

潘一凡,刘永忠,黄钰轩,等.我国柑橘栽培管理技术现状调查和发展思考[J].华中农业大学学报,2023,42(4):140-149.
DOI:10.13300/j.cnki.hnlkxb.2023.04.016

我国柑橘栽培管理技术现状调查和发展思考

潘一凡,刘永忠,黄钰轩,陈欢,李燕婷,罗银

华中农业大学园艺林学学院/果蔬园艺作物种质创新与利用全国重点实验室,武汉 430070

摘要 为了解我国柑橘栽培管理技术现状,采用问卷方式对我国主要柑橘种植省(市)的306个种植主体就冬季清园、控草、肥水管理等技术进行调查。结果显示:96.7%的种植主体对橘园进行冬季清园,年均控草为3.2次、施肥4.9次、灌水6.7次和施药11.5次;采用除草剂、背负式割草机和手工方式控草的种植主体分别占57.5%、56.2%和47.4%,采用撒施和叶面喷施方式施肥的分别为65.5%和63.9%;53.1%和39.3%的种植主体采用管道浇灌和滴灌方式灌水,71.2%的种植主体采用管道方式施药,采用风送式机械施药的比例比较低(14.7%);仅有34.5%的种植主体的橘园会经常进行生长季节修剪,以纯人工修剪方式为主,占比达到86.6%。柑橘栽培管理技术应用与橘园面积、类型和分布有关:面积大或缓坡平地橘园年均控草和施肥次数、滴灌施肥的比例有比小面积或山地橘园多,但年均施药次数则相反;华中地区橘园灌水、施肥次数和成熟期撑果操作比例最少。另外,结合现状调查提出了柑橘栽培管理技术发展建议:一是需要持续重视符合时代需求的柑橘栽培管理技术的研发和应用,二是重视农艺农机结合的栽培技术和装备研发,三是轻简优质栽培技术和装备研发要注重系统性。

关键词 柑橘;冬季清园;肥水管理;病虫害防控;杂草控制;轻简优质栽培

中图分类号 S666 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2023)04-0140-10

柑橘因蛋白质和脂肪类物质含量低,富含膳食纤维、维生素、类胡萝卜素、类黄酮和柠檬苦素等功能性成分物质,对人体健康维护具有很重要的作用^[1-2]。柑橘在全世界广泛分布,目前是世界也是我国第一大果树^[1]。同时我国也是世界第一大柑橘生产国,约占世界柑橘产量的1/3^[3-4]。据国家统计局(data.stats.gov.cn)和世界粮农组织(www.fao.org/faostat/en/#data/QCL)统计,2020年我国柑橘种植面积超过280万hm²,产量超过5000万t,分布于全国19个省(市、自治区)。作为柑橘原产地之一,我国已有4000多年的栽培历史^[1,5]。改革开放以来,我国在柑橘科学研究人才培养、基础研究、产业技术等方面取得了显著成绩^[6];同时,种植柑橘经济效益高,为我国南方柑橘产区脱贫攻坚和乡村振兴发挥了重要作用^[4,7]。

进入21世纪以来,我国柑橘产业稳步发展,在自然、经济和社会综合因素的作用下,品种结构和生产空间分布格局都发生了变化^[8];虽然我国柑橘产业整

体向好,但也存在季节性结构过剩、总体供过于求,大市场和小生产矛盾、劳动力不足、生产理念落后或存在偏差等问题^[3]。同时,随着社会进步和科技发展,人工智能、大数据和物联网等新技术已逐渐应用于农业生产,并产生了农业4.0即操控机器人为主的农业理念^[9]。在这一背景下,我国柑橘栽培技术现状及转型升级等问题值得深入研究。本研究以柑橘主产区能代表当前种植水平的种植主体为调研对象,采用问卷方式对其柑橘栽培管理现状进行调查;在系统分析调查结果的基础上,对我国柑橘栽培技术的研发和应用提出建议,以期为研发适应我国柑橘产业发展趋势的栽培管理技术、促进产业高质量发展提供参考。

1 材料与方法

1.1 调查对象

本次调查于2021年6—10月进行,采用问卷方

收稿日期:2022-11-08

基金项目:国家重点研发计划项目(2020YFD1000100);南宁市科技重大专项(20222063);国家柑橘产业技术体系(CARS26);湖北省重点研发计划项目(2020BBA036)

潘一凡,E-mail:2802006833@qq.com

通信作者:刘永忠,E-mail:liuyongzhong@mail.hzau.edu.cn

式调查包括华南地区的广东和广西,华东地区的浙江和江西,华中地区的湖北和湖南,西南地区的云南、四川和重庆共9个主要柑橘产区共306个种植柑橘较成功的主体。他们所拥有的橘园面积在0.2~1 333.3 hm²。

