

文章编号: 2096-4749(2018)01-0075-07

DOI:10.13320/j.cnki.hjfor.2018.0012

引文格式: 黄素芳,李俊英,孙文元,赵花其,曹平平. 测土平衡施肥对金丝小枣生长发育、病害发生及土壤理化性状的影响[J]. 林业与生态科学,2018,33(1):75-81.

HUANG Sufang, LI Junying, SUN Wenyuan, ZHAO Huaqi, CAO Pingping. Effects of soil balancing fertilization on growth and development, disease and soil physical and chemical properties of *Ziziphus jujuba* cv. Jinsixiaozao [J]. Forestry and Ecological Sciences, 2018, 33(1): 75-81.

## 测土平衡施肥对金丝小枣生长发育、病害发生及土壤理化性状的影响

黄素芳<sup>1</sup>, 李俊英<sup>2</sup>, 孙文元<sup>1</sup>, 赵花其<sup>1</sup>, 曹平平<sup>1</sup>

(1 沧州市农林科学院, 河北 沧州 061001; 2 沧州职业技术学院, 河北 沧州 061001)

**摘要:** 为了明确测土平衡施肥对金丝小枣生长发育、病害发病率的影响及其对土壤理化性状的改良效果,以沧州市3个金丝小枣主产县市具有代表性的中等肥力水平枣园为研究对象,设测土平衡施肥(BF)、常规施肥(NF)和不施肥(CK)3个处理,研究不同处理对金丝小枣生长发育、枣果经济性状、浆烂病及裂果病发病率、土壤有效养分含量、土壤容重及土壤孔隙度的影响。结果表明:测土平衡施肥处理(BF)二次枝抽生枣股个数平均为7.08个,分别比对照(CK)和常规施肥处理(NF)增加2.71个和1.85个;测土平衡施肥处理(BF)枣股抽生枣吊个数分别比对照(CK)和常规施肥处理(NF)增加0.67个和0.25个;测土平衡施肥处理(BF)果吊比分别比对照(CK)和常规施肥处理(NF)增加54.55%和33.04%。测土平衡施肥处理(BF)的枣果纵径分别比常规施肥处理(NF)和对照(CK)增加13.20%和28.46%;枣果的横径分别比常规施肥处理(NF)和对照(CK)增加17.62%和31.53%;测土平衡施肥处理(BF)的平均单果重为16.40g,分别比常规施肥处理(NF)和对照(CK)增加16.56%和34.10%;测土平衡施肥处理(BF)平均单株产量极显著高于对照(CK),比对照(CK)和常规施肥处理(NF)分别增加47.49%和14.36%。测土平衡施肥处理(BF)的浆烂率比常规施肥处理(NF)和对照(CK)分别降低52.06%和52.40%,裂果率比对照(CK)和常规施肥处理(NF)分别降低51.70%和46.59%。测土平衡施肥处理(BF)的土壤有机质含量平均为11.87mg/kg,分别比对照(CK)和常规施肥处理(NF)增加30.73%和9.91%;测土平衡施肥处理(BF)和常规施肥处理(NF)的碱解氮含量与对照(CK)间差异极显著,分别比对照(CK)提高43.27%和42.33%;测土平衡施肥处理(BF)和常规施肥(NF)的平均速效磷含量分别为28.54mg/kg和22.29mg/kg,分别比对照(CK)提高132.79%和81.81%;测土平衡施肥处理(BF)的速效钾含量极显著高于对照(CK)和常规施肥处理(NF),分别比对照(CK)和常规施肥处理(NF)增加68.72%和32.37%;测土平衡施肥处理(BF)能降低土壤容重,分别比对照(CK)和常规施肥处理(NF)降低9.59%和7.69%;测土平衡施肥处理(BF)能增加土壤孔隙度,分别比对照(CK)和常规施肥处理(NF)增加11.11%和8.70%。

