

## 适宜晋中地区种植的彩色马铃薯品种营养品质分析与评价

杨慧仙<sup>1</sup>, 杨秀丽<sup>1</sup>, 张谨华<sup>2</sup>, 苏艳玲<sup>2\*</sup>

(1. 山西沃成生态环境研究所, 山西太原 030006; 2. 晋中学院生物科学与技术学院, 山西晋中 030600)

**摘要** 为明确红玫瑰和黑金刚 2 个彩色马铃薯品种的营养品质, 以荷兰 15 号为对照、适宜晋中地区栽培的 2 个彩色马铃薯品种为试验材料, 测定并评价质量参数(单薯重、薯块形状、表皮颜色、薯肉颜色、芽眼深浅、芽眼个数)和营养参数(干物质、淀粉、可溶性蛋白质、花青素、黄酮的含量及抗氧化能力)指标。结果表明, 红玫瑰表现为红皮红肉, 黑金刚为紫皮紫肉, 二者单薯重均高于荷兰 15 号, 芽眼个数较少且较浅; 2 个彩色马铃薯品种的营养物质含量均明显高于荷兰 15 号, 其中黑金刚的淀粉、花青素、黄酮含量和抗氧化能力高于红玫瑰。综合比较, 红玫瑰和黑金刚 2 个适宜晋中地区栽种的彩色马铃薯品种品质良好、营养价值较高, 在丰富晋中地区马铃薯的种植资源方面具有较大的开发利用空间。

**关键词** 彩色马铃薯; 质量性状; 营养成分; 晋中地区

中图分类号 S532 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)11-0042-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.11.012



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Nutritional Quality Analysis and Evaluation of Color Potato Varieties Suitable for Planting in Jinzhong Area

YANG Hui-xian<sup>1</sup>, YANG Xiu-li<sup>1</sup>, ZHANG Jin-hua<sup>2</sup> et al (1. Shanxi Wocheng Institute of Ecological Environment, Taiyuan, Shanxi 030006; 2. College of Biological Sciences and Technology, Jinzhong University, Jinzhong, Shanxi 030600)

**Abstract** In order to determine the nutritional quality of the two color potato varieties Hongmeigui and Heijingang, two color potato varieties suitable for cultivation in Jinzhong area were used as experimental materials with Holland No. 15 as the control. Their quality parameters (single potato weight, potato shape, skin color, flesh color, depth and number of bud eyes) and nutritional parameters (contents of dry matter, starch, soluble protein, anthocyanin, flavonoids and antioxidant capacity) were analyzed and evaluated. The results showed that the Hongmeigui showed red skin and red meat, and the Heijingang showed purple skin and purple meat. The single tuber weight of both of them was higher than that of Holland 15, and the number of bud eyes was less and the depth was shallow. The nutrient contents of the two potato varieties were significantly higher than that of Holland 15, and the contents of starch, anthocyanin, flavonoids and antioxidant capacity of Heijingang were higher than those of Hongmeigui. According to the comprehensive comparison, the two varieties of color potato suitable for planting in Jinzhong area had good quality and high nutritional value, and had a large space for development and utilization in enriching potato planting resources in Jinzhong area.

**Key words** Color potato varieties; Quality character; Nutrient content; Jinzhong area

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)为茄科茄属一年生草本块茎植物, 又名洋芋、土豆、山药蛋等。马铃薯不仅是一种重要的粮菜兼用作物, 同时也是非常重要的工业原料, 富含大量的淀粉、蛋白质、有机酸、矿物质元素(钙、硼、铁、钾等)和多种维生素, 素有“地下苹果”之称<sup>[1-2]</sup>。除常见的黄肉、白肉品种外, 还有红皮红肉、紫皮紫肉等多种颜色的马铃薯, 称为彩色马铃薯。彩色马铃薯不仅含有普通马铃薯的全部营养成分, 还富含丰富的抗氧化物质花青素, 不仅可以增强人体免疫能力、预防心血管疾病、抑制癌细胞增殖、预防衰老, 还可以消除炎症、保护视力、皮肤保健和美容<sup>[3-4]</sup>。彩色马铃薯是外来引进物种, 源于安第斯山脉, 在南美洲已多年种植<sup>[5]</sup>。彩色马铃薯在我国内蒙古、四川、甘肃、宁夏、贵州地区都有种植, 但在山西晋中地区鲜有种植。因此, 笔者以适宜山西晋中地区栽培的彩色马铃薯红玫瑰和黑金刚为试验材料, 并与普通马铃薯比较, 系统研究其内在营养品质特性, 以期为该地区彩色马铃薯产业的发展提供理论指导。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 供试 3 个马铃薯材料由山西沃成生态环境研究所的马铃薯生产试验示范基地(山西省晋中市榆次区乌

