

# 萃取溶剂对鳄梨子油产量的影响及其表征

阿德洛耶·奥拉莱坎·迈克尔

尼日利亚 哈科特港 河流州立大学化学 / 石化工程系

**摘要:** 本研究分别采用己烷、乙醚和氯仿三种不同的提取溶剂, 对美国英仙子油的提取率进行了研究。在提取过程之前制备美洲英仙花种子, 从而去除污垢, 并将种子清洗、干燥、粉碎并研磨至 600 $\mu\text{m}$  粒径, 从而增加美洲英仙花籽的油提取操作速率的表面积。在环境操作条件下, 将磨碎的鳄梨种子浸泡 14 小时至 70 小时。在提取过程中使用索氏提取器, 通过蒸馏过程从溶剂中分离提取的油。结果表明, 己烷、乙醚和氯仿萃取溶剂的最佳油收率分别为 70 小时, 但乙醚萃取溶剂的油收率高于其他萃取溶剂。对美洲鳄梨种子提取油进行了表征, 结果描述了提取油的理化财产, 如折射率、PH 值、密度、比重、碘值、粘度、皂化值等, 并且这些参数的结果与美国英仙子种子的其他先前研究一致, 并且在欧洲和美国标准的可接受值范围内。

**关键词:** 索氏提取; 鳄梨种子; 己烷; 二乙醚; 三氯甲烷; 表征

## Effects of Extraction Solvents on Oil Yield from Persea Americana Seed and Its Characterization

Adeloye Olalekan Michael

Department of Chemical/Petrochemical Engineering, Rivers State University, Port Harcourt, Nigeria

**Abstract:** This study focused on the extraction yield of oil from Persea Americana seed using three different extraction solvents of hexane, diethylether and chloroform respectively. The Persea Americana seeds were prepared prior to extraction process thereby removing dirt and the seeds were washed, dried, crushed and ground to 600 $\mu\text{m}$  particle size thereby increasing surface area for oil extraction operational rate of Persea Americana seeds. The ground Persea Americana seeds were soaked for a period of 14 hours to 70 hours under ambient operating conditions. Soxhlet extractor was used in the extraction process and extracted oil was separated from solvent via distillation process. The results showed that the optimum conditions for the yield of oil was obtained at 70 hours for hexane, diethylether and chloroform extraction solvents respectively but diethylether extraction solvent showed higher percentage yield of oil in comparison with other extraction solvents. Characterization of the extracted oil from Persea Americana seeds were performed and the results depicted extracted oil physiochemical properties such as refractive index, PH value, density, specific gravity, iodine value, viscosity, saponification value etc and the results of these parameters are in tandem with other previous studies of Persea Americana seeds and within the range of acceptable value of European and United States of America standards.

**Keywords:** Soxhlet extraction; Persea Americana seed; Hexane; Diethyl-Ether; Chloroform; Characterization

### 1. 引言

牛油果种子或鳄梨是水果加工行业的副产品, 是一种潜在的新型油料种子作物, 占总水果的相当数量 (高达 16%), 具有丰富的植物化学特征和悠久的民族植物学使用历史。对鳄梨生物活性的现代研究仍处于起步阶段。目前, 种子是一种利用不足的资源, 也是鳄梨加工者的浪费问题。美洲鳄梨的种子通常在取下果肉后丢弃。然而, 研究表明, 鳄梨种子是碳水化合物、蛋白质、脂肪和一些矿物质元素 (如钙、磷、钾和镁) 的良好来源, 以及高浓度的抗营养因子 (如植酸盐、草酸盐和氰苷), 使种子看起来具有潜在毒性<sup>[1]</sup>。尽管其营养成分不同, 但美洲鳄梨的生种子中存在的这种高抗营养因子可以被

