仪的载玻片上,盖上盖子,观察目镜中的刻度,所读数字即为该苹果的糖度。每个苹果测定两个不同的面,将所有样品

果所测的糖度值求平均数。

1.3.5 硬度 在苹果中部削去 1 cm² 果皮,将硬度计针头垂直于果面插入,到刻度即停止。观察表盘上指针所指数值即为苹果的硬度。每个苹果测定相对的两个面,求所有样品果硬度的平均值^[11-12]。

使用 IBM Spss 20.0 和 Excel 2013 进行数据统计。

2 结果与分析

2.1 产量

施用微生物复混肥与普通化肥对红富士苹果产量的影响如表 3 所示。结果表明,施用微生物复混肥处理的产量比对照平均增产 11.99%,最高达到 28.82%。示范 1 和示范 2 由于果园产量基数本来就很大,故增幅有限,只有 3.06%和 4.10%。说明微生物复混肥在增加低产、中产果园的产量上,有着更为显著的效果。使用 Spss 20.0 进行单因素方差分析,处理间 P=0.0058<0.01,两个处理间的差异极显著。

表 3 苹果产量结果 (kg/667m²)

处理	延果场	黄章	旧县	永乡	京兆	示范 1	示范 2	平均	平均
普通化肥(CK)	2209.57	1989.40	1953.04	2707.92	2059.18	3141.60	3979.20	2885.9971aA	2885.9971aA
微生物复混肥(kg)	2769.26	2562.70	2101.71	3058.85	2329.46	3237.60	4142.40	2577.1299bB	2577.1299bB
比 CK 增产(%)	25.33	28.82	7.61	12.96	13.13	3.06	4.10	11.99	11.99

注:同列数据后小写英文字母不同者表示经 LSD 法检验差异显著,大写英文字母不同者表示差异极显著。

2.2 商品果率

由图 1 可知,各试验地块中施用微生物复混肥处理的商品果率均大于对照组的商品果率,黄章乡试验地的商品果率最高达到了 89.00%,其中以延果场的增幅最为明显,达到 13.53%。商品果增长率与对照果园优果率呈负相关趋势,对照果园优果率越低,其增长幅度越大。表明苹果

专用微生物复混肥对商品果率低的低值果园,有着更为明显的效果。通过 T 检验,df=6,P<0.01,两个处理间的差异极显著。

2.3 单果重

施用微生物复混肥与普通化肥对红富士苹果单果重的影响如图 2 所示。其中黄章乡试验地的单果重及增长率

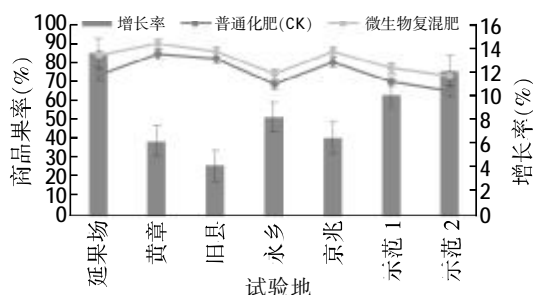


图1 施用两种不同肥料对苹果商品果率的影响

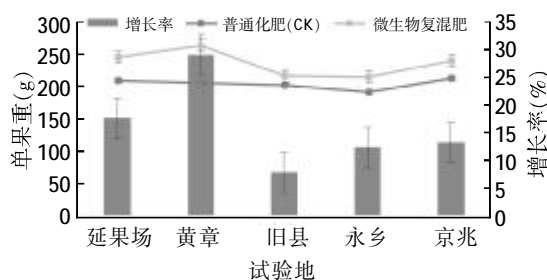


图2 施用两种不同肥料对苹果单果重的影响

都是最高的,分别达到 261.5 g 和 28.82%,其大部分试验地增长率都在 10%以上,表明该肥料在提高果实大小方面,有着重要的作用。通过 T 检验, $df=4, 0.01 < P=0.012 < 0.05$, 两个处理间差异显著。

2.4 糖度

施用微生物复混肥与普通化肥对红富士苹果糖度的影响如图 3 所示。结果表明,施用微生物复混肥糖度最高达到 14.80%,施用微生物复混肥的糖度相对于对照的增长率最低仅为 1.61%,最高为 10.28%,其他试验地相对集中于 4%。而且对照糖度相对较低的试验地,其增长率的幅度也较低。通过 T 检验, $df=4, 0.01 < P=0.034 < 0.05$, 两个处理间差异显著。

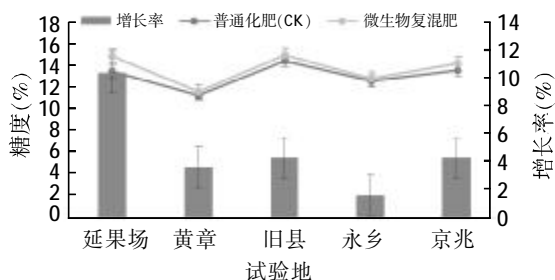


图3 施用两种不同肥料对苹果糖度的影响

2.5 硬度

施用微生物复混肥与普通化肥对红富士苹果硬度的影响如图 4 所示。结果表明,施用微生物复混肥处理的糖度相对于对照平均增幅为 3.67%,最高为 7.79%,最低仅为 0.10%。通过 T 检验, $df=4, P=0.072 > 0.05$, 两个处理间差异不显著。

3 结论与讨论

3.1 施用苹果专用微生物复混肥与普通化肥对苹果产量

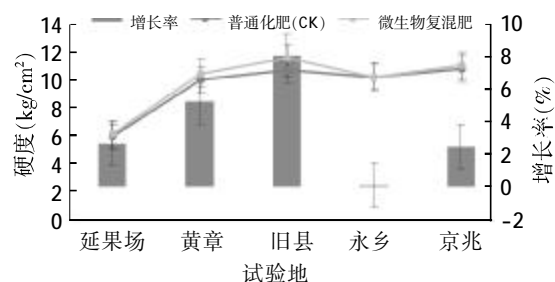


图4 施用两种不同肥料对苹果硬度的影响

的影响

苹果作为陕西省的第一大经济作物,与陕西省农民的经济收入是密切相关的,其中与收益最为相关的就是产量的问题,也是果农最关心的问题。通过试验示范的结果,单产平均增加 11.99%,特别是对于低产及中产果园,有着更为显著的效果。这与田亨达等^[3]在水稻、小麦上取得的结果相一致。由于该微生物复混肥其中 1/3 的部分都是纯有机质及辅料,可直接降低果园内单位面积施用的化肥,降低污染,同时其中的微生物能够通过自身代谢作用,将土壤中已经被固定了的 P、K 等化学元素释放出来,提高了化肥的利用率,同时释放出代谢物质,促进植物的吸收作用,进一步降低化肥的残留,降低了污染^[4]。由于当时试验设计是按照每 667 m² 固定投入总数,所以种植密度越小的果园的单个果树施肥量就越大,根据试验结果我们推断,如果继续增加该微生物复混肥的施用量,其增产效果应更加显著。

3.2 施用苹果专用微生物复混肥与普通化肥对苹果品质的影响

通过 Spss20.0 数据分析可以看出,该苹果微生物复混肥料能极显著提高商品果率,也能显著提高单果重和苹果糖度,但对苹果硬度的影响不显著。这与王宝申等^[5]在苹果、葡萄、梨、李上的试验结果相同。说明该肥料中的微生物在降低化肥施用量的同时,单果重平均增加 15.91%,商品果率平均增加 8.46%,糖度平均增加 4.89%,硬度平均增加 3.67%。说明该肥料确实是一种专为苹果设计,以提质增产为目的,增加果农收入的新型微生物复混肥。

3.3 苹果专用微生物复混肥经济效益分析及应用前景展望

苹果的销售收入,绝大部分取决于苹果产量与品质的好坏。2012 年底,红富士商品果的收购价格为 4.6 元/kg,非商品果可能只能卖到其价格的 1/4。按照黄章乡试验地的提质增产效果计算,在不增加投入的情况下,每 667m² 可增收近 2 800 元,这还不算肥料的种类减少而节省下来的人力成本。可见微生物复混肥对苹果的产量、品质以及对农民的收入方面都有着显著的提升作用。

总体来说,该苹果专用微生物复混肥对苹果在产量和品质上均有较好的提高。据试验果农反映该肥料还能增强树势,使叶片厚绿,座果率提高。随着土壤性质恶化、肥力下降、地下水污染和农产品品质降低,发展绿色和有机农产品是以后的趋势,因此大量推广这种微生物有机无机复

(下转第 63 页)

时影响顶果木生物量的累积与分配,施肥处理后茎、叶对总生物量的贡献最大;施单一营养元素的肥料促进苗木局部生长作用较明显,施磷肥表现出明显优越性,但从苗木长远生长前景来看,施用复混肥是较为合理的选择。

顶果木不同器官对营养元素的积累因施肥不同而不同。施肥处理均可以有效促进植物 N 元素累积,尤其以叶片贮藏量最大,说明叶片是重要的养分贮藏库,这与同为珍贵树种的灰木莲营养分配结果一致^[1]。顶果木单株干物质累积的营养元素大小排序为 $N>K>P$,这与张旭东等^[2]测定的用材树种马尾松干物质贮藏营养元素的大小排序相同,说明 N 元素对用材树种器官与结构支撑有重要作用。

