

两个佛手瓜品种在南亚热带地区的生态适应性评价

夏再兴^{1,2}, 徐文果^{1,2}, 李学梅³, 赵娟⁴, 陈志雄^{1,2},
罗怀宇^{1,2}, 线岩相^{1,2}, 陈以相^{1,2}

(1. 云南省德宏州农业技术推广中心 云南芒市 678400; 2. 云南省德宏州农业科学研究所 云南芒市 678400;
3. 云南省德宏州植保植检站 云南芒市 678400; 4. 云南省德宏州检验检测院 云南芒市 678400)

摘要: 为了给佛手瓜高产优质栽培提供理论依据, 以滇西地区的主栽品种绿皮佛手瓜和白皮佛手瓜为材料, 分别在设施栽培和大田栽培两种不同模式下以等行距种植, 调查佛手瓜的农艺性状和产量性状, 检测龙须菜的主要功能营养成分。结果表明, 不同品种、栽培模式和季节的综合作用对佛手瓜的生长和产量有极显著影响。夏、秋季佛手瓜长势突出、分支多、采摘周期短, 两个品种的商品龙须菜产量均显著高于春季和冬季。在设施栽培模式下, 两个品种在不同季节的龙须菜产量均高于大田栽培模式, 全年总产量分别提高了 34.61% 和 22.33%, 其中绿皮佛手瓜的植株长势和丰产性优于白皮佛手瓜。不同品种、栽培模式和季节龙须菜的多糖、总酚、总黄酮含量均无显著差异, 但其含水量受季节变化的显著影响, 两个品种龙须菜的水分含量均在夏季最高, 表明两个品种龙须菜的食味品质相当。因此, 在南亚热带地区栽培两个佛手瓜品种均可实现龙须菜的周年生产和错峰上市, 试验筛选出的最优组合为设施栽培种植绿皮佛手瓜。

关键词: 佛手瓜; 龙须菜; 农艺性状; 食味品质; 适应性

中图分类号: S642.9 文献标志码: A 文章编号: 1673-2871(2025)09-121-07

Evaluation on eco-adptability of two chayote cultivars in south-subtropical area

XIA Zaixing^{1,2}, XU Wenguo^{1,2}, LI Xuemei³, ZHAO Juan⁴, CHEN Zhixiong^{1,2}, LUO Huaiyu^{1,2}, XIAN Yanxiang^{1,2}, CHEN Yixiang^{1,2}

(1. Dehong Agricultural Technology Promotion Center of Yunnan Province, Mangshi 678400, Yunnan, China; 2. Dehong Agricultural Sciences Research Institute of Yunnan Province, Mangshi 678400, Yunnan, China; 3. Dehong Plant Protection and Quarantine Station of Yunnan Province, Mangshi 678400, Yunnan, China; 4. Dehong Inspection and Testing Institute of Yunnan Province, Mangshi 678400, Yunnan, China)

Abstract: To provide a theoretical basis for high-yield and high-quality cultivation of chayote, the main cultivars of green chayote and white chayote in western Yunnan were planted with equal row spacing under two different cultivation methods: Facility cultivation and field cultivation. The agronomic traits and yield characteristics of chayote were investigated, and the main functional nutrients of chayote vine were analyzed. The results showed that the comprehensive effects of cultivars, cultivation methods and seasons had extremely significant effects on the growth and yield of chayote. In summer and autumn, chayote plants exhibited vigorous growth, increased branching, and a shorter harvesting period, with the yield of chayote vine from both cultivars being significantly higher than in spring and winter. Under facility cultivation, the yield of chayote vine for both cultivars across different seasons was significantly higher than field cultivation, with annual total yields increasing by 34.61% and 22.33%, respectively. Among the two cultivars, green chayote demonstrated superior plant growth and yield potential compared to white chayote. No significant difference was observed in the content of polysaccharides, total phenols, and total flavonoids in chayote vine among different cultivars, cultivation methods, or seasons. However, the water content of chayote vine was significantly influenced by seasonal changes, with both cultivars

收稿日期: 2024-11-25; 修回日期: 2025-04-18

基金项目: 云南省农业发展专项(2130106); 云南省农作物种质资源德宏库项目(德财农(2024)31号); 德宏州“英才兴边”计划产业技术拔尖人才专项(DHYC-CYJSBJRC-2021-004)

作者简介: 夏再兴, 男, 助理农艺师, 主要从事田间试验、示范和推广应用等工作。E-mail: 18288168610@163.com

通信作者: 陈以相, 男, 高级农艺师, 主要从事作物育种、试验及示范推广工作。E-mail: chen984269802@163.com

showing the highest water content in summer, indicating similar eating quality. Therefore, cultivating these two chayote cultivars in the south subtropical region can enable year-round production and staggered market supply of chayote vine. The optimal combination identified in this study is facility cultivation of green chayote.

