

## 不同施肥处理对土壤肥力和美人梅生长的影响

包峥焱, 孙宜\*, 王扬, 王金革, 李岩, 李亚楠, 王白冰

(北京市植物园管理处/北京市花卉园艺工程技术中心/城乡生态环境北京实验室, 北京 100093)

**摘要** [目的]探索美人梅最佳施肥方法。[方法]对美人梅进行不同肥料的施肥处理和深翻处理,测量土壤养分、叶片养分、着花量、花径和新梢长度。[结果]施肥可以提高土壤养分含量,施用有机肥的土壤养分含量最高。施肥后土壤 pH 有所下降,更利于植物生长。土壤中碱解氮含量与美人梅叶片中的全镁含量呈极显著正相关,与全钾含量呈极显著负相关,土壤中其他有效养分与叶片营养元素含量均无显著相关性。不同处理对美人梅花径无显著影响,但施肥和深翻均可显著提高美人梅的着花量和新梢长度。施用有机肥后美人梅的各项形态指标总分排名最高。[结论]施用有机肥为美人梅的最佳施肥方案。

**关键词** 美人梅;施肥;土壤养分;叶片养分;形态指标

中图分类号 S685.99 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)07-0144-06

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.07.035



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Effects of Different Fertilization Treatments on Soil Fertility and Growth of *Prunus mume* 'Meiren'

BAO Zheng-yan, SUN Yi, WANG Yang et al (Beijing Botanical Garden Management Office / Beijing Floriculture Engineering Technology Research Center/ Beijing Laboratory of Urban and Rural Ecological Environment, Beijing 100093)

**Abstract** [Objective] To explore the best fertilization method of *Prunus mume* 'Meiren'. [Method] 'Meiren' was treated with different fertilization and deep turning, and the soil nutrients, leaf nutrients, flower amount, flower diameter and new shoot length were measured. [Result] Fertilization could improve soil nutrient content, and the application of organic fertilizer had the highest soil nutrient content. After fertilization, the soil pH value decreased, which was more conducive to plant growth. The content of alkali-hydro nitrogen in soil was positively correlated with the total Mg contents in the leaves of 'Meiren' and negatively correlated with the content of total K. There was no significant correlation between other available nutrients in soil and nutrient element contents in tree leaves. Different treatments had no significant effect on flower diameter of 'Meiren', but fertilization and deep turning treatment could significantly increase the flower amount and new shoot length. The total score of morphological indexes of 'Meiren' was the highest after applying organic fertilizer. [Conclusion] Applying organic fertilizer was the best fertilization scheme for 'Meiren'.

**Key words** *Prunus mume* 'Meiren'; Fertilization treatment; Soil nutrient; Leaf nutrient; Morphological index

美人梅(*Prunus mume* 'Meiren')为蔷薇科李属落叶观花、观叶灌木,最高可长至6 m。新叶紫红色,老叶绿紫色;花淡粉紫色,花心颜色较深,重瓣;花梗长,常呈垂丝状。花期4月,在梅花中属晚花品种。果实紫红色,直径3~4 cm,熟时口感似李子,果核上有密集的蜂窝状小穴。耐寒、喜光、不耐积水、适应性强,我国北方到广州地区均有栽植<sup>[1]</sup>。美人梅于1895年由法国人安德烈以紫叶李(*Prunus cerasifera* f. *atropurpurea*)为母本,宫粉品种群的一梅花品种为父本杂交而成,1987年从美国引入到中国<sup>[2]</sup>。紫叶李,叶常年紫红色,花单瓣,极淡粉色至粉白色,抗寒性强,在我国园林中广泛应用。美人梅的紫色叶及抗寒性强的性状均来自母本紫叶李,是北京地区长势最佳的梅花品种之一,尤其适合在北方地区进行推广与应用。有部分美人梅由于养护管理不当出现树势衰弱、花量减少、生长缓慢、易染病虫害等问题。为了达到最佳观赏效果,采用不同种类的肥料进行施肥试验,筛选出合适的施肥方案,通过土壤改良来增强树势。目前对美人梅的研究主要集中于繁殖技术、栽培方法等方面,针对施肥技术方面的研究较少<sup>[1,3]</sup>。笔者总结美人梅的施肥技术,对北京地区其他梅花品种肥料的使用起到一定的借鉴作用。

**基金项目** 北京市科委课题“基于改善本地生态功能的植物引进、筛选、培育研究及示范”(D171100007117 002)。

**作者简介** 包峥焱(1975—),女,北京人,高级工程师,从事梅花的栽培养护研究。\*通信作者,高级工程师,从事植物引种、筛选、繁育及推广工作。

**收稿日期** 2021-11-10;修回日期 2021-12-07

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 梅园位于北京市植物园西北部,与樱桃沟景区毗邻,占地面积40 000 m<sup>2</sup>,含8 000 m<sup>2</sup>的人工湖,其西部和北部分别为西山和寿安山。湖水增加了梅园的空气湿度,山脉可以阻挡部分西北风,从而构成了一个相对背风向阳且湿润的小气候环境<sup>[4]</sup>。

