

枝条堆肥对陕西渭北苹果品质、果树生长、土壤肥力的影响

杨双晓¹, 蒋会利², 李祥¹, 马丽君¹, 夏静¹

(1. 陕西省永寿县园艺工作站, 陕西永寿 713400; 2. 陕西省咸阳市农业科学研究院, 陕西咸阳 713400)

摘要: 苹果树冬剪枝条废弃处理, 不仅造成资源浪费, 也会引起环境污染。为探索苹果枝条综合利用新途径, 本文采用枝条粉碎发酵堆肥与当地常用的腐熟牛粪、生物有机肥、化肥进行对比试验, 研究苹果枝条粉碎发酵堆肥对果园土壤、果树生长及果实品质的影响。结果表明, 苹果枝条粉碎发酵堆肥作为秋施基肥与常规施肥种类相比, 可以显著提高果园土壤中 0~40cm 中的有机质含量, 降低土壤的容重, 促进果树叶片变大、增厚、百叶重增加, 有利于培养中庸健壮树势, 显著提高果实果径、单果重、可溶性固形物含量, 提升苹果果实品质。

关键词: 苹果; 枝条; 发酵堆肥; 土壤肥力; 品质

中图分类号: S661.1 文献标识码: A 文章编号: 0488-5368(2024)07-0086-05

Effects of Branch Compost on Apple Quality, Fruit Tree Growth and Soil Fertility in Weibei, Shaanxi

YANG Shuangxiao¹, JIANG Huili², LI Xiang¹, MA Lijun¹, XIA Jing¹

(1. Horticultural Work Station of Yongshou County, Yongshou, Shaanxi 713400, China;

2. Xianyang Academy of Agricultural Sciences, Xianyang, Shaanxi 713400, China)

Abstract: Disposing of pruned apple branches in winter not only results in resource wastage but also contributes to environmental pollution. To explore innovative approaches for the comprehensive utilization of apple branches, this study conducted comparative experiments. It compared shredded and fermented branch compost with locally prevalent materials such as composted cow manure, bio-organic fertilizer, and chemical fertilizer. The research aimed to assess the effects of shredded and fermented branch compost on orchard soil quality, tree growth, and fruit quality. The results showed that compared with commonly used fertilizers, shredded and fermented branch compost as autumn basal fertilizer could significantly increase the organic matter content in the 0~40 cm soil layer of the orchard. It also reduced the bulk density of the soil, promoted the growth of fruit tree leaves, and increased leaf weight, which was conducive to cultivating moderate and robust tree potential. Additionally, it significantly improved the fruit diameter, single fruit weight, soluble solids content, and enhanced the quality of apple fruit.

Key words: Apple; Branch; Fermentation compost; Soil fertility; Quality

苹果作为陕西省主要的经济作物, 是陕西省委、省政府确定的三个千亿级产业之一, 是陕西省农业六大支柱产业之一, 在农业增收、产业兴旺中发挥着重要作用^[1]。渭北地处黄土高原南缘, 该地区土层深厚, 光照强度大, 光质好、昼夜温差大, 空气干燥, 有利于苹果树体生长发育的平衡、营养

物质积累, 使果实含糖量高, 着色好, 果实风味浓郁、脆甜多汁、耐贮耐运, 深受消费者喜爱^[2]。渭北是陕西省的苹果主产区, 种植面积占全省的 66.2%, 产量占全省的 76.2%^[3]。为追求果园产量, 果农偏施以尿素为主的化肥, 轻视有机肥和微量元素元素的施入, 多数果园有机质亏缺、土壤养分失

收稿日期: 2023-12-29 修回日期: 2024-02-21

基金项目: 咸阳市 2022 年重点研发项目 (L2022-ZDYF-NY-010)。

第一作者简介: 杨双晓 (1982-), 男, 研究生学历, 高级农艺师, 主要从事苹果新品种引进及示范推广工作。

调,引起土壤板结、果实品质下降^[5-7],出现了“多的不好、好的不多”的现象,影响了苹果的销售,也影响了当地苹果产业可持续发展^[8-11]。

为改善果园的通风透光条件,果园每年都需要修剪,修剪下来的枝条,利用传统的焚烧方式,不仅造成资源浪费也会造成气体环境污染^[12];采用填埋处理,不仅费工费时、占用场地大,还会污染土壤^[13];修剪下来的枝条大多被散落在地头,成为腐烂病等病菌寄生的场所,引起果园腐烂病的加重发生^[14]。

