

庞丁玮,周苗苗,刘易超,等.黑枣新品种“冀洪1号”果实品质测定与评价[J].江苏农业科学,2021,49(13):141-145.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.13.028

黑枣新品种“冀洪1号”果实品质测定与评价

庞丁玮^{1,3},周苗苗²,刘易超^{1,4},张薇薇³,王 军³,杨丽晓³,杨敏生¹

(1. 河北农业大学林学院,河北保定 071000; 2. 河北省洪崖山国有林场管理局,河北保定 071000;

3. 河北雾灵山国家级自然保护区管理中心,河北承德 067300; 4. 河北省林业和草原科学研究院,河北石家庄 050000)

摘要:以“冀洪1号”黑枣品种的果实为材料,普通黑枣为对照,对其外在品质指标及近成熟期、自然晾晒后内在品质指标进行测定,并进行相关性分析。结果表明,“冀洪1号”黑枣在单果质量、果实纵径、果形指数、种长、种质量、种形指数等外在品质方面均显著高于普通黑枣,在种子数量方面显著低于普通黑枣;近成熟期,“冀洪1号”黑枣 N 元素含量显著高于普通黑枣,脂肪含量、K 元素含量显著低于普通黑枣,其他指标则差异并不显著;经自然晾晒后,“冀洪1号”黑枣淀粉及水分含量显著高于普通黑枣,K 元素含量显著低于普通黑枣,其他指标则差异不显著。在果实自然晾晒过程中,“冀洪1号”黑枣与普通黑枣在 N 元素、可溶性糖、淀粉、可滴定酸、可溶性单宁、膳食纤维含量方面均呈显著上升趋势,在水分含量上均呈显著下降趋势,在总蛋白含量及 K 元素含量上均无显著差异。在脂肪含量上,“冀洪1号”黑枣呈显著上升趋势,普通黑枣与近成熟期相比有所下降,但差异并不显著。在 P 元素含量上,“冀洪1号”黑枣有所上升,但差异并不显著,而普通黑枣呈显著上升趋势。综合外观品质和营养价值等因素考虑,“冀洪1号”黑枣在口感上要优于普通黑枣。

关键词:黑枣;新品种;果实品质;生理指标

中图分类号:S665.101

文献标志码:A

文章编号:1002-1302(2021)13-0141-05

黑枣(*Diospyros lotus* L.),又名牛奶枣、丁香枣、栲枣等,原植物名为君迁子,是柿树科(Ebenaceae)柿属(*Diospyros* L.)植物的一个种,在我国具有悠久的栽培历史。黑枣属落叶乔木,其树干挺直、树冠圆整,非常适用于园林绿化,可做行道树或庭荫树。黑枣由于其根系较深,抗逆性较强,被广泛应用于柿树砧木;其成熟果实可食用,又可供制糖、酿酒、制醋^[1];随着果业结构的调整,黑枣的营养价值越来越受到消费者关注,已成为农民致富的主要经济树种之一^[2]。

黑枣果实品质是决定其经济价值及市场竞争力的重要因素之一,果实品质主要受其品种特性的影响^[3]。如何科学、客观、准确地评价黑枣果实品质是亟待解决的问题,针对其现状如何减少果实种子数量、提升果实品质与口感及开发药用价值等是黑枣今后的研究方向^[4]。目前,对黑枣的研究多集

中于形态学、栽培技术、药学研究等方面^[5-7],对黑枣果实品质的综合评价尚未见报道。“冀洪1号”黑枣,于2017年通过河北省林木良种委员会审定,具有无或少种子、单果大可食性高、产量高等特点^[8],是从农家品种中筛选出来的优良株系,经自然界中选择自然实生品种,性状稳定后,再通过嫁接无性繁殖的方式保留下来的,遗传背景和谐系较为复杂。而普通黑枣主要为自然实生品种,随时代变迁,其亲本也已消失,且普通黑枣与“冀洪1号”黑枣间的亲缘关系也尚不明确,这对黑枣种质资源的长远发展会产生极不利的影响。本研究以“冀洪1号”黑枣为研究对象,以普通黑枣为对照,对黑枣的外在品质及营养成分进行测定,并通过统计检验来分析及评价黑枣果实品质的差异。研究结果能有效解决黑枣种质资源在长期的发展过程中产生的品种混乱等问题,对“冀洪1号”黑枣的推广应用也提供了一定参考价值。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为“冀洪1号”黑枣与普通黑枣,由河北唐县杨家庵村(114°27'~115°03'E,38°37'~