1.2 调查内容

问卷调查内容包括橘园名称、地点、面积和类型等基本信息,栽培管理技术包括橘园冬季清园、除草、施肥、灌水和施药,以及生长季节修剪和成熟期撑果情况(表1)。

表1 柑橘栽培管理技术现状调查表

Table 1 Survey parameters of citrus cultivation and management technology

分类 Classification	内容 Contents
一、基本信息 Basic information	主体名称: _ 地点: _ 橘园面积: _ 橘园类型: 山地 <input type="checkbox"/> 缓坡平地 <input type="checkbox"/>
二、冬季清园 Orchard winter sanitation	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> ; 操作类型: I. 修剪 <input type="checkbox"/> 、II. 施药 <input type="checkbox"/> 、III. 翻耕或清杂 <input type="checkbox"/> 、IV. 树干刷白 <input type="checkbox"/>
三、控草管理 Weed management	除草_次/年; 除草方式: I. 人工手割 <input type="checkbox"/> 、II. 背负式割草机 <input type="checkbox"/> 、III. 手扶式割草机 <input type="checkbox"/> 、IV. 坐式割草机 <input type="checkbox"/> 、V. 除草剂 <input type="checkbox"/>
四、施肥管理 Fertilization management	施肥_次/年; 施肥类型: 冬肥(基肥) <input type="checkbox"/> 、萌芽肥 <input type="checkbox"/> 、稳果肥 <input type="checkbox"/> 、壮果膨大肥 <input type="checkbox"/> 、采后肥 <input type="checkbox"/> ; 施肥方式: 人工撒施 <input type="checkbox"/> 、人工开沟施 <input type="checkbox"/> 、机械开沟施 <input type="checkbox"/> 、水管浇施 <input type="checkbox"/> 、滴灌施 <input type="checkbox"/> 、施肥枪施 <input type="checkbox"/> 、叶面施肥 <input type="checkbox"/>
五、水分管理 Water management	灌水_次/年 灌水方式: 田间漫灌 <input type="checkbox"/> 人工管道浇灌 <input type="checkbox"/> 滴灌 <input type="checkbox"/> 喷灌 <input type="checkbox"/>
六、病虫害防控 Prevention and control of diseases and pests	施药_次/年; 施药方式: 人工背负式 <input type="checkbox"/> 、人工管道 <input type="checkbox"/> 、风送式机械 <input type="checkbox"/> 、无人机 <input type="checkbox"/> ; 病虫害防治方案是农资公司制定 <input type="checkbox"/> 或自己制定 <input type="checkbox"/>
七、生长季节修剪和撑果 Pruning and propping fruit during the growing season	果园经常修剪 <input type="checkbox"/> 偶而修剪 <input type="checkbox"/> 基本不修剪 <input type="checkbox"/> 修剪方式: 纯人工修剪 <input type="checkbox"/> 动力辅助人工修剪 <input type="checkbox"/> 机械修剪 <input type="checkbox"/> 撑果: 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>

注: *缓坡平地橘园是指坡度少于15°, 农用机械能够自由运行或爬坡的橘园, 其他归为山地橘园。Note: * A gentle slope and flat citrus orchard refers to the orchard with the slope degree less than 15°, where the farm machinery can run freely. Other type citrus orchards are classified as mountain orchard.

1.3 分析方法

用Excel软件进行数据处理,用Sigmaplot 10.0作图,用SPSS 26.0软件进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 冬季清园管理现状

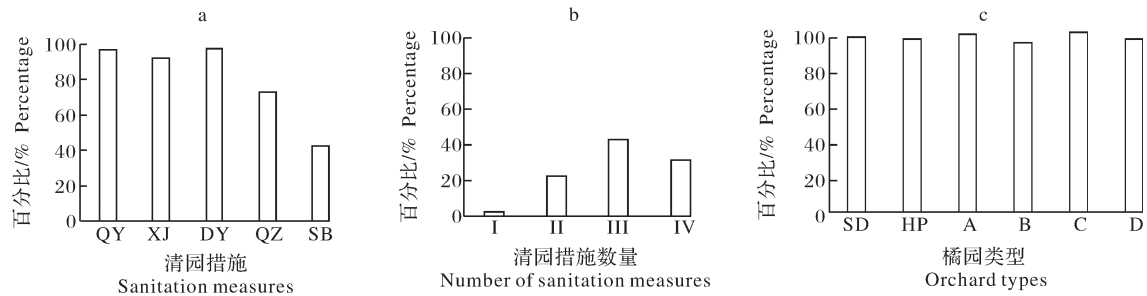
在所调查的306个种植主体中,96.7%的橘园进行了冬季清园,其中近92%的橘园冬季进行了修剪、超过97%的橘园进行了施药操作,而清杂和树干刷白操作的橘园比例较低,分别只有73.0%和42.2%(图1a)。进一步分析发现,2.4%的橘园只进行了1种清园操作,采取2、3和4种清园操作橘园的比例分别是22.6%、43.2%和31.8%(图1b)。

另外,山地橘园和缓坡平地橘园的清园比例分别是96.7%和95.5%,差别不大;较小面积(≤ 1.33 hm²)和中等面积(6.67~33.33 hm²)的种植主体的橘园清园比例较高,分别为98.3%和99.0%,而面积为(1.33, 6.67] hm²和 > 33.33 hm²的种植主体橘园清园比例相对较低,只有93.3%和95.7%(图1c)。

2.2 控草管理现状

由表2可见,所调查种植主体的橘园目前年控草3.2次;而橘园年控草次数随着橘园面积增加而增加,其中6.67 hm²以上的橘园控草次数显著高于 ≤ 1.33 hm²的橘园,而33.33 hm²以上的橘园控草次数显著高于其他面积段的橘园;缓坡平地橘园的年控草次数显著高于山地橘园。

从除草方式来看,柑橘种植主体目前主要采用除草剂、背负式割草机和人工手割3种方式控草,分别占调查对象的57.5%、56.2%和47.4%,而采用手扶式或坐式除草机械除草的比例较少,分别只有8.5%和15.0%。不过面积在6.67 hm²以上橘园的种植主体采用手扶式或坐式割草机械除草的比例增加,其中面积在33.33 hm²以上的种植主体采用坐式割草机械除草的比例是 < 6.67 hm²橘园的2倍以上。相对山地橘园,缓坡平地种植主体的橘园使用各种割草方式的比例都有所增加,尤其是采用手扶割草机和坐式割草机的比例是山地橘园的2倍以上。另外,40%以上的种植主体会采用2种方式进行控草,



a:清园措施占比; b:清园措施数量占比; c:橘园类型占比。QY:清园,XJ:冬季修剪,DY:施药,QZ:清杂,SB:刷白,I、II、III和IV分别是指采用1、2、3和4种清园措施;SD:山地橘园,HP:缓坡平地橘园,A:≤1.33 hm²橘园的种植主体,B:(1.33,6.67] hm²橘园的种植主体,C:(6.67,33.33] hm²橘园的种植主体,D:>33.33 hm²橘园的种植主体。QY refers to orchard sanitation,XJ refers to winter pruning,DY refers to spraying pesticide,QZ refers to cleaning orchard,SB refers to whiting trunk.I、II、III and IV refer to adopt 1,2,3,and 4 sanitation measures, respectively.SD refers to mountain orchard,HP refers to gentle slope flat orchard.A refers to the planter with orchard area less than 1.33 hm²;B refers to the planter with orchard area between 1.33 and 6.67 hm²;C refers to the planter with orchard area between 6.67 and 33.33 hm²;D refers to the planter with orchard area over 33.33 hm².

