

油脂加工

红麻籽油的理化性质及碱炼工艺研究

阮奇城, 祁建民, 张广庆, 方平平, 林荔辉, 陶爱芬, 吴建梅

(福建农林大学 作物遗传育种与综合利用教育部重点实验室, 福州 350002)

摘要:以6个新品种红麻籽为原料,测定其含油量并分析了红麻籽油的理化性质和脂肪酸组分,并通过正交试验优化其碱炼工艺。结果表明,红麻籽含油量(干基)在20.8%~23.4%之间。红麻籽油的脂肪酸组分以油酸和亚油酸为主,油酸含量在22.16%~28.72%之间,亚油酸含量在47.20%~54.23%之间,还含有少量的亚麻酸,总不饱和脂肪酸含量达80%,红麻籽油的各项感官指标和理化指标均符合《食用植物油卫生标准》。红麻籽油碱炼的优化工艺条件为:水化加水量为油质量的3%,碱液质量分数8%,超碱量为油质量的0.3%,碱炼温度60℃。在优化条件下,红麻籽油收率达91%。

关键词:红麻籽油;理化性质;脂肪酸组分;碱炼

中图分类号:TS224;TQ646

文献标志码:A

文章编号:1003-7969(2010)01-0011-04

Physicochemical properties and alkali refining of kenaf seed oilRUAN Qicheng, QI Jianmin, ZHANG Guangqing, FANG Pingping,
LIN Lihui, TAO Aifen, WU Jianmei

(Key Laboratory of Ministry of Education for Genetics, Breeding and Multiple Utilization of Crops,
Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: Seeds from six kenaf cultivars were evaluated for oil content, physicochemical properties and fatty acid compositions of kenaf seed oil were also analyzed. In addition, the alkali refining process of kenaf seed oil was performed and optimized. The results showed that the oil content (dry basis) ranged from 20.8% to 23.4%. Oleic acid and linoleic acid were the major fatty acids in the kenaf seed oil. Oleic acid content ranged from 22.16% to 28.72%, linoleic acid content ranged from 47.20% to 54.23%. Besides, a little linolenic acid was included. The total unsaturated fatty acid content was up to 80%. All organoleptic and physicochemical characteristics of kenaf seed oil conformed to the "Sanitary Standard of Edible Vegetable Oil". The optimal parameters of alkali refining process were as follows: alkali mass fraction was 8%, the quantities of excess alkali and water added in hydration degumming were 0.3% and 3% of oil mass, respectively, and alkali refining temperature was 60℃. Under the optimal conditions, a recovery ratio of 91% was achieved.

Key words: kenaf seed oil; physicochemical properties; fatty acid components; alkali refining

随着人民生活水平的提高,国内油料消费量快速增加。据统计,自1996年开始,我国由油料净出

口国转为净进口国,每年都要大量进口油料以满足国内市场需求,2000年我国油料进口突破1000万t,2006年达到2929万t,2007年为3186万t。另外,我国也是食用植物油净进口国,2006年进口食用植物油667万t,2007年进口食用植物油840万t^[1,2]。因此,开发油料新资源显得至关重要。

红麻(*Hibiscus cannabinus* L.)是锦葵科木槿属一年生韧皮纤维作物,具有生长速度快、抗逆性强、适应性广、产量高等特性。1985年我国红麻栽培面

收稿日期:2009-06-16

基金项目:农业部公益性行业(农业)科研专项(nyhyzx-018(3));福建省科技厅重点科技项目(2008N0102)

作者简介:阮奇城(1976),男,博士研究生,主要从事生物资源综合利用与开发方面的研究工作(E-mail) ruanqicheng@163.com。

通讯作者:祁建民,教授,博士生导师。

积达到 100 万 hm^2 , 成为我国栽培面积最大、总产量最高的麻类纤维作物之一, 其纤维单产居世界首位^[3, 4]。近年来, 国内外研究人员对红麻的多用途综合开发利用方面进行了系统研究, 涉及到麻纺、造纸、装饰材料、土工布、板材、动物饲料、吸油材料、可降解纸地膜、食用、药用等诸多领域^[5-7]。但是, 利用红麻籽作为食用油进行研发, 国内外却鲜见报道。本研究以福建农林大学近年育成的高纤维产量、高产籽量的新品种红麻的籽为原料, 分析红麻籽油的理化性质, 研究红麻籽油的精炼工艺, 为红麻籽油高附加值产品的深加工提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料、试剂