视为在动物和人类营养中使用这些种子的潜在威胁, 尽管适当的加工方法, 如浸泡和煮沸, 可以在很大程度上降低生种子中这些抗营养素的水平。有关于使用种子治疗健康相关疾病的民族药理学信息<sup>[2]</sup>, 特别是在鳄梨流行且目前大规模种植的南美国家。目前的研究表明, 鳄梨籽可以改善高胆固醇血症, 并可用于治疗高血压、炎症和糖尿病。种子还被发现具有杀虫、杀菌和抗微生物活性。鳄梨种子富含酚类化合物, 这些化合物可能在推定的健康影响中发挥作用<sup>[3, 4]</sup>。

然而, 鳄梨的种子很苦, 所以你可能不想在食物中使用它。只要把它放在手边, 满足你的美容需求。首先, 水果固体废弃物应具有可重复利用的特征。在本研究中,

用各种化学和仪器分析方法分析了来自不同果汁行业的鳄梨籽废料，并确定了它们的特征。该数据被认为在防止环境污染和资源浪费方面是有用的，方法是将固体废物作为不同行业的二级原料加以充分利用，其价格上涨对该国经济产生了不利影响<sup>[5]</sup>。

鳄梨籽油是一种从鳄梨植物种子中获得的植物油，也被称为美洲鳄梨。这是一种干燥的琥珀色液体，有刺激性气味。油可以通过表达、溶剂提取或两者的组合从种子中提取，但由于鳄梨种子含有相对较少的油，溶剂提取似乎是最可行的方法。牛油果籽油也有许多好处，例如生产生态友好型生物柴油、油漆。对大鼠的研究表明，牛油果籽油有助于增加皮肤中的可溶性胶原蛋白<sup>[6]</sup>。随着年龄的增长，你的身体自然会失去重建胶原蛋白的能力，但鳄梨籽油有助于自然恢复胶原蛋白。胶原蛋白有助于改善皮肤的整体色调，消除皱纹、干燥的片状皮肤、脂肪团和皮肤硬化。它还含有许多抗氧化剂，帮助你感觉很棒。通过将鳄梨籽油按摩到头皮上，你不仅可以促进头发的生长，而且可以焕发出新的光彩。因此，籽油在洗手液、沐浴露、洗发水和和其他化妆品中非常受欢迎；它只是帮助你从上到下看起来都是最好的。据报道，鳄梨籽油可用于治疗皮肤疹。牛油果油主要用于直接食用，因为它富含脂肪酸、维生素、抗氧化剂和其他化合物<sup>[7]</sup>。历史上，鳄梨籽提取物也被用作实验室写作和研究的墨水，这探索了多酚氧化酶产生的彩色鳄梨籽萃取物的潜在着色剂财产。因此，来自水果和种子的油因其对人类的众多应用、功能和用途而受到高度重视<sup>[8,9]</sup>。本研究将通过三种不同溶剂的应用，重点研究美洲鳄梨籽油的产量，从而研究提取溶剂和提取时间对美洲鳄梨籽油产量的影响。这应通过种子制备、使用索氏法的溶剂提取过程、不同溶剂的油产率变化、提取时间和提取油的特性来实现，以测试其质量和纯度。

## 2. 材料

溶剂萃取也称为液-液萃取，是一种基于化合物在两种不同的不混溶液体（通常是水和有机溶剂）中的相对溶解度来分离化合物的方法。它是将一种物质从一种液相提取到另一种液相中<sup>[10]</sup>。研究表明，在比较溶剂提取（如索氏提取和使用离心力的机械提取）时，直到最近，溶剂提取可能是从鳄梨果实等种子中提取油的最常用方法<sup>[11]</sup>。因此，索氏提取是研究中应用最广泛的固液提取技术，也是目前仍在使用的最传统的技术之一。这是一种流行的方法，并用作几种现有现代提取技术的参考<sup>[12]</sup>。索氏提取法通常将可溶性化合物与不溶性化合物分离。己烷已成为溶剂提取的首选溶剂，因为溶剂稳定性高、蒸发损失低、腐蚀性低、油脂残留少，提取产品气味和风味更好<sup>[13]</sup>。尽管溶剂萃取法可用于仅使用常规实验室设备从水中提取和预浓缩广泛的非挥发性或半挥发性物质，但在大多数情况下，其使用量正在减少，因为所需纯度的溶剂往往昂贵，并且在使用后的适当处置也会造

