

采摘期对陇南‘晋龙2号’核桃理化特征的影响

高瑞琴¹, 虎云青^{1,2}, 杨永兴¹, 巩芳娥^{1,2}, 王文亮^{1,3}, 王惠明¹,

王 茜^{1,3}, 陈霄鹏¹, 胥玲花¹, 李 林¹, 张正武¹

(1. 陇南市经济林研究院, 甘肃 武都 746000; 2. 甘肃省核桃工程技术研究中心, 甘肃 武都 746000; 3. 油橄榄研究所, 甘肃 武都 746000)

摘要:为探明陇南‘晋龙2号’核桃果实的最佳采摘期,以‘晋龙2号’为供试品种,设置7个采摘期(2020年的7月24日、7月31日、8月7日、8月14日、8月21日、8月28日、9月4日),分别测定核桃表型特征,出仁率,核仁含水率、干基含油率,核桃油脂脂肪酸组成及含量等主要理化特征。结果表明:随着采摘期的推迟,青果单质量、湿果单质量、核仁鲜质量、核仁干质量呈先增加后下降并趋于稳定的变化趋势,核仁含水率逐渐减小,干基含油率先逐渐增大后趋于稳定,出仁率先逐渐增加后稍有降低,说明适当推迟采摘期有利于提高核桃产量和保证良好的核仁品质。采摘期对核桃油脂脂肪酸组成没有影响,但不同采摘期脂肪酸含量存在差异,且核桃油脂脂肪酸含量由大到小的顺序为亚油酸>油酸>亚麻酸>棕榈酸>硬脂酸>花生一烯酸。根据主成分综合得分可知,在9月4日采摘的‘晋龙2号’核桃其油脂处于较佳水平。

关键词:采摘期;晋龙2号;核桃;理化特征

中图分类号:TS222;TQ646

文献标识码:A

文章编号:1003-7969(2023)07-0120-05

Effects of picking period on physicochemical characteristics of Jinlong 2 walnut from Longnan

GAO Ruiqin¹, HU Yunqing^{1,2}, YANG Yongxing¹, GONG Fang'e^{1,2},
WANG Wenliang^{1,3}, WANG Huiming¹, WANG Qian^{1,3}, CHEN Xiaopeng¹,
XU Linghua¹, LI Lin¹, ZHANG Zhengwu¹

(1. Longnan Economic Forest Research Institute, Wudu 746000, Gansu, China; 2. Gansu Walnut Engineering Technology Research Center, Wudu 746000, Gansu, China; 3. Olive Research Institute, Wudu 746000, Gansu, China)

Abstract: In order to explore the optimum picking period of Longnan Jinlong 2 walnut, the Jinlong 2 walnut was collected at seven picking periods (July 24th, July 31th, August 7th, August 14th, August 21th, August 28th, and September 4th, 2020), and the main physicochemical characteristics such as phenotypic characteristics, kernel rate, moisture content and oil content (dry basis) of walnut kernel, and fatty acid composition and content of walnut oil were measured. The results showed that with the delay of the picking period, the green fruit weight, wet fruit weight, kernel fresh weight and kernel dry weight increased at first and then decreased and tended to be stable, and the moisture content of walnut kernel gradually decreased, the oil content (dry basis) gradually increased at first and then tended to be

stable, and the kernel rate increased gradually and then decreased slightly, which indicated that delaying the picking period was beneficial to increase the yield of walnut and guarantee good quality of walnut kernel. The picking period had no effect on the fatty acid composition of walnut oil, but there were differences in the fatty acid

收稿日期:2021-04-19;修回日期:2022-02-21

基金项目:中央财政林业科技推广示范项目(2019ZYTG1);
陇原青年创新创业人才项目

作者简介:高瑞琴(1991),女,助理工程师,硕士,主要从事经济林产品的加工与开发利用(E-mail) 1500021215@qq.com。

content in different picking periods. The content of fatty acids in walnut oil in descending order was linoleic acid > oleic acid > linolenic acid > palmitic acid > stearic acid > eicosenoic acid. According to the comprehensive score of the main components, the oil of Jinlong 2 was at a better level on September 4th.

