

评估红色鸡冠花 (*Celosia Trigyna*)和绿色鸡冠花 (*Celosia argentea*)的提取价值、定性和定量植物化学成分

Jacob Olalekan Arawande^{1*}, Christianah Olusola Ayodele¹, Edgar Uzzezzi. Amuho², Babawale Peter Olatunji³, Ayodeji Temitope Adesuyi⁴, Bamidele Imoukhuede⁴

¹Department of Science Laboratory Technology, University of Medical Sciences, PMB 536 Ondo-City, Ondo State, Nigeria

²Department of Chemistry, Adeyemi College of Education, PMB 520 Ondo City, Ondo State, Nigeria

³Department of Bioscience and Biotechnology, University of Medical Sciences, PMB 536 Ondo-City, Ondo State, Nigeria

⁴Department of Science Laboratory Technology, Rufus Giwa Polytechnic, PMB 1019 Owo, Ondo State, Nigeria

【摘要】药用植物是生物活性化合物不可或缺来源，并已被证明是广泛应用的坚实成分。研究了五种不同溶剂在提取生物活性成分方面的效力；对红色 soko 和绿色 soko 的植物化学物质进行了定性和定量测定。将植物切成小块，风干，磨成粉末样品，用 40 毫米网眼筛分并正确标记。使用五种不同的溶剂（丙酮、氯仿、乙酸乙酯、甲醇和水）以 1:10 的比例提取每个样品 72 小时。对每种溶剂提取物进行九种植物化学物质（黄酮类化合物、胡萝卜素、苯酚、草酸盐、单宁、皂苷、生物碱、植酸盐和抗坏血酸）的筛选。观察到红色和绿色 soko 中的植物提取物都含有七种植物化学物质。红豇和绿豇中植物化学成分的最高提取率及定性筛选均在水和甲醇提取物中进行。植物化学定量分析表明，两种蔬菜中皂苷、植酸和抗坏血酸的含量较高。红豇的抗坏血酸、皂苷、总酚、总胡萝卜素、生物碱和黄酮含量低于绿豇，绿豇的植酸和单宁含量低于红豇。红豇中黄酮、总胡萝卜素和生物碱含量差异不显著 ($P < 0.05$)，绿豇中总胡萝卜素和生物碱含量差异不显著 ($P < 0.05$)。

【关键词】植物化学成分；溶剂；萃取值；红色 soko 和绿色 soko

【收稿日期】2024 年 10 月 22 日

【出刊日期】2024 年 11 月 22 日

【DOI】10.12208/j.ncrm.20240004

Evaluation of Extractive Values, Qualitative and Quantitative Phytochemical Constituents of Red Soko (*Celosia Trigyna*) and Green Soko (*Celosia argentea*)

Jacob Olalekan Arawande^{1*}, Christianah Olusola Ayodele¹, Edgar Uzzezzi. Amuho², Babawale Peter Olatunji³, Ayodeji Temitope Adesuyi⁴, Bamidele Imoukhuede⁴

¹Department of Science Laboratory Technology, University of Medical Sciences, PMB 536 Ondo-City, Ondo State, Nigeria

²Department of Chemistry, Adeyemi College of Education, PMB 520 Ondo City, Ondo State, Nigeria

³Department of Bioscience and Biotechnology, University of Medical Sciences, PMB 536 Ondo-City, Ondo State, Nigeria

⁴Department of Science Laboratory Technology, Rufus Giwa Polytechnic, PMB 1019 Owo, Ondo State, Nigeria

【Abstract】 Medicinal plants are indispensable sources of bioactive compounds and have proved to be stalwart ingredients for a wide range of applications. The potency of five different solvents in extracting bioactive constituents; qualitative and quantitative determination of phytochemicals of red soko and green soko were studied. The plant were cut into smaller pieces, air-dried, ground into powdery sample, sieved with 40 mm mesh size and properly labelled. Each sample was extracted using five different solvents (acetone, chloroform, ethyl acetate, methanol and water) at ratio 1: 10 for 72 h. Each solvent extract was screened for nine phytochemicals (flavonoid, carotenoid, phenol, oxalate, tannin, saponin, alkaloid, phytate and ascorbic acid). It was observed that the plant extract contained seven

注：本文于 2023 年发表在 International Journal of Food Science and Agriculture 期刊 7 卷 1 期，为其授权翻译版本。

phytochemicals in both red and green soko. The highest extractive values and qualitative screening of phytochemicals in red soko and green soko were obtained in water and methanol extracts. Quantitative phytochemical analysis showed that there was higher content of saponin, phytate and ascorbic acid in the two vegetables. Red soko contained lower ascorbic acid, saponin, total phenol, total carotenoid, alkaloid and flavonoid than green soko while green soko had lower phytate and tannin than red soko. There was no significant difference ($P<0.05$) in flavonoids, total carotenoid and alkaloid contents in red soko and in green soko there was no significant difference ($P<0.05$) in total carotenoid and alkaloid contents.

【Keywords】 Phytochemical; Solvent; Extractive values; Red soko and green soko

1 介绍

植物化学物质是指植物化学物质，它们是植物的次生代谢产物，在光合作用、呼吸作用或生长发育中几乎没有作用，但可能会以惊人的高浓度积累^[1]。植物化学物质可以定义为有益于人类健康和疾病预防的植物衍生化学物质^[2]。它们赋予植物颜色、味道、气味，是植物天然防御系统（抗病性）的一部分。植物化学物质是具有生物活性的非营养植物化合物，存在于水果、蔬菜、谷物和其他植物性食物中，与降低主要退行性疾病的风险有关^[3,4]。植物性食物不仅提供维持生命所需的基本营养素，还提供促进健康和预防疾病的生物活性化合物（植物化学物质）^[5-7]。植物化学物质包括酚类化合物、生物碱、含氮化合物、皂苷、萜类化合物、有机硫化合物和类胡萝卜素^[7]。已知的植物化学物质结构约为 200,000 种，其中近 20,000 种（10%）已被确定来自水果、蔬菜和谷物^[8]。在谷物中，酚类化合物是主要的植物化学物质^[9]。每日对生物可利用微量营养素和植物化学物质的需求是通过食用本土叶类蔬菜获得的^[10]，这些蔬菜通常在雨季丰富。本土叶类蔬菜可能是酚类化合物和其他植物化学物质的丰富来源，有助于提高饮食中的抗氧化活性^[10]，从而对与氧化损伤相关的主要疾病具有强大的保护作用^[11]。

