



桃专用有机肥及配套施肥技术对桃园土壤理化性质及收益的影响

许佳琳¹,白平²,陈江生¹,张海¹,李世清³

(1. 西北农林科技大学 资源环境学院,陕西杨凌 712100;2. 延安市环境科学研究所,陕西延安 716000;
3. 西北农林科技大学 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室,陕西杨凌 712100)

摘要 旨在比较桃专用有机肥及配套施肥技术与化肥、农家肥对桃园土壤理化性质、鲜桃产量及效益的影响。在10 a生桃园(品种:浅洞白桃)基肥设置为,化肥(CK)、农家肥(T₁)、桃专用有机肥及配套施肥(T₂)3个处理组(各处理追肥相同)。结果显示,T₁和T₂处理与CK相比均降低土壤体积质量,增加土壤贮水量,显著提高土壤有机质含量,在0~20 cm土层中有机质较CK分别提高36.77%和33.73%;T₂处理提高土壤中速效养分含量,其0~60 cm土层碱解氮、有效磷、速效钾平均含量分别较CK提高7.34%、9.05%、5.90%;各处理桃年均产量为T₂>T₁≥CK,T₂处理的果实含糖量达到23°,糖酸比为33.23;专用肥及配套施肥技术能显著提高鲜桃的产量和品质,改善桃园土壤结构,提高土壤肥力。

关键词 桃专用有机肥;土壤体积质量;土壤贮水量;土壤养分;产量;收益

桃是陕西省仅次于苹果的第二大水果品种,随着人民生活水平的提高,近几年鲜桃种植面积不断扩大,陕西黄土高原地区台塬区,由于土层深厚、光照充足,降雨适中已成为中国鲜桃的优生区,特别是铜川孟姜源鲜桃已成为全国知名品牌。但目前该区存在着桃园施肥不科学,重氮轻钾、盲目施肥等问题。导致土壤养分供应不平衡,肥料利用率较低等现象^[1],甚至大量使用氮肥导致农业面源污染等一系列问题^[2-3]。因此,合理有效地施肥,提高肥料效率,研制高效、专用的肥料已成为现代农业科学领域研究的热点问题。如罗华等^[4]通过研究不同类型有机肥对肥城桃果实产量及品质的影响,指出有机肥能提高叶片的叶绿素a、叶绿素b、叶绿素a+b及类胡萝卜素含量,可明显地改善果实品质及土壤质量;岳宗伟等^[5]研究了樱桃专用有机肥对果园土壤及果实品质的影响,指出化肥配合有机肥的使用,可以明显提高土壤有机质、碱解氮、有效磷、速效钾含量和土壤脲酶、蛋白酶、碱性磷酸酶及脱氢酶活性;显著提高果实的维生素C含量和糖酸比,果实品质最好;赵日江等^[6]研究了几种不同有机肥对桃树的影

响,指出有机肥能够显著改善桃园土壤结构和营养水平,提高鲜桃的品质和产量等;但以上桃用有机肥的研究均局限于自配自制的有机肥,而在针对桃树的独特的生理需求而研制的专用有机肥方面报道很少,故本试验采用了西北农林科技大学研制的桃树专用有机肥及配套施肥技术,以期研究出该专用肥对桃园土壤的改善作用和对鲜桃产量及品质的影响。

1 材料与方法

1.1 桃树专用有机肥及配套施用肥料

旱坡地桃树专用有机肥,是西北农林科技大学肥料研究团队针对黄土高原台塬区桃园土壤养分特点而研制出的一种专用肥料,是由猪粪沼渣、食用菌种植废弃菌棒以及麦饭石等原料,经好氧发酵后,再按一定比例添加N、P、K等无机肥料重新配置而成的有机肥,其不仅含有桃树生长所需要的N、P、K大量元素及Cu、Fe、Zn、Mn等微量元素,又含有大量的有机质和有益微生物。本试验按照基肥施入专用有机肥,以基肥施用化肥和农家肥作为对比布置试验;做为配套施肥技术