本文通过研究苹果枝条粉碎发酵堆肥还田与腐熟牛粪、生物有机肥、化肥等常规施肥类型对比,研究对枝条粉碎发酵堆肥对果树生长、苹果品质及土壤肥力的影响,为实现苹果枝条无害化处理,变废为宝,促进苹果品质改善,为实现果园循环发展,节本增效提供试验基础和理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验地位于渭北旱塬永寿县生辉生态种养专业合作社示范基地,(108°88'E,34°42'N;海拔785.0 m),属于暖温带大陆性气候,冬季长而干寒,夏季短而温和。全年总日照时数为2 166.2 h,年总辐射量为114.77 kc/cm²。年平均气温为10.8℃,无霜期平均为210 d,全年降水量为610 mm,其中降雨量最大月份为7、8、9三个月,每月均在44 mm以上。果园为2017年12月栽植的瑞雪苹果,树龄7 a,砧木为M26自根砧,株行距为4×1.5 m,采用高细纺锤形树形培养,行间采取自然生草,株间清耕。

供试的苹果枝条发酵堆肥,为冬剪下来的新鲜枝条,用果枝粉碎机粉碎,木屑长度为3 cm左右(全氮含量0.62%,全磷含量为0.14%,全钾含量0.5%,全碳含量42%),之后加入陕西省微生物研究所研制的木屑专用复合发酵菌剂,发酵240 d,经测量,有机质含量62.4%,全氮含量1.1%,全磷含量0.14%,全钾含量0.79%。

供试的生物有机肥,为烟台天泰生物工程有限公司生产的金莱泰生物有机肥,有机质含量≥40%,有效活菌数≥0.2亿/g。

供试的腐熟牛粪,为当地肉牛养殖场的牛粪经过1年的充分发酵,完全腐熟,pH值为7.0,有机质含量为46.3%,全氮含量0.81%,全磷含量0.51%,全钾含量2.1%,全盐含量1.7%。

供试的高磷复合肥为嘉施利(应城)化肥有限

公司生产,总量含量≥45%,N含量为14%,磷含量为16%,钾含量为15%;尿素为渭河重化工有限公司,总氮含量≥46.3%;硝酸钙为山西交城天龙集团化工实业有限公司生产,总含N量≥15%,含钙量18%;硫酸钾产地为俄罗斯,K₂O含量≥52%。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计

试验设计4个处理,①T1:苹果枝条粉碎发酵堆肥75 m³/hm²;②T2:生物有机肥7 500 kg/hm²;③T3:牛粪75 m³/hm²;④CK(化肥):尿素750 kg/hm²。高磷复合肥750 kg/hm²(其中T2、T3、CK为果农常年施肥量,T1是参照T3施用量确定)。6棵树为一个小区,设3重复。2022年10月4日,在各处理苹果树行两侧树冠外围投影下采用开沟施肥,沟深、沟宽均为40 cm,将肥料分别与土壤混合后回填。其它季节管理与大田管理一样,肥水管理方面,2023年,所有处理3月上旬施入硝酸钙300 kg/hm²,6月上旬施入磷酸一铵300 kg/hm²;8月上旬施入硫酸钾300 kg/hm²,施肥均采用滴灌模式随水施入;同时做好果园生草和病虫害防治工作,9月底保叶率达95%以上,无明显病虫害。

1.2.2 测定指标及其方法

(1) 树体生长指标的测定^[15]。2023年9月20日,每个处理,随机选取3棵树,在每棵树上,分别在树冠的东、南、西、北4个方位,各采取外围新梢中部的叶片25片,每棵树累计采集100片,用电子天平秤测定叶片的百叶重,用游标卡尺测定叶片的百叶厚,测定叶片的长度和宽度,按照叶片面积=叶片长×叶片宽×0.66计算叶片面积;2023年11月15日,每个处理,随机选择3棵树,分别测定树冠新梢的长度。