蔬菜在人类饮食中扮演着重要的角色，因为它们支持不同身体系统的正常运作。它们为我们的细胞提供维生素、矿物质、纤维、精油和植物营养素。蔬菜含有少量脂肪和卡路里^[12]。叶类蔬菜来自各种各样的植物，是具有可食用叶子的植物。我们每个人都知​​道生菜、菠菜、芥菜，但早春荨麻也是维生素 C 的宝贵来源。绿叶蔬菜被广泛用作食物，是ββ-胡萝卜素、抗坏血酸、矿物质和膳食纤维的丰富来源。生菜是最受欢迎的蔬菜之一。生菜在世界各地种植，是生食中消费最多的绿叶蔬菜之一，因其味道好、

营养价值高，被认为是饮食中类胡萝卜素等植物化学物质的重要来源^[13]。蔬菜是植物化学物质的最大来源，事实证明，这些蔬菜中的一些抗营养成分具有减少人类某些疾病的潜力^[13]。这些疾病包括高血压、心脏病、中风和其他心血管疾病^[14]。叶类蔬菜是抗氧化剂的天然来源，富含植物化学物质^[15-16]。

鸡冠花，又名拉各斯菠菜，因其多方面的用途，是撒哈拉以南非洲数百万家庭的重要叶类蔬菜。在尼日利亚西南部^[17]，它被称为“sokoyokoto”（约鲁巴语）。鸡冠花属是苋科的一种食用和观赏草本植物。属名源于希腊语 *kelos*，意为“燃烧”，指火焰状的花头^[18]。在尼日利亚，已有六种鸡冠花属的描述^[19]。其叶子和茎可与其他食材一起煮成汤、酱汁或炖菜^[17]。鸡冠花（鸡冠花属）的叶子和嫩茎可作为蔬菜食用，花序可作为香草食用^[20-21]。由于文明的发展，鸡冠花属植物几乎灭绝，因此本研究的重点是确定溶剂在提取红色 soko 和绿色 soko 中的生物活性化合物方面的有效性，以及了解这两种蔬菜中哪一种的植物化学物质含量更丰富，以确定它们的用途和园艺价值。

2 材料和方法

2.1 材料来源

这些植物（绿色 soko 和红色 soko）是从尼日利亚翁多州奥沃的当地农场采集的。所用所有化学品均为分析级，纯度最高（>99.5%），采购自美国 SigmaAldrich。

2.2 红、绿索科的制备及提取

将所用的植物材料（绿色 soko 和红色 soko）用水冲洗，切成小块以便于干燥，风干、研磨并最后过筛，得到 40 毫米目数的粉末。将它们放入密闭容器中并在 4°C 的冰箱中保存以备分析。将粉末样品分成几部分，在提取前装入适当标记的密闭容器中。用每种溶剂（丙酮、氯仿、乙酸乙酯、甲醇和水）以

1: 10 的比例分别提取每个样品 72 小时, 在此期间将其在震荡轨道机上间歇性地震荡, 将得到的混合物通过 0.45 μ m 尼龙膜过滤器过滤。用旋转蒸发仪 (BUCHIRotavapor, 型号 R-124, 德国) 在 40 $^{\circ}$ C 下将提取物在减压下脱溶至干燥。利用所得提取物的重量计算每种溶剂中提取物的百分比产量 (提取值), 将干提取物在分析前储存在冰箱 (4 $^{\circ}$ C)^{[22]-[24]}

2.3 植物化学分析

进行了定性和定量分析。使用标准植物化学方法并进行了一些修改, 确定了主要植物化学次生代谢产物 (即皂苷、生物碱、黄酮类化合物、单宁、酚类化合物和萜类化合物) 的存在^[25]。

3 植物化学物质的定性测定

3.1 黄酮类化合物检测 (花青素检测)

参照 Stankovic^[26]的方法进行。将约 0.2g 植物样品/提取物与 2mL 甲醇和 1mL 浓硫酸混合。用抹刀加入氯化镁 (MgCl₂) 粉末, 观察混合物 1 分钟是否起泡, 是否呈砖红色。

3.2 苯酚试验

将少量提取物/植物样品 (约 0.5 克) 加入约 0.5 毫升 FeCl₃ 溶液中。深蓝绿色溶液表明存在苯酚^[27]。

3.3 抗坏血酸试验

将植物样品/提取物在乙酸中粉碎并过滤。将几滴 2, 6-二氯靛酚溶液滴入 0.5ml 滤液中。淡粉色的存在证实了抗坏血酸的存在^[28]。

3.4 皂苷检测

将约 0.2 克提取物/植物样品与 5 毫升蒸馏水一起摇匀, 然后加热至沸腾。起泡 (出现奶油状小气泡) 表明存在皂苷^[27]。

3.5 单宁测试

将约 0.2g 植物样品/提取物与 5ml 蒸馏水搅拌, 然后过滤。向 1ml 滤液中加入几滴 FeCl₃ 溶液。蓝黑绿色或蓝绿色沉淀物是单宁存在的证据^[27]。