图1 橘园冬季清园情况

Fig.1 Analysis of winter orchard sanitation

表2 橘园控草状况

Table 2 Analysis of weed control in orchard

项目 Items	年割草次数 Annual number of mowing	控草方式占比/% Percentage of weed control methods					控草方式次数占比/% Percentage of the number of weed control methods				
		SG	BF	SF	ZS	CA	I	II	III	IV	V
总体情况 Overall situation	3.2±1.7	47.4	56.2	8.5	15.0	57.5	36.9	46.4	12.1	2.9	1.6
面积分段/hm ² Area of piecewise	≤1.33	2.9±1.3c	44.8	39.7	12.1	8.6	53.4	50.0	41.4	8.6	0.0
	(1.33,6.67]	3.1±1.9bc	32.0	57.3	4.0	6.7	58.7	49.3	44.0	5.3	1.3
	(6.67,33.33]	3.3±1.6b	47.6	61.2	5.8	16.5	55.3	35.9	46.7	11.7	1.0
	>33.33	3.6±2.0a	44.7	41.7	9.7	18.4	42.7	14.3	50.0	22.9	10.0
果园类型 Orchard types	山地 Mountainous region	3.0±1.5	46.3	57.4	6.2	9.3	57.4	42.0	42.0	14.2	1.2
	缓坡平地 Gentle slope and flat ground	3.5±2.0*	57.9	65.3	13.2	25.6	68.6	33.9	50.4	8.3	5.0

注:SG:手工割草;BF:背负式割草机割草;SF:手扶式割草机割草;ZS:坐式机械割草;CA:除草剂除草;I~V指橘园采用割草方式的次数。*表示缓坡平地 and 山地年割草次数存在显著差异($P<0.05$);面积分段中同一列彼此之间不同小写字母表示它们之间差异显著($P<0.05$)。Note:SG refers to manual mowing,BF refers to knapsack mower mowing,SF refers to hand mower mowing,ZS refers to sitting machine mowing,CA refers to herbicide mowing,I-V refers to the number of mowing methods used in the orchard, respectively.* indicates that there was a significant difference in annual mowing times between gentle slope flat and mountain ($P<0.05$).Different lowercase letters in the same column indicates significant differences between them ($P<0.05$).

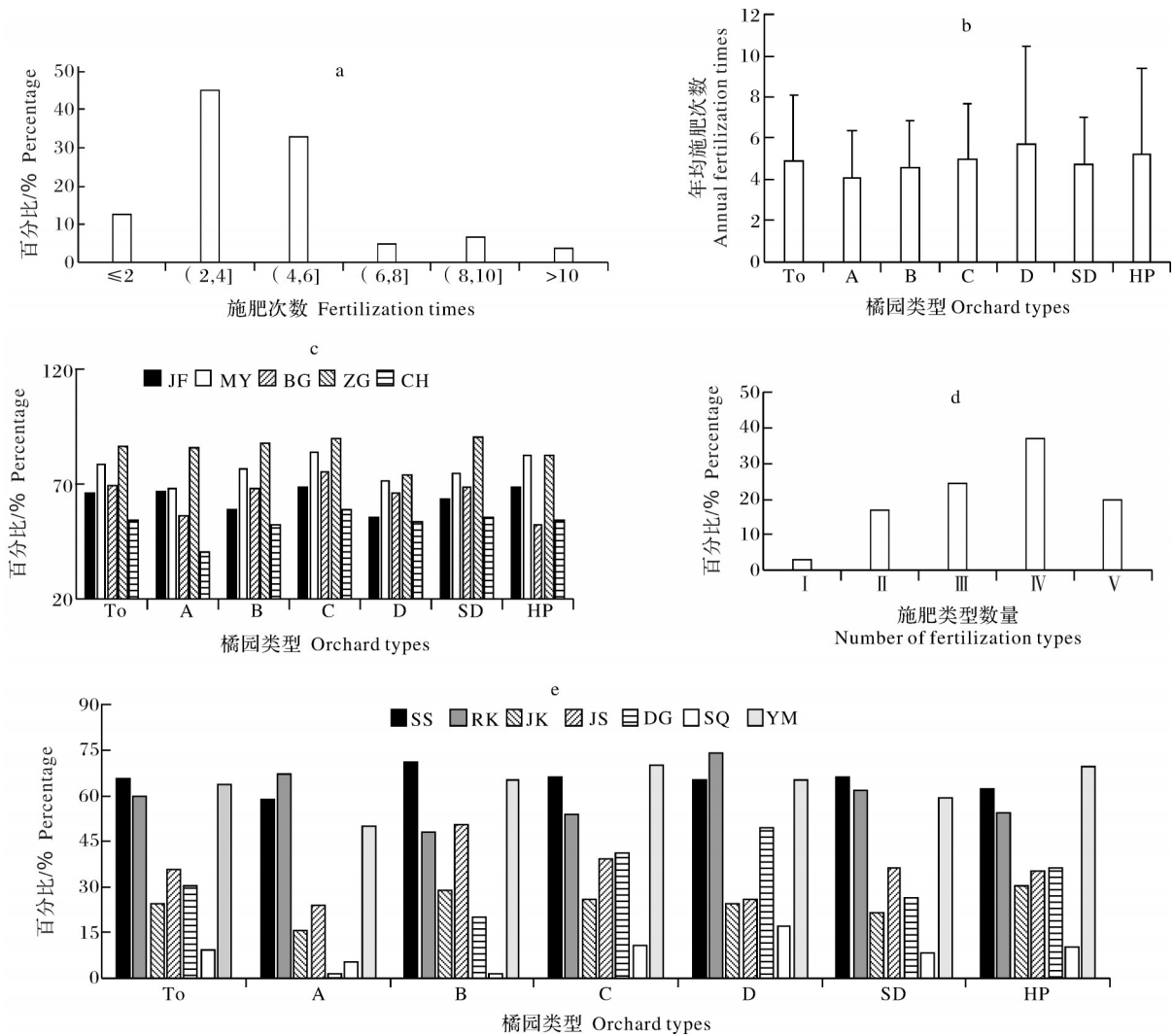
采用3种及以上方式进行控草的比例较低,均小于15%(表2)。

2.3 施肥现状

图2表明,所调查种植主体的橘园年均施肥次数为4.9次,其中年均(2,4]和(4,6]次分别占42.8%和31.3%(图2a);施肥次数在不同面积和橘园类型之间差异不明显,不过年均施肥次数随着橘园面积增加呈现增多的趋势、缓坡平地橘园年均施肥次数有比山地增多的趋势(图2b)。