收稿日期:2020-11-11

基金项目:河北省科学技术研究与发展计划(编号:17226320D)。

作者简介:庞丁玮(1992—),女,河北保定人,硕士研究生,主要从事林木遗传育种研究。E-mail:360310173@qq.com。

通信作者:杨敏生,博士,教授,主要从事林木遗传育种研究。

E-mail:Yangms100@126.com。

39°09'N) 提供,选取树势、树形及结果量基本一致的成年黑枣雌株对其进行编号,其中“冀洪 1 号”黑枣起源于当地农家品种,样本采集自当地树龄超过 50 年的大树,共 3 株,普通黑枣为自然实生品种,共 3 株,表型性状观测从 2019 年开始持续进行。

1.2 方法

1.2.1 样品采集 2019 年 11 月果实成熟后进行采样,于每株树的树冠中部外围 4 个方向选取其具有代表性的健康果实。其中,一部分果实采摘后立即对各项指标进行测定,其余果实在自然光下晾晒 15 d 后对各项指标进行测定。

1.2.2 果实外观品质测定 每个单株随机选取 30 个果实进行测定,使用游标卡尺和电子天平测量横纵径及果质量,取平均值,计算果形指数;测完果实后将种子剖出,每个单株取 50 粒种子,使用游标卡尺和电子天平测量横纵径及种质量,取平均值,计算种形指数^[9];随后每个单株随机选取 100 粒黑枣果实,对其单果种子数量进行统计。

1.2.3 果实内在品质测定 将“冀洪 1 号”黑枣及普通黑枣采集试样分别经清洗、去核、打浆、混合后置于 -80 ℃ 冰箱中保存待测。总蛋白含量采用凯氏定氮法^[10]测定;脂肪含量采用酸水解法测定;矿

质元素含量采用电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-OES)^[11]测定;可溶性糖采用紫外分光光度法测定;淀粉含量采用酶水解法^[12]测定;水分采用恒温干燥法测定;可滴定酸采用 NaOH 标准溶液滴定法测定;单宁含量采用 Folin-Denis 比色法^[13]测定;膳食纤维采用酶重量法^[14]测定。每项指标测定均为 3 次生物学重复。

1.3 数据分析

采用 Excel 2018 计算其平均值、标准差和变异系数;利用 SPSS 22.0 进行 *t* 检验。

2 结果与分析

2.1 “冀洪 1 号”黑枣与普通黑枣果实外在品质比较

由表 1 可知,“冀洪 1 号”黑枣在单果质量、果实纵径和果形指数上均显著高于普通黑枣,分别超出普通黑枣 108.68%、55.00% 和 27.73%。在果实横径上,“冀洪 1 号”黑枣略高于普通黑枣,但未达显著差异。“冀洪 1 号”黑枣在单果质量和果实纵径的变异幅度上略高于普通黑枣,而在果实横径和果形指数上低于普通黑枣。

表 1 “冀洪 1 号”黑枣与普通黑枣果实外在品质对比

品种	项目	单果质量 (g)	果实横径 (cm)	果实纵径 (cm)	果形指数
冀洪 1 号	均值	5.05 ± 1.57a	1.68 ± 0.08a	2.91 ± 0.27a	1.75 ± 0.12a
	最大值	10.87	2.00	3.47	2.24
	最小值	3.28	1.32	2.41	1.32
	变异系数	31.05%	4.71%	9.27%	6.86%
普通黑枣	均值	2.42 ± 0.60b	1.40 ± 0.21a	1.89 ± 0.04b	1.38 ± 0.19b
	最大值	7.91	1.90	2.11	1.79
	最小值	2.52	0.93	1.59	0.89
	变异系数	24.79%	15.38%	1.97%	13.87%

注:同列数据后不同小写字母表示不同品种差异达到显著水平(*P* < 0.05)。表 2 同。

2.2 “冀洪 1 号”黑枣与普通黑枣种子外在品质比较

由表 2 可知,“冀洪 1 号”单果种子数量少,平均仅为 0.63 个,而普通黑枣则达到 3.29 个;“冀洪 1 号”黑枣的种子长度和种子质量显著高于普通黑枣,分别超出 55.06% 和 70.59%,而在种子宽度上略高于普通黑枣,未达到显著差异。“冀洪 1 号”黑枣在种长、种宽、种形指数的变异系数均高于普通黑枣,仅在种子质量上低于普通黑枣。由此提示,