3.6 生物碱检测

检测生物碱 (Wagner 试验)。这是根据 Joshi 等

人的方法进行的^[29]。将约 0.2 克植物样品/提取物与 0.4 毫升 1% HCl 在水浴中搅拌 5 分钟, 然后过滤。将两克 (2 克) 碘化钾和 1.27 克碘溶解在 5 毫升蒸馏水中, 然后用蒸馏水将溶液稀释至 100 毫升。将两滴碘溶液加入滤液中; 棕色沉淀表明存在生物碱。将 0.5 毫升果汁加入含有两滴氯化铁的 2 毫升冰醋酸中。用 1 毫升浓硫酸稀释该溶液。观察到界面下方出现紫色和棕色环, 然后在乙酸层中形成绿色环。

3.7 草酸盐试验

将约 0.5g 样品/提取物与 1ml 2% H₂SO₄ 溶液在水浴中煮沸。趁热过滤, 并加入几滴 1% KMNO₄。粉红色证实存在草酸盐^[30]。

3.8 植酸检测

将约 0.5 克样品/提取物与 2 毫升 2% HCl 溶液混合。过滤后, 加入两滴 0.3% 硫氰酸铵 (NH₄SCN) 溶液和 2 毫升蒸馏水, 摇匀。然后加入 3 至 4 滴 10% FeCl₃ 溶液。黄色表示存在植酸^[30]。

3.9 类胡萝卜素检测

将约 0.5g 样品/提取物与 2ml 蒸馏水混合。加入 5ml 2% w/v 酒精 KOH 溶液, 将混合物在水浴上加热 10 分钟。加入 2ml 氯仿和 0.5g Na₂SO₄, 充分摇匀。紫色表示存在类胡萝卜素^[30]。

4 植物化学物质的定量测定

4.1 黄酮类化合物的测定

本分析采用 AOAC^[31]方法。称取 0.50g 细磨样品放入 100mL 烧杯中, 加入 80mL 95% 乙醇, 用玻璃棒搅拌以防止结块。将混合物通过 What-man 1 号滤纸过滤到 100mL 标准烧瓶中, 并用乙醇定容至刻度。用移液器吸取 1ml 提取物到 50mL 标准烧瓶中, 用滴管加入四滴浓 HCl, 然后加入 0.50g 镁屑, 以产生洋红色。从 100ppm 原液制备范围为 0-20ppm 的标准黄酮溶液, 并以与样品类似的方式用浓 HCl 和镁屑处理。在数字 Jenway V6300 分光光度计上读取波长为 520nm 的样品和标准溶液的洋红色吸光度。黄酮类化合物的计算公式如下:

$$\text{Flavonoids (ppm)} = \frac{\text{Absorbance of sample} \times \text{Gradient factor} \times \text{Dilution factor}}{\text{Weight of sample}}$$

4.2 总胡萝卜素的测定

AMC-RSC 流程^[32]。称取每种样品 2g 放入平底回流器中; 加入 10mL 蒸馏水, 小心振摇至糊状。加入 25mL KOH 酒精溶液, 装上回流冷凝器。将上述

混合物在沸水浴上加热 1 小时, 其间小心并经常振摇。在自来水下迅速冷却, 并加入 30mL 水。将所得水解物转移至分液漏斗中。用 25mL 氯仿将溶液重新萃取三次。向萃取液中加入 2g 无水 Na₂SO₄ 以除

去任何痕量的水,然后将混合物过滤到 100mL 标准瓶中,用氯仿定容至刻度。用氯仿配制范围为 0-50g/mL 的 β -胡萝卜素维生素 A 标准溶液。测定上述制备的不同标准的梯度,取平均梯度计算维生素

A (β -胡萝卜素,单位为 $\mu\text{g}/100\text{g}$)。

在分光光度计 (Digital Spectronic 21D 分光光度计)上读取波长为 329nm 的样品和标准溶液的吸光度。

$$\text{Carotenoid (VitaminA)} \mu\text{g}/100\text{g} = \frac{\text{Absorbance of sample} \times \text{Gradient factor} \times \text{Dilution factor}}{\text{Weight of sample} \times 100}$$

类胡萝卜素 (维生素 A) ppm = 类胡萝卜素 (维生素 A) $\mu\text{g}/100\text{g} \times 10^{-2}$

4.3 转换

6 毫克 β -胡萝卜素 = 1 视黄醇当量

12mg 其他生物活性类胡萝卜素 = 1: 1 视黄醇当量

1 视黄醇当量维生素 A 活性 = 1 毫克视黄醇

1 视黄醇当量 3.IU

4.4 总酚的测定

称取约 0.20g 样品放入 50mL 烧杯中,加入 20mL 丙酮,充分混匀 1h,防止结块。用 Whatman No.1 滤

纸过滤混合物,放入 100mL 标准烧瓶中,用丙酮冲洗,用蒸馏水充分混合至刻度。用移液器吸取 1mL 样品提取物放入 50mL 标准烧瓶中,加入 20mL 水,加入 3mL 磷酸,然后加入 5mL 23% Na_2CO_3 ,充分混合。用蒸馏水将混合物加至刻度,静置 10 分钟,使其呈蓝绿色。浓度范围为 0-40mg/L 的标准苯酚由美国 Sigma Aldrich Chemicals 的 100mg/L 储备苯酚溶液制备而成。30 分钟后,在数字分光光度计的 1cm 比色皿中读取样品的吸光度以及苯酚标准浓度的吸光度,波长为 510nm。总苯酚 (ppm) 的计算方法如下:

$$\text{Total phenol (ppm)} = \frac{\text{Absorbance of sample} \times \text{Gradient factor} \times \text{Dilution factor}}{\text{Weight of sample} \times 100} [25]$$

4.5 草酸盐的测定

称取约 1 克每个样品放入 250 毫升锥形瓶中,用 100 毫升蒸馏水浸泡。静置 3 小时,然后通过双层滤纸过滤。

制备浓度范围为 0-40ppm 的草酸标准溶液,并在 1cm 比色皿中用数字分光光度计在 420nm 处读取吸光度。

还读取了每个样品滤液的吸光度。

$$\text{Oxalate (ppm)} = \frac{\text{Absorbance of sample} \times \text{Gradient factor} \times \text{Dilution factor}}{\text{Weight of sample} \times 100} [25]$$