收稿日期:2023-08-30 修回日期:2023-11-10

基金项目:陕西省技术创新引导专项(2021CGBX-23)。

第一作者:许佳琳,女,硕士研究生,研究方向为农业清洁生产理论与实践。E-mail:xujialin@nwafu.edu.cn

通信作者:张海,男,教授,研究方向为经济作物有机种植。E-mail:ylzh6@163.com

在桃坐果期、膨大期分别施入化肥作为追肥,其 N:P:K 分别为 1:1:1 及 1:1:2;收获后称取不同处理的产量,统计不同处理鲜桃的市场售价,在扣除肥料投入的基础上计算出本专用有机肥的使用效益。本试验在陕西省铜川市王益区孟姜源桃园进行,从 2020 年开始布置试验,2022 年结束,试验期间测定土壤含水量、N、P、K 及有机质等各个数据,以期为该桃树专用有机肥的大范围推广应用提供科学依据和技术参数。

表 1 供试果园土壤基础肥力 ($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Soil basic fertility of tested orchard

土层深度/cm Soil depth	有机质/(g·kg ⁻¹) Organic matter	碱解氮/(mg·kg ⁻¹) Alkali-hydrolyzed nitrogen	有效磷/(mg·kg ⁻¹) Available phosphorus	速效钾/(mg·kg ⁻¹) Available potassium
0~20	7.64±0.46	116.43±15.82	15.22±0.98	165.30±17.34
20~40	5.38±0.18	81.53±7.41	8.52±0.46	108.46±11.08
40~60	4.08±0.13	54.65±4.92	8.52±0.46	65.99±5.75

1.3 试验设计

试验以 220 m² 为一个处理小区,每小区有 18 株桃树,共设 3 个处理。不同处理主要体现在基肥的不同,分为 CK 组化肥、T₁ 组农家肥、T₂ 组桃专用有机肥 3 组处理(表 2),其基肥 N、P、K 含量折算成 N、P₂O₅、K₂O 含量相同,其比例为 N:P₂O₅:K₂O=1.5:1.5:1;做为配套施肥技

1.2 试验地的选取

在陕西省铜川市王益区孟姜源选取生长基本一致的 10 a 生桃园(品种:浅洞白桃)作为试验田,该桃园地理坐标为东经 109°06',北纬 34°59',海拔 689 m,年均气温 12 °C,降水量 550 mm,无霜期 204 d,昼夜温差较大。试验区桃园为地势平坦的坡地台田,面积约 4 000 m²,无灌溉条件,株行距为 3 m×4 m,树势中等,无病虫害。果园土壤类型为黄垆土,试验前土壤基础肥力见表 1。

术各处理在桃花期、坐果期、膨大期的追肥施肥量和施肥种类均一致,由尿素、磷酸二铵、博迪森钾肥组成,按照坐果期 N:P₂O₅:K₂O=1.5:1:1,膨大期 N:K₂O=1:1.8 的比例施用,试验重复 3 次,果园日常管理与普通果园一致。试验于 2020 年 1 月布置试验,至 2022 年桃采收后结束,结束后统计各处理的产量。

表 2 不同处理基肥施用的肥料种类及施肥量

Table 2 Types and amounts of fertilizers under different treatments of base fertilizers

kg·hm⁻²

处理 Treatment	施肥时间 Fertilization time	氮肥 Nitrogenous fertilizer			磷肥 Phosphate fertilizer		钾肥 Potassium fertilizer		有机肥 Organic fertilizer	
		N	尿素 Urea	P ₂ O ₅	过磷酸钙 Superphosphate	K ₂ O	过磷酸钙 Superphosphate	K ₂ O	过磷酸钙 Superphosphate	K ₂ O
CK	基肥 Base fertilizer	150	326	158	987.5	102	227	—	—	—
	坐果期 Fruit-setting period	150	326	105	626	101	224	—	—	—
	膨大期 Expansion stage	75	163	—	—	135	300	—	—	—
T ₁	基肥 Base fertilizer	150	326	158	987.5	102	227	300	74	192
	坐果期 Fruit-setting period	150	326	105	626	101	224	—	—	—
	膨大期 Expansion stage	75	163	—	—	135	300	—	—	—
T ₂	基肥 Base fertilizer	150	—	158	—	102	—	—	—	—
	坐果期 Fruit-setting period	150	—	105	—	101	—	—	—	—
	膨大期 Expansion stage	75	—	—	—	135	—	—	—	—