**1.2 试验材料** 在梅园内同一批次引入且株龄相同的美人梅中选取株高、长势相近的植株共21株,分7组,每组3株。苗木规格为株高3~4 m,均值3.58 m;冠幅3~4 m,均值3.23 m。

**1.3 试验设计** 试验共分7个处理,每处理3株(表1)。

**1.4 试验方法** 于2019、2020年10月下旬进行。施肥:沿树冠正投影线向外挖环状施肥沟半圈,宽30 cm,深30 cm。施肥量:T<sub>1</sub>处理每株施有机肥25 kg;T<sub>2</sub>处理每株施有机肥25 kg,复合肥1.5 kg;T<sub>3</sub>处理每株施菌肥20 kg;T<sub>4</sub>处理每株施菌肥20 kg,复合肥1.5 kg;T<sub>5</sub>处理每株施控释肥1.5 kg;T<sub>6</sub>处理不施肥仅深翻土壤。沿着树冠正投影处向外挖整圈环状沟,宽30 cm,深30 cm,挖时将上层土壤与下层土壤分开放置。回填时将上层土首先放回沟内,下层土置于上层。T<sub>7</sub>不作任何处理,为对照组。

## 1.5 测定项目与方法。

**1.5.1 土壤分析。**紧贴施肥沟外沿20~30 cm深处取土样,采用常规方法<sup>[5]</sup>测量土壤有机质、碱解氮、有效磷、速效钾含量及土壤可溶性盐浓度(EC)和土壤酸碱性(pH),重

复 3 次。

表 1 施肥试验分组

Table 1 Different fertilization treatments

处理 Treatment	肥料种类 Fertilizer type	养分含量 Nutrient content
T <sub>1</sub>	有机肥	全氮 2.91%, 全磷 2.98%, 全钾 2.41%, 有机质 34.4%, 氯 1.02%
T <sub>2</sub>	有机肥+复合肥	全氮 2.91%, 全磷 2.98%, 全钾 2.41%, 有机质 34.4%, 氯 1.02%
T <sub>3</sub>	复合微生物益生菌	全氮 3.39%, 全磷 0.93%, 全钾 1.30%, 有机质 ≥1 亿/g
T <sub>4</sub>	菌肥+复合肥	菌肥: 全氮 3.39%, 全磷 0.93%, 全钾 1.30%, 有机质 34.4%, 氯 2.96%, 有益菌 ≥1 亿/g 复合肥: 全氮 15.58%, 全磷 19.36%, 全钾 20.26%, 氯 15.94%
T <sub>5</sub>	控释肥(奥绿肥 5 号)	N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O 为 14-13-13
T <sub>6</sub>	深翻	—
T <sub>7</sub>	对照 CK	—

**1.5.2 叶片养分分析。**沿树冠的东、南、西、北 4 个方向取枝条中部无病虫害的成熟叶片,每个处理取 200 片混合烘干后,测量叶片全氮、全磷、全钾、全钙、全镁含量,重复 3 次。

**1.5.3 花量。**沿树冠外围均匀分成 5 个方向,每个方向在树冠中部取一枝花枝,测量从顶端向下 20 cm 长距离内的花朵数量,计算平均花量,重复 3 次。

**1.5.4 花径。**在盛花期沿每株树冠外围中部间距均匀取当日盛开的花朵,测量直径,每株测量 10 朵,求平均值,重复 3 次。

**1.5.5 新梢长。**5 月中下旬新梢停止生长后测量新梢长度。

选取每株树冠外围中上部的新梢,间距均匀取条,每株测量 10 根,求均值,重复 3 次。

**1.6 数据分析** 使用 Excel 2010 对试验数据进行统计,SPSS 18.0 进行方差分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同处理对土壤养分及 EC 值、pH 的影响** 2020、2021 年对不同处理的土壤养分及 EC、pH 进行测量,结果见图 1、2。有机质含量方面,2021 年各个处理较 2020 年均有一定程度的增加,T<sub>1</sub> 处理增长最大,增加 23.26 g/kg,T<sub>6</sub> 处理增长最少,仅增加 0.93 g/kg;碱解氮含量方面,2021 年施肥的各组均较 2020 年明显增长,T<sub>3</sub> 处理增加最多为 163.23 mg/kg,而 T<sub>6</sub>、T<sub>7</sub> 处理则有所下降;有效磷含量方面,2021 年施肥的各组均较 2020 年有明显提高,T<sub>1</sub> 处理增幅最大为 86.18 mg/kg,T<sub>3</sub> 增幅最少为 3.94 mg/kg,T<sub>6</sub> 和 T<sub>7</sub> 则下降;速效钾含量方面,2021 年 T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub> 和 T<sub>6</sub> 处理较 2020 年有所下降,另外 3 个处理增加,T<sub>1</sub> 处理增长最多为 119.00 mg/kg;EC 值方面,2020 年各个处理相差较少,在 0.10~0.12 mS/cm,2021 年施肥的 5 个处理则显著增长,T<sub>5</sub> 增幅最大为 0.33 mS/cm,T<sub>6</sub> 和 T<sub>7</sub> 增长较少;pH 方面,2021 年较 2020 年均有所降低,施肥各组下降明显,未施肥组降幅较小。2020 年 pH 在 8.40~8.56,2021 年 pH 在 7.62~8.29,更适于植物的生长。施肥 2 年后土壤有机质、碱解氮和有效磷的含量较施肥 1 年后明显增长,未施肥处理的土壤中无机养分由于被植物吸收而使第 2 年土壤中的养分含量减少或变化不明显。2021 年 T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub>、T<sub>6</sub> 处理速效钾含量较 2020 年下降,而 T<sub>7</sub> 有所增多,其原因尚不明确。