**关键词:** 测土平衡施肥;生长发育;产量;发病率;理化性状;金丝小枣

**中图分类号:** S665.1, S147.3, S606<sup>+</sup>.2

**文献标志码:** A

收稿日期:2017-05-08;修回日期:2017-09-15

基金项目:“十二五”国家科技支撑计划项目(2013BAD14B03)。

第一作者:黄素芳(1978-),女,河北任丘人,硕士,副研究员,主要从事枣树育种及栽培工作。

通讯作者:孙文元(1968-),男,河北献县人,硕士,副研究员,主要从事枣树栽培及病虫害防治技术研究。

## Effects of soil balancing fertilization on growth and development, disease and soil physical and chemical properties of *Ziziphus jujuba* cv. Jinsixiaozao

HUANG Sufang<sup>1</sup>, LI Junying<sup>2</sup>, SUN Wenyuan<sup>1</sup>, ZHAO Huaqi<sup>1</sup>, CAO Pingping<sup>1</sup>

(1 Cangzhou Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Cangzhou 061001, China;

2 Cangzhou Technical College, Cangzhou 061001, China)

**Abstract:** In order to clarify the effect of soil fertilization on the growth and morbidity of jujube and on the improvement of soil physical and chemical properties, we took three main producing counties of Cangzhou city as the research area, and the soil balancing fertilization (BF), conventional fertilization (NF) and non-fertilization (CK) were designed to study the effects of different treatments on the growth and development of jujube, the economic traits of jujube, the disease and the morbidity of fruit cracking, soil available nutrition concentration, soil bulk density and soil porosity. The results showed that the number of the jujube fruiting section on secondary branch of BF was 7.08, increased by 2.71 and 1.85 respectively compared with CK and NF; The number of bearing shoot of BF increased by 0.67 and 0.25 compared with CK and NF; The fruit ratio of BF increased by 54.55% and 33.04% respectively compared with CK and NF. The vertical diameter of jujube of BF treatment increased by 13.20% and 28.46% compared with NF and CK. The horizontal diameter of jujube of BF treatment increased by 17.62% and 31.53% compared with NF and CK. The average fruit weight of BF was 16.40 g, which increased by 16.56% and 34.10% compared with CK and NF respectively. The average yield per plant of BF treatment increased by 47.49% and 14.36%, which was significantly higher than that of CK and NF. The pulp rotten rate of BF decreased by 52.06% and 52.40% respectively compared with NF and CK, and the fruit cracking rate of BF decreased by 51.70% and 46.59% compared with CK and NF. The content of soil organic matter was 11.87 mg/kg, which increased by 30.73% and 9.91% compared with CK and NF. The content of soil available N in BF and NF were significantly higher than that of CK, which increased by 43.27% and 42.33% respectively compared with CK; The content of soil available P in BF and NF was 28.54 mg/kg and 22.29 mg/kg, which increased by 132.79% and 81.81% respectively compared with CK. The content of soil available K in BF was significantly higher than that of CK and NF, which increased by 68.72% and 32.37% respectively. Compared with CK and NF, soil bulk density of BF treatment decreased by 9.59% and 7.69%, and the porosity of BF treatment increased by 11.11% and 8.70% respectively.

**Key words:** soil balancing fertilization; growth and development; yield; morbidity; physical and chemical properties; *Ziziphus jujuba* cv. Jinsixiaozao

近年来,在金丝小枣(*Ziziphus jujuba* cv. Jinsixiaozao)生产中,由于片面追求产量,盲目施肥,特别是偏施氮肥,造成树体营养不平衡<sup>[1-5]</sup>,枣浆烂病、裂果病发生严重,枣果品质下降,严重影响金丝小枣产业可持续健康发展<sup>[1-2]</sup>。