Key words: picking period; Jinlong 2; walnut; physicochemical characteristics

核桃(*Juglans regia* L.)为甘肃省陇南地区重要的经济作物。核桃不仅具有很高的营养价值,而且具有很好的药用价值,能健胃、补血、润肺、养神等^[1-2]。研究表明,核桃含油量很高,核桃油含有大量亚油酸、亚麻酸等不饱和脂肪酸,对预防心血管疾病以及保护大脑和神经系统具有一定的效果^[3-4]。核桃的品种^[5]、栽培方式^[6]、地域^[7]等均可影响其产量和品质。有关核桃的研究报道多侧重于遗传学分析、光合生理特性、油脂脂肪酸组成及含量分析、最佳采收期、保鲜贮藏等方面^[8-11]。‘晋龙2号’具有晚熟,为雄先型,抗旱性强、抗晚霜、抗病、风味香甜等特性^[12],有关该品种采摘期对核桃理化特征的影响鲜见报道。本文研究不同采摘期对‘晋龙2号’核桃理化特征的影响,从生理学的角度判断果实最佳采摘期,以期对优良核桃品种的选育及丰产栽培提供理论支撑。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验地位于东经105°23′、北纬33°29′、海拔960 m,全年平均气温12.1℃,无霜期205 d,年日照时数1468.5 h,年均降雨量600 mm,其中5—9月降雨量470.9 mm,占全年降水量的76.0%,相对湿度75%。供试品种‘晋龙2号’为甘肃省陇南市经济林研究院于2009年从新疆引植至甘肃省成县核桃示范基地,树龄10年以上,田间表现出较好的丰产特性和抗病性。选择5棵长势一致、树形相近、无病虫害、结果率相当的‘晋龙2号’核桃树,随机采摘8~10个核桃样品。采摘时间依次为2020年的7月24日、7月31日、8月7日、8月14日、8月21日、8月28日、9月4日。

石油醚(沸程30~60℃)、甲醇、氢氧化钠,分析纯,天津市富宇精细化工有限公司;无水硫酸钠,分析纯,四川西陇化工厂有限公司;10种脂肪酸甲酯混标(C₁₆~C₂₂),美国NU-CHEK-PREP公司;实验用水为去离子水。

Trace 1300 ISQ 气相色谱-质谱联用仪(Thermo Fisher Scientific); PL203 型电子天平(上海 Mettler-Toledo); 游标卡尺; 101 型电热鼓风干燥箱; Minispec 碳氢化合物含氢量测定仪(德国布鲁克公司);

NS800NH 分光色差仪; SZF-06C 型脂肪抽提仪(浙江托普仪器有限公司)。

1.2 实验方法

1.2.1 表型特征、色差、出仁率及含水率的测定

挑选当天采摘大小较为一致的5个核桃样品进行编号,用电子天平称其质量,即青果单质量;然后用小刀将核桃青皮去除干净,得核桃湿果,称其质量得湿果单质量;用游标卡尺分别测定湿果的纵径(核桃顶部与底部之间的距离)、横径(核桃中部缝合线之间的距离),以纵径和横径的比计算果形指数;再用核桃夹将核桃夹破,完全取出核仁,称其质量得核仁鲜质量;最后将核仁放置于电热鼓风干燥箱40℃烘干,得到干核仁,称其质量得核仁干质量。

用分光色差仪测定青皮色差、种皮色差和种仁色差,分别以7月24日采摘核桃的青皮、种皮和种仁作为参照物。随机选取10个核桃为一组,称其质量得总果质量和总仁质量,以总仁质量和总果质量的比计算出仁率。核仁含水率采用干燥法测定。