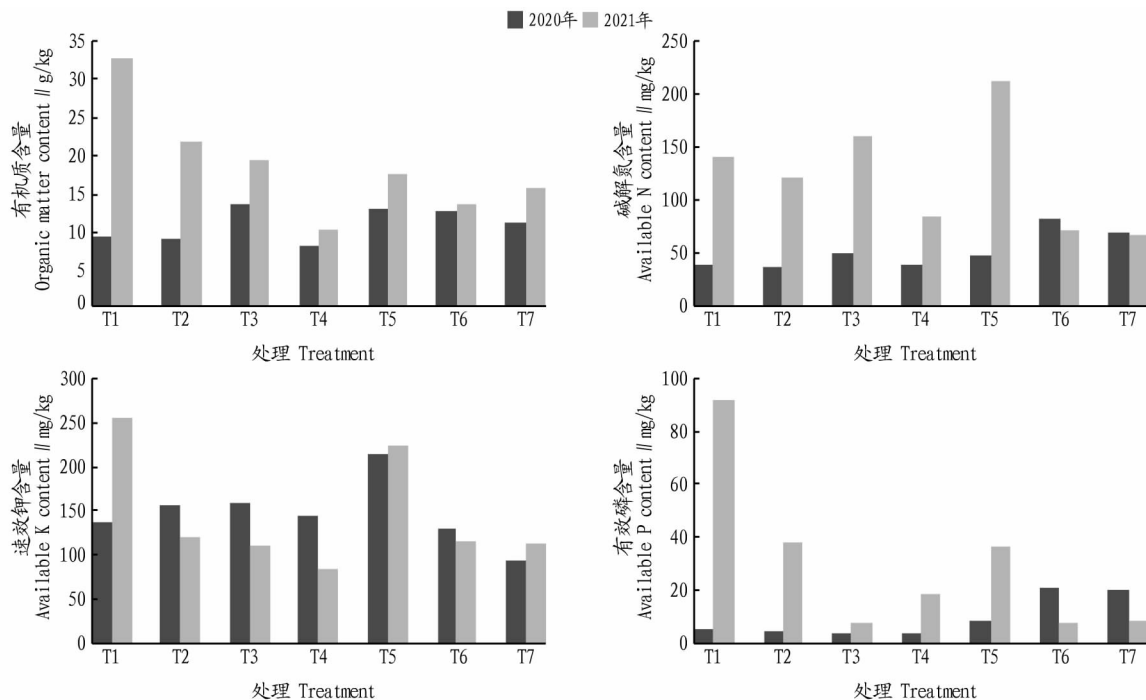


图 1 不同处理对土壤养分含量的影响

Fig. 1 Effects of different fertilization treatments on nutrient content of soil

连续 2 年施肥后,土壤的养分含量明显改善,不同处理间存在差异(表 2)。

有机质含量方面,施用有机肥(T<sub>1</sub>)处理含量最高,菌肥+复合肥(T<sub>4</sub>)处理含量最低,相差 22.36 g/kg,其原因可能是

复合肥有一定的酸碱性,溶解后局部过高的浓度对菌肥的微生物有抑制和杀伤作用,从而影响有机质的转化,造成肥力

降低。SPSS 分析结果表明,  $T_1$  与  $T_4$ 、 $T_6$  差异显著,与其他处理差异不显著。

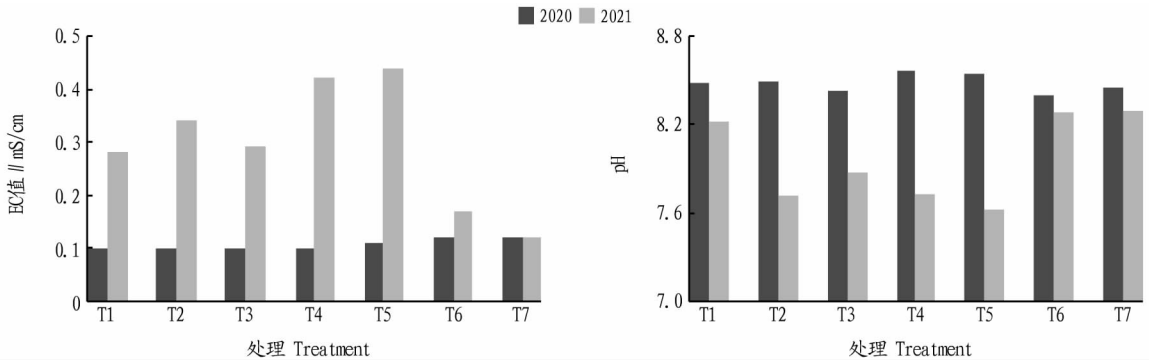


图2 不同处理对土壤 EC 和 pH 的影响

Fig. 2 Effects of different fertilization treatments on EC and pH of soil

碱解氮含量方面,除施菌肥+复合肥( $T_4$ )、深翻( $T_6$ )和对照( $T_7$ )3个处理含量较低外,其他施肥处理均大于120 mg/kg,含量极高,土壤碱解氮的含量与有机质含量呈正相关<sup>[6]</sup>, $T_4$ 、 $T_6$ 、 $T_7$ 处理土壤有机质含量低,碱解氮含量也较低。SPSS 分析结果表明, $T_5$ 处理显著高于 $T_4$ 、 $T_6$ 、 $T_7$ ,但与 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 间差异不显著, $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ 、 $T_6$ 、 $T_7$ 间也无显著差异。

有效磷含量方面,施用有机肥( $T_1$ )的处理含量最高,施用菌肥( $T_3$ )的处理含量最低,仅为7.97 mg/kg,原因可能是菌肥中全磷含量仅为0.93%,施入后被植物吸收,造成土壤中残留的磷较低。SPSS 分析结果表明, $T_1$ 显著高于其他处理,其他处理间差异不显著。