目前,枣树生产仍停留在凭经验施肥阶段,重视氮肥的施用,而忽略磷、钾肥的配合施用;肥料要

素比例不合理,肥料利用率低;只重视化肥的施用,而忽略有机肥的施用<sup>[1-5]</sup>。国内外关于红枣施肥的研究报道很多,关于单施氮肥、磷肥、钾肥和氮磷钾配比对枣树生长发育和结果的影响已有较多报道<sup>[6]</sup>,关于冬枣、骏枣、红枣测土配方施肥方面也有相关研究<sup>[7]</sup>,但关于金丝小枣测土平衡施肥方面未见报道。且枣树的产量与品种、土壤环境有很大关

系<sup>[6-7]</sup>,已有的研究大多不适合沧州地区金丝小枣的增产。因此,研究金丝小枣测土平衡施肥对指导当地枣树生产具有重要意义。

沧州市农林科学院依据测土配方施肥的科学发展理论,经过多年试验研究,对沧州市金丝小枣种植集中区进行科学的分区、分类,并长期跟踪不同年份和生长期的土壤变化,评估各类金丝小枣园区域土壤的供肥能力与物理性状的优劣和等级,建立适宜沧州市枣园的测土平衡施肥技术。为了进一步明确测土平衡施肥技术的应用效果,促进该技术的推广应用,拟通过研究测土平衡施肥、常规施肥和不施肥3种不同的施肥方法对金丝小枣树体生长发育、产量、病害发生率、土壤理化性状的影响,为枣树高效栽培提供科学合理的施肥依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验方法

自2010年始,在沧州下属11个县(市)分别建设金丝小枣测土平衡施肥技术示范区。选择沧州市具有代表性的中等肥力水平的沧县崔尔庄、献县淮镇、泊头齐桥3个示范点。每个点设以下3个处理。

测土平衡施肥(BF):参照沧州市金丝小枣测土平衡施肥方案计算施肥量,秋施农家肥52500 kg/hm<sup>2</sup>,商品有机肥6750 kg/hm<sup>2</sup>,尿素75 kg/hm<sup>2</sup>,硫酸铵240 kg/hm<sup>2</sup>,碳酸氢铵16 kg/hm<sup>2</sup>,磷酸二铵225 kg/hm<sup>2</sup>,硫酸钾60 kg/hm<sup>2</sup>;于萌芽期追施尿素195 kg/hm<sup>2</sup>,硫酸钾90 kg/hm<sup>2</sup>;果实膨大期追施尿素135 kg/hm<sup>2</sup>,硫酸钾60 kg/hm<sup>2</sup>。

常规施肥(NF):秋季底施史丹利复合肥(N:P:K=1:1:1)1350 kg/hm<sup>2</sup>,于幼果期追施尿素450 kg/hm<sup>2</sup>。

不施肥(CK):整个生育期不施肥。

施肥方式为辐射状开沟施肥。每个处理除施肥措施外,其他各项管理措施一致。

### 1.2 试验调查

1.2.1 树体选择 2013—2015年,每个示范点各处理分别选择树龄相同、株型、生长和产量相对一致的成年枣树30株,10株为一组,进行调查。

1.2.2 枣树生长指标的调查 二次枝抽生枣股数、枣股抽生枣吊数、吊果率、单果重、枣果纵横径、可溶性固形物含量、枣果的制干率、浆烂率及裂果率的调查参见文献<sup>[6]</sup>。

### 1.2.3 土壤性状测定

1.2.3.1 土壤取样方法 树盘内按“S”型五点取样法取土样,取耕层(0~20 cm)土层土样,3次重复。

1.2.3.2 容重测定 用环刀法取土,3次重复,计算公式为:

$$d=m/[V(1+W)],$$

式中: $d$ 为土壤容重(g/cm<sup>3</sup>); $m$ 为环刀内湿样质量(g); $V$ 为环刀容积(cm<sup>3</sup>),一般为100 cm<sup>3</sup>;  $W$ 为样品含水量(%)。

$$P_1(\%)=(1-d/2.65)\times 100,$$

式中: $P_1$ 为土壤总孔隙度,比重按2.65计算。

1.2.3.3 土壤养分含量的测定 有机质含量测定采用重铬酸钾容量法;碱解氮含量测定采用碱解扩散法;有机磷含量测定采用碳酸氢钠法;有效钾含量测定采用NH<sub>4</sub>OAC浸提-火焰光度法。