原料为福建农林大学新选育的高纤维产量及高产籽量的新品种金光 1 号、福红 952、福红 991、福红航 1 号、福红航 3 号和福红航 4 号等 6 个栽培品种的红麻籽。所有原料均是当年采集晒干, 低温干燥保存。软脂酸甲酯、硬脂酸甲酯、油酸甲酯、亚油酸甲酯、亚麻酸甲酯, 色谱纯, Sigma 公司; 硅酸钠、邻苯二甲酸氢钾、碘化钾、硫代硫酸钠、一氯化碘、无水硫酸钠、石油醚 (30 ~ 60 °C)、无水乙醚、乙酸酐、正丁醇、2,4-二硝基苯肼、苯、三氯乙酸、三苯磷等均为分析纯。

1.2 主要仪器、设备

恒温水浴锅, HDM-500D 数显搅拌电热套, BL7-BR16 型离心机, 电子分析天平 (感量 0.000 1 g), 岛津 GC-9A 气相色谱仪。

1.3 试验方法

1.3.1 红麻籽油理化性质及其脂肪酸组分的测定

红麻籽粗脂肪含量, 参照 GB/T 5512; 色泽、气味, 参照 GB/T 5525; 酸值, 参照 GB/T 5530; 碘值, 参照 GB/T 5532; 皂化值, 参照 GB/T 5534; 过氧化值, 参照 GB/T 5538; 羰基值, 参照 GB/T 5009.37-2003; 砷含量, 参照 GB/T 5009.37-2003; 黄曲霉毒素 B1, 参照 GB/T 5009.37-2003; 苯并 (α) 芘含量, 参照 GB/T 5009.27-2003; 脂肪酸成分分析, 参照 GB/T 17377。

1.3.2 红麻籽毛油精炼及工艺优化

1.3.2.1 红麻籽毛油的精炼工艺流程及操作要点

红麻籽毛油 → 预处理 → 水化脱胶 → 碱炼脱酸 → 吸附脱色 → 真空脱臭 → 成品油。

预处理: 静置沉降取上层。

水化脱胶: 毛油加热至 80 °C, 加入适量的同温热水, 60 r/min 搅拌 30 min, 3 000 r/min 离心分离得脱胶油和油脚。

碱炼脱酸: 脱胶油加热到一定温度, 缓慢地加入一定量的碱液 (在 5 ~ 10 min 内加完), 并不断搅拌, 搅拌速度为 60 r/min 左右。碱液加完后, 继续搅拌 30 min, 完成中和反应。之后, 搅拌速度降到 30 r/min 继续搅拌 10 min, 使皂粒絮凝。当皂粒明显沉降时, 停止搅拌, 静置沉降。3 000 r/min 离心分离得碱炼油和皂脚。

吸附脱色: 碱炼油中加入 1% 的活性炭, 减压加热至 85 °C, 60 r/min 搅拌 30 min。3 000 r/min 离心分离得脱色油。

真空脱臭: 将脱色油置于容器中, 抽真空, 油温升至 230 °C, 2.5 h 后冷却, 即得成品红麻籽油。

1.3.2.2 红麻籽毛油精炼工艺条件的优化 毛油精炼过程中, 脱酸是导致中性油损失最大的一步, 而且在很大程度上影响精炼成品油的质量, 所以它是精炼过程中最关键的工序。目前, 脱酸应用最为广泛的是碱炼和水蒸汽蒸馏法。本试验采用碱炼法脱酸, 利用碱中和油脂中的游离脂肪酸, 所生成的皂吸附部分其他杂质而从油中沉降分离, 达到精炼目的。