Key words: Chayote (*Sechium edule*); Chayote vine; Agronomic traits; Eating quality; Adaptability

葫芦科作物是世界第四大重要经济作物,其丰富的种质资源为人类提供了重要的食物来源^[1]。多年生藤本植物佛手瓜 (*Sechium edule* Swartz) 广泛栽培于世界热带至温带地区^[2],具有较高的营养价值和药用价值^[3]。中国的佛手瓜种植主要从云南、辽宁向广西、湖北等地迅速扩散^[4],其果实、茎、根和叶均可食用^[5],富含蛋白质、矿物质、酚类等营养成分^[6]。佛手瓜嫩梢作为食用部分被称为“龙须菜”^[7],常采摘食用嫩芽往下2~3节,外观呈翠绿色,有卷须。龙须菜是一种高蛋白、低脂肪、低糖的蔬菜^[8],因其清脆的口感和独特的风味,成为植物性菜肴中的佳品,深受消费者青睐。龙须菜作为云贵高原地区的传统蔬菜,常见栽培种有绿皮佛手瓜、白皮佛手瓜、有刺佛手瓜、无刺佛手瓜4种类型^[9-12],这些品种均被广泛种植,且具有较高的产值效益,但在高海拔区域于冬季节自然生长条件下佛手瓜植株茎叶会发生枯萎现象。滇西地区的亚热带气候资源优势是多种蔬菜作物周年生产的有利条件^[13-14],若能在佛手瓜栽培生产上加以利用,则可实现龙须菜的周年生产和错峰上市,产值效益可显著提高。因此,通过开展佛手瓜品种的适应性试验,研究不同品种、栽培模式和季节间的综合作用对佛手瓜生长、龙须菜产量和品质的影响,以期为其高产优质栽培提供理论依据和实践基础。

1 材料与方法

试验于2022年12月至2023年11月在云南省德宏州芒市陡坡脚蔬菜试验基地进行,前茬作物为玉米和蔬菜作物,地块平整,光照充足,肥力中等,排灌方便,土壤类型为沙壤土。

1.1 材料

供试品种为绿皮佛手瓜和白皮佛手瓜,种瓜质量为 (324.31 ± 21.65) g,均为地方品种,在滇西地区广泛栽培。试验用肥料为仁恒牌复合肥[N-P₂O₅-K₂O含量(w,后同)≥45%]、尿素(N含量≥46.0%),购自当地农资市场。

1.2 试验设计

试验面积各0.4 hm²,采用设施栽培和大田栽培

两种模式种植,小区布置采用随机区组排列设计,每个小区面积为0.13 hm²,设3次重复。其中,设施栽培采用单体钢架拱雨棚,在畦面上方搭棚,棚长20 m,宽8 m,棚高5 m,棚侧留2 m裙膜卷于卷膜器上,安装喷灌设施,棚侧四周设有排水槽。设施栽培和大田栽培两种种植模式的田间种植和管理一致。移栽前采用生石灰800 kg·hm⁻²对土壤消毒,全田均匀撒施复合肥600 kg·hm⁻²和腐熟牛羊粪15 t·hm⁻²作基肥,用多功能微耕机精细整地。按长10 m、宽1 m,墒间间距50 cm规格整理苗床。种瓜用50%多菌灵500倍液均匀喷湿消毒,采用直播法种植,播种深度为20 cm,种植密度为 4×10^4 株·hm⁻²,株行距为50 cm×50 cm。种瓜播种期为2022年12月6日,出苗期为2023年1月7日,两个参试品种均出苗整齐,幼苗长势良好。全年共追施肥料5次,分别于3月25日、5月19日、7月13日、9月12日和11月3日各追施复合肥450 kg·hm⁻²。定期人工除草,科学防治病虫害,适时采收龙须菜。

1.3 农艺性状测定

每个季节调查2次,间隔40~45 d调查1次,各处理随机取样10株调查分枝数,用卷尺测量植株的主蔓长和鲜茎长,用游标卡尺测量鲜茎粗,全年共调查8次。分别统计不同处理下两个佛手瓜品种龙须菜的采摘日期、采摘次数和产量,折算为季节性产量和全年总产量。

1.4 品质性状测定

全年共采样4批次,每个季节采用五点取样法对各处理采摘佛手瓜嫩茎叶500 g,各3次重复,迅速装入取样袋中密封,置于冰袋泡沫盒中带回实验室。

采用常压干燥法测定水分含量^[15],新鲜样品称质量后放置于100~105℃烘箱内杀青10 min,在60℃下烘至恒质量,取出置于干燥器中冷却30 min称量干质量,折算样品水分含量。

将相同品种同一处理的烘干样品混合,40目筛粉碎,分别装入干燥三角瓶中,密封贮存备用。采用蒽酮-硫酸法测定多糖含量^[15]。采用Folin-酚法测定总酚含量^[16]。参考宋伊真等^[17]的方法,测定总黄酮含量。