### 1.3 数据分析

利用Excel 2007进行原始数据的录入,并进行图表的制作。运用SPSS 22.0软件进行统计分析,采用LSD法进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同施肥处理对金丝小枣树体生长发育的影响

不同施肥处理对金丝小枣树体生长发育的影响结果见表1。

由表1可知,不同施肥处理对树体生长发育有不同的影响。二次枝抽生枣股个数范围在4.00~7.32个,不同处理平均二次枝抽生枣股数由大到小依次为测土平衡施肥处理(BF)、常规施肥处理(NF)、对照(CK)。测土平衡施肥处理(BF)平均抽生枣股数为7.08个,与对照(CK)和常规施肥处理(NF)间差异显著( $P<0.05$ ),分别比对照(CK)和常规施肥处理(NF)增加2.72个和1.85个。不同处理3a生枣股平均抽生枣吊个数由大到小依次为测土平衡施肥处理(BF)、常规施肥处理(NF)、对照(CK),测土平衡施肥处理(BF)抽生枣吊数平均为3.59个,分别比对照(CK)和常规施肥处理(NF)增加0.67个和0.25个。果吊比范围在0.95~1.85间,各处理的平均果吊比由大到小依次为测土平衡施肥处理(BF)、常规施肥处理(NF)、对照(CK),测土平衡施肥处理BF的平均果吊比为1.53,分别比对照(CK)和常规施肥处理(NF)增加54.55%和

33.04%。3个示范点测土平衡施肥处理(BF)的树体均无大小年现象,而常规施肥处理(NF)和对照(CK)均出现了大小年现象。说明测土平衡施肥处

理(BF)方法养分供应充足,能增强树势,促进树体生长发育和结果,增加二次枝抽生枣股和枣吊数,提高吊果率。

表1 生长结果习性比较结果(2013—2015年)

Table 1 Results of the fruiting characteristics(2013—2015)

试验地点 Place	处理名称 Treatment	二次枝抽生枣股数 Number of jujube fruiting section on secondary branch	3 a 生枣股抽生枣吊数/个 Bearing shoot number of 3a jujuba fruiting section	果吊比 Fruiting rate	有无大小年 Alternate bearing
沧县	BF	7.09a	3.62	1.22	无
	NF	5.20b	3.50	1.01	有
	CK	4.53b	3.00	0.95	有
献县	BF	6.82a	3.59	1.53	无
	NF	5.28b	3.32	1.12	有
	CK	4.00c	2.91	0.99	有
泊头	BF	7.32a	3.56	1.85	无
	NF	5.20b	3.20	1.32	有
	CK	4.56b	2.85	1.02	有

注:小写字母代表0.05水平下差异显著( $P < 0.05$ ),大写字母代表0.01水平下差异极显著( $P < 0.01$ ),下同。

## 2.2 不同施肥处理对枣果经济性状的影响

表2。

不同施肥处理枣树果实经济性状及产量见

表2 枣树果实经济性状及产量结果(2013—2015年)

Table 2 The survey of jujube fruit economic traits and yield (2013—2015)

试验地点 Place	处理名称 Treatment	果实大小 Fruit size		单果重/g Average fruit weight	可溶性固形物/% SSC	制干率/% Desiccation rate	株产/kg Yield
		纵径/cm Vertical diameter	横径/cm Horizontal diameter				
沧县	BF	3.4	2.7	16.5	35.4	57.8	17.00aA
	NF	3.0	2.3	15.2	33.2	54.3	15.63aA
	CK	2.8	2.1	13.2	30.2	52.1	12.07bB
献县	BF	3.5	2.7	16.8	36.5	56.9	17.40aA
	NF	3.1	2.3	14.9	34.2	53.6	14.60bAB
	CK	2.6	2.0	12.6	33.0	52.0	11.73cB
泊头	BF	3.4	2.6	15.9	35.9	58.1	17.67aA
	NF	3.0	2.2	12.1	32.7	55.1	15.30bB
	CK	2.6	2.0	10.9	30.1	52.4	11.50cC