4.6 单宁的测定

称取 1 克样品放入烧杯中。用溶剂混合物 (80 毫升丙酮和 20 毫升冰醋酸) 浸泡 5 小时以提取单宁。将整个混合物通过双层滤纸过滤以获得滤液。

制备一组单宁酸标准溶液,浓度范围为 10ppm 至 50ppm。

在数字分光光度计中,在 760nm 的 1cm 比色皿中读取标准溶液和滤液的吸光度。

$$\text{Tannin (ppm)} = \frac{\text{Absorbance of sample} \times \text{Gradient factor} \times \text{Dilution factor}}{\text{Weight of sample} \times 100} [33]$$

4.7 皂苷的测定

将 1g 细磨样品称量放入 250 mL 烧杯中,并加入 100 mL 异丁醇。将混合物在 UDY 振荡器上振荡 5 小时,以确保混合均匀。然后将混合物通过 Whatman No.1 滤纸过滤到 100 mL 烧杯中,并加入 20mL 40%w/v 饱和三氧碳酸镁 (iv) 溶液。将用饱和

三氧碳酸镁 (iv) 溶液获得的混合物再次通过 Whatman No.1 滤纸过滤,以获得澄清无色溶液。将 1 mL 无色溶液移液到 50 mL 容量瓶中,加入 2 mL 5%w/v FeCl_3 溶液,并用蒸馏水定容至刻度。

静置 30 分钟,直至呈现血红色。由 1000 ppm 皂苷原液制备 0-50 ppm 标准皂苷溶液。标准溶液用

2mL5% FeCl₃ 溶液处理, 处理方法与上述 1mL 样品相同。

在 JenwayV6300 分光光度计上显色后, 在 350nm 波长处读取样品和标准皂苷溶液的吸光度。

$$\text{Saponnin (ppm)} = \frac{\text{Absorbanceofsample} \times \text{Gradientfactor} \times \text{Dilutionfactor}}{\text{Weightofsample} \times 100} [34]。$$

4.8 生物碱的测定

本次测定采用重量法。称取 2g 细磨样品放入 100ml 烧杯中, 加入 50ml10%乙酸乙醇溶液。摇匀混合物, 静置 4 小时后过滤。滤液蒸发至原体积的四分之一。然后逐滴加入浓 NH₄OH, 使生物碱充分

沉淀。用称重的滤纸 (W₁) 滤出沉淀, 用 1%NH₄OH 溶液洗涤。

将滤纸中的沉淀在 60⁰C 的烤箱中烘干 30 分钟, 然后重新称重 (W₂)。通过重量差确定生物碱的重量, 以 ppm 表示。

$$\text{Alkaloid (ppm)} = \frac{\text{Weightdifference (W}_2\text{-W}_1\text{)} \times 10^6}{\text{Weightofsample}} [33,35]。$$

4.9 植酸的测定

称取 2 克样品放入 250 毫升锥形瓶中。用 100 毫升 2%v/v 浓 HCl 将样品浸泡在锥形瓶中 3 小时。通过双层硬化滤纸过滤。将 50 毫升滤液放入 400 毫升烧杯中, 加入 107 毫升蒸馏水以达到酸度

(PH4.5)。将 10 毫升 0.3%硫氰酸铵溶液作为指示剂加入溶液中。

用标准 FeCl₃ 溶液滴定, 该溶液每毫升含 0.00195 克 Fe。终点为淡棕黄色, 持续 5 分钟。使用以下公式计算植酸:

$$\text{Phytate (ppm)} = \frac{\text{Titrevalue} \times 0.00195 \times 1.19 \times 10^6}{\text{Weightofsample}} [36]。$$

4.10 维生素 C 的测定

将 0.05 克 2, 6-二氯酚林多酚溶解于 100 毫升蒸馏水中并过滤。为了标准化, 将 0.05 克纯抗坏血酸溶解于 60 毫升 20%冰醋酸中, 并用蒸馏水将溶液精确地稀释至 250 毫升。将 10 毫升该溶液移入小烧瓶中, 用靛酚溶液滴定, 直至获得淡粉色。颜色持续

15 秒, 染料靛酚的体积 (V_{mL}) 等于 0.05 克抗坏血酸。称取样品 5g, 加 100mL 蒸馏水, 过滤, 取滤液 10mL 置于 100mL 标准瓶中, 加 20%冰醋酸 20mL, 加蒸馏水定容至刻度, 移取 10mL 置于锥形瓶中, 用标准靛酚溶液 (Y) 滴定, 计算抗坏血酸 (维生素 C) :

$$\text{VitaminC (ppm)} = \frac{Y \times 0.05 \times 10 \times 10^6}{\text{Weightofsample(W)} \times \text{Volume (V)}} [37]$$

4.11 统计分析

使用 SPSS (v.20, IBMSPPSSStatistics, 美国) 在 p<0.05 时通过单因素方差分析 (ANOVA) 进行统计显著性检验, 然后进行 LSD 事后多重比较, 并将实验结果表示为三次重复的平均值±标准均值偏差。

4.12 结果与讨论

红苺莓和绿苺莓在不同溶剂中的提取率 (%) 见表 1。红苺莓在丙酮、氯仿、乙酸乙酯、甲醇和水中的提取率分别为 0.94±0.01%、1.98±0.03%、0.58±0.00%、5.50±0.09% 和 5.91±0.11%。丙酮和乙酸乙酯红苺莓提取物的提取率差异不显著 (P<0.05); 红苺莓甲醇和水提取物的提取率差异不显著