速效钾含量方面,施用有机肥( $T_1$ )和控释肥( $T_5$ )的处理土壤速效钾含量较高,均高于220 mg/kg,其他处理在

111.70~128.70 mg/kg。SPSS 分析结果表明,不同处理间无显著差异。

土壤 EC 值方面,深翻( $T_6$ )和对照( $T_7$ )2个处理的 EC 值较低,低于0.20 mS/cm,其他处理在0.28~0.44 mS/cm。大部分作物适宜的 EC 值在0.20~0.60 mS/cm,这说明梅园的土壤养分含量过低,而施肥可以提高土壤养分含量,更利于梅花的生长。SPSS 分析结果表明, $T_4$ 、 $T_5$ 与 $T_7$ 间差异显著,与其他处理无显著差异, $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_6$ 、 $T_7$ 间差异不显著。

土壤 pH 方面,施肥处理后的 pH 均低于深翻( $T_6$ )和对照( $T_7$ ),说明施肥可以降低土壤的酸碱性。土壤过碱会抑制土壤中微生物的活性,从而影响养分的分解。降低 pH,亦是提高土壤肥效的方法之一。SPSS 分析结果表明, $T_6$ 、 $T_7$ 处理与 $T_1$ 、 $T_3$ 处理间差异不显著,与 $T_2$ 、 $T_4$ 和 $T_5$ 处理间差异显著。

表2 2021年土壤养分含量

Table 2 Soil nutrients content in 2021

处理 Treatment	有机质 Organic matter g/kg	碱解氮 Available N mg/kg	有效磷 Available P mg/kg	速效钾 Available K mg/kg	EC 值 mS/cm	pH
$T_1$	32.67±4.01 a	140.67±16.56 ab	91.65±8.35 a	256.00±79.00 a	0.28±0.04 ab	8.22±0.06 ab
$T_2$	21.70±11.60 ab	120.20±47.80 ab	38.35±28.35 b	120.55±23.45 a	0.34±0.22 ab	7.72±0.35 bc
$T_3$	19.23±1.93 ab	160.00±32.96 ab	7.97±1.21 b	111.70±16.15 a	0.29±0.01 ab	7.80±0.11 abc
$T_4$	10.31±5.39 b	83.80±3.80 b	18.50±11.39 b	128.70±43.32 a	0.41±0.01 a	7.73±0.11 bc
$T_5$	17.60±1.70 ab	211.50±81.50 a	37.05±28.95 b	224.50±115.50 a	0.44±0.16 a	7.62±0.16 c
$T_6$	13.57±1.63 b	71.13±7.70 b	8.27±3.19 b	116.07±19.81 a	0.17±0.03 ab	8.28±0.05 a
$T_7$	15.77±0.28 ab	67.77±3.27 b	8.43±3.10 b	112.77±28.76 a	0.12±0.00 b	8.29±0.02 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercases in the same column indicate significant difference between treatments at 0.05 level

按照2020年颁布的《园林绿化种植土壤技术要求》(DB11)中规定的土壤主控指标及土壤肥力的技术要求,2021年土壤状况较2020年有所改善, $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_5$ 处理各项指标符合园林绿化种植土壤要求, $T_4$ 处理有机质含量低于12 g/kg, $T_3$ 、 $T_6$ 、 $T_7$ 处理有效磷含量低于10 mg/kg而未达到合格标准。

根据《北京市土壤养分分等定级标准》中的评分规则(表3)<sup>[7]</sup>对2021年土壤养分进行分析并按照指标权重进行打分,结果见表4。由表4可知,有机质含量方面, $T_1$ 处理的

土壤有机质含量达到极高水平, $T_2$ 处理属于高水平, $T_3$ 、 $T_5$ 、 $T_7$ 处理含量中等, $T_4$ 、 $T_6$ 处理为低—很低;碱解氮含量方面,有4个处理达到极高水平,分别为 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 和 $T_5$ ,另外3个处理为中等;有效磷方面, $T_1$ 处理有效磷含量达到极高, $T_2$ 和 $T_5$ 处理含量中等, $T_4$ 处理为低—很低,另外3个处理为极低水平;速效钾方面, $T_1$ 和 $T_5$ 处理含量为极高, $T_4$ 处理含量为高, $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_6$ 和 $T_7$ 处理为中等。不同处理土壤养分评分排名为 $T_1 > T_2 > T_5 > T_3 > T_4 > T_7 > T_6$ 。表明施肥能够提高土壤养分含量,施用有机肥土壤养分含量最高。

表 3 北京市土壤养分指标评分规则

Table 3 Grading rules of soil nutrients in Beijing

等级 Level	有机质 Organic matter		碱解氮 Available N		有效磷 Available P		速效钾 Available K	
	含量 Content g/kg	分值 Score	含量 Content mg/kg	分值 Score	含量 Content mg/kg	分值 Score	含量 Content mg/kg	分值 Score
极高 Extremely high	≥25.00	100	≥120.00	100	≥90.00	100	≥155.00	100
高 High	20.00~<25.00	80	90.00~<120.00	80	60.00~<90.00	80	125.00~<155.00	80
中 Middle	15.00~<20.00	60	60.00~<90.00	60	30.00~<60.00	60	100.00~<125.00	60
低—很低 Low-very low	10.00~<15.00	40	45.00~<60.00	40	15.00~<30.00	40	70.00~<100.00	40
极低 Extremely low	<10.00	20	<45.00	20	<15.00	20	<70.00	20