成问题<sup>[14]</sup>。本研究中使用了一种提取溶剂来从鳄梨籽中提取油，提取精油的特定溶剂的选择通常受精油对热和水作用的敏感性、精油的挥发性和精油的水溶性的影响。

### 2.1. 己烷

己烷是一种极易挥发的脂肪烃，是原油和天然气石蜡馏分中的一种成分，在工业上用作化学和实验室试剂。实验室级正己烷含有约 99% 的正己烷。实验室和工业溶剂，如“己烷”和石油醚，正己烷含量在 0.1% 至 33% 之间。己烷萃取溶剂的物理和化学财产如表 1<sup>[15]</sup> 所示。

### 2.2. 二乙醚

二乙醚是一种流动的、极易挥发的、高度易燃的液体，用作吸入麻醉剂，并用作蜡、脂肪、油、香水、生物碱和牙龈的溶剂。对皮肤和粘膜有轻微刺激。二乙醚是一种透明无色液体，具有麻醉气味，其一些财产如表 2 所示。<sup>[15]</sup>

Property	Data
Molecular Weight	86.18
Color	Colourless
Physical State	Liquid
Melting Point	-95°C
Boiling Point	69°C
Density	0.6603 at 20°C
Odour	Faint, peculiar odour
Odour Threshold:	
Water	0.0064mg/L
Air	130ppm
Solubility:	Insoluble
Water	9.5mg/L
Organic Solvent(s)	Miscible with alcohol, chloroform, ether
Vapour Pressure	150mmHg at 25°C
Flash Point	138mmHg at 24°C
Flash Point	-22°C
Autoignition Temperature	225°C

表 1. 己烷的物理和化学财产<sup>[15]</sup>。

Property	Data
Molecular Weight	74.12
Color	Colourless
Physical State	Liquid
Melting state	-116°C
Boiling Point	34.6°C
Density	0.71g/cm <sup>3</sup>
Odour	A characteristic odour
Solubility: Water	Partially soluble in water
Organic Solvent(s)	Soluble in organic solvents
Vapour pressure	422mmHg at 20°C
Flashpoint	-40°C

表 2. 二乙醚的物理和化学财产<sup>[15]</sup>。

### 2.3. 三氯甲烷

三氯甲烷是一种透明、无色、易挥发的液体，具有令人愉悦的乙醚气味，容易从土壤和地表水中挥发，并在空气中降解，生成光气、二氯甲烷、甲酰氯、一氧化碳、二氧化碳和氯化氢。氯与有机化合物反应时，会间接生成三氯甲烷<sup>[16]</sup>。

Property	Value
Molecular Weight	119.38
Color	Colourless
Physical State	Liquid
Melting state	-63.2°C
Boiling Point	61.3°C
Density	1.485g/cm <sup>3</sup> at 20°C
Odour	Pleasant, ethereal, nonirritating pleasant, sweet
Odour Threshold:	
Water	2.4ppm (w/v)
Air	85ppm (v/v)
Solubility:	Insoluble
Water	7.22x10 <sup>3</sup> mg/L
Organic Solvent(s)	Miscible with principal organic solvent, alcohol, benzene
Vapour pressure	159mmHg at 20°C 160mmHg at 20°C
Flashpoint	None
Autoignition temperature	>1000°C

表 3. 三氯甲烷的物理和化学财产<sup>[16]</sup>。

### 3. 方法

牛油果来源于哈科特港的一个农场，在提取分析之前，其制备和加工在哈科特港 Nkpolu Orworukwo River 州立大学化学 / 石化工程系实验室进行。分析级试剂应用于本研究。