为了优化精炼工艺, 提高精炼效率, 改善红麻籽油的理化指标, 在预试验基础上, 以水化加水量、碱液质量分数、超碱量和碱炼温度为因素, 设计 $L_{16}(4^5)$ 正交试验, 以红麻籽油酸值和收率作为指标, 采用统计分析软件 SAS 8.01 for Windows 对数据进行统计分析处理。因素和水平见表 1。

表 1 因素水平表

水平	超碱量/%	温度/°C	加水量/%	碱液质量分数/%
	A	B	C	D
1	0.1	50	1	4
2	0.2	60	2	6
3	0.3	70	3	8
4	0.4	80	4	10

2 结果与分析

2.1 红麻籽含油量测定

采用 GB/T 5512 方法, 以石油醚为溶剂, 测定红麻籽含油量 (干基), 结果见表 2。

从表 2 可以看出, 6 个品种的红麻籽含油量在 20.8% ~ 23.4% 之间, 平均为 22.2%; 红麻籽平均产量为 1 725 kg/hm^2 。其中, 产量及含油量最高的品种为金光 1 号, 分别达到 2 250 kg/hm^2 和 23.4%。据文献报道^[8], 红麻籽含油率一般为 18% ~ 20%, 与之比较, 上述 6 个品种的含油量均较高; 与部分其他油料比较, 红麻籽 (尤其是红麻新品种“金光 1 号”) 产量比较高, 含油量比棉籽 (18%) 等高出许多。因此, 红麻籽在油用开发方面极具潜力。

表2 红麻籽与部分油料^[8]含油量及产量的比较

项目	含油量 /%	产量 ^b /(kg/hm ²)	产油量 /(kg/hm ²)
红麻籽			
金光1号	23.4	2 250	526
福红952	23.2	1 650	383
福红991	23.0	1 950	448
福红航1号	21.8	1 500	327
福红航3号	21.0	1 500	315
福红航4号	20.8	1 500	312
平均 ^a	22.2 ± 1.15	1 725 ± 311	462 ± 87
棉籽	18	1 125	202
红花籽	25	1 050	262
油茶籽	55	900	495

注:a.表示平均值±样本标准差;b.红麻籽产量数据来自红麻示范栽培区资料。

2.2 红麻籽油的理化性质

根据国家油脂检测标准中的相应方法,测定红麻籽油的相关理化性质,并与《食用植物油卫生标准》比较,见表3。表3结果表明,红麻籽油各项感

官指标和理化指标均符合《食用植物油卫生标准》,可用于食用油开发。

表3 红麻籽油的理化指标与《食用植物油卫生标准》的比较

项目	实测结果 ^a	食用植物油 卫生标准
色泽(比色槽25.4 mm)	Y22 R2.9	正常
气味和滋味	正常油香味	正常
酸值(KOH)/(mg/g)	1.4	≤4
过氧化值/(meq/kg)	7.8	≤12
羰基值/(meq/kg)	2.2	≤20
砷(以As计)/(mg/kg)	< 0.1	≤0.1
黄曲霉毒素B1/(μg/kg)	< 10.0	≤10
苯并(α)芘/(μg/kg)	4.7	≤10

注:a.数据来自于福建省中心检验所对送检红麻籽油的检测结果。

2.3 红麻籽油脂脂肪酸成分分析

将红麻籽油衍生化后进行气相色谱分析,测定红麻籽油中脂肪酸组成及相对含量,并与其他油料油脂进行比较,结果见表4、表5。

表4 红麻籽油的脂肪酸组成及相对含量

品种	软脂酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	亚麻酸
金光1号	17.31	1.67	28.13	51.81	1.09
福红952	20.51	2.86	28.72	47.20	0.72
福红991	18.85	1.60	28.27	49.88	1.41
福红航1号	20.90	1.340	23.36	53.28	1.110
福红航3号	20.89	1.267	22.16	54.23	1.458
福红航4号	21.07	1.424	24.30	52.06	1.144
平均 ^a	19.92 ± 1.52	1.69 ± 0.59	25.82 ± 2.88	51.41 ± 2.53	1.16 ± 0.27
一般红麻籽 ^[8]	15~19	2~6.8	28~51	25~43	0~1