传统橘园施肥类型包括基肥、萌芽肥、稳果肥、

壮果肥或膨大肥、采后肥等方面,所调查种植主体中有66.3%的橘园施基肥、78.5%的橘园施萌芽肥、69.6%的橘园施稳果肥、86.8%的橘园施壮果肥或膨大肥、54.5%的橘园施采后肥;不同面积段以及果园类型的施肥类型比例有所差异,但都是施萌芽肥和壮果肥比例较高(图2c)。除少部分种植主体(占比为3.0%)外,多数种植主体的橘园年施肥类型都在2种以上,其中施肥类型2种、3种、4种和5种的比例分别为16.8%、24.4%、37.0%和19.8%(图2d)。所调查主体橘园的施肥方式多样,其中撒施和叶面喷施



a: 不同施肥次数分段占比; b: 所有橘园、橘园面积段和橘园类型年均施肥次数; c: 所有橘园、橘园面积段和橘园类型不同施肥类型所占的百分比; d: 所有橘园施肥类型数占比; e: 所有橘园、橘园面积段和橘园类型施肥方式占比; To: 所有橘园; A: $\leq 1.33 \text{ hm}^2$ 橘园的种植主体, B: $(1.33, 6.67] \text{ hm}^2$ 橘园的种植主体, C: $(6.67, 33.33] \text{ hm}^2$ 橘园的种植主体, D: $> 33.33 \text{ hm}^2$ 橘园的种植主体, SD: 山地果园, HP: 缓坡地和平地果园; JF: 基肥, MY: 萌芽肥, WG: 稳果肥, ZG: 壮果肥, CH: 采后肥; SS: 撒施, RK: 人工开沟施肥, JK: 机械开沟施肥, JS: 水管浇灌施肥, DG: 滴灌施肥, SQ: 施肥枪施肥, YM: 叶面施肥。a refers to percentage of different fertilization times; b refers to average annual fertilization times for all orchards, area segments and types of orange orchards; c refers to percentage of different fertilization types in all orchards, orchards area and orchards types; d refers to percentage of fertilization types in all orchards; e refers to percentage of fertilization methods in all orchards, area of orchards and types of orchards. To refers to total orchards. A refers to the planter with orchard area $\leq 1.33 \text{ hm}^2$. B refers to the planter with orchard area of $(1.33, 6.67] \text{ hm}^2$. C refers to the planter with orchard area of $(6.67, 33.33] \text{ hm}^2$. D refers to the planter with orchard area $> 33.33 \text{ hm}^2$. SD refers to mountain orchard; HP refers to gentle slope and flat orchard. JF refers to winter fertilizer. MY refers to budding fertilizer. WG refers to fruit-setting fertilizer. ZG refers to fruit-enlarging fertilizer. CH refers to postharvest fertilizer. SS refers to spreading fertilization. RK refers to furrowing fertilization. JK refers to mechanical furrowing fertilization. JS refers to pouring fertilization. DG refers to fertigation. SQ refers to gun fertilization. YM refers to foliar fertilization.

图2 橘园施肥状况分析

Fig.2 Analysis of fertilization status in orchard

肥料占比最高,分别为65.5%和63.9%;采用施肥枪施肥的比例最低,为9.1%;不同面积的种植主体采用的施肥方式比例有所不同, $\leq 1.33 \text{ hm}^2$ 橘园种植主体采用撒施和人工开沟施肥的比例较高,分别是58.6%

和67.2%,而采用滴灌和施肥枪施肥的比例比较低,分别只有1.7%和5.2%;随着橘园面积的增加,采用滴灌施肥的比例增加趋势明显,面积 $\geq 33.33 \text{ hm}^2$ 橘园的种植主体采用滴灌施肥比例达到49.3%;与山

地橘园相比,缓坡平地橘园的种植主体采用机械开沟施肥、滴灌施肥和叶面喷施施肥的比例都较高,后者比例比前者均超近10个百分点(图2e)。

2.4 水分管理现状

由表3可见,所调查柑橘种植主体的橘园灌水6.7次/a,但是不同主体的橘园灌水次数差异很大,极值达到60。另一方面,目前超过50%的橘园仍然是采用人工管道浇灌,有接近40%的橘园采用滴灌方式灌溉,少量橘园仍然采用田间漫灌和喷灌,占比均接近7%。

从面积来看,年灌水次数随橘园面积增加呈现增多趋势,其中面积 ≤ 1.33 hm²橘园的年灌水为4.4次,面积 > 33.33 hm²橘园的年灌水为8.6次。灌溉方

式也受到橘园面积的影响,橘园6.67 hm²以下的种植主体主要是采用人工管道浇灌为主,比例在60%左右,6.67 hm²以上橘园则是人工管道浇灌和滴灌并重,比例在48%~59%; ≤ 1.33 hm²、(1.33, 6.67] hm²、(6.67, 33.33] hm²和 > 33.33 hm²橘园采用滴灌灌溉比例分别是17.2%、23.3%、51.5%和58.8%,6.67 hm²以上橘园选择滴灌灌溉方式的比例是6.67 hm²以下橘园的2~3倍,表现出橘园面积越大、滴灌灌溉比例越高的趋势。另外,年灌水次数在山地和缓坡平地橘园之间差异较小,不过山地橘园选择滴灌和喷灌方式的比例要比缓坡平地分别高出8.7和6.3个百分点(表3)。