(2) 果实品质的测定^[15]。10月10日,每处理中,选取3棵树,每棵随机选取树冠外围高度在1.3~2.0 m具有代表的果实15个,运回实验室,用1/100电子天平进行称量,计算苹果的单果重,用数显游标卡尺测定果实的纵径、横径,计算果形指数,用GY-1型果实硬度计测定果实硬度,用数显糖度仪测定果实的固形物含量。

(3) 土壤养分测定^[16]。果实采收后(2023年10月15日)采集土样。采集方法在树冠下方距主干60 cm处随机选取3个点,用土钻采集0~40 cm中的土层土壤,剔除杂物,将各层的土混合均匀后,运回实验室,进行土壤养分含量的测定,有机质用重铬酸钾容量法-稀释热法测定,全氮用开氏法测定,全磷用NaOH熔融-钼锑抗比色法测定,全钾用

NaOH 熔融-火焰光度法测定,土壤容重用环刀法测定^[17]。

1.3 样品采集与处理

数据采用 Excel 进行数据统计和 SPSS 22.0 进行数据分析。

2 试验结果分析

2.1 施肥对苹果枝、叶生长的影响

叶片是果树的主要功能器官,是进行光合作用的重要场所。由表 1 可以看出,T1 处理对应的苹果树叶片面积最大为 45.38 cm²,分别较 T2 增加 10.2%,较 T3 增加 16.5%,较 CK 增加 19.25%;T1 处理对应的百叶厚最厚为 46.17 mm,较 T2 处理

3.9%,较 T3 增加了 6.5%,较 CK 增加了 11.2%;T1 对百叶重的影响主要是由对叶片面积、百叶厚的综合影响所引起,T1 处理对应的百叶重最重为 102.57 g,较 T2 处理增加了 1.3%,较 T3 处理增加了 2.8%,较 CK 处理增加了 4.2%。外围新梢生长量是衡量中庸树势的重要指标,外围新梢过长、过短都不利于培养健康中庸树势,一般来说,外围新梢生长量在 30 cm 时,最有利培养中庸树势。由表 1 可以看出,T1 处理对应的外围新梢生长量,最接近 30 cm,与之相差绝对值为 2.27 cm,较 T2 处理与目标值相差 8.57 cm,减少 73.5%,较 T3 处理与目标值相差的 4.3 cm 减少 47.2%,较 CK 处理与目标的相差的 16.77 cm,减少 86.4%。

表 1 施肥对苹果枝、叶生长的影响

处理	叶片面积 /cm ²	百叶厚 /mm	百叶重 /g	外围新梢长度 /cm
T1	45.38±0.94a	46.17±0.25a	102.57±1.20a	27.73±2.84c
T2	41.17±3.02ab	44.42±0.55ab	101.23±1.72ab	38.57±3.70b
T3	38.95±0.47ab	43.35±1.00b	99.77±1.29ab	25.70±3.25c
CK	38.05±0.48ab	41.23±1.00c	98.47±0.60bc	46.77±1.15a

标注:不同小写字母代表具有差异显著性($p<0.05$),以下表中标注相同。

2.2 施肥对果实品质的影响

果径、果形指数、单果重、固形物含量、果实硬度是衡量果实品质的重要因素。从研究结果(表 2)可以看出,T1 处理对应的果实横径、单果重表现最优,分别较 T2 处理增加 11.7%、23.8%,较 T3 处理分别增加 6.3%、13.5%,较 CK 处理分别增加 9.5%、19.1%。T1 处理与其它处理对果形指数的影

响不明显,差异不显著。主要是瑞雪果形指数受自身特性的影响比较大,外界因素影响较小。T1 处理对应的固形物含量最高,与其它处理差异显著,较 T2 处理增加 11.6%,较 T3 处理增加 3.5%,较 CK 处理增加 22.3%。T1 处理对应的果实的硬度与其它处理略低,但差异不显著。