由表2可知,施肥处理的单株产量均高于不施肥的对照(CK),各处理的平均单株产量由大到小依次为测土平衡施肥处理(BF)、常规施肥处理(NF)、对照(CK)。3个示范点测土平衡施肥处理(BF)枣果平均单株产量均极显著高于对照(CK)( $P < 0.01$ )。沧县示范点测土平衡施肥处理(BF)单株产量高于

常规施肥处理(NF),但差异不显著( $P > 0.05$ ),献县示范点测土平衡施肥处理(BF)单株产量显著高于常规施肥处理(NF)( $P < 0.05$ ),泊头示范点测土平衡施肥处理(BF)单株产量与常规施肥处理(NF)间差异极显著( $P < 0.01$ )。测土平衡施肥处理(BF)平均单株产量为17.36 kg,分别比对照(CK)和常规

施肥处理(NF)增加 47.49%和 14.36%,说明施肥能促进产量的提高,但不同的施肥方法对产量的影响不同,测土平衡施肥方法对促进枣树丰产作用显著。

枣果的果实纵径范围在 2.6~3.5 cm 间,测土平衡施肥处理(BF)的果实纵径平均为 3.43 cm,高于对照(CK)和常规施肥处理(NF),分别比常规施肥处理(NF)和对照(CK)增加 13.20%和 28.46%;枣果的横径范围在 2.0~2.7 cm 间,测土平衡施肥处理(BF)的果实横径平均为 2.67 cm,高于对照(CK)和常规施肥处理(NF),分别比常规施肥处理(NF)和对照(CK)增加 17.62%和 31.53%;枣果的平均单果重在 10.9~16.8 g 间,测土平衡施肥处理(BF)的平均单果重为 16.40 g,高于常规施肥处理(NF)和对照(CK),分别比常规施肥处理(NF)和对照(CK)增加 16.56%和 34.10%。说明测土平衡施

肥处理(BF)可促进果实的发育,对提高果径、单果重有显著促进作用。

枣果的可溶性固形物含量在 30.1%~36.5% 间,测土平衡施肥处理(BF)的可溶性固形物含量最高,平均为 35.93%,高于常规施肥处理(NF)和对照(CK),分别比对照(CK)和常规施肥处理(NF)提高 15.53%和 7.67%;测土平衡施肥处理(BF)的制干率达到 52.0%~58.1%,平均为 57.60%,高于常规施肥处理(NF)和对照(CK),分别比对照(CK)和常规施肥处理(NF)提高 10.41%和 6.02%。说明测土平衡施肥有利于枣果干物质积累,提高枣果的可溶性固形物含量和制干率,改善了枣果的品质。

### 2.3 不同施肥处理对浆烂病及裂果病发病率的影响

不同施肥处理对浆烂病及裂果病发病率的影响调查结果见表 3。

表 3 浆烂病、裂果病发病率变化(2013—2015 年)  
Table 3 Incidence variation of pulp rotten disease and fruit cracking(2013—2015)