1.2.2 干基含油率的测定

将核桃仁置于电热鼓风干燥箱50℃烘干至恒重,用碳氢化合物含氢量测定仪测定核仁干基含油率,每个样品进行3组平行实验。

1.2.3 核桃油的提取

采用索氏抽提法提取核桃油。将核桃仁置于50℃的烘箱内烘干至恒重;然后用研钵研至粉末状,用电子天平准确称取约1.000 g核桃粉并用滤纸包好后置入脂肪抽提仪的抽提瓶中;接着在抽提瓶中加入50 mL石油醚,回流提取4~6 h,取出后待石油醚挥发完全后收集核桃油。每个样品进行3组平行实验。

1.2.4 核桃油脂肪酸组成分析

首先对样品进行甲酯化。取核桃油样0.3000 g于20 mL具塞试管中,加入5 mL 0.5 mol/L的氢氧化钠-甲醇溶液,摇匀且每5 min摇晃一次,常温下反应40 min左右,然后加入5 mL石油醚,摇匀,最后加入5 mL去离子水,待完全分层后,用移液枪取上层有机相于2 mL离心管中,加入适量无水硫酸

钠,5 000 r/min 离心 2 min,然后用 0.45 μm 的过滤膜过滤到安瓿瓶中,用石油醚稀释 10 倍后,转移至小试剂瓶待测。采用 GB 5009.168—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》进行脂肪酸组成测定,并采用 NIST 2011 版质谱数据库检索并结合 $\text{C}_{16} \sim \text{C}_{22}$ 脂肪酸甲酯混标比对分析定性,峰面积归一化法计算油样中主要脂肪酸的相对含量。

1.2.5 数据处理与统计分析

数据运用 Origin 9.0、SPSS 17.0、Excel 分析数据及作图, $p < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 ‘晋龙 2 号’核桃果实表型特征随采摘期的变化

分别测定了不同采摘期‘晋龙 2 号’核桃的青果单质量、湿果单质量、湿果纵径、湿果横径、核仁鲜质量、核仁干质量、果形指数和核仁含水率,结果如表 1 所示。由表 1 可知,青果单质量范围为 $(70.87 \pm 2.31) \text{g} \sim (84.17 \pm 1.87) \text{g}$,湿果单质量范围为

$(27.52 \pm 2.27) \text{g} \sim (40.46 \pm 2.16) \text{g}$,核仁鲜质量范围为 $(9.16 \pm 2.11) \text{g} \sim (13.81 \pm 1.71) \text{g}$,核仁干质量范围为 $(5.31 \pm 1.05) \text{g} \sim (9.05 \pm 1.03) \text{g}$ 。‘晋龙 2 号’青果单质量、湿果单质量、核仁鲜质量、核仁干质量随采摘期的推迟呈先增大后下降,最后趋于稳定的变化趋势,除青果单质量[8 月 14 日为最大值 $(84.17 \pm 1.87) \text{g}$]外,其他各指标均在 8 月 21 日达到最大值,分别为 (40.46 ± 2.16) 、 $(13.81 \pm 1.71) \text{g}$ 和 $(9.05 \pm 1.03) \text{g}$;随着采摘期的推迟,‘晋龙 2 号’核仁含水率呈下降趋势,9 月 4 日采摘的核仁含水率最低,为 $(28.50 \pm 0.94) \%$,较 7 月 24 日采摘的核仁含水率 $(42.00 \pm 2.58) \%$ 显著降低。随着采摘期的推迟,湿果横径先逐渐增大后稍有降低,且横径均大于 30 mm。果形指数越小,说明果形越圆,果形指数越大,说明果形越长。由表 1 可以看出果形指数较小且变化不明显,说明‘晋龙 2 号’在成熟期内果形均呈近圆形且随着成熟期变化不明显。