“冀洪 1 号”黑枣具有单果种子数量少,但种子个大的特征。

2.3 “冀洪 1 号”黑枣与普通黑枣果实内在品质比较

2.3.1 总蛋白质与脂肪含量的变化 由表 3 可知,近成熟期,“冀洪 1 号”黑枣总蛋白含量略低于普通黑枣,但未达到显著差异,脂肪含量显著低于普通黑枣,比普通黑枣降低了 56.92%;经自然晾晒后,“冀洪 1 号”黑枣总蛋白及脂肪含量略低于普通黑

表 2 “冀洪 1 号”黑枣与普通黑枣种子外在品质对比

品种	项目	种质量 (g)	种子数量	种长 (cm)	种宽 (cm)	种形指数
冀洪 1 号	均值	0.29 ± 0.02a	0.63 ± 0.15b	2.76 ± 0.22a	1.63 ± 0.21a	1.73 ± 0.10a
	最大值	0.39		3.18	2.55	2.42
	最小值	0.16		1.55	1.10	1.08
	变异系数	6.90%	24.43%	7.97%	12.88%	5.78%
普通黑枣	均值	0.17 ± 0.02b	3.29 ± 0.56a	1.78 ± 0.06b	1.31 ± 0.06a	1.39 ± 0.01b
	最大值	0.24		2.19	2.00	1.82
	最小值	0.09		1.43	1.00	1.00
	变异系数	11.76%	17.10%	3.37%	4.58%	0.72%

表 3 黑枣总蛋白质与脂肪含量

品种	时期	总蛋白含量 (%)	脂肪含量 (%)
冀洪 1 号	近成熟期	0.05 ± 0.01aA	0.28 ± 0.01aA
	自然晾晒后	0.04 ± 0.01aA	0.43 ± 0.07aB
普通黑枣	近成熟期	0.06 ± 0.02aA	0.65 ± 0.17bA
	自然晾晒后	0.09 ± 0.05aA	0.46 ± 0.07aA

注:数据后不同小写字母表示不同品种相同时期差异达到显著水平($P < 0.05$);不同大写字母表示同一品种不同时期差异达到显著水平($P < 0.05$)。下表同。

枣,但均未达到显著差异。

在果实晾晒过程中,“冀洪 1 号”黑枣脂肪含量与近成熟期相比增加了 53.57%,呈显著差异,总蛋白含量略有降低,但未达到显著差异;普通黑枣总蛋白与脂肪含量在不同程度上均有上升或降低趋

表 4 “冀洪 1 号”黑枣与普通黑枣不同时期矿质元素含量

品种	时期	N 含量 (%)	P 含量 (mg/kg)	K 含量 (mg/kg)
冀洪 1 号	近成熟期	0.18 ± 0.01aB	230.00 ± 35.17aA	2.95 ± 0.48bA
	自然晾晒后	0.29 ± 0.03aA	337.67 ± 142.64aA	4.50 ± 1.69aA
普通黑枣	近成熟期	0.16 ± 0.01bB	289.33 ± 105.43aA	3.90 ± 0.22bA
	自然晾晒后	0.31 ± 0.06aA	598.33 ± 111.52aB	8.72 ± 1.36aA

2.3.3 果实糖类含量的变化 由表 5 可知,近成熟期,“冀洪 1 号”黑枣与普通黑枣可溶性糖与淀粉含量均无显著差异;经自然晾晒后,“冀洪 1 号”黑枣淀粉含量显著高于普通黑枣,超出普通黑枣 35.73%,而可溶性糖含量略低于普通黑枣,未达显著差异。

在果实晾晒过程中,“冀洪 1 号”黑枣与普通黑枣可溶性糖与淀粉含量均呈显著上升趋势,“冀洪 1 号”黑枣和普通黑枣可溶性糖含量分别提升了 17.88% 和 26.15%,淀粉含量分别提升了 6.32 g/100 g