注:表中尿素含 N 46%,过磷酸钙含 P₂O₅ 16%,硫酸钾含 K₂O 45%;农家肥(牛粪)平均养分含量为 N 0.383%,P₂O₅ 0.095%,K₂O 0.231%;专用肥由猪粪沼渣、尿素、磷酸二铵、博迪森钾肥和硫酸钾构成,表中数字为化肥及有机肥的 N、P₂O₅、K₂O 含量及按照专用肥中猪粪沼渣含量折算的有机肥用量。

Note:Urea in the table contains 46% N,calcium superphosphate P₂O₅ 16%,and potassium sulfate 45% K₂O; The average nutrient content of farmyard manure (cow manure) is N 0.383%,P₂O₅ 0.095%,K₂O 0.231%; The special fertilizer consists of pig manure and biogas residue,urea,diammonium phosphate,bodyson potassium fertilizer,and potassium sulfate. The numbers in the table represent the N,P₂O₅,K₂O content of the fertilizer and organic fertilizer,as well as the amount of organic fertilizer converted based on the pig manure and biogas residue content in the special fertilizer.

1.4 测定指标及方法

1.4.1 土样的采集与测定 于每年果实采收后,采集各处理区域 0~60 cm 土样(每 20 cm 为一

层),随机布置 3 个样点,同层混合作为一个土样,每个处理 3 次重复,带回实验室风干过筛,用于土壤有机质及养分含量的测定,同时用环刀法测定

0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm 不同土层土壤体积质量及贮水量。

根据土壤体积质量、土壤质量含水率,可以计算出不同土层土壤贮水量,计算土壤贮水量,土壤贮水量=土壤体积质量×土层厚度×土壤质量含水率×10;土壤有机质采用重铬酸钾容量法测定;碱解氮采用碱解扩散法测定;有效磷采用 0.5 mol·L⁻¹ NaHCO₃ 浸提,钼锑抗比色法测定;速效钾采用 1 mol·L⁻¹ NH₄OAc 浸提,火焰光度计法测定^[7]。

1.4.2 果实样品的采集与测定 分别于 2020 年 9 月、2021 年 9 月和 2022 年 9 月果实成熟后,在每个处理区域以梅花取样法各随机摘取 10 个果实作为样品,用于果实品质的测定;将所有果实按区域收获称量,计算每个区域的总产量。可溶性糖用蒽酮比色法测定;维生素 C 用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定;可滴定酸用 NaOH 滴定法测定^[8]。

1.5 果园收益分析

1.5.1 产量统计 对每组处理(CK、T₁、T₂)的桃树进行定期产量监测,记录每年每公顷的鲜桃产量,并计算 3 a 的平均值。

1.5.2 售价记录 根据市场实际交易情况,记录

每年鲜桃的出售价格,并计算 3 a 的平均售价。特别关注 T₂ 组的果实品质(如大小、着色等),这些品质因素通常会影响到果实的售价。

1.5.3 收益分析 基于产量和售价数据,对每组处理的收益进行计算。考虑到不同处理可能存在的成本差异(如肥料投入、人工成本等),对每组处理的投入成本和售后净收入进行了详细分析。

1.6 数据处理

采用 Excel 2010 软件进行数据统计及绘图;采用 SPSS 21.0 软件进行单因素方差分析(ANOVA)和多重比较(Duncan)。

2 结果与分析

2.1 不同处理对果园土壤体积质量和土壤贮水量的影响

由表 3 可以看出,在土壤垂直 0~60 cm 剖面上,同一处理土壤体积质量均呈现依次递增的规律,且 0~20 cm 土层到 20~40 cm 土层增幅最大,出现这种情况主要因为果园表层土壤长期进行耕作的缘故。在 0~60 cm 土层中 T₁ 及 T₂ 处理的土壤体积质量较 CK 降低 0.07 g·cm⁻³。说明专用有机肥可以明显地改善桃园土壤结构、增加土壤体积质量。

表 3 不同处理下果园土壤体积质量($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Soil volumic mass of orchards under different treatments

g·cm⁻³

土层深度/cm Soil depth	处理 Treatment		
	CK	T ₁	T ₂
0~20	1.28±0.10 a	1.19±0.09 c	1.21±0.12 bc
20~40	1.35±0.05 a	1.33±0.06 b	1.33±0.10 b
40~60	1.36±0.03 a	1.35±0.05 a	1.34±0.04 a
平均值 Average	1.33	1.29	1.29

注:同行不同小写字母代表差异显著($P < 0.05$)。表 5 同。

Note: Different lowercase letters within the same rows represent significant differences ($P < 0.05$). The same in table 5.