金山镇北钻井村)统一生产。该基地所在区域属于北温带大陆性气候, 四季分明, 春季干燥多风, 夏季炎热多雨, 秋季天晴气爽, 冬季寒冷少雪, 春、秋短促, 冬、夏较长。年平均气温 9.5℃, 无霜期平均 202 d, 年均降水量 456 mm。基地地势平坦, 水源充足, 适宜开展蔬菜田间种植试验。

**1.2 试验仪器与试剂** 所用化学药品和试剂均为国产分析纯(AR)。试验仪器有分光光度计(德国 Eppendorf)、冷冻离心机(德国 Eppendorf)、切片机、电子天平(梅特勒)。

**1.3 试验方法** 在马铃薯收获期, 按品种分别挑选大小一致、无病虫害、无机械损伤的健康样品薯 20 个为一组, 每个品种设 3 个重复。分组称取和测量每个供试种薯的单薯重及长、宽, 计算每品种平均单薯重(g)和长宽比。每个马铃薯块茎横切, 取中部 1 cm 厚果肉(去皮), 每组混合迅速用液氮打磨成粉, 于 -80℃ 冰箱保存备用。

## 1.4 测定项目与方法

**1.4.1 外观指标。** 称取和测量每个马铃薯块茎的重量及长、宽, 计算每个供试样品的单薯重及长宽比, 并观察记录薯块形状、芽眼深浅、表皮颜色、果肉颜色和芽眼个数。

**1.4.2 鲜样指标。** 干物质含量测定采用直接干燥法。取每个马铃薯块茎中部 2 mm 厚薄片并称重记为 M1, 然后放入 75℃ 烘箱烘干至恒重, 记为 M2。即干物质含量 = 烘干后样品质量 M2 / 烘干前质量 M1 × 100%。

**1.4.3 营养指标。** 淀粉含量的测定采用蒽酮比色法<sup>[6]</sup>; 可

作者简介 杨慧仙(1988—), 女, 山西汾阳人, 工程师, 硕士, 从事植物生理研究。\* 通信作者, 副教授, 硕士, 从事农产品加工与储藏工程研究。

收稿日期 2021-08-30

溶性蛋白质含量的测定采用考马斯亮蓝法<sup>[7-8]</sup>;花青素含量的测定采用 pH 示差法<sup>[8]</sup>。黄酮含量的测定参照陈江梅等<sup>[9]</sup>的方法,清除 DPPH 自由基能力测定参考 Sun 等<sup>[10]</sup>的方法。

**1.5 数据处理与分析** 采用 Microsoft Excel 2013 软件进行数据统计,用 SPSS 21.0 进行单因素方差分析,采用 S-N-K ( $P < 0.05$ ) 对不同处理间均值的显著性差异进行比较,平均数据用平均数±标准差表示。

## 2 结果与分析

**2.1 3 个马铃薯品种外观性状** 从表 1 可以看出,3 种马铃

薯平均单薯重量表现为红玫瑰>黑金刚>荷兰 15 号,纵径/横径(长宽比)主要用于描述马铃薯外观形状。荷兰 15 号品种薯形状为长圆形,薯皮颜色和薯肉颜色均为黄色,芽眼深,芽眼数多,单薯重 127.05 g。红玫瑰平均单薯重量为 140.76 g,薯块形状为长圆形,薯皮颜色和薯肉颜色均为粉红色,芽眼浅,芽眼个数少。黑金刚平均单薯重量为 129.79 g,薯块形状为肾形,表皮光滑,薯皮紫色,果肉深紫色,芽眼数较少。