表 1 不同采摘期‘晋龙 2 号’核桃果实表型特征变化

采摘期	青果单质量/g	湿果单质量/g	湿果纵径/mm	湿果横径/mm	果形指数	核仁鲜质量/g	核仁干质量/g	核仁含水率/%
7月24日	$70.87 \pm 2.31\text{a}$	$27.52 \pm 2.27\text{a}$	$41.29 \pm 2.18\text{a}$	$34.16 \pm 1.42\text{a}$	$1.21 \pm 0.12\text{a}$	$9.16 \pm 2.11\text{a}$	$5.31 \pm 1.05\text{a}$	$42.00 \pm 2.58\text{c}$
7月31日	$77.34 \pm 1.02\text{b}$	$32.03 \pm 1.86\text{ab}$	$40.62 \pm 0.89\text{a}$	$38.27 \pm 1.4\text{ab}$	$1.06 \pm 0.23\text{a}$	$11.15 \pm 1.04\text{ab}$	$6.67 \pm 1.55\text{ab}$	$40.20 \pm 2.01\text{bc}$
8月7日	$82.55 \pm 1.08\text{bc}$	$34.92 \pm 1.97\text{abc}$	$39.04 \pm 1.06\text{a}$	$36.38 \pm 1.19\text{ab}$	$1.07 \pm 0.08\text{a}$	$12.32 \pm 2.47\text{ab}$	$7.59 \pm 2.01\text{b}$	$38.40 \pm 1.43\text{b}$
8月14日	$84.17 \pm 1.87\text{c}$	$39.08 \pm 3.17\text{c}$	$41.33 \pm 1.92\text{a}$	$40.48 \pm 0.69\text{b}$	$1.02 \pm 0.11\text{a}$	$13.04 \pm 2.33\text{c}$	$8.48 \pm 1.03\text{bc}$	$35.00 \pm 1.26\text{ab}$
8月21日	$83.40 \pm 1.43\text{c}$	$40.46 \pm 2.16\text{c}$	$42.31 \pm 4.90\text{a}$	$40.70 \pm 2.93\text{b}$	$1.04 \pm 0.32\text{a}$	$13.81 \pm 1.71\text{c}$	$9.05 \pm 1.03\text{c}$	$34.50 \pm 1.35\text{ab}$
8月28日	$82.84 \pm 1.68\text{bc}$	$36.68 \pm 0.63\text{bc}$	$40.27 \pm 4.31\text{a}$	$39.21 \pm 0.72\text{ab}$	$1.02 \pm 0.16\text{a}$	$12.50 \pm 2.33\text{bc}$	$8.73 \pm 1.93\text{bc}$	$30.20 \pm 1.07\text{a}$
9月4日	$82.64 \pm 1.06\text{bc}$	$35.23 \pm 3.24\text{bc}$	$41.06 \pm 1.91\text{a}$	$38.85 \pm 2.01\text{ab}$	$1.05 \pm 0.21\text{a}$	$12.06 \pm 1.43\text{bc}$	$8.62 \pm 1.22\text{bc}$	$28.50 \pm 0.94\text{a}$

注:同列不同字母表示数据之间差异显著($p < 0.05$)

2.2 ‘晋龙 2 号’核桃出仁率随采摘期的变化

图 1 为‘晋龙 2 号’不同采摘期核桃出仁率的变化。从图 1 可以看出,‘晋龙 2 号’核桃出仁率范围为 33.28% ~ 35.28%,平均出仁率为 34.00%,随采摘期的推迟出仁率呈先逐渐增加后稍有降低的变化趋势。