势,但差异并不显著。

2.3.2 矿质元素含量的变化 由表 4 可知,近成熟期,“冀洪 1 号”黑枣 N 元素、K 元素含量显著高于普通黑枣,分别超出普通黑枣 12.50% 和 24.36%,P 元素含量略低于普通黑枣,未达显著差异;经自然晾晒后,“冀洪 1 号”黑枣 K 元素含量显著低于普通黑枣,N 元素、P 元素含量也略低于普通黑枣,但差异不显著。

在果实晾晒过程中,“冀洪 1 号”黑枣 N 元素含量提升了 61.11%,呈显著上升趋势;P 元素、K 元素含量也略有提升,但差异并不显著;普通黑枣 N 元素、P 元素含量与近成熟期相比提升了 93.75% 和 106.80%,呈显著上升趋势,K 元素含量与近成熟期相比也略有提升,但差异并不显著。

和 4.58 g/100 g,“冀洪 1 号”黑枣淀粉含量提升幅度略大于普通黑枣,而可溶性糖含量提升幅度略低于普通黑枣。

表 5 “冀洪 1 号”黑枣与普通黑枣果实糖类含量

品种	时期	可溶性糖含量 (%)	淀粉含量 (%)
冀洪 1 号	近成熟期	13.20 ± 2.29aB	0.29 ± 0.13aB
	自然晾晒后	31.08 ± 2.37aA	6.61 ± 0.48aA
普通黑枣	近成熟期	9.22 ± 3.21aB	0.29 ± 0.23bB
	自然晾晒后	35.37 ± 5.25aA	4.87 ± 0.89aA

2.3.4 果实水分及可滴定酸含量的变化 由表 6 可知,近成熟期,“冀洪 1 号”黑枣与普通黑枣水分与可滴定酸含量均无显著差异,经自然晾晒后,“冀洪 1 号”黑枣水分含量显著超出普通黑枣 46.33% ($P<0.05$),可滴定酸含量略低于普通黑枣,但差异并不显著。

表 6 “冀洪 1 号”黑枣与普通黑枣果实水分及可滴定酸含量			
品种	时期	水分含量 (%)	可滴定酸含量 (%)
冀洪 1 号	近成熟期	62.07 ± 0.80aA	0.33 ± 0.07aB
	自然晾晒后	39.07 ± 2.11aB	0.72 ± 0.05aA
普通黑枣	近成熟期	60.80 ± 4.88aA	0.36 ± 0.10aB
	自然晾晒后	26.70 ± 5.33bB	0.86 ± 0.13aA

在果实晾晒过程中,“冀洪 1 号”黑枣与普通黑枣水分含量呈显著下降趋势 ($P<0.05$),可滴定酸

含量呈显著上升趋势 ($P<0.05$),“冀洪 1 号”黑枣和普通黑枣水分含量分别下降了 37.05% 和 56.09%,可滴定酸含量分别上升了 118.18% 和 138.89%,与普通黑枣相比,“冀洪 1 号”黑枣水分含量下降幅度较小,可滴定酸含量上升幅度也较小。

2.3.5 果实单宁及膳食纤维含量的变化 由表 7 可知,近成熟期及经自然晾晒后,“冀洪 1 号”黑枣与普通黑枣在可溶性单宁及膳食纤维含量上均无显著差异;在果实晾晒过程中,2 个品种黑枣可溶性单宁及膳食纤维含量呈显著上升趋势 ($P<0.05$),“冀洪 1 号”黑枣和普通黑枣可溶性单宁含量分别上升了 166.88% 和 203.54%,膳食纤维含量分别上升了 91.42% 和 97.63%,与普通黑枣相比,“冀洪 1 号”黑枣可溶性单宁及膳食纤维含量上升幅度均较小。

表 7 “冀洪 1 号”黑枣与普通黑枣果实单宁及膳食纤维含量			
品种	时期	可溶性单宁含量 (mg/kg)	膳食纤维含量 (%)
冀洪 1 号	近成熟期	1 327.73 ± 95.42aB	8.39 ± 0.57aB
	自然晾晒后	3 543.50 ± 444.89aA	16.06 ± 0.75aA
普通黑枣	近成熟期	1 190.17 ± 148.04aB	8.87 ± 1.05aB
	自然晾晒后	3 612.70 ± 330.22aA	17.53 ± 2.06aA