表 4 2021 年土壤养分评分

Table 4 Soil nutrient score in 2021

处理 Treatment	有机质 Organic matter		碱解氮 Available N		有效磷 Available P		速效钾 Available K		总分值 Total score
	分值 Score	权重 0.30 Weight	分值 Score	权重 0.25 Weight	分值 Score	权重 0.25 Weight	分值 Score	权重 0.20 Weight	
T <sub>1</sub>	100	30	100	25	100	25	100	20	100
T <sub>2</sub>	80	24	100	25	60	15	60	12	76
T <sub>3</sub>	60	18	100	25	20	5	60	12	60
T <sub>4</sub>	40	12	60	15	40	10	80	16	53
T <sub>5</sub>	60	18	100	25	60	15	100	20	68
T <sub>6</sub>	40	12	60	15	20	5	60	12	44
T <sub>7</sub>	60	18	60	15	20	5	60	12	50

**2.2 不同处理对美人梅叶片养分含量的影响** 2021 年 7 月 7 日,对植株叶片的全氮、全磷、全钾、全钙及全镁含量进行测量。施肥 2 年后不同处理叶片内养分含量差异不大(表 5)。全氮含量方面,各处理在 24.63~29.57 g/kg,施用菌肥处理(T<sub>3</sub>)含量最高,其他处理含量相近。SPSS 分析结果可知,T<sub>3</sub> 显著高于其他各处理,其他处理间差异不显著。全磷含量方面,各处理相差不大,在 1.40~1.68 g/kg,深翻处理(T<sub>6</sub>)叶片含磷量最高。SPSS 分析结果可知,T<sub>6</sub> 处理与 T<sub>1</sub> 差异显著,

与其他处理无显著差异。全钾含量方面,各处理在 25.47~37.17 g/kg,深翻处理(T<sub>6</sub>)最高,T<sub>5</sub> 处理最低。SPSS 分析结果可知,T<sub>4</sub> 和 T<sub>6</sub> 处理显著高于 T<sub>3</sub>,与其他处理间差异不显著。全钙含量方面,各处理在 14.83~19.10 g/kg,菌肥+复合肥处理(T<sub>4</sub>)最高。SPSS 分析结果可知,T<sub>4</sub> 与 T<sub>2</sub>、T<sub>6</sub>、T<sub>7</sub> 无显著差异,与其他处理差异显著。全镁含量方面,各处理在 4.15~6.94 g/kg,控释肥(T<sub>3</sub>)处理最高。SPSS 分析结果可知,T<sub>3</sub> 显著高于其他处理,其他处理间差异不显著。

表 5 2021 年美人梅叶片营养元素含量

Table 5 Nutrient elements content in leaves of 'Meiren' in 2021

g/kg

处理 Treatment	全氮 TN	全磷 TP	全钾 TK	全钙 Total Ca	全镁 Total Mg
T <sub>1</sub>	24.63±0.01 b	1.40±0.00 b	32.60±0.07 ab	14.83±0.11 c	4.37±0.05 b
T <sub>2</sub>	26.57±0.13 b	1.50±0.01 ab	28.87±0.09 ab	18.03±0.15 ab	5.01±0.02 b
T <sub>3</sub>	29.57±0.10 a	1.58±0.01 ab	33.20±0.16 ab	16.03±0.08 bc	4.67±0.03 b
T <sub>4</sub>	25.17±0.03 b	1.48±0.01 ab	35.60±0.08 a	19.10±0.08 a	5.15±0.02 b
T <sub>5</sub>	25.93±0.05 b	1.52±0.01 ab	25.47±0.68 b	15.60±0.05 bc	6.94±0.10 a
T <sub>6</sub>	24.83±0.01 b	1.68±0.01 a	37.17±0.12 a	17.00±0.08 abc	4.44±0.02 b
T <sub>7</sub>	25.50±0.05 b	1.49±0.00 ab	32.00±0.04 ab	17.13±0.01 abc	4.15±0.00 b

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercases in the same column indicate significant difference between treatments at 0.05 level

**2.3 土壤有效养分与美人梅叶片营养元素相关性分析** 对各处理土壤养分含量与美人梅叶片营养元素的相关性进行分析,结果见表 6。由表 6 可知,土壤有机质与叶片营养元素氮、磷、钾、钙、镁呈负相关关系,但相关性不显著。土壤碱解氮与叶片营养元素氮、磷、镁呈正相关关系,其中与镁的相关性达极显著水平,与氮、磷的相关性不显著;与叶片中钾、钙呈负相关关系,其中与钾呈极显著负相关关系,与钙相关性不显著。土壤有效磷、速效钾均与叶片营养元素氮、磷、钾、钙呈负相关关系,与镁呈正相关关系,但相关性均不显著。

总体分析,土壤养分中除碱解氮含量对叶片的钾、镁含量有极显著影响外,其他养分含量与叶片中的营养元素含量之间不存在显著相关性。土壤中碱解氮含量高会抑制叶片中钾元素的积累,但可促进叶片对镁的吸收。

**2.4 不同处理对美人梅形态指标的影响** 施肥 2 年后,2021 年对美人梅的花量、花径、新梢长度进行测量,结果见表 7。由表 7 可知,不同处理下美人梅的植株着花量均高于对照组。T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub> 处理下 20 cm 长茎段着花量大于 20 朵,T<sub>1</sub> 处理最多为 22.65 朵,T<sub>7</sub> 处理最少仅为 14.38 朵。SPSS 方差分析