(P<0.05)。红苺莓在水中的提取率最高, 其次是甲醇、氯仿、丙酮, 乙酸乙酯中的提取率最低。绿梗在丙酮、氯仿、乙酸乙酯、甲醇和水中的提取值分别为 0.39±0.00%、1.50±0.01%、1.49±0.03%、5.39±0.11% 和 7.81±0.14%。绿梗甲醇和水提取物的提取值差异不显著 (P<0.05)。绿梗氯仿和乙酸乙酯提取物的提取值差异不显著 (P<0.05)。绿梗在丙酮中的提取值最低, 在水中的提取值最高。在用于提取的 5 种溶剂中, 绿梗在水和乙酸乙酯中的提取值高于红梗。而红梗在丙酮、氯仿和甲醇中的提取值高于绿梗。总的来说, 生物活性成分的提取取决于很多因素。溶剂体系的选择很大程度上取决于目标化合物的具体性质^[38]。

表 1 不同溶剂中红 Soko 和绿 Soko 的提取值 (%产率)

| 示例 | 丙酮 | 氯仿 | 乙酸乙酯 | 甲醇 | 水 |
|---------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| 红索科 (%) | 0.94±0.01 | 1.98±0.03 | 0.58±0.00 | 5.50°C±0.09 | 5.91°C±0.11 |
| 绿化率 (%) | 0.39±0.00 | 1.50±0.01 | 1.49±0.03 | 5.39°C±0.11 | 7.81°C±0.14 |

注: 根据 Duncan 的新多重极差检验 (DMRT), 每行中带有相同上标的平均值在 $P < 0.05$ 水平上没有显著差异; 值代表三重测定平均值±标准差。

表 2 生红索科及其溶剂提取物的定性植物化学筛选

| 参数 | 生红 soko | 溶剂萃取 | | | | |
|------------|---------|------|----|------|------|------|
| | | 丙酮 | 氯仿 | 乙酸乙酯 | 甲醇 | 水 |
| 黄酮类化合物 | + | - | - | - | - | - |
| 类胡萝卜素 | - | - | - | - | - | - |
| 苯酚 | + | - | - | - | - | - |
| 草酸盐 | + | - | - | - | + | + |
| 单宁 | + | - | - | - | - | + |
| 皂苷 | + | - | - | - | + | + |
| 生物碱 | - | - | - | - | - | - |
| 植酸 | + | - | - | - | + | + |
| 抗坏血酸 | + | - | - | - | + | + |
| %可检测植物化学物质 | 77.8 | 0 | 0 | 0 | 44.5 | 55.5 |

+ = 存在 - = 不存在

表 2 列出了红索科原料及其溶剂提取物的筛选定性植物化学物质。红索科中筛选出的九 (9) 种植物化学物质包括黄酮类化合物、胡萝卜素、苯酚、草酸盐、单宁、皂苷、生物碱、植酸盐和抗坏血酸。红索科中存在七 (7) 种植物化学物质。红索科中不含胡萝卜素和生物碱, 因此红索科中可检测到的植物化学物质百分比为 77.8%。提取所用的溶剂是丙酮、氯仿、乙酸乙酯、甲醇和水。很明显, 红索科中的丙酮、氯仿、乙酸乙酯溶剂提取物中不存在植物化学物质。红粽甲醇提取物中仅含有草酸、皂苷、植酸和抗坏血酸, 因此甲醇可提取植物化学物质的百分比为 44.5%。红粽水提取物中含有草酸、单宁、皂苷、植酸和抗坏血酸, 红粽水提取物中检测到的植物化学物质百分比为 55.5%。甲醇和水对红粽中生物活性成分的高提取率可能归因于这两种溶剂中存在的高极性。

表 3 显示了生绿茶及其溶剂提取物的定性植物化学筛选结果。在绿茶中筛选出的九 (9) 种植物化学成分包括黄酮类化合物、胡萝卜素、苯酚、草酸盐、单宁、皂苷、生物碱、植酸盐和抗坏血酸。绿茶

中存在七 (7) 种植物化学成分。绿茶中不含草酸盐和生物碱, 因此绿茶中可检测的植物化学成分百分比为 77.8%。绿茶的乙酸乙酯提取物仅含有皂苷, 可检测植物化学成分为 11.1%。绿茶的甲醇提取物含有苯酚、皂苷和抗坏血酸, 可检测植物化学成分的百分比为 33.3%。绿索科的水提取物中含有胡萝卜素、苯酚、单宁、皂苷、植酸和抗坏血酸, 占可检测植物化学物质的 66.7%。绿索科的丙酮和氯仿提取物中未发现任何植物化学物质。绿索科中水的可提取植物化学物质含量最高, 其次是甲醇。

表 4 描述了红菜和绿菜的定量植物化学分析。两种叶类蔬菜 (红菜和绿菜) 中定量的植物化学成分包括黄酮类化合物、总胡萝卜素、总酚、草酸盐、单宁、皂苷、生物碱、植酸盐和抗坏血酸。红菜的黄酮类化合物含量为 8.02 ± 0.06 ppm, 绿菜的黄酮类化合物含量为 9.50 ± 0.09 ppm。已知黄酮类化合物具有主要的抗氧化活性和自由基清除剂^[39]。它们还表现出多种生物活性, 具有抗菌、抗炎、致癌、抗过敏、抗病毒等作用^[40]。红菜和绿菜的总胡萝卜素含量分别为 6.51 ± 0.04 ppm 和 7.47 ± 0.06 ppm。

表 3 生绿索科及其溶剂提取物的定性植物化学筛选

| 参数 | 生绿色 soko | 溶剂萃取 | | | | |
|------------|----------|------|----|------|------|------|
| | | 丙酮 | 氯仿 | 乙酸乙酯 | 甲醇 | 水 |
| 黄酮类化合物 | + | - | - | - | - | - |
| 类胡萝卜素 | + | - | - | - | - | + |
| 苯酚 | + | - | - | - | + | + |
| 草酸盐 | - | - | - | - | - | - |
| 单宁 | + | - | - | - | - | + |
| 皂苷 | + | - | - | + | + | + |
| 生物碱 | - | - | - | - | - | - |
| 植酸 | + | - | - | - | - | + |
| 抗坏血酸 | + | - | - | - | + | + |
| %可检测植物化学物质 | 77.8 | 0 | 0 | 11.1 | 33.3 | 66.7 |