表3 橘园水分管理状况分析

Table 3 Analysis of water management in orchard

项目 Items	年灌水次数 Annual irrigation times				灌水方式占比/% Percentage of irrigation method				
	平均 Average	最小值 Minimum	最大值 Maximum	极值 Extremum	田间漫灌 The field irrigation	人工管道 浇灌 Manual pipe watering	滴灌 Drip irrigation	喷灌 Sprinkling irrigation	
总体情况 Overall situation	6.7	0	60	60	6.9	53.1	39.3	6.9	
面积分段/hm ² Area of piecewise	≤ 1.33	4.4	0	27	27	13.8	58.6	17.2	10.3
	(1.33, 6.67]	6.2	0	50	50	8.2	60.3	23.3	11.0
	(6.67, 33.33]	7.1	0	40	40	2.9	55.3	51.5	3.9
	> 33.33	8.6	0	60	60	5.9	48.5	58.8	5.9
橘园类型 Citrus orchard type	山地 Mountainous region	6.7	0	60	60	3.7	56.5	32.9	9.9
	缓坡平地 Gentle slope and flat ground	6.8	0	50	50	10.8	54.2	24.2	3.3
橘园所在 区域分布 Citrus orchard distribution	华东 East China	5.9	0	20	20	0.0	78.4	27.5	0.0
	华南 Southern China	7.6	0	50	50	4.2	64.2	48.4	1.1
	华中 Central China	4.5	0	30	30	9.0	41.8	49.3	3.0
	西南 Southwest China	8.4	0	60	60	11.8	41.9	29.0	20.4

橘园年灌溉次数和灌水方式在不同区域之间有差别(表3)。从灌水次数来看,西南区域橘园年灌溉次数最多,达到8.4次,其后依次是华南、华东和华中区域的橘园,分别为7.6次、5.9次和4.5次,不过华东和华中区域不同种植主体的橘园之间的灌溉次数差别相对较小,极值分别是20和30,而华南和西南区域的灌溉次数差别较大,极值分别是50和60。从灌水方式来看,华东地区的橘园主要采用人工管道灌溉方式、占78.4%,仅有27.5%的种植主体采用滴灌灌溉方式,而很少橘园采用田间漫灌或喷灌;华南和华中地区的橘园主要采用人工管道和滴灌灌溉方式,占比41.8%~64.2%;西南地区采用人工管道灌溉方

式的橘园最多,占比为41.9%,其后依次是滴灌、喷灌和田间漫灌,占比分别是29.0%、20.4%和11.8%。

2.5 病虫害防控现状

从表4可见,所调查的种植主体橘园当前年均施药11.5次,不同的橘园年施药次数差异较大,最少1次、最多36次;虽然同一柑橘种植主体选择不止1种施药方式,但是超过70%的种植主体的橘园是采用管道方式施药,有23.2%的橘园仍然采用传统的背负式设备施药,而采用风送式机械和无人机设备施药的橘园比例还比较低,分别是14.7%和6.9%。另外,有较高比例(42.2%)的橘园的病虫害防治方案提供方是来自农资销售公司或当地农技服务中心。

所调查种植主体的橘园年施药次数和施药方式与橘园面积、类型和区域分布有关(表4)。≤1.33 hm²、(1.33, 6.67] hm²、(6.67, 33.33] hm²和>33.33 hm²种植主体的橘园年施药次数分别是12.9次、12.2次、10.7次和10.5次,橘园年均施药次数随果园面积增加呈现减少的趋势;山地橘园施药次数要高于缓坡平地橘园,前者年均施药13.1次、后者为9.7次;华中地区的橘园施药次数最少,年均均为6.8次,其他区域橘园年均施药超过11次,不过各区域不同种植主体的橘园年施药次数差异均较大,极值21~35。另外,橘园面积越大,采用风送式或无人机施药设备的橘园比例呈现增加的趋势,在面积超过33.33 hm²的

橘园中,使用风送式和无人机施药设备施药的比例分别是22.9%和11.4%,使用无人机的比例是面积6.67 hm²以下橘园的3倍以上;与缓坡平地相比,山地橘园采用管道施药比例要高12.7%、采用风送式设备和人工背负式设备施药比例要低7.1和7.7百分点。从区域来看,华东地区橘园采用管道设施施药比例最高、占92.2%,采用其他方式的施药比例均最低;华南地区橘园采用无人机施药比例最高、占10.5%,华中地区采用风送式设备施药比例较高(19.4%),西南地区橘园采用背负式设备施药比例最高,占45.2%。

表4 橘园病虫害防控分析

Table 4 Analysis on prevention and control of diseases and pests in orchard

项目 Items	年施药次数 Number of spraying insecticide per year				施药方式占比/% Percentage of spraying insecticide method				防治方案提供 方占比/% Percentage of prevention and control program provider	
	平均 Average	最小值 Minimum	最大值 Maximum	极值 Extremum	背负式 Backpack	管道 Pipeline	风送式 Air- assisted	无人机 Unmanned aerial vehicle	服务公司 Service company	种植主体 Fruit- planting body
总体情况 Overall situation	11.5	1	36	35	23.2	71.2	14.7	6.9	42.2	65.7
面积分段/hm ² ≤1.33	12.9	2	32	30	27.6	62.1	13.8	3.4	55.2	60.3
Area of (1.33, 6.67]	12.2	2	26	24	14.7	76.0	13.3	2.7	41.3	61.3
piecewise (6.67, 33.33]	10.7	3	36	33	22.3	74.8	10.7	8.7	33.0	71.8
>33.33	10.5	3	36	33	30.0	68.6	22.9	11.4	45.7	65.7
橘园类型 Citrus orchard type										
山地 Mountainous region	13.1	3	36	33	20.4	77.2	11.1	6.8	40.7	61.7
缓坡平地 Gentle slope and flat ground	9.7	1	30	29	28.1	64.5	18.2	6.6	44.6	68.6
橘园区域 Citrus orchard distribution										
华东 East China	18.0	4	32	28	2.0	92.2	7.8	0.0	64.7	47.1
华南 Southern China	11.7	4	25	21	15.8	80.0	17.9	10.5	30.5	74.7
华中 Central China	6.8	2	30	28	19.4	67.2	19.4	6.0	53.7	62.7
西南 Southwest China	11.2	1	36	35	45.2	53.8	11.8	7.5	33.3	68.8