结果表明,  $T_1$  与  $T_2$  处理着花量差异不显著, 与其他处理差异极显著;  $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ 、 $T_5$ 、 $T_6$  处理间差异不显著, 均与  $T_7$  处理呈极显著差异, 说明施肥与深翻均有利于美人梅花量的增加。

表6 土壤养分与美人梅叶片营养元素含量相关性分析

Table 6 Correlation analysis between soil nutrients and leaf nutrient elements of 'Meiren'

养分指标 Nutrient index	全氮 TN	全磷 TP	全钾 Total K	全钙 Total Ca	全镁 Total Mg
有机质 Organic matter	-0.19	-0.33	-0.22	-0.39	-0.05
碱解氮 Available N	0.33	0.25	-0.74**	-0.14	0.69**
有效磷 Available P	-0.34	-0.28	-0.42	-0.27	0.15
速效钾 Available K	-0.25	-0.23	-0.34	-0.37	0.14

注: \* 表示相关性在 0.05 水平显著; \*\* 表示相关性在 0.01 水平显著

Note: \* indicated significant correlation at 0.05 level; \*\* indicated significant correlation at 0.01 level

表7 施肥2年后美人梅各形态指标

Table 7 Morphological indexes of 'Meiren' after 2 years of fertilization

处理 Treatment	花量 Flower quantity 朵	花径 Flower diameter cm	新梢长 Shoot length cm
$T_1$	22.65±1.18 aA	3.15±0.06 aA	18.73±0.80 aA
$T_2$	20.28±0.92 abAB	3.14±0.04 aA	19.52±0.92 aA
$T_3$	17.83±1.07 bB	3.14±0.05 aA	19.30±1.07 aA
$T_4$	17.59±1.58 bB	3.23±0.03 aA	17.83±0.77 abAB
$T_5$	18.72±0.83 bB	3.21±0.03 aA	19.42±1.05 aA
$T_6$	18.71±0.69 bB	3.16±0.05 aA	15.42±0.72 bB
$T_7$	14.38±0.75 cC	3.03±0.07 aA	11.44±0.71 cC

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ ); 不同大写字母表示差异极显著 ( $P < 0.01$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant difference at 0.01 level

不同处理下美人梅的花径大小差异不明显, 各个处理的花径均大于 3.00 cm。  $T_7$  处理最小为 3.03 cm,  $T_4$  处理最大为 3.23 cm, 相差 0.20 cm。 SPSS 方差分析结果表明, 不同处理间花径大小无显著差异, 说明施肥与深翻均对美人梅花径无显著影响。

不同处理下美人梅的新梢长度均长于对照组。  $T_2$  处理新生枝条最长为 19.52 cm,  $T_7$  处理最短仅为 11.44 cm, 相差 8.08 cm。 SPSS 方差分析结果表明, 施肥与深翻对美人梅新梢长度有极显著影响。  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_5$  处理之间差异不显著, 与  $T_6$ 、 $T_7$  差异极显著。  $T_6$  与  $T_4$  间差异不显著, 与  $T_7$  间差异极显著。表明施肥与深翻均可提高美人梅的生长势, 进而促进新梢的生长。

使用排队评分法对形态性状的各项指标进行打分(表8), 综合评分后最高者为最优处理。排队评分法是将每个单项指标中的数值按照优劣进行排队, 该项指标中的最优值定为 10 分, 最差值定为 1 分, 其他值按照与该组优秀值的差异比例打分, 最后将同一处理下各个单项分值相加即得到该处理的综合得分。综合分值最高的处理, 可能为最优方案。这

种方法比较简单, 适合各项指标影响权重相近的情况, 侧重于说明不同处理之间的相对位置, 是处理多指标问题常用的分析方法<sup>[8]</sup>。

由表 8 可知, 各个处理得分排名为  $T_1 > T_5 > T_2 > T_4 > T_3 > T_6 > T_7$ , 施肥 > 深翻 > 对照, 说明施肥或深翻均可提高美人梅的观赏性状, 施用有机肥、控释肥效果更佳。  $T_1$  分值最高为最佳处理, 即施用有机肥有利于美人梅的生长, 并表现出最佳的观赏性状。

表8 排队评分法打分结果

Table 8 Results of queuing scoring method

处理 Treatment	花量 Flower number	花径 Flower diameter	新梢长 Shoot length	综合评分 Comprehensive score
$T_1$	10.00	6.45	9.12	25.57
$T_2$	7.42	6.00	10.00	23.42
$T_3$	4.75	6.00	9.75	20.50
$T_4$	4.49	10.00	8.12	22.61
$T_5$	5.72	9.18	9.89	24.79
$T_6$	5.71	6.91	5.43	18.05
$T_7$	1.00	1.00	1.00	3.00

### 3 结论与讨论

试验结果表明, 施肥可以提高土壤养分含量和土壤 EC, 降低土壤 pH, 促进美人梅生长。综合比较, 施用有机肥 ( $T_1$ ) 可显著提升美人梅土壤的有机质、碱解氮、有效磷、速效钾含量, 且形态评分最高, 故施用有机肥为美人梅的最佳施肥方案。