注:a.表示平均值±样本标准差。

表5 红麻籽油与其他常用食用油的脂肪酸组成^[9]比较

油品	含量/%			ω(S):ω(M):ω(P)
	饱和脂肪酸(S)	单不饱和脂肪酸(M)	多不饱和脂肪酸(P)	
红麻籽油 ^a	21.61 ± 1.60	25.82 ± 2.88	52.57 ± 2.71	1:1.19:2.43
米糠油	20.20	43.60	36.30	1:2.16:1.80
大豆油	15.90	24.00	59.10	1:1.51:3.72
菜籽油	13.10	58.80	24.70	1:4.49:1.89
棉籽油	24.30	27.00	44.60	1:1.11:1.84
花生油	18.50	40.86	38.30	1:2.21:2.07
玉米油	14.50	27.70	57.00	1:1.91:3.93

注:a.表示平均值±样本标准差。

由表4可见,红麻籽油的脂肪酸组成以不饱和脂肪酸——油酸、亚油酸为主,同时还含有一定量的亚麻酸。因此,红麻籽油是一种典型的油酸-亚油酸型油脂,不饱和脂肪酸含量高达80%。相对一般红麻籽,6个新品种红麻籽油中亚油酸含量有较大提高,平均高出8%~26%,可作为食用保健油开发利用。由表5可以看出,红麻籽油的脂肪酸比例与

大豆油、棉籽油、玉米油比较接近,符合人类的膳食推荐标准要求。

2.4 红麻籽毛油精炼及工艺优化

经预试验,确定以水化加水量、碱液质量分数、超碱量和碱炼温度为因素,采用L₁₆(4⁵)正交试验,对红麻籽油的碱炼条件进行优化,正交试验结果及以酸值为指标的方差分析结果分别见表6、表7。

表6 正交试验极差分析

编号	A	B	C	D	B×D	酸值(KOH) /(mg/g)			收率 /%
						1次	2次	3次	
1	1	1	1	1	1	0.6	0.5	0.7	95.3
2	1	2	2	2	2	0.3	0.4	0.2	95.4
3	1	3	3	3	3	0.3	0.1	0.2	94.5
4	1	4	4	4	4	0.3	0.2	0.3	96.3
5	2	1	2	4	3	0.2	0.4	0.3	93.7
6	2	2	1	3	4	0.2	0.1	0.1	93.8
7	2	3	4	2	1	0.4	0.3	0.5	89.6
8	2	4	3	1	2	0.1	0.2	0.3	90.8
9	3	1	3	2	4	0.1	0.2	0.1	90.7
10	3	2	4	1	3	0.1	0.1	0.1	92.1
11	3	3	1	4	2	0.2	0.2	0.1	88.5
12	3	4	2	3	1	0.3	0.1	0.2	89.9
13	4	1	4	3	2	0.4	0.2	0.3	80.9
14	4	2	3	4	1	0.2	0.3	0.1	82.2
15	4	3	2	1	4	0.2	0.1	0.3	84.7
16	4	4	1	2	3	0.1	0.2	0.1	83.2
酸值									
k_1	0.34	0.33	0.26	0.28	0.35				
k_2	0.26	0.18	0.20	0.24	0.24				
k_3	0.15	0.24	0.18	0.28	0.18				
k_4	0.21	0.20	0.27	0.23	0.18				
R	0.19	0.15	0.09	0.05	0.17				
收率									
k_1	95.4	90.2	90.2	90.7	89.3				
k_2	92.0	90.9	90.9	89.7	88.9				
k_3	90.3	89.3	89.6	89.8	90.9				
k_4	82.8	90.0	89.7	90.2	91.4				
R	12.6	1.6	1.3	1.0	2.5				

表7 正交试验方差分析

方差来源	离差平方和	自由度	均方	F值	显著性
A	0.237 291 67	3	0.079 097 22	10.85	**
B	0.162 291 67	3	0.054 097 22	7.42	**
C	0.052 291 67	3	0.017 430 56	2.39	
D	0.027 291 67	3	0.009 097 22	1.25	
B×D	0.222 291 67	3	0.074 097 22	10.16	**
误差	0.233 333 33	32	0.007 291 67		