2.6 生长季节修剪和撑果现状分析

从表5可知,有34.5%的种植主体的橘园会经常进行生长季节修剪,48.4%的会偶尔修剪,17.1%的不进行生长季节修剪。在进行生长季节修剪的种植主体中,主要是采用纯人工修剪方式,占86.6%;有少数橘园采用了动力辅助修剪方式,占比10.8%;不过目前所调查的橘园还没有采用机械方式进行修剪。另外,在所调查的种植主体中,有71.6%的橘园在果实成熟阶段采取了撑果措施。

从表5还可以看出,种植主体在生长季节是否修剪和撑果与橘园面积关系不明显,山地橘园生长季节不修剪的比例略高于缓坡平地,华东地区的生长季节不修剪比例是华南和华中地区的2倍多;面积大的橘园和缓坡平地橘园使用动力辅助方式进行修剪的比例较高,其中6.67 hm²以上的橘园使用动力辅助修剪的比例超过16%,是6.67 hm²以下橘园比例的3倍以上,缓坡平地橘园使用动力辅助修剪的比例是14.0%,比山地橘园的比例多6.0百分点;华东地区的

表5 生长季节修剪和撑果分析

Table 5 Pruning and propping fruit analysis during the growing season

%

项目 Items	年修剪频率占比 Annual pruning frequency			修剪方式占比 Percentage of pruning mode			撑果占比 Hold the fruit
	经常 Frequently	偶尔 Occasionally	不剪 No cut	纯人工 Pure manual	动力辅助 Dynamic auxiliary	机械修剪 Mechanical pruning	
总体情况 Overall situation	34.5	48.4	17.1	86.6	10.8	0.0	71.6
面积分段/hm ² Area of piecewise	≤1.33	37.9	44.8	17.2	93.1	5.2	69.0
	(1.33, 6.67]	33.8	53.5	12.7	90.7	4.0	76.0
	(6.67, 33.33]	27.0	53.0	20.0	83.7	16.3	72.1
	>33.33	47.1	36.8	16.2	80.3	16.9	66.2
橘园类型 Citrus orchard type	山地 Mountainous region	34.0	45.7	18.5	91.4	8.0	71.0
	缓坡平地 Gentle slope and flat ground	33.9	47.1	15.7	83.5	14.0	71.1
橘园区域 Citrus orchard distribution	华东 East China	24.0	48.0	28.0	98.0	2.0	82.4
	华南 Southern China	22.2	64.4	13.3	83.2	9.5	83.2
	华中 Central China	56.3	32.8	10.9	83.6	13.4	50.7
	西南 Southwest China	39.8	40.9	19.4	87.1	17.2	68.8

橘园采用动力辅助修剪的比例非常低,只有2%。另外,在4个区域中,华中地区的橘园成熟时撑果操作的比例最低,为50.7%,只有华东和华南地区的60%左右。

3 橘园栽培管理技术发展思考

橘园的栽培管理主要包括冬季清园、控草、肥水、病虫害和修剪管理等方面^[10]。本次调查发现,多数种植柑橘较成功的主体进行了这些栽培管理操作,如96.7%的种植主体进行了冬季清园,橘园年均控草3.2次、施肥4.9次、灌水6.7次和施药11.5次,不过生长季节进行修剪的种植主体比例较低,只有34.5%;另一方面也发现有较高比例的种植主体(57.5%)采用除草剂除草,65.5%的种植主体采用撒施方式施肥,而采用风送式等机械施药的比例较低(14.7%)。这些结果说明我国柑橘产业中目前表现好的种植主体主要还是采用以人工为主的传统栽培管理技术。不过这些种植主体在栽培管理过程中已存在严重的用工难、合适的栽培管理技术缺乏和生产成本不断攀升等问题^[11],因此,有较多种植主体不得不采用一些技术可行但不合理的栽培措施,如除草剂除草、撒施方式施肥(包括有机肥)等。

我国柑橘近15年的快速发展得益于政府重视、科技支撑和比较效益的市场拉动^[6,10]。虽然我国柑橘产业整体向好、取得不少成绩^[6,12],但是近几年我

国柑橘产业也出现劳动力紧缺、季节性供需矛盾、品质参差不齐、市场竞争激烈和经营效益下降等问题,同时局部地区黄龙病等病虫害危害加重^[3,13-15],逐渐制约柑橘产业健康发展。在这种背景下,提出以下柑橘栽培管理技术发展建议。

3.1 需要持续重视符合时代需求的柑橘栽培管理技术的研发和应用

综合种植成功橘园的经验表明,适应当地环境的好品种、合理的栽培技术和合适的采后商品化处理是一个地方、一个企业或一个种植户种好柑橘的3个关键要素。迄今为止,我国累计选育柑橘新品种122个,并先后引入了100多个国外的优良品种^[6,12],同时我国还在加大种业工程投入^[16],因此,各地发展柑橘时并不会缺少优良品种,只可能是没有筛选到适应当地环境的好品种。好品种必须有合适的栽培管理技术才能体现出品种的特性,即良种良法;而合理的栽培管理技术才能生产出高质量的果品,降低采后处理损耗、提高商品率,实现品牌战略、促进果品销售。因此合理的栽培技术在种好柑橘的三要素中地位相当重要。事实上,目前柑橘产业中出现的品质下降、面源污染和病虫害危害严重、橘园经营效益下降等问题主要与滞后的栽培管理技术导致管理不到位有关^[10,14]。本次调查结果也表明,虽然所调查的种植主体橘园进行3种及以上类型施肥的比例超

过80%,但是由于用工难等原因,不得不更多采用撒施和叶面施肥等措施(比例均超过60%),而撒施和叶面施肥是造成橘园N和P面源污染的重要原因^[17]。

柑橘产业对实现我国南方乡村振兴和满足人民群众对美好生活的向往作用巨大,我国已在种业、果品采后商品化处理和农机装备方面加大了研发投入,但是在栽培管理技术研发投入则基本被忽略。因此,当前要坚持不懈重视和加强符合柑橘产业发展需求的合理栽培技术研发和应用,以避免在“品种-技术-采后处理”三要素中加剧“洼地”现象,限制柑橘产业健康发展。