由表 4 可以看出,不同施肥处理对各土层的土壤贮水量影响较大,以 T₂ 处理最为突出;在 0~20 cm 土层 T₂ 处理较 CK、T₁ 分别提高了 35.63 mm 和 21.07 mm,且差异显著,这对于无法浇灌的旱坡地有着重要的意义。随着土层深度的增加,不同处理土壤贮水量的差异逐渐变小。

2.2 不同处理对果园土壤有机质及土壤养分含量的影响

2.2.1 对土壤有机质的影响 每年桃收获后,采集不同处理各土层土样,测定其有机质、碱解氮等

土壤养分,3 a 平均后结果见图 1。由图 1 可知,处理 T₁、T₂ 处理 0~20 cm 和 20~40 cm 土层有机质含量均显著高于 CK,且以 0~20 cm 土层效果最明显,T₁、T₂ 分别较 CK 提高 37.2% 和 31.8%。可见,桃树专用有机肥及其配套施肥技术明显的提高了土壤有机质含量。

2.2.2 对土壤碱解氮、有效磷和速效钾的影响

由图 1 可以看出:T₁ 处理不同土层土壤碱解氮含量均低于 CK,但差异不显著,T₂ 处理 0~20 cm 土层碱解氮含量较 CK 显著增加 20.6%,可见相

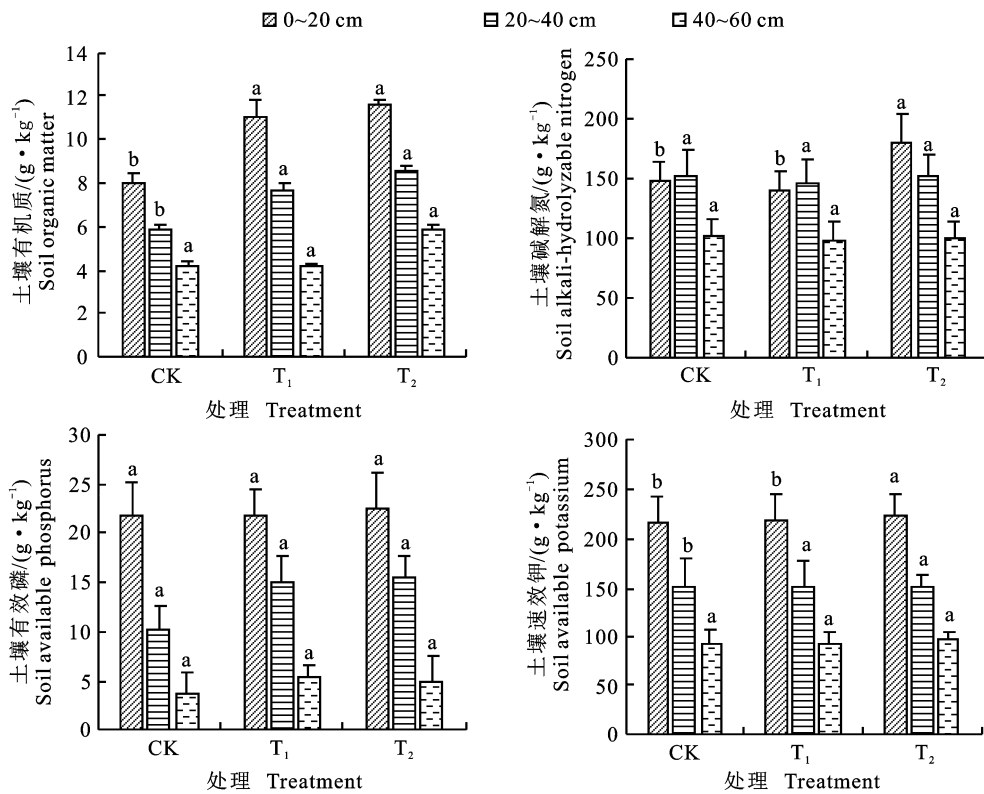
比于有机肥无机肥料短期内能够提高土壤碱解氮 解氮含量的提升效果更显著。
含量,但专用有机肥配套无机肥施用后,土壤中碱