年份 Year	地点 Place	试验处理 Treatent	浆烂率/% Pulp rotten rate	裂果率/% Fruit cracking rate
2013	沧县	BF	17.60 bB	10.10 bB
		NF	35.93 aA	19.00 aA
		CK	35.43 aA	19.53 aA
	献县	BF	17.43 bB	9.53 bB
		NF	34.60 aA	17.50 aA
		CK	35.67 aA	18.80 aA
	泊头	BF	19.80 bB	10.47 bB
		NF	38.20 aA	18.73 aA
		CK	39.80 aA	20.20 aA
2014	沧县	BF	13.00 bB	9.53 bB
		NF	33.20 aA	16.87 aA
		CK	30.17 aA	18.70 aA
	献县	BF	15.43 bB	8.90 cB
		NF	25.27 aA	16.80 bA
		CK	28.00 aA	19.63 aA
	泊头	BF	15.50 bB	10.33 bB
		NF	28.13 aA	22.17 aA
		CK	29.87 aA	22.13 aA
2015	沧县	BF	12.13 bB	9.33 cB
		NF	29.07 aA	15.47 bA
		CK	28.90 aA	17.43 aA
	献县	BF	12.20 bB	6.60 bB
		NF	36.70 aA	15.27 aA
		CK	34.97 aA	18.63 aA
	泊头	BF	15.83 bB	8.47 cC
		NF	28.77 aA	14.07 bB
		CK	29.17 aA	17.27 aA

由表3可知:测土平衡施肥处理(BF)的浆烂率最低,低于对照(CK)和常规施肥处理(NF),与二者差异均达到极显著水平( $P < 0.01$ ),常规施肥处理(NF)浆烂率大多低于对照(CK),但与对照(CK)间差异不显著( $P > 0.05$ )。测土平衡施肥处理(BF)的浆烂率为15.44%,分别比常规施肥处理(NF)和对照(CK)降低52.06%和52.40%。分析枣果裂果率得出,测土平衡施肥处理(BF)裂果率最低,与对照(CK)和常规施肥处理(NF)均具有极显著性差异( $P < 0.01$ ),除2014年泊头市外,常规施肥处理(NF)裂果率均低于对照(CK),但差异大多不显著

( $P > 0.05$ )。测土平衡施肥处理(BF)的裂果率为9.25%,比对照(CK)和常规施肥处理(NF)分别降低51.70%和46.59%。综上可知,测土平衡施肥能降低浆烂和裂果的发病率。说明测土平衡施肥技术通过有机肥、氮磷钾肥的均衡施用,能增强枣园土壤的肥力,改善树体自身的健康状况,增强树体抗病性。

#### 2.4 不同施肥处理对土壤主要有效养分含量的影响

不同施肥处理对土壤有效养分含量的影响调查结果见表4。

表4 土壤主要养分含量的变化(2016年)

Table 4 Variation of soil nutritional contents(2016)

地点 Place	试验处理 Treatment	土壤有机质/(g·kg <sup>-1</sup> ) Soil organic matter	碱解氮/(mg·kg <sup>-1</sup> ) Soil available N	速效磷/(mg·kg <sup>-1</sup> ) Soil available P	速效钾/(mg·kg <sup>-1</sup> ) Soil available K
沧县	BF	11.83aA	66.23aA	28.70aA	173.07aA
	NF	10.75bA	64.72aA	21.57bAB	128.87bB
	CK	8.94cB	47.93bB	13.26cB	101.19cB
献县	BF	12.39aA	64.59aA	28.47aA	167.09aA
	NF	10.81bB	63.96aA	21.90bB	131.29bB
	CK	9.14cC	44.11bB	11.84cC	93.46cC
泊头	BF	11.38aA	65.46aA	28.46aA	159.01aA
	NF	10.85bA	66.33aA	23.39bB	116.93bB
	CK	9.15cB	44.97bB	11.67cC	101.21cB