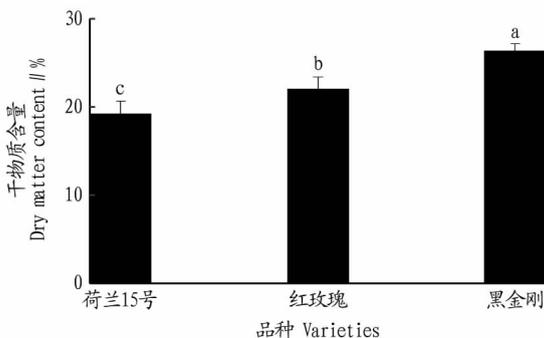
表 1 不同马铃薯品种质量参数

Table 1 Quality parameters of different potato varieties

品种 Varieties	平均单薯重量 Average weight of single potato/g	纵径 Longitudinal diameter mm	横径 Transverse diameter mm	纵径/横径 Longitudinal/ transverse	形状 Shape	薯皮颜色 Potato peel color	薯肉颜色 Color of potato pulp	芽眼深浅 Bud depth	芽眼个数 Number of bud
荷兰 15 号 Holland 15	127.05±8.98	109.93±7.42	55.23±3.95	1.99±0.016	长圆	黄色	黄色	深	11
红玫瑰 Hongmeigui	140.76±4.82	121.78±4.17	39.00±1.30	2.45±0.033	长圆	粉红	粉红	浅	8
黑金刚 Heijingang	129.79±4.97	116.44±4.57	43.35±1.91	2.68±0.015	肾形	紫色	深紫色	浅	7

## 2.2 3 个马铃薯品种营养参数

**2.2.1 干物质含量。**判断马铃薯品种优劣的一个重要指标是营养物质含量<sup>[11]</sup>。研究表明,普通马铃薯品种干物质含量为 15%~32%<sup>[12]</sup>,彩色马铃薯干物质含量在 17%~29%,差异较大。荷兰 15 号、红玫瑰、黑金刚 3 个品种的干物质含量见图 1。由图 1 可知,荷兰 15 号干物质含量为 19.3%,红玫瑰干物质含量为 22.1%,黑金刚干物质含量为 26.4%。对 3 种不同马铃薯品种干物质含量进行方差分析,结果表明,不同马铃薯品种干物质含量之间存在显著差异 ( $P < 0.05$ )。



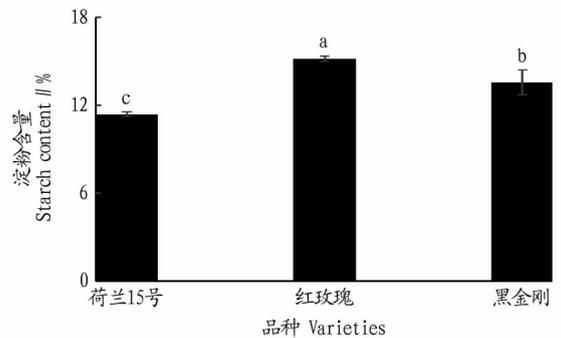
注:不同小写字母表示不同品种间差异显著 ( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different varieties at 0.05 level

图 1 不同马铃薯品种干物质含量

Fig. 1 Dry matter content in different potato varieties

**2.2.2 淀粉含量。**马铃薯块茎中淀粉含量较高,是重要的能量来源,是检验马铃薯品质的重要指标。由图 2 可知,荷兰 15 号淀粉含量为 11.37%,适宜晋中地区栽种的彩色马铃薯含量分别为红玫瑰 15.16%、黑金刚 13.54%。红玫瑰淀粉含量最高,黑金刚次之,较荷兰 15 号分别高 33.33%、19.09%。对不同品种马铃薯进行方差分析,结果表明,不同马铃薯品种之间淀粉含量存在显著差异 ( $P < 0.05$ )。



注:不同小写字母表示不同品种间差异显著 ( $P < 0.05$ )

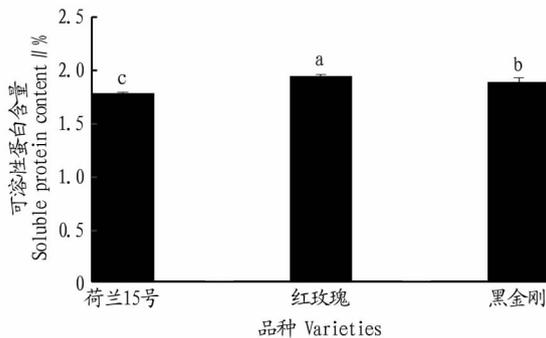
Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different varieties at 0.05 level