#### 3.1. 样品制备

如图 1 所示，用干净的水清洗来源的牛油果 (Persea Americana) 以去除污垢，剥去其外层，食用成熟的牛油果的可食用部分，从而去除内部种子。



图 1. 从果实中分离出无污垢的美洲鳄梨种子。

对美洲鳄梨种子进行了粒径缩小或粉碎，将图 2 所示的缩小的种子进行阳光干燥以减少或去除水分含量，然后在 85°C 的烘箱中进一步干燥六 (6) 小时，以有效和高效地干燥粉碎的种子。如图 3 所示，在研磨机中将干燥的粉碎的美国英仙种子机械研磨至 600μm 筛的颗粒尺寸，并将所得产品储存用于采油作业。应该强调的是，研磨会削弱或破坏美洲英仙花种子细胞壁，并通过提取过程增强美洲鳄梨种子油或脂肪的释放或释放<sup>[17]</sup>。因此，将磨碎的美洲鳄梨种子样品放入袋中，称重 40g，以改进提取过程。



图 2. 美国鳄梨种子干燥后变小。



图 3. 干燥后 600μm 大小的美洲鳄梨种子。

#### 3.2. 样品提取操作

将 40g 混合的美洲鳄梨 (鳄梨果实) 种子分别加入十五 (15) 个已知重量的不同样品瓶中，并将 200ml 三种萃取溶剂 (即己烷、乙醚和氯仿) 加入五 (5) 个不同的瓶中，在规定的时间内含有 40g 混合美洲英仙种子。在盖上或密封烧瓶的情况下剧烈摇动混合物，并在环境条件下分别静置十四 (14) 至七十二 (72) 小时以进行有效提取过程。在提取期 (时间) 结束时倾析样品并过滤，蒸馏每种情况下的滤液以回收油，并由此确定其体积和油产率百分比<sup>[11, 8]</sup>。

$$\text{Oil Yield (\%)} = \frac{\text{Weight of Oil}}{\text{Weight of Sample on a Dry Matter Basis}} \times 100$$

#### 3.3. 索氏提取工艺

将索氏提取器安装到圆底烧瓶中，该圆底烧瓶包含来自每种萃取溶剂的溶剂和油的混合物。称量 40g 磨碎的美洲英仙花种子，放入顶针 (半透膜) 中，并放入索克斯莱斯特管中。将 200ml 恒定体积的不同萃取溶剂，即纯度为 95% 的己烷、乙醚和氯仿，分别倒入圆底烧瓶中，用于不同的操作过程，直至溶剂的沸点。蒸汽通过管道，在冷凝器中冷却，冷凝的溶剂缓慢填充索氏管。该操作过程继续进行，直到大量溶剂从油中蒸发。然后将提取的油回收到不同已知重量的坩埚中，在电炉中干燥并称量以确定油的质量。在不同的提取时间和相应的提取溶剂对所有样品重复或执行该操作程序。

### 3.4. 提取的美洲英仙籽油的表征

美洲鳄梨种子提取油的表征是指利用折射率、游离脂肪酸、皂化值等不同的表征财产对其进行鉴定和纯度测定。

#### 3.4.1. 油折射率的测定

根据约书亚等人<sup>[1]</sup>和吉迪格比等人<sup>[18]</sup>的其他研究,阿贝折射仪分别用于测定从美国英仙花种子中提取的油的折射率。因此,评估了二次曲面分析的平均值。

#### 3.4.2 无油脂脂肪酸的测定

该值定义为中和一克油中存在的游离脂肪酸所需的毫克碱溶液(氢氧化钠)的量。该值是通过水、温度和多酚类酶的作用,通过水解从甘油三酯组合中释放的脂肪酸的量的量度。因此,将2g油称入圆底烧瓶中,并加入30ml 95%己烷。然后用磁力搅拌器搅拌混合物以获得均匀的样品混合物,将其加热并冷却,并加入一滴酚酞指示剂。用氢氧化钠(NaOH)摩尔溶液滴定混合物,剧烈摇晃直至呈现出淡淡的永久粉色。

$$\% \text{ Free Fatty Acid} = \frac{28.2 \times V \times N \times 100}{W}$$

#### 3.4.3. 油软化值的测定

该值定义为海绵化一克(1g)脂肪或油所需的氢氧化钾毫克数。皂化值是包含脂肪的甘油酯的平均分子量的指数。该过程包括在底烧瓶中称量0.2g油并加入10ml氢氧化钾(KOH)。将烧瓶连接到回流冷凝器,并在水浴中加热一小时。移开烧瓶和冷凝器冷却,向烧瓶中加入两滴酚酞指示剂,用0.5M盐酸(HCl)滴定,同时进行空白试验。

