

食用植物油原料及其产品中金属元素迁移性的统计分析

邱会东¹,董鑫²,彭英¹,冯含宇¹,贾振福¹,苏小东¹

(1. 重庆科技学院 化学化工学院, 重庆 401331; 2. 天津市科达斯实业有限公司, 天津 300385)

摘要:采用原子吸收光谱法测定6种常用食用植物油原料及其压榨油和渣饼中8种微量金属元素含量并计算迁移率,分析食用植物油原料及其产品中金属元素迁移性。结果表明:6种食用植物油原料中铁元素含量均较高;8种金属元素从原料中迁移到油中的量均比较少,主要残留于渣饼中;有害金属铬元素在油中的迁移率较高,是影响食用植物油品质的关键控制元素。

关键词:压榨工艺;植物油;渣饼;金属元素;迁移性

中图分类号:TS225.1;TS201.6 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2020)05-0053-05

Investigation of metallic elements migration in edible vegetable oils raw materials and their products

QIU Huidong¹, DONG Xin², PENG Ying¹, FENG Hanyu¹, JIA Zhenfu¹, SU Xiaodong¹

(1. Department of Chemistry and Chemical Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing 401331, China; 2. Tianjin KDS Industry Co., Ltd., Tianjin 300385, China)

Abstract: In order to research the migration of metallic elements in edible vegetable oils raw materials and their products, the contents of eight metallic elements in six common edible vegetable oils raw materials and their pressed oils and oil residue were determined by atomic absorption spectrometry, and the migration rates were calculated. The results showed that the iron content in the six edible vegetable oils materials was higher. The migration amount of metallic elements from raw materials to edible oil was relatively low, mainly remaining in the oil residue. The harmful element chromium was the key control element affecting the quality of edible vegetable oil because of its highest migration rate in edible oils.

Key words: pressing process; vegetable oil; oil residue; metallic element; migration

食用植物油是人们生活的必需品,其品质和质量安全问题成为民众所关注的焦点^[1-4]。对食用植物油中微量金属元素检测发现,不论浸出工艺还是压榨工艺或不同油料产地,在食用植物油中均能检测出一些微量金属元素^[5-11]。然而,这些微量金属元素是通过何种途径进入到植物油中,在原料加工、运输过程或包装材料等环节中,哪个环节是微量金属元素迁移到植物油中的主要因素,以及物理压榨工艺制备的食用植物油原料中的微量金属元素是否全部迁移到植物油中等方面还有待研究。

本文较系统地研究了不同的食用植物油原料及其经压榨后油脂与渣饼中常见金属元素的含量,统

计分析了金属元素在原料及其产品中的迁移规律。利用微量金属元素迁移规律,有效增加有益微量金属元素在食用植物油中的含量,严格控制有害金属元素迁移到食用植物油中,对食用植物油的品质与安全有重要的意义。

1 材料与方法

1.1 实验材料

白芝麻、花生、大豆、葵花籽、亚麻籽、核桃,均购于超市;金属元素(Pb、Cr、Cu、Zn、Ni、Fe、Mn、Cd)储备液(100 mg/L),国家标准物质研究中心;HNO₃(优级纯),H₂O₂(优级纯),氧化镁(分析纯),超纯水(Millipore 纯水器生产)。

ZYJ-9028 智能榨油机,江门市贝尔斯顿电器有限公司;TAS-990 原子吸收分光光度计,北京普析通用仪器有限责任公司。

收稿日期:2019-08-04;修回日期:2019-12-18

作者简介:邱会东(1975),男,教授,硕士,主要从事分析化学及食品安全评价方面的工作(E-mail) qhd324@163.com。

1.2 实验方法

1.2.1 样品的制备

将从超市购买的花生、大豆、葵花籽、白芝麻、亚麻籽、核桃 6 种食用植物油原料分别烘干后破碎、混匀、制样,以备样品中金属元素分析及榨油用。

称取一定质量经处理的植物油原料,分别放入榨油机中按照压榨程序榨油,压榨获得的食用植物油盛装到玻璃试样瓶中保存备用。同时,称量记录榨油过程中产生的渣饼质量,且渣饼混匀后经干燥、破碎,保存于密封袋中备用。

1.2.2 样品干法灰化

食用植物油原料(或渣饼)的灰化:将原料样品(或渣饼)研磨好,准确称取 5 g 置于 50 mL 瓷坩埚中并置于电炉上炭化,随后置于 480 °C 马弗炉中灰化 3 h,将灰化产物用 5 mL 浓硝酸和 2 mL 30% 过氧化氢加热消化溶解,蒸干后用少量 0.01 mol/L 硝酸溶解,趁热过滤,用超纯水将其定容在 10 mL 容量瓶中待测。做 3 次平行实验,同时做试剂空白实验。

食用植物油样品的灰化^[12-13]:准确称取 5 g 食用植物油样品于 50 mL 瓷坩埚中,将 2 g 氧化镁均匀覆盖于油样表面,置于电炉上炭化,随后盖上坩埚盖将样品放入 480 °C 马弗炉中灰化 4 h,取出冷却后使用 0.01 mol/L 硝酸溶解灰化产物,用超纯水将其定容在 10 mL 容量瓶中待测。做 3 次平行实验,同时做试剂空白实验。

1.2.3 金属元素的测定

采用原子吸收光谱法分别对 Pb、Cd、Cr、Fe、Zn、Cu、Mn、Ni 8 种元素进行测定。8 种金属元素的火焰原子吸收光谱法工作条件如表 1 所示。根据扣除空白校正后的信号强度值绘制工作曲线,得到线性

回归方程,结果如表 2 所示,样品分析结果由线性回归方程获得。

表 1 火焰原子吸收光谱法工作条件

元素	波长/ nm	狭缝/ nm	灯电流/ mA	乙炔流量/ (L/min)	空气流量/ (L/min)	燃烧器 高度/mm
Pb	283.3	0.4	2.0	1.4	10.0	5.0
Cd	228.8	0.4	2.5	1.3	10.0	5.0
Cr	357.9	0.4	2.0	2.2	10.0	8.0
Fe	248.3	0.2	4.0	1.8	10.0	7.0
Zn	213.9	0.4	2.0	1.1	10.0	6.0
Cu	324.8	0.4	3.0	2.0	10.0	6.0
Mn	279.5	0.2	4.0	1.7	10.0	6.0
Ni	232.0	0.2	7.0	1.3	10.0	6.0

表 2 金属元素线性范围及线性回归方程

元素	线性范围/ ($\mu\text{g/mL}$)	线性回归方程	相关系数(R^2)
Pb	5.0 ~ 25.0	$A = 0.018 2C + 0.025 4$	0.999 7
Cd	1.0 ~ 2.0	$A = 0.288 0C + 0.049 6$	0.995 6
Cr	5.0 ~ 25.0	$A = 0.005 6C + 0.017 6$	0.997 9
Fe	1.0 ~ 12.0	$A = 0.086 2C + 0.147 3$	0.987 2
Zn	1.0 ~ 2.0	$A = 0.359 5C + 0.080 4$	0.998 6
Cu	1.0 ~ 12.0	$A = 0.126 7C + 0.145 5$	0.997 6
Mn	1.0 ~ 2.0	$A = 0.228 0C + 0.058 6$	0.999 1
Ni	1.0 ~ 12.0	$A = 0.062 0C + 0.169 5$	0.978 9

2 结果与讨论

2.1 芝麻及其产品中金属元素迁移性

芝麻含油率高,含有丰富的油酸和亚油酸,芝麻经压榨制油后产生的渣饼又成为芝麻酱的主要原料。为考察金属元素在芝麻及其产品中迁移性,对芝麻进行压榨,分析计算芝麻及其产品中金属元素的量,结果如表 3 所示。

表 3 芝麻原料及其产品中金属元素的迁移

元素	芝麻中金属元素含量/ μg	金属元素迁移量/ μg		油中迁移率/%	渣饼中迁移率/%
		芝麻油	芝麻渣饼		
Pb	0.395 6	0.065 9	0.303 3	16.66	76.67
Cd	0.051 4	0.002 8	0.049 2	5.45	95.72
Cr	4.071 4	1.214 3	2.737 9	29.83	67.25
Fe	14.633 4	2.498 8	12.292 3	17.08	84.00
Zn	5.650 1	2.045 1	3.444 2	36.20	60.96
Cu	4.727 7	0.165 7	4.077 4	3.50	86.24
Mn	3.661 4	0.617 5	3.135 1	16.87	85.63
Ni	-	-	-	-	-

注:“-”表示未检出。金属元素含量及迁移量均以每克原料计。下同。

由表 3 可知,在压榨工艺下,芝麻原料及其产品中铁元素的含量最高,且芝麻原料及其产品中均未

检出镍元素。芝麻原料中的锌和铬元素转移至芝麻油中的迁移率较高,其他微量金属元素主要残留在

渣饼中。若芝麻遭受环境中重金属元素污染,则应重点监控生产的芝麻酱中重金属指标。

2.2 大豆及其产品中金属元素迁移性

大豆富含油脂,制油工艺有压榨法和浸出法,其中压榨法是较传统的制油方法。大豆在生长过程中通过植物根茎等途径会吸收环境中的微量金属元

素,这些金属元素可能以无机化合物或有机脂肪酸盐的形式存在于大豆中,为分析大豆油中是否存在金属元素,对大豆进行压榨获得大豆油及渣饼产品,分析计算金属元素在大豆及其产品中的量,结果如表4所示。

表4 大豆原料及其产品中金属元素的迁移

元素	大豆中金属元素含量/ μg	金属元素迁移量/ μg		油中迁移率/%	渣饼中迁移率/%
		大豆油	大豆渣饼		
Pb	-	-	-	-	-
Cd	-	-	-	-	-
Cr	4.428 6	1.214 3	3.104 3	27.42	70.10
Fe	17.046 4	2.591 6	14.099 8	15.20	82.71
Zn	5.321 8	1.015 9	4.459 7	19.09	83.80
Cu	1.949 5	0.150 0	1.728 5	7.69	88.66
Mn	4.293 0	0.635 1	3.580 7	14.79	83.41
Ni	2.919 4	0.338 7	2.486 5	11.60	85.17

由表4可知,在压榨工艺下,大豆原料及其产品中铁元素的含量最高,且大豆原料及其产品中均未检出铅和镉。压榨制油工艺中所检测的金属元素主要残留在渣饼中,油中金属元素迁移量较少,铬元素迁移到油中的迁移率高于其他金属元素。根据所测金属元素在油中的迁移率比较小的趋势分析,金属元素可能少量以大豆油中亚油酸、油酸等脂肪酸盐的形式进入到大豆油中,大部分以无机盐形式存在的金属元素残留于渣饼中。

2.3 花生及其产品中金属元素迁移性

花生多为经压榨工艺制备花生油或花生酱。花生在生长过程中通过埋覆的土壤及肥料中所存在的微量金属元素,会在花生果实中形成金属无机化合物或有机高分子金属化合物,为了分析花生油或花生酱中是否存在大量金属元素,对花生进行压榨获得花生油及花生渣饼,分析计算金属元素在花生及其产品中的量,结果如表5所示。

表5 花生原料及其产品中金属元素的迁移

元素	花生中金属元素含量/ μg	金属元素迁移量/ μg		油中迁移率/%	渣饼中迁移率/%
		花生油	花生渣饼		
Pb	-	-	-	-	-
Cd	0.058 3	0.016 7	0.039 2	28.64	67.24
Cr	3.000 0	1.214 3	1.728 6	40.48	57.62
Fe	7.696 1	0.921 1	6.236 7	11.97	81.04
Zn	5.828 1	0.209 2	5.371 9	3.59	92.17
Cu	5.138 1	0.055 2	4.891 4	1.07	95.20
Mn	5.898 2	0.626 3	5.633 7	10.62	95.52
Ni	-	-	-	-	-

由表5可知,各样品中均未检测出铅和镍元素,花生原料及其渣饼中铁元素含量最高,花生油中铬元素的迁移率最高,所检测的金属元素经压榨后主要残留在渣饼中。此外,根据所测金属元素在花生油中的迁移率总体偏小的趋势分析,这部分金属元素可能以花生油中十八碳以上的饱和脂肪酸盐的形式进入到花生油中,大部分金属元素以无机盐形式存在于渣饼中。

2.4 葵花籽及其产品中金属元素迁移性

葵花籽制油工艺多为压榨法,其在生长过程中通过大气环境及光合作用、植物根茎吸附土壤、肥料或灌溉水等多种途径,将环境中的微量金属元素转移到葵花籽中。对葵花籽进行压榨获得葵花籽油及渣饼产品,分析计算金属元素在葵花籽及其产品中的量,结果如表6所示。

由表6可知,葵花籽原料、葵花籽油和渣饼中铁

元素含量最高,葵花籽油中铬元素迁移率最高,铜元素迁移率最低。葵花籽经压榨后所检测的金属元素主要残留在渣饼中,且葵花籽原料及其产品中均未检出铅和镍。此外,同大豆和花生原料相类似,迁移

到葵花籽油中的金属元素可能以亚油酸等不饱和脂肪酸盐的形式存在,大部分金属元素以无机金属化合物形式残留于渣饼中。

表6 葵花籽原料及其产品中金属元素的迁移

元素	葵花籽中金属元素含量/ μg	金属元素迁移量/ μg		油中迁移率/%	渣饼中迁移率/%
		葵花籽油	葵花籽渣饼		
Pb	-	-	-	-	-
Cd	0.072 0	0.004 9	0.067 3	6.81	93.47
Cr	3.357 1	1.571 4	1.782 9	46.81	53.11
Fe	10.387 5	2.153 1	7.102 0	20.73	68.37
Zn	5.978 3	0.337 1	5.467 9	5.64	91.46
Cu	0.513 0	0.023 7	0.491 3	4.62	95.77
Mn	3.573 7	0.222 8	3.164 3	6.23	88.54
Ni	-	-	-	-	-

2.5 核桃仁及其产品中金属元素迁移性

核桃仁油脂含量高达65%~70%,油中不饱和脂肪酸含量高达92%以上,核桃仁中也含有大量微

量金属元素。对核桃仁进行压榨获得核桃油及渣饼产品,分析计算金属元素在核桃仁及其产品中的量,结果如表7所示。

表7 核桃仁原料及其产品中金属元素的迁移

元素	核桃仁中金属元素含量/ μg	金属元素迁移量/ μg		油中迁移率/%	渣饼中迁移率/%
		核桃油	核桃渣饼		
Pb	-	-	-	-	-
Cd	-	-	-	-	-
Cr	1.214 3	0.142 9	1.108 6	11.77	91.30
Fe	5.793 5	0.735 5	4.596 4	12.70	79.34
Zn	4.921 3	0.320 4	4.571 8	6.51	92.90
Cu	1.270 7	0.102 6	1.033 9	8.07	81.36
Mn	7.564 9	0.854 4	6.547 6	11.29	86.55
Ni	-	-	-	-	-

由表7可知:核桃仁原料及其产品中均未检出重金属元素铅、镉和镍,说明核桃未受到土壤或水环境中这3种金属元素的污染;核桃仁原料及其渣饼中锰、铁和锌元素的含量基本相当,其中铁元素自核桃仁原料迁移至核桃油中的迁移率最高,达12.70%,锌元素迁移率最低。核桃仁经压榨后所检测的金属元素主要残留在渣饼中,转移到核桃油中的

量较少。

2.6 亚麻籽及其产品中金属元素迁移性

亚麻籽中富含油脂(其中亚麻籽油中亚麻酸含量高达50%以上)、蛋白质以及丰富的微量元素。对亚麻籽进行压榨获得亚麻籽油及渣饼产品,分析计算金属元素在亚麻籽及其产品中的量,结果如表8所示。

表8 亚麻籽原料及其产品中金属元素的迁移

元素	亚麻籽中金属元素含量/ μg	金属元素迁移量/ μg		油中迁移率/%	渣饼中迁移率/%
		亚麻籽油	亚麻籽渣饼		
Pb	0.675 4	0.175 8	0.505 5	26.03	74.84
Cd	0.100 0	0.016 7	0.886 2	16.70	86.20
Cr	1.571 4	0.142 9	1.350 8	9.09	85.96
Fe	9.598 6	2.870 1	6.556 6	29.90	68.31
Zn	5.193 9	0.726 6	4.205 7	13.99	80.97
Cu	0.734 0	0.071 0	0.670 9	9.67	91.40
Mn	3.389 5	0.670 2	2.612 1	19.77	77.06
Ni	-	-	-	-	-

由表8可知,亚麻籽原料及其产品中均未检测出镍元素,亚麻籽原料经压榨后金属元素转移到油中的量较少,各金属元素主要残留在渣饼中,其中原料中铁元素含量最高且其转移到油中的迁移率也最大。可能由于原料中的微量金属元素主要存在于亚麻籽壳中,只有少量的微量金属元素迁移到亚麻籽油中,而大部分微量金属元素迁移到渣饼中。

3 结论

通过对市场常见食用植物油原料及其产品中金属元素含量的统计,结果发现金属元素从原料中迁移到油的量均比较少,迁移率低,主要残留于渣饼中,在所检测的金属元素中有益金属铁元素在不同植物原料中含量均较高,但是迁移到植物油中的量较少,在所检测的8种金属元素中有害金属铬元素在油中的迁移率较高,是影响食用植物油品质的关键控制元素。

参考文献:

- [1] 白新鹏. 食用植物油生产的质量安全因素分析[J]. 食品安全导刊, 2008(1):88-91.
- [2] 刘长鹏,周建新,王明洁,等. 食用植物油质量安全存在的隐患与对策[J]. 中国油脂, 2004, 29(5):10-13.
- [3] 刘玉兰,胡爱鹏,马宇翔,等. 植物油料和食用油脂加工质量安全控制[J]. 中国粮油学报, 2017,32(11):185-193,198.
- [4] 周伯川,刘世鹏. 先进科学的溶剂法浸出食用植物油精炼后可放心食用——对“汽油浸炼食用大豆油大揭秘”系列文章的几点看法[J]. 中国油脂, 2002, 27(1):4-6.
- [5] YAO L, LIU H T, WANG X, et al. Ultrasound - assisted surfactant - enhanced emulsification microextraction using a magnetic ionic liquid coupled with micro - solid phase extraction for the determination of cadmium and lead in edible vegetable oils[J]. Food Chem, 2018, 256(8):212-218.
- [6] 谭微,李敏一,郭丽艳,等. 13种食用植物油中矿物质元素含量的研究[J]. 中国油脂, 2018, 43(2):146-149,153.
- [7] DURGA K, VI JAYAREKHA K. Chemometric identification of a few heavy metals, pesticides and plasticides in edible sunflower oil for health risk assessment[J]. Int J Food Prop, 2018, 21(1):1442-1448.
- [8] PEHLIVAN E, ARSLAN G, GODE F, et al. Determination of some inorganic metals in edible vegetable oils by inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy (ICP - AES)[J]. Grasas Aceites, 2008, 59(3):239-244.
- [9] 邱会东,赵波,张红,等. 食用植物油中重金属分析方法的研究进展[J]. 中国油脂, 2017, 42(1):76-79.
- [10] 邱会东,吕远,张小敏,等. 食用植物油中重金属元素残留实验分析[J]. 重庆科技学院学报(自然科学版), 2016, 18(4):77-80.
- [11] 邱会东,赵波,张红,等. 食用植物油中重金属分析及其健康风险评价[J]. 中国油脂, 2017, 42(3):91-94.
- [12] 倪张林,汤富彬,屈明华. 不同前处理方法测定植物油中重金属的研究[J]. 中国油脂, 2012, 37(7):85-87.
- [13] 何兵兵,乔晴,王向军,等. 超级微波消解-ICP-MS法测定食用油中铅、砷、铜[J]. 中国油脂, 2018, 43(11):140-143.

· 广告 ·

上海久星导热油股份有限公司

上海股权托管交易中心挂牌 简称:久星股份 代码:E100341



久星导热油 导热永长久

10 多项导热油创新成果助推行业发展

20 多年精细化管理铸就久星品牌

30 多年专业积累汇集《导热油应用手册》

1 0000 多个用户使用数据完整建档

15 0000 多吨导热油销往全国和世界各地



久星官方微信 久星官方网站

油脂行业推荐产品

L-QB300导热油(高新成果项目、适用于开式系统)

L-QC320合成高温导热油(最高允许使用温度达320°C)

久星股份创始于20世纪90年代,是集研发、生产、销售和服务于一体的导热油和导热油节能清洗修复剂的专业厂商,中国锅炉水处理协会理事单位。公司荣获高新技术企业、上海五星级诚信创建企业等荣誉称号,通过GB/T 19001-2016/ISO 9001-2015质量体系认证,公司生产产品各项理化指标全部符合GB 23971-2009要求。

地址:上海茂兴路86号22D 总机:021-58708588 热线:4008 810 018 13331833379 生产基地:上海老港工业园良乐路229号