3.2 要重视农艺农机结合的栽培技术和装备研发

栽培技术是否合理,应该看是否适应当前产业发展需要、果园管理是否轻松经济到位。耕地资源、劳动力和环境约束是当前限制包括柑橘产业在内的农业健康发展的3个重要因素^[3,9,13],而我们所调查的种植主体对高效的机械装备和轻简化栽培管理技术有着迫切的需求^[11]。轻简化包括技术简单化、机械化和数字智能(智慧)化3个层面。本次调查结果表明,种植较成功的主体主要还是依靠人工管理,柑橘整个产业仍然处在依靠人工为主的农业1.0阶段^[9]。虽然目前数字农业、智慧农业在我国农业科研和产业应用方面有相当高的热度,但是就柑橘产业而言,当前重点是如何让我国橘园管理尽可能使用机械。

与国外果园机械研发和应用情况相比,我国虽然有一些果园机械,如施药、除草、开沟施肥等机械,但是由于受果园立地条件及种植方式等农艺不配套的影响,果园综合机械化发展水平仍然偏低,其中丘陵山区果园不到6%、平原果园为16%,且与稻麦大田作物机械化水平相差较大^[18]。本次调查发现,橘园主体没有采用机械进行修剪,只有10.8%的橘园采用了动力辅助修剪;在控草管理方面采用手扶式或坐式除草机械除草的比例分别只有8.5%和15.0%;施药方面采用风送式机械和无人机设备施药的橘园比例比较低,分别是14.7%和6.9%。这种现象与缺少相应设备、或者立地条件差、园区规范性较低不适宜机械应用有关^[9,18]。另一方面,本调查发现面积 $>33.33\text{ hm}^2$ 的橘园采用坐式割草机械除草、风送式和无人机设备施药的比例是 $<6.67\text{ hm}^2$ 的1~3倍以上,主要是与大面积橘园为了提高管理效率规范建园有关。因此,研发满足当前产业发展需要的

轻简化栽培管理技术过程中,一定要充分考虑机械的使用要求,形成一个规范的株行距建园标准,研发适宜机械修剪的种植模式、适宜机械施药的树形等;反之,研发农用装备过程中,一定要考虑种植模式和农艺性状,形成系列装备而不是万能装备。也只有栽培和农用机械方面专家联合,“农艺农机”充分融合,才能实现轻简化栽培管理技术创新和果园管理到位,确保橘园稳产、果品优质,经营降本增效。

3.3 轻简优质栽培技术和装备研发要注重系统性

推进柑橘栽培管理技术轻简优质化,必需要注意系统性。数字农业(果园)在我国进入快速发展期,但是许多地方农业大数据重建设轻运营、农艺不配套,农业物联网实用性不强、农民和新型主体缺乏应用积极性,系统存在硬件卡脖子、软件落后等问题,数字化农业推进过程中系统观念不强^[19]。本次调查发现,许多种植主体的橘园采用地表覆盖园艺地布控制树盘下杂草的同时,却没有及时安装水肥一体滴灌系统,导致橘园水肥管理更加困难;控制树体只知道采用修剪技术,却没有考虑结合水肥管理进行控梢控冠;应用开沟机开沟施肥,却发现开沟机只能在行中间开沟,不能在树冠滴水线下面开沟,开沟以后仍然需要大量人员填放有机肥、覆盖土壤;有水肥一体化系统却缺少合理的肥水管理方案、毛管等硬件系统经常性出故障,种种问题导致橘园轻简优质化技术应用比例较低。因此,推进橘园轻简优质栽培管理技术,无论是技术简单化还是机械化或数字智能化等,必须重视系统性,从建园株行距、树形培育控制、水肥管理和病虫害防控等综合考虑,研发相应技术和装备,做到顶层设计、系统谋划、有机统一,实现柑橘轻简优质栽培管理技术高效应用、柑橘产业持续健康发展。

致谢:本调查得到国家柑橘产业技术体系(CARS26)湖北、湖南、江西、浙江、广东、广西、四川、重庆、云南和陕西等部分试验站和岗位专家的大力支持,在此一并致谢!

参考文献 References

- [1] LIU Y Q, HEYING E, TANUMIHARDJO S A. History, global distribution, and nutritional importance of citrus fruits [J]. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 2012, 11 (6): 530-545.
- [2] ZIBAE E, KAMALIAN S, TAJVAR M, et al. Citrus spe-