#### 3.4.4. 油相对密度的测定

提取的美洲英仙油的密度取决于提取操作过程中使用的质量、体积和提取溶剂。通过约书亚等人<sup>[1]</sup>应用的技术推导出了从美洲英仙花种子中提取的油的相对密度,该技术涉及特定密度瓶(WA)的洗涤、干燥和称重。用蒸馏水填充比密度瓶并称重(WB)。倒出水,将瓶子干燥至其初始恒定重量,然后填充提取的油样并称重(WC)。

$$\text{Relative Density} = \frac{W_C - W_A}{W_B - W_A}$$

#### 3.4.5. 油碘值的测定

油或脂肪的碘值是在试验条件下,以油吸收的碘计算的卤素重量百分比。它是不饱和程度或双键数量的量度。不饱和酸的甘油酯与一定量的卤素结合,以打破双键并使酸甘油酯饱和。碘值通常是恒定的或在特定油的特定范围内,因此对油的识别更有用。实验过程包括称量0.2g油并将其溶解在10ml四氯化碳中。将混合物转移到清洁干燥的瓶中,并密封以充分摇动,以获得均匀的混合物含量。通过移液管向混合物中加入20ml W<sub>i</sub>试剂。塞子用碘化钾溶液润湿,用来塞住在黑暗中放置30分钟的瓶子。同时进行空白试验。将其从黑暗中除去后,加入15ml 10%的碘化钾溶液,然后加入200ml蒸馏水。

将混合物倒入锥形瓶中,并在滴定结束时用0.1M硫代硫酸钠溶液(使用淀粉溶液作为指示剂)连续滴定,直到蓝色消失。因此,深蓝色的消失表示终点。

#### 3.4.6. 油粘度的测定

通过实验程序测定提取的鳄梨油的粘度。测量0.2g提取的鳄梨油,并将其加入毛细管粘度计管中。在40°C的油温下,将粘度计管中提取的鳄梨油泵送至管的上标记,并监测操作周期。监测期开始于提取的鳄梨石油开始从管道中下落,当石油降至底部标记时,该操作终止,并记录了操作期或时间。

### 4. 结果

因此,讨论了使用三种不同的萃取溶剂(己烷、乙醚和氯仿)从美国英仙种子中提取溶剂的结果分析及其表征。

#### 4.1. 萃取溶剂的影响

图4显示了三种不同的提取溶剂(如己烷、乙醚和氯仿)在不同的提取操作时间对从美洲鳄梨种子中提取油的影响的研究。

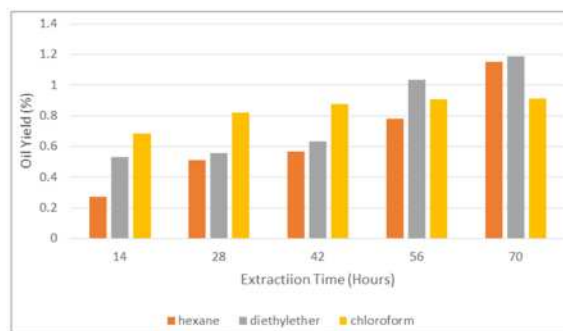


图4. 己烷、乙醚和氯仿萃取溶剂的油收率与时间的关系。

因此,可以推断,在己烷、乙醚和氯仿溶剂中,从美洲英仙种子中提取的油的产量分别随着浸泡或提取时间的增加而增加。因此,在最大提取时间为七十(70)小时时,用乙醚提取溶剂获得了最大提取油产率,在三种应用的提取溶剂中产生了最大的提取油。

#### 4.2. 提取时间的影响

使用己烷、乙醚和氯仿作为提取溶剂,将从美洲鳄梨种子中提取的油的产量与提取时间进行了比较,如图5所示。

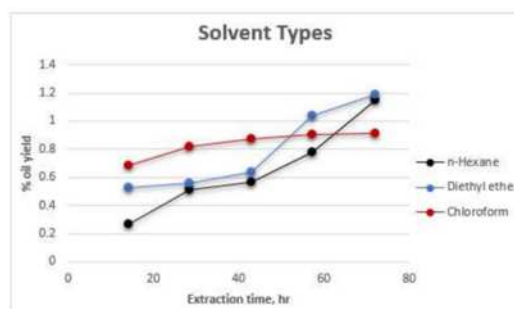


图5. 开采石油产量与时间的关系图。随着提取操作时间的增加,产量逐渐增加,这是因

为从美洲鳄梨种子中提取油的浸泡时间更长。随着萃取过程的进行,以氯仿为溶剂的萃取油逐渐增加,直到42小时,随着萃取过程继续,萃取油的产率相对稳定。此外,使用二乙醚作为溶剂的萃取油产率相对缓慢或逐渐,直到42小时,萃取油的产率急剧增加。因此,在本研究中使用的三种提取溶剂(己烷、乙醚和氯仿)中,提取溶剂二乙醚显示出从美洲鳄梨种子中提取的油的最高产量。

#### 4.3. 萃取油特性分析

使用三种不同的萃取溶剂对从美洲鳄梨种子中提取的油进行表征,以检查其质量和纯度,并将表征结果与美国和欧洲的标准值进行比较,如表4所示。提取的油的折射率为1.45,这与约书亚等人<sup>[1]</sup>和达格德<sup>[6]</sup>的先前研究一致。此外,提取油的PH值(6.0)在美国和欧洲可接受的PH值标准范围内,符合塔菲尔的先前研究<sup>[19]</sup>。

Properties	Extracted Oil	EN-14214	ASTM-D-671
Density (kg/m <sup>3</sup> )	870	860-900	
pH	6.0	5.0-6.7	7.0-9.0
Viscosity (cSt)	4.8	3.5-5.0	1.9-6.0
Iodine Value (g/100g)	48	<120	
Free Fatty Acid	1.66		
Saponification Value (mgKOH/g)	186.47		
Refractive Index	1.45		

表4. 与美国和欧洲的原油比较。

此外,提取油的密度、粘度和碘值在欧洲和美国标准范围内,并分别与约书亚等人<sup>[1]</sup>、达格德<sup>[6]</sup>和塔菲尔<sup>[19]</sup>的其他研究一致。此外,提取油的游离脂肪酸和皂化值与达格德<sup>[6]</sup>的先前研究得出的值接近,并且分别在约书亚等人<sup>[1]</sup>、希费劳<sup>[5]</sup>和塔菲尔<sup>[19]</sup>的其他研究的值范围内。

#### 5. 结论

这项研究强调了通过使用三种不同的提取溶剂(己烷、乙醚和氯仿)从美洲鳄梨子中提取油。与己烷和氯仿分别作为提取溶剂相比,乙醚作为提取溶剂的提取油的百分比产率更高。此外,使用标准分析程序对所提取的油进行了表征,并且与之前对具有高度构象和值的英仙花种子的其他提取研究相比,表征结果在欧洲和美国标准的范围内。因此,从美国英仙子中提取的油可以作为能源油的替代品,其理化特性表明其具有一定的工业潜力和利用价值。

#### 术语

C: 所用硫代硫酸钠的浓度

V1: 空白用硫代硫酸钠的体积

V2: 用于测定的硫代硫酸钠的体积

M: 样品的质量

V: 标准氢氧化钾的体积(ml)

N: 氢氧化钾溶液的当量浓度

W: 样品重量(克)

WA: 干燥特定瓶子的重量

WB: 特定瓶装蒸馏水的重量

WC: 含萃取油的密度瓶重量

#### 参考文献

[1] Joshua, A. G., Ngoshe, A. M. & Aiseudion, M. (2019). Industrial Viability Study of the Avocado Seed Oil.

International Journal of Recent Innovation in Academic Research, 3, (6), 48-57.