有机肥可以改善土壤状况, 增加肥效, 提高保肥保水能力<sup>[9]</sup>。有机肥为缓释肥, 含有氮、磷、钾和微量元素, 能够缓慢释放养分, 具有持效性。同时还能够提高土壤的阳离子交换性能, 增加土壤保肥能力<sup>[10]</sup>。有机肥、有机菌肥与复合肥混施后土壤养分含量降低, 其原因可能是复合肥的酸碱性较强, 对有机肥的菌类微生物有抑制和杀伤作用, 从而影响了有机质的转化, 造成肥力的降低。且复合肥为速效肥, 施入后被植物吸收或被淋洗, 不会长时间在土壤中滞留。控释肥可控制养分每天缓慢释放, 保护养分免受淋洗流失。该试验中控释肥对增加土壤肥力有较好的效果, 且对美人梅生长的促进作用仅次于有机肥, 亦是良好的选择。试验中菌肥的使用效果较差, 其原因可能是菌肥肥效的发挥需要一个过程, 且需要适宜的温湿度条件才能让有益微生物处于旺盛期, 促进物质转化和有益代谢产物的形成。施肥时间较短或是微生物未达到旺盛生命期均可能影响菌肥的肥效。EC 值是栽培基质重要的化学性状, 反映了基质中可溶性盐分含量, EC 值过高或过低均会阻碍植物的生长<sup>[11]</sup>。该试验中对照和深翻组土壤 EC 值低, 土壤较贫瘠。5 个施肥处理土壤 EC 值较高, 在 0.28~0.44 mS/cm, 为合适范围, 进一步证明施肥可提高土壤养分含量。

深翻虽不能改善土壤养分含量, 但可适当提高美人梅的着花量和新梢长度。施肥可直接为植株提供营养元素促进其生长, 深翻则是通过改善土壤结构间接地促进植株的生

长。深翻可以改善土壤的物理性状,降低土壤容重,增加土壤总孔隙度和毛管孔隙度,使得土壤通气性和保水性更好,利于根系伸展,吸收水分与养分,进而促进植物生长<sup>[12-13]</sup>。

叶片养分是诊断植株养分的主要器官,外界的养分供应在叶片中得到明显的反映<sup>[14]</sup>。叶片养分主要来自土壤,土壤的养分状况可影响叶片的养分含量<sup>[15-17]</sup>。该试验中,施肥后美人梅叶片的养分含量与对照无显著差异或低于对照,土壤中主要有效养分与叶片的养分含量多无显著相关性,因此测量数据不能准确地反映植株养分状况。付倩雯等<sup>[18]</sup>对枣树叶片养分含量研究表明,果实成熟期不适合进行叶片养分测量,因为此时养分向果实转移,使得叶片中养分含量降低,而果实膨大期更适合诊断叶片养分含量。该试验于7月初进行叶片养分测量,此时恰为美人梅果实成熟期,叶片中的养分会有所降低,从而影响测量结果。

### 参考文献

- [1] 郭三梅. 美人梅的栽培及管理探索[J]. 中国林副特产, 2020(4): 47-48.
- [2] 冯建忠, 刘雯, 白颀栋. 美人梅在宁夏的适应性观察[J]. 宁夏农林科技, 2017, 58(9): 33-34, 36.
- [3] 刘心力, 孙永竹, 孙会兵. 氮肥对美人梅叶片色泽的影响[J]. 山东林业科技, 2014, 44(5): 67-69.
- [4] 包坤焱. 北京植物园梅花的露地栽培与养护[J]. 北京园林, 2007, 23(2): 43-46.

(上接第 143 页)

6%寡糖·链蛋白可湿性粉剂对多种作物有增产抗病作用,在马铃薯上也有报道。6%寡糖·链蛋白可湿性粉剂可在一定时间内提高马铃薯植株体内抗氧化酶活性,从而起到抗病增产的效果<sup>[18-19]</sup>。可以提高马铃薯产量,增产率为 15.76%~55.94%<sup>[20]</sup>。对马铃薯晚疫病、马铃薯早疫病、马铃薯黑痣病和马铃薯疮痂病的防效分别为 39.15%~49.8%、38.97%~56.3%、46.2%、52.1%<sup>[21-22]</sup>。

该试验采用 6%寡糖·链蛋白可湿性粉剂对马铃薯试管苗进行蘸根处理,初步探究该药剂在马铃薯试管苗上的应用效果及对温室移栽的影响。该试验中 6%寡糖·链蛋白可湿性粉剂可以促进马铃薯试管苗的生长,对试管苗株高的促进效果最明显,可能与试管苗不同部位对该药剂的敏感程度不同有关,但具体对马铃薯试管苗的作用机制还有待进一步研究。

### 参考文献

- [1] 李继平. 甘肃马铃薯晚疫病菌群体结构及病害治理技术研究[D]. 兰州:甘肃农业大学, 2013.
- [2] 李青青, 李继平, 李建军, 等. 甘肃省马铃薯晚疫病发生危害与防治现状调查报告[C]//成卓敏. 粮食安全与植保科技创新. 北京:中国农业科学技术出版社, 2009: 180-184.
- [3] JACKSON S D. Multiple signaling pathways control tuber induction in potato[J]. Plant Physiol, 1999, 119: 1-8.
- [4] 毛玮, 王英, 金建钧, 等. 马铃薯茎尖脱毒技术体系的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(33): 16257-16260.
- [5] 何小谦, 黄凯, 李德明, 等. 植物激素对马铃薯试管苗生长的影响[J]. 中国马铃薯, 2017, 31(4): 201-205.