- cies; a review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology[J].*Current pharmaceutical design*, 2020, 26 (1):44-97.
- [3] 邓秀新. 关于我国水果产业发展若干问题的思考[J]. *果树学报*, 2021, 38(1):121-127. DENG X X. Thoughts on the development of China's fruit industry [J]. *Journal of fruit science*, 2021, 38(1):121-127 (in Chinese with English abstract).
- [4] 祁春节, 顾雨檬, 曾彦. 我国柑橘产业经济研究进展[J]. *华中农业大学学报*, 2021, 40(1):58-69. QI C J, GU Y M, ZENG Y. Progress of citrus industry economy in China [J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 2021, 40 (1) : 58-69 (in Chinese with English abstract).
- [5] 曾云琦. 中国柑橘历史与文化价值研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2008. ZENG Y Q. Study on historical and cultural value of citrus in China [D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2008 (in Chinese with English abstract).
- [6] 郭文武, 叶俊丽, 邓秀新. 新中国果树科学研究70年: 柑橘[J]. *果树学报*, 2019, 36(10):1264-1272. GUO W W, YE J L, DENG X X. Fruit scientific research in New China in the past 70 years: citrus [J]. *Journal of fruit science*, 2019, 36(10):1264-1272 (in Chinese with English abstract).
- [7] 兰涵旗, 邓秀新. 果树学科服务产业扶贫的实践探索与模式探究: 基于华中农业大学柑橘团队为例[J]. *中国农业科技导报*, 2019, 21(4):1-7. LAN H Q, DENG X X. Industrial poverty alleviation mode supported by research team of pomology discipline: based on the cases by citrus team of Huazhong Agricultural University [J]. *Journal of agricultural science and technology of China*, 2019, 21 (4) : 1-7 (in Chinese with English abstract).
- [8] 黄伟华, 祁春节. 中国柑橘生产空间布局演化及驱动因素研究[J]. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2022(4):90-103. HUANG W H, QI C J. Studies on the spatio-temporal variation and the driving forces of citrus production in China [J]. *Journal of Huazhong Agricultural University (social science edition)*, 2022(4):90-103 (in Chinese with English abstract).
- [9] 李道亮. 农业4.0: 即将来临的智能农业时代[M]. 北京: 机械工业出版社, 2020. LI D L. Agriculture 4.0: the coming era of intelligent agriculture [M]. Beijing: China Machine Press, 2020 (in Chinese).
- [10] 周常勇. 中国果树科学与实践: 柑橘[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2020. ZHOU C Y. Fruit science and practice in China: Citrus [M]. Xi'an: Shaanxi Science and Technology Press, 2020 (in Chinese).
- [11] 陈欢, 刘永忠, 潘一凡, 等. 我国橘园栽培管理中遇到的问题和需求研究[J]. *浙江柑橘*, 2022, 39(3):2-5. CHEN H, LIU Y Z, PAN Y F, et al. The problems and demand research encountered in Chinese orangery cultivation management [J]. *Zhejiang citrus*, 2022, 39(3):2-5 (in Chinese).
- [12] 邓秀新. 中国柑橘育种60年回顾与展望[J]. *园艺学报*, 2022, 49(10):2063-2074. DENG X X. A review and perspective for citrus breeding in China during the last six decades [J]. *Journal of horticulture*, 2022, 49 (10) : 2063-2074 (in Chinese with English abstract).
- [13] 祁春节, 邓秀新. 当前我国柑桔产业发展面临的重大问题和对策措施[J]. *中国果业信息*, 2016, 33(12):9-11. QI C J, DENG X X. The major problems and countermeasures of citrus industry development in China at present [J]. *China fruit industry information*, 2016, 33(12):9-11 (in Chinese).
- [14] 刘永忠. 画说柑橘优质丰产关键技术[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2019. LIU Y Z. Key technologies of high quality and high yield of citrus [M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2019 (in Chinese).
- [15] 奎国秀, 祁春节. 我国柑橘产业生产贸易的变化及机遇与挑战[J]. *中国果树*, 2021(6):93-97. KUI G X, QI C J. Changes, opportunities and challenges of citrus production and trade in China [J]. *China fruits*, 2021(6):93-97 (in Chinese with English abstract).
- [16] 宋罗娜, 吴鼎文, 侯军岐. 我国种业发展及其实施战略[J]. *西北农林科技大学学报*, 2022, 22(6):141-149. SONG L N, WU D W, HOU J Q. Research on the development and implementation strategy of seed industry in China [J]. *Journal of Northwest A & F University*, 2022, 22(6):141-149 (in Chinese with English abstract).
- [17] 蒲昌权, 何才智, 张乃华. 柑橘果园水肥药一体化防治面源污染技术集成研究[J]. *南方农业*, 2021, 15(22):87-91. PU C Q, HE C Z, ZHANG N H. Integrated research on non-point source pollution prevention and control technology for integration of water, fertilizer and of medicine of citrus orchard [J]. *Southern agriculture*, 2021, 15(22):87-91 (in Chinese).
- [18] 赵映, 肖宏儒, 梅松, 等. 我国果园机械化生产现状与发展策略[J]. *中国农业大学学报*, 2017, 22(6):116-127. ZHAO Y, XIAO H R, MEI S, et al. Current status and development strategies of orchard mechanization production in China [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2017, 22 (6) : 116-127 (in Chinese with English abstract).
- [19] 魏延安. 推进数字农业发展需要增强系统观念[J]. *中国信息界*, 2021(4):42-44. WEI Y A. Promoting the development of digital agriculture needs to enhance the concept of system [J]. *Information China*, 2021(4):42-44 (in Chinese).

Investigation and development thinking on the cultivation situation and management techniques of citrus in China

PAN Yifan, LIU Yongzhong, HUANG Yuxuan, CHEN Huan, LI Yanting, LUO Yin

College of Horticulture and Forestry Sciences / National Key Laboratory for Germplasm Innovation and Utilization of Horticultural Crops, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China

Abstract A questionnaire survey was conducted on 306 planting entities in main citrus planting provinces (cities) in China regarding techniques including winter sanitation, weed control, and management of fertilizer and water to understand the cultivation situation and management techniques of citrus in China. The results showed that 96.7% of planting entities conducted winter sanitation for citrus orchards. The annual average times of weed control, fertilization, irrigation and pesticide application were 3.2, 4.9, 6.7 and 11.5, respectively. 57.5%, 56.2%, and 47.4% of the planters used herbicides, knapsack mowers, and manual weed control, respectively. 65.5% and 63.9% of the planters used broadcasting and foliar spraying methods. 53.1% and 39.3% of the planters used pipe irrigation and drip irrigation methods. 71.2% of the planters used pipeline injection, and the proportion of air-sent mechanical injection was relatively low (14.7%). Only 34.5% of the planters had regular pruning during the growing season, and the pruning was mainly done by manual methods (accounting for 86.6%). The application of citrus cultivation and management techniques is related to the area, type, and distribution of citrus orchards. The annual average number of weed control and fertilization, the proportion of drip irrigation and fertilization, is higher in large area or gentle slope flat orchards than that in small area or mountainous orchards, but the annual average number of pesticide applications is the opposite. In central China, the ratio of irrigation, fertilization and fruit holding operation at maturity were the least among different planting regions. Based on the results of investigation, suggestions for the development of citrus cultivation and management technologies have been proposed. Firstly, it is necessary to continue to pay attention to the research and development of citrus cultivation and management technologies that meet the needs of the times. Secondly, it is important to attach importance to the research and development of cultivation technologies and equipment that combine agronomy and agricultural machinery. Thirdly, the research and development of cultivation technologies and equipment with ease, simplicity and high quality should focus on systematicity.

Keywords citrus; winter orchard sanitation; management of fertilizer and water; control and prevent of disease and pest; weed control; cultivation with ease, simplicity and high quality

(责任编辑: 张志钰)