表 2 施肥对果实品质的影响

处理	果实横径 /mm	果形指数	单果重 /g	固形物含量 /%	果实硬度 (kg/cm ²)
T1	93.70±1.37a	1.06±0.00a	275.83±9.62a	17.50±0.36a	7.50±0.10c
T2	83.87±0.65c	1.02±0.01b	222.80±2.42b	15.67±0.21b	7.57±0.12bc
T3	88.10±1.54b	1.03±0.01b	236.83±5.50b	16.90±0.26a	7.67±0.12abc
CK	85.53±1.11b	1.02±0.01b	231.53±4.46b	14.30±0.10c	7.97±0.15a

2.3 施肥对土壤养分的影响

肥沃的土壤是苹果树获得优质高产的基础,由表 3 可以看出,T1 处理对 0~40 cm 土层中土壤不同养分的影响与其它处理影响有差异,其中 T1 处理对 0~40 cm 土层中土壤全氮、全磷、全钾含量的有机质含量明显高于其它处理,且差异显著,较 T3 处理,增加 23.1%,较 T2 处理增加 173.8%,较 CK

处理增加 286.6%。土壤容重是衡量土壤透气性的重要指标。由表 3 可以看出,T1 处理显著降低土壤的容重,与其它处理均差异显著,其中较 T3 处理降低 8.6%,较 T2 处理降低 22.1%,较 CK 处理降低 43.1%。均表现为养分含量指标低于 CK、T2、T3 处理。T1 处理对应 0~40 cm 土层中土壤中的有机质含量明显高于增施等量的牛粪,为增施生

物菌肥的3倍,增施化肥的4倍。

表3 不同施肥方案0~40cm 土壤中养分的影响

处理	全氮 (mg/kg)	全磷 (mg/kg)	全钾 (mg/kg)	有机质 (g/kg)	容重 (g/cm ³)
T1	104.10±0.56c	58.57±1.06d	284.73±1.99d	36.07±2.14a	0.95±0.03d
T2	114.63±2.15b	68.83±0.49b	325.93±2.53b	13.23±1.05c	1.22±0.10b
T3	108.17±1.69c	61.93±0.55c	303.97±2.54c	29.3±0.36b	1.04±0.02c
CK	126.03±2.00a	75.27±1.00a	360.83±9.14a	9.33±0.38d	1.67±0.10a

3 讨论

肥料对于改良土壤、提高土壤肥力具有十分重要的作用,适宜的肥料,不仅可显著提高土壤的营养水平,还可促进果树各营养器官健康茁壮生长,提升果实品质、提高单产^[18-21]。果树枝条既是水果生产过程中不可避免的残留物,又是一种可利用的资源,处理好两者的关系,对于保证水果产业的健康发展和支持相关产业的发展都具有十分重要的意义^[22,23]。杜春燕等人研究表明^[24],用有机肥替代化肥25%~50%,可在保证果实产量的基础上,同时提高土壤微生物数量及土壤酶活性,改善果实品质,是培肥土壤、提质增效的重要措施。杨明昊^[25]等人的研究表明,采用葡萄枝条堆肥还田后,葡萄园的土壤容重明显降低,有机质提高2倍以上,叶面积、叶比重显著增加,果实单穗重、可溶性固形物、可滴定酸、果实硬度均显著增加。曹刚^[26]等人研究表明,采用梨树枝条粉碎堆肥还田后,并追施生物有机肥可以有效提高果树的单株产量和改善果实品质。本文的研究从苹果枝条粉碎发酵堆肥与当地果园常用的施肥种类对苹果生长、品质及果园土壤养分影响方面来研究,得出的初步结论与前人相似。

从研究中,利用苹果枝条粉碎发酵堆肥作为秋施基肥,可使果园中0~40 cm 土层中土壤中的有机质含量明显高于增施同等含量的牛粪,是增施生物菌肥的3倍,是增施化肥的4倍,土壤的容重明显降低,土壤的透气性显著增加。配合来年春夏季的追肥,果园0~40 cm 土层土壤中的全氮、全磷、全钾含量与其它施肥种类达到同等水平。