[2] Ewvierhoma, E. T. & Ekop, I. E. (2016). Extraction and Characterisation of Oils from Some Local Seeds. International Journal of Scientific and Engineering Research, 7, (5): 1280- 1294.

[3] Adaramola, B., Onigbinde, A. & Shokunbi, O. (2016). Physicochemical Properties and Antioxidant Potential of Persea Americana Seed Oil. Chemistry International, 2, (3): 168-175.

[4] Segovia, F. J., Hidalgo, G. I., Villasante, J., Ramis, X. & Almanajao, M. P. (2018). Avocado Seed: A Comparative Study of Antioxidant Content and Capacity in Protecting Oil Models from Oxidation. Molecules, 23, (10), 2421-2433.

[5] Shiferaw, F. B. (2019). Extraction of Oil and Phenolic Retaining Agent from Avocado Seed. Environmental Analysis and Ecology Studies, 4, 1-12.

[6] Dagde, K. K. (2019). Extraction of Vegetable Oil from Avocado Seeds for Production of Biodiesel Journal of Applied Sciences and Environmental Management, 23, (2), 215-221.

[7] Flores, M., Saravia, C., Vergara, C. E., Avila, F., Valdes, H. & Ortiz-Viedma, J. (2019). Avocado Oil: Characteristics, Properties and Applications. Molecules, 24, (2172), 1-21.

[8] Sadiq, A. (2016). Assessment of Nigeria Sweet Orange Seed Oil for Biodiesel Production. Nigerian Journal of Tropical Engineering, 9, (1 & 2): 1-9.

[9] Ibrahim, I. A. A. & Yusuf, A. J. (2015). Extraction and Physicochemical Analysis of Citrus Sinesis Seed Oil (Sweet Orange). European Journal of Experimental Biology, 5, (7): 77-81.

[10] Sapkale, G. N., Patil, S. M., Surwase, U. S. & Bhatbhave, P. K. (2010). Supercritical Fluid Extraction. International Journal of Chemistry Science, 8, (2), 729-743.

[11] Mathilda, E. M. (2007). Characterization of MicroComponents of Avocado Oil Extracted with Supercritical Carbon dioxide and their Effect on its Oxidative Stability. Ph. D. Thesis, Department of Food Science, University of Pretoria, South Africa.

[12] Keneni, Y. G., Bahiru, L. A. & Marchetti, J. M. (2021). Effects of Different Extraction Solvents on Oil Extracted from Jatropha Seeds and the Potentials of Seed Residue as a Heat Provider. Bio-Energy Research, 14, 1207-1222.

[13] Nde, D. B. & Foncha, A. C. (2020). Optimization Methods for the Extraction of Vegetable Oils: A Review. Processes, 8, (2), 209-230.

[14] Akpa, J. G., Dagde, K. K., Afolayan, J. T. & Adeloje,

O. M. (2021). Simulation of an Extractor for the Extraction of Vegetable Oil from Palm Kernel. *American Journal of Chemical and Biochemical Engineering*, 5, (2), 41-48.

[15] Haynes, W. M. (2016). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. Boca Raton: CRC Publisher.

[16] Watts, P., Long, G. & Meek, M. E. (2004). *Chloroform Concise International Assessment Document 58*, World Health Organisation, Geneva, Switzerland.

[17] Martins, S. H. F., Pontes, K. V., Fialho, R. L. & Fakhouri, F. M. (2022). Extraction and Characterization of the Starch Present in the Avocado Seed (*Persea Americana*

Mill) for Future Application. *Journal of Agriculture and Food Research*, 8, (100303), 1-10.

[18] Gidigbi, J. A., Osemeahon, S. A., Ngoshe, A. M. & Babanyaya, A. (2019). Modification of Polyvinyl Acetate with Hydroxylated Avocado Seed Oil as a Copolymer Binder for Possible Application in Coating Industry. *International Journal of Recent Innovations in Academic Research*, 3, (2): 231-244.

[19] Tafere, A. B. (2021). Extraction and Characterization of Oil from Avocado Peels. *International Scholarly and Scientific Research and Innovation*, 15, (2), 54-58.