

不同品种巴旦木种仁在不同采收期粗脂肪含量及其油脂脂肪酸组成的比较

刘凤兰¹, 韩宏伟¹, 毛金梅¹, 王 琴¹, 李 勇¹, 王建友²

(1. 新疆林业科学院 经济林研究所, 乌鲁木齐 830000; 2. 新疆林业科学院 推广处, 乌鲁木齐 830000)

摘要:测定分析了纸皮、双软、晚丰、浓帕烈4个品种巴旦木种仁在不同采收期的粗脂肪含量及其油脂脂肪酸组成。结果表明:不同品种巴旦木采收过程中,其种仁粗脂肪含量总体均呈不断积累上升趋势,粗脂肪含量差异显著($p < 0.05$),表明采收期对粗脂肪含量有较大影响,种仁越成熟越有利于其粗脂肪的积累;不同采收期的4个品种巴旦木种仁油共检测出棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸4种脂肪酸,其中饱和脂肪酸含量在10%以下,总体均呈下降趋势,不饱和脂肪酸的含量达90.4%~93.2%、油酸含量(58.9%~77.6%)均为最高,在采收期内总体均呈上升趋势;亚油酸含量(15.2%~31.7%)较高,在采收期内总体呈波浪下降趋势(除纸皮巴旦木)。巴旦木是一种具有很高开发价值的高品质油料作物。

关键词:巴旦木;采收期;粗脂肪;脂肪酸

中图分类号:TS222⁺.1;TQ646 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2018)06-0104-04

Comparison of crude fat contents and oil fatty acid compositions of different species of almond kernel in different harvest time

LIU Fenglan¹, HAN Hongwei¹, MAO Jinmei¹, WANG Qin¹,
LI Yong¹, WANG Jianyou²

(1. Institute of Economic Forestry, Xinjiang Academy of Forestry Sciences, Urumqi 830000, China; 2. Department of Science and Technology Popularization, Xinjiang Academy of Forestry Sciences, Urumqi 830000, China)

Abstract: The crude fat contents and oil fatty acid compositions of four species of almond kernel in different harvest time were determined and analyzed. The results showed that the crude fat contents in different species of almond kernel were accumulating and rising, and the difference in the crude fat contents was significant ($p < 0.05$), indicating that the harvest time had a great influence on the crude fat content of almond kernel, and the more mature the kernel, the better the accumulation of crude fat. Four fatty acids were detected in the four species of almond kernel oils in different harvest time, which were palmitic acid, stearic acid, oleic acid and linoleic acid. The contents of saturated fatty acids were lower than 10% with overall a downward trend, and the contents of unsaturated fatty acids were in the range of 90.4% - 93.2%. The contents of oleic acid (58.9% - 77.6%) were the highest, and showed an upward trend. The contents of linoleic acid (15.2% - 31.7%) were higher, and showed a downward trend (except

Prunus amygdalus). Almond was a high quality oil crop with high development value.

Key words: almond; harvest time; crude fat; fatty acid

收稿日期:2017-11-06;修回日期:2018-03-28

基金项目:自治区公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(KYGY2016057, KYGY2016047);中央财政林业科技推广示范(2016, 2018)

作者简介:刘凤兰(1974),女,副研究员,硕士,研究方向为经济林林果加工与贮藏(E-mail) liu_fenglan@126.com。

通信作者:王建友,研究员,在读博士(E-mail) almonds@126.com。

巴旦木(Almonds)又名扁桃(*Amygdalus communis* L.),属蔷薇科桃属树种,是世界上著名的干果

树种,至今约有6 000年的栽培历史。我国巴旦木资源丰富,目前新疆喀什地区莎车县巴旦木的年栽培面积已发展到6.67万 hm^2 ,成为该县的重要创汇产品之一^[1]。巴旦木种仁粗脂肪含量高,巴旦木种仁油色淡黄、清亮,味芳香,富含不饱和脂肪酸,既可开发为高级食用植物保健油,又可作为基础油、按摩油、发用油及防锈油,被广泛用于制作高级化妆品^[2-3]。