+=存在=-不存在

表 4 红 Soko 和绿 Soko 的植物化学定量分析

| 示例 | 红索科 | 绿色索科 |
|--------------|------------------|---------------|
| 黄酮类化合物 (ppm) | 8.02±0.06 | 9.50 相对±0.09 |
| 总类胡萝卜素 (ppm) | 6.51±0.04 | 7.47±0.06 |
| 总酚 (ppm) | 16.00±0.32 | 20.00°C±0.54 |
| 草酸盐 (ppm) | 公元前 21.79 年±0.57 | 12.01±0.34 |
| 单宁 (ppm) | 15.03±0.48 | 13.10±0.41 |
| 皂苷 (ppm) | 30.98°C±0.34 | 38.51±0.55 |
| 生物碱 (ppm) | 4.58±0.03 | 5.49±0.02 |
| 植酸 (ppm) | 232.00 日±1.20 | 116.13°±1.11° |
| 抗坏血酸 (ppm) | 公元前 25.12±0.37 | 28.95 天±0.33 |

注：根据 Duncan 的新多重极差检验 (DMRT)，在每列中，上标相同的平均值在 P<0.05 水平上没有显著差异；值代表三重测定的平均值±标准差

两个样品中的总类胡萝卜素低于类黄酮。类胡萝卜素是橙黄色蔬菜和绿叶蔬菜中的色素，已知可以增强免疫功能。许多类胡萝卜素是抗氧化剂，通过在自由基造成氧化损伤之前中和自由基来保护细胞免受自由基的侵害^[41]。绿豆腐中的总酚 (20.00±0.54ppm) 高于红豆腐 (16.00±0.32ppm)。苯酚的抗氧化能力比维生素 A 和 E 强得多^[42]。酚类植物化学物质可抑制不饱和脂质的自氧化，从而防止氧化低密度脂蛋白 (LDL) 的形成，而氧化低密度脂蛋白 (LDL) 被认为会诱发心血管疾病^[43]。绿豆腐的草酸含量 (12.01±0.34ppm) 低于红豆腐 (21.79±0.57ppm)。草酸盐在许多农作物和牧草中产生和积累。它可能以草酸钾、钠或铵的可溶性盐的形式存在于植物中，或以不溶性草酸钙的形式存在^[44]。红索科和绿索科中的单宁含量分别为

15.03±0.48ppm 和 13.1±0.41ppm。据报道，植物单宁是一些商业单宁酸的来源，用作单宁剂^[45]，它们具有选择性抑制 HIV 复制的能力，也可用作利尿剂^[45]。红索科的皂苷值 (30.98±0.38ppm) 低于绿索科 (38.51±0.55ppm)。皂苷是一组广泛分布于植物中的糖苷，当其水溶液摇晃时会形成持久的泡沫，即使在高稀释度下也会溶解红细胞。据报道，在医学上，皂苷可用于治疗高胆固醇血症、高血糖症、抗氧化、抗癌、抗炎和减肥等^[46]。皂苷还具有抗致癌剂、免疫调节活性^[47]、降低胆固醇活性和抗真菌特性。红索科中的生物碱含量 (4.58±0.03ppm) 低于绿索科 (5.49±0.02ppm)。据报道，含有生物碱的植物在药用植物中是有效的，能够减轻与高血压相关的头痛^[48]。它们还用于治疗感冒、慢性卡他性炎、持续性头痛和偏头痛^[49]，据报道，食用含有高浓度生物碱

的植物会产生毒性,因为它会干扰消化过程^[50],从而抑制营养物质的有效利用^[51]。红豆腐的植酸含量(232.00±1.20ppm)高于绿豆腐(116.13±1.11ppm)。植酸对钙、镁、铁和锌等重要矿物质具有很强的结合亲和力,因此会形成不溶性沉淀,在肠道中无法吸收。它具有作为植物营养素的治疗用途,也具有抗氧化作用。植酸还具有矿物质结合特性,可通过减少肠道内的氧化应激来预防结肠癌^[44]。红豆腐和绿豆腐的抗坏血酸含量分别为 25.12±0.37ppm 和 28.95±0.33ppm。绿豆腐的维生素 C 含量高于红豆腐。抗坏血酸有助于肠道吸收铁;在骨骼、软骨和肌肉中形成胶原蛋白^[52]。维生素 C 是一种抗氧化剂,有助于粘膜非血红素铁的运输和吸收,还原叶酸中间体以及皮质醇的合成。缺乏维生素 C 会导致坏血病、牙龈腐烂和毛细血管脆弱^[53,54]。抗坏血酸(维生素 C)是一种抗癌剂,有助于对抗和引导身体抵抗癌症和其他退行性疾病,如 2 型糖尿病和关节炎^[55]。两种叶类蔬菜的黄酮含量有显著差异($p<0.05$)。红菜中的黄酮类化合物、总胡萝卜素和生物碱;总酚和单宁;以及草酸和抗坏血酸没有显著差异($p<0.05$),总胡萝卜素和生物碱也没有显著差异($p<0.05$);以及绿色 soko 中的草酸盐和单宁。

5 结论

红索科和绿索科的植物化学成分略有不同,这也取决于提取所用溶剂的性质。甲醇和水对红索科和绿索科的提取值最高。这两种蔬菜的抗坏血酸、植酸和皂苷含量都非常丰富,但绿索科的抗坏血酸、皂苷、总酚、总类胡萝卜素、生物碱和类黄酮含量比红索科高。红索科的植酸和单宁含量高于绿索科。从营养学上讲,绿索科的植物化学成分比红索科略丰富。