表 4 不同处理下果园的土壤贮水量($\bar{x} \pm s$)

Table 4 Soil water storage capacity of orchards under different treatments

mm

土层深度/cm Soil depth	处理 Treatment		
	CK	T ₁	T ₂
0~20	197.38±9.52 c	211.94±3.29 b	233.01±12.38 a
20~40	227.34±11.36 c	249.64±515 b	252.04±6.45 b
40~60	220.46±5.98 d	242.73±2.39 c	248.03±6.53 c
平均值 Average	215.06	234.77	244.36



各土层不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05)

Different lowercase letters within different soil layers indicate significant differences between the treatments (P<0.05)

图 1 不同处理下果园土壤有机质、碱解氮、有效磷和速效钾含量

Fig. 1 Soil organic matter, alkali-hydrolyzed nitrogen, available phosphorus, and available potassium content of orchards under different treatments

从图 1 还可以看出 T₁ 处理 0~20 cm 土层有效磷平均含量与 CK 无显著性差异,但低于 T₂,这可能是由于农家肥中的磷元素溶解性和移动性较差的原因导致。同时可以看到速效钾的含量变化趋势与有效磷基本一致, T₂ 组 0~20 cm 土层速效钾含量均显著高于 T₁ 和 CK, T₁ 高于 CK,但差异不显著,20~40 cm 与 40~60 cm 土层差异不显著,但 T₂ 均高于 T₁ 和 CK。可见,专用有机肥+配套施肥技术对土壤速效钾含量的影响显著,而钾是影响果实着色及品质的主要因素^[9]。

2.3 不同处理对果实品质的影响

不同处理的鲜桃产量与品质如表 5 所示,在品质方面, T₂ 处理的维生素 C、可溶性糖含量显著高于 CK 和 T₁ 处理、糖酸比适中;说明有机专用肥和农家肥都能提高鲜桃的品质,以专用有机肥最为突出。

2.4 不同处理对果园产量与经济效益的影响

统计 3 a 试验中各处理的产量及售价平均值,结果见表 6,可以看到,3 组处理中 T₂ 产量最高,比 CK 及 T₁ 分别提高 11.9% 和 6.36%。按

照 3 a 鲜桃的市场出售平均价对果不同处理园经济效益进行分析,结果发现由于专用有机肥及其配套技术处理组(T₂)果实个大、着色良好,商品性好售价明显高于其他两个处理。由表 6 可以看

出,虽然施用专用肥的前期投入成本高于化肥和农家肥,但其果实售后净收入均高于 T₁ 和 CK 组,每公顷净收入达到 30.775 万元,比 T₁ 提高了 15.8%;比 CK 组提高了 21.2%。

表 5 不同处理桃品质($\bar{x} \pm s$)

Table 5 Quality of peach under different treatments

处理 Treatment	可滴定酸/(g·kg ⁻¹) Titrable acid	维生素 C/(g·kg ⁻¹) Vitamin C	可溶性糖/(g·kg ⁻¹) Soluble sugar	糖酸比 Sugar-acid ratio
CK	0.37±0.02 a	0.108±0.03 b	11.05±0.56 c	28.86±0.75 b
T ₁	0.36±0.03 a	0.105±0.06 b	11.34±0.48 b	29.72±1.02 b
T ₂	0.35±0.01 a	0.116±0.02 a	11.63±0.35 a	33.23±0.62 a

注:同列不同小写字母代表差异显著(P<0.05)。数据为 3 a 均值。

Note: Different lowercase letters within the same columns represent significant differences (P<0.05). The data are average of 3 years.