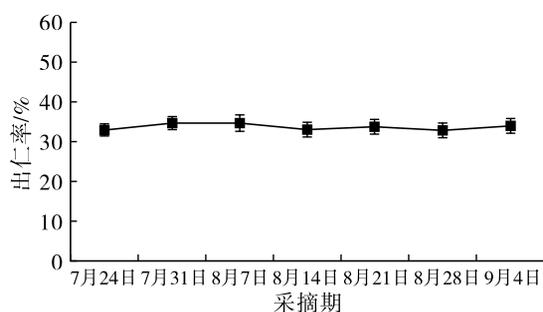


图 1 不同采摘期‘晋龙 2 号’核桃出仁率的变化

2.3 ‘晋龙 2 号’核仁干基含油率随采摘期的变化

图 2 为‘晋龙 2 号’核仁干基含油率随采摘期的变化。

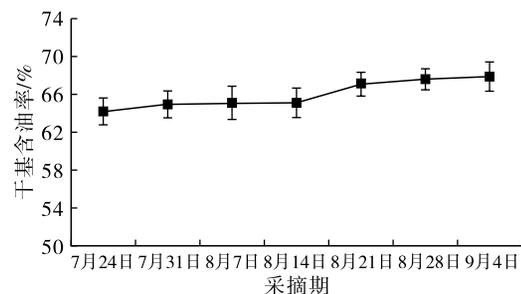


图 2 不同采摘期‘晋龙 2 号’核仁干基含油率的变化

由图 2 可知,随采摘期的推迟,‘晋龙 2 号’核仁干基含油率先逐渐增大后趋于稳定,含油率范围为 64.00% ~ 67.86%。自 8 月 7 日以后核仁干基含油率随采摘期的推迟显著增加,8 月 28 日—9

月4日,核仁干基含油率基本稳定,最高达到67.86%,较7月24日采摘核桃的核仁干基含油率明显提高,差异达到显著水平,说明核桃仁的油脂随生长发育过程逐渐累积。实际生产中若以含油率为主要经济指标,可适当推迟核桃的采摘期。

2.4 ‘晋龙2号’核桃青皮、种皮、种仁色差随采摘期的变化

图3为不同采摘期核桃青皮、种皮、种仁色差的变化。由图3可知,‘晋龙2号’核桃青皮、种皮、种仁色差随着采摘期的推迟逐渐增大。肉眼实际观察发现,青皮的颜色是从深绿色逐渐变为浅绿色,最后为黄绿色,种皮的颜色由亮白黄色逐渐变为黄白色,最后为浅黄褐色,种仁的颜色由白色变为乳白色。

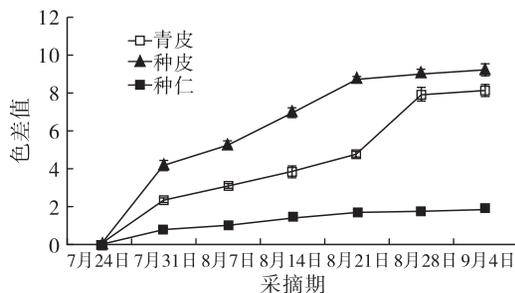


图3 不同采摘期‘晋龙2号’核桃青皮、种皮、种仁色差的变化

2.5 ‘晋龙2号’核桃脂肪酸组成及含量随采摘期的变化

本实验对‘晋龙2号’核仁提取的核桃油进行了脂肪酸组成分析,结果见表2。由表2可知,各采摘期核桃油的脂肪酸组成没有变化,但脂肪酸含量存在差异。

表2 不同采摘期核桃油脂肪酸组成及含量

脂肪酸	7月24日	7月31日	8月7日	8月14日	8月21日	8月28日	9月4日
棕榈酸	6.12 ± 0.01	6.00 ± 0.03	5.58 ± 0.20	6.02 ± 0.01	4.90 ± 0.51	5.30 ± 0.13	5.79 ± 0.01
硬脂酸	2.88 ± 0.04	2.94 ± 0.06	2.98 ± 0.12	2.20 ± 0.06	3.73 ± 0.03	3.50 ± 0.51	3.59 ± 0.25
油酸	23.10 ± 0.02	23.26 ± 0.01	32.62 ± 0.01	35.22 ± 0.02	39.65 ± 0.01	37.48 ± 0.16	36.75 ± 0.16
亚油酸	56.01 ± 0.15	55.62 ± 0.10	49.00 ± 0.06	43.79 ± 0.11	46.13 ± 0.17	44.66 ± 0.01	44.39 ± 0.21
亚麻酸	11.82 ± 0.01	11.51 ± 0.01	9.07 ± 0.03	12.13 ± 0.01	8.56 ± 0.26	8.29 ± 0.02	8.84 ± 0.15
花生一烯酸	0.20 ± 0.03	0.24 ± 0.05	0.27 ± 0.25	0.24 ± 0.15	0.22 ± 0.02	0.23 ± 0.55	0.22 ± 0.23