注: $F_{0.01}(3,32) = 4.47$

由表7可见,超碱量、碱炼温度对碱炼效果的影响达到极显著水平,而水化加水量和碱液质量分数对碱炼效果影响不显著,但碱炼温度与碱液质量分数之间的相互作用极显著。结合表6的酸值和油脂收率的极差分析,4个因素中影响最大的是超碱量,其次分别是碱炼温度、水化加水量和碱液质量分数,最优组合为 $A_3B_2C_3D_3$,即碱液质量分数为8%,超碱量为油质量的0.3%,水化加水量为油质量的3%,碱炼温度为60℃。在此条件下进行验证试验,红麻籽油收率达91%。

红麻籽油精炼前后的理化指标进行了比较,结果见表8。精炼前的毛油颜色为棕红色,透明度低,精炼后油呈金黄色,透明度变高。毛油酸值(KOH)

为1.4 mg/g,成品油酸值(KOH)为0.1 mg/g。

表8 红麻籽毛油与成品油的理化指标比较

项目	红麻籽毛油	成品油
色泽	棕红色	金黄色
酸值(KOH)/(mg/g)	1.4 ± 0.1	0.1 ± 0
皂化值(KOH)/(mg/g)	194.4 ± 1.3	198.7 ± 1.1
碘值(I)/(g/100 g)	101.5 ± 0.8	103.1 ± 1.0

3 结论

金光与福红等系列红麻籽产量在1 500~2 250 kg/hm²之间,平均为1 725 kg/hm²,含油量比一般品种高,6个新品种红麻籽的含油量在20.8%~23.4%之间,平均为22.2%。产量及含油量最高的品种为金光1号,分别达到2 250 kg/hm²和23.4%。经福建省中心检验所检测,红麻籽油的各项感官指标和理化指标均符合《食用植物油卫生标准》。红麻籽油的脂肪酸组分以油酸和亚油酸为主,属于典型的油酸-亚油酸型油脂,油酸含量在22.16%~28.72%之间,平均为25.82%,亚油酸含量在47.20%~54.23%之间,平均为51.41%,还含有少量的亚麻酸,总不饱和脂肪酸含量高达80%。说明红麻籽可作为潜在的油料新资源进行开发。

碱炼过程中,超碱量、碱炼温度对碱炼效果的影响达到极显著水平,而水化加水量和碱液质量分数对碱炼效果影响不显著,但碱炼温度与碱液质量分数之间的相互作用却极显著。碱炼优化的工艺条件为:碱液质量分数8%,超碱量为油质量的0.3%,水化加水量为油质量的3%,碱炼温度为60℃。在该工艺条件下,红麻籽油收率可达91%。

参考文献:

- [1] 徐伟平. 中国油料食油市场形势分析[J]. 农业展望, 2007(5):11-13.
- [2] 徐伟平. 当前国内外油料食用植物油市场分析与展望[J]. 农业展望,2008(3):10-12.
- [3] 祁建民,李维明,吴为人,等. 红麻种质资源创新的理论与实践[J]. 中国麻作,1999,21(1):43-44.
- [4] 祁建民,刘国忠. 黄麻红麻新品种与高效配套技术[M]. 北京:台海出版社,2007.
- [5] 程舟,鮫岛一彦,陈家宽,等. 日本的红麻研究、加工和利用[J]. 中国麻业,2001,23(3):16-24.
- [6] 江茂生,黄彪,蔡向阳,等. 红麻杆高吸油材料吸油特性的研究[J]. 中国麻业科学,2007,29(6):344-348.
- [7] 杨远才,候伦灯,祁建民. 红麻轻质阻燃人造板的研制[J]. 中国麻业科学,2006,28(5):239-242.
- [8] 中国科学院植物研究所植物化学研究室油脂组. 中国油脂植物手册[M]. 北京:科学出版社,1974.
- [9] 吴时敏. 功能性油脂[M]. 北京:中国轻工业出版社,2001.