顶果木对土壤中的营养元素吸收不同,因此土壤累积的全量养分和速效养分有所差异。全量养分作为土壤养分库,只有转化为速效的养分源才能被植物吸收利用。不同施肥处理下,土壤中的全量和速效养分都增加,说明顶果木能吸收的养分元素低于供应的养分,顶果木苗期施肥量要求不大,过量施肥不但没有促进植物生长,还会造成浪费甚至抑制其他元素的吸收,这样的施肥措施是不可取的。试验期限较短,对于林木生长而言还不能完全反映施肥对其生长的全部影响,本研究初步得出在顶果木苗期供应足够的 N 元素以及适量的 P 元素可以促进苗木迅速生长;从平衡施肥的角度,为保证林木合理生长,少量钾肥可促进顶果木根系伸展,调整林木根冠比,维持林木良好的生长质量。对于顶果木在生长过程中不同养分最

佳配比,需要进一步研究。

参考文献:

- [1] 杨成华.速生珍稀树种顶果木[J].贵州林业科技,1989,17(2):59-61.
- [2] 吕福基,袁杰,朱德金.顶果木的生物学特性及其繁殖栽培[J].云南林业科技通讯,1987(1):27-29.
- [3] 胡镇江.速生树种——顶果木[J].云南林业,1982(4):24-25.
- [4] 汪炳根.石灰岩山地适生树种栽培技术推广[A].中国西南石山地区第四次生态建设与扶贫开发研讨会[C].中国老科协林业分会林科院.2002:67-77.
- [5] 李干善.石山造林绿化树种引种简介[J].广西林业,1992(5):22.
- [6] GB/7884~7891—1987 森林土壤分析方法(第三分册)森林植物与森林枯枝落叶层分析[S].1987.
- [7] GB/7848~7858—1987 森林土壤分析方法(第三分册)森林土壤养分分析[S].1987.
- [8] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科学技术出版社,1999.
- [9] 张建国,李贻铨,万细瑞.NP 营养对杉木、湿地松、尾叶桉苗木干物质分配的影响[J].林业科学,2006,42(5):48-53.
- [10] 左海军,马履一,王梓,等.苗木施肥技术及其发展趋势[J].世界林业研究,2010,23(3):39-43.
- [11] 戴军,何斌,肖继谋,等.灰木莲人工林营养元素分配及其积累特征[J].林业科技开发,2012,26(4):39-43.
- [12] 张旭东,薛明华,许军.安徽马尾松人工林营养元素分配格局的研究[J].应用生态学报,1993,4(1):7-11.

(上接第 59 页)

混肥料是有利于我国农业发展的^[13,16-17]。

参考文献:

- [1] 李凤.陕西苹果生产优势的比较分析[J].广东农业科学,2012(4): 150-152.
- [2] 张粉.施用生物有机复合肥对苹果产量与品质的影响[J].现代农业科技,2011(8):282-288.
- [3] 刘健,李俊,葛诚.微生物肥料作用机理的研究新进展[J].微生物学杂志,2001(1):33-36,46.
- [4] 王迪轩,刘中华.复合微生物肥料在农业生产上的应用[J].科学种养,2011(11):6-7.
- [5] 郭永利.微生物肥料的研究进展及应用现状[J].陕西农业科学, 2012(4):134-136.
- [6] 丁旗.微生物肥料的作用及发展前景[J].吉林农业,2011(10):77.
- [7] 姚培鑫,田稼,孙超,等.一种果树专用复混肥的组方及制备方法 [P].CN200910022735.20091021.
- [8] 姚培鑫,艾绥龙,马英明,等.螯合态活性复混肥中钾细菌存活性

初探[J].西北农业学报,2001(3):59-62.

- [9] 赵静夫,郑宝仁.土壤与肥料[M].北京:北京大学出版社,2007: 219-254.
- [10] 梁成华.常用化肥及其施用技术[M].沈阳:沈阳出版社,1999:140-145.
- [11] 白沙沙,毕金峰,方芳,等.苹果品质评价技术研究现状及展望[J].食品科学.2011(3):286-290.
- [12] 田稼,孙超,杨明琰,等.黄土高原不同树龄苹果园土壤微生物、养分及 pH 的相关性[J].西北农业学报,2012(7):138-141.
- [13] 田亨达,张丽,张坚超,等.施用有机无机复混肥对太湖平原乌泥土稻麦生长的影响[J].南京农业大学学报,2012(1):69-74.
- [14] 赵晨曦,刘前刚,张志元.磷钾细菌解磷解钾能力的研究[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2004(6):519-521.
- [15] 王宝申,刘秀春,孙立群,等.生物有机肥在果树上的施用效果试验[J].广东农业科学,2007(9):49-58.
- [16] 潘莹.微生物肥料的优势及发展前景[J].中国商界,2010(8):354.
- [17] 陆刊,耿士均,王波,等.微生物肥料研究进展[J].安徽农业科学,2011(2):13445-13448.