图 2 不同马铃薯品种淀粉含量

Fig. 2 Starch content in different potato varieties

**2.2.3 可溶性蛋白含量。**蛋白质是马铃薯的主要营养成分之一,主要为可溶性蛋白。研究马铃薯可溶性蛋白的含量可为马铃薯品种的选育和合理开发利用提供一定的依据<sup>[13]</sup>。由图 3 可知,荷兰 15 号可溶性蛋白含量为 1.78%,彩色马铃薯可溶性蛋白含量:红玫瑰 1.94%、黑金刚 1.88%。2 个彩色马铃薯品种的可溶性蛋白含量均高于荷兰 15 号,且红玫瑰含量最高,黑金刚次之,与荷兰 15 号相比,红玫瑰和黑金刚 2 个品种中的可溶性蛋白含量分别高 8.99%、5.62%。方差分析结果表明,不同马铃薯品种可溶性蛋白含量差异显著 ( $P < 0.05$ )。

**2.2.4 花青素含量。**花青素是一种天然植物色素,具有抗氧化、清除自由基、减轻疲劳、抗衰老、美容养颜的作用<sup>[14]</sup>,同时具有较高的营养价值,是彩色马铃薯区别于普通马铃薯的主要成分,也是评价彩色马铃薯品质的一个重要指标。较高含量的花青素为彩色马铃薯的深加工提供了更大的开发空间。由图 4 可知,荷兰 15 号花青素含量为 0.049 mg/g,彩色马铃薯花青素含量:红玫瑰 0.218 mg/g、黑金刚 0.481 mg/g。



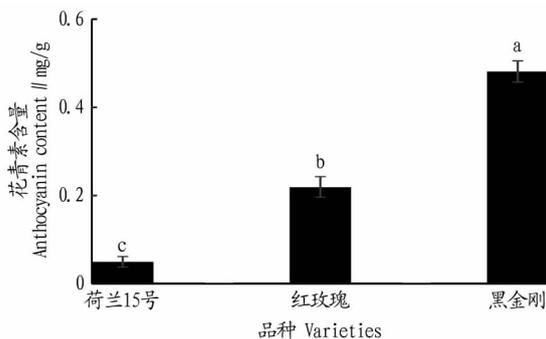
注:不同小写字母表示不同品种间差异显著( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different varieties at 0.05 level

图3 不同马铃薯品种可溶性蛋白含量

Fig. 3 Soluble protein content in different potato varieties

2个彩色马铃薯品种的花青素含量均高于荷兰15号,其中黑金刚含量最高,约为荷兰15号的10倍,红玫瑰约是荷兰15号的4倍。方差分析结果表明,不同品种马铃薯之间的花青素含量差异显著( $P < 0.05$ ),说明不同马铃薯品种之间花青素含量差异显著。



注:不同小写字母表示不同品种间差异显著( $P < 0.05$ )

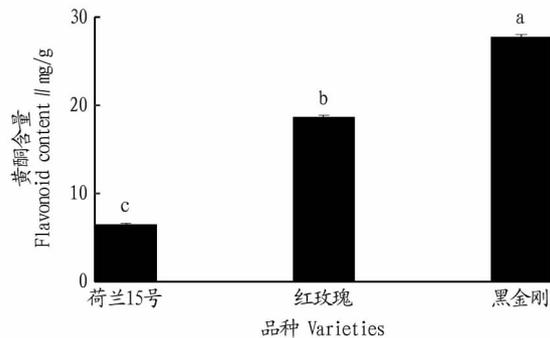
Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different varieties at 0.05 level