3 讨论与结论

果实的外在品质直接影响果实作为消费品在市场内的品质和价值^[15]。通过对 2 个品种的黑枣果实形态进行对比发现,“冀洪 1 号”黑枣具有果实纵径较长、单果质量更高、无核或少核、品质优良等突出性状。该品种的生产,丰富了无核黑枣新品种,满足了市民对多样化黑枣的需求,且方便食用,口感更好,因此具有更强的市场竞争力^[16]。

植物体内的蛋白质会参与各种代谢过程,总蛋白含量对植物发育过程及速度有直接影响,故测定总蛋白含量对分析植物发育及代谢过程有着重要作用^[17]。果实自然晾晒过程中,“冀洪 1 号”黑枣及普通黑枣总蛋白含量变化不大,且两者之间无显著差异;“冀洪 1 号”黑枣经自然晾晒过后,脂肪含量显著上升,但普通黑枣经自然晾晒过后,脂肪含量呈下降趋势,可能是由于黑枣在采摘后仍能进行光合作用,脂肪作为提供能量的物质,能为其他物质合成提供能量,果实的呼吸作用也会消耗能量^[18]。

矿质营养是构成果树果实的重要组成部分,也

是影响果实产量和品质的重要因素之一。在果实晾晒过程中,“冀洪 1 号”黑枣与普通黑枣 N、P、K 元素含量的变动趋势相近,均呈上升趋势,但上升幅度略有不同。“冀洪 1 号”黑枣经自然晾晒后 P、K 元素含量上升幅度较小,普通黑枣仅 K 元素含量上升幅度较小,可能是因为 K 在植物体内是以离子形式存在,对酸碱平衡的调节起重要作用^[19],所以在果实自然晾晒过程中 K 含量变化很小;P 元素含量与脂肪的积累有密切关系,“冀洪 1 号”黑枣果实脂肪含量小于普通黑枣,可能导致 P 元素含量上升幅度也较小^[20]。

糖和淀粉是黑枣果实品质的重要影响因素,可溶性糖含量的高低影响果实的口感,淀粉对维持果实的硬度具有重要作用。随着黑枣果实的成熟,可溶性糖及淀粉含量均呈极显著上升趋势,且自然晾晒后“冀洪 1 号”黑枣淀粉含量显著高于普通黑枣。相比普通黑枣而言,“冀洪 1 号”黑枣贮藏期可能会更长且风味更纯甜。

水分是影响果实新鲜度及口感的重要因素,黑枣晾晒后开始失水皱缩,严重影响其贮藏效果及感

官品质,因此,控制失水非常重要^[21]。自然晾晒 15 d 后“冀洪 1 号”果实的失重率为 37.10%,普通黑枣果实失重率达到 56.10%，“冀洪 1 号”黑枣失重率显著小于普通黑枣,因此“冀洪 1 号”黑枣果实的品质更加稳定;可滴定酸含量是影响黑枣贮藏保鲜的关键因素之一,“冀洪 1 号”黑枣与普通黑枣在不同时期可滴定酸含量无显著差异,但在果实晾晒过程中可滴定酸的含量均呈极显著上升趋势,说明黑枣果实晾晒过程中,营养物质不断积累,风味也不断改善。

单宁是黑枣果实涩味的主要来源,刚采摘后的黑枣果实中含有高浓度单宁,在果实晾晒过程中,可溶性单宁与乙醛结合形成不溶性单宁,导致果实脱涩^[22]。“冀洪 1 号”黑枣与普通黑枣在果实晾晒过程中单宁含量均呈现上升趋势,可能是由于采收过后黑枣光合作用基本停止,呼吸成为主导因素,在此过程中,随着硬度的下降,单宁细胞收缩,原生质体凝固,成为不溶性单宁,这与前人在单宁含量上的研究结果^[23]不一致;黑枣果实最大的营养价值在于它含有丰富的膳食纤维,不仅可以帮助消化和软便,还能降低胆固醇。“冀洪 1 号”黑枣与普通黑枣在膳食纤维含量上差异不大,但经自然晾晒后含量均有所提升,这可能是由于黑枣成熟软化的过程中水分不断减少,细胞壁干物质反而增加造成,这与前人在甜橙、骏枣上的研究结果^[24-25]一致。