1.5 数据分析

利用 IBM SPSS Statistics 20.0 软件分析数据,采用 Duncan's 新复极差法进行多重比较分析,利用 WPS Office 作图。

2 结果与分析

2.1 植株性状的比较

不同品种、栽培模式和季节间的综合作用对佛手瓜的生长有极显著影响(表 1)。随着季节的变化,设施栽培和大田栽培的两个品种的主蔓长均逐渐增大,分支数、鲜茎长、鲜茎粗均呈先增大后减小的趋势。在设施栽培模式下,不同季节绿皮佛手瓜的主蔓长在 68.40~165.11 cm,单株分枝数在 6.60~

14.30,鲜茎长在 25.37~32.21 cm,鲜茎粗在 4.80~7.91 mm;不同季节白皮佛手瓜的主蔓长在 63.44~153.45 cm,单株分枝数在 6.10~13.80,鲜茎长在 23.05~31.30 cm,鲜茎粗在 5.33~7.12 mm;由方差分析结果可知,绿皮佛手瓜秋季和冬季的主蔓长、夏季的分枝数、冬季的鲜茎长、秋季的鲜茎粗均显著高于白皮佛手瓜。在大田栽培模式下,不同季节绿皮佛手瓜的主蔓长在 57.03~133.59 cm,单株分枝数在 5.80~14.00,鲜茎长在 18.20~31.68 cm,鲜茎粗在 4.47~6.76 mm;不同季节白皮佛手瓜的主蔓长在 56.97~125.71 cm,单株分枝数在 6.00~11.30,鲜茎长在 17.88~27.78 cm,鲜茎粗在 4.37~6.86 mm;由方差分析结果可知,绿皮佛手瓜冬季的主蔓长和鲜茎

表 1 不同栽培模式和季节变化对佛手瓜生长的影响

Table 1 Effects of different cultivation methods and seasonal changes on the growth of chayote

品种 Cultivar	季节 Season	设施栽培模式 Facility cultivation method				大田栽培模式 Field cultivation method			
		主蔓长 Length of main vine/cm	单株分枝数 Number of branch per plant	鲜茎长 Fresh stem length/cm	鲜茎粗 Fresh stem diameter/ mm	主蔓长 Length of main vine/ cm	单株分枝数 Number of branch per plant	鲜茎长 Fresh stem length/cm	鲜茎粗 Fresh stem diameter/ mm
绿皮佛手瓜 Green chayote	春 Spring	68.40±2.02 f	6.60±1.07 d	28.37±2.86 bc	4.80±0.31 e	57.03±2.89 d	5.80±0.79 e	22.21±1.68 c	4.47±0.37 d
	夏 Summer	117.93±6.99 e	13.20±2.10 b	32.02±2.81 a	7.42±0.62 b	94.26±5.71 c	9.30±1.42 c	26.87±1.65 b	6.68±0.22 a
	秋 Autumn	143.92±6.22 c	14.30±1.57 a	32.21±2.00 a	7.91±0.61 a	118.17±5.66 c	14.00±1.33 a	31.68±2.27 a	6.76±0.20 a
	冬 Winter	165.11±5.38 a	11.90±1.73 bc	25.37±1.31 d	6.55±0.30 c	133.59±3.61 a	7.80±1.23 d	18.20±1.91 d	5.54±0.32 b
白皮佛手瓜 White chayote	春 Spring	63.44±2.54 f	6.10±0.99 d	27.06±1.45 cd	5.33±0.58 d	56.97±3.74 d	6.00±0.67 e	22.40±2.12 c	4.37±0.23 d
	夏 Summer	110.68±8.71 e	10.60±1.71 c	30.44±2.37 ab	7.12±0.77 b	92.06±4.83 c	10.10±2.28 bc	26.72±2.27 b	6.85±0.14 a
	秋 Autumn	131.79±7.13 d	13.80±2.30 a	31.30±3.23 a	7.01±0.22 bc	124.00±7.04 b	11.30±1.89 b	27.78±1.47 b	6.86±0.45 a
	冬 Winter	153.45±5.96 b	11.30±2.00 c	23.05±2.59 e	6.56±0.32 c	125.71±7.85 b	7.50±1.58 d	17.88±2.53 d	5.09±0.31 c
F 值 F value		156.323 **	156.323 **	19.359 **	43.234 **	316.164 **	35.310 **	57.993 **	134.713 **

注:**表示在 0.01 水平差异极显著。同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: ** indicates extremely significant difference at 0.01 level. Different lowercase letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

粗、秋季的分枝数和鲜茎长均显著高于白皮佛手瓜。分析表明,两个品种在设施栽培和大田栽培两种不同模式下种植均能正常生长,不同季节对佛手瓜植株生长产生了极显著影响,两个品种均在夏、秋季表现出茎蔓生长快、分枝多的特点。两种栽培模式下均以绿皮佛手瓜的长势突出,说明该品种适应性强。

2.2 产量性状的比较

不同品种、栽培模式和季节间的综合作用对佛手瓜的产量有极显著影响(表 2)。随着季节的变化,两个品种龙须菜的采摘周期均呈先减小后增大的趋势,采摘次数、产量均呈先升高后降低的趋势。在设施栽培模式下,不同季节绿皮佛手瓜龙须菜的采摘周期在 2.30~4.50 d,采摘次数在 20.20~

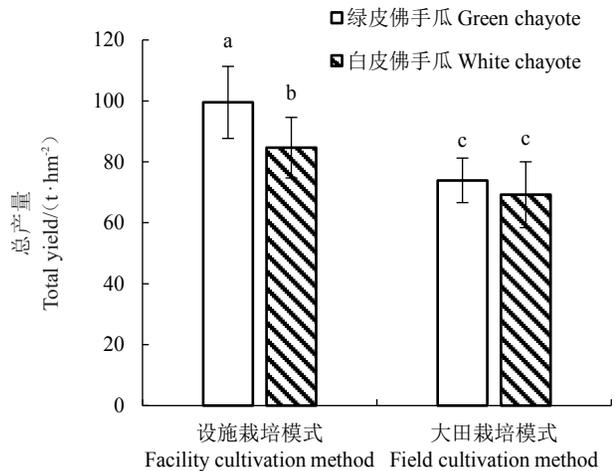
表2 不同栽培模式和季节变化对佛手瓜产量的影响

Table 2 Effects of different cultivation methods and seasonal changes on the yield of chayote

品种 Cultivar	季节 Season	设施栽培模式 Facility cultivation method			大田栽培模式 Field cultivation method		
		采摘周期 Harvesting period/d	采摘次数 Harvesting times	产量 Yield/(t·hm ⁻²)	采摘周期 Harvesting period/d	采摘次数 Harvesting times	产量 Yield/(t·hm ⁻²)
绿皮佛手瓜 Green chayote	春 Spring	4.20±0.79 a	22.20±4.64 b	15.97±3.21 c	4.60±0.52 b	19.70±2.21 b	10.65±1.44 b
	夏 Summer	2.30±0.48 b	40.05±7.25 a	34.76±7.11 a	2.40±0.52 c	39.00±7.76 a	27.22±5.70 a
	秋 Autumn	2.40±0.52 b	39.00±7.75 a	34.85±6.90 a	2.60±0.52 c	36.00±7.75 a	28.48±6.86 a
	冬 Winter	4.50±0.53 a	20.20±2.35 b	13.94±2.08 c	6.20±1.03 a	14.70±2.87 b	7.58±1.85 b
白皮佛手瓜 White chayote	春 Spring	4.40±0.70 a	20.90±3.84 b	14.31±5.85 c	5.10±0.74 b	17.80±2.39 b	8.98±1.19 b
	夏 Summer	2.50±0.53 b	37.50±7.91 a	29.07±5.79 b	2.50±0.53 c	37.50±7.91 a	26.72±6.50 a
	秋 Autumn	2.40±0.52 b	39.00±7.75 a	28.08±7.17 b	2.60±0.52 c	36.00±7.75 a	26.30±6.24 a
	冬 Winter	4.50±0.53 a	20.02±2.35 b	13.20±2.06 c	6.20±1.03 a	14.70±2.87 b	7.20±2.27 b
F 值 F value		34.061 **	26.889 **	37.592 **	56.756 **	36.317 **	46.300 **

40.05, 产量在 13.94~34.85 t·hm⁻²; 不同季节白皮佛手瓜龙须菜的采摘周期在 2.40~4.50 d, 采摘次数在 20.02~39.00, 产量在 13.20~29.07 t·hm⁻²; 由方差分析结果可知, 同一季节绿皮佛手瓜和白皮佛手瓜龙须菜的采摘周期和采摘次数均差异不显著, 其中夏、秋季绿皮佛手瓜和白皮佛手瓜龙须菜的采摘周期均显著低于春、冬季, 采摘次数和产量均显著高于春、冬季; 从产量水平上看, 不同季节绿皮佛手瓜的龙须菜产量均高于白皮佛手瓜, 其中夏、秋季绿皮佛手瓜的龙须菜产量均显著高于白皮佛手瓜。在大田栽培模式下, 不同季节绿皮佛手瓜龙须菜的采摘周期在 2.40~6.20 d, 采摘次数在 14.70~39.00, 产量在 7.58~28.48 t·hm⁻²; 不同季节白皮佛手瓜龙须菜的采摘周期在 2.50~6.20 d, 采摘次数在 14.70~37.50, 产量在 7.20~26.72 t·hm⁻²; 由方差分析结果可知, 同一季节绿皮佛手瓜和白皮佛手瓜龙须菜的采摘周期、采摘次数和产量均差异不显著, 其中夏、秋季绿皮佛手瓜和白皮佛手瓜龙须菜的采摘周期均显著低于春、冬季, 采摘次数均显著高于春、冬季; 从产量水平上看, 不同季节的绿皮佛手瓜龙须菜产量均高于白皮佛手瓜。结果表明, 两个品种在设施栽培和大田栽培两种不同模式下种植全年均能正常采摘龙须菜, 不同季节中以夏、秋季龙须菜的产量较高。

由图 1 可知, 两个佛手瓜品种龙须菜的全年总产量在 69.21~99.52 t·hm⁻², 以设施栽培模式下绿皮佛手瓜龙须菜的全年总产量最高, 大田栽培模式下白皮佛手瓜龙须菜的全年总产量最低。由方差分析结果可知, 在设施栽培模式下, 两个品种龙须菜的全年总产量均显著高于大田栽培模式, 分别显著提高了 34.61%、22.33%。两种不同栽培模式下, 绿



注: 不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

Note: Different small letters indicate significant difference at 0.05 level.

图 1 不同栽培模式对龙须菜全年总产量的影响

Fig. 1 Effects of different cultivation methods on the annual total yield of chayote vine

皮佛手瓜龙须菜的全年总产量均高于白皮佛手瓜, 分别提高了 17.55%、6.83%。以上分析结果表明, 与白皮佛手瓜相比, 绿皮佛手瓜的丰产性好, 龙须菜产量高。

2.3 品质性状的比较

由表 3 可知, 不同季节间龙须菜的水分含量存在显著差异, 不同栽培模式下两个佛手瓜品种均表现出夏季龙须菜的水分含量高于春、秋、冬季。在设施栽培模式下, 冬季绿皮佛手瓜龙须菜的水分含量为最低(40.47%), 显著低于春、夏、秋季; 不同季节白皮佛手瓜龙须菜的水分含量无显著差异, 由高到低依次为夏季(48.34%)>秋季(47.46%)>春季

表3 不同栽培模式和季节变化对龙须菜食味品质的影响

Table 3 Effects of different cultivation methods and seasonal changes on the eating quality of chaylte vine

品种 Cultivar	季节 Season	设施栽培模式 Facility cultivation method			大田栽培模式 Field cultivation method				
		w(水分) Water content/%	w(多糖) Polysaccha- rides content/ (g·100 g ⁻¹)	w(总酚) Total phenols content/ (g·100 g ⁻¹)	w(总黄酮) Total flavonoids content/ (g·100 g ⁻¹)	w(水分) Water content/%	w(多糖) Polysaccha- rides content/ (g·100 g ⁻¹)	w(总酚) Total phenols content/ (g·100 g ⁻¹)	w(总黄酮) Total flavonoids content/ (g·100 g ⁻¹)
绿皮佛手瓜 Green chayote	春 Spring	46.66±2.16 a	1.50±0.23 a	1.04±0.12 a	0.43±0.08 a	43.57±2.60 d	1.63±0.24 a	1.04±0.15 a	0.40±0.10 a
	夏 Summer	48.96±3.89 a	1.53±0.12 a	1.10±0.22 a	0.41±0.06 a	52.55±3.59 a	1.50±0.22 a	0.96±0.17 a	0.32±0.06 a
	秋 Autumn	46.21±3.94 a	1.46±0.38 a	1.02±0.24 a	0.37±0.08 a	51.01±1.42 ab	1.57±0.29 a	0.91±0.27 a	0.39±0.13 a
白皮佛手瓜 White chayote	冬 Winter	40.47±2.29 b	1.52±0.27 a	1.12±0.16 a	0.42±0.06 a	41.70±2.96 d	1.60±0.31 a	1.06±0.10 a	0.43±0.12 a
	春 Spring	45.73±1.98 a	1.44±0.33 a	1.07±0.08 a	0.38±0.04 a	44.79±3.10 cd	1.47±0.16 a	1.06±0.14 a	0.40±0.08 a
	夏 Summer	48.34±3.80 a	1.34±0.33 a	0.98±0.38 a	0.43±0.06 a	51.13±3.15 ab	1.36±0.28 a	1.03±0.09 a	0.37±0.12 a
	秋 Autumn	47.46±2.77 a	1.49±0.22 a	1.08±0.16 a	0.39±0.05 a	47.46±2.77 bc	1.34±0.37 a	1.04±0.07 a	0.36±0.05 a
	冬 Winter	44.72±3.01 a	1.53±0.22 a	1.08±0.07 a	0.40±0.06 a	41.87±2.76 d	1.49±0.19 a	1.08±0.15 a	0.39±0.04 a
F 值 F value		3.709 *	0.420	1.081	0.795	11.818 **	0.801	1.364	0.577

注:*表示在 0.05 水平差异显著。

Note: * indicates significant difference at 0.05 level.

(45.73%)>冬季(44.72%)。在大田栽培模式下,夏、秋季绿皮佛手瓜龙须菜的水分含量均显著高于春、冬季,尤其以冬季绿皮佛手瓜龙须菜的水分含量最低(41.70%);夏季白皮佛手瓜龙须菜的水分含量最高(51.13%),且显著高于春、冬季;秋季白皮佛手瓜龙须菜的水分含量显著高于冬季,以冬季白皮佛手瓜龙须菜的水分含量最低(41.87%)。不同品种、栽培模式和季节间的综合作用对龙须菜多糖、总酚和总黄酮含量均无显著影响。其中,在设施栽培模式下,夏季绿皮佛手瓜和冬季白皮佛手瓜龙须菜的多糖含量为最高(1.53 g·100 g⁻¹),夏季白皮佛手瓜龙须菜的多糖含量最低(1.34 g·100 g⁻¹);冬季绿皮佛手瓜龙须菜的总酚含量最高(1.12 g·100 g⁻¹),夏季白皮佛手瓜龙须菜的总酚含量最低(0.98 g·100 g⁻¹);春季绿皮佛手瓜和夏季白皮佛手瓜龙须菜的总黄酮含量最高(0.43 g·100 g⁻¹),秋季绿皮佛手瓜龙须菜的总黄酮含量最低(0.37 g·100 g⁻¹)。在大田栽培模式下,春季绿皮佛手瓜龙须菜的多糖含量最高(1.63 g·100 g⁻¹),秋季白皮佛手瓜龙须菜的多糖含量最低(1.34 g·100 g⁻¹);冬季白皮佛手瓜龙须菜的总酚含量最高(1.08 g·100 g⁻¹),秋季绿皮佛手瓜龙须菜的总酚含量最低(0.91 g·100 g⁻¹);冬季绿皮佛手瓜龙须菜的总黄酮含量最高(0.43 g·100 g⁻¹),夏季绿皮佛手瓜龙须菜的总黄酮含量最低(0.32 g·100 g⁻¹)。两个品种龙须菜的水分含量为40.47%~52.55%,100 g干样中多糖含量为1.34~1.63 g,总酚含量为0.91~1.12 g,总黄酮含量为

0.32~0.43 g,表明两个品种龙须菜的食味品质相当。

3 讨论与结论

目前,佛手瓜在我国种植面积保持在13.34万hm²左右,尤其以云南、福建、四川、贵州、广东、广西等华南、西南地区栽培较多^[18-19],在北方的山东、河南、河北、辽宁等省也有种植^[20],全国佛手瓜的年产量在150万t以上。由于佛手瓜喜温不耐寒,适宜生长温度为15~30℃,当低于5℃时,植株会受到冻害而死亡^[21],在我国北方地区需采用冬暖式大棚种植佛手瓜才能实现多年生栽培,如河南省豫北地区等;但在华南、西南地区,佛手瓜大田栽种1次,可连续采收多年,且丰产性好。因佛手瓜嫩瓜作蔬菜食用食味可口、清脆多汁、营养价值高,可食率高达100%,在生产栽培上以采收鲜瓜销售为主^[22],如福建安溪、云南建水、贵州惠水等瓜用佛手瓜产区,盛果期集中在7—10月。除果实外,佛手瓜幼嫩茎叶也可食用,因而在生产上也有以采摘龙须菜为主的栽培模式^[23-24],如云南会泽、福建漳州、广东潮州等尖用佛手瓜产区;但冬季低温会导致佛手瓜地上部分受冻逐渐死亡,生产进入停止阶段。在本试验条件下,供试佛手瓜品种在两种不同栽培模式下均能正常生长,能够实现龙须菜的周年生产,并表现出夏、秋季茎蔓生长快、分枝数多、采摘周期短的特点,因此季节性的产量显著增加,错峰上市的优势突出。两个品种龙须菜的全年产量均以设施栽培模式最高,与不同学者^[25-28]对其他蔬菜作物的研究

结果相符,表明设施栽培条件对佛手瓜生长产生了积极影响。在两种不同栽培模式下,与白皮佛手瓜相比,绿皮佛手瓜生长势强,茎蔓粗壮,分枝多,产量高,适应性强,丰产性好,与朱瑛^[20]和李玉^[29]的研究结果一致。

佛手瓜营养价值高,其食味品质受多糖、总酚、黄酮类物质等多个性状的共同影响。相关研究结果表明,佛手瓜的总糖含量高达5.48%,碳水化合物含量为2.6%~7.7%,可食部位根、茎和叶中富含酚类和黄酮类物质^[30-32],果实中酚类含量为1.02~6.18 g·100 g⁻¹,黄酮类含量为0.15~2.33 g·100 g⁻¹,而茎叶的酚类含量在0.19~1.07 g·100 g⁻¹,黄酮类含量为0.31~0.35 g·100 g⁻¹,相对高于西瓜、葫芦等瓜果类蔬菜^[8,33-34]。在本试验条件下,两个佛手瓜品种龙须菜的多糖含量为1.34~1.63 g·100 g⁻¹,总酚含量为0.91~1.12 g·100 g⁻¹,总黄酮含量为0.32~0.43 g·100 g⁻¹,与前人的研究结果相符,说明在试验区域可培育出优质的龙须菜产品。不同品种、栽培模式和季节龙须菜的多糖、总酚、总黄酮含量均无显著差异,与贺丽娜等^[35]、原让花等^[36]对不同种类蔬菜的研究结果存在差异,这可能是由栽培措施、蔬菜品种、研究区域不同所致。研究结果表明,果蔬水分含量因品种而异,其中叶类蔬菜的水分含量一般在70%~90%,瓜果类蔬菜果肉的水分含量可在90%以上^[37-40]。在本试验条件下,龙须菜水分含量受季节变化的显著影响,并表现出夏季高于春、秋、冬季的特点,但其水分含量仅介于40.47%~52.55%,明显低于叶类和瓜果类蔬菜,这可能与佛手瓜鲜茎叶的采摘长度和采收次数有关^[7,41-43]。

综上所述,两个佛手瓜品种在南亚热带气候条件下种植均可实现龙须菜的周年生产和错峰上市,试验筛选出最优组合为设施栽培种植绿皮佛手瓜,有利于充分发挥其品种优势实现优质高产栽培。与大田模式相比,设施栽培模式具有控湿保温的突出优势,更有利于植株生长,从而提高蔬菜的产量和品质。

参考文献

[1] 程晓欣,闫晋强,翟许玲,等.葫芦科作物遗传多样性研究进展[J].中国瓜菜,2024,37(5):1-11.
 [2] 徐维杰,杨寅桂,霍光华,等.佛手瓜嫩蔓营养成分测定及研究[J].江西农业大学学报,1996,18(3):321-327.
 [3] 魏航,郑言,郭淼.APX和SOD对佛手瓜和南瓜耐水涝和耐低温的影响[J].分子植物育种,2023,21(14):4762-4769.
 [4] 黄蓉,王亚楠,庄会富.基于历史标本数据和文献计量分析佛手瓜的起源传播及其国内研究现状[J].西部林业科学,2023,

52(2):33-39.
 [5] MADRIGAL- SANTILLÁN E, PORTILLO- REYES J, MOEALES-GONZÁLEZ JA, et al. Evaluation of the antigenotoxic potential of two types of chayote (*Sechium edule*) juices. [J]. Plants-Basel, 2024, 13(15):2132.
 [6] CHENG S B, LIU Y H, SU L H, et al. Physiological, anatomical and quality indexes of root tuber formation and development in chayote (*Sechium edule*) [J]. BMC Plant Biology, 2023, 23(1):413.
 [7] 史绍琪,陈金甜,林毓娥,等.白皮和江屯青皮佛手瓜嫩梢的代谢组比较分析[J].广东农业科学,2023,50(2):42-48.
 [8] 练冬梅,姚运法,赖正锋,等.佛手瓜和龙须菜主要功能成分及抗氧化活性分析[J].农产品加工,2021(15):53-55.
 [9] 王维泽,刘炼,赵宁,等.2个佛手瓜品种核型分析及基因组大小测定[J].种子,2024,43(3):123-128.
 [10] 谭国飞,吴小玉,罗庆,等.瓜表皮有刺毛和无刺毛佛手瓜转录因子SeTTG1的分离及表达分析[J].上海农业学报,2022,38(2):10-16.
 [11] 高爱农,王丽萍,李坤明,等.云南省元阳县哈尼族彝族农业生物资源调查[J].植物遗传资源学报,2015,16(2):211-221.
 [12] 张天顺,徐国栋.云南野生蔬菜资源及其开发利用研究[J].现代农业科技,2009(5):13-15.
 [13] 杨耀辉,李江,王桂平,等.云南高原特色鲜食玉米产业绿色持续与高质高效发展[J].中国种业,2021(12):31-36.
 [14] 赵晓晨,赵家进,刘跃明,等.云南省蔬菜产业发展现状及对策建议[J].中国蔬菜,2021(12):1-4.
 [15] 曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007.
 [16] 李静,聂继云,李海飞,等.Folin-酚法测定水果及其制品中总多酚含量的条件[J].果树学报,2008,25(1):126-131.
 [17] 宋伊真,王芝云,沙广利,等.不同砧穗组合的苹果果实总酚、类黄酮和果皮色素含量变化的研究[J].青岛农业大学学报(自然科学版),2014,31(3):172-176.
 [18] 朱鑫彤,赵文,周茜,等.佛手瓜采后保鲜及加工的研究进展[J].食品研究与开发,2021,42(2):214-219.
 [19] 李玉,秦文,杜小琴,等.佛手瓜果实发育过程中的品质变化[J].食品与机械,2015,31(5):181-185.
 [20] 朱瑛.佛手瓜采后生理及种子休眠特性研究[D].陕西杨凌:西北农林科技大学,2007.
 [21] PU Y T, LUO Q, WEN L H, et al. Origin, evolution, breeding, and omics of chayote, an important cucurbitaceae vegetable crop[J]. Frontiers in Plant Science, 2021, 12:739091.
 [22] 张奇志,邓欢英,林丹琼,等.佛手瓜果实中营养保健成分的分析研究[J].食品研究与开发,2007(8):139-142.
 [23] DU Z H, QU F, ZHANG C J, et al. Multi-omics analyses unravel metabolic and transcriptional differences in tender shoots from two *Sechium edule* varieties[J]. Current Issues in Molecular Biology, 2023, 45(11):9060-9075.
 [24] VIEIRA E F, PINHO O, FERREIRA I M P L V O, et al. Chayote (*Sechium edule*): A review of nutritional composition, bioactivities and potential applications[J]. Food Chemistry, 2019, 275:557-568.

- [25] 杨岩,徐钰,石璟,等.不同栽培模式下的生姜干物质累积及养分吸收规律[J].中国土壤与肥料,2023(8):199-205.
- [26] 杨世梅,王世余,严宗山,等.设施条件下不同黄沙栽培模式对番茄生长、产量和品质的影响[J].北方园艺,2021(13):25-29.
- [27] 郝婷,丁小涛,金海军,等.高温对黄瓜生长的影响及设施栽培对策[J].上海农业学报,2014,30(2):125-131.
- [28] 云天海,陈贻诵,邓长智,等.热带地区农家品种南瓜露地节水设施栽培技术[J].北方园艺,2010(24):78-79.
- [29] 李玉.基于多变量分析的不同保鲜方法对采后佛手瓜品质变化的影响[D].四川雅安:四川农业大学,2016.
- [30] 张春晓.佛手瓜的营养价值及高产栽培技术[J].中国果菜,2010(2):40-41.
- [31] 丁利君,任乃林,童一平,等.潮州佛手瓜营养成分的分析及其加工研究[J].食品工业科技,2006(1):140-141.
- [32] SICILIANO T, DE TOMMASI N, MORELLI I, et al. Study of flavonoids of *Sechium edule* (Jacq.) Swartz (Cucurbitaceae) different edible organs by liquid chromatography photodiode array mass spectrometry[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2004, 52(21):6510-6515.
- [33] LOIZZO M R, BONESI M, MENICHINI F, et al. Antioxidant and carbohydrate-hydrolysing enzymes potential of *Sechium edule* (Jacq.) Swartz (Cucurbitaceae) peel, leaves and pulp fresh and processed[J]. Plant Foods for Human Nutrition, 2016, 71(4):381-387.
- [34] MÉLO E D A, LIMA V L A G, MACIEL M I S, et al. Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables[J]. Brazilian Journal of Food Technology, 2006, 9(1/4):89-94.
- [35] 贺丽娜,梁银丽,陈甲瑞,等.不同地区与栽培方式下蔬菜品质的变异性分析[J].西北农业学报,2007,16(6):154-158.
- [36] 原让花,原连庄,肖艳,等.不同栽培季节苗用大白菜品种(组合)的品质分析及评价[J].广东农业科学,2013,40(7):46-48.
- [37] 高杏,王利康,翁金洋,等.特色叶菜品质比较及硝酸盐累积规律[J].上海农业学报,2021,37(2):50-57.
- [38] 杜先锋.佛手瓜营养成分的分析研究[J].食品科技,2002(2):72-73.
- [39] LALTHANSANGA J, SAMANTA A K. Effect of feeding chayote (*Sechium edule*) meal on growth performance and nutrient utilization in indigenous pig (Zovawk) of mizoram[J]. Veterinary World, 2015, 8(7):918-923.
- [40] 宋吉轩,雷尊国,李云,等.甘薯茎尖主要营养成分含量初报[J].贵州农业科学,2010,38(1):44-45.
- [41] 周彦航,陆明海,姜悦,等.不同采收期藜麦苗营养成分分析[J].吉林农业大学学报,2020,42(3):261-268.
- [42] 陈贵,赵国华,张红梅,等.不同采收期茭白的品质变化特性[J].长江蔬菜,2015(22):78-81.
- [43] 谭文芳,杨松涛,李明,等.种植密度和采摘频率对川菜薯 211 茎尖产量及食用品质的影响[J].江苏农业科学,2015,43(3):136-138.