图4 不同马铃薯品种花青素含量

Fig. 4 Anthocyanin content in different potato varieties

**2.2.5 黄酮含量。**生物类黄酮广泛存在于植物中,具有抗氧化、抗病毒、抗肿瘤、抗炎过敏抗动脉粥样化等功效<sup>[15]</sup>,在预防和治疗疾病及保健等方面发挥重要作用。在营养学中,黄酮含量是评价食品营养价值的一个重要指标。由图5可知,荷兰15号黄酮含量为6.48 mg/g,红玫瑰黄酮含量为18.60 mg/g,黑金刚黄酮含量为27.65 mg/g。彩色马铃薯黄酮含量均高于荷兰15号。方差分析结果表明,不同马铃薯品种之间黄酮含量差异显著( $P < 0.05$ )。

**2.2.6 DPPH清除率。**DPPH是一种自由基清除剂,能够有效抑制自由基的氧化作用,是一种评价抗氧化活性的简便方法。DPPH清除能力越高,表明其抗氧化作用越强。由图6可知,不同品种马铃薯乙醇提取液的DPPH清除率均随着浓度的增大而增大,且彩色马铃薯的DPPH清除能力均强于荷兰15号,而在彩色马铃薯品种中,黑金刚的DPPH清除能力强于红玫瑰。



注:不同小写字母表示不同品种间差异显著( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different varieties at 0.05 level

图5 不同马铃薯品种黄酮含量

Fig. 5 Flavonoid content in different potato varieties

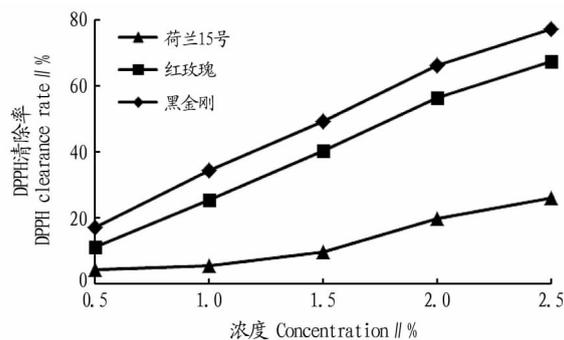


图6 不同马铃薯品种DPPH清除率

Fig. 6 DPPH clearance rate of different potato varieties

### 3 结论与讨论

该研究对2个彩色马铃薯品种从外观性状、营养物质含量、抗氧化性等方面进行了测定,并与普通马铃薯进行比对。结果表明,红玫瑰和黑金刚2个品种的马铃薯表皮光滑,芽眼较浅,芽眼个数较少,薯皮和薯肉颜色深;淀粉、可溶性蛋白、花青素、黄酮等营养物质含量均高于荷兰15号,尤其花青素和黄酮含量,因此具有较高的抗氧化活性。综合2个彩色马铃薯品种的营养品质得出,红玫瑰和黑金刚均适宜在晋中地区种植,且其营养价值较高,具有较大的开发利用空间。因此,合理把握红玫瑰和黑金刚的种植和加工方向,有利于推动彩色马铃薯产业的发展,带动晋中地区的经济发展。

### 参考文献

- [1] 刘俊霞,贾金荣. 中国马铃薯国际贸易趋势分析[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版),2012,12(4):57-62.
- [2] 吴兴社,李利峰,朱华. 马铃薯的综合利用研究概述及前景预测[J]. 食品研究与开发,2004,25(2):27-29.
- [3] 王兰,邓放明,赵玲艳,等. 紫色马铃薯保健功效及其利用研究进展[J]. 中国酿造,2015,34(7):117-120.
- [4] 阳淑,郝艳玲,牟婷婷. 紫色马铃薯营养成分分析与质量评价[J]. 河南农业大学学报,2015,49(3):311-315,319.
- [5] BURLINGAME B, MOUILLÉ B, CHARRONDIÈRE R. Nutrients, bioactive non-nutrients and anti-nutrients in potatoes[J]. Journal of food composition and analysis,2009,22(6):494-502.
- [6] 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.
- [7] 谷瑞升,刘群录,陈雪梅,等. 木本植物蛋白提取和SDS-PAGE分析方法的比较和优化[J]. 植物学通报,1999,16(2):171-177.