表 6 不同处理果园收益($\bar{x} \pm s$)

Table 6 Orchard economic benefits under different treatments

处理 Treatment	肥料投入/(万元·hm ⁻²) Fertilizer input	产量/(kg·hm ⁻²) Yield	单价/(元·kg ⁻¹) Unit price	总收入/(万元·hm ⁻²) Gross income	净收入/(万元·hm ⁻²) Net income
CK	0.48±0.08	43 120±52.25	6	25.872 0±0.031 4	25.391 0±0.047 6
T ₁	0.64±0.05	45 365±85.12	6	27.219 0±0.051 1	26.579 0±0.001 1
T ₂	3.00±0.23	48 250±155.20	7	33.775 0±0.080 6	30.775 0±0.149 4

注:肥料价格专用肥 0.8 元·kg⁻¹,尿素 1.6 元·kg⁻¹,过磷酸钙 1.0 元·kg⁻¹,硫酸钾 3.0 元·kg⁻¹,牛粪 0.05 元·kg⁻¹;该效益分析中未计入肥料以外的其他成本。

Note: The price of fertilizer is 0.8 yuan·kg⁻¹ for special fertilizers, 1.6 yuan·kg⁻¹ for urea, 1.0 yuan·kg⁻¹ for superphosphate, 3.0 yuan·kg⁻¹ for potassium sulfate, and 0.05 yuan·kg⁻¹ for cow manure; other costs besides fertilizers are not included in the benefit analysis.

3 讨论与结论

科学施肥不但是农作物高产、优质、高效的基础,更是减少面源污染,改善生态环境的必须,而施用有机肥是增进土壤肥力、改善土壤结构、提高农作物产品质量和效益的最有效措施^[10]。过去,由于对作物高产的盲目追求,忽视了对农产品品质的提高,特别是在生产中大量使用化肥,导致土壤中有有机质含量下降,出现酸化、板结等现象,导致土壤肥力不断降低^[11-13];同时化肥的大量使用,也导致了严重的面源污染^[14]。因此近年来大家在配方施肥^[15]、种植绿肥^[16]、秸秆还田^[17]、增施有机肥^[18]等方面做了大量的工作,提高了土壤肥力、改善了土壤结构取得了一定的成果。但大多处于泛化的有机肥供给,没有按照不同农作物的需肥特点进行精准的有机施肥。众所周知,不同农作物的需肥特点是不一样的,不但在 N、P、K 用量及其配比方面存在差异,更重要的是在微量元素的需求方面存在不同喜好,只有按照不同作物的需肥特点进行有针对性的精准施肥,才能满足不同农作物的生长需要,为此不同农作物的专

用有机肥应运而生。近十余年来大量的研究表明,专用有机肥对经济作物特别是水果、瓜类等具有明显的作用,不但能提高其产量更能明显地改善其口感和商品性,经济效益明显提高。故本研究中施用桃树专用肥及其配套施肥技术是以桃树不同生长期对营养物质的不同需求而研制的专用有机肥,具有按需供给、精准补给的特点,可以显著改善桃园土壤的生态环境,增加土壤有机质和养分含量,提高鲜桃的产量和品质,提高经济效益,同时减少面源污染促进果园土壤环境的健康发展。究其原因,本试验所用的桃专用肥是以畜禽粪便为主要原料,配以桃树生长所必须的微量元素配置而成,由于畜禽粪便中含有大量的、未被畜禽吸收利用的营养物质,这些营养物质给土壤中微生物提供了丰富的食物和生长环境,增加了土壤微生物的活动,促进了土壤生物活性,同时随着有机肥的逐渐分解,其营养物质持续释放,确保了桃树的生长需求和营养代谢的均衡,特别是促进了土壤中的一些生理活性物质的提高,提高了果品的品质^[19-20]。就果园投入而言,虽然本试验提供的桃树专用肥的成本略高于化肥和农家肥,

但其施用的结果是鲜桃的产量高、品质好、商品性佳,故售后纯收入远高于化肥和农家肥处理,说明在经济作物,特别是瓜果、水果等经济类作物的种植方面要注意施用有机肥、特别是专用有机肥的施用才能获得更高的收益。

参考文献 Reference:

- [1] 张明,吕志伟,孙洪仁,等.中国桃土壤氮素丰缺指标与适宜施氮量研究[J].中国农学通报,2023,39(14):60-66.
ZHANG M, LÜ ZH W, SUN H R, *et al.* Abundance-deficiency index of soil nitrogen and appropriate fertilizer application rates for peach planting in China[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2023, 39(14): 60-66.
- [2] 高强,刘淑霞,王宇,等.施肥对农业生态环境的影响[J].吉林农业大学学报,2000(S1):106-112.
GAO Q, LIU SH X, WANG Y, *et al.* The impact of fertilization on agricultural ecological environment[J]. *Journal of Jilin Agricultural University*, 2000, 22(1): 106-112.
- [3] 见翠芬,何跃东,魏春,等.桃树优化施肥技术及其效果分析[J].现代农业科技,2011(15):111,114.
JIAN C F, HE Y D, WEI CH, *et al.* Optimized fertilization technique and its effects for peach tree[J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2011(15): 111, 114.
- [4] 罗华,李敏,胡大刚,等.不同有机肥对肥城桃果实产量及品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2012,18(4):955-964.
LUO H, LI M, HU D G, *et al.* Effects of organic fertilization on fruit yield and quality of Feicheng peach (*Prunus persica* cv. Feicheng) [J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2012, 18(4): 955-964.
- [5] 岳宗伟,李嘉骁,孙向阳,等.化肥有机把配施对土壤性质、樱桃果实品质和产量的影响[J].浙江农业学报,2023,35(9):2192-2201.
YUE Z W, LI J X, SUN X Y, *et al.* Effects of chemical fertilizer combined with organic fertilizer on soil properties, cherry fruit quality and yield[J]. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 2023, 35(9): 2192-2201.
- [6] 赵日江,宋元芳,冯启云.几种有机肥对桃树生长发育的影响[J].果农之友,2014(1):5-6.
ZHAO R J, SONG Y F, FENG Q Y. Effects of several organic fertilizers on growth and development of peach trees [J]. *Fruit Growers' Friend*, 2014(1): 5-6.
- [7] 鲍士旦.土壤农化分析(第三版)[M].北京:中国农业出版社,2000.
BAO SH D. *Soil Agrochemistry Analysis (third edition)* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2008.
- [8] 曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采收后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007.
CAO J K, JIANG W B, ZHAO Y M. *Guidance on Physiological and Biochemical Experiments after Harvesting of Fruits and Vegetables* [M]. Beijing: China Light Industry Press.
- [9] 石美娟,杨凯,何美美,等.磷钾耦合对富士果树生长及果实品质的影响[J].北方园艺,2021(3):33-41.
SHI M J, YANG K, HE M M, *et al.* Effects of the coupling of phosphorus and potassium on growth and fruit quality of Fuji fruit tree[J]. *Northern Horticulture*, 2021(3): 33-41.
- [10] 杨书润.土壤肥力下降的原因及提高土壤肥力的综合性对策[J].农业环境与发展,1991(4):11-14.
YANG SH R. Reasons for the decline of soil fertility and comprehensive strategies to improve soil fertility [J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 1991(4): 11-14.
- [11] 黄国勤,王兴祥,钱海燕,等.施用化肥对农业生态环境的负面影响及对策[J].生态环境,2004(4):656-660.
HUANG G Q, WANG X X, QIAN H Y, *et al.* Negative impact of inorganic fertilizers application on agricultural environment and its countermeasures[J]. *Ecology and Environment*, 2004(4): 656-660.
- [12] 张北赢,陈天林,王兵.长期施用化肥对土壤质量的影响[J].中国农学通报,2010,26(11):182-187.
ZHANG B Y, CHEN T L, WANG B. Effects of long-term uses of chemical fertilizers on soil quality[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2010, 26(11): 182-187.
- [13] 赵佐平,同延安,刘芬,等.长期不同施肥处理对苹果产量、品质及土壤肥力的影响[J].应用生态学报,2013,24(11):3091-3098.
ZHAO Z P, TONG Y A, LIU F, *et al.* Effects of different long-term fertilization patterns on Fuji apple yield, quality, and soil fertility on Weibei Dryland, Shaanxi Province of Northwest China[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2013, 24(11): 3091-3098.
- [14] 朱兆良,孙波.中国农业面源污染控制对策研究[J].环境保护,2008(8):4-6.
ZHU ZH L, SUN B. Research on control measures for Agricultural Non point Source Pollution in China[J]. *Environmental Protection*, 2008(8): 4-6.
- [15] 刘春法,侯民,邱永团,等.桃树测土配方施肥技术[J].果农之友,2015(1):28-29,41.
LIU CH F, HOU M, QIU Y T, *et al.* Peach tree soil testing and formula fertilization technology[J]. *Fruit Growers' Friend*, 2015(1): 28-29, 41.
- [16] 叶协锋,杨超,李正,等.绿肥对植烟土壤酶活性及土壤肥力的影响[J].植物营养与肥料学报,2013,19(2):445-454.
YE X F, YANG CH, LI ZH, *et al.* Effects of green manure in corporation on soil enzyme activities and fertility in tobacco-planting soils [J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2013, 19(2): 445-454.
- [17] 孙星,刘勤,王德建,等.长期秸秆还田对剖面土壤肥力质量的影响[J].中国生态农业学报,2008,16(3):587-592.
SUN X, LIU Q, WANG D J, *et al.* Effect of long-term ap-