- [5] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京:中国农业出版社, 2000.
- [6] 王青山, 何利平. 土壤有机质与氮素供应的相关关系[J]. 山西林业科技, 2003, 32(S1): 25-27.
- [7] 王胜涛, 宗静, 贾小红. 北京市测土配方项目实施区县土壤养分状况分析与评价[J]. 北京农业, 2007(30): 113-120.
- [8] 苑玉凤. 多指标正交试验分析[J]. 湖北汽车工业学院学报, 2005, 19(4): 53-56.
- [9] 陈国奖. 福鼎白茶园地土壤养分现状分析及施肥建议[J]. 农业科技通讯, 2021(7): 175-180.
- [10] 蔡佳佩, 朱坚, 彭华, 等. 有机肥施用对田面水氮磷流失风险的影响[J]. 环境科学研究, 2020, 33(1): 210-217.
- [11] 郭世荣. 固体栽培基质研究、开发现状及发展趋势[J]. 农业工程学报, 2005, 21(S2): 1-4.
- [12] 高建爽, 邹焱, 钱壮壮, 等. 土壤耕作深度对烤烟生长及产质量的影响[J]. 贵州农业科学, 2020, 48(5): 37-40.
- [13] 童文杰, 邓小鹏, 徐照丽, 等. 不同耕作深度对土壤物理性状及烤烟根系空间分布特征的影响[J]. 中国生态农业学报, 2016, 24(11): 1464-1472.
- [14] 唐菁, 杨承栋, 康红梅. 植物营养诊断方法研究进展[J]. 世界林业研究, 2005, 18(6): 45-48.
- [15] 赵志国, 唐凤鸾, 李顺辉, 等. 桂北丰水梨园土壤养分与叶片营养的相关性分析[J]. 广西植物, 2013, 33(2): 171-176.
- [16] 王晓庆, 施春晖, 张学英, 等. 上海“翠冠”梨园土壤和叶片养分状况调查分析[J]. 上海农业学报, 2018, 34(1): 30-36.
- [17] 曲日涛, 江燕, 王奎良, 等. 烟台市红富士苹果叶片矿质养分状况分析[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(34): 176-178.
- [18] 付倩雯, 宋锋惠, 史彦江, 等. 不同施肥方式对枣园土壤及叶片养分含量的影响[J]. 新疆农业科学, 2018, 55(3): 448-456.

- [6] 王肖云. 马铃薯组织培养及试管薯诱导体系优化[D]. 重庆:重庆大学, 2008.
- [7] 李胜, 李唯, 杨德龙, 等. 不同光质对葡萄试管苗根系生长的影响[J]. 园艺学报, 2005, 32(5): 872-874.
- [8] 邱甜, 牛力立, 朱江, 等. 3种生长调节剂对马铃薯试管苗生长的影响[J]. 作物杂志, 2021(2): 160-164.
- [9] 邱德文. 植物免疫诱抗剂的研究进展与应用前景[J]. 中国农业科技导报, 2014, 16(1): 39-45.
- [10] 李花利, 杨玉萍. 6%寡糖·链蛋白可湿性粉剂对番茄黄化曲叶病毒病的防效试验[J]. 基层农技推广, 2019, 7(2): 35-37.
- [11] 五合丽罕·阿卜杜艾尼, 麦提喀斯木·麦提赛依迪, 尼扎米丁·麦合木提. 番茄黄化曲叶病毒病防治试验[J]. 农村科技, 2015(1): 50-51.
- [12] 刘祥臣, 李彦婷, 张强, 等. 植物免疫诱抗剂阿泰灵对杂交水稻两优 6326 秧苗素质及产量的影响[J]. 中国稻米, 2017, 23(6): 69-72, 75.
- [13] 廖建松, 周路, 张承琴. 2种生物农药对烟草病毒病防治效果对比试验[J]. 现代农业科技, 2015(23): 133, 139.
- [14] 郑果, 王立, 李继平, 等. 9种叶面处理剂对春油菜产量的影响及其病害的防效[J]. 西北农业学报, 2019, 28(7): 1093-1099.
- [15] 郝建宇, 王伟军, 陈文朝, 等. 生物农药阿泰灵在“玫瑰香”葡萄上的应用效果[J]. 中国果树, 2017(2): 49-52, 101.
- [16] 王祥尊, 蒲文勇, 孙剑峰, 等. 几种植物免疫诱抗剂拌种在小麦上的应用初探[J]. 南方农业, 2017, 11(10): 28-30.
- [17] 盛世英, 周强, 邱德文, 等. 植物免疫蛋白制剂阿泰灵诱导小麦抗病增产效果及作用机制[J]. 中国生物防治学报, 2017, 33(2): 213-218.
- [18] 李培玲, 李继平, 惠娜娜, 等. 寡糖·链蛋白对马铃薯叶片抗氧化酶的影响[J]. 西北农业学报, 2018, 27(10): 1446-1453.
- [19] 李培玲. 寡糖·链蛋白防控马铃薯晚疫病效果评价[D]. 兰州:甘肃农业大学, 2018.
- [20] 陈小华, 李继平, 李奉先, 等. 不同“减肥减药”新型材料对马铃薯生长特性及产量的影响[J]. 中国马铃薯, 2019, 33(4): 217-226.
- [21] 冉平, 王玉娟, 李继明, 等. 生物源农药对马铃薯产量及病害防效的影响[J]. 中国马铃薯, 2020, 34(2): 114-120.
- [22] 王立, 郑果, 李继平, 等. 9种叶面处理剂对马铃薯早晚疫病的防控效果[J]. 西北农业学报, 2021, 30(3): 439-444.