国内科研工作者对巴旦木的研究多集中在栽培、生理、品质等方面^[4-7],对巴旦木种仁粗脂肪含量及其油脂脂肪酸组成的研究报道多集中于成熟的巴旦木干果^[8],而对不同品种巴旦木在不同采收期油脂脂肪酸组成及含量变化的研究却鲜有涉及。本试验以新疆喀什地区莎车县国有二林场种植纸皮、双软、晚丰和浓帕烈巴旦木为原料,对不同采收期巴旦木种仁的粗脂肪含量及其油脂的脂肪酸组成及含量及进行了分析,旨在为巴旦木适时采收和开发利用提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 原料与试剂

新疆喀什地区莎车县国有二林场种植巴旦木种仁。地理位置东经 $77^{\circ}7'59.87''$,北纬 $38^{\circ}12'6.31''$ 。试验树龄10~12年,树势、结实情况基本一致,生长正常、无病虫害的巴旦木植株作为果实样品采集样株,从7月25日至9月5日,每次采摘树体各个方位的果实2 kg。石油醚(30~60 $^{\circ}\text{C}$)、苯、无水乙醇、氢氧化钾均为分析纯;异辛烷、甲醇为色谱纯。

1.1.2 仪器与设备

AB104-N型分析天平:上海第二天平仪器厂;Agilent 78901B气相色谱仪;FID检测器;FFAP色谱柱。

1.2 试验方法

1.2.1 粗脂肪含量及脂肪酸组成的测定

每次取样时,将所采果实装于塑封袋密封带回,测定种仁的粗脂肪含量及其油脂脂肪酸组成。巴旦木种仁粗脂肪含量依据GB/T 5009.6—2003测定;巴旦木种仁油脂脂肪酸组成及含量依据GB/T 17376—2008、GB/T 17377—2008,用气相色谱法测定(由新疆农科院质量检验检测中心检测完成)。每个指标重复处理3次。

1.2.2 数据处理

应用DPS v7.05和Excel统计软件进行分析和作图。

2 结果与分析

2.1 不同采收期巴旦木种仁粗脂肪含量的变化规律(见表1)

表1 不同采收期巴旦木种仁粗脂肪含量 %

采样日期	纸皮	双软	晚丰	浓帕烈
7月25日	32.47c	32.97f	31.47g	21.67g
8月1日	32.60c	35.34c	32.12f	22.57f
8月7日	31.87d	30.04g	34.73e	24.79e
8月14日	26.38e	33.99d	35.04d	27.45d
8月21日	43.95a	33.14e	37.18c	31.98c
8月25日	38.62b	41.67a	41.54b	33.52b
9月5日		38.41b	42.68a	37.84a

注:同列不同小写字母表示差异显著($p < 0.05$)。

由表1可知,在巴旦木采收过程中,其种仁粗脂肪含量的变化过程总体是一个不断积累上升的过程,在不同的采收期粗脂肪含量除了纸皮7月25日和8月1日采摘的差异不显著,经分析发现其他时期的差异显著($p < 0.05$)。表明采收期对粗脂肪含量有较大影响,种仁越成熟越有利于其粗脂肪的积累。纸皮采摘自花后111 d开始,至花后142 d结束,在此过程中粗脂肪含量增加了18.94%,双软采摘自花后108 d开始,至花后150 d结束,在此过程中粗脂肪含量增加了16.50%,晚丰采摘自花后106 d开始,至花后148 d结束,在此过程中粗脂肪含量增加了35.62%,浓帕烈采摘自花后104 d开始,至花后146 d结束,在此过程中粗脂肪含量增加了74.62%,浓帕烈增幅最多。在采摘初期,纸皮、双软、晚丰的粗脂肪含量已经达到较高的水平,而浓帕烈粗脂肪含量较少,到采摘结束时,粗脂肪含量基本相同,由此可知在整个采摘过程中,而浓帕烈粗脂肪积累最多。这是由这4个品种特性决定的,纸皮作为早熟品种,在整个采收期内已过脂肪的积累快速期,而晚熟的浓帕烈正在脂肪快速积累期,是其脂肪积累的关键时期。