本研究还存在一定的局限性,仅从 2 个不同时期黑枣果实品质方面展开研究,未考虑 2 个品种黑枣的最佳贮藏期及货架期的影响情况,也未对 2 个品种黑枣在晾晒期间乙烯释放量及呼吸速率等进行研究,因此,后续还需从黑枣的采后生理特性与其耐贮性等方面结合起来进行深入研究,以期在黑枣的推广应用提供参考依据。

参考文献:

- [1] 滕宁宁,王 明,吴一飞,等. 君迁子药学研究概况[J]. 辽宁中医药大学学报,2010,12(9):81-82.
- [2] 杨婷婷. 君迁子遗传多样性及结实类型的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2014.
- [3] 李勋兰,洪 林,王 武,等. 晚熟杂柑新品种果实品质综合评价[J]. 果树学报,2018,35(2):195-203.
- [4] 李婕玲,胡继伟,李朝婵. 贵州不同种植地区无籽刺梨果实品质评价[J]. 果树学报,2016,33(10):1259-1268.
- [5] 张艳红. 红枣中营养成分测定及质量评价[D]. 乌鲁木齐:新疆大学,2007.
- [6] 贺 娜,耿树香,宁德鲁,等. 云南核桃主栽品种表型特征及主成分分析[J]. 西部林业科学,2019,48(5):101-106.
- [7] 陈明涛,赵 忠,权金娥. 干旱对 4 种苗木根尖总蛋白组分和含量的影响[J]. 西北植物学报,2010,30(6):1157-1165.
- [8] 庞新博,蒋晓辉,于水情. 无核黑枣新品种——“冀洪 1 号”[J]. 河北林业科技,2018,36(3):69-70.
- [9] 赵 宁,杨 斌,段育岑,等. ICP-OES 测定月季中矿质元素的五种前处理方法比较[J]. 光谱学与光谱分析,2011,31(8):2256-2258.
- [10] 中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会. 食品中淀粉的测定:GB/T 5009.9—2008[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [11] 苏德峰,焦少杰,王黎明,等. 高粱籽粒单宁积累规律[J]. 黑龙江农业科学,2017(11):4-6.
- [12] 张博华,张 明,杨立风,等. 膳食纤维的提取及其在食品中的应用研究[J]. 中国果菜,2019,39(4):1-5.
- [13] 张君萍. 新疆若干杏品种果实主要营养成分的测定与分析评价[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2006.
- [14] 冀馨宁,杨静慧,龚无缺,等. 日光温室中不同樱桃品种果实外在品质的比较[J]. 西南大学学报(自然科学版),2018,40(5):46-52.
- [15] 顾焕焕. 基于转录组的南瓜果实发育和品质形成研究[D]. 邯郸:河北工程大学,2020.
- [16] 樊凌慧. ‘遵化短刺’板栗一次和二次果发育动态和果实品质对比研究[D]. 北京:北京林业大学,2019.
- [17] 潘立忠,张 森,王延书,等. 常见落叶果树果实矿质营养的研究现状[J]. 安徽农学通报,2006(10):77-80.
- [18] 解 发. 脐橙果实生长发育过程中矿质营养元素含量和累积量变化[D]. 重庆:西南大学,2012.
- [19] 魏丽红,翟秋喜. 榛子果仁发育中矿质元素的累积规律研究[J]. 湖北农业科学,2011,50(9):1819-1820.
- [20] 吴 强. 灵武长枣采后生理与贮藏技术研究[D]. 天津:天津科技大学,2007.
- [22] 费学谦,周立红,王劲凤. 柿自然脱涩能力与单宁细胞发育规律的研究[J]. 林业科学研究,1996(1):27-31.
- [23] 王 燕. 中国原产完全甜柿自然脱涩机理研究[D]. 武汉:华中农业大学,2010.
- [24] 张桂霞,王英超,魏 欣,等. 柿果软化过程中单宁和可溶性固形物含量的变化[J]. 安徽农业科学,2009,37(14):6599-6600,6610.
- [24] 董 涛,夏仁学,黄仁华,等. 甜橙果实膳食纤维与 PG、Cx 活性的研究[J]. 园艺学报,2007,34(5):1287-1292.
- [25] 李 欢,张舒怡,张 钟,等. 骏枣果实成熟过程中果胶和纤维素代谢及其基因表达[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2018,46(12):34-43.