在对果树生长影响方面,苹果枝条发酵堆肥可使苹果叶面面积增加,叶片增厚,百叶重增加,叶片的功能增强,这可能与果园土壤中有有机质增加,土壤容重下降,果树能够吸收更多的营养元素有关。果树外围新梢生长量更加接近中庸健壮树势所需

的生长量,有利于果树持续优质丰产。

在对果实品质影响方面,苹果枝条发酵堆肥可使果实的果径增加,单果重增加,果实中的固形物含量显著增加,这与增施苹果枝条发酵堆肥,促使叶片面积增大,叶片增厚,叶片中叶绿素光合效能增加,积累更多的营养物质,促使果实的品质更优。

本研究试验结果显示,苹果枝条粉碎发酵堆肥,可以改良果园0~40 cm 土层土壤中的养分结构,促进树体健壮生长,提升果实品质,但在0~40 cm 土层土壤中大量元素的补充、对果实的硬度提升方面还有一定的差距,再者枝条粉碎发酵堆肥施用量以当地腐熟牛粪为准,没有进行施用量深入研究,后期将继续研究枝条粉碎发酵堆肥最佳施用量以及化肥等传统常规施肥最优配合,以适应实际果业生产,促进果园节本增效。

参 考 文 献:

- [1] 李娅楠,邢燕,王雷存. 陕西苹果品种栽培现状及发展建议[J]. 陕西农业科学, 2021, 67(4): 78-81.
- [2] 邢磊,杨世琦,刘宏元. 陕西省渭北苹果主产区的农业可持续发展评价—以洛川、旬邑与白水县为例[J]. 中国农业大学学报. 2019, 24(7): 213-222.
- [3] 吴婉丽,刘鲜艳,杨双晓. 渭北旱塬矮砧苹果高效栽培技术[M]. 杨凌:西北农林科技大学出版社. 2022.
- [5] 王辉. 咸阳市渭北苹果施肥存在的问题及解决方法[J]. 陕西农业科学. 2017. 63(7): 77-78+88.
- [6] 李科,韩萍,马艳君. 有机肥对苹果产量及品质的影响[J]. 中国果菜, 2023(1): 71-75.
- [7] 师海斌,马亚军,张璐,等. 减量施氮配施复合微生物肥料对旱地苹果产量、品质的影响[J]. 陕西农业科学, 2023, 69(02): 87-91+104.
- [8] 赵政阳. 中国果树科学与实践[M]. 西安:陕西科学技术出版社. 2015.
- [9] 范宗珍. 庆阳苹果旱地矮化栽培技术[M]. 杨凌:西北农林科技大学出版社. 2019.
- [10] 杨文杰,吴发启,方丽. 陕西省渭北黄土高原苹果发展战略研究[J]. 西北农业学报, 2004, 13(3):

- 158-161.
- [11] 史星雲,徐珊珊,武月妮,等.陕西省苹果品种结构及生产效益现状调查[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2014,42(2):101-106.
- [12] 李传友,张莉,刘京蕊,等.不同果园枝条修剪量及资源化利用分析[J].中国果树,2022(4):80-83.
- [13] 刘丽丽,李建辉,郑雪良,等.果树枝条资源化利用研究进展[J].浙江柑橘,2016(4):5-8.
- [14] 李婧骅,孙一丹,梁嘉宜,等.果树废弃枝条资源化利用研究现状[J].农学学报,2023,13(10):31-36.
- [15] 张琦.《果树栽培学》实验实习指导书[M].北京:中国水利水电出版社,2013.
- [16] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,1981.
- [17] 依艳丽.土壤物理研究法[M].北京:北京大学出版社,2009.
- [18] 李鹏.园龄施肥方式种植模式对苹果园土壤紧实度的影响--以渭北苹果园为例[J].安徽农业科学,2016(21):98-99.
- [19] 郑朝霞,王颖,石磊.陕西省苹果主产区土壤有机质、氮磷钾养分含量与分布特征[J].植物营养与肥料学报 2017, 23(5): 1 191-1 198.
- [20] 于会丽,邵微,徐国益,等.含海藻酸水溶肥减施对苹果生长、品质和根域土壤养分的影响[J].中国果树,2023,40(2):242-251.
- [21] 侯战虎,郭雪婷.渭北苹果园肥水管理技术[J].落叶果树,2018,50(5):65-66.
- [22] 黄银,马金彪,李凯旋.新疆野果林苹果腐烂病病原菌鉴定及药用植物内生细菌对其抑菌效果[J].微生物学通报,2023, 50(1): 175-184
- [23] 杜文彪,刘尚巧,冒霞,等.具有苹果枝条降解及生防能力真菌的筛选与鉴定[J].甘肃农业大报,2022,10(5):118-125.
- [24] 杜春燕.有机肥替代化肥对果实产量、品质及土壤肥力的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2019.
- [25] 杨明昊,张艺灿,王孝娣,等.葡萄枝条堆肥对设施栽培葡萄园土壤和 87-1 葡萄生长发育的影响[J].中国果树,2023(4):78-81+86.
- [26] 曹刚,赵明新,胡霞,等.施用枝条堆肥对梨果和土壤质量影响效应的综合评价[J].果树学报,2021, 38(8):1 285-1 295.