2.2 不同采收期巴旦木种仁油脂脂肪酸组成及含量的变化规律(见表2)

由表2可知,巴旦木种仁油共检测出4种脂肪酸,分别为棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸。饱和脂肪酸由棕榈酸和硬脂酸组成,不饱和脂肪酸由油酸和亚油酸组成,总脂肪酸含量在99.2%以上,4种脂肪酸按含量由高到低的顺序依次是油酸>亚油酸>棕榈酸>硬脂酸,且不饱和脂肪酸的含量为90.4%~93.2%。这与李述刚等^[9]测定分析的一致,表明巴旦木种仁油的脂肪酸组成简单且高度集中,有利于其加工利用,巴旦木是一种极具开发价值的高品质油料作物。

表2 不同采收期巴旦木种仁油脂脂肪酸组成及含量

品种	采样日期	棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	总脂肪酸	饱和脂肪酸	不饱和脂肪酸
纸皮	7月25日	6.7	1.5	74.6	16.8	99.6	8.2	91.4
	8月1日	6.4	1.1	75.0	17.0	99.5	7.5	92.0
	8月7日	6.5	1.1	75.4	16.5	99.5	7.6	91.9
	8月14日	6.6	1.2	73.3	18.4	99.5	7.8	91.7
	8月21日	5.6	0.8	75.8	17.4	99.6	6.4	93.2
双软	7月25日	7.0	1.4	69.3	21.6	99.3	8.4	90.9
	8月1日	6.7	1.1	75.4	16.2	99.4	7.8	91.6
	8月7日	6.9	0.9	75.6	15.9	99.3	7.8	91.5
	8月14日	5.7	0.9	77.6	15.2	99.4	6.6	92.8
	8月21日	6.6	1.1	75.4	16.2	99.3	7.7	91.6
	9月5日	6.5	0.9	76.2	15.9	99.5	7.4	92.1
晚丰	7月25日	7.7	1.0	66.6	24.2	99.5	8.7	90.8
	8月1日	7.0	1.0	71.6	19.8	99.4	8.0	91.4
	8月7日	6.9	0.9	74.0	17.6	99.4	7.8	91.6
	8月14日	6.7	1.0	75.7	16.0	99.4	7.7	91.7
	8月21日	6.8	1.0	74.6	17.0	99.4	7.8	91.6
	9月5日	6.8	0.9	74.5	17.0	99.2	7.7	91.5
浓帕烈	7月25日	7.8	1.2	60.8	29.6	99.4	9.0	90.4
	8月1日	7.7	1.4	58.9	31.7	99.7	9.1	90.6
	8月7日	6.8	1.4	66.3	25.1	99.6	8.2	91.4
	8月14日	6.6	1.3	74.1	17.5	99.5	7.9	91.6
	8月21日	6.4	1.4	74.6	17.2	99.6	7.8	91.8
	9月5日	6.2	1.3	71.5	20.7	99.7	7.5	92.2

注:共检测9种脂肪酸,月桂酸、肉豆蔻酸、亚麻酸、花生酸、芥酸未检出。

2.2.1 不同品种巴旦木种仁油饱和脂肪酸组成及含量的比较

由表2可知,巴旦木种仁油饱和脂肪酸由棕榈酸和硬脂酸组成。不同品种巴旦木在不同的采收期其种仁油饱和脂肪酸含量均在10%以下。世界卫生组织建议膳食中饱和脂肪酸提供的能量应低于膳食总能量的10%^[10-11],饱和脂肪酸摄入过多容易导致血液胆固醇、三酰甘油和低密度脂蛋白胆固醇升高^[12]。巴旦木种仁油饱和脂肪酸含量低,宜作为食用油。在整个采收期内,纸皮、双软、晚丰、浓帕烈的饱和脂肪酸含量总体均呈下降趋势,分别下降了21.95%、11.90%、11.49%、16.67%。棕榈酸和硬脂酸含量下降都比较明显,其中在成熟末期纸皮硬脂酸含量下降最多,达46.67%,在脂肪积累关键时期的浓帕烈硬脂酸含量呈先上升后下降的波浪状,其棕榈酸下降最多,达20.51%。由此可知,不同的成熟期对巴旦木种仁饱和脂肪酸的积累有一定的影响,对纸皮巴旦木这样的早熟品种主要影响硬脂酸含量,对浓帕烈这样的晚熟品种主要影响棕榈酸含量。