由表4可知,测土平衡施肥处理(BF)的土壤有机质含量均极显著高于对照(CK)( $P < 0.01$ )和显著高于常规施肥处理(NF)( $P < 0.05$ ),测土平衡施肥处理(BF)的土壤有机质含量平均为11.87 mg/kg,分别比对照(CK)和常规施肥处理(NF)增加30.73%和9.91%。测土平衡施肥处理(BF)和常规施肥处理(NF)的碱解氮含量与对照(CK)间差异达极显著水平( $P < 0.01$ ),分别比对照(CK)提高43.27%和42.33%,测土平衡施肥处理(BF)和常规施肥处理(NF)间差异不显著( $P > 0.05$ )。测土平衡施肥处理(BF)的速效磷含量高于对照(CK)和常规施肥处理(NF),除沧县显著高于常规施肥处理(NF)外,其他示范点与对照(CK)和常规施肥处理(NF)间差异均极显著( $P < 0.01$ );常规施肥处理(NF)高于对照(CK),除沧县显著高于对照(CK)外,其他示范点与对照(CK)间差异均极显著( $P < 0.01$ );测土平衡施肥处理(BF)和常规施肥处理

(NF)的平均速效磷含量分别为28.54 mg/kg和22.29 mg/kg,分别比对照(CK)提高132.79%和81.81%。测土平衡施肥处理(BF)的速效钾平均含量极显著高于对照(CK)和常规施肥处理(NF)( $P < 0.01$ ),常规施肥处理(NF)高于对照(CK),与对照(CK)间差异显著( $P < 0.05$ ),测土平衡施肥处理(BF)的平均速效钾含量为166.39 mg/kg,分别比对照(CK)和常规施肥处理(NF)增加68.72%和32.37%,常规施肥处理(NF)比对照(CK)增加27.46%。说明测土平衡施肥通过有机肥和无机肥的配合施用,能增加枣园土壤有机质、碱解氮、速效磷、速效钾等有效养分含量。

#### 2.5 不同施肥处理对金丝小枣枣园土壤容重和孔隙度的影响

不同施肥处理对土壤容重和孔隙度的影响结果见图1。

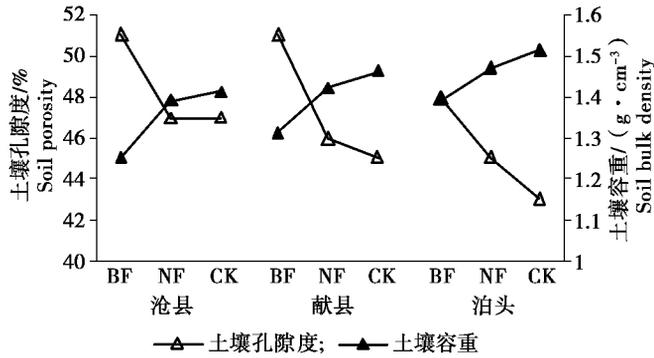


图1 土壤容重和土壤孔隙度的变化(2016年)

Figure 1 Variation of soil bulk density and porosity(2016)

由图1可知,各处理土壤容重由小到大依次为测土平衡施肥处理(BF)、常规施肥处理(NF)、对照(CK),测土平衡施肥处理(BF)的土壤容重最低,平均为 $1.32 \text{ g/cm}^3$ ,分别比对照(CK)和常规施肥处理(NF)降低 $9.59\%$ 和 $7.69\%$ ;土壤孔隙度由大到小依次为测土平衡施肥处理(BF)、常规施肥处理(NF)、对照(CK),测土平衡施肥处理(BF)的土壤孔隙度最高,为 $50\%$ ,分别比对照(CK)和常规施肥处理(NF)增加 $11.11\%$ 和 $8.70\%$ ;常规施肥处理(NF)的土壤容重低于对照(CK),但变化不明显;说明测土平衡施肥降低了土壤容重,增加了土壤孔隙度,改善了土壤物理性状;而传统常规施肥,施入速效化肥后,能增加土壤速效养分含量,但对土壤容重和孔隙度的改变不明显,长期施用易造成土壤板结。