参考文献

- [1] Crozier, A., Borges, G. and Ryan, D. (2010). The glass that cheers: Phenolic and polyphenolic constituents and the beneficial effects of moderate red wine consumption. *The Biochemist*, 32(6): 4-9.
- [2] Anderson, G. D. (2004). Phytochemical. *Dynamic Chiropractic*, 2 issue 01. In: Chung, K.T., Weichang, I. and Johnson, M.G. (1998). Are tannins a double edged sword in biology and health? *Trends Food Science Technology*, 4, 168-175.
- [3] Liu, R. H. (2004). Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. *J. Nutrition*, 134, 34795-34855.
- [4] Chivandi, E., Mukonowenzou, N., Nyakudya, T., and Erlwanger, K.H. (2015). Potential of indigenous fruit-bearing trees to curb malnutrition, improve household food security, income and community health in Sub-Saharan Africa: A review. *Food Research International*, 76(4), 980-985.
- [5] Prior, R.L. and Gu, L. (2005). Occurrence and biological significance of proanthocyanidins in the American diet. *Phytochemistry*, 66(18), 2264-2280.
- [6] Dykes, L. and Rooney, W. (2007). Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits. *Cereal Foods World*, 52, 105-111.
- [7] Liu, R. H. (2013). Health-promoting components of fruits and vegetables in the diet. *Adv Nutr.*, 14(3), 384S-92S. doi: 10.3945/an.112.003517.
- [8] Oz, A. T. and Kafkas, E. (2017). Phytochemicals in Fruits and Vegetables. *Superfood and Functional Food - An Overview of Their Processing and Utilization*. IntechOpen, 1, 175-184. DOI: <https://doi.org/10.5772/66987>.
- [9] Ndolo, V.U. and Beta, T. (2014). Comparative studies on composition and distribution of phenolic acids in cereal grain botanical fractions. *Cereal Chem*, 91(5), 522-530. doi: 10.1094/Cchem-10-13-0225-R.
- [10] Uusiku, N. P. Oelofse, A., Duodu, K. G. Bester, M. J., and Faber, M. (2010). Nutritional value of leafy vegetables of sub-Saharan Africa and their potential contribution to human health: a review. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 499-509.
- [11] Kaur, C. and Kapoor, H. C. (2002). Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 153-161.
- [12] Banerjee, A., Datta, J. K., Mondal, N. K. (2012). Biochemical changes in leaves of mustard under the influence of different fertilizers and cycocel. *Journal of Agricultural Technology*, 8(4), 1397-1411.
- [13] Chang S. K., Nagendra, P. K., and Amin, I. (2013).

- Carotenoids retention in leafy vegetables based on cooking methods. *International Food Research Journal*, 20(1), 457-465.
- [14] Williamson, G., Dupont, M. S., Heaney, R. K., Roger, G., and Rhodes, M. J. (1997). Induction of glutathione S transferase activity in hepG2 cells by extracts of fruits and vegetables. *J. Food Chem.*, 2, 157-160.
- [15] Elias, K. M., Nelson, K. O., Simon, M., and Johnson, K. (2012). Phytochemical and antioxidant analysis of methanolic extracts of four African indigenous leafy vegetables. *Ann Food Sci. Technol.*, 13(1), 37-42.
- [16] Raghavendra, M., Reddy, A. M., Yadav, P. R., Raju, A. S., and Kumar, L. S. (2013). Comparative studies on the in vitro antioxidant properties of methanolic leafy extracts from six edible leafy vegetables of India. *Asian J Pharm Clin Res.*, 6(3), 96-99.
- [17] Grubben, G. J. H. and Denton, O. A. (2004). *Plant Resources of Tropical Africa 2 (Vegetables)*. PROTA Foundation, Wageningen, Netherlands, 167-173.
- [18] Kai, M. and Thomas, B. (2005). Phylogenetics of Amaranthaceae using matK/trnK sequence data evidence from parsimony, likelihood and Bayesian approaches. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 66-102.
- [19] IITA. (1972). *International Institute for Tropical Agriculture: Root, Tuber and Vegetable Improvement Programme Report*. Ibadan, Nigeria.
- [20] Ilodibia, C. V., Chukwuma, C., Chukwuma, U. M., Akachukwu, E. E., Igboabuchi, N. A., and Adimonyemma, R. N. (2016). Anatomical, proximate, mineral and vitamin studies on *Celosia argentea* (Linn.). *British Biotechnology Journal*, 15(4), 1-17.
- [21] Olawuyi, O. J., Bamigbegbin, B. J., and Bello, O. B. (2016). Genetic variation of morphological and yield characters of *Celosia argentea* L. germplasm. *Journal of Basic and Applied Research International*, 13(3), 160-169.
- [22] Arawande, J. O. and Aderibigbe, A. S. (2020). Stabilization of edible oils with bitter leaf (*Vernonia amygdalina*) and water bitter leaf (*Struchium sparganophora*) extracts. *SAR Journal of Medical Biochemistry*, 1(1), 9-15.
- [23] Arawande, J. O., Akinnusotu, A., and Alademeyin, J. O. (2018). Extractive value and phytochemical screening of ginger (*Zingiber officinale*) and turmeric (*Curcuma longa*) using different solvents. *International Journal of Traditional and Natural Medicine*, 8(1), 13-22.
- [24] Bopitiya, D. and Madhujith, T. (2014). Efficacy of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel extracts in suppressing oxidation of white coconut oil used for deep frying. *Tropical Agricultural Research*, 25(3), 298-306.
- [25] Iqbal S. and Bhangar, M. I. (2006). Effect of season and production location on antioxidant activity of *Moringa oleifera* leaves grown in Pakistan. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 544-551.
- [26] StankoviC, M. S., Zia-Ul-Haq, M., BojoviC, B. M., and UZoviC, M. D. (2014). Total phenolics, flavonoid content and antioxidant power of leaf, flower and fruits from cornelian cherry (*Cornus mas* l.). *Bulg. J. Agric. Sci.*, 20, 358-363.
- [27] Sofowora, A. (2008). *Medicinal plants and traditional Medicine in Africa*, 3rd ed. Spectrum Blocks Limited, Ibadan, Nigeria, 199-204.
- [28] Hunds, S.S., Prakash, P., and Roy, B. (1985). Bioactivity directed extraction and fractionation of *E. alba*: An hepatoprotective drug of Indian Origin. *Ind. J. Pharm. Sci.*, 13, 50-51.
- [29] Joshi, A., Bhoje, M., and Saatarakar, A. (2013). Phytochemical investigation of the roots of *Grewia microcos*. *J. Chem. Pharm. Res.*, 5: 80-87.
- [30] Brindha, S. B. and Purushothaman, K. (1981). Phytochemical analysis of *E. alba*. *BMEMR*, 3(1): 84-96.
- [31] AOCS. (2004). *Official Methods and Recommended Practices of American Oil Chemists Society*, 5th Ed. Champaign, Illinois: American Oil Chemist's society, USA.
- [32] AMC-RSC. (2002). *Methods of Analysis of Analytical Methods Committee of Royal Society of Chemistry AMC-RSC* 222-239.
- [33] Onwuka, G. I. (2005). *Food Analysis and Instrumentation: Theory and practice*. Naphthali prints, Lagos, Nigeria, 134-138.
- [34] Brunner, J. H. (1984). *Direct Spectrophotometric*