- plication of straw on soil fertility[J]. *Chinese Journal of Eco-Agricultural*, 2008, 16(3): 587-592.
- [18] 李军营, 邓小鹏, 杨 坤, 等. 施用有机肥对植烟土壤理化性质的影响[J]. *中国土壤与肥料*, 2012(3): 12-16, 34.
LI J Y, DENG X P, YANG K, *et al.* Effect of organic fertilizer on soil physicochemical property in tobacco field[J]. *Soils and Fertilizers Sciences in China*, 2012(3): 12-16, 34.
- [19] 闫 童, 曹永贞, 刘士亮, 等. 长期配方施肥对作物产量和土壤养分含量的影响[J]. *中国农学通报*, 2014, 30(30): 15-20.
- [20] 田 敏, 姜葆霖, 李小红, 等. 生物有机肥的研究与应用效果分析[J]. *西安建筑科技大学学报(自然科学版)*, 2004, 36(3): 321-324.
TIAN M, JIANG B L, LI X H, *et al.* Research of organic manure and its effect analysis[J]. *Journal of Xi'an University of Architecture & Technology (Natural Science Edition)*, 2004, 36(3): 321-324.

Effects of Peach Special Organic Fertilizer and Fertilization Technology on Soil Physicochemical Properties and Peach Orchard Benefits

XU Jialin¹, BAI Ping², CHEN Jiangsheng¹, ZHANG Hai¹ and LI Shiqing³

(1. College of Natural Resource and Environment, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China; 2. Yan'an Research Institute of Environmental Science, Yan'an Shaanxi 716000, China; 3. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract This study compared the effects of peach special organic fertilizer with chemical fertilizer and farm fertilizer on the soil physicochemical properties, peach yield, and benefits in orchards. The three treatments [chemical fertilizer (CK), farm fertilizer (T_1), peach special organic fertilizer and supporting fertilization technology (T_2)] were set in 10-year-old orchards, using white peach as the experimental material. The results showed that T_1 and T_2 treatment reduced the soil volumic mass compared with CK, increased the soil water-holding capacity, and significantly raised the soil organic matter content. In T_1 and T_2 treatment, organic matter increased 36.77% and 33.73% in 0—20 cm soil layer, respectively, compared with CK. T_2 treatment increased the content of available nutrient in the soil, with the average content of available nitrogen, available phosphorus and available potassium increasing by 7.34%, 9.05% and 5.90% from 0—60 cm, respectively, compared with CK; the average annual yield ranked as follows: $T_2 > T_1 \geq CK$, with the sugar content of fruit reaching 23 degrees, and the sugar-acid ratio of 33.23 under T_2 treatment. In conclusion, the special fertilizer and the supporting fertilization technology significantly enhance the yield and quality of the fresh peach, while improving the soil structure and the soil fertility in peach orchards.

Key words Peach special organic fertilizer; Soil volumic mass; Soil water storage; Soil nutrients; Yield; Benefit

Received 2023-08-30

Returned 2023-11-10

Foundation item Shaanxi Provincial Special Fund for Technological Innovation Guidance (No. 2021CGBX-23).

First author XU Jialin, female, master student. Research area: theory and practice of agricultural clean production. E-mail: xujialin@nwafu.edu.cn

Corresponding author ZHANG Hai, male, professor. Research area: organic cultivation for cash crops. E-mail: ylz6@163.com

(责任编辑: 史亚歌 Responsible editor: SHI Yage)