由表2可知,核桃油中的主要脂肪酸含量从大到小分别为亚油酸 > 油酸 > 亚麻酸 > 棕榈酸 > 硬脂酸 > 花生一烯酸。核桃油中亚油酸含量最高,随采摘期的推迟其含量总体呈下降趋势,油酸含量随着采摘期的推迟总体呈缓慢上升趋势,表明适当地推迟采摘期有利于核桃油中油酸的合成。硬脂酸含量随着采摘期延迟整体呈增大趋势。采摘期对棕榈酸、花生一烯酸含量总体影响不大。

2.6 ‘晋龙2号’核桃油脂肪酸组成之间的相关性

表3为‘晋龙2号’核桃油脂肪酸组成之间的相关性。由表3可知:棕榈酸含量与亚麻酸含量呈显著正相关($r=0.827$);硬脂酸含量与亚麻酸含量呈显著负相关($r=-0.851$);油酸含量与亚麻酸含量呈负相关($r=-0.712$),与亚油酸含量呈极显著负相关($r=-0.946$)。这与表2核桃油脂肪酸含量的变化趋势一致。

表3 ‘晋龙2号’核桃油脂肪酸组成之间的相关性

脂肪酸	棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	亚麻酸	花生一烯酸
棕榈酸	1					
硬脂酸	-0.727	1				
油酸	-0.729	0.448	1			
亚油酸	0.483	-0.218	-0.946**	1		
亚麻酸	0.827*	-0.851*	-0.712	0.533	1	
花生一烯酸	-0.065	-0.289	0.119	-0.168	-0.133	1

注:**表示0.01水平极显著,*表示0.05水平显著

2.7 ‘晋龙2号’核桃油的脂肪酸组成与含量的主成分分析

为了更直观地分析亚油酸、油酸、亚麻酸、棕榈

酸、硬脂酸、花生一烯酸含量随采摘期的变化,通过SPSS软件进行主成分分析,主成分特征值和贡献率如表4所示。由表4可知,第1主成分的特征值为

3.622, 方差贡献率为 60.358%, 第 2 主成分的特征值为 1.327, 方差贡献率为 22.120%, 二者的累积方差贡献率达 82.478%, 特征值均大于 1。结果表明前 2 个主成分能够涵盖亚油酸、油酸、亚麻酸、棕榈酸、硬脂酸、花生一烯酸 6 个指标 82.478% 的信息。

表 4 主成分特征值和贡献率

主成分	特征值	方差贡献率/%	累积方差贡献率/%
1	3.622	60.358	60.358
2	1.327	22.120	82.478

成分得分是一个相对值, 是该样本偏离所有样本均值的程度, 正值说明超过平均水平, 负值说明低于平均水平, 可以作为比较排名的依据。表 5 为主成分 1 和主成分 2 得分系数矩阵。由表 5 可知, 棕榈酸、亚油酸、亚麻酸在第 1 主成分上有较高正得分, 油酸、花生一烯酸在第 2 主成分上有较高正得分。

表 5 主成分得分系数矩阵

主成分	棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	亚麻酸	花生一烯酸
1	0.247	-0.209	-0.250	0.207	0.257	-0.021
2	0.095	-0.447	0.221	-0.356	0.095	0.600

根据主成分特征值及特征向量计算主成分综合得分, 结果如表 6 所示。综合得分越高, 说明油脂品质越好。由表 6 可知, 采摘期为 9 月 4 日的综合得分最高, 排名第 1, 说明‘晋龙 2 号’在此时间油脂处于较佳水平。

