

程欣,林立,林乐静,等. 4 种槭树种子油脂脂肪酸组成及含量比较[J]. 江苏农业科学,2019,47(7):220-224.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.07.052

4 种槭树种子油脂脂肪酸组成及含量比较

程欣,林立,林乐静,祝志勇,崔广元,杜甜钊,陆益

(宁波城市职业技术学院/宁波市园林植物开发重点实验室,浙江宁波 315100)

摘要:对天目槭、秀丽槭、樟叶槭和罗浮槭 4 种槭树种子油脂的脂肪酸组成、理化特性及季节性变化规律进行了研究。结果表明,4 种槭树种子成熟时期的含油率较高(>10%),以不饱和脂肪酸为主,相对含量在 80% 以上;油脂含有 21 种脂肪酸,其中高含量脂肪酸($\geq 5\%$)有棕榈酸、油酸、亚油酸和 α -亚麻酸 4 种,低含量脂肪酸(<5%)有 17 种;辛酸、癸酸、月桂酸等成分为首次在槭树油中被检测出;脂肪酸的相对含量随季节呈现动态变化。综合分析槭树种子的含油率、油脂变化规律和理化特性,表明 4 种槭树种子都具有一定的营养价值,罗浮槭和天目槭种子适宜 9 月初至 10 月中下旬采收,秀丽槭和樟叶槭种子适宜 10 月中下旬采收。

关键词:槭树;种子油;脂肪酸;亚油酸;油酸

中图分类号: S792.350.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-1302(2019)07-0220-04

槭属(*Acer* Linn.)为落叶或常绿小乔木或灌木,主要分布于北半球山林地带^[1]。该属有 200 余种,其中许多种都具有药用开发价值^[2-3]。据报道,茶条槭、色木槭、建始槭等槭属植物的幼叶、幼芽具有清肝明目、祛风退热的药用功效^[4];金沙槭、元宝槭的根或根皮可治疗风湿痹痛^[5-6];山楂叶槭、鸡爪槭等槭属植物含有高效抗炎物质^[7]。近年来,随着槭属植物应用研究的进一步深入,发现许多槭属植物,如茶条槭、元宝槭、桦叶四蕊槭、权叶槭等,也是优良的木本油料树种。茶条槭种仁中油脂含量丰富,不饱和脂肪酸含量达 88.61%,其中亚油酸、 γ -亚麻酸和 α -亚麻酸等人体必需脂肪酸含量分别为 34.39%、6.90% 和 1.31%^[8]。元宝槭种仁的含油率在 40% 以上,其中不饱和脂肪酸含量更是高达 92%,并且还含有较高比例的神经酸,因此在 2011 年获批准进入新资源食品名单^[9-11]。桦叶四蕊槭和权叶槭种子含油率分别为 26.6% 和 25.5%,其中都以油酸、亚油酸等不饱和脂肪酸为主要成分。此外,全延宇等对栎叶槭种子化学成分的研究中发现该槭种胚中脂肪酸的含量达到了 26.50%^[12]。杜娟等对比了贵州槭与其他主要油料植物的脂肪含量,发现贵州槭种子中的脂肪含量高出玉米 1 倍,略低于大豆和棉籽的脂肪含量^[13]。

油脂不仅是人体必需的营养成分,也是医药、化妆、皮革等工业的重要原料^[14]。随着我国人口的增加和经济的发展,食用油缺口不断加大,每年须从国外大量进口。此外,从我国植物油脂来源看,90% 来源于草本油料植物,仅有不到 10% 来源于木本油料植物^[15]。在当前我国土地资源紧张、粮食供应压

力仍较大的情况下,难以依靠大量增加草本油料植物的种植面积来提高油脂产量。因此,无论是从满足人民生活需求,还是从我国农业发展战略上看,开发更多种类的木本油料资源,对于我国经济、社会和环境的发展都具有十分重要的意义。本研究对天目槭(*Acer sinopurpurascens* Cheng)、秀丽槭(*Acer elegantulum* Fang et P. L. Chiu)、樟叶槭(*Acer cinnamomifolium* Hayata)和罗浮槭(*Acer fabri* Hance)这 4 种可作为后备油源树种的槭树,对其种子油的脂肪酸组成和含量进行了分析和比较,以期更多槭属植物的油料开发与利用提供参考信息。