### 3 结论

试验结果表明:测土平衡施肥技术通过养分的充分供应,增强了树势,促进了枣树树体生长发育。二次枝抽生枣股 $7.08$ 个,显著高于常规施肥和不施肥的对照;枣股抽生枣吊个数平均为 $3.59$ 个,分别比常规施肥和不施肥的对照增加 $0.25$ 、 $0.67$ 个;平均果吊比为 $1.53$ ,分别比常规施肥和不施肥的对照增加 $33.04\%$ 、 $54.55\%$ ;同时,促进枣果生长和品质,平均单果重为 $16.40 \text{ g}$ ,比常规施肥和不施肥的对照增加 $16.56\%$ 、 $34.10\%$ ;枣果可溶性固形物含量平均达到 $35.93\%$ ,分别比常规施肥和不施肥的对照提高了 $7.67\%$ 、 $15.53\%$ ;其制干率平均达到 $57.60\%$ ,分别比常规施肥和不施肥的对照增加 $6.02\%$ 、 $10.41\%$ ;平均单株产量为 $17.36 \text{ kg}$ ,比常规施肥增产 $14.36\%$ ,比不施肥的对照增产 $47.49\%$ ,增产效果显著。

测土平衡施肥技术通过增强枣园土壤的肥力,提高树体自身的健康状况,增强了树体的抗病性。浆烂率分别比常规施肥和不施肥的对照降低 $52.06\%$ 、 $52.40\%$ ,裂果率分别比常规施肥和不施肥的对照降低 $46.59\%$ 、 $51.70\%$ ;同时,测土平衡施肥能增加土壤有机质、碱解氮、速效磷、速效钾含量,且能降低土壤容重,增加土壤孔隙度<sup>[7-10]</sup>。综上,测土平衡施肥技术在增加枣果产量的同时,还改善了枣果的品质;且能增强树体抗病性,降低浆烂和裂果的发病率;同时可改善土壤理化性状,改良土壤<sup>[8-9]</sup>。因此,建议在枣区进一步推广应用。

通过对沧州市区域内的土壤养分含量测定,土壤有机质含量普遍偏低,一般在 $10 \text{ g/kg}$ 左右,比较缺乏。因此,在制定测土平衡施肥方案时增加了有机肥的施用量。沧州地区土壤速效钾含量在 $100 \text{ mg/kg}$ 左右,属富钾区。因此,在生产中不应盲目过多施用钾肥<sup>[11-12]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 黄素芳. 金丝小枣浆烂病发生及防治技术研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2012: 1-4.
- [2] 吴硕, 贾彦丽, 智福军, 等. 枣树施肥研究进展[J]. 河北农业科学, 2016, 20(3): 24-26, 31.
- [3] 李瑞华, 李开森. 气候变化对金丝小枣裂果烂果的影响初探[J]. 中国园艺文摘, 2015(10): 185-186.
- [4] 贾丽. 金丝小枣浆烂果病的发生与防治技术[J]. 山西果树, 2016, 5: 53-55.
- [5] 李福如, 杜增峰. 追肥对金丝小枣浆烂果的影响[J]. 河北林果研究, 1998, 14(2): 141-142.
- [6] 刘璇. 氮磷钾对黄土丘陵区红枣生产、产量和品质的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2012: 1-5.
- [7] 郑秀社. 东营市冬枣测土配方合理施肥量研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2010: 7-9.
- [8] 马俊永, 陈金瑞, 李科江, 等. 施用化肥和秸秆对土壤有机质含量及性质的影响[J]. 河北农业科学, 2006, 10(4): 44-47.
- [9] 李俊英, 黄素芳, 孙文元, 等. 氮磷钾平衡施肥对金丝小枣生长发育的影响[J]. 北方园艺, 2014, 7(1): 167-169.
- [10] 黄晓玲, 海日古力, 阿斯艳, 等. 枣树施肥技术试验[J]. 新疆农业科技, 2009(5): 27-28.
- [11] 高生宝. 陕北红枣科学施肥技术[J]. 西北园艺, 2009(4): 41-42.
- [12] 高小军. 黄土丘陵区枣树平衡施肥技术[J]. 山西农业科学, 2009, 37(12): 86.

(编辑 潘秀华)