(上接第 65 页)

- [4] 王莉,陆鸿英,鹿钰洁,等.不同套袋处理对庆村阳桃果实品质的影响[J].浙江农业科学,2023,64(7): 1 740-1 744.
- [5] 黄余年,张维,张群,等.采前套袋与未套袋处理对黄桃采后贮藏品质的影响[J].中国食品学报,2021, 21(6):231-242.
- [6] 樊进补,钟思玲,宋贞富,等.不同套袋处理对黔中地区‘锦绣’黄桃果实品质及栽培的影响[J].北方果树,2023(5):7-11.
- [7] 单阵.桃树疏果套袋新技术[J].烟台果树,2023(2): 46+48.
- [8] 温学聪.套袋桃出现大小果的原因及对策[J].现代农村科技,2023(6):60.
- [9] 徐磊,陈超.中国桃产业经济分析与发展趋势[J].果树学报,2023,40(1):133-143.
- [10] 王力荣,朱更瑞,等.桃种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2005.
- [11] 卢雯莹,赵磊,李天奇,等.蔷薇科植物果实花青苷积累研究进展[J].生物技术通报,2021,37(1): 234-245.
- [12] 王倩倩.苹果、桃栽培新技术[J].农业开发与装备,2020(8):172-173.
- [13] 马巧荣,张开祥,徐福利.苹果套袋与免套袋栽培比较分析[J].安徽农学通报,2021,27(21): 69-70+95.
- [14] 曹洪波,陈海江,张学英,等.桃现代栽培关键技术[J].河北果树,2023(3):1-3+6.
- [15] 王力荣.我国桃产业现状与发展建议[J].中国果树,2021(10):1-5.
- [16] 邹宗峰,王双磊,孟祥谦,等.苹果轻简化免套袋栽培技术[J].落叶果树,2022,54(4):86-87.
- [17] 贾爱英,李国栋,胡连昌,等.早熟梨免套袋栽培关键技术[J].果农之友,2023(8):7-9+12.
- [18] 张森,高小霞,童耀宏.苹果套袋和无袋化栽培技术思考[J].西北园艺(综合),2020(5):35-37.
- [19] 叶正文,苏明申,杜纪红,等.晚熟鲜食黄桃新品种——‘锦花’的选育[J].果树学报,2012,29(5): 952-953+712.
- [20] 王富荣,龚林忠,刘勇,等.5个黄肉桃新品种在湖北武汉的引种试验[J].中国南方果树,2022,51(4): 167-170.
- [21] 李桂祥,刘伟,董晓民,等.锦园、锦花黄桃的引种表现及栽培技术要点[J].落叶果树,2020,52(1): 33-35.
- [22] 孔祥振,王岩,董晓民.3个黄桃品种在山东曲阜的引种表现及栽培技术[J].中国果树,2023(5): 117-119.
- [23] 赵凯,王红,赵晓珍,等.5个黄桃品种在贵阳地区的引种评价[J].中国南方果树,2023,52(4): 194-196+199.
- [24] 徐泽,王安柱,赵彩平.陕西桃产业发展现状、存在问题与发展对策[J].西北园艺(果树),2022(6): 3-6.