表 6 不同采摘期‘晋龙 2 号’核桃油脂肪酸的主成分综合得分

采摘期	综合得分
7 月 24 日	1.39
7 月 31 日	1.44
8 月 7 日	0.10
8 月 14 日	1.30
8 月 21 日	-1.93
8 月 28 日	-1.36
9 月 4 日	1.95

3 结论

本研究测定了 2020 年 7 月 24 日—9 月 4 日 7 个不同采摘期陇南‘晋龙 2 号’核桃的理化特征。结果表明:‘晋龙 2 号’核桃的青果单质量、湿果单质量、核仁鲜质量、核仁干质量随采摘期的推迟呈先逐渐增大后下降, 最后趋于稳定的变化趋势, ‘晋龙 2 号’核仁含水率呈下降趋势, 9 月 4 日采摘的核仁

含水率最低。7 月 24 日—9 月 4 日, 湿果横径先逐渐增大后稍有降低, 且横径均大于 30 mm。果形指数较小且变化不明显, 说明‘晋龙 2 号’在成熟期内果形均呈近圆形且随着成熟期变化不明显。随着采摘期的推迟, ‘晋龙 2 号’核桃出仁率呈先逐渐增加后稍有降低的变化趋势, 核仁干基含油率先逐渐增大后趋于稳定。综上可得, 适当推迟采摘期有利于核仁物质积累, 从而提高核桃经济产量。

实验还得出在不同采摘期核桃油脂肪酸组成没有变化, 但脂肪酸含量有差异。核桃油中主要脂肪酸含量由大到小分别为亚油酸 > 油酸 > 亚麻酸 > 棕榈酸 > 硬脂酸 > 花生一烯酸。根据核桃油脂肪酸主成分综合得分可知, ‘晋龙 2 号’核桃在 9 月 4 日采摘油脂处于较佳水平。

参考文献:

- [1] 荣庭, 张毅萍. 中国核桃[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992:81.
- [2] 荣庭, 张毅萍. 中国果树志: 核桃卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996:264.
- [3] 罗伟强, 刘宝, 刁开盛. 毛细管气相色谱法测定核桃油中的脂肪酸[J]. 贵州化工, 2005, 30(3): 40-41.
- [4] 宋岩, 王小红, 张锐, 等. 新疆核桃品种间品质差异比较[J]. 中国粮油学报, 2019, 34(8): 91-97.
- [5] 耿树香, 宁德鲁, 贺娜, 等. 云南 2 个主栽核桃品种油脂的贮藏稳定性研究[J]. 西部林业科学, 2019, 48(2): 37-44.
- [6] 王玲. 栽培措施对清香核桃生长和坚果品质影响的研究[D]. 山西 晋中: 山西农业大学, 2017.
- [7] 曲清莉, 杨晓颖, 陈庆敏, 等. 地域因素对核桃贮藏品质、抗氧化能力及酚类代谢物的影响[J]. 食品工业, 2015, 36(10): 196-200.
- [8] 武静. 核桃采收期对坚果品质影响的研究[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2018, 38(12): 50-54.
- [9] 何国庆, 俞春莲, 饶盈, 等. 山核桃果实成熟过程中矿质元素及脂肪酸组分变化[J]. 浙江农林大学学报, 2019, 36(6): 1208-1216.
- [10] 王益明, 万福绪, 胡菲, 等. 指数施肥对美国山核桃苗期光合生理特性的影响[J]. 水土保持研究, 2018, 25(5): 187-191, 198.
- [11] 陈柏, 顾敏华, 吴小华, 等. 不同冷冻温度对‘清香’去青皮鲜核桃冻藏期间品质的影响[J]. 经济林研究, 2019, 37(3): 65-72.
- [12] 王贵, 高中山, 白埃堤, 等. 晋丰、晋龙 2 号核桃新品种选育研究[J]. 经济林研究, 1997, 15(3): 5-8.