- Determination of saponin. *Anal. Chem.*, 34, 1314-1326.
- [35] Harborne, J.B. (1973). *Phytochemical Methods* 3rd ed. Chapman and Hall Ltd., 135-203.
- [36] Maga, J. A. (1983). *Phytates: Its Chemistry, Occurrence, Food Interaction, Nutritional Significance and Method of Analysis*. *Anal. Chem.*, 33, 1005-1020.
- [37] MCMFA. (1982). *Manual of Chemical Methods of Food Analysis: Food and Drugs Administration and Laboratory Services*, Federal Ministry of Health, Lagos, 1-90.
- [38] Arawande, J. O., Adeleke, R. Orimoloye, R. O., Adebisi, S. A., Amuho, E. U. (2021). Extractive Values and Antioxidant Properties of Leaves, Seeds, Pods and Coats Moringa Plant. *Biomed J. Sci & Tech Res*, 39(4). BJSTR.MS.ID.006334.
- [39] Ramamurthy, V. and Sathiyadevi M. (2017). Preliminary phytochemical screening of methanol extract of *Indigofera trita* linn. *Journal of molecular Histology & Medical Physiology*, 1-11.
- [40] Egharevba, H. O. and Kunle, F. O. (2010). Preliminary phytochemical and proximate analysis of the leaves of *Piliostigma thonningii* (schumach) Milne- Redhead *Ethnobotanical Leaveslets*, 14, 570-577.
- [41] Forman, M.R. and Lanza, L.C. (1993). The correlation between two dietary assessments of carotenoid food composition data base. *Am. J. Clin. Nutr.*, 58, 519-524.
- [42] Oboh, G. (2005). Effect of blanching on the antioxidant properties of some tropical leafy vegetables *LWT*, 38, 513-517.
- [43] Amic, B., Aburjai, T., and Al-Khalil, O. (2002). Antioxidative and radical scavenging effects of olive cake extract. *Fitoterapia*, 73, 456-461.
- [44] Osagie, A. U. (1998), Antinutritional factors in nutritional quality of plantfoods. Editors:osagie, A.U. and Eka, O.U., publisher: Post Harvest Research unit, University of Benin, Benin City, 221-244.
- [45] Evans, W.C. (2002). *Trease and Evans pharmacognosy*, 11th edition, Elsevier, India, 289-291.
- [46] Ngbede, J., Yakubu, R. A. and Nyam, D. A. (2008). Phytochemical screening for active compounds in *Canarium Scheinfurthii* (Atile) leaves from Jos North, Plateau State, Nigeria. *Medwell Research Journal of Biological Science*, 3(9), 1077-1078.
- [47] Seigler, D.S. (1998). Plants with saponins and cardiac glycosides www.life.vinc.edu/plantbio/363/saponinslides.
- [48] Ayitey-Smith, E. (1989). *Properties and scope: Plant medicine in health care*. Ghana University Press, Accra, 29.
- [49] Grill, L.S. (1992). *Ethnobotanical uses of plants in Nigeria*. University of Benin press, Benin City.
- [50] Obasi, N. L., Egbuonu, A. C. C., Ukoha, P. O., and Ejikeme, P. M. (2011). Comparative phytochemical and antimicrobial screening of some solvent extracts of *Smanaea saman* (fabaceae or Mimosaceae). In proceeding of Chemical Society of Nigeria, 34th Annual International Conference, Workshop and Exhibition held at Main Auditorium, University of Ilorin on 19th-23rd Sept., ppORG037-ORG043.
- [51] Enwere, N. J. (1998). *Foods of plant Origin*. 1st edition. Afroobis Publication Limited, Nsukka, Nigeria, 78-85.
- [52] Kadler, B. and Boot, H. (2007). *Collagens at glance*. *Journal of Cell Science*, 120: 1955-1958.
- [53] Achikanu, C. E., Eze-Steven, P. E. Ude, C. M., and Ugwuokolie, O. C. (2013). Determination of the vitamin and mineral composition of common leafy vegetables in south eastern Nigeria. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2, 347-353.
- [54] Fasuyi, A. O. (2006). Nutritional potentials of some tropical vegetables meals. *Chemical characterization and functional properties*. *African journal of Biotechnology*, 5, 49-53.
- [55] Mensah, J. K., Okoli, R. I., Ohaju-Obodo, J. O., and Eifediyi, K. (2008). Phytochemical nutritional and medical properties of some leafy vegetables consumed by Edo people of Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 7(14), 2304-2309.

版权声明：©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS