

# 草莓籽的营养成分分析及开发利用

张晓荣, 刘拉平, 刘朝霞, 孙新涛, 聂刚

(西北农林科技大学 测试中心, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:**以草莓籽为试材,分析研究了草莓籽的理化成分、氨基酸含量、矿质元素组成及草莓籽油的脂肪酸组成。结果表明:草莓籽中含有丰富的碳水化合物(8.05%)、蛋白质(13.17%)、脂肪(18.08%)和粗纤维(51.43%);草莓籽中检出了除蛋氨酸外,其它16种人体必需的氨基酸;草莓籽含有11种矿质元素,矿质元素含量由高到低依次为  $\text{Ca} > \text{K} > \text{Mg} > \text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Na} > \text{Sr} > \text{Cu} > \text{Co} > \text{Se}$ ;草莓籽油中脂肪酸主要由不饱和脂肪酸组成(94.15%),其中以亚油酸(45.54%),亚麻酸(33.07%)为主。

**关键词:**草莓籽;草莓籽油;营养成分;深度利用

**中图分类号:**S 668.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)11-0134-03

我国是草莓生产和出口加工大国,因此草莓加工副产物的综合利用和开发问题显得尤为突出。草莓籽中膳食纤维含量高达51.43%,膳食纤维可分为水溶性膳食纤维(SDF)和水不溶性膳食纤维(IDF),具有治疗冠心病、糖尿病,预防结肠癌,清除外源有害物质等生理功能,具有“第七营养素”的美誉,因此草莓籽中纤维素可作为功能性食品基料,如在白兰地,酿造食醋等方面具有一定的开发利用价值。

入世以来,中国的草莓种植业在加工出口的带动

下,有了突飞猛进的发展,对外出口草莓成倍增加,据中国园艺学会草莓分会统计,目前我国草莓种植面积已达到86 667  $\text{hm}^2$ ,居世界第一<sup>[1]</sup>。草莓生产的发展和产量的不断提高,在一定程度上带动了草莓加工业的发展,并相继开发出草莓汁、草莓酱、草莓酒、草莓罐头、草莓蜜饯等多种系列产品<sup>[2-3]</sup>,也有冷冻干燥技术加工草莓丁<sup>[4]</sup>、草莓脆片及草莓粉的产品<sup>[5-7]</sup>,深受消费者喜爱。而草莓籽是草莓加工的副产品,目前,几乎所有的果汁厂都将草莓籽作为废弃物丢弃,不仅造成环境污染,也是一种资源浪费。因此,积极开展草莓籽副产品的再利用研究具有十分重要意义。

罗仓学等<sup>[8]</sup>对草莓籽油脂脂肪酸组成进行了报道,刘光敏等<sup>[9]</sup>研究了超临界  $\text{CO}_2$  萃取草莓籽油工艺对其脂

**第一作者简介:**张晓荣(1976-),女,博士研究生,讲师,现主要从事农产品营养与安全分析等研究工作。E-mail: xrzhang909@163.com.

**收稿日期:**2014-01-17

## Study on Optimization Process of Ginger Oil by Solvent Extraction

WANG Yuan-yuan, ZHAO Bing-kun, GUO Yan-yin, NIAN Bin-bin

(School of Agricultural and Food Engineering, Shandong University of Technology, Zibo, Shandong 255049)

**Abstract:** Taking ginger as material, based on the screen of petroleum ether (boiling range 60~90°C), cyclohexane, aether and n-pentane, the effect of factors such as ginger dry/fresh material, material particle, material-liquid ratio, extraction temperature and distillation temperature on the extraction rate of ginger oil were investigated in order to study the best process in solvent extraction of ginger oil. The results showed that, under single factor experiment, petroleum ether was the optimal extraction agent, dry ginger powder that through 60 meshes was suitable for ginger oil extraction, and the appropriate material/liquid ratio, extraction temperature, and distillation temperature under 0.7 kPa pressure was 1 : 3 g/mL, extraction 45°C and distillation 45°C, respectively. Further orthogonal experiment indicated that the optimal material/liquid ratio, extraction temperature, and extraction time was 1 : 3.5 g/mL, extraction temperature 40°C, and extraction time 30 min, respectively. This process could improve the extraction rate to 4.3%, and the ginger oil extracted had pure ginger flavor.

**Key words:** ginger; ginger oil; ginger powder; petroleum ether; solvent; extraction

肪酸组成的影响。该试验对草莓籽的理化成分、氨基酸含量、矿质元素组成及草莓籽油的脂肪酸组成进行了系统全面分析,以期对草莓籽的开发利用提供科学的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试草莓籽由杨凌环球园艺有限公司提供。

FINNIGAN, Trace GC ultra 气相色谱仪(附 FID 检测器);L-8900 日立氨基酸分析仪,美国热电 ICE3500 原子吸收仪,AFS-8220 双原子荧光分光光度计,美国瓦里安 VARAN-820 ICP-MS,752 紫外分光光度计,瑞典 FOSS 公司 2300 凯氏定氮仪,美国 CEM 微波消解器,DGG9240A 型电热鼓风干燥箱,电子天平,索氏抽提仪,电子恒温水浴锅等。

正己烷、乙醚、正庚烷、苯、甲醇、无水乙醇、氢氧化钠、氢氧化钾、浓盐酸、无水硫酸铜、硝酸、高氯酸均为分析纯;甲醇、乙腈均为色谱纯;脂肪酸标准品(美国 Supelco 公司生产),混合氨基酸标准溶液(国家标准物质研究中心)。

### 1.2 试验方法

水分含量的测定参照 GB/T5009.3-2010;纤维含量

表 1 草莓籽主要理化成分

Table 1 The composition of strawberry seed %

水分含量 Moisture content	蛋白质含量 Protein content	脂肪含量 Fat content	粗纤维含量 Crude fiber content	总酸含量 Total acid content	碳水化合物含量 Carbohydrate content
8.05	13.17	18.08	51.43	0.67	8.08

### 2.2 草莓籽油脂脂肪酸的组成分析

由表 2 可见,不饱和脂肪酸含量 94.15%,其中亚油酸和亚麻酸 2 种人体必需脂肪酸含量为 78.61%,由此可见草莓籽油有很高的开发利用价值。

表 2 草莓籽油脂脂肪酸组成及相对含量

Table 2 The composition of fatty acid and relative contents in strawberry seed oil

脂肪酸及分子式 Fatty acids and molecular formula		相对含量 Relative content/%
饱和脂	棕榈酸 C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	4.45
肪酸	硬脂酸 C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	1.26
	油酸 C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	14.91
不饱和	亚油酸 C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	45.54
脂肪酸	亚麻酸 C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	33.07
	二十碳烯酸 C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub>	0.63

### 2.3 草莓籽氨基酸含量组成分析

草莓籽通过氨基酸分析仪进行了 17 种氨基酸含量的测定,由表 3 可知,17 种人体必需的氨基酸中除蛋氨酸未检出外,其它 16 种氨基酸分别检出。其中谷氨酸

的测定参照 GB/T5009.88-2008;蛋白质含量的测定参照 GB/T5009.5-2010;脂肪含量的测定参照 GB/T5009.6-2003;碳水化合物含量采用酸水解费林试剂滴定法测定。脂肪酸含量的测定参照 GB/T17377-1998 进行脂肪酸甲酯含量的测定,气相色谱条件为柱温 80℃(保持 2 min),以 20℃/min 的速率升温至 200℃(保持 1 min),再以 8℃/min 的速率升温至 250℃(保持 5 min),进样口温度为 230℃,检测器温度 270℃;载气 N<sub>2</sub>,1.0 mL/min,空气流速为 350 mL/min,氢气流速为 35 mL/min;氨基酸含量的测定参照 GB/T5009.124-2003 进行;矿质元素和微量元素的测定分别依据 GB/T5009.13-2003、GB/T5009.14-2003、GB/T5009.90-2003、GB/T5009.91-2003、GB/T5009.92-2003、GB/T5009.92-2003 利用原子吸收、原子荧光及等离子质谱 ICP-MS 等仪器对草莓籽中矿质元素进行了分析进行测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 草莓籽的主要理化成分分析

由表 1 可知,草莓籽蛋白质含量达到 13.17%,脂肪含量达到 18.08%,粗纤维含量高达 51.43%,具有一定的开发利用价值。

含量最高,达到 2.43 g/100g,其次是天冬氨酸和精氨酸,含量分别达到 1.06 g/100g 和 1.02 g/100g。

### 2.4 草莓籽矿质元素分析

由表 4 可知,从草莓籽中检出了 11 种元素,由高到低依次为 Ca>K>Mg>Fe>Mn>Zn>Na>Sr>Cu>Co>Se,由试验结果可知,草莓籽中含有丰富的矿质元素。矿物质对人体具有独特的生理功能,对维持人体的正常生理代谢具有重要作用。从草莓籽除检出 K、Ca、Mg 等植物中常见元素外,还检出稀有元素锶(Sr),含量高达 14.40%。锶与骨骼形成密切相关,为人体骨骼及牙齿的正常组成部分,能够促进骨骼发育和类骨质的形成。如锶型矿泉水主要是指矿泉水中锶含量达到 0.20 mg/L,且锶含量较高的一类矿泉水,如昆仑山矿泉水等属于这一类。另外,Fe 元素含量较高,而铁元素是维持生命的主要物质,是制造血红蛋白和肌血球素的主要物质,促进维生素代谢的主要物质。

表 3

草莓籽氨基酸组成及含量

Table 3

The composition and content of amino acid in strawberry seed

序号 Number	氨基酸名称 Amino acids name	分子量 Molecular weight/g · mol <sup>-1</sup>	氨基酸含量 Amino acids content/g · (100g) <sup>-1</sup>	序号 Number	氨基酸名称 Amino acids name	分子量 Molecular weight/g · mol <sup>-1</sup>	氨基酸含量 Amino acids content/g · (100g) <sup>-1</sup>
1	天冬氨酸	133.1	1.06	10	蛋氨酸	149.2	未检出
2	苏氨酸	119.1	0.32	11	异亮氨酸	131.2	0.37
3	丝氨酸	105.1	0.42	12	亮氨酸	131.2	0.63
4	谷氨酸	147.1	2.43	13	缬氨酸	181.2	0.37
5	脯氨酸	115.1	0.88	14	苯丙氨酸	165.2	0.43
6	甘氨酸	75.1	0.05	15	赖氨酸	146.2	0.42
7	丙氨酸	89.1	0.42	16	组氨酸	155.2	0.23
8	胱氨酸	240.3	0.12	17	精氨酸	174.2	1.02
9	缬氨酸	117.1	0.44	总量 Total /g · (100g) <sup>-1</sup>		9.61	

表 4 草莓籽中所含矿质元素的含量

Table 4 The content of mineral elements in

strawberry seed

mg/kg

Na	Mg	K	Ca	Mn	Fe	Co	Zn	Se	Sr	Cu
17.3	1 609.1	2 778.4	11 865.4	77.6	118.8	0.34	30.0	0.08	14.40	8.69

### 3 结论

测定草莓籽中含有较高的蛋白质,其含量为13.17%,氨基酸含量高达9.61%,碳水化合物为8.08%,同时草莓籽具有Ca、K、Mg、Fe较全的矿物质,这些丰富的营养成分很适合做发酵基质,通过发酵后用作饲料,经发酵后蛋白质,脂肪含量会有明显的提高,饲养效果和经济效益会有明显的提高,因此在生产蛋白饲料方面会有一定的开发空间。草莓籽油脂脂肪酸组成中,亚油酸含量占45.54%,亚麻酸含量占33.07%,是目前发现的唯一的亚油酸和亚麻酸含量如此接近的天然植物油,裴凌鹏等<sup>[10]</sup>研究了葡萄籽油中亚麻酸含量为73.3%,亚麻酸含量为0.16%,其不饱和脂肪酸占整个葡萄籽油的84%~88%。因此,这些含较高的不饱和脂肪酸的油脂,特别是亚油酸和亚麻酸成分,对预防和治疗动脉硬化症和促进油脂在体内新陈代谢具有较好的

功效,因此草莓籽油在食用、医用保健及化妆品领域可以进一步综合开发利用。

### 参考文献

- [1] 蒋卓俊.我国草莓加工出口现状和问题及对策[J].当代生态农业,2006(21):95-97.
- [2] 杜苏英.草莓速冻榨汁[J].食品科学,1994(8):66-67.
- [2] 筱军.草莓酱的加工方法[J].农业经济与科技,2002(4):9.
- [3] 王育红,赵雨,张长付,等.低糖颗粒型草莓酱的研制与工业化生产的探讨[J].农产品加工(学刊),2009(12):69-72.
- [4] 刘玉环,杨德江,秦良生,等.草莓丁的冷冻干燥加工工艺[J].食品与发酵工业,2004,30(10):154-156.
- [5] 侯玉茹,李文生,杨军军,等.真空冷冻干燥法加工草莓粉固体饮料的研究[J].食品工业科技,2013(7):233-236.
- [6] 李共国,马子俊.草莓真空冷冻干燥研究[J].食品与机械,2003(3):18-19.
- [7] 刘涌钢,王晓芳.草莓冷冻干燥工艺研究[J].食品工业,2012(3):77-80.
- [8] 罗仓学,张广东,陈然,等.草莓籽油脂脂肪酸组分分析[J].中国油脂,2006(5):68-69.
- [9] 刘光敏,徐响,高彦祥,等.超临界CO<sub>2</sub>萃取草莓籽油工艺研究及其对脂肪酸组成的影响[J].中国粮油学报,2009,24(3):84-87.
- [10] 裴凌鹏,惠伯棣.葡萄籽生物活性物质的制备技术及生理功能研究[J].首都师范大学学报(自然科学版),2004,25(4):57-61.

## The Nutritional Composition Analysis of Strawberry Seed and Its Development Utilization

ZHANG Xiao-rong, LIU La-ping, LIU Zhao-xia, SUN Xin-tao, NIE Gang

(Center of Testing, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract:** Taking strawberry as material, the physico-chemical compositions, the content of amino acids, mineral elements and fatty acid compositions in the strawberry seed were comprehensively analyzed. The results showed that the strawberry seed was mainly composed of carbohydrates(8.05%), protein(13.17%), fat (18.08%) and crude fiber(51.43%), 16 kinds of essential amino acids were detected respectively except methionine. 11 kinds of rich mineral elements were existed in the strawberry seed. The contents order was as following: Ca>K>Mg>Fe>Mn>Zn>Na>Sr>Cu>Co>Se. The strawberry seed oil was composed mainly of unsaturated fatty acids(94.15%), such as linoleic acid 45.54%, linolenic acid 33.07%.

**Key words:** strawberry seed; strawberry seed oil; nutritional composition; deep utilization