(下转第49页)

- [3] 李雯,刘艳薇,李停锋,等.不同纤维素降解菌对玉米秸秆的降解效果[J].生态环境学报,2020,29(2):402-410.
- [4] 李雯,李停锋,郭君钰,等.菌酶协同处理改善玉米秸秆堆肥品质[J].农业工程学报,2020,36(19):192-199.
- [5] 劳德坤,张隳利,李永斌,等.不同接种量的微生物秸秆腐熟剂对蔬菜副产物堆肥效果的影响[J].环境工程学报,2015,9(6):2979-2985.
- [6] 郭小夏,刘洪涛,常志州,等.有机废物好氧发酵腐殖质形成机理及农学效应研究进展[J].生态与农村环境学报,2018,34(6):489-498.
- [7] 赵旭,王文丽,李娟.玉米秸秆调节牛粪含水率对其腐熟进程及氨气释放量的影响[J].生态科学,2020,39(5):179-186.
- [8] 刘微,霍荣,张津,等.生物质炭对番茄秸秆和鸡粪好氧堆肥氮磷钾元素变化的影响及其机理[J].水土保持学报,2015,29(3):289-294.
- [9] 余克非.园林绿化废弃物堆肥优势降解菌的筛选及复合菌剂配比研究[D].北京:北京林业大学,2020.
- [10] 张必周,高聚林,于晓芳,等.玉米秸秆低温降解菌的分离与鉴定及复配菌降解效果研究[J].玉米科学,2020,28(6):168-175.
- [11] 陈世珩,吕兆丰,王道武,等.耐低温降解玉米秸秆复合菌剂的构建及其降解效果评价[J].安徽农业科学,2022,50(4):64-68.
- [12] 张永锋,滕星,李忠和,等.玉米秸秆堆肥及其影响因素研究进展[J].吉林农业大学学报,2016,38(5):613-618.
- [13] 王柯坛,李宏宇,王秀波,等.自引式堆肥装置对玉米秸秆堆肥效果的影响[J].吉林农业大学学报,2020,42(4):427-433.
- [14] 张玉凤,田慎重,边文范,等.牛粪和玉米秸秆混合堆肥好氧发酵菌剂筛选[J].中国土壤与肥料,2019(3):172-178.
- [15] 黄红英,孙恩惠,武国峰,等.麦秸秸秆花盆堆肥化研究及评价[J].农业环境科学学报,2015,34(12):2386-2393.
- [16] 李国学,李玉春,李彦富.固体废物堆肥化及堆肥添加剂研究进展[J].农业环境科学学报,2003,22(2):252-256.
- [17] 孙建华,袁玲,张翼.利用食用菌菌渣生产有机肥料的研究[J].中国土壤与肥料,2008(1):52-55.
- [18] 宁尚晓.生活垃圾堆肥腐熟度评价标准[J].安徽农学通报,2012,18(5):28-29,98.
- [19] 江笑丹.蔬菜秸秆基质化利用的堆制发酵过程特征及其应用效果[D].镇江:江苏大学,2012.
- [20] 史殿龙,张志华,李国学,等.堆高对生活垃圾中15mm筛下物堆肥腐熟的影响[J].农业工程学报,2010,26(1):324-329.
- [21] 陈胜男.水解酶活性在秸秆静态高温堆腐过程中变化的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2008.
- [22] 谷洁,李生秀,秦清军,等.微生物及胡敏酸 $E_4/E_6$ 值在农业废弃物静态高温腐解中的变化[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2005,33(12):98-102,106.
- [23] 刘雯雯.利用菌糠制作生物有机菌肥的途径及其效果研究[D].兰州:甘肃农业大学,2008.
- [24] 田伟.牛粪高温堆肥过程中的物质变化、微生物多样性以及腐熟度评价研究[D].南京:南京农业大学,2012.

(上接第41页)

品质中的可溶性固形含量、可滴定酸含量、单果重。脆蜜 $V_c$ 含量纺锤形明显低于其他2种树形,树冠枝叶总重3种树形差异均显著。高朗1号只是单株产量受树形影响,棕榈叶形明显低于纺锤形和开心形。因此,综合台湾青枣的果实外观、品质、产量等因素,脆蜜受树形的影响大于高朗1号,脆蜜整形时可首先棕榈叶形,其次是纺锤形和开心形,高朗1号整形时首选纺锤形,其次是开心形和棕榈叶形。