1 材料与方法

1.1 试验材料、仪器和试剂

材料:4 种槭树种子于 2017 年 7—10 月采集于宁波溪口槭树种植基地,密封包装后置于 4℃ 冰箱中保存备用。

试剂:冰乙酸、韦氏试剂、乙醇、盐酸为分析纯,十九烷酸甲酯、正己烷、甲醇、氯仿为色谱纯,水为超纯水;脂肪酸甲酯混合标样[西格玛奥德里奇(上海)贸易有限公司]。

仪器:Trace 1310 ISQ 气相色谱质谱联用仪(美国赛默飞世尔科技公司);ME104E 型电子天平(瑞士梅特勒-托利多国际有限公司);电热恒温水浴锅(天津津立仪器设备科技发展有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 种子千粒质量和含油率测定 槭树种子去翅处理后,从中随机选取 8 个重复试样,每个重复 100 粒,各重复分别称质量;根据 8 个重复的质量计算方差、标准差和平均质量,并求出变异系数;当变异系数<4.0% 时即可根据整个测定样品的数量和质量换算出种子的千粒质量。

将槭树种子恒温干燥 6 h,称取 15 g,放入研钵碾碎至油状物浸出,全部取出装入滤纸筒中并准确称取质量。加石油醚(料液比 1 g:10 mL)后转移到索氏提取器,60℃ 水浴抽提 12 h。抽提结束后将滤纸筒室温晾干,然后置于 100℃ 烘箱中 4 h,取出后冷却备用^[16]。所得提取液经旋转蒸发至无液体蒸出后称质量并计算种子含油率。

收稿日期:2018-10-20

基金项目:国家星火项目(编号:2015GA701016);浙江省宁波市农业社会发展重大专项(编号:2014C11002);浙江省宁波市科技富民项目(编号:2016C10036);浙江省大学生科技创新活动计划暨新苗人才计划项目(编号:2017R466001)。

作者简介:程欣(1996—),男,浙江杭州人,主要从事植物资源的开发与利用研究。E-mail:490079937@qq.com。

通信作者:林立,博士,实验师,主要从事槭树资源开发与利用研究。E-mail:linli851111@163.com。

1.2.2 种子油的酸值、碘值和皂化值测定 酸值测定参照 GB 5009.229—2016《食品安全国家标准 食品中酸价的测定》，碘值的测定参照 GB/T 5532—2008《动植物油脂 碘值的测定》，皂化值的测定参照 GB/T 5534—2008《动植物油脂 皂化值的测定》。

1.2.3 脂肪酸组成及含量测定 取 0.1 g 样品于 20 mL 离心管中,加入 5% 盐酸甲醇溶液 2 mL,氯仿甲醇等体积混合溶液 3 mL,十九烷酸甲酯内标 100 μ L,85 $^{\circ}$ C 水浴处理 1 h。水浴结束,待冷却至室温后加入正己烷 1 mL,振荡 2 min,然后静置 1 h,等待分层。小心吸取上层清液 100 μ L,用正己烷定容至 1 mL。用 0.45 μ m 滤膜过膜后上机检测。

气相色谱条件:色谱柱为 TG-5MS(30 m \times 0.25 mm \times 0.25 μ m);进样口温度为 290 $^{\circ}$ C;不分流进样,开阀时间为 1 min;载气为高纯度氦气(99.999%),流速 1.2 mL/min;程序升温:80 $^{\circ}$ C 保存 1 min,以 10 $^{\circ}$ C/min 持续升温至 200 $^{\circ}$ C,继续以 5 $^{\circ}$ C/min 升温至 250 $^{\circ}$ C,最后以 2 $^{\circ}$ C/min 升温至 270 $^{\circ}$ C,保持 3 min。

质谱条件:EI 源,70 eV,扫描范围 30 ~ 400 amu,离子源温度 280 $^{\circ}$ C,灯丝发射电流 150 μ A,检测电压 350 V。

2 结果与分析

2.1 种子的千粒质量

4 种槭树种子中千粒质量最大的为天目槭,其次为罗浮槭,樟叶槭和秀丽槭种子的千粒质量相当(图 1)。从 7 月中旬到 10 月下旬,樟叶槭种子千粒质量增加了 2.49 g,秀丽槭种子千粒质量增加了 6.66 g。罗浮槭和天目槭种子的千粒质量呈先增后减趋势,9 月的千粒质量最高。

2.2 种子含油率

从油脂积累量来看,4 种槭树种子在 7 月中旬时含油率都低于 1%(表 1)。至 9 月初,天目槭、秀丽槭、罗浮槭和樟叶槭的种子含油率分别达到 12.62%、15.60%、14.16% 和 15.53%。

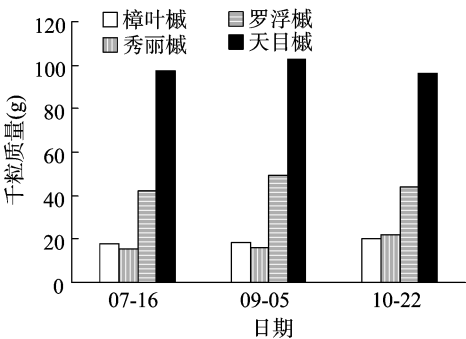


图1 4 种槭树种子的千粒质量

表 1 4 种槭树种子不同时期含油率

槭树种类	含油率(%)		
	07-16	09-05	10-22
天目槭	0.10	12.62	10.54
秀丽槭	0.13	15.60	14.57
罗浮槭	0.07	14.16	10.41
樟叶槭	0.01	15.53	18.71

10 月下旬,天目槭、秀丽槭和罗浮槭的种子含油率都有所下降,而樟叶槭的种子含油率则达到最高值,为 18.71%。

2.3 脂肪酸成分及相对含量

4 种槭树种子油中均检测出了 21 种脂肪酸,分别为:辛酸、癸酸、月桂酸、肉豆蔻酸、十五烷酸、棕榈酸、棕榈油酸、十七烷酸、顺-10-十七碳烯酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、 α -亚麻酸、 γ -亚麻酸、花生酸、二十一碳酸、山嵛酸、顺-13,16-二十二碳二烯酸、二十三碳酸、二十四烷酸和神经酸。其中,棕榈酸、油酸、亚油酸和 α -亚麻酸 4 种脂肪酸的相对含量较高(>5%),仅在樟叶槭的种子样品中 9 月的油酸和 10 月的 α -亚麻酸相对含量值略低于 5%,因此列为高含量脂肪酸(图 2)。其余 17 种脂肪酸相对含量较低(<5%),列为低含量脂肪酸(图 3)。

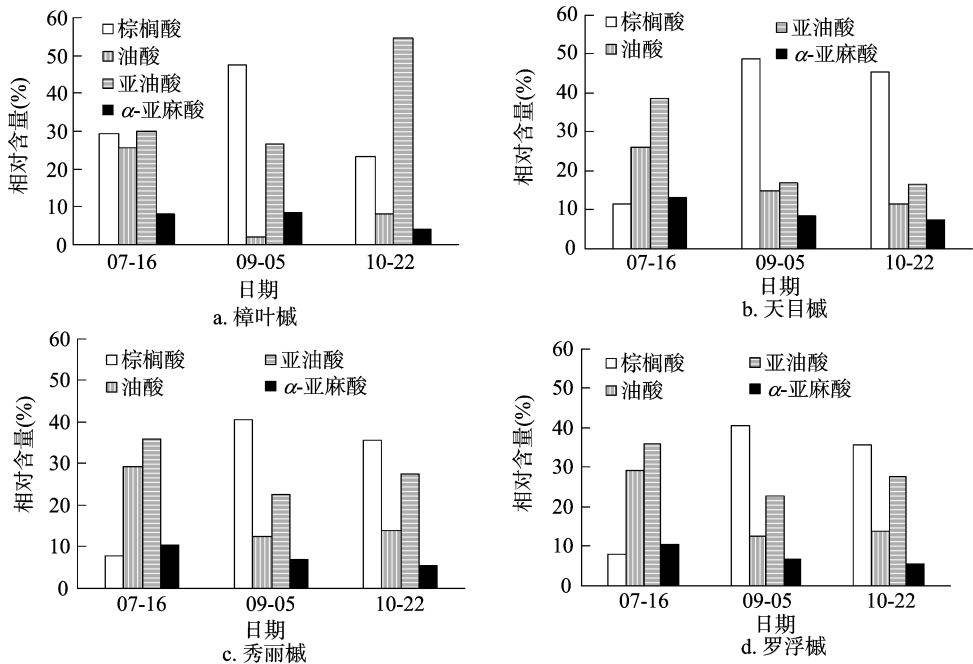


图2 种子油中 4 种高含量脂肪酸相对含量

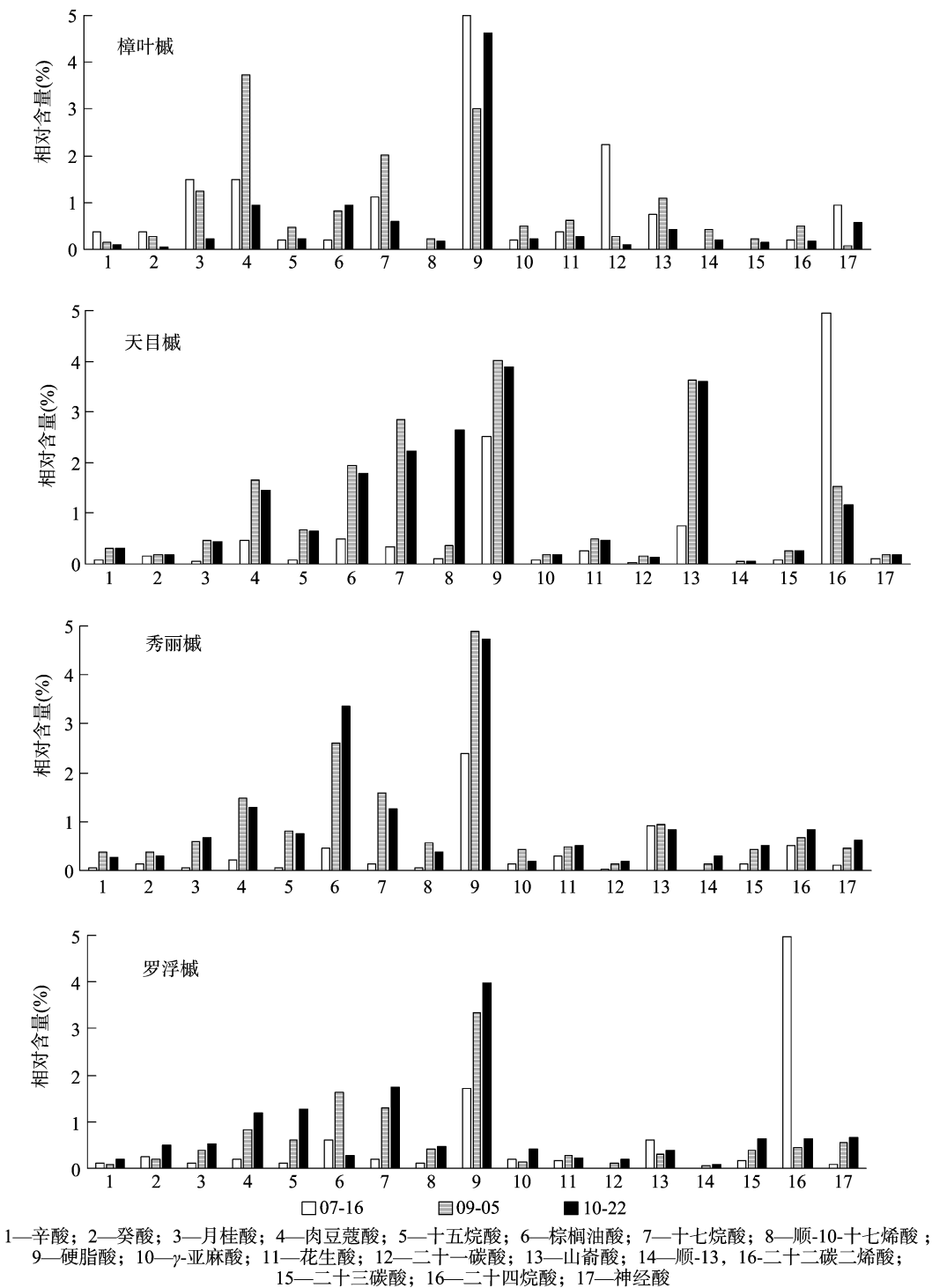


图3 种子油中 17 种低含量脂肪酸相对含量

槭树种子油中 4 种高含量脂肪酸随月份呈现出一定的动态变化性。油酸和 α -亚麻酸的最高含量出现在 7 月中旬的时候,随着月份的增加而降低。从 7 月中旬至 10 月下旬,4 种槭树种子的亚油酸含量呈现出先降后升的趋势。棕榈酸的最高含量则出现在 9 月。其余 17 种脂肪酸的相对含量在不同月份也呈现出动态变化。

2.4 种子油的酸值、碘值和皂化值

酸值是评级油脂抗氧化能力的指标^[17]。不同月份中,4 种槭树种子油的酸值都不超过 1 mg/g,低于食用油的国标

准(酸值 ≤ 4 mg/g),说明 4 种槭树种子油中游离脂肪酸含量较低,种子油抗氧化性较强(表 2)。

碘值是判断油脂不饱和程度的指标^[18]。槭树种子的碘值在不同月份具有差异性(表 2)。天目槭种子 7 月中旬时已基本成型,至 9 月初时已完全成熟,此时种子油的碘值略高于 100 g/100 g,属于半干性油脂^[10]。秀丽槭种子油的碘值在 3 个不同月份的检出值都较高(> 130 g/100 g),属于干性油脂^[18]。罗浮槭种子在 9 月初时也已完全成熟,此时碘值达到 162.75 g/100 g,为干性油脂。至 10 月中旬,碘值下降为

132.73 g/100 g,此时油脂转变为半干性油脂。从 7 月初至 10 月下旬,樟叶槭种子油的碘值在 62.57 ~ 89.62 g/100 g 之间,属于不干性油脂。相比而言,4 种槭树种子油中秀丽槭和罗浮槭的种子油不饱和程度更高。

皂化值是衡量脂肪酸分子量大小的参数^[19]。皂化值越高表明脂肪酸分子量越小,皂化值越低则表明脂肪酸分子量

越大或含有较多不皂化物^[18]。4 种槭树种子油的皂化值呈现出季节性的动态变化(表 2)。除樟叶槭外,皂化值都随着时间的增加而逐渐增大,反映了 3 种槭树种子油中脂肪酸碳链长度随着种子成熟度的增加而逐渐减小。樟叶槭种子油的皂化值随季节变化不显著。

表 2 4 种槭树种子油的酸值、碘值和皂化值

槭树种类	酸值(mg/g)			碘值(g/100 g)			皂化值(mg/g)		
	07-16	09-05	10-22	07-16	09-05	10-22	07-16	09-05	10-22
天目槭	0.34	0.29	0.54	86.62	108.46	104.68	149.10	162.82	178.65
秀丽槭	0.43	0.60	0.89	136.62	170.45	146.35	162.05	196.28	212.23
罗浮槭	0.45	0.75	0.96	88.76	162.75	132.73	156.53	177.18	189.76
樟叶槭	0.23	0.17	0.46	62.57	83.58	89.62	160.15	140.16	156.47

3 讨论与结论

在采样区,4 种槭树种子的成熟期不完全一样。天目槭和罗浮槭种子的成熟期相对较早,7 月中旬种子已经基本定型,9 月初时达到完全成熟,此时,这 2 种槭树种子的千粒质量达到最大值,含油率也最高。秀丽槭和樟叶槭种子的成熟期相对较晚,8 月下旬至 10 月上旬为该 2 种槭树种子中油脂的快速增长期。因此,至 10 月中下旬时 2 种槭树种子的千粒质量和含油率会相对较高。成熟期时,4 种槭树种子的含油率与贵州槭(14.31%)、大豆(17%~20%)和棉籽(17%~30%)的含油率相当,高于玉米种子含油率(4%~7%)^[13]。

4 种槭树种子油的脂肪酸以不饱和脂肪酸为主,各时期采集种子油中不饱和脂肪酸的相对含量都在 80% 以上,其中以棕榈酸、油酸、亚油酸和 α -亚麻酸 4 种脂肪酸为主要成分,此外也含有少量棕榈油酸、 γ -亚麻酸、顺-10-十七碳烯酸等不饱和脂肪酸。许多研究已经证明不饱和脂肪酸具有降低高密度脂蛋白血清胆固醇的效果,进而可以减少冠心病、高血压和心脏病等疾病的发病几率^[10,20]。并且,4 种高含量脂肪酸中, α -亚麻酸和亚油酸都是人体必需脂肪酸。 α -亚油酸在人体中不仅具有降低总胆固醇、甘油三酯和低密度脂蛋白的功能,还具有抑制人类直肠癌、乳腺癌细胞和细胞性白血病细胞生长的作用^[21-23]。亚油酸对人体脂类代谢、中枢神经系统活动、植物神经调节以及前列腺素合成等生命活动都有重要作用^[10,24]。因此,槭树种子油具有一定的保健营养价值。

此外,4 种槭树种子油中都检测到了神经酸。神经酸是神经组织生物膜的重要成分,是维持大脑正常生命活动所必需的营养物质,在防止神经衰老、恢复神经末梢活性、抵抗肿瘤、预防脑血管疾病、提高免疫能力等多个方面具有重要功效^[25]。早期的研究认为元宝槭是含有神经酸的一个特有的木本植物种类^[26]。本研究发现 4 种槭树种子油中都含有神经酸,尽管相对含量低于元宝槭种子油,但也表明了神经酸可能在槭属更多植物中都有分布,为今后神经酸原料的开发提供了参考。

本研究表明,4 种槭树种子油都富含不饱和脂肪酸,其中以棕榈酸、油酸、亚油酸和 α -亚麻酸为主,并且都含有神经酸。因此,4 种槭树种子油都具有一定的保健营养价值。综合分析槭树种子的千粒质量、含油率及种子油的化学指标,发现罗浮槭和天目槭种子的适宜采收时期为 9 月初到 10 月中

下旬,秀丽槭和樟叶槭种子的适宜采收时期为 10 月中下旬。

参考文献:

[1] 方培文. 中国植物志:第 46 卷[M]. 北京:科学出版社,1981.

[2] 马希汉,王兰珍,王姝清. 槭属植物化学成分研究评述[J]. 西北林学院学报,1998,13(1):87-95.

[3] 林立,林乐静,毛阳正,等. 秀丽槭叶总黄酮的提取及其抗氧化能力研究[J]. 核农学报,2016,30(12):2373-2381.

[4] 吴松兰. 元宝枫、鸡爪槭和茶条槭中抗肿瘤有效生物活性成分的研究[D]. 北京:首都师范大学,2008.

[5] 刘利. 槭属植物资源的药食功效及其利用研究[J]. 食品研究与开发,2007,28(1):172-175.

[6] 金颖,姚贺,孙博航. 金沙槭化学成分的分离与鉴定[J]. 沈阳药科大学学报,2016,3(7):531-536.

[7] Otsuka H, Komiya T, Fujioka S. Studies on anti-inflammatory agents. II. An anti-inflammatory constituent of the Genus *Acer*[J]. Yakugaku Zasshi,1981,101(12):1108-1112.

[8] 王发春,安丞熙,杨旭启,等. 茶条槭籽油的理化常值和脂肪酸组成研究[J]. 青海畜牧兽医学院学报,1997,14(2):10-14.

[9] 李艳菊,王姝清,贾彩霞. 元宝枫翅果油脂含量及累积规律研究[J]. 西北林学院学报,1997,12(1):49-53.

[10] 刘祥义,付惠,陈玉惠. 元宝枫油理化特性及脂肪酸组成研究[J]. 中国油脂,2003,28(3):66-67.

[11] 魏希颖,梁健. 有潜在药用价值的元宝枫等槭属植物[J]. 中药材,2005(3):176-177.

[12] 全延宇,温莉莉,张玉梅. 马尾松、糖槭种子成分分析和利用[J]. 防护林科技,2000(2):18-21.

[13] 杜娟,刘海燕,邹天才. 贵州槭种子和叶片主要化学成分分析[J]. 种子,2011,30(4):94-96.

[14] 张华新,庞小慧,刘涛. 我国木本油料植物资源及其开发利用现状[J]. 防护林科技,2006(增刊1):291-302.

[15] 龙秀琴. 贵州木本食用油料资源及其开发利用[J]. 资源开发与市场,2003,19(4):243-245.

[16] 周晓晶,李可,范航,等. 不同变种及种源紫苏种子油脂脂肪酸组成及含量比较[J]. 北京林业大学学报,2015,37(1):98-106.

[17] 井长勤,张光谋,杨海洋. “油脂酸价的测定”实验中若干问题的探讨[J]. 生物学通报,2007,42(8):43.

[18] 许万乐,李会珍,张志军. 紫苏籽油理化性质测定及脂肪酸组分分析[J]. 中国粮油学报,2013,28(12):106-109.

[19] 陈少东,陈福北,杨帮乐,等. 几种食用油中不饱和脂肪酸和皂化值的测定研究[J]. 化工技术与开发,2011,40(10):53-55.

袁俊杰,李婧瑜,魏 霜,等. 我国与新加坡农食产品重金属限量标准对比分析[J]. 江苏农业科学,2019,47(7):224-228.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.07.053

我国与新加坡农食产品重金属限量标准对比分析

袁俊杰¹, 李婧瑜², 魏 霜³, 陈 文¹, 李冠斯², 李志勇³

(1. 中华人民共和国湛江海关, 广东湛江 524022; 2. 中华人民共和国汕头海关, 广东汕头 515041;
3. 中华人民共和国广州海关, 广东广州 510623)

摘要:2009 年《中新自由贸易协定》实施以来,中新贸易不断获得新突破。自 2013 年以来,中国已成为新加坡最大的商品贸易伙伴。本研究介绍了中国与新加坡现行的重金属限量标准与法规,并从重金属检测项目、农食产品种类和主要农食产品限量指标 3 个方面进行对比分析,并就中国出口农食产品应对新加坡重金属限量标准提出了建议。

关键词:中国;新加坡;农食产品;重金属;限量标准;对比分析

中图分类号: TS207 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)07-0224-05

中国、新加坡两国 1990 年建交,双边贸易自建交后一直保持健康发展的态势,特别是 2009 年《中新自由贸易协定》实施以来,中新贸易不断获得新突破。自 2013 年以来,中国已成为新加坡最大的商品贸易伙伴。据新加坡国际企业发展局统计,2017 年中新双边货物进出口额达到 994.3 亿美元,较去年增长 19.5%^[1]。

新加坡耕地少,城市人口多,因此被称为“城邦”。其自然资源贫乏,农业占国民经济的比重不到 1%,主要是家禽和水产养殖业。所有粮食全都靠从境外输入,蔬菜自产比例低,仅达到 5%,缺口部分须从马来西亚、中国、印度尼西亚和澳大利亚进口来填补^[2]。新加坡 90% 以上的食品和农产品是从国外进口的,因此对进口食品的质量实行最严格的监管制度,但是我国对新加坡农食产品限量标准,特别是重金属限量标准研究甚少,导致我国出口农产品企业经常遭遇技术性贸易措施。本研究对新加坡农食产品重金属限量标准进行了梳理,重点对比分析了我国与其重金属限量标准的差异,并就削弱贸易壁垒、进一步促进中国和新加坡农产品贸易提出了对

策及建议。

1 中新两国重金属限量标准与法规概况

1.1 我国涉及重金属限量标准和法规

我国涉及农食产品重金属限量的标准基本都是以强制性国家卫生标准的形式公布。2017 年 3 月 17 日,国家卫生和计划生育委员会、国家食品药品监督管理总局发布 GB 2762—2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》,部分代替 GB 2762—2012《食品安全国家标准 食品中污染物限量》^[3]。除此之外,我国涉及重金属限量的标准还有 60 多个产品卫生标准以及小部分产品标准,这些标准大部分是在 2000—2015 年之间实施,也有极少数是上世纪 80、90 年代实施的旧标准,这些标准与 GB 2762—2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》互相补充^[4]。

1.2 新加坡涉及重金属限量标准法规介绍

新加坡涉及农食产品重金属限量的法律是《食品销售法》,制定于 1973 年 5 月 1 日,现用 2005 年的修订版。《食品销售法》中对新加坡流通领域的食品中重金属的限量值作出了法律规定。新加坡对国际食品法典委员会(CODEX)国际标准十分尊崇,会新加坡食品绝大部分依赖进口的实际情况出发,结合《食品销售法》的具体要求,制定符合新加坡国情的标准体系,以严格控制进出口食品的质量。新加坡制定的重金属残留标准以附表的形式在《食品销售法》中列出(<https://www.ava.gov.sg>)^[5]。

收稿日期:2019-01-28

基金项目:国家质检总局科技计划(编号:2016IK053);广东检验检疫科技项目(编号:2018GDK12)。

作者简介:袁俊杰(1986—),女,湖南隆回人,硕士,农艺师,研究方向为进出境植物及植物产品有害生物检疫。E-mail:253348110@qq.com。

通信作者:李志勇,博士,研究员,研究方向为农食产品技术性贸易措施。E-mail:woodparrot@163.com。

[20] 张静波,詹琳,何英. 西番莲籽油成分的测定及其开发利用[J]. 中国油脂,2000,25(6):116-118.

[21] Hussain G, Schmitt F, Loeffler J-P, et al. Fattening the brain: a brief of recent research[J]. Frontiers in Cellular Neuroscience, 2013(7):144.

[22] Wang X, Breeze A, Kulka M. N-3 polyunsaturated fatty acids inhibit IFN- γ -induced IL-18 binding protein production by prostate cancer cells[J]. Cancer Immunology Immunotherapy, 2015,64(2):249-258.

[23] 李万宏,李发弟,翁秀秀,等. α -亚麻酸对 TM3 细胞活性及相关基因表达的影响[J]. 吉林农业大学学报,2018(4):16-21.

[24] 唐传核,徐建祥,彭志英,等. 脂肪酸营养与功能的最新研究[J]. 中国油脂,2000,25(6):20-23.

[25] 候镜德,袁晓梧. 神经酸的表征[J]. 现代科学仪器,1996(4):29-30.

[26] 赵立言,于炎冰,张黎. 元宝枫籽油功效成分神经酸药效研究进展与食疗保健应用[C]. 2016 年中国药膳学术研讨会论文集. 2016.