2.2.2 不同品种巴旦木种仁油单不饱和脂肪酸组成及含量的比较

由表2可知,巴旦木种仁油的单不饱和脂肪酸为油酸。不同品种的巴旦木在不同的采收期其种仁油油酸含量(58.9%~77.6%)均最高,这与高疆生等^[13]分析结果一致,与其他脂肪酸含量差异大,并且总体均呈上升趋势。在整个采收期,纸皮油酸含量虽呈升高降低再升高的曲折状,但变幅不大。油酸作为单不饱和脂肪酸,属于 $\omega-9$ 系列不饱和脂肪酸,比多不饱和脂肪酸的氧化稳定性高,并且具有降低低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)而不降低高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)的独特作用,能有效地防止动脉硬化^[14]。

2.2.3 不同品种巴旦木种仁油多不饱和脂肪酸组成及含量的比较

由表2可知,巴旦木种仁油的多不饱和脂肪酸为亚油酸。不同品种的巴旦木在不同的采收期其种仁油亚油酸含量在15.2%~31.7%,与其他脂肪酸含量差异也较大,并且总体呈下降趋势(除纸皮巴旦木),4个品种间差异不大。在整个采收期,4个品种巴旦木种仁油亚油酸含量变化呈波浪状,纸皮、双软、晚丰亚油酸含量变幅不大,而浓帕烈亚油酸含量变幅较大。亚油酸是人体必需脂肪酸,属于 $\omega-6$

系列脂肪酸,普遍存在于植物油中,具有降低血清总胆固醇功效。但是合理恰当地摄入亚油酸量才具有良好的降低胆固醇水平作用^[15]。

3 结论

(1)不同品种巴旦木采收过程中,其种仁粗脂肪含量的变化过程总体是一个不断积累上升的过程,在不同的采收期粗脂肪含量除了纸皮7月25日和8月1日采摘的差异不大,其他采收期含量差异显著($p < 0.05$)。在整个采收过程中,浓帕烈粗脂肪积累最多,浓帕烈粗脂肪含量与其他3个品种采收前期差异较大,采摘末期差异不大。结果表明,采收期对粗脂肪含量有较大影响,种仁越成熟越有利于其粗脂肪的积累。

(2)不同采收期的4个品种巴旦木种仁油共检测出棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸4种脂肪酸,这4种脂肪酸含量差异较大。饱和脂肪酸由棕榈酸和硬脂酸组成,其含量均在10%以下,且饱和脂肪酸随着采收的持续总体均呈下降趋势。不饱和脂肪酸的含量为90.4%~93.2%,油酸含量(58.9%~77.6%)均为最高,在采收期内油酸随着采收的持续总体均呈上升趋势。亚油酸含量(15.2%~31.7%)较多,在采收期内总体呈波浪下降趋势(除纸皮巴旦木)。巴旦木种仁油脂肪酸组成简单且高度集中,表明巴旦木是一种极具开发价值的高品质油料作物。

参考文献:

[1] 兰彦平,吐拉克孜,郭文英,等. 巴旦杏的研究现状及开发利用前景[J]. 林业科学研究,2004,17(5):674-679.

- [2] 郭春会,梅立新,张檀,等. 扁桃的园艺技术[M]. 北京: 中国标准出版社,2001:1-8.
- [3] 李庆典,李颖,易晓华. 新疆巴旦杏28个品种种仁油脂含量及脂肪酸组成[J]. 山地农业生物学报,2004,23(4):326-329.
- [4] 李疆,胡芳名,李文胜,等. 扁桃的栽培及研究概况[J]. 果树学报,2002,19(5):346-350.
- [5] 王建友,毛金梅,韩宏伟,等. 南疆巴旦木测土配方施肥效果试验初报[J]. 经济林研究,2011,29(1):120-123.
- [6] 杨波,车玉红,郭春苗,等. 扁桃生理落果期不同组织激素浓度的动态变化及其对落果的影响[J]. 西北植物学报,2015,35(1):118-124.
- [7] 马艳,徐锡增,马荣才. 34个普通扁桃种仁营养成分分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2003,27(4):55-58.
- [8] 赵婷,岳琳,李勇. 巴旦木仁油中脂肪酸成分分析[J]. 中国油脂,2009,34(2):78-79.
- [9] 李述刚,陆健康,王萍,等. 新疆南疆扁桃仁中蛋白质与脂类营养分析[J]. 中国油脂,2015,40(2):30-32.
- [10] 中国营养学会. 中国居民膳食指南[M]. 拉萨:西藏人民出版社,2010:31,49.
- [11] 张飞,柏云爱,鲁海龙. 饱和脂肪酸与健康研究进展[J]. 中国油脂,2012,37(4):29-32.
- [12] 唐传核,徐建祥,彭志英. 脂肪酸营养与功能的最新研究[J]. 中国油脂,2000,25(6):20-23.
- [13] 高疆生,陈毓荃. 南疆巴旦杏与油料作物油脂及高级脂肪酸比较[J]. 西北农业学报,2001,10(2):36-38.
- [14] 阮征,吴谋成,胡筱波,等. 多不饱和脂肪酸的研究进展[J]. 中国油脂,2003,28(2):55-59.
- [15] 黄凤洪,黄庆德,刘昌盛. 脂肪酸的营养与平衡[J]. 食品科学,2004,25(z1):262-265.

(上接第70页)

[6] 高艺霞,闫理宾,辛忠. 微碱强化超临界法制备生物柴油组分分析及工艺过程[J]. 化工学报,2013,64(2):683-688.

[7] JONATHAN F S C, CARLOS A G F. Methods for improving the cold flow properties of biodiesel with high saturated fatty acids content: a review [J]. Renew Sust Energ Rev, 2017, 72(1): 774-790.

[8] ADEEL A, ARTHUR G. Challenges and opportunities of enhancing cold flow properties of biodiesel via heterogeneous catalysis [J]. Fuel, 2016, 173: 189-208.

[9] VERMA P, SHARMA M P, DWIVEDI G. Evaluation and enhancement of cold flow properties of palm oil and its biodiesel [J]. Energy Rep, 2016, 2: 8-13.

[10] BRUNA L P, ENIKEYLA A S, FABRICIA R, et al. Thermal and rheological properties of soapberry *Sapindus saponaria* L. (Sapindaceae) oil biodiesel and its blends with petrodiesel [J]. Fuel, 2017, 199: 627-640.

- [11] CHEN X, HU J M, CHEN L, et al. Study on cold flow properties of typical materials biodiesel and its blends [J]. Adv Mater Res, 2013, 781-784: 2383-2388.
- [12] CAMILLA D M N, LILIAN C C D C, LUCIANA I M, et al. Determination of cloud point in binary and ternary mixtures containing determination of cloud point in binary and ternary mixtures containing and *n*-hexadecane [J]. Fuel, 2016, 180: 442-447.
- [13] RAMALHO E F S M, FILHO J R C, SOUZA A G. Low temperature behavior of poultry fat biodiesel: diesel blends [J]. Fuel, 2012, 93: 601-605.
- [14] SILVA M C D, SILVA L M, SANTOS N A, et al. Study of ethylic babassu biodiesel properties at low temperatures [J]. J Therm Anal Calorim, 2011, 106(2):363-367.
- [15] 喻秋梅,庞亚军,陈宏国. 煤燃烧试验中着火点确定方法的探讨[J]. 华北电力技术,2001(7):9-10.
- [16] 孙平,张锐,梅德清,等. 乙醇柴油的热重分析及其排放特性研究[J]. 可再生能源,2011,29(6):129-133.