**3.2 讨论** 果树的结果树形是果树高产优质的基础,良好的结果树形有利于协调果树营养生长和生殖生长之间的矛盾,调节营养生长与生殖生长的平衡。台湾青枣由于枝叶生长旺盛,这两者之间的矛盾更为突出。同时,日光温室这种特殊条件下,如何培养台湾青枣的结果树形是高效大棚栽培台湾青枣必须面对的难题。研究表明,纺锤形是诸多果树选择的树形<sup>[7-11]</sup>,这种树形由于主枝成层分布,有利于树体内部通风透光,并能有效协调营养生长和生殖生长之间的矛盾,甚至能明显提前物候期<sup>[1]</sup>。该研究结果表明,纺锤形适用于大棚栽培3年生的台湾青枣高朗1号,但并不是大棚栽培3年生台湾青枣脆蜜的最佳树形。对于脆蜜品种而言,棕榈叶形更为适宜。产生这种差异可能是不同结果期不同台湾青枣品种间调整营养生长和生殖生长能力的强弱,也可能

是大棚栽培条件的差异,具体原因有待进一步研究。而开心形由于主枝水平分布有利于枝叶接受充足的光照,有利于青枣果实中可溶性固形物的形成,但综合多个指标并不是脆蜜和高朗1号树形的最佳选择。

#### 参考文献

- [1] 薛进军,周咏梅.不同树形对毛叶枣结果的影响[J].果树学报,2005,22(1):78-80.
- [2] 冯兰.台湾大青枣在桂西南地区的栽培技术[J].广西热带农业,2010(3):43-44.
- [3] 吴延妹,李辉耀.台湾青枣栽培技术[J].农民致富之友,2017(14):183,277.
- [4] 高宏茂,林兴娥,丁哲利,等.海南台湾青枣高效栽培管理技术[J].园艺与种苗,2019,39(10):24-25.
- [5] 王建春,曹丽艳,吴婷.哈密地区台湾青枣设施栽培技术[J].北方园艺,2017(10):209-210.
- [6] 李建兵,何水金.青枣‘台湾五十种’设施栽培技术[J].北方果树,2007(6):32-33.
- [7] 林南平.南靖县台湾青枣设施大棚栽培技术[J].中国农技推广,2021,37(2):52-54.
- [8] 张曰盈,董中和,侯立群,等.板栗幼树纺锤形整形修剪技术研究[J].落叶果树,1999(2):16-17.
- [9] 张秀葵,陈宏,李刚,等.桃树纺锤形树形结构及整形修剪技术[J].山西果树,2001(1):15-16.
- [10] 林保平.‘翠蜜’台湾青枣品种特征特性及其栽培技术[J].东南园艺,2013(5):51-52.
- [11] 李宽莹,王玮,张坤,等.台湾青枣‘脆蜜’‘高朗1号’在河西走廊非耕地日光温室的引种表现及栽培技术[J].林业科技通讯,2021(1):43-46.

(上接第44页)

- [8] 吴凌娟,董传民,张亚奎,等.用马铃薯块茎全蛋白聚丙烯酰胺凝胶电泳技术鉴定品种的真实性和纯度[J].马铃薯杂志,1997,11(2):75-80.
- [9] 陈江梅,李利军,马齐.桑葚汁、茶黄汁和沙棘汁中的总黄酮含量测定分析[J].中国酿造,2009,28(7):153-155.
- [10] SUN J, PENG H X, SU W Q, et al. Anthocyanins extracted from rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) pericarp tissues as potential natural antioxidants[J]. Journal of food biochemistry, 2011, 35(5):1461-1467.
- [11] 唐月明,罗芳耀,沈学善,等.2个紫色马铃薯品种营养成分分析与评

价[J].现代农业科技,2020(15):52-54.

- [12] 李红,董秀丽,再依拉,等.新疆博州地区‘黑美人’紫薯引种示范[J].中国马铃薯,2011,25(5):266-268.
- [13] 卢戟,卢坚,王蓓,等.马铃薯可溶性蛋白质分析[J].食品与发酵科技,2014,50(3):82-85.
- [14] 方忠祥,倪元颖.花青素生理功能研究进展[J].广州食品工业科技,2001,17(3):60-62.
- [15] 朱海扬,曾慧兰.黄酮类化合物药理作用的研究进展[J].山东